



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

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

Έξυπνη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων με την είσοδο  
των Ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και η προοπτική  
του V2G

---

Χαράλαμπος Παπαθανασίου

A.M.: 7860

Επιβλέπων: Δημήτριος Στημονιάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής



---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη στρατηγικών φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ο καθορισμός των απαιτήσεων-προδιαγραφών για την εφαρμογή του V2G. Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η ιστορική αναδρομή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων καθώς και το τι ισχύει τόσο στην ελληνική, όσο και στην παγκόσμια αγορά. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε τον όρο ηλεκτρικό αυτοκίνητο και αναφέρονται διάφορες κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το πιο κύριο στοιχείο ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου που είναι η πηγή ενέργειάς τού και πραγματοποιείται ανάλυση στις τεχνολογίες των συσσωρευτών. Ο τρόπος που λειτουργούν τα ηλεκτρικά οχήματα με την συμμετοχή των ΑΠΕ αναλύεται στο τρίτο κεφάλαιο. Παρουσιάζονται μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, διάφορα είδη φορτίσεων που προσφέρουν στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Έπειτα, στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται διάφοροι τρόποι αξιοποίησης ενέργειας από ΑΠΕ για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για την εισαγωγή του αυτοκινήτου στο έξυπνο δίκτυο, καθώς και για τις στρατηγικές φόρτισης που επικρατούν. Επιπρόσθετα, στο έκτο κεφάλαιο πραγματοποιείται λεπτομερής ανάλυση σχετικά με την έξυπνη φόρτιση. Αναφέρονται σημαντικές πληροφορίες για τις έξυπνες υποδομές φόρτισης, για το τι ρόλο έχουν τα ηλεκτρονικά ισχύος στη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων και ποιος είναι ο ρόλος του αθροιστή στην έξυπνη φόρτιση. Έπειτα, στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η V2G λειτουργία με κύριο στοιχείο την συνεργασία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με τις ανανεώσιμες πηγές. Ακολουθούν στρατηγικές διαχείρισης του V2G, όπως και πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση του. Εν κατακλείδι, στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία η διπλωματική εργασία με οδήγησε.

**Λέξεις Κλειδιά:** Vehicle to Grid (V2G), Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), ηλεκτρικά αυτοκίνητα, έξυπνο δίκτυο, τεχνολογίες συσσωρευτών, αθροιστής, στρατηγικές φόρτισης, έξυπνη φόρτιση, υποδομές φόρτισης

---

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

---

## ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to study charging strategies for electric vehicles from renewable energy sources and to define the requirements-specifications for the implementation of V2G. Initially, the first chapter takes place the historical review of electric cars as well as what replies both in the Greek and in the global market. In the second chapter we analyze the term of electric car and refer to various categories of electric vehicles. Afterwards, the most main element of an electric car that is its energy source is presented and an analysis is carried out on battery technologies. The way electric vehicles operate with the participation of RES is analyzed in the third chapter. Forms of Renewable Energy Sources, various types of charging offered to electric cars and significant advantages of Renewable Energy Sources are presented. Thereafter, in the fourth chapter, various ways of using energy from RES for charging electric cars are analyzed. The fifth chapter discusses the introduction of the car into the smart grid, as well as the prevailing charging strategies. In addition, the sixth chapter carries out a detailed analysis on smart charging. It provides important information on smart charging infrastructure, what role power electronics play in charging electric vehicles and what is the role of the aggregator in smart charging. Then, the seventh chapter presents the V2G function with the main element being the cooperation of electric cars with renewable sources. The following are strategies for managing V2G, as well as advantages and disadvantages of using it. In conclusion, the eighth chapter presents the inferences to which the dissertation led me.

**Keywords:** Vehicle to Grid (V2G), Renewable Energy Sources (RES), electric cars, smart grid, battery technologies, charging strategies, aggregator, smart charging, charging infrastructure

---

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή

---

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την εξαιρετική συνεργασία μας και τις πολύ χρήσιμες συμβουλές που με οδήγησαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας.

---

Η σελίδα αυτή είναι σκόπιμα λευκή



# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	i
Abstract	iii
Ευχαριστίες	v
Πίνακας Περιεχομένων	vii
Πίνακας Εικόνων	ix
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1: Η ιστορία και η αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων	2
1.1 Ιστορική αναδρομή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων	2
1.2 Η αγορά στην Ελλάδα	4
1.3 Η παγκόσμια αγορά	4
Κεφάλαιο 2: Ηλεκτρικό αυτοκίνητο και πηγές ενέργειας	6
2.1 Ηλεκτρικό αυτοκίνητο	6
2.2 Κατηγοριοποίηση των ηλεκτρικών οχημάτων	6
2.2.1 Ηλεκτρικά οχήματα με συσσωρευτές (Battery Electric Vehicle ή BEV)	7
2.2.2 Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (Hybrid Electric Vehicle ή HEV)	8
2.2.3 Ηλεκτρικά οχήματα με κυψέλες καυσίμου (Fuel Cell Electric Vehicle ή FCEV)	8
2.2.4 Ηλεκτρικά οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο (Plug-in EVs)	10
2.3 Δομή και λειτουργία του ηλεκτρικού οχήματος	11
2.4 Τεχνολογίες συσσωρευτών	12
2.4.1 Μπαταρία μολύβδου οξέος	13
2.4.2 Μπαταρία ιόντων λιθίου	14
2.4.3 Μπαταρία λιθίου πολυμερούς	15
2.4.4 Μπαταρία νικελίου καδμίου	16
2.4.5 Μπαταρία νικελίου μετάλλου υδριδίου	16
2.5 Πλεονεκτήματα ηλεκτρικών αυτοκινήτων	17
2.6 Μειονεκτήματα ηλεκτρικών αυτοκινήτων	19
Κεφάλαιο 3: Τα ηλεκτρικά οχήματα στο έξυπνο δίκτυο με τη συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)	21
3.1 Ηλεκτρικά οχήματα στο έξυπνο δίκτυο	21
3.2 Ορισμός ΑΠΕ	22
3.3 Μορφές ΑΠΕ	22
3.3.1 Ηλιακή ενέργεια	22
3.3.2 Αιολική ενέργεια	23
3.3.3 Υδραυλική ενέργεια	25
3.3.4 Γεωθερμία	26
3.3.5 Βιομάζα	27
3.4 Πλεονεκτήματα ΑΠΕ	28
Κεφάλαιο 4: Αξιοποίηση ενέργειας από ΑΠΕ για φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων	30
4.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα	30
4.2 Αιολικά πάρκα	31
4.3 Υδροηλεκτρικά πάρκα	32
4.4 Γεωθερμική ενέργεια	33
4.5 Βιομάζα	34
Κεφάλαιο 5: Εισαγωγή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο	36
5.1 Το Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο (Smart Grid)	36
5.2 Σημεία φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων	37
5.2.1 Σημεία φόρτισης AC	38

---

5.2.2 Σημεία φόρτισης DC	39
5.2.3 Σημεία φόρτισης υψηλής ισχύος (High Power Charging, HPC)	40
5.3 Τρόποι φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων	42
5.3.1 Φόρτιση στο σπίτι	42
5.3.2 Φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης	43
5.3.3 Φόρτιση σε γρήγορους σταθμούς φόρτισης	45
Κεφάλαιο 6: Έξυπνη Φόρτιση	47
6.1 Εισαγωγή στην έξυπνη φόρτιση (smart charging)	47
6.2 Σχεδιασμός για έξυπνη υποδομή φόρτισης	50
6.2.1 Πρωτογενείς και δευτερεύουσες πηγές ενέργειας για σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων	50
6.2.2 Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας	51
6.2.3 Ο ρόλος των ηλεκτρονικών ισχύος στη φόρτιση EV	51
6.2.4 Ο ρόλος του Aggregator Agent στην έξυπνη φόρτιση	52
6.2.5 Επικοινωνιακή υποστήριξη και υποδομή για έξυπνη φόρτιση	52
Κεφάλαιο 7: Η λειτουργία Vehicle to Grid (V2G)	53
7.1 Περιγραφή της λειτουργίας V2G	53
7.1.1 Μονόδρομη V2G λειτουργία	53
7.1.2 Αμφίδρομη V2G λειτουργία	54
7.2 Αρχιτεκτονική του V2G	55
7.2.1 Το πρωτόκολλο Open Charge Point Protocol (OCPP)	56
7.3 V2G και ηλιακή ενέργεια	58
7.4 V2G και αιολική ενέργεια	60
7.5 Στρατηγικές διαχείρισης του V2G	61
7.5.1 Κεντρική διαχείριση V2G	62
7.5.2 Αποκεντρωμένη διαχείριση V2G	62
7.5.3 Ιεραρχική διαχείριση V2G	62
7.6 Τεχνικές προδιαγραφές και νομικές απαιτήσεις για το V2G	63
7.7 Πλεονεκτήματα V2G	66
7.8 Μειονεκτήματα V2G	68
Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα	70
Βιβλιογραφία	73

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Πρόχειρη ηλεκτροκίνητη άμαξα του Robert Anderson (Πηγή: <a href="http://www.timetoast.com">www.timetoast.com</a> )	2
Εικόνα 2: Toyota Prius (Πηγή: <a href="http://autoevolution.com">autoevolution.com</a> )	3
Εικόνα 3: Tesla Roadster 2008 (Πηγή: <a href="http://autocarnet.gr">autocarnet.gr</a> )	3
Εικόνα 4: Ηλεκτρικό όχημα μπαταρίας ή BEV (Πηγή: <a href="http://bmw.gr">bmw.gr</a> )	7
Εικόνα 5: Υβριδικό όχημα ή HEV (Πηγή: <a href="http://evauto.gr">evauto.gr</a> )	8
Εικόνα 6: Ηλεκτρικό όχημα με κυψέλες καυσίμου ή FCEV (Πηγή: <a href="http://caranddriver.gr">caranddriver.gr</a> )	10
Εικόνα 7: Ηλεκτρικό όχημα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο ή Plug-in EVs (Πηγή: <a href="http://carsguide.com.au">carsguide.com.au</a> )	11
Εικόνα 8: Μπαταρία μολύβδου οξέος (Πηγή: <a href="http://fotistikosmos.gr">fotistikosmos.gr</a> )	14
Εικόνα 9: Μπαταρία ιόντων λιθίου (Πηγή: <a href="http://enduromxparts.gr">enduromxparts.gr</a> )	15
Εικόνα 10: Μπαταρία λιθίου πολυμερούς (Πηγή: <a href="http://greek.lithium-batterypack.com">greek.lithium-batterypack.com</a> )	15
Εικόνα 11: Μπαταρία νικελίου καδμίου (Πηγή: <a href="http://gr.taihangbattery.com">gr.taihangbattery.com</a> )	16
Εικόνα 12: Μπαταρία νικελίου μετάλλου υδριδίου (Πηγή: <a href="http://car-moto.info">car-moto.info</a> )	17
Εικόνα 13: Φωτοβολταϊκά συστήματα (Πηγή: Πηγή: <a href="http://avgeris.net">avgeris.net</a> )	23
Εικόνα 14: Αιολικό πάρκο Παναχαϊκού (Πηγή: <a href="http://el.wikipedia.org">el.wikipedia.org</a> )	24
Εικόνα 15: Υδραυλική ενέργεια (Πηγή: <a href="http://blogs.e-me.edu.gr">blogs.e-me.edu.gr</a> )	26
Εικόνα 16: Γεωθερμία (Πηγή: <a href="http://energypress.gr">energypress.gr</a> )	27
Εικόνα 17: Βιομάζα (Πηγή: <a href="http://energyin.gr">energyin.gr</a> )	28
Εικόνα 18: Φις Mennekes (Πηγή: <a href="http://volkswagen.gr">volkswagen.gr</a> )	38
Εικόνα 19: Φις Combo 2 (Πηγή: <a href="http://volkswagen.gr">volkswagen.gr</a> )	40
Εικόνα 20: Φορτιστής υψηλής ισχύος (Πηγή: <a href="http://phoenixcontact.com">phoenixcontact.com</a> )	41
Εικόνα 21: Φόρτιση στο σπίτι (Πηγή: <a href="http://ilektrfortisi.gr">ilektrfortisi.gr</a> )	43
Εικόνα 22: Δημόσιος σταθμός φόρτισης (Πηγή: <a href="http://carandmotor.gr">carandmotor.gr</a> )	45
Εικόνα 23: Φόρτιση σε γρήγορο σταθμό φόρτισης TESLA (Πηγή: <a href="http://itspossible.gr">itspossible.gr</a> )	46
Εικόνα 24: V2G λειτουργία (Πηγή: <a href="http://athensvoice.gr">athensvoice.gr</a> )	53
Εικόνα 25: Μονόδρομη και Αμφίδρομη V2G λειτουργία (Πηγή: <a href="http://ampeco.com">ampeco.com</a> )	55
Εικόνα 26: Open Charge Point Protocol (OCPP) (Πηγή: <a href="http://makeasmartcity.com">makeasmartcity.com</a> )	58
Εικόνα 27: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σε σημείο φόρτισης (Πηγή: <a href="http://kathimerini.gr">kathimerini.gr</a> )	60
Εικόνα 28: Εγκατάσταση ανεμογεννητριών (Πηγή: <a href="http://naftemporiki.gr">naftemporiki.gr</a> )	61

---

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κόσμος μας αντιμετωπίζει μια επείγουσα πρόκληση στον τομέα της ενέργειας με την αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης για καθαρή και βιώσιμη ενέργεια. Οι ανανεώσιμες πηγές προσφέρουν μια αρκετά υποσχόμενη λύση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα ηλεκτρικά οχήματα αναδεικνύονται ως ένας βασικός παράγοντας για την αποδοτική αξιοποίηση των ΑΠΕ. Ο συνδυασμός της ηλεκτροκίνησης με τη δυνατότητα σύνδεσης των ηλεκτρικών οχημάτων στο δίκτυο επιτρέπει την εφαρμογή της τεχνολογίας V2G. Μέσω της V2G λειτουργίας, τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως αποθηκευτικά μέσα ενέργειας, παρέχοντας τη δυνατότητα διαχείρισης του ηλεκτρικού φορτίου και της ζήτησης ενέργειας από το δίκτυο. Κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας, θα εξετάσουμε διάφορες στρατηγικές φόρτισης για τα ηλεκτρικά οχήματα για να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση και αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κύριος στόχος μας είναι να καθορίσουμε τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές για την εφαρμογή της τεχνολογίας V2G, προσδιορίζοντας τις απαιτούμενες τεχνολογικές υποδομές, τις δυνατότητες διαχείρισης και ελέγχου, αλλά και τις αναγκαίες αλλαγές στο δίκτυο ενέργειας. Η έξυπνη φόρτιση χαρακτηρίζεται ως μια προκλητική ιδέα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την εφαρμογή της σε πραγματικό χρόνο. Ενώ τα οφέλη της έξυπνης φόρτισης είναι άφθονα, είναι σημαντική η περαιτέρω έρευνα σε δύο τομείς : η ανάπτυξη υποδομής φόρτισης και ο σχεδιασμός ευέλικτων και προσαρμόσιμων αλγορίθμων ελέγχου που μπορούν να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Μέσω της εργασίας, αναμένεται η απόκτηση καλύτερης κατανόησης του πώς μπορεί η έξυπνη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων με την είσοδο των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας να συμβάλλει στην επίτευξη βιώσιμων και αποδοτικών συστημάτων ενεργειακής παραγωγής και διανομής. Τέλος, η παρούσα πτυχιακή εργασία θα παράσχει στους παραγωγούς ενέργειας, τις αρχές και τους καταναλωτές σημαντικές κατευθυντήριες γραμμές για την υιοθέτηση και εφαρμογή της τεχνολογίας V2G με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

## 1.1 Ιστορική αναδρομή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν τεράστια ζήτηση τα τελευταία χρόνια αλλά η εμφάνισή τους έγινε τον 19ο αιώνα. Από παλιά, επιθυμία του ανθρώπου ήταν μια καθαρή και ήσυχη μετακίνηση. Η εφεύρεση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι μια συνεχής ανακάλυψη αντικειμένων όπως είναι οι μπαταρίες. Μέσα σε όλα αυτά τα χρόνια, τα συστήματα οδήγησης και οι ηλεκτρικοί κινητήρες εξελίσσονταν με διάφορες τεχνολογίες που επικρατούσαν την κάθε περίοδο, με στόχο την βελτιστοποίηση τους. Βέβαια, είναι άγνωστο για το ποιος εφηύρε το πρώτο ηλεκτρικό όχημα, διότι πολλοί εφευρέτες συμμετείχαν ενεργά για την δημιουργία του. Η ανάπτυξη των ηλεκτρικών αυτοκινήτων ξεκίνησε στα τέλη του 19ου αιώνα. Το 1828, ο Ούγγρος εφευρέτης Άνγος Jedlik εφηύρε έναν πρώιμο ηλεκτροκινητήρα που έγινε βήμα για την κατασκευή ενός μικρού ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Τη δεκαετία του 1830, άλλοι εφευρέτες όπως ο Thomas Davenport, ο Robert Anderson και ο Thomas Parker πραγματοποίησαν πειράματα με ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Αυτά τα πρώιμα αυτοκίνητα χρησιμοποιούσαν μπαταρίες και ήταν συνήθως περιορισμένα σε μικρή αυτονομία και χαμηλές ταχύτητες.



Εικόνα 1: Πρόχειρη ηλεκτροκίνητη άμαξα του Robert Anderson

Πηγή: [www.timetoast.com](http://www.timetoast.com)

Την πρώτη δεκαετία του 20ού αιώνα, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ήταν δημοφιλή, ειδικά σε μεγάλες αστικές πόλεις. Παρείχαν ήσυχη λειτουργία και δεν παρήγαγαν εκπομπές καυσαερίων. Ωστόσο, με τη βελτίωση της τεχνολογίας της εσωτερικής καύσης κινητήρων και την ευκολία προμήθειας βενζίνης, τα αυτοκίνητα με κινητήρες εσωτερικής καύσης έγιναν

---

δημοφιλέστερα και πιο οικονομικά. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα συνέχισαν να είναι διαθέσιμα κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα, αλλά είχαν περιορισμένη δημοτικότητα. Οι αυξανόμενες ανησυχίες για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και η αύξηση της τιμής της πετρελαϊκής καυσίμων έδωσαν ώθηση στην ανάπτυξη των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η εισαγωγή υβριδικών ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όπως το Toyota Prius το 1997, σηματοδότησε ένα νέο ενδιαφέρον για την ηλεκτροκίνηση.



**Εικόνα 2: Toyota Prius**

**Πηγή: [autoevolution.com](http://autoevolution.com)**

Την τελευταία δεκαετία, οι τεχνολογικές πρόοδοι στις μπαταρίες λιθίου και η αυξημένη ευαισθησία για την αλλαγή του κλίματος οδήγησαν σε μια έκρηξη στην αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Κορυφαίες αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η Tesla, η Nissan, και η BMW προσφέρουν πλέον ηλεκτρικά μοντέλα με μεγαλύτερη αυτονομία και καλύτερη απόδοση.



**Εικόνα 3: TESLA ROADSTER 2008**

**Πηγή: [autocarnet.gr](http://autocarnet.gr)**

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελούν έναν αναπτυσσόμενο τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Οι κυβερνήσεις πολλών χωρών προωθούν την ηλεκτροκίνηση μέσω διαφόρων μέτρων όπως επιδοτήσεις και υποδομές φόρτισης. Οι προσπάθειες συνεχίζονται για

---

τη βελτίωση της τεχνολογίας μπαταριών, την αύξηση της αυτονομίας και τη μείωση του κόστους, με στόχο να γίνουν οι ηλεκτρικές μορφές κίνησης πιο ευρέως αποδεκτές και προσιτές στο μέλλον.

## ***1.2 Η αγορά στην Ελλάδα***

Η Ελλάδα καθυστέρησε να ασχοληθεί με τις πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Ο παράγοντας της οικονομικής κρίσης έπαιξε σημαντικά τον ρόλο του, καθώς αρκετοί δεν έχουν την δυνατότητα κατοχής ενός απαιτούμενου κεφαλαίου για την επίτευξη της αγοράς ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Ο συνολικός αριθμός των ηλεκτροκίνητων οχημάτων που υπάρχουν στην χώρα μας, από το 2013, είναι στα 468. Τα 182 από αυτά είναι αμιγώς ηλεκτρικά και τα 286 είναι υβριδικά. Το 2017, στην Ελλάδα ταξινομήθηκαν 76 υβριδικά και 32 αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα κάνοντας το ποσοστό της αγοράς να αυξηθεί ελάχιστα από το 0,06% σε 0,19%.

Το 2020, η χώρα μας εφάρμοσε προνομιακές νομοθεσίες και επιδοτήσεις στρέφοντας την προσοχή των καταναλωτών προς την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων. Αυτό βοήθησε αρκετά, καθώς για την απόκτηση ηλεκτρικών ή υβριδικών οχημάτων υπάρχουν φορολογικά πλεονεκτήματα. Μάλιστα, όσα από αυτά τα οχήματα χρησιμοποιούνται για επαγγελματικούς σκοπούς και βρίσκονται σε νησιά έχουν μεγαλύτερες φορολογικές εκπτώσεις. Αυτές οι σημαντικές αλλαγές βοήθησαν στην αύξηση ποσοστού πώλησης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, φτάνοντας το ποσοστό πωλήσεων στο 4,45%, ενώ το 2019 ήταν στο 0,55%.

Ο αριθμός μοντέλων που υπάρχει στην ελληνική αγορά ξεπερνάει τα 15, κάνοντας τους καταναλωτές να έχουν πληθώρα επιλογών. Στις μέρες μας, γίνονται τεράστιες επενδύσεις από μεγάλες εταιρείες που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η παραγωγή ηλεκτρικών αυτοκινήτων όπως η Tesla, φέρνοντας τους Έλληνες καταναλωτές πιο κοντά στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Βέβαια, τα νούμερα αυτά σε σύγκριση με τα νούμερα που αναφέρονται σε άλλες χώρες είναι χαμηλά.

## ***1.3 Η παγκόσμια αγορά***

Η ηλεκτροκίνηση σε παγκόσμια κλίμακα είναι ένας τομέας που αναπτύσσεται όλο και περισσότερο. Το 2020 υπήρξε ένα μεγάλο πλήγμα στην παγκόσμια αυτοκινητοβιομηχανία λόγω της πανδημίας, όμως η αγορά των ηλεκτρικών οχημάτων αυξήθηκε πάνω από 40%. Η

---

τεράστια αύξηση παραγωγής, οι βελτιώσεις των υποδομών και οι επιχορηγήσεις για αγορές ηλεκτρικών οχημάτων οδηγούν τους καταναλωτές στην επίτευξη της αγοράς. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, το 2021 ήταν μια χρονιά ρεκόρ, αντιπροσωπεύοντας το 9% των παγκόσμιων πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Στην κορυφή της αγοράς βρίσκεται η Κίνα, διότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έφτασαν να είναι 3,3 εκατομμύρια, λαμβάνοντας το 16% του τελικού συνόλου. Όλες οι χώρες παρουσιάζουν τάσεις αύξησης και αναμένονται πολλές πωλήσεις και στα άλλα μέρη του κόσμου. Σύμφωνα με τις τωρινές τάσεις, τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πιθανόν να φτάσουν τα 145 εκατομμύρια μέχρι το 2030. Αν οι κυβερνήσεις επικεντρωθούν στην επίτευξη μείωσης εκπομπών ρύπων, τότε ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων θα μπορούσε να φτάσει και τα 230 εκατομμύρια. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, υπάρχει αύξηση στα ηλεκτρικά λεωφορεία και στα δίτροχα. Αυτό οφείλεται στις πωλήσεις που επιτεύχθηκαν στην Κίνα και θεωρείται η μεγαλύτερη παγκόσμια αγορά ηλεκτρικών οχημάτων.

Στην Ευρώπη ενώ οι πωλήσεις αυξήθηκαν, οι δαπάνες της ευρωπαϊκής κυβέρνησης για τις επιδοτήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων παρουσίασαν αύξηση από 2,8 δισ. ευρώ το 2019 σε 7,5 δισ. ευρώ το 2020 και 11,7 δισ. ευρώ το 2021. Έως το 2030, η Ευρώπη θα μπορούσε να έχει μείωση των εσόδων από την φορολογία των καυσίμων κατά 32,8 δισ. ευρώ, διότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα παρουσιάζουν μεγαλύτερα μερίδια αγοράς.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

## *2.1 Ηλεκτρικό αυτοκίνητο*

Ηλεκτρικό αυτοκίνητο ονομάζεται το αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε συστοιχίες συσσωρευτών οι οποίες είναι επαναφορτιζόμενες, κοινώς μπαταρίες. Στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα οι ηλεκτρικοί κινητήρες αντικαθιστούν τις μηχανές εσωτερικής καύσης.

Από την άλλη, τα αυτοκίνητα που κάνουν χρήση και τους ηλεκτρικούς κινητήρες αλλά και τις μηχανές εσωτερικής καύσης ονομάζονται υβριδικά αυτοκίνητα.

Τα αυτοκίνητα με συσσωρευτές τα οποία μπορούν να φορτιστούν και να γίνουν οι χρήσεις τους χωρίς τις μηχανές εσωτερικής καύσης καλούνται αμιγώς ηλεκτροκίνητα.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ίσως και να μην είναι κυρίως αυτοκίνητα αλλά και ελαφριά φορτηγά, ποδήλατα, μικρά οχήματα για το άθλημα του γκολφ και ηλεκτρικά μηχανικά δίκυκλα. Γενικότερα, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ήταν στον χώρο της αυτοκίνησης από τις πρώτες μέρες κιάλας και καθιστούν έναν μεγαλύτερο συντελεστή ενεργειακής απόδοσης από τα αυτοκίνητα που κατέχουν κινητήρες εσωτερικής καύσης.

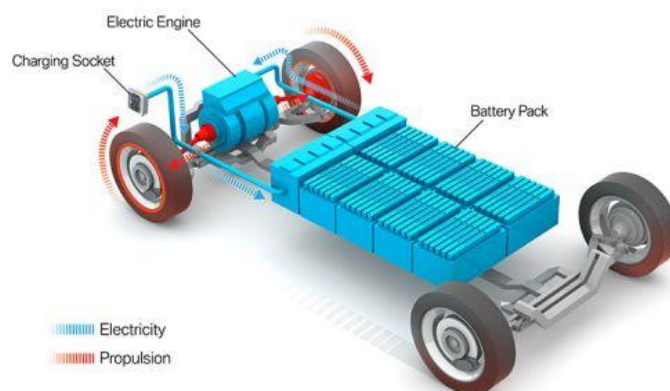
## *2.2 Κατηγοριοποίηση των ηλεκτρικών οχημάτων*

Σε αυτή την ενότητα θα αναλύσουμε τις κατηγορίες των ηλεκτρικών οχημάτων, οι οποίες χωρίζονται βάσει των τεχνολογιών κίνησης που κατέχουν. Αυτές οι κατηγορίες είναι :

- a) Ηλεκτρικά οχήματα με συσσωρευτές (Battery Electric Vehicle ή BEV)
- b) Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (Hybrid Electric Vehicle ή HEV)
- c) Ηλεκτρικά οχήματα με κυψέλες καυσίμου (Fuel Cell Electric Vehicle ή FCEV)
- d) Ηλεκτρικά οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο (Plug-in EVs)

### 2.2.1 Ηλεκτρικά οχήματα με συσσωρευτές (Battery Electric Vehicle ή BEV)

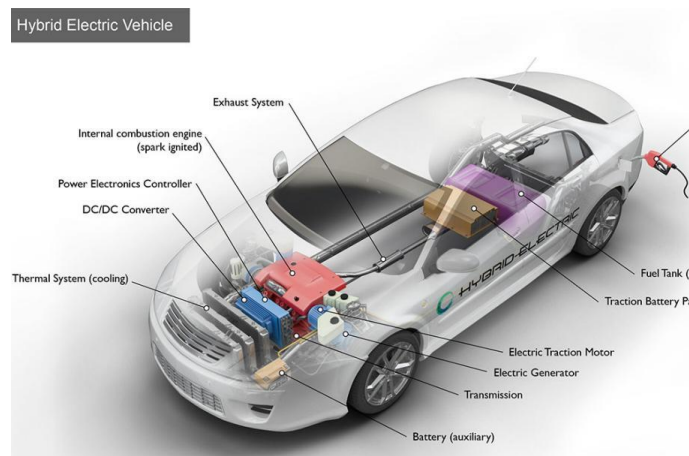
Το ηλεκτρικό όχημα με συσσωρευτές (Battery Electric Vehicle ή BEV) ή αμιγώς ηλεκτροκίνητο όχημα είναι ένα είδος ηλεκτροκίνητου οχήματος (EV) που χρησιμοποιεί χημική ενέργεια η οποία βρίσκεται αποθηκευμένη σε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες/συσσωρευτές, δίχως άλλη πηγή πρόωσης. Αυτά τα οχήματα προμηθεύονται την ισχύ τους αποκλειστικά από τους συσσωρευτές τους, το οποίο αποσκοπεί στην έλλειψη κινητήρων εσωτερικής καύσης. Έτσι, έχουμε μηδενικές εκπομπές αέριων ρύπων κατά την χρήση τους. Τέτοιου είδους οχήματα προϋπήρχαν των συμβατικών οχημάτων αλλά λόγω της έλλειψης τεχνολογίας στο θέμα της αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας δεν κατάφεραν να επικρατήσουν. Τα μειονεκτήματα αυτά έχουν μειωθεί αρκετά, ωστόσο κάποια υπάρχουν ακόμα στην επιφάνεια όπως η τιμή των συσσωρευτών, ο όγκος, το βάρος τους καθώς και ο χρόνος επαναφόρτισης τους. Στις μέρες μας, η φθηνότερη λύση είναι οι μπαταρίες μολύβδου-οξέως (lead-acid), αλλά προτιμούνται οι μπαταρίες ιόντων λιθίου (Lithium Ion) λόγω της μεγαλύτερης ισχύς και ενεργειακής πυκνότητας τους που τις κάνει πιο ελαφριές και αρκετά μικρότερες σε μέγεθος. Εκ παραλλήλου, τα BEV σε μοντέλα μικρού οχήματος πόλης λαμβάνουν πληθώρα πλεονεκτημάτων καθώς είναι αθόρυβα, δεν ρυπαίνουν, είναι απλής κατασκευής, δεν απαιτούν συντήρηση, προσφέρουν ανεξάρτηση από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα στις μεταφορές και το σημαντικότερο είναι οικονομικά. Σύμφωνα με τις τωρινές τεχνολογικές εξελίξεις να επιτρέπουν την κατασκευή και διάθεση στην αγορά των σύγχρονων BEV με απόσταση αυτονομίας 120 έως 200 χιλιομέτρων, οι ανάγκες της καθημερινής μετακίνησης καλύπτονται ολοκληρωτικά, με τη μόνη εξαίρεση να είναι αυτή της κάλυψης μεγάλης απόστασης σε ταξίδια. Τα BEV περιλαμβάνουν διάφορα είδη οχημάτων όπως μοτοσικλέτες, ποδήλατα, σκάφη, τρένα, φορτηγά, λεωφορεία και φυσικά αυτοκίνητα.



Εικόνα 4: Ηλεκτρικό όχημα μπαταρίας ή BEV

### 2.2.2 Υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (Hybrid Electric Vehicle ή HEV)

Υβριδικό ονομάζεται το αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερους κινητήρες έτσι ώστε να επιταχύνει την κίνηση του. Οι κινητήρες αυτοί είναι ένας συμβατικός (πετρελαίου ή βενζίνης) και ένας ηλεκτρικός. Η χρήση του ηλεκτρικού κινητήρα γίνεται για να ξεκινήσει το υβριδικό αυτοκίνητο και για την κίνησή του σε χαμηλές ταχύτητες. Από την άλλη, ο συμβατικός κινητήρας ή κινητήρας εσωτερικής καύσης, χρησιμοποιείται για την κίνησή του σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Αυτός ο συνδυασμός κινητήρων και η εναλλαγή που γίνεται, προορίζεται ως ο βασικότερος λόγος που τα υβριδικά αυτοκίνητα θεωρούνται πιο οικονομικά από τα συμβατικά. Τα υβριδικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον, σε σχέση με τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ως καύσιμο το πετρέλαιο ή την βενζίνη, αλλά δεν εντάσσονται στην κατηγορία των καθαρών αυτοκινήτων όπως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.



Εικόνα 5: Υβριδικό όχημα ή HEV

Πηγή: [evauto.gr](http://evauto.gr)

### 2.2.3 Ηλεκτρικά οχήματα με κυψέλες καυσίμου (Fuel Cell Electric Vehicle ή FCEV)

Τα αυτοκίνητα που εξοπλίζονται με συστοιχίες κυψελών καυσίμου είναι ηλεκτροκίνητα οχήματα που παράγουν τη δική τους ενέργεια από το οξυγόνο και το υδρογόνο. Πιο συγκεκριμένα, αυτά τα οχήματα αποθηκεύουν ενέργεια με την μορφή υδρογόνου, η οποία τροφοδοτεί μια κυψέλη καυσίμου μαζί με ατμοσφαιρικό οξυγόνο, παράγοντας ηλεκτρισμό με τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, με μόνα παραπροϊόντα να είναι το νερό και η θερμότητα.

---

Όπως είναι προφανές, τα παραπροϊόντα αυτά δεν εκπέμπουν ρύπους προς την ατμόσφαιρα. Οι κυψέλες καυσίμου είναι μια αρκετά ορθή επιλογή για την δραστική μείωση των επικίνδυνων ρύπων. Μιας και η συστοιχία κυψέλης καυσίμου απαιτεί πολύ καθαρό αέρα, το ειδικό φίλτρο αφαιρεί τα μικροσωματίδια και αποβάλλει το περισσευούμενο αέρα, αφήνοντας στο εξωτερικό περιβάλλον ακόμα πιο καθαρό από ότι ήταν πριν. Για την μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε ηλεκτρική χρειάζονται 4 στοιχεία: συστοιχία κυψέλης καυσίμου, σύστημα επεξεργασίας καυσίμου, σύστημα επεξεργασίας αέρα και σύστημα θερμικής διαχείρισης.

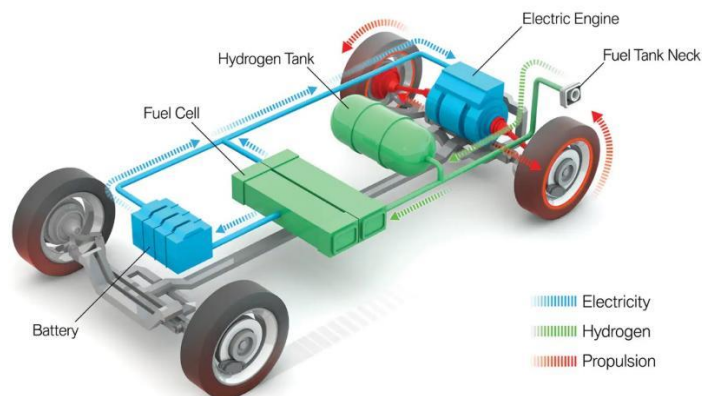
Στη συστοιχία κυψέλης καυσίμου γίνεται η χημική αντίδραση ανάμεσα στο αποθηκευμένο υδρογόνο και το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Οι συστοιχίες αυτές αποτελούνται από εκατοντάδες κυψέλες, ενώ η κάθε μια κυψέλη έχει μια μεμβράνη ηλεκτρολύτη, ένα ηλεκτρόδιο καυσίμου και ένα ηλεκτρόδιο αέρα.

Στο σύστημα επεξεργασίας καυσίμου, έχουμε την ασφαλή μεταφορά του υδρογόνου από τα ρεζερβουάρ υψηλής πίεσης στη συστοιχία κυψέλης καυσίμου χαμηλής πίεσης.

Στο σύστημα επεξεργασίας αέρα, το οξυγόνο που είναι αναγκαίο για την αντίδραση με το υδρογόνο αντλείται από την ατμόσφαιρα. Για να παραμείνει η συστοιχία της κυψέλης καυσίμου καθαρή από ρύπους, ο αέρας που εισέρχεται φιλτράρεται από ένα σύστημα καθαρισμού το οποίο αφαιρεί τα σωματίδια.

Τέλος, στο σύστημα θερμικής διαχείρισης, οι υψηλές θερμοκρασίες είναι εμπόδιο στην μέγιστη απόδοση και διάρκεια ζωής της συστοιχίας κυψέλης καυσίμου. Το σύστημα θερμικής διαχείρισης εμποδίζει την έκθεση της μεμβράνης του ηλεκτρολύτη σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Την τωρινή στιγμή, η απαιτούμενη υποδομή για τη διανομή του υδρογόνου, η επί του οχήματος αποθήκευση του υδρογόνου και οι απώλειες μετατροπής χαρακτηρίζονται ως σημαντικά προβλήματα, κάνοντας τα ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου να είναι ένα ερωτηματικό για το πόσο πρακτικά είναι και για το πόσο μπορούν να θεωρούνται συμφέρουσα λύση.



**Εικόνα 6: Ηλεκτρικό όχημα με κυψέλες καυσίμου ή FCEV**

**Πηγή: caranddriver.gr**

#### ***2.2.4 Ηλεκτρικά οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο (Plug-in EVs)***

Στην υποενότητα αυτή θα εξετάσουμε τον λόγο που τα ηλεκτρικά οχήματα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο (Plug-in EVs) έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον του επιστημονικού κόσμου ως ελεγχόμενες μονάδες αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας ενός δικτύου. Εντάσσοντας τέτοιου τύπου οχήματα στο δίκτυο, θα αποσκοπούσε στην ιδιαίτερη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων σε ολόκληρο τον κόσμο, έχοντας όμως μερικά εμπόδια και προβλήματα για την ορθή διαχείριση που θα έχει ο διαχειριστής στο δίκτυο. Αυτά τα οχήματα περιλαμβάνουν και τις άλλες κατηγορίες ηλεκτρικών οχημάτων, που αναφέραμε παραπάνω, με την κύρια προϋπόθεση να είναι η εγκατάσταση ενός εξοπλισμού που θα διευκολύνει τα ηλεκτρικά οχήματα στη σύνδεση τους με το δίκτυο. Μέσω της σύνδεσής τους με το δίκτυο, τα οχήματα όσο παραμένουν σταθμευμένα έχουν την δυνατότητα να φορτίζουν τους συσσωρευτές τους, κάνοντας τα να μην χρησιμοποιούν καθόλου καύσιμο στις μικρές διαδρομές τους. Τέλος, στο συνολικό εύρος οδήγησης τα plug-in υβριδικά είναι κατάλληλα για οδηγούς που διανύουν συνέχεια μεγάλες αποστάσεις και ξεπερνούν τα όρια αυτονομίας ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



**Εικόνα 7: Ηλεκτρικό όχημα με δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο ή Plug-in EVs**

**Πηγή: [carsguide.com.au](http://carsguide.com.au)**

### ***2.3 Δομή και λειτουργία του ηλεκτρικού οχήματος***

Η δομή ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου δεν είναι η ίδια με αυτή των αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν μηχανή εσωτερικής καύσης. Οι δύο αυτοί τύποι αυτοκινήτων έχουν κοινά τα βασικά τους μέρη, όπως είναι το αμάξωμα, τα φρένα, η ανάρτηση και το σύστημα διεύθυνσης, αλλά υπάρχει διαφορά στη δομή των συστημάτων κίνησης. Τα κύρια μέρη ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι τα εξής :

- Ο ηλεκτρονικός μετατροπέας ισχύος (ελεγκτής)
- Οι συσσωρευτές (μπαταρίες)
- Ο ηλεκτροκινητήρας

Ο ηλεκτρονικός μετατροπέας ισχύος (ελεγκτής) είναι υπεύθυνος για την διαμόρφωση και τον έλεγχο της τάσης της ενέργειας που παίρνει από τον συσσωρευτή, με σκοπό να τροφοδοτήσει τον κινητήρα. Επίσης ελέγχει την ταχύτητα και την ροπή του κινητήρα.

Οι συσσωρευτές (μπαταρίες) αποτελούν το πιο σημαντικό μέρος ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου καθώς εκεί αποθηκεύεται η ενέργεια που είναι αναγκαία για την κίνηση του οχήματος. Επιτυγχάνεται μία ηλεκτροχημική διάταξη της οποίας κύριος στόχος είναι η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε χημική κατά την διάρκεια φόρτισης και αντίθετα κατά την διάρκεια εκφόρτισης.

Ο ηλεκτροκινητήρας είναι αναγκαίος καθώς σε αυτόν οφείλεται η κίνηση του οχήματος. Οι πιο διαδεδομένοι κινητήρες που κυκλοφορούν είναι ο τριφασικός ασύγχρονος με

---

βραχυκυκλωμένο κλωβό, ο κινητήρας με διέγερση σε σειρά και ο σύγχρονος κινητήρας με μόνιμο μαγνήτη.

Η λειτουργία ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι μια απλή διαδικασία. Ο ελεγκτής λαμβάνει την ενέργεια από την μπαταρία και την μεταφέρει στον ηλεκτροκινητήρα. Στη συνέχεια, ο ελεγκτής μετατρέπει τα 300V DC σε μέγιστη 240V AC που είναι κατάλληλα για τον κινητήρα, αυτό επιτυγχάνεται πριν περάσει το ρεύμα στο μοτέρ. Ο ηλεκτρονικός μετατροπέας ισχύος, είναι ο διακινητής ισχύος της μπαταρίας, και δίνει την δύναμη στον κινητήρα. Μεταβλητά ποτενσιόμετρα συνδέονται μεταξύ του ηλεκτρονικού μετατροπέα ισχύος και του επιταχυντή, τα οποία βοηθούν τον ελεγκτή να εμπεδώσει για το πόση δύναμη είναι απαραίτητο να προσφέρει. Όταν γίνει η απελευθέρωση του επιταχυντή, ο ίδιος αποδίδει 0V και όταν πιέζεται πλήρως δίνει την μέγιστη απόδοση του. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν την δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας. Αυτό σημαίνει πως αν ο οδηγός πατήσει φρένο κατά την διάρκεια της κίνησής του, η μπαταρία θα φορτιστεί. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται φρενάρισμα αναγεννητικής και μπορεί να ανακτήσει έως και το 15% της χρησιμοποιούμενης ενέργειας της μπαταρίας.

## **2.4 Τεχνολογίες συσσωρευτών**

Ένα από τα πιο βασικά μέρη ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι η συστοιχία συσσωρευτών. Οι ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) είναι οι συσκευές οι οποίες κάνουν την μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Πλέον, γίνονται επενδύσεις και παρουσιάζεται μεγάλη δραστηριότητα για την βελτίωση των χαρακτηριστικών των συσσωρευτών. Ο απώτερος σκοπός είναι η παραγωγή συσσωρευτών με μεγαλύτερη χωρητικότητα, μικρότερο κόστος αλλά και υψηλότερο μέσο όρο ζωής. Μια συστοιχία συσσωρευτών οφείλει να έχει μερικά από τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- ✓ Μεγάλο κύκλο ζωής
- ✓ Υψηλό βαθμό απόδοσης
- ✓ Υψηλή απόδοση φόρτισης/εκφόρτισης
- ✓ Χαμηλό κόστος
- ✓ Υψηλή πυκνότητα ενέργειας
- ✓ Καλό βαθμό θερμοκρασίας αποθήκευσης
- ✓ Δυνατότητα ανακύκλωσης
- ✓ Χαμηλή εσωτερική αντίσταση κ.α.

---

Οι πιο σημαντικοί τύποι μπαταριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ηλεκτρικά οχήματα είναι:

- Μολύβδου οξέος
- Ιόντων λιθίου
- Λιθίου πολυμερούς
- Νικελίου καδμίου
- Νικελίου μετάλλου υδριδίου

#### **2.4.1 Μπαταρία μολύβδου οξέος**

Ο συσσωρευτής τύπου μολύβδου οξέος ήταν η πρώτη επαναφορτιζόμενη μπαταρία που έχει εφευρεθεί το 1859. Μέχρι και στις μέρες μας, η χρήση του εμφανίζεται σε πολλές εφαρμογές με κύρια χρήση την εκκίνηση των οχημάτων. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος αντιπροσωπεύουν το 70% των παγκόσμιων πωλήσεων στις επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Πολλές τέτοιες μπαταρίες είναι συνδεδεμένες σε σειρά, ως σκοπό την μεγαλύτερη απόδοση τάσης σε ηλεκτρικά οχήματα. Παρουσιάζονται πολλές παραλλαγές τέτοιου τύπου μπαταριών, όμως όλες κατέχουν την ίδια αρχή λειτουργίας και η κατασκευή τους γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Τα κελιά που υπάρχουν σε αυτές τις μπαταρίες έχουν ηλεκτρόδια, τα οποία είναι φτιαγμένα από μολύβδο και οξειδίο του μολύβδου. Οι μπαταρίες μολύβδου οξέος έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, περίπου στους 700 κύκλους. Μάλιστα, η φόρτιση της παρουσιάζει μια περίπλοκη διαδικασία με πολλά βήματα και αυτό γιατί χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές εφαρμογές, υπάρχει μεγάλη ποικιλία φορτιστών καλής ποιότητας. Η ονομαστική ενέργεια και ισχύς είναι 20-35Wh/kg και 250W/kg αντίστοιχα.





Εικόνα 8: Μπαταρία μολύβδου οξέος

Πηγή: fotistikosmos.gr

#### 2.4.2 Μπαταρία ιόντων λιθίου

Η μπαταρία ιόντων λιθίου είναι μία επαναφορτιζόμενη μπαταρία που χρησιμοποιείται σε μια μεγάλη ποικιλία συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των κινητών τηλεφώνων, των φορητών υπολογιστών, των αεροσκαφών και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι μπαταρίες αυτές είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία με υψηλή ενέργεια χωρίς να δέχονται επιρροή από το φαινόμενο μνήμης. Στην μπαταρία ιόντων λιθίου, τα ιόντα λιθίου κινούνται από το αρνητικό ηλεκτρόδιο προς το θετικό κατά την διάρκεια της εκφόρτισης και αντίστροφα κατά την φόρτιση. Τέτοιου τύπου συσσωρευτές χρησιμοποιούν μια παρεμβαλλόμενη ένωση του λιθίου ως υλικό του ηλεκτροδίου, συγκρινόμενες με το μεταλλικό λίθιο που χρησιμοποιείται σε μια μη επαναφορτιζόμενη μπαταρία λιθίου. Ο ηλεκτρολύτης, που επιτρέπει την ιονική μετακίνηση και τα δύο ηλεκτρόδια είναι τα συστατικά του στοιχείου μπαταρίας ιόντων λιθίου. Τα ενεργά υλικά μιας μπαταρίας ιόντων λιθίου είναι μεταλλικό οξείδιο λιθίου για την άνοδο και ενώσεις γραφίτη για την κάθοδο. Οι μπαταρίες αυτές έχουν τεράστια ενεργειακή πυκνότητα, χαμηλή συντήρηση και χαμηλή αυτοεκφόρτιση. Τέλος, μια από τις βασικότερες προτεραιότητες των μπαταριών ιόντων λιθίου είναι η αποδοτικότητα. Λόγω της ενεργειακής πυκνότητας, της καλής μνήμης και του κύκλου ζωής, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου χωρούν περισσότερη ενέργεια με τον ίδιο όγκο. Για αυτό τον λόγο είναι η πρώτη επιλογή στον τομέα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η ονομαστική ενέργεια και ισχύς είναι 90Wh/kg και 300W/kg αντίστοιχα.



**Εικόνα 9: Μπαταρία ιόντων λιθίου**

**Πηγή: enduromxparts.gr**

### ***2.4.3 Μπαταρία λιθίου πολυμερούς***

Οι μπαταρίες λιθίου πολυμερούς χρησιμοποιούν μέταλλο λιθίου για το αρνητικό ηλεκτρόδιο και οξείδιο του μετάλλου στο θετικό. Γίνεται αντίδραση μεταξύ του λιθίου και του οξειδίου του μετάλλου παράγοντας οξείδιο του λιθίου και εκλύοντας ενέργεια. Ο στερεός πολυμερής ηλεκτρολύτης δεν είναι εύφλεκτος, και αυτό κάνει τις μπαταρίες να είναι λιγότερο επικίνδυνες. Οι μπαταρίες λιθίου πολυμερούς μοιάζουν πολύ με αυτές των ιόντων λιθίου.



**Εικόνα 10: Μπαταρία λιθίου πολυμερούς**

**Πηγή: greek.lithium-batterypack.com**

---

#### **2.4.4 Μπαταρία νικελίου καδμίου**

Η μπαταρία νικελίου καδμίου είναι μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία που η χρήση της γίνεται σε πολλές εφαρμογές, όπως φορητές συσκευές, εργαλεία, αεροσκάφη και αυτοκίνητα. Οι μπαταρίες αυτές αποτελούνται από έναν ανόργανο αντιμεταλλικό ακροδέκτη (καθαρό νικέλιο), έναν ανόργανο καθοδικό ακροδέκτη (καθαρό κάδμιο) και έναν ηλεκτρολύτη που περιέχει υδροξείδιο καλίου. Ο συσσωρευτής αυτού του τύπου έχει μια χαμηλή τάση εξόδου, όμως παρέχει μεγάλη δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας σε σχέση με το βάρος της. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα της μπαταρίας νικελίου καδμίου είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής (2500 κύκλοι), η λειτουργία σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και το υψηλό επίπεδο ονομαστικής ισχύς. Από την άλλη, το κάδμιο δεν είναι φιλικό προς το περιβάλλον και αυτός είναι ο κύριος λόγος για τον οποίον έχουν αντικατασταθεί από άλλους τύπους μπαταριών. Σημαντικό μειονέκτημα τους είναι το φαινόμενο της μνήμης, δηλαδή η διαθέσιμη ποσότητα ενέργειας μειώνεται σε κάθε φόρτιση, όταν η μπαταρία δεν είναι εντελώς άδεια. Έχει ονομαστική ενέργεια και ισχύ 40-55Wh/kg και 125W/kg αντίστοιχα.



**Εικόνα 11: Μπαταρία νικελίου καδμίου**

**Πηγή: [gr.taihangbattery.com](http://gr.taihangbattery.com)**

#### **2.4.5 Μπαταρία νικελίου μετάλλου υδριδίου**

Η μπαταρία νικελίου μετάλλου υδριδίου χρησιμοποιείται σε μια ποικιλία εφαρμογών, όπως κινητά τηλέφωνα, φωτογραφικές μηχανές, φορητούς υπολογιστές, σε ηλεκτρικά οχήματα και

---

σε άλλες μεγαλύτερες εφαρμογές. Εδώ να τονίσουμε πως στα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα, η μπαταρία που χρησιμοποιείται κατά βάση είναι αυτή του νικελίου μετάλλου υδριδίου. Όπως και με κάθε επαναφορτιζόμενη μπαταρία, έτσι και στην μπαταρία νικελίου μετάλλου υδριδίου η διάρκεια ζωής της μειώνεται καθώς χρησιμοποιείται και επαναφορτίζεται. Ωστόσο, με τη σωστή φροντίδα και χρήση μπορεί να διαρκέσει πολλά χρόνια και να παρέχει σταθερή απόδοση. Έχει παρόμοια απόδοση με τη μπαταρία νικελίου καδμίου, με βασική τους διαφορά να είναι ότι το αρνητικό ηλεκτρόδιο περιέχει υδρογόνο, το οποίο απορροφάται από υδρίδιο μετάλλου. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει ανεξαρτησία από το κάδμιο, πράγμα που τη καθιστά να είναι φιλικότερη μπαταρία στο περιβάλλον. Τα βασικά συστατικά της μπαταρίας νικελίου μετάλλου υδριδίου είναι το θετικό ηλεκτρόδιο-κάθοδος, αρνητικό ηλεκτρόδιο και ηλεκτρολύτη. Έχουν ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα και αυτό είναι ότι η απόδοσή τους επηρεάζεται αρνητικά στις υψηλές θερμοκρασίες. Όμως, τα πλεονεκτήματά τους είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής, η αξιοπιστία τους και το κόστος τους, καθώς είναι χαμηλότερο από εκείνο των μπαταριών λιθίου. Έχει ονομαστική ενέργεια και ισχύ 65Wh/kg και 200W/kg αντίστοιχα.



**Εικόνα 12: Μπαταρία νικελίου μετάλλου υδριδίου**

**Πηγή: car-moto.info**

## **2.5 Πλεονεκτήματα ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα παραδοσιακά αυτοκίνητα με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα είναι :

- 
- Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα συνεισφέρουν στην μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, το μεγαλύτερο ποσοστό της οποίας οφείλεται στους ρύπους που εκπέμπουν τα συμβατικά αυτοκίνητα. Εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους και προκαλούν μηδενική ρύπανση στην περιοχή που κινούνται. Θεωρούνται αρκετά καλύτερα σε σχέση και με τα υβριδικά οχήματα, τα οποία εκπέμπουν αέρια, γεγονός που αυτό το πλεονέκτημα θεωρείται ως το σημαντικότερο της ηλεκτροκίνησης.
  - Υπάρχει σημαντική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε περίπτωση ευρείας χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η αύξηση της απόδοσης του συστήματος μετάδοσης ισχύος στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο προκαλεί ελαχιστοποίηση των ρυπογόνων ουσιών, που θεωρούνται υπεύθυνοι για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
  - Οι κινητήρες των ηλεκτρικών οχημάτων και κυρίως αυτών που χρησιμοποιούν ενέργεια η οποία προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές δεν παράγουν καθόλου αέρια κατάλοιπα, λειτουργούν με πιο σωστό τρόπο, υπάρχει καλύτερος έλεγχος και δεν απαιτείται συχνή συντήρηση.
  - Σε αντίθεση με τα συμβατικά, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι αθόρυβα συνεισφέροντας στην μείωση της ηχορύπανσης, πρόβλημα το οποίο επικρατεί στις αστικές πόλεις.
  - Η επαναφόρτιση των συσσωρευτών μπορεί να γίνει από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
  - Η κίνησή τους βασίζεται στην ηλεκτρική ενέργεια και δεν απαιτείται χρήση συμβατικών καυσίμων, των οποίων το κόστος συνεχώς αυξάνεται. Επομένως, το κόστος κίνησης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και σε συνδυασμό με την χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι πολύ πιο χαμηλό από αυτό των συμβατικών οχημάτων.
  - Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα προσφέρουν ασφαλέστερη οδήγηση καθώς ακόμη και σε περίπτωση ατυχήματος, μετά το άνοιγμα των αεροσάκων, σταματάει η τροφοδοσία τους από τους συσσωρευτές.
  - Έχουν μικρό κόστος συντήρησης, αφού δεν απαιτείται λίπανση των ηλεκτρικών κινητήρων αλλά και άλλες εργασίες συντήρησης. Επιπρόσθετα, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελούνται από λιγότερα εξαρτήματα, περίπου 7.000, σε αντίθεση με τα συμβατικά τα οποία αποτελούνται περίπου από 30.000 εξαρτήματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία λιγότερων τριβών και μηχανικών βλαβών και η μη απαίτηση ελέγχου του αυτοκινήτου σε τακτά χρονικά διαστήματα.
  - Τα φορολογικά και οικονομικά κίνητρα, καθώς και η μαζική παραγωγή των συσσωρευτών μειώνουν το κόστος αγοράς.
  - Με την τεχνολογία V2G (τεχνολογία μεταφοράς ενέργειας από το όχημα στο δίκτυο), ειδικά στα νησιά της χώρας, μπορεί να αποθηκεύει ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές

---

ενέργειας και να την αποδίδει στο δίκτυο σε ώρες αιχμής για την ισορροπία του συστήματος, εφόσον η χρήση του γίνει μαζική και σε τέτοιο βαθμό που θα μπορεί να εξυπηρετεί το σύστημα.

## **2.6 Μειονεκτήματα ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Παρόλο που τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά, παράλληλα όμως εμφανίζουν και σημαντικά μειονεκτήματα. Αυτά τα μειονεκτήματα εστιάζονται κυρίως στους συσσωρευτές, που παρόλο την εξέλιξή τους έχουν αδύνατα σημεία. Ορισμένα από τα μειονεκτήματα είναι :

- Το υψηλό κόστος των μπαταριών επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το συνολικό κόστος των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αφού είναι υψηλότερο σε σύγκριση με αυτό το συμβατικών αυτοκινήτων, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει την αγορά του.
- Το βάρος και ο όγκος των μπαταριών είναι πολύ μεγάλος, κάνοντας την πυκνότητα της ενέργειας να είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα οχήματα. Όταν αυξάνεται η ενεργειακή ζήτηση χρειάζονται συσσωρευτές μεγαλύτερου βάρους και όγκου, έχοντας ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της αυτονομίας της κίνησης του αυτοκινήτου.
- Οι αποδόσεις των ηλεκτρικών οχημάτων είναι χαμηλότερες εξαιτίας της μικρότερης αυτονομίας και της ανεπάρκειας των συσσωρευτών. Έτσι, παρατηρείται περιορισμός της εμβέλειας και της ταχύτητας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.
- Για την πλήρη επαναφόρτιση των συσσωρευτών με την χρήση χαμηλού ρεύματος φόρτισης απαιτούνται πολλές ώρες ώστε η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται να κοστολογείται με νυχτερινό τιμολόγιο.
- Αρνητικός παράγοντας θεωρείται η διάρκεια ζωής των μπαταριών. Για την επίλυση του προβλήματος πραγματοποιούνται μελέτες από τις αυτοβιομηχανίες στην κατασκευή νέου τύπου συσσωρευτών, στην διαχείριση των συστοιχιών των μπαταριών και στην δημιουργία κατάλληλων κυκλωμάτων τοπολογιών φόρτισης.
- Λόγω της αθόρυβης λειτουργίας υπάρχει πιθανότητα να προκληθεί ατύχημα. Από το 2019, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε οδηγία με ισχύ από το 2021 σύμφωνα με την οποία επιβάλλεται η παραγωγή ήχου κίνησης στα νέα ηλεκτροκίνητα μοντέλα για ταχύτητες άνω των 20χλμ/ώρα.

- 
- Ενώ οι σταθμοί καυσίμων υπάρχουν παντού, η πρόσβαση φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι αρκετά δύσκολη. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος είτε δημιουργούνται νέοι σταθμοί φόρτισης σε αστικές πόλεις είτε γίνεται χρήση φορητών φορτιστών.
  - Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δεν θεωρούνται κατάλληλα για πόλεις που παρουσιάζουν έλλειψη ισχύος μιας και θα εμποδιζόταν η καθημερινότητά τους λόγω της χρήσης ενέργειας για την φόρτισή τους.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)**

### *3.1 Ηλεκτρικά οχήματα στο έξυπνο δίκτυο*

Η συμμετοχή των ηλεκτρικών οχημάτων στο έξυπνο δίκτυο με τη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει πολλά πλεονεκτήματα και αποτελεί μια σημαντική προοπτική για τη μελλοντική ενεργειακή αειφορία. Οι ΑΠΕ μπορούν να παράγουν καθαρή ενέργεια, αλλά η διακύμανση της παραγωγής τους εξαιτίας των μεταβαλλόμενων καιρικών συνθηκών αποτελεί πρόκληση για το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να δώσουν λύση σε αυτό το πρόβλημα, Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες φόρτισης που είναι ευέλικτες και προσαρμόζονται στις περιόδους υψηλής παραγωγής από ΑΠΕ, τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν τη δυνατότητα να φορτίζονται όταν υπάρχει υπερβολική παραγωγή και να αποθηκεύουν την ενέργεια για να την απελευθερώνουν όταν αυτή είναι αποδεκτή. Έτσι, αυτό δημιουργεί έναν τρόπο να εξομαλυνθεί η παραγωγή και η ζήτηση ενέργειας και να μειωθεί η ανάγκη για συμπληρωματικές πηγές ενέργειας. Ακόμα, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να λειτουργήσουν σαν αποθηκευτές ενέργειας και να συμβάλουν στην εξισορρόπηση του δικτύου. Σε περιόδους υψηλής ζήτησης ενέργειας, η ενέργεια από τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει τη ζήτηση, μειώνοντας την ανάγκη για επιπλέον παραγωγή ενέργειας από συμβατικές πηγές. Επιπλέον, η συμμετοχή των ηλεκτρικών οχημάτων στο έξυπνο δίκτυο μπορεί να προσφέρει οικονομικά οφέλη για τους ιδιοκτήτες τους. Μέσω του φορτιστή του οχήματος, οι ιδιοκτήτες μπορούν να συμμετέχουν σε προγράμματα διαχείρισης φορτίου, όπου η εταιρεία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας αναλαμβάνει τον έλεγχο της φόρτισης των οχημάτων για να εξισορροπήσει το δίκτυο. Αυτό οδηγεί σε χαμηλότερο κόστος φόρτισης για τους ιδιοκτήτες και δημιουργεί οικονομικά κίνητρα για την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων. Συνοψίζοντας, με την συμμετοχή ηλεκτρικών οχημάτων στο έξυπνο δίκτυο παρουσιάζονται πολλά οφέλη, συμβάλλοντας στην ενεργειακή αειφορία, την εξομάλυνση της παραγωγής και ζήτησης ενέργειας, την οικονομική αποδοτικότητα και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.



---

### **3.2 Ορισμός ΑΠΕ**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) είναι πηγές ενέργειας οι οποίες ανανεώνονται συνέχεια και δεν εξαντλούνται με τη χρήση τους. Αποτελεί την πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος προτού στραφεί στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Με τη χρήση τους δεν υπάρχει ρύπανση του περιβάλλοντος και η αξιοποίησή τους βασίζεται κυρίως στην ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που ο βασικός τους στόχος θα είναι την δέσμευση του δυναμικού τους.

### **3.3 Μορφές ΑΠΕ**

Υπάρχουν πολλές μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως :

- 1) Ηλιακή ενέργεια : τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τη φωτοβολταϊκή μετατροπή και τα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- 2) Αιολική ενέργεια , δηλαδή ο άνεμος.
- 3) Υδραυλική ενέργεια
- 4) Γεωθερμία
- 5) Βιομάζα

#### **3.3.1 Ηλιακή ενέργεια**

Με τον όρο ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Η θερμότητα και το φως που ακτινοβολούνται, απορροφούνται από ενώσεις και στοιχεία στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με δύο τρόπους : με φωτοβολταϊκές και θερμικές εφαρμογές. Μέσω των φωτοβολταϊκών εφαρμογών, τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρισμό χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκές κυψέλες, ενώ μέσω των θερμικών εφαρμογών επιτυγχάνεται η συλλογή της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την παραγωγή θερμότητας (θέρμανση νερού και μετατροπή σε ατμό για κίνηση τουρμπινών). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εμφανίζονται κυρίως σε απομακρυσμένες και αγροτικές περιοχές, όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι αρκετά ακριβή. Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση, την εποχή, την ημέρα και τη

---

νεροκάλυψη. Στη Δυτική Μακεδονία η ηλιοφάνεια εμφανίζει μικρές τιμές διάρκειας η οποία κυμαίνεται στις 2200 ώρες, ενώ στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας ανέρχεται στις 2700 ώρες. Η δράση της ηλιακής ακτινοβολίας επιτυγχάνεται με τριών ειδών συστήματα:

1. Θερμικά Ηλιακά Συστήματα
2. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα
3. Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τέλος, η ηλιακή ενέργεια παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, μερικά από αυτά είναι:

- 1) Αθόρυβη λειτουργία
- 2) Αξιοπιστία
- 3) Μεγάλη διάρκεια ζωής
- 4) Μηδενική ρύπανση
- 5) Απεξάρτηση από τις μπαταρίες
- 6) Ελάχιστη συντήρηση
- 7) Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας



**Εικόνα 13: Φωτοβολταϊκά συστήματα**

**Πηγή: avgeris.net**

### ***3.3.2 Αιολική ενέργεια***

Αιολική χαρακτηρίζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Από την αρχαιότητα ακόμα, η εκμετάλλευση ενέργειας του ανέμου αποτελεί μια πρακτική από τον άνθρωπο, με παραδείγματα για εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας να είναι τα ιστία (πανιά

---

των ιστιοφόρων) και οι ανεμόμυλοι. Στις μέρες μας, για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται χρήση των ανεμογεννητριών. Ως ανεμογεννήτρια ονομάζεται η αιολική μηχανή που μετατρέπει τον άνεμο από κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Αποτελούνται από ένα σύστημα πτερυγίων που πραγματοποιούν περιστροφή γύρω από έναν κάθετο άξονα και μια γεννήτρια που είναι υπεύθυνη για τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η χρήση τους γίνεται σε απομακρυσμένες περιοχές όπου δεν εμφανίζονται δίκτυα ηλεκτροδότησης.

Η Ελλάδα διαθέτει πλούσιο αιολικό δυναμικό, με πιο ακουστές τις περιοχές της Πελοποννήσου, της Κρήτης και τα νησιά του Αιγαίου. Στις παραπάνω περιοχές υπάρχουν και τα περισσότερα αιολικά πάρκα, τα οποία αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών σε βέλτιστη διάταξη για να αποσκοπεί στην καλύτερη εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού. Το μεγαλύτερο αιολικό πάρκο της Ελλάδας είναι το Αιολικό Πάρκο Παναχαϊκού.

Η αιολική ενέργεια είναι μια βιώσιμη, ανανεώσιμη ενέργεια και χαρακτηρίζεται ως ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Είναι μια αρκετά ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής, έχει μικρό αντίκτυπο στο περιβάλλον σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα. Λόγω της ανάπτυξης των τεχνολογιών που ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στις ανεμογεννήτριες, παρουσιάζεται μια βιώσιμη ανάπτυξη με εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων και με την καλύτερη δυνατή αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έχοντας καθαρό περιβάλλον.



**Εικόνα 14: Αιολικό πάρκο Παναχαϊκού**

**Πηγή: [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)**

---

### 3.3.3 Υδραυλική ενέργεια

Μια ακόμα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι η υδραυλική ενέργεια η οποία παράγεται από την ροή του νερού. Μέσω χρήσης των υδροηλεκτρικών σταθμών γίνεται η μετατροπή της ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (φράγμα, υδροστρόβιλος, υδροταμειυτήρας κ.α) παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα και διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Η υδραυλική ενέργεια χωρίζεται σε μεγάλης και μικρής κλίμακας. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας χρειάζονται τη δημιουργία φραγμάτων και μεγάλων δεξαμενών, το οποίο φέρνει σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα. Από την άλλη, τα συστήματα μικρής κλίμακας βρίσκονται δίπλα σε ποτάμια έχοντας λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ως ανανεώσιμες πηγές θεωρούνται οι υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30MW και χαρακτηρίζονται ως μικρής κλίμακας. Στην αρχή, παράγεται η μηχανική ενέργεια με το κινούμενο νερό να περνάει μέσα από τούνελ, θέτοντας σε λειτουργία τις τουρμπίνες. Η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική μέσω μιας γεννήτριας. Στην Ελλάδα, η υδραυλική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών αναγκών.

Από την χρήση της υδραυλικής ενέργειας προκύπτουν μερικά πλεονεκτήματα, όπως :

1. Προστασία του περιβάλλοντος
2. Άμεση λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών με την στιγμή που προκύψει αίτημα για επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια
3. Ανανεώσιμη ενέργεια
4. Φθηνή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
5. Σταθερή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
6. Μικρό κόστος συντήρησης

Συνολικά, η υδραυλική ενέργεια αποτελεί μια οικονομική, αξιόπιστη και περιβαλλοντικά φιλική πηγή ενέργειας. Με την αξιοποίηση του δυναμικού της υδραυλικής ενέργειας θα μειωθεί η εξάρτηση από άλλες μορφές ενέργειας και θα υπάρξει η διατήρηση καθαρού περιβάλλοντος.



**Εικόνα 15: Υδραυλική ενέργεια**

**Πηγή: [blogs.e-me.edu.gr](http://blogs.e-me.edu.gr)**

### ***3.3.4 Γεωθερμία***

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία ήπια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας η οποία προέρχεται από τη διάσπαση ραδιενεργών στοιχείων που υπάρχουν στο εσωτερικό της γης εκμεταλλεύοντας το υπόγειο γεωθερμικό δυναμικό. Η χώρα μας, λόγω των κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, διαθέτει πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό και χαρακτηρίζεται ως από τις πλέον ευνοημένες χώρες παγκοσμίως. Η γεωθερμία έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως :

- 1) Συνεχή διαθεσιμότητα της ενέργειας
- 2) Σταθερότητα
- 3) Μειωμένες εκπομπές αερίων
- 4) Βιώσιμη
- 5) Αποτελεσματική μορφή ανανεώσιμης ενέργειας



**Εικόνα 16: Γεωθερμία**

**Πηγή: energypress.gr**

### **3.3.5 Βιομάζα**

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε κάθε οργανική ύλη που προέρχεται από τον φυτικό κόσμο και υλικά από ζωντανούς οργανισμούς (ξύλο), που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο και μέσω της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα.

Γενικότερα, η βιομάζα είναι η παλαιότερη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η βιοενέργεια είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια και οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι ο άνθρακας και το νερό. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα πλεονεκτήματα της βιομάζας :

1. Ανανεώσιμη πηγή ενέργειας
2. Μη ύπαρξη περιβαλλοντικών και οικολογικών προβλημάτων
3. Εγχώρια πηγή ενέργειας, συμβάλλοντας στη μείωση εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα
4. Βελτίωση εμπορικού ισοζυγίου
5. Μηδαμινή ύπαρξη θείου παρέχοντας περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου, το οποίο ευθύνεται για την όξινη βροχή
6. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, διότι οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που

---

απελευθερώνονται από την καύση βιομάζας δεσμεύονται ξανά από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας

#### 7. Αύξηση απασχόλησης στις αγροτικές περιοχές



**Εικόνα 17: Βιομάζα**

**Πηγή: energyin.gr**

### **3.4 Πλεονεκτήματα ΑΠΕ**

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναφέρονται σε πηγές ενέργειας που ανανεώνονται διαρκώς και δεν εξαρτώνται από τους πεπερασμένους πόρους που είναι περιορισμένοι στον πλανήτη μας. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα. Μερικά από αυτά είναι τα εξής :

- 1) Αειφόρος ανάπτυξη. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν καταναλώνουν πεπερασμένους πόρους και δεν παράγουν επικίνδυνα απόβλητα, εξασφαλίζοντας έτσι μια βιώσιμη πηγή ενέργειας.
- 2) Ασφάλεια. Μέσω των ΑΠΕ οι πηγές ενέργειας δεν έχουν κινδύνους που αφορούν τη μεταφορά και την επεξεργασία ορυκτών καυσίμων, όπως τα ατυχήματα στις πλατφόρμες και στα πλοία.
- 3) Μεγάλο επενδυτικό κέρδος. Επειδή οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μια αναπτυσσόμενη βιομηχανία με τεράστια δυναμική όπου βελτιώνεται και επενδύεται συνεχώς, υπάρχει δυνατότητα για μεγάλο επενδυτικό κέρδος στον τομέα αυτόν.
- 4) Δημιουργία θέσεων εργασίας. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ προσφέρει θέσεις εργασίες για την κατασκευή, την συντήρηση και τη διαχείριση των συστημάτων παραγωγής ενέργειας.

---

5) Τοπική παραγωγή. Τα ΑΠΕ μπορούν να παράγονται τοπικά, παρέχοντας έτσι μειωμένη ανάγκη για μεταφορά ενέργειας μέσω καλωδίων και δικτύων.

6) Καθαρότητα. Δεν υπάρχουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, εξασφαλίζοντας μείωση των επιπτώσεων για κλιματική καταστροφή.

7) Ανεξαρτησία ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να παράγουν ενέργεια σε πολλά μέρη του κόσμου, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων από άλλες χώρες.

Συνοψίζοντας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) προσφέρουν πληθώρα πλεονεκτημάτων για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών προκλήσεων που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας. Μέσω της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, επιτρέποντας στην ατμόσφαιρα να απορροφά περισσότερο άνθρακα. Επιπρόσθετα, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι σίγουρο πως θα δημιουργήσει μια καινούρια οικονομία που βασίζεται σε καθαρή ενέργεια, δημιουργώντας οικονομική ανάπτυξη και νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν έναν τομέα υψηλής τεχνολογίας και καινοτομίας, ο οποίος συμβάλει στη δημιουργία ενός πιο αειφόρου και ανθρώπινου κόσμου.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Η αξιοποίηση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων εξελίσσεται ραγδαία στην παγκόσμια αγορά και είναι μια βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον λύση. Η ηλιακή ενέργεια, η αιολική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η γεωθερμική ενέργεια και η βιομάζα αποτελούν σημαντικές πηγές ΑΠΕ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, την περιοχή και τη διαθεσιμότητα των πόρων, η καλύτερη λύση ενδέχεται να διαφέρει. Η ανάπτυξη υποδομών φόρτισης είναι απαραίτητη για την επιτυχή υλοποίηση αυτής της τεχνολογίας. Παρακάτω παρουσιάζονται και αναλύονται μερικοί από τους τρόπους αξιοποίησης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων :

- 1) Φωτοβολταϊκά συστήματα
- 2) Αιολικά πάρκα
- 3) Υδροηλεκτρικά πάρκα
- 4) Γεωθερμική ενέργεια
- 5) Βιομάζα

### ***4.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα***

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων αναπτύσσονται ως μια εναλλακτική λύση στην παροχή ενέργειας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πάνελ τα οποία είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Μέσω των φωτοβολταϊκών πάνελ, το ποσό της ενέργειας που παράγεται εξαρτάται άμεσα από την ένταση του ήλιου που επηρεάζει τα πάνελ. Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται σε μια μπαταρία έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί στη φόρτιση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Παρουσιάζονται δύο περιπτώσεις λειτουργίας των συστημάτων φωτοβολταϊκών που στοχεύουν στη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η πρώτη περίπτωση είναι όταν το σύστημα φωτοβολταϊκών λειτουργεί συνδεδεμένο στο δίκτυο ηλεκτροδότησης. Το σύστημα είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο ηλεκτροδότησης μέσω ενός αντιστροφέα (inverter) και η

---

παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί από το ηλεκτρικό δίκτυο μέσω του αντιστροφέα ή ακόμα να πωληθεί στο δίκτυο. Η δεύτερη περίπτωση είναι όταν το σύστημα αποτελείται από φωτοβολταϊκά πάνελ και μια μπαταρία. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται στη μπαταρία και χρησιμοποιείται για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Αρκετοί παράγοντες επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος φωτοβολταϊκών για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όπως η θερμοκρασία, η ένταση του ήλιου, η κατεύθυνση και η κλίση των πάνελ.

Η αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχει πολλά πλεονεκτήματα. Αρχικά, είναι μια φθηνή ενεργειακά διαδικασία, αφού η παραγόμενη ενέργεια από τον ήλιο είναι ανανεώσιμη και δωρεάν. Επιπλέον, η συντήρηση και η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων χαρακτηρίζονται ως φθηνές, σε σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας. Τα συστήματα φωτοβολταϊκών έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητη πηγή ενέργειας, πόσο μάλλον σε περιοχές με έλλειψη δικτύου ηλεκτροδότησης. Επίσης, η τοποθέτηση αυτών των συστημάτων μπορεί να γίνεται και ακριβώς στη θέση που βρίσκεται το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, έχοντας έτσι εξοικονόμηση ενέργειας και χρόνου που είναι αναγκαία για να μεταφερθεί το ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε σταθμό φόρτισης.

Συμπεραίνοντας, τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια πολύ καλή λύση για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων παρέχοντας τα ενέργεια. Με ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη της τεχνολογίας και με τη βελτίωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων αναμένεται να είναι περισσότερο αξιόπιστη και αποδοτική στο μέλλον.

#### ***4.2 Αιολικά πάρκα***

Τα αιολικά πάρκα αξιοποιούν την ενέργεια του αέρα για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Συνήθως, τα αιολικά πάρκα βρίσκονται σε ανοιχτούς χώρους, διότι εκεί υπάρχει σταθερότητα των ανέμων και είναι ισχυροί. Οι ανεμογεννήτριες που βρίσκονται στα αιολικά πάρκα πετυχαίνουν την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του αέρα σε ηλεκτρική ενέργεια. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες μεταφέρεται σε έναν υποσταθμό που βρίσκεται στο αιολικό πάρκο. Έπειτα, γίνεται η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας προς το δίκτυο

---

ηλεκτρικής ενέργειας, έτσι ώστε να καταλήξει στον τόπο φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Εκεί, η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρθηκε από το αιολικό πάρκο χρησιμοποιείται για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η αξιοποίηση της ενέργειας μέσω των αιολικών πάρκων έχει πολλά πλεονεκτήματα. Αρχικά, η παραγόμενη ενέργεια από τα αιολικά πάρκα είναι ανανεώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. Χαρακτηρίζεται ως οικονομικά αποδοτική και η παραγωγή ενέργειας από τα αιολικά πάρκα είναι αρκετά φθηνότερη, σε σχέση με άλλες μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Με την αξιοποίηση των αιολικών πάρκων για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων παρουσιάζεται αυτάρκεια ενέργειας και αποφυγή εξάρτησης από εισαγωγές φυσικού αερίου και πετρελαίου. Ακόμα, υπάρχει βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και αποδοτικότητας του συστήματος. Η ενέργεια από τα αιολικά πάρκα μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες και να χρησιμοποιηθεί για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων τις ώρες που θα παρουσιάζεται χαμηλή κατανάλωση της ενέργειας. Αυτό οδηγεί στην ύπαρξη ισορροπίας του συστήματος και στη μείωση ανάγκης για επιπλέον παραγωγή ενέργειας τις ώρες αυξημένης κατανάλωσης.

Οι αιολικοί σταθμοί είναι μια ελπιδοφόρα λύση για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων, καθώς υπάρχει μεγάλη εξέλιξη και βελτίωση της τεχνολογίας. Η χρήση τους αποτελεί σημαντική βοήθεια στη δημιουργία ενός ισχυρού συστήματος ενέργειας το οποίο παρέχει μεγάλη ασφάλεια και αξιοπιστία στα συστήματα ενέργειας και τη διανομή ενέργειας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

#### ***4.3 Υδροηλεκτρικά πάρκα***

Τα υδροηλεκτρικά πάρκα είναι εγκαταστάσεις που μέσω της υδροκίνησης παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, η οποία έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων μέσω διαφόρων μηχανισμών.

Ένας από τους πιο γνωστούς και συνηθισμένους τρόπους αξιοποίησης της ενέργειας για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι μέσω δικτύων φόρτισης. Τα υδροηλεκτρικά πάρκα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια που αποστέλλεται σε δίκτυα μεταφοράς ενέργειας και πραγματοποιείται η μεταφορά και σε διάφορα σημεία όπου υπάρχουν σταθμοί φόρτισης για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Ανάλογα με τις ανάγκες του οδηγού ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, οι σταθμοί φόρτισης μπορούν να είναι ιδιωτικοί ή δημόσιοι και να παρέχουν διαφορετικά επίπεδα φόρτισης.

---

Άλλος ένας τρόπος αξιοποίησης της ενέργειας από υδροηλεκτρικά πάρκα για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι μέσω της αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες. Πιο συγκεκριμένα τα υδροηλεκτρικά πάρκα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες ηλεκτρικών αυτοκινήτων και να χρησιμοποιηθεί για τη μελλοντική φόρτιση τους. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται V2G και επιτρέπει στους ιδιοκτήτες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων να χρησιμοποιούν τα οχήματά τους ως αποθηκευτικούς χώρους ενέργειας. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι μπαταρίες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη φόρτιση στις περιόδους αιχμής ζήτησης ενέργειας, όταν οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλές. Αντίθετα, κατά τις περιόδους χαμηλής ζήτησης ενέργειας τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα επιστρέφουν την αποθηκευμένη ενέργεια στο δίκτυο, βοηθώντας έτσι την απορρόφηση της υπερπαραγωγής ενέργειας από τα υδροηλεκτρικά πάρκα και στην εξισορρόπηση της ζήτησης αλλά και της προσφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Μέσω του V2G οι ιδιοκτήτες ηλεκτρικών αυτοκινήτων εκμεταλλεύονται την αποθηκευμένη ενέργεια των μπαταριών τους για να κερδίζουν χρήματα κατά τη διάρκεια που επικρατούν περίοδοι αιχμής ζήτησης της ενέργειας.

Στη συνολική εικόνα, τα υδροηλεκτρικά πάρκα είναι ένας αποδοτικός τρόπος χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας με στόχο την αξιοποίηση της για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων συμβάλλοντας και στην προστασία του περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, η χρήση των μπαταριών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων βοηθάει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η ανάγκη αύξησης της απόδοσης του δικτύου, η αστάθεια ζήτησης και η ενσωμάτωση της ανανεώσιμης ενέργειας. Η εξέλιξη της τεχνολογίας Vehicle to Grid και η αύξηση του αριθμού των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αναμένεται να προκαλέσει μεγαλύτερη αύξηση της αποδοτικής χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας στη μεταφορά.

#### ***4.4 Γεωθερμική ενέργεια***

Η θερμότητα που παράγεται από το εσωτερικό της γης και αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρεται στη γεωθερμική ενέργεια. Η φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων με τη χρήση αυτής της ενέργειας γίνεται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τον τύπο της γεωθερμικής ενέργειας που χρησιμοποιείται.

Ο πρώτος τρόπος αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι μέσω χρήσης των θερμοπηγών που βρίσκονται στο εσωτερικό της γης. Οι

---

θερμοπηγές παράγουν πίεση και υψηλές θερμοκρασίες, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ατμού και επίτευξη κίνησης μιας τουρμπίνας η οποία θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες και να χρησιμοποιηθεί για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Άλλος ένας τρόπος είναι μέσω χρήσης θερμαντικών αντλιών γης-νερού. Η κύρια δουλειά των θερμαντικών αντλιών είναι να χρησιμοποιούν τη θερμότητα του εδάφους για τη θέρμανση ή τη ψύξη ενός υγρού που κυκλοφορεί στο σύστημα. Το υγρό αυτό έχει διάφορες χρήσεις, όπως το να θερμαίνει το νερό που χρησιμοποιείται στα σπίτια μας και για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Συγκεκριμένα, η θερμότητα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ενός υγρού που θα κυκλοφορεί στον σωλήνα φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και θα φορτίζει τις μπαταρίες τους.

Επιπλέον, η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους τρόπους φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όπως μέσω της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων στις θερμοπηγές. Έτσι, χρησιμοποιείται η ενέργεια του ήλιου που πέφτει στην επιφάνεια της γης με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Γενικότερα, η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μια εναλλακτική και βιώσιμη λύση για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όταν βέβαια πληρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις. Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράμετροι, όπως η διαθεσιμότητα του εδάφους, το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του συστήματος και η απόδοση του συστήματος σε σχέση με άλλες εναλλακτικές λύσεις.

Συνοψίζοντας, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας με σκοπό τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων αποτελεί μια αποδοτική επιλογή, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και ανάγκες. Η τεχνολογία αυτή αναπτύσσεται και βελτιώνεται συνεχώς, οπότε ενδέχεται να γίνει ακόμη πιο αποδοτική και προσιτή στο μέλλον.

#### **4.5 Βιομάζα**

Η βιομάζα αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία προέρχεται από τα απόβλητα φυτικής και ζωτικής προέλευσης. Αν και η χρήση της βιομάζας είναι κυρίως γνωστή για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας, μια από τις πιο εναλλακτικές χρήσεις της είναι η φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους, την παραγωγή βιοκαυσίμων και τη φόρτιση με βιοηλεκτρική ενέργεια.

---

Σύμφωνα με την παραγωγή βιοκαυσίμων, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε βιοκαύσιμα όπως βιομεθάνιο, βιοκαύσιμα ή βιοντίζελ. Τα βιοκαύσιμα αυτά χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων μέσω μιας τεχνολογίας που ονομάζεται βιοηλεκτρική ενέργεια. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα βιοκαύσιμα και τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με αυτή την ενέργεια.

Ο δεύτερος τρόπος είναι η φόρτιση με βιοηλεκτρική ενέργεια, όπου η βιομάζα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί και ως πηγή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω βιοηλεκτρικών σταθμών. Οι βιοηλεκτρικοί σταθμοί είναι εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από βιοκαύσιμα, όπως κλαδιά δέντρων, αγροτικά απόβλητα, ζωτικά απόβλητα και απόβλητα τροφίμων. Η παραγωγή αυτής της ενέργειας χαρακτηρίζεται ως ανανεώσιμη και καθαρή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Η βιομάζα ως τρόπος αξιοποίησης ενέργειας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μειώνει τις εκπομπές αερίων και την εξάρτηση από πετρελαιοειδή. Ακόμα, η χρήση και η παραγωγή καυσίμων είναι φθηνή, ενισχύοντας έτσι και την τοπική οικονομία.

Συνολικά, η αξιοποίηση της βιομάζας για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη επιλογή. Για να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο αυτή η τεχνολογία, είναι απαραίτητη η υποστήριξη του ιδιωτικού τομέα και της κυβέρνησης αλλά και η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων ενεργειακών και αγροτικών τομέων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**

### *5.1 Το Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο (Smart Grid)*

Το Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο (Smart Grid) είναι ένα ενσωματωμένο σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών για την μέγιστη βελτιστοποίηση της απόδοσης, της αξιοπιστίας, της ασφάλειας του δικτύου και της λειτουργίας του. Οι καταναλωτές έχουν την δυνατότητα να ελέγχουν την κατανάλωσή τους, ενώ για τους πάροχους παρουσιάζεται η ευκαιρία της μεταφοράς, διανομής και παραγωγής της ενέργειας. Ο στόχος τέτοιου τύπου δικτύου είναι να επιτρέψει στους παραγωγούς ενέργειας και στους καταναλωτές την αλληλεπίδραση με το δίκτυο με τον μέγιστο αποδοτικό τρόπο, έχοντας μειώσεις στην κατανάλωση ενέργειας, των εκπομπών CO<sub>2</sub> και του κόστους ενέργειας. Στο Smart Grid, οι συσκευές επικοινωνούν και μεταξύ τους αλλά και με το δίκτυο, ανταλλάσσοντας διάφορες πληροφορίες για την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, το δίκτυο ρυθμίζει αυτή την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, σύμφωνα με την ζήτηση και προσφορά της ενέργειας, καθώς και στις τρέχουσες συνθήκες που επικρατούν στο δίκτυο, όπως είναι η ασφάλεια και η ποιότητα της ενέργειας.

Το Smart Grid είναι ένα βήμα προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης και της έξυπνης πόλης, αφού παρέχει την δυνατότητα στους καταναλωτές να παράγουν την δική τους ενέργεια μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να πουλάνε το πλεόνασμά τους στο δίκτυο. Παράλληλα, δίνει την άδεια στους παραγωγούς ενέργειας να κάνουν καλύτερη διαχείριση, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση αλλά και την ασφάλεια των εγκαταστάσεών τους.

Επιπρόσθετα, το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο παρουσιάζει σημαντική βοήθεια στη διαχείριση καταστροφών και κρίσιμων καταστάσεων, όπως οι διακοπές ρεύματος και οι καταιγίδες. Μέσω της παρακολούθησης των παραμέτρων του δικτύου, το σύστημα έχει την δυνατότητα να εντοπίσει αποτελεσματικά τα σημεία που απαιτούν συντήρηση ή επισκευή και να προβλέπει πιθανά προβλήματα. Μια από τις πιο σημαντικές βοήθειες που προσφέρει το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της ρύπανσης από την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας, διότι επιτρέπει την ολοκληρωμένη διαχείριση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ο αιολικός και ο ηλιακός σταθμός, στο δίκτυο. Από την στιγμή που οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν είναι σταθερές

---

και εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες, το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο παρέχει αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται κατά τη διάρκεια της ημέρας ή του ανέμου, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμη και κατά τις ώρες που κρίνεται απαραίτητο.

Για την συλλογή και ανάλυση δεδομένων, την επικοινωνία με τους καταναλωτές και τους παραγωγούς ενέργειας και την διαχείριση του δικτύου, το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο παρουσιάζει διάφορες τεχνολογίες και λύσεις. Κάποιες από αυτές τις τεχνολογίες είναι οι αισθητήρες που τοποθετούνται στις εγκαταστάσεις και στα δίκτυα, τα συστήματα διαχείρισης δικτύου, οι λύσεις αποθήκευσης ενέργειας και οι λύσεις παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας στο σπίτι και στις επιχειρήσεις. Επιπλέον, επιτρέπει την αυτόματη ανίχνευση και επίλυση κάποιου ζητήματος στο δίκτυο, όπως διακοπές ρεύματος ή υπερφόρτωση του δικτύου. Αυτό οδηγεί στη μείωση χρόνου αποκατάστασης της παροχής ρεύματος για τους καταναλωτές. Οι καταναλωτές μπορούν να συμμετέχουν στη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας με τη χρήση έξυπνων μετρητών και συσκευών που αποσκοπούν στον έλεγχο από απόσταση. Έτσι, οι καταναλωτές μπορούν να ρυθμίσουν την κατανάλωσή τους σε συνάρτηση με την τιμή της ενέργειας και τη διαθεσιμότητα, καθώς και να μειώσουν το κόστος του λογαριασμού τους.

Συνολικά, το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο είναι μια σημαντική εξέλιξη στον τομέα της ενέργειας και αναμένεται να επηρεάσει αρκετά τον τρόπο που παράγεται, διανέμεται και καταναλώνεται η ενέργεια στο μέλλον. Προβλέπεται να βελτιώσει περισσότερο την απόδοση και την αξιοπιστία του ηλεκτρικού δικτύου, να επιτρέψει στους καταναλωτές να συμμετέχουν περισσότερο στη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας και να συμβάλλει στη μετάβαση σε μια πιο αποδοτική και βιώσιμη ενεργειακή παραγωγή και κατανάλωση.

## **5.2 Σημεία φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Τα σημεία φόρτισης είναι υποδομές που επιτρέπουν τη φόρτιση των μπαταριών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι σημείων φόρτισης, οι οποίοι διαφέρουν στον χρόνο που απαιτείται για να φορτίσουν την μπαταρία ενός ηλεκτρικού οχήματος, στο κόστος της χρήσης τους και στην ισχύ που παρέχουν. Παρακάτω, παρουσιάζονται και αναλύονται οι τρεις βασικοί τύποι σημείων φόρτισης .



---

### 5.2.1 Σημεία φόρτισης AC

Τα σημεία φόρτισης AC είναι εγκαταστάσεις φόρτισης που παρέχουν ρεύμα σε μορφή εναλλασσόμενου (AC) στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Οι εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται συνήθως για φόρτιση σε πιο αργούς ρυθμούς και χαρακτηρίζονται κατάλληλες για χρήση σε σπίτια, γραφεία και δημόσιους χώρους όπως μεγάλους χώρους στάθμευσης, εμπορικά κέντρα, ξενοδοχεία και άλλες πολλές δημόσιες εγκαταστάσεις. Τα σημεία φόρτισης AC είναι διαθέσιμα σε διάφορες ταχύτητες φόρτισης, σύμφωνα με το επίπεδο του φορτίου που έχουν την δυνατότητα να υποστηρίξουν και την ισχύ του φορτιστή. Οι πιο πολλοί φορτιστές AC που χρησιμοποιούνται για την φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχουν ισχύ περίπου 7kW έως 22kW και μπορούν να φορτίσουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο από 3 έως 8 ώρες, ανάλογα με την χωρητικότητα της μπαταρίας του. Στην Ευρώπη, τα σημεία φόρτισης AC συνήθως χρησιμοποιούν την “φίς Mennekes” (γνωστό και ως Τύπος 2) σύνδεση, η οποία υποστηρίζει φόρτιση μέχρι και 22 kW. Όσο αφορά για την χρήση τους είναι απλή. Ο καταναλωτής το μόνο που πρέπει να κάνει είναι να συνδέσει το καλώδιο φόρτισης από το αυτοκίνητο στη σύνδεση του φορτιστή στο σημείο φόρτισης. Τα σημεία φόρτισης AC διαθέτουν διάφορα επίπεδα φόρτισης, τα οποία μπορούν να επιλεχτούν ανάλογα με τις ανάγκες και τον χρόνο που διαθέτει ο καταναλωτής. Ακόμα, υπάρχουν πλατφόρμες και εφαρμογές που μπορούν να βοηθήσουν τον χρήστη να βρει δωρεάν ή χρεωστικά σημεία φόρτισης AC στην περιοχή του. Αυτό οδηγεί στην δυνατότητα φόρτισης του αυτοκινήτου όπου και αν βρίσκεται ο χρήστης, κάνοντας την οδήγηση πιο βολική και άνετη με την χρήση ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



**Εικόνα 18: Φίς Mennekes**

**Πηγή: volkswagen.gr**

---

### 5.2.2 Σημεία φόρτισης DC

Τα σημεία φόρτισης DC είναι σταθμοί φόρτισης που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μέσω του συνεχούς ρεύματος (DC). Σε σύγκριση με τα σημεία φόρτισης AC, τα σημεία φόρτισης DC είναι πιο γρήγορα καθώς χρησιμοποιούν υψηλότερες τάσεις και ρεύματα και έτσι τα καθιστά κατάλληλα για οχήματα που χρειάζονται ταχεία φόρτιση. Ωστόσο, είναι πιο ακριβά και λιγότερο διαδεδομένα. Τα σημεία φόρτισης DC μπορούν να παρέχουν ρεύματα φόρτισης σε επίπεδα από 50 έως 350 κιλοβάτ. Η διαθεσιμότητα τους σε δημόσιους χώρους όπως πάρκινγκ, εθνικές οδούς και πρατήρια βενζίνης αυξάνεται συνεχώς, καθιστώντας τη χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων πιο ευέλικτη και βολική. Τα σημεία φόρτισης DC είναι συνήθως πιο ακριβά από τα σημεία AC και απαιτούν αυστηρά εξειδικευμένο εξοπλισμό. Είναι εγκατεστημένα σε πρατήρια βενζίνης, όπου οι ιδιοκτήτες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχουν την δυνατότητα να τα χρησιμοποιήσουν για την φόρτιση των οχημάτων τους κατά τη διάρκεια μιας στάσης. Επιπρόσθετα, μερικά σημεία φόρτισης DC παρέχονται σε σημεία στάθμευσης στην πόλη ή σε άλλους δημόσιους χώρους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της μέρας για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που κινούνται στην πόλη. Οι περισσότεροι κατασκευαστές ηλεκτρικών αυτοκινήτων παρέχουν κάποια είδη εφαρμογών που διευκολύνουν τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικού αυτοκινήτου να βρουν σημεία φόρτισης DC στην περιοχή τους. Η διαθεσιμότητα σημείων φόρτισης DC αποτελεί έναν κρίσιμο παράγοντα για την ανάπτυξη της αγοράς ηλεκτρικών αυτοκινήτων και για την επίτευξη των στόχων των κυβερνήσεων για τη μείωση των εκπομπών αερίων. Με τη συνεχή αύξηση αριθμού ηλεκτρικών αυτοκινήτων που επικρατεί στους δρόμους, αναμένεται πως η ζήτηση για σημεία φόρτισης DC θα συνεχίσει να αυξάνεται και οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών φόρτισης θα πρέπει να επενδύσουν σε νέα σημεία φόρτισης για την ικανοποίηση αυτής της ζήτησης. Τέλος, είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι η φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων με την χρήση σημείων φόρτισης DC είναι αρκετά βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον. Συνολικά, η ανάπτυξη τέτοιων σημείων φόρτισης είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων και τη μείωση της εξάρτησης από τα οχήματα εσωτερικής καύσης. Οι επενδύσεις σε αυτή την υποδομή, παράλληλα με τη συνεχή βελτίωση της τεχνολογίας φόρτισης, θα δώσουν την ευκαιρία στους οδηγούς να απολαμβάνουν πιο άνετη και βιώσιμη εμπειρία οδήγησης.



**Εικόνα 19: Φις Combo 2**

**Πηγή: volkswagen.gr**

### **5.2.3 Σημεία φόρτισης υψηλής ισχύος (High Power Charging, HPC)**

Τα σημεία φόρτισης υψηλής ισχύος είναι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων, οι οποίοι παρέχουν τεράστια ισχύ φόρτισης σε σύγκριση με τους άλλους σταθμούς φόρτισης που αναλύσαμε παραπάνω. Έχουν την δυνατότητα να φορτίσουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, συνήθως λιγότερο από 30 λεπτά, ανάλογα με το μοντέλο του οχήματος. Τα σημεία φόρτισης HPC είναι εγκατεστημένα σε αυτοκινητόδρομους και σε άλλους κεντρικούς δρόμους, καθώς και σε πόλεις με μεγάλη κίνηση οχημάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ηλεκτρικά αυτοκίνητα μεγάλου εύρους και μάρκες, κάνοντας πιο εύκολη την ανάπτυξη της υποδομής φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε όλο τον κόσμο. Η ταχύτητα φόρτισης εξαρτάται από την ισχύ της στάθμης φόρτισης που μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 350 kW. Δηλαδή, μπορεί να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια σε ένα ηλεκτρικό όχημα με παρόμοια ταχύτητα με αυτή της παροχής βενζίνης ή πετρελαίου σε ένα αυτοκίνητο με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Τα σημεία φόρτισης HPC μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων σε διαδρομές μεγάλων αποστάσεων, δίνοντας την δυνατότητα στους οδηγούς να καλύψουν μεγάλες αποστάσεις χωρίς να υπάρχει ανησυχία για τον αριθμό των σταθμών φόρτισης που υπάρχουν στην διαδρομή τους. Ωστόσο, εφόσον τα σημεία φόρτισης HPC παρέχουν πολύ υψηλή ισχύ φόρτισης, η χρήση τους είναι πιθανό να επηρεάσει τη διάρκεια ζωής των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων. Για αυτό τον λόγο, οι κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων συνιστούν τη χρήση των σημείων

φόρτισης HPC μόνο όταν είναι απαραίτητο και η πρώτη τους προτίμηση να είναι οι πιο αργοί σταθμοί φόρτισης για την καθημερινή φόρτιση των οχημάτων τους. Ακόμα ένα πρόβλημα, πέρα από αυτό της υψηλής ισχύς, είναι η θερμότητα που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της φόρτισης ενός οχήματος. Η υψηλή ισχύς μπορεί να προκαλέσει θέρμανση των μπαταριών, ειδικά αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή. Εάν η θερμοκρασία των μπαταριών παρουσιάσει αύξηση τότε αυτό μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη διάρκεια ζωής τους. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, τα σημεία φόρτισης HPC διαθέτουν συστήματα ψύξης. Τέλος, είναι αναγκαίο να σημειωθεί πως τα σημεία φόρτισης HPC είναι ακόμα περιορισμένα στη διαθεσιμότητα τους και βρίσκονται σε επιλεγμένες τοποθεσίες, όπως μεγάλα εμπορικά κέντρα και αυτοκινητόδρομοι. Συνολικά, παρέχουν μια γρήγορη και αποτελεσματική λύση φόρτισης για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και αποτελούν σημαντικό βήμα προόδου για την ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων. Η εξέλιξη της τεχνολογίας HPC δηλώνει πως ο χρόνος φόρτισης μπορεί να παρουσιάσει ακόμα πιο μεγάλη μείωση στο μέλλον και ότι θα είναι πιο εύκολο να πραγματοποιούνται ταξίδια με μεγάλες αποστάσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανάπτυξη των σημείων φόρτισης HPC εξαρτάται και από την ανάπτυξη των μπαταριών ιόντων λιθίου, οι οποίες είναι αναγκαίο να είναι σε θέση να αντέξουν την υψηλή ισχύ φόρτισης. Ωστόσο, οι πιο πρόσφατες εξελίξεις στον κόσμο της τεχνολογίας των μπαταριών δηλώνουν πως έχουν αυξήσει την απόδοσή τους και έχουν μειώσει τον χρόνο φόρτισης, κάνοντας τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα πιο αποδοτικά και πρακτικά για την καθημερινή χρήση.



**Εικόνα 20: Φορτιστής υψηλής ισχύος**

**Πηγή: phoenixcontact.com**

---

### **5.3 Τρόποι φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι φόρτισης για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ανάλογα με την ταχύτητα της φόρτισης που απαιτείται και τον τύπο της φόρτισης. Οι πιο βασικοί τρόποι φόρτισης είναι οι : φόρτιση στο σπίτι, φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης και φόρτιση σε γρήγορους σταθμούς φόρτισης.

#### **5.3.1 Φόρτιση στο σπίτι**

Η φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο σπίτι μπορεί να γίνει μέσω μιας ηλεκτρικής πρίζας ή μέσω ειδικού φορτιστή που συνδέεται στο ηλεκτρικό δίκτυο του σπιτιού. Η φόρτιση μέσω ηλεκτρικής πρίζας αποτελεί την πιο βασική μέθοδο φόρτισης και το μόνο που απαιτεί είναι ένα καλώδιο που να συνδέει το αυτοκίνητο στην πρίζα. Η μέθοδος αυτή είναι η πιο απλή και φθηνή αλλά παράλληλα και η πιο αργή. Η ταχύτητα φόρτισης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ισχύ της πρίζας και συνήθως κυμαίνεται από 3 έως 6 kW, αυτό σημαίνει πως χρειάζονται 8 έως 12 ώρες για την πλήρη φόρτιση ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η φόρτιση μέσω ειδικού φορτιστή είναι πιο γρήγορη από τη φόρτιση μέσω πρίζας και παρέχει ταχύτητες φόρτισης έως και 22 kW, ανάλογα βέβαια με τη δυνατότητα του φορτιστή και του αυτοκινήτου. Τέτοιοι φορτιστές συνδέονται στο ηλεκτρικό δίκτυο του σπιτιού και απαιτούν εγκατάσταση από ειδικό ηλεκτρολόγο. Η φόρτιση μέσω ειδικού φορτιστή γίνεται και με χρήση ειδικού καλωδίου, το οποίο συνδέεται απευθείας στο αυτοκίνητο. Έτσι, επικρατεί ταχύτερη φόρτιση σε σχέση με αυτή μέσω της πρίζας, αλλά είναι πιο ακριβή και χρειάζεται η εγκατάσταση ειδικού καλωδίου στο σπίτι. Πρέπει να επισημανθεί, πως πριν ξεκινήσει η φόρτιση ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου στο σπίτι, είναι αναγκαίο να υπάρχει η κατάλληλη μελέτη σχετικά με το ότι ο ηλεκτρικός πίνακας και οι πρίζες του σπιτιού έχουν την δυνατότητα να υποστηρίξουν την ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που χρειάζεται για τη φόρτιση του αυτοκινήτου. Επίσης, σημαντικό είναι ο χρήστης να λάβει υπόψη του την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος και το κόστος φόρτισης του αυτοκινήτου του. Η κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος για την επίτευξη της φόρτισης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου εξαρτάται από την δυνατότητα φόρτισης του αυτοκινήτου και τον χρόνο φόρτισης. Επιπρόσθετα, το κόστος φόρτισης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου εξαρτάται από το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος στην περιοχή που βρίσκεται ο χρήστης και την ώρα της

---

ημέρας κατά την οποία πραγματοποιείται η φόρτιση του αυτοκινήτου. Σε μερικές περιοχές, υπάρχουν ειδικές τιμές για τη φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων τη νύχτα, όταν η κατανάλωση είναι πιο χαμηλή. Για την μείωση του κόστους φόρτισης, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ενός κατάλληλου πάροχου ηλεκτρικού ρεύματος και να γίνεται η χρήση διάφορων προγραμμάτων φόρτισης που έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν οι πάροχοι υπηρεσιών ηλεκτρικού ρεύματος. Τέλος, η φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο σπίτι είναι μια εξαιρετικά βολική και οικονομικά αποδοτική επιλογή, ειδικά για ιδιοκτήτες ηλεκτρικών αυτοκινήτων που διανύουν μικρές αποστάσεις καθημερινά και διαθέτουν κατάλληλο χώρο φόρτισης στο σπίτι τους.



**Εικόνα 21: Φόρτιση στο σπίτι**

**Πηγή: [ilektrofortisi.gr](http://ilektrofortisi.gr)**

### **5.3.2 Φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης**

Άλλος ένας βασικός τρόπος φόρτισης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι η φόρτιση σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης. Οι δημόσιοι σταθμοί φόρτισης δίνουν την δυνατότητα φόρτισης των οχημάτων κατά τη διάρκεια των μετακινήσεών τους στο δρόμο. Η χρήση τέτοιων σταθμών χαρακτηρίζεται ως απλή και απαιτεί τη χρήση ειδικού καλωδίου φόρτισης. Οι χρεωστικές διαδικασίες διαφέρουν ανάλογα με τον πάροχο των υπηρεσιών φόρτισης. Η χρέωση για τη χρήση των δημόσιων σταθμών γίνεται με διάφορους τρόπους. Μερικοί από τους πολλούς πάροχους υπηρεσιών φόρτισης χρεώνουν ανά λεπτό, αντιθέτως οι υπόλοιποι χρεώνουν ανά kWh ηλεκτρικής ενέργειας που φορτίζεται το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Αρκετοί πάροχοι υπηρεσιών φόρτισης παρέχουν επίσης εφαρμογές για smartphones, που δίνουν την δυνατότητα στους χρήστες να ξέρουν που βρίσκονται οι κοντινότεροι δημόσιοι σταθμοί

---

φόρτισης και να πραγματοποιούν έλεγχο για τη διαθεσιμότητα τους. Μάλιστα, κάποιοι πάροχοι επιτρέπουν στους χρήστες να προγραμματίσουν την αρχή και το τέλος της φόρτισης, έτσι ώστε να μην υπάρχουν καθυστερήσεις. Αντιμετωπίζοντας προβλήματα σχετικά με την έλλειψη ιδιωτικών σταθμών φόρτισης σε μερικές περιοχές, οι δημόσιοι σταθμοί φόρτισης είναι αρκετά σημαντικοί για την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Το συνεχώς αναπτυσσόμενο δίκτυο δημόσιων σταθμών φόρτισης είναι ένα απαραίτητο βήμα για την διασφάλιση της διαθεσιμότητας της φόρτισης, ενώ ταυτόχρονα βοηθά στη μείωση των εκπομπών αερίων και της ρύπανσης του αέρα. Η ανάπτυξη του δικτύου αυτού θα προσελκύει τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών αυτοκινήτων να χρησιμοποιούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα όλο και περισσότερο, μιας και θα υπάρχουν περισσότερες τοποθεσίες και να μην είναι περιορισμένοι στην αυτονομία που έχουν οι μπαταρίες τους. Από την άλλη, προκύπτουν και μερικά προβλήματα για τους δημόσιους σταθμούς φόρτισης και ένα από αυτά είναι η κατάσταση των σταθμών. Σε ορισμένες περιοχές, οι δημόσιοι σταθμοί φόρτισης δεν λειτουργούν σωστά και δεν έχουν την απαραίτητη συντήρηση, κάνοντας την φόρτιση να καθυστερεί ή να μην γίνεται και καθόλου. Ακόμα, καθώς υπάρχουν διαφορετικοί τύποι συνδέσεων και καλωδίων φόρτισης, οι δημόσιοι σταθμοί ίσως να μην έχουν την δυνατότητα να είναι πλήρως συμβατοί με όλα τα μοντέλα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η έλλειψη διαθεσιμότητας δημόσιων σταθμών σε μερικές περιοχές οι οποίες είναι απομακρυσμένες, μιας και η υποδομή μπορεί να είναι περιορισμένη, αποτελεί ακόμα ένα σημαντικό πρόβλημα. Η δημόσια φόρτιση είναι μια σημαντική πτυχή της μετάβασης σε μια πιο βιώσιμη και καθαρή κινητικότητα. Βέβαια, υπάρχουν προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν για την διασφάλιση των υποδομών που θα χαρακτηρίζονται ως λειτουργικοί και αξιόπιστοι. Επιπρόσθετα, οι εκάστοτε κυβερνήσεις μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη δημόσια φόρτιση μέσω διάφορων επιδοτήσεων και κινήτρων, όπως φοροαπαλλαγές για τη χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων και επιδοτήσεις για την κατασκευή δημόσιων σταθμών φόρτισης σε απομακρυσμένες περιοχές. Τέλος, η δημόσια φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων αποτελεί ένα αρκετά σημαντικό μέρος της μετάβασης σε μια φιλική κινητικότητα. Η επένδυση στην ανάπτυξη υποδομών φόρτισης και η συνεργασία με τους κατασκευαστές αυτοκινήτων και τις κυβερνήσεις μπορούν να βοηθήσουν στο να πραγματοποιηθεί αυτός ο στόχος.



**Εικόνα 22: Δημόσιος σταθμός φόρτισης**

**Πηγή: carandmotor.gr**

### ***5.3.3 Φόρτιση σε γρήγορους σταθμούς φόρτισης***

Η φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε γρήγορους σταθμούς φόρτισης αναφέρεται στη διαδικασία φόρτισης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου με υψηλότερες ταχύτητες φόρτισης σε σύγκριση με τους κανονικούς σταθμούς φόρτισης. Οι σταθμοί είναι σχεδιασμένοι για να παρέχουν ισχύ σε αρκετά σύντομο χρονικό διάστημα στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, καθιστώντας δυνατή την επαναφόρτιση της μπαταρίας στο 80% σε μερικά λεπτά. Οι γρήγοροι σταθμοί βρίσκονται διαθέσιμοι σε πολλά επίπεδα φόρτισης, σύμφωνα με τον τύπο του φορτιστή και το αυτοκίνητο που χρειάζεται φόρτιση. Οι πιο γνωστοί γρήγοροι σταθμοί φόρτισης είναι οι σταθμοί φόρτισης DC, που χρησιμοποιούν έναν εξειδικευμένο φορτιστή για την μετατροπή της εναλλασσόμενης τροφοδοσίας ρεύματος (AC) σε συνεχή τροφοδοσία ρεύματος (DC) και να το παρέχουν στο αυτοκίνητο για την αξιοποίηση της φόρτισης. Οι γρήγοροι σταθμοί παρουσιάζουν διάφορους συνδέσμους φόρτισης, όπως το CCS, το CHAdeMo ή το Tesla Supercharger, ανάλογα πάντα με τον κατασκευαστή του οχήματος. Η ταχύτητα φόρτισης διαφέρει ανάλογα με τον συνδεδεμένο συνδετήρα φόρτισης και την ισχύ του σταθμού. Για την χρήση ενός γρήγορου σταθμού φόρτισης, χρειάζεται η κατοχή απαραίτητου εξοπλισμού στο αυτοκίνητο και η επιλογή του κατάλληλου συνδετήρα φόρτισης για το αυτοκίνητο. Οι περισσότεροι γρήγοροι σταθμοί φόρτισης λειτουργούν με σύστημα πληρωμής και η πληρωμή τους γίνεται μέσω κάρτας φόρτισης ή μέσω εφαρμογής κινητού τηλεφώνου. Τέλος, η φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε γρήγορους σταθμούς φόρτισης



---

είναι μια πολύ βολική επιλογή για τους οδηγούς που πραγματοποιούν μακρινά ταξίδια και φορτίζουν το αυτοκίνητο με αποτελεσματικό και γρήγορο τρόπο.



**Εικόνα 23: Φόρτιση σε γρήγορο σταθμό φόρτισης TESLA**

**Πηγή: [itspossible.gr](http://itspossible.gr)**

Συνοψίζοντας, οι τρόποι φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων προσφέρουν μια ευρεία γκάμα επιλογών στους χρήστες ηλεκτρικών αυτοκινήτων για την φόρτιση των οχημάτων τους. Ο καλύτερος τρόπος φόρτισης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως από τις προτιμήσεις, τις ανάγκες και τη διαθεσιμότητα που παρουσιάζουν οι σταθμοί φόρτισης στην εκάστοτε περιοχή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΈΞΥΠΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗ

### 6.1 Εισαγωγή στην έξυπνη φόρτιση (Smart charging)

Η έξυπνη φόρτιση, γνωστή και ως smart charging, αναφέρεται σε ένα σύστημα φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα που εκμεταλλεύεται την τεχνολογία και τα δεδομένα για να βελτιστοποιήσει τη φόρτιση των οχημάτων. Η έξυπνη φόρτιση επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ του ηλεκτρικού οχήματος, του συστήματος φόρτισης και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Με τη χρήση αισθητήρων, τηλεματικής και διαθέσιμων δεδομένων, το σύστημα παρακολουθεί και ρυθμίζει τη φόρτιση του οχήματος με βάση διάφορους παράγοντες. Οι βασικοί στόχοι της έξυπνης φόρτισης είναι η βελτιστοποίηση της φόρτισης με βάση την ενεργειακή ζήτηση, την αποφυγή της υπερφόρτισης του δικτύου, τη μείωση των κορεσμένων φορτιστικών σταθμών και την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με τη χρήση δεδομένων όπως η τρέχουσα ζήτηση ενέργειας, οι ώρες αιχμής, οι ρυθμίσεις του δικτύου και οι προτιμήσεις του χρήστη, η έξυπνη φόρτιση μπορεί να προγραμματίσει τη φόρτιση του οχήματος για να εκμεταλλευτεί τις περιόδους χαμηλής ζήτησης ενέργειας και να αποφύγει την υπερφόρτιση του δικτύου. Αυτό συμβάλει στη μείωση των λογαριασμών της ηλεκτρικής ενέργειας για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων και στη σταθερότητα του δικτύου. Επιπρόσθετα, η έξυπνη φόρτιση προσφέρει πολλές δυνατότητες όπως η προγραμματισμένη φόρτιση, η απομακρυσμένη διαχείριση και ο έλεγχος της φόρτισης μέσω κινητών εφαρμογών ή διαδικτυακών πλατφορμών. ενέργειας.

Η έξυπνη φόρτιση προσφέρει πολλαπλά οφέλη στους χρήστες, στο ηλεκτρικό δίκτυο και στην κοινωνία στο σύνολο της:

1. Η συμμετοχή πελατών στην έξυπνη φόρτιση είναι εφικτή μόνο εάν προκύπτουν οικονομικά οφέλη για προσέλκυση τους

Μελέτες έδειξαν ότι το 90% της φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων πραγματοποιείται στην οικία του χρήστη ή στην εργασία του. Με έξυπνη φόρτιση οι χρήστες μπορούν να φορτίζουν το αυτοκίνητο τους στο σπίτι τους χωρίς διαφοροποίηση των αναγκών της ηλεκτρικής τους εγκατάστασης και μπορούν με αυτή την προσέγγιση να επωφεληθούν χαμηλές τιμές σε πρωινές ώρες με χαμηλή ζήτηση.

2. Η έξυπνη φόρτιση προσδίδει στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα τη δυνατότητα να είναι ευέλικτα φορτία διάσπαρτα στο δίκτυο που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τρόπο που να ικανοποιεί τις ανάγκες του δικτύου και έτσι να αποφεύγονται δαπανηρές ενισχύσεις δικτύου.

---

Μελέτες έδειξαν ότι οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που θα προκύπτει εάν όλη η κίνηση ήταν ηλεκτρική (δηλαδή αν όλα τα αυτοκίνητα που κινούνται σήμερα ήταν ηλεκτρικά) θα είναι το 25% της συνολικής ενέργειας που καταναλίσκει σήμερα μια χώρα όπως η Κύπρος για ικανοποίηση όλων των αναγκών της κοινωνίας / οικονομίας. Με αυτή τη διαπίστωση προκύπτει το αβίαστο συμπέρασμα ότι η ηλεκτρική υποδομή ως έχει σήμερα θα μπορούσε να ικανοποιήσει όλο το επιπρόσθετο φορτίο που θα προκύψει με 100% της κίνησης να είναι ηλεκτρική, χωρίς να χρειάζεται καμία ενίσχυση του. Αυτό προϋποθέτει ότι η φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα γίνεται με έξυπνη διαχείριση προς όφελος όλων.

3. Η έξυπνη φόρτιση μπορεί να προσφέρει αειφόρο ηλεκτρική κίνηση με μεγάλα οφέλη προς την κοινωνία.

Το χαμηλό κόστος φόρτισης που θα επιτευχθεί μέσω της έξυπνης φόρτισης μαζί με την αποδοτικότητα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα μειώσουν δραστικά τη χρήση πρωτογενούς ενέργειας που θα οδηγήσει σε δραστική μείωση στις εκπομπές. Με την ευελιξία που προσφέρει η έξυπνη φόρτιση, η αξιοποίηση διεσπαρμένων συστημάτων ΑΠΕ ευκολύνεται και επιτρέπει αυξημένη διείσδυση τους με πολλαπλά οφέλη για όλους τους χρήστες. Όλα τα παραπάνω μπορούν να γίνουν μέσα στο περιβάλλον ανεπτυγμένης λειτουργίας των έξυπνων δικτύων που υπό τις συνθήκες η ανάπτυξη τους επιβάλλεται το συντομότερο δυνατό με σωστή ρύθμιση και με όραμα.

Η έξυπνη φόρτιση έχει γίνει βασικό χαρακτηριστικό για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους. Επιτρέπει την επαναφόρτιση του ηλεκτρικού οχήματος με ελεγχόμενο τρόπο χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους απαιτήσεων ελέγχου. Η συμβατική μέθοδος ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι απλά συνδέοντας το στο τροφοτικό του δικτύου, η οποία είναι κοινώς γνωστή ως μη ελεγχόμενη ή ασυντόνιστη φόρτιση.

Ωστόσο, η μη ελεγχόμενη φόρτιση μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα εάν ο αριθμός τέτοιων περιπτώσεων φόρτισης αυξηθεί ή εάν ο χρόνος φόρτισης συμπίπτει με τη μέγιστη χρήση του δικτύου, όπως πτώσεις τάσης δικτύου, πιθανότητες διακοπής ρεύματος, υπερφόρτωση στη διανομή μετασχηματιστών και μετατοπίσεις συχνότητας δικτύου. Με βάση τη δυνατότητα ελέγχου και προσαρμοστικότητας των κύκλων φόρτισης, η φόρτιση μπορεί να είναι ελεγχόμενη ή μη ελεγχόμενη. Έχει αποδειχθεί πως η έξυπνη φόρτιση προσφέρει οικονομικά οφέλη όσον αφορά την υγεία της μπαταρίας, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται βελτιωμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και μειωμένη υποβάθμιση της μπαταρίας, σε σύγκριση με την ασυντόνιστη φόρτιση.

---

Η έξυπνη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων είναι μια πολλά υποσχόμενη λύση για την εξισορρόπηση του ρυθμού ανάπτυξης των ηλεκτρικών οχημάτων με τη διαθέσιμη χωρητικότητα του δικτύου. Ενσωματώνει πελάτες, χειριστές δικτύου και αθροιστές (aggregators) στο έξυπνο δίκτυο και τους συνδέει μέσω μιας αξιόπιστης εγκατάστασης επικοινωνίας. Το χρονοδιάγραμμα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να βελτιστοποιηθεί για οικονομικά ή και τεχνικά οφέλη με βάση τη ζήτηση.

Η ελεγχόμενη φόρτιση μπορεί να εφαρμοστεί περαιτέρω σε αμφίδρομη και έξυπνη φόρτιση. Η μέθοδος έμμεσου ελέγχου χαρακτηρίζεται από εξομάλυνση του φορτίου φόρτισης για την μπαταρία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, η οποία στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των διακυμάνσεων στην καμπύλη φορτίου μέσω της χρονικής ή χωρικής μετατόπισης του φορτίου. Από την άλλη πλευρά, η έξυπνη φόρτιση πραγματοποιείται σε ελεγχόμενο περιβάλλον με μεταβλητά επίπεδα ισχύος και ρεύματος, επιτρέποντας πιο οικονομική φόρτιση των μπαταριών EV. Οι κύκλοι φόρτισης προγραμματίζονται για να ικανοποιούν μια ή περισσότερες συνδυασμένες απαιτήσεις ισορροπίας ισχύος, σταθερότητας δικτύου και ζήτησης πελατών. Η βελτιστοποίηση της έξυπνης φόρτισης μπορεί να επιτευχθεί λαμβάνοντας υπόψη πρόσθετους παράγοντες, όπως οι προβλέψεις ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, οι προτιμήσεις των πελατών και οι περιορισμοί του συστήματος διανομής.

Η μετατόπιση χρονικού και χωρικού φορτίου είναι οι πιο κοινές και εύκολα προσαρμόσιμες λύσεις για τη σταθερότητα του δικτύου. Οι έξυπνοι σταθμοί φόρτισης βασίζονται σε σταθερούς μετασχηματιστές διανομής. Τα θερμικά μοντέλα μετασχηματιστών διανομής βοηθούν στη διασφάλιση της ασφαλούς και ελεγχόμενης φόρτισης μετατοπίζοντας τους χρόνους φόρτισης σύμφωνα με τις επιδράσεις της θερμοκρασίας και επεκτείνοντας τη διάρκεια ζωής του μετασχηματιστή.

Το φορτίο φόρτισης EV θεωρείται μη γραμμικό και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα μετατόπισης DC, προβλήματα ανισορροπίας φάσης και διακυμάνσεις τάσης στο δίκτυο διανομής. Λόγω του αυξανόμενου αριθμού χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων παρουσιάζονται τεράστιες απαιτήσεις ενέργειας και υπάρχει μεγάλος βαθμός δυσκολίας όσον αφορά την διαχείριση από τους διαχειριστές συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση σημαντικής ποσότητας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα μπορεί να μετριάσει το πρόβλημα σε κάποιο βαθμό. Όμως, για τη διαχείριση του πληθυσμού των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, η έξυπνη φόρτιση πρέπει να θεωρείται ως απαραίτητο κριτήριο για το μέλλον.

---

## **6.2 Σχεδιασμός για έξυπνη υποδομή φόρτισης**

Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για ηλεκτρικά οχήματα και φορτιστές υπάρχει ανάγκη για ανάπτυξη υποστηρικτικών συστημάτων για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον σχεδιασμό συστημάτων φόρτισης EV που ενσωματώνουν βιώσιμες πηγές ενέργειας, έξυπνους αλγορίθμους ελέγχου και συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Τέτοια συστήματα αποσκοπούν στην πιο αποτελεσματική, αξιόπιστη και φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία φόρτισης, ενώ μειώνουν το φορτίο στο ηλεκτρικό δίκτυο.

### **6.2.1 Πρωτογενείς και δευτερεύουσες πηγές ενέργειας για σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων**

Τα εθνικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας είναι η κύρια πηγή για την πλειονότητα των σταθμών ανεφοδιασμού ηλεκτρικών οχημάτων, όμως με τη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα υπάρξει βοήθεια στην επίλυση μερικών προβλημάτων που σχετίζονται με την επέκταση του δικτύου.

Ο σχεδιασμός έξυπνων σταθμών φόρτισης που ενσωματώνουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απαιτεί την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως η διαθεσιμότητα, η αποθήκευση ενέργειας, το βέλτιστο μέγεθος και η ενσωμάτωση σε υπάρχοντα δίκτυα ή μικροδίκτυα. Οι σταθμοί φόρτισης EV που βασίζονται σε έξυπνα δίκτυα / έξυπνες πόλεις απαιτούν περαιτέρω έρευνα, αφού η τυχαία φύση παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ δυσκολεύει τον έλεγχο της ισχύος εξόδου. Οι σταθμοί φόρτισης μεγάλης χωρητικότητας που βασίζονται σε ΑΠΕ απαιτούν πολύ προσεκτικό σχεδιασμό και βέλτιστο μέγεθος. Σύμφωνα με ερευνητές, προτείνονται διάφορες λύσεις για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, όπως η εξερεύνηση της αποτελεσματικότητας της φωτοβολταϊκής ισχύος στην έξυπνη φόρτιση EV με δυνατότητα V2G, η οποία βελτιώνει τη βιωσιμότητα του μικροδικτύου.

Η πρόβλεψη για την επόμενη μέρα σχετικά με την παραγωγή ηλιακής ενέργειας μπορεί να επιτρέψει στους έξυπνους σταθμούς φόρτισης να προγραμματίσουν εκ των προτέρων και να εξασφαλίσουν τη βέλτιστη ροή ισχύος κατά τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε μικροδίκτυα. Με τα Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας, τα ΑΠΕ και την τεχνολογία V2G μπορεί να γίνει μια βέλτιστη πρόβλεψη ενέργειας για να εξασφαλιστεί ο καλύτερος δυνατός έλεγχος ροής ισχύος, η σταθερότητα του δικτύου, το μειωμένο κόστος φόρτισης και η προσαρμοστικότητα σε πραγματικό χρόνο.

---

Η φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων μέσω της αιολικής ενέργειας χαρακτηρίζεται ως δύσκολη λόγω της ταλαντευτικής φύσης της παραγωγής ανέμου, απαιτώντας εξελιγμένους μηχανισμούς ελέγχου κατά τη διατήρηση μιας συνεπής απόδοσης. Για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, αναπτύχθηκε ένας ασαφές ελεγκτής που στοχεύει στην εξασφάλιση υψηλής ποιότητας απόδοσης ισχύος και στο να ταιριάζει την προσφορά με την ζήτηση.

### **6.2.2 Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας**

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε συνδυασμό με τα Συστήματα Αποθήκευσης Ενέργειας και έξυπνους αλγορίθμους ελέγχου προσφέρουν μια βιώσιμη λύση για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης για φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων (EV) χωρίς την απαίτηση νέων επενδύσεων υποδομής ή δαπανηρών επεκτάσεων του δικτύου. Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας είναι πολύ σημαντικά για την σταθερή και συνεχή λειτουργία των σταθμών γρήγορης φόρτισης DC που απαιτούν υψηλή ισχύ και ρεύμα κατά τη φόρτιση, γεγονός που υπάρχει πιθανότητα να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στο ηλεκτρικό δίκτυο. Ακόμα, το μέγεθος οποιουδήποτε τύπου αποθήκευσης είναι πολύ σημαντικό για τον οικονομικό σχεδιασμό του σταθμού φόρτισης.

### **6.2.3 Ο ρόλος των ηλεκτρονικών ισχύος στη φόρτιση EV**

Οι μετατροπείς ισχύος / ηλεκτρονικοί μετατροπείς κατέχουν έναν αντικατάστατο ρόλο στη διαδικασία φόρτισης, την ρύθμιση ισχύος. Τα σύγχρονα ηλεκτρικά κυκλώματα ισχύος χειρίζονται μεγάλες σειρές ισχύος και βοηθούν στην επιστροφή της αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων. Για την μείωση πίεσης της φόρτισης EV στο ηλεκτρικό δίκτυο έχει αναπτυχθεί υποστηρικτική δομή για ενσωμάτωση και επέκταση ανανεώσιμης ενέργειας μέσω αμφίδρομων μετατροπέων ισχύος σε πολυεπίπεδη διαδοχική διαμόρφωση.

---

#### **6.2.4 Ο ρόλος του Aggregator Agent στην έξυπνη φόρτιση**

Η μαζική ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων σε περιβάλλον με περιορισμένους πόρους είναι ένα αρκετά δύσκολο εγχείρημα. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα και να γίνει η δυνατή η ομαλή ενσωμάτωση των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας και ευκολότερη στα υπάρχοντα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, αναπτύχθηκε η ιδέα του Aggregator Agent. Η δουλειά του είναι να διατηρεί τον διαχειριστή συστήματος διανομής, τον διαχειριστή συστήματος μεταφοράς, τους σταθμούς φόρτισης και τους πελάτες όλους συνδεδεμένους σε ένα ενιαίο δίκτυο. Ακόμα, συγκεντρώνει και ελέγχει τα ηλεκτρικά οχήματα και παρέχει βοηθητικές υπηρεσίες.

Ο σχεδιασμός του αθροιστή (aggregator) είναι προσαρμόσιμος και μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να μειώνει το κόστος φόρτισης από την πλευρά του πελάτη ενώ αυξάνει το κέρδος για τους φορείς εκμετάλλευσης του δικτύου. Ο aggregator agent στο έξυπνο δίκτυο φόρτισης προσαρμόζει τον ρυθμό ισχύος φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων με σκοπό να ανταποκρίνεται στους τεχνικούς περιορισμούς που προκύπτουν. Τα αποτελέσματα του μοντέλου αποκαλύπτουν ότι η εξοικονόμηση κόστους που υπάρχει σε σύγκριση με την ανεξέλεκτη φόρτιση είναι σημαντική.

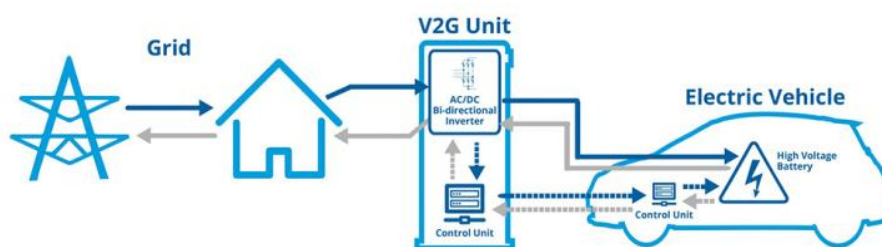
#### **6.2.5 Επικοινωνιακή υποστήριξη και υποδομή για έξυπνη φόρτιση**

Τα συμβατικά συστήματα ισχύος δεν υποστηρίζουν την επικοινωνία σήματος μεταξύ των σταθμών παραγωγής και των πελατών. Εάν η χρεώση του ηλεκτρικού οχήματος γίνει ανεξάρτητα από τις συνθήκες δικτύου ή τα τιμολόγια, ο πελάτης δεν μπορεί να επωφεληθεί από την εξοικονόμηση κόστους. Προκειμένου να βελτιωθεί η αρχιτεκτονική επικοινωνίας για το δίκτυο φόρτισης EV, έχει γίνει πολλή έρευνα, η οποία έχει εντοπίσει πολλά προβλήματα που σχετίζονται με την υποστήριξη επικοινωνίας. Αρχικά, τα χαρακτηριστικά έξυπνης επιλογής είναι το φορτίο δικτύου, η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας EV, το πλαίσιο επικοινωνίας, η υποδομή του φορτιστή EV και οι προηγμένες στρατηγικές ελέγχου. Μέσω ενός πρωτοκόλλου επικοινωνίας με την ονομασία Vehicular ad hoc networks (VANETs) επιτυγχάνεται η υποστήριξη δικτύων μέσω κινητών τηλεφώνων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ VEHICLE TO GRID (V2G)

### 7.1 Περιγραφή της λειτουργίας V2G

Το Vehicle to Grid (V2G) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει στα ηλεκτρικά οχήματα να αλληλεπιδρούν με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, όχι μόνο για τη φόρτιση τους, αλλά και για την παροχή ενέργειας πίσω στο δίκτυο όταν χρειάζεται. Με την τεχνολογία V2G, τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν την δυνατότητα να φορτίζονται όταν η ζήτηση της ενέργειας στο δίκτυο είναι χαμηλή και η τιμή της ενέργειας είναι φθηνή, καθώς και να αποθηκεύει αυτή την ενέργεια στην μπαταρία τους. Απεναντίας, τα οχήματα μπορούν να αποδώσουν ενέργεια πίσω στο δίκτυο όταν η ζήτηση της ενέργειας είναι υψηλή και η τιμή της ενέργειας είναι ακριβή. Η αλληλεπίδραση των ηλεκτρικών οχημάτων με το δίκτυο μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω V2G με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η μονόδρομη ροή ισχύος και ο δεύτερος η αμφίδρομη.



Εικόνα 24: V2G λειτουργία

Πηγή: [athensvoice.gr](http://athensvoice.gr)

#### 7.1.1 Μονόδρομη V2G Λειτουργία

Η μονόδρομη V2G λειτουργία περιλαμβάνει ροή ισχύος μόνο από το δίκτυο προς τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ερμηνεύονται από το δίκτυο ως μπαταρίες που εκφορτίζονται κατά τη χρήση των αυτοκινήτων και φορτίζονται όταν είναι σταθμευμένα και σε σύνδεση με το δίκτυο. Μέσω ενός ελεγκτή, τα οχήματα λαμβάνουν σήματα από τον διαχειριστή του δικτύου, τα οποία αναφέρουν το πότε είναι αναγκαίο να φορτίζονται τα οχήματα και πότε όχι στη διάρκεια της ημέρας. Ειδικότερα, όταν παρουσιάζεται υψηλή ζήτηση ενέργειας τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα σταματάνε την φόρτιση τους, έτσι ώστε να μην υπάρχει επιβάρυνση στο δίκτυο και να προκύπτει μείωση ισχύος αιχμής. Όμως, όταν



---

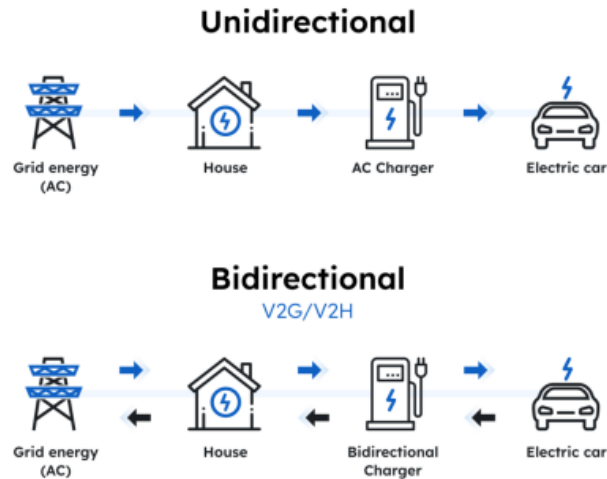
παρουσιάζεται μειωμένη ζήτηση ενέργειας ο διαχειριστής του δικτύου μεταβιβάζει εντολή στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να φορτίσουν με τη μέγιστη δυνατή ισχύ.

### **7.1.2 Αμφίδρομη V2G Λειτουργία**

Στην αμφίδρομη V2G λειτουργία παρουσιάζεται η ροή ισχύος αμφίδρομα μεταξύ του δικτύου και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα σε αυτή τη λειτουργία χαρακτηρίζονται από το δίκτυο ως μπαταρίες, οι οποίες εκφορτίζονται κατά τη διάρκεια χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων, όμως όταν είναι σταθμευμένα μπορούν είτε να φορτίζονται είτε να λειτουργούν ως διεσπαρμένη παραγωγή εκφορτίζοντας ενέργεια προς το δίκτυο. Όταν παρουσιάζεται μεγάλη ζήτηση ενέργειας από το δίκτυο, τα σταθμευμένα ηλεκτρικά οχήματα λαμβάνουν σήμα για την παύση της φόρτισης. Όταν η παραγόμενη ενέργεια είναι λιγότερη της ζήτησης, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δέχονται εντολή να προσφέρουν ένα μέρος της αποθηκευμένης ενέργειας στο δίκτυο, λειτουργώντας εφεδρικά για το σύστημα. Αλλά, όταν παρουσιάζεται μειωμένη ζήτηση ενέργειας, τα ηλεκτρικά οχήματα λαμβάνουν εντολή από τον διαχειριστή του δικτύου να φορτίσουν.

Το αμφίδρομο V2G βοηθά ως προς την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες, χαρακτηρίζεται ως απρόβλεπτη αφού οι συγκεκριμένοι ανανεώσιμοι πόροι εξαρτώνται σε τεράστιο βαθμό από τον καιρό. Η αμφίδρομη V2G λειτουργία χρησιμοποιεί την κινητικότητα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων για να λειτουργήσει ως ενεργειακή αποθήκευση και προμηθευτής για την επίλυση του ζητήματος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η αμφίδρομη V2G λειτουργία αντιμετωπίζει κάποια εμπόδια, όπως το ζήτημα υποβάθμισης της μπαταρίας λόγω των συχνων κύκλων φόρτισης και εκφόρτισης που απαιτούνται από την αμφίδρομη V2G λειτουργία, χαρακτηρίζεται ως περίπλοκη τεχνολογία και έχει υψηλό κατασκευαστικό κόστος.



Εικόνα 25: Μονόδρομη και Αμφίδρομη V2G λειτουργία

Πηγή: ampeco.com

## 7.2 Αρχιτεκτονική του V2G

Η αρχιτεκτονική του V2G αποτελείται από τα παρακάτω :

1. Ηλεκτρικό όχημα : Το ηλεκτρικό όχημα είναι το κύριο συστατικό του συστήματος V2G, διότι παρέχει τη δυνατότητα αποθήκευσης και παροχής ισχύος στο δίκτυο.
  2. Σταθμός φόρτισης : Ο σταθμός φόρτισης είναι ένας φορτιστής ηλεκτρικών αυτοκινήτων που επιτρέπει τη φόρτιση της μπαταρίας του αυτοκινήτου. Στην περίπτωση της λειτουργίας V2G, ο σταθμός φόρτισης έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση και την απόδοση ισχύος στο δίκτυο.
  3. Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας : Το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά και τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές.
  4. Σύστημα διαχείρισης ισχύος : Το σύστημα διαχείρισης ισχύος παρουσιάζεται ως το κεντρικό στοιχείο του V2G. Το σύστημα αυτό διαχειρίζεται τη ροή της ισχύος μεταξύ του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, του σταθμού φόρτισης και του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Κάνει χρήση αλγορίθμων για την διαχείριση της φόρτισης και της αποφόρτισης της μπαταρίας του ηλεκτρικού οχήματος ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Ο βασικός στόχος του συστήματος διαχείρισης ισχύος είναι η επιτυχημένη ισορροπία μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης ισχύος στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η αρχιτεκτονική του V2G επιτρέπει στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να συμβάλλουν στη διατήρηση της σταθερότητας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ την ίδια στιγμή μπορούν να εκμεταλλευτούν τα οικονομικά οφέλη που προσφέρει η συμμετοχή τους στο σύστημα

---

V2G. Η ανάπτυξη του V2G παρουσιάζει σημαντικές επιπτώσεις στην ανανεώσιμη ενέργεια και την αποθήκευση ενέργειας, διότι μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ της προσφοράς και ζήτησης ενέργειας στο δίκτυο. Επιπρόσθετα, το V2G μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, αφού βοηθά στη διαχείριση της μεταβλητότητας της παραγωγής αυτών των πηγών. Ακόμα, η αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες ηλεκτρικών αυτοκινήτων μπορεί να μειώσει την ανάγκη για χρήση παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα και να μειώσει τις εκπομπές αερίων.

Επίσης, η αρχιτεκτονική του V2G περιλαμβάνει ένα σύστημα επικοινωνίας για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του ηλεκτρικού οχήματος, του σταθμού φόρτισης και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το σύστημα δίνει την δυνατότητα στο V2G να μαζεύει πληροφορίες σχετικά με τις ανάγκες της ενέργειας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και να ρυθμίζει τη φόρτιση και την αποφόρτιση της μπαταρίας του οχήματος σύμφωνα με τις ανάγκες αυτού του δικτύου.

Επιπλέον, η αρχιτεκτονική του V2G έχει έναν κεντρικό συντονιστή, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση της φόρτισης και της αποφόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων στο δίκτυο. Ο κεντρικός συντονιστής ρυθμίζει τη φόρτιση και την αποφόρτιση των μπαταριών ανάλογα με τις ανάγκες που έχει το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και τις προτεραιότητες των χρηστών. Για την επίτευξη της αλληλεπίδρασης μεταξύ του V2G και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, απαιτούνται κατάλληλα πρότυπα και πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ένα από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιείται συχνά είναι το Open Charge Point Protocol (OCPP).

### ***7.2.1 Το πρωτόκολλο Open Charge Point Protocol (OCPP)***

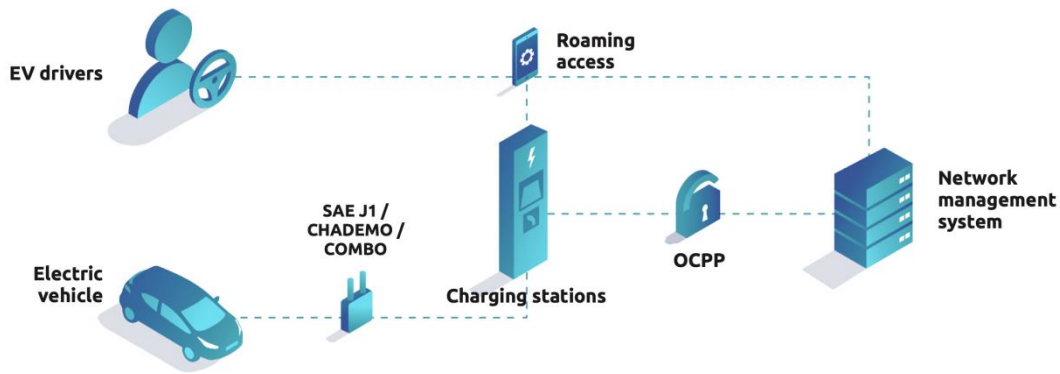
Το Open Charge Point Protocol (OCPP) είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ φορτιστών ηλεκτρικών οχημάτων και συστημάτων διαχείρισης φόρτισης. Το πρωτόκολλο αυτό εξασφαλίζει αμοιβαία συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών παρόχων φόρτισης και ηλεκτρικών οχημάτων. Ο σκοπός του OCPP είναι η παροχή ενός κοινού πρότυπου για την επικοινωνία μεταξύ των σταθμών φόρτισης και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή τους. Έτσι, διευκολύνεται η αμοιβαία αναγνώριση, ο έλεγχος και η διαχείριση της φόρτισης. Το πρωτόκολλο OCPP υποστηρίζει αρκετές λειτουργίες, όπως :

- 
1. Σύνδεση και διαπίστευση : Το OCPP παρέχει μηχανισμούς για την ασφαλή σύνδεση και διαπίστευση μεταξύ του φορτιστή και του ηλεκτρικού οχήματος
  2. Έναρξη και διακοπής φόρτισης : Μέσω του πρωτοκόλλου, ο φορτιστής μπορεί να στείλει εντολές στο ηλεκτρικό όχημα για να ξεκινήσει ή να διακόψει τη φόρτιση, αλλά και να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα της ενέργειας που ενδέχεται να φορτίσει.
  3. Παρακολούθηση και διαχείριση της φόρτισης : Το OCPP επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση της φόρτισης, το επίπεδο της μπαταρίας και τον ρυθμό φόρτισης. Έτσι, ο πάροχος φόρτισης μπορεί να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται τη φόρτιση για πολλαπλά ηλεκτρικά οχήματα ταυτόχρονα.
  4. Αναφορές και στατιστικά : Το Open Charge Point Protocol επιτρέπει την ανταλλαγή αναφορών και στατιστικών δεδομένων που αφορούν τη χρήση του φορτιστή και την ενέργεια που έχει φορτιστεί, παρέχοντας έτσι αναλυτικές πληροφορίες για τη χρήση και την απόδοση του φορτιστή, καθώς και για την επίλυση πιθανών προβλημάτων και την αποτελεσματική διαχείριση του δικτύου φόρτισης.

Το OCPP έχει διάφορες εκδόσεις με διαφορετικές δυνατότητες και επεκτάσεις, που έχουν ως στόχο την εξέλιξη και βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ φορτιστών και ηλεκτρικών οχημάτων. Οι πιο γνωστές εκδόσεις του OCPP είναι :

- i. OCPP 1.5 : Αποτελεί την αρχική έκδοση του πρωτοκόλλου, που παρέχει τις βασικές λειτουργίες για τη σύνδεση, την έναρξη και τη διακοπή της φόρτισης.
- ii. OCPP 1.6 : Αυτή η έκδοση προσθέτει επιπλέον λειτουργίες, όπως τη δυνατότητα παρακολούθησης της φόρτισης, την ανταλλαγή αναφορών και τη δυνατότητα εκτέλεσης εντολών ρύθμισης.
- iii. OCPP 2.0 : Είναι μια πιο προηγμένη έκδοση που προσθέτει πληθώρα νέων δυνατοτήτων και επεκτάσεων, όπως τη δυνατότητα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την υποστήριξη V2G λειτουργιών, τη διαχείριση αποστολής ενέργειας πίσω στο δίκτυο κ.ά.

Το OCPP παρέχει πολλαπλά πλεονεκτήματα στον τομέα της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, όπως η δυνατότητα αξιόπιστης παρακολούθησης και διαχείρισης της φόρτισης, καθώς και η υποστήριξη για V2G λειτουργίες. Με την ανάπτυξη και την εξέλιξη του OCPP σε νεότερες εκδόσεις, αναμένεται να γίνει προώθηση της ανάπτυξης του φορτιστικού υποδομής για ηλεκτρικά οχήματα, ενισχύοντας την αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων με ηλεκτρικά.



**Εικόνα 26: OPEN CHARGE POINT PROTOCOL (OCPP)**

**Πηγή: [makeasmartcity.com](http://makeasmartcity.com)**

### **7.3 V2G και ηλιακή ενέργεια**

Η στρατηγική χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων για την μεταφορά ενέργειας από αυτά προς το δίκτυο σε ένα έξυπνο περιβάλλον δικτύου, έχει την δυνατότητα να προσφέρει υποστήριξη στο δίκτυο διανομής και παρουσιάζει μια καινούρια ευκαιρία εσόδων για τους χρήστες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη φόρτιση των μπαταριών του ηλεκτρικού αυτοκινήτου μέσω μιας ηλιακής φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Έτσι, μπορεί να υπάρξει μείωση του κόστους φόρτισης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου και να παρουσιαστεί λύση στην αποφυγή της χρήσης ενέργειας από πηγές ενέργειας με μεγάλο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Το V2G με την συμμετοχή της ηλιακής ενέργειας, μπορεί να παρουσιάσει μια ακόμα μεγαλύτερη ανεξαρτησία από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας και ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα, υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία στο δίκτυο, αφού η ενέργεια που αποθηκεύεται στις μπαταρίες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων μπορεί να αποδεσμευθεί στο δίκτυο κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ζήτησης ή κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής παραγωγής ηλιακής ενέργειας. Μέσω της ηλιακής ενέργειας και του V2G, παρουσιάζεται μείωση του αντίκτυπου των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο περιβάλλον και ενίσχυση της αποδοτικότητας του συστήματος ενέργειας, καθώς μειώνει την ανάγκη για μεγαλύτερες επενδύσεις στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς η τεχνολογία V2G έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει ως αποθήκη ενέργειας για το δίκτυο, μειώνοντας την ανάγκη για μεγαλύτερα αποθηκευτικά συστήματα.

Επιπρόσθετα, η συνδυασμένη χρήση του V2G και της ηλιακής ενέργειας δημιουργεί νέες ευκαιρίες για τους καταναλωτές για όφελος από την αγορά ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα,

---

δίνοντας την δυνατότητα στους καταναλωτές για πώληση της ενέργειας που αποθηκεύεται στις μπαταρίες των ηλεκτρικών τους αυτοκινήτων σε περιόδους αιχμής ζήτησης ή παρουσιάζοντας την ευκαιρία για συμμετοχή σε προγράμματα ευελιξίας του δικτύου, λαμβάνοντας αμοιβές για τη συνεισφορά τους στην ευστάθεια του συστήματος.

Ωστόσο, με τον συνδυασμό του V2G και της ηλιακής ενέργειας παρουσιάζονται και κάποιες προκλήσεις. Η αποδοτικότητα της τεχνολογίας του V2G εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που συμμετέχουν στο σύστημα. Δηλαδή, μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα κλιμάκωσης, μιας και η ανάπτυξη του δικτύου V2G και η συνακολούθησα αύξηση του αριθμού των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που συμμετέχουν στο σύστημα μπορεί να απαιτήσει μεγάλες επενδύσεις στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής ενέργειας. Επιπλέον, η ηλιακή ενέργεια είναι μια μεταβλητή πηγή ενέργειας, καθώς η παραγωγή ενέργειας από ηλιακά πάνελ εξαρτάται από την ένταση του ήλιου. Αυτό σημαίνει, πως η παραγωγή ηλιακής ενέργειας μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με την ώρα της ημέρας, τις καιρικές συνθήκες και την εποχή. Το V2G και η ηλιακή ενέργεια απαιτούν την ανάπτυξη εξειδικευμένων λογισμικών που θα προβλέπουν την παραγωγή ηλιακής ενέργειας και θα έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζουν ανάλογα τη φόρτιση και την εκφόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Παρόλα αυτά, παρουσιάζονται και σημαντικά πλεονεκτήματα στον τομέα της ενέργειας. Η χρήση αυτής της τεχνολογίας μειώνει τον κίνδυνο περιβαλλοντικής ρύπανσης και βοηθάει στη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Επίσης, συμβάλλει στη δημιουργία πιο αποδοτικών, αξιόπιστων και βιώσιμων συστημάτων ενέργειας για το μέλλον. Ένα πιθανό σενάριο για τη χρήση V2G και ηλιακής ενέργειας είναι η δημιουργία ενός δικτύου μικρο-παραγωγών ηλιακής ενέργειας που θα συνδέεται με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Τα ηλεκτρικά οχήματα θα φορτίζονται από το δίκτυο ηλιακής ενέργειας και θα παραμένουν συνδεδεμένα στο δίκτυο όταν δεν χρησιμοποιούνται, παρέχοντας έτσι μεγαλύτερη αποθηκευτική χωρητικότητα στο σύστημα. Επιπλέον, η συνδυασμένη χρήση V2G και ηλιακής ενέργειας μπορεί να βοηθήσει στην εξομάλυνση της διακυμάνσεων παραγωγής ηλιακής ενέργειας, αφού τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να εκφορτίζουν ενέργεια στο δίκτυο όταν η παραγωγή ηλιακής ενέργειας είναι υψηλή και να φορτίζονται από το δίκτυο όταν η παραγωγή είναι χαμηλή. Έτσι, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιείται σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό.

Τέλος, η συνδυασμένη χρήση της τεχνολογίας V2G και της ηλιακής ενέργειας αποτελεί μια υποσχόμενη εναλλακτική λύση για παραγωγή και χρήση καθαρής ενέργειας συμβάλλοντας στη δημιουργία ενός πιο αειφόρου και βιώσιμου συστήματος ενέργειας. Παρουσιάζεται ως θετικό αντίκτυπο στην οικονομία, καθώς μπορεί να συμβάλλει στη μείωση του κόστους

---

ενέργειας και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στον τομέα της ανανεώσιμης ενέργειας και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.



**Εικόνα 27: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σε σημείο φόρτισης**

**Πηγή: kathimerini.gr**

#### ***7.4 V2G και αιολική ενέργεια***

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που παράγεται από τη ροή του αέρα που κινεί τις ανεμογεννήτριες. Η ενέργεια αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για να τροφοδοτήσει το δίκτυο ή να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. Ωστόσο, η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι εξαρτημένη από τις καιρικές συνθήκες και ο έλεγχος της είναι δύσκολος. Επιπλέον, παράγεται συνήθως σε περιόδους χαμηλής ζήτησης ενέργειας, ενώ η μέγιστη ζήτηση ενέργειας συμβαίνει κατά τις ώρες αιχμής. Συνδυάζοντας το V2G με την αιολική ενέργεια, δημιουργείται ένα σύστημα που επιτρέπει την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας από τις ανεμογεννήτριες στις μπαταρίες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Αυτό βοηθάει στην εξισορρόπηση της ζήτησης ενέργειας, της παραγωγής, στη μείωση των αναγκών για ενεργοποίηση παραγωγικών μονάδων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα και στην βελτίωση της ολοκληρωμένης απόδοσης του συστήματος ενέργειας.

Ο συνδυασμός V2G και αιολικής ενέργειας αποτελεί μια πρόκληση, καθώς αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με μελέτες για αυτό το θέμα. Η χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε συστήματα ισχύος μαζί με την αιολική ενέργεια, έχει αναφερθεί πως είναι η ιδανική για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών, ειδικά σε απομονωμένα δίκτυα.

---

Γενικότερα, η ισχύς που παράγεται από τα συστήματα αιολικής ενέργειας, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι V2G υπηρεσίες, εμφανίζει μεγάλη ανομοιομορφία μεταξύ της προβλεπόμενης ισχύος και της κατανάλωσης σε μια μέρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το πλεόνασμα ισχύος που παράγεται, δεν καταναλώνεται από τα διαθέσιμα φορτία. Αντιθέτως, με τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων η απόδοση είναι πιο βελτιωμένη, αφού η διαδικασία φόρτισης και εκφόρτισης δίνει την απαιτούμενη ισχύ στο δίκτυο. Επιπλέον, ο έξυπνος προγραμματισμός φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, έχει την δυνατότητα να μειώσει σημαντικά το λειτουργικό κόστος των συστημάτων ισχύος και να εξισορροπήσει τις τεράστιες διακυμάνσεις που συναντώνται στις γεννήτριες αιολικής ενέργειας.



**Εικόνα 28: Εγκατάσταση ανεμογεννητριών**

**Πηγή: [naftemporiki.gr](http://naftemporiki.gr)**

### **7.5 Στρατηγικές διαχείρισης του V2G**

Η ορθή διαχείριση ενός δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από το πόσο καλά ο διαχειριστής μπορεί να εξισορροπήσει την προσφορά που του παρουσιάζεται. Μέσω του V2G, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελούν ένα είδος τεχνολογίας που συμβάλλει σε υπηρεσίες ευελιξίας όταν υπάρχει ζήτηση, αφού έχουν μεγάλες μπαταρίες που συγκαταλέγονται στα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Οι μπαταρίες αυτές αποτελούν μια μορφή αποθήκευσης ενέργειας η οποία είναι κινητή, κάτι που τις κάνει να ξεχωρίζει από τις στατικές μορφές ενέργειας που έχουν ενσωματωθεί στο δίκτυο. Για να επιτευχθεί η αποσυμφόρηση του δικτύου ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει διάφορα μοντέλα για την διαχείριση του V2G με τα πιο σημαντικά να είναι η κεντρική διαχείριση V2G, η αποκεντρωμένη διαχείριση V2G και η ιεραρχική διαχείριση V2G.



---

### **7.5.1 Κεντρική διαχείριση V2G**

Το κεντρικό V2G είναι η τρέχουσα αρχιτεκτονική του δικτύου διανομής, όπου ο διαχειριστής δικτύου είναι αρμόδιος για τη διασφάλιση της αξιόπιστης και ασφαλούς λειτουργίας του. Ο διαχειριστής έρχεται σε επικοινωνία με τις εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας και κάνει έλεγχο των γεννητριών σύμφωνα με τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, αυτή η αρχιτεκτονική έχει υψηλό κόστος, καθώς μερικές ειδικές γεννήτριες, όπως οι βοηθητικές εγκαταστάσεις και οι εφεδρικές γεννήτριες, πρέπει να προστεθούν για την αντιμετώπιση ασυνήθιστων καταστάσεων, όπως είναι η πτώση τάσης. Επιτυγχάνοντας συντονισμό ανάμεσα στα ηλεκτρικά δίκτυα και στους σταθμούς φόρτισης μπορεί να παρουσιαστεί μία ρύθμιση του φορτίου αιχμής κατά την διάρκεια φόρτισης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, θα υπάρξει βελτίωση στο ποσοστό χρησιμοποίησης των στοιχείων του δικτύου, αλλά και θα αυξηθούν τα έσοδα από την πώληση ισχύος.

### **7.5.2 Αποκεντρωμένη διαχείριση V2G**

Συχνά, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι διασκορπισμένα παντού και δεν μπορούν να διαχειριστούν από την κεντρική διαχείριση. Για αυτό τον λόγο, ένας τύπος διαχείρισης έξυπνου δικτύου είναι η αποκεντρωμένη διαχείριση V2G. Με την σωστή χρήση του έξυπνου δικτύου και διάφορων τεχνολογιών όπως η μαζική χρήση δεδομένων, ο διαχειριστής έχει την δυνατότητα να συγκεντρώσει τις πληροφορίες που χρειάζονται και να κάνει έλεγχο στις συσκευές, λαμβάνοντας πάντα την άδεια των χρηστών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Παρόλα αυτά, το δίκτυο ισχύος διανομής θα υποδιαιρεθεί σε πολλά μικροδίκτυα για να λάβει τον συγχρονισμό φόρτισης-εκφόρτισης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι αθροιστές θα σημειώσουν εξέλιξη στους χειριστές των μικροδικτύων, οι οποίοι θα προσφέρουν στο δίκτυο βοηθητικές υπηρεσίες.

### **7.5.3 Ιεραρχική διαχείριση V2G**

Η ιεραρχική διαχείριση V2G είναι ένας συνδυασμός αποκεντρωμένης διαχείρισης και κεντρικής διαχείρισης. Ο διαχειριστής δικτύου διαλέγει αυτή την διαχείριση ως συμβιβαστικό τρόπο για την αντιμετώπιση του αυξανόμενου ασταθούς φορτίου και των διακοπόμενων πηγών ισχύος, εξαιτίας του υψηλού κόστους που παρουσιάζει η κεντρική διαχείριση. Το

---

δίκτυο τροφοδοσίας δεν είναι τόσο έξυπνο για να καταφέρει να πάρει πληροφορίες που σχετίζονται με τις συναλλαγές υπηρεσιών V2G και ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Με την χρήση ενός ενδιάμεσου πράκτορα πραγματοποιείται ο συντονισμός των χρηστών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων για να συμμετάσχουν σε υπηρεσίες V2G και να μεταφερθεί η ευθύνη της φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε αθροιστές, όπου εκεί το δίκτυο θα πρέπει να διαχειριστεί έναν περιορισμένο αριθμό αθροιστών αντί για έναν τεράστιο αριθμό ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

### **7.6 Τεχνικές προδιαγραφές και νομικές απαιτήσεις για το V2G**

Για την υλοποίηση της τεχνολογίας Vehicle to Grid (V2G) απαιτούνται τόσο τεχνικές προδιαγραφές όσο και νομικές απαιτήσεις. Παρακάτω θα αναλύσουμε κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία.

Τεχνικές προδιαγραφές:

#### 1) Επικοινωνία και πρωτόκολλα

- Πρωτόκολλα επικοινωνίας : Είναι σημαντικό να υπάρχουν πρωτόκολλα επικοινωνίας για τη συνεργασία μεταξύ των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, των φορτιστών EV και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά τα πρωτόκολλα επιτρέπουν την ασφαλή και αξιόπιστη αμφίδρομη επικοινωνία για την ανταλλαγή δεδομένων και εντολών μεταξύ των συσκευών.
- Τυποποίηση πρωτοκόλλων : Το V2G χρειάζεται πρωτόκολλα επικοινωνίας για τη διασφάλιση της συμβατότητας μεταξύ των διαφορετικών οχημάτων και δικτύων. Τα πρωτόκολλα τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν το Open Charge Point Protocol (OCPP) και το ISO/IEC 15118, τα οποία καθορίζουν τους κανόνες για την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των αυτοκινήτων και των φορτιστών EV.
- Κανάλια επικοινωνίας : Απαιτείται η ύπαρξη καναλιών επικοινωνίας για τη σύνδεση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με τους φορτιστές EV και το δίκτυο. Τα κανάλια αυτά μπορούν να είναι ασύρματα (όπως Wi-Fi ή Bluetooth) ή ενσύρματα (όπως Ethernet).

#### 2) Διαχείριση ενέργειας

- Συστήματα διαχείρισης φόρτισης : Οι φορτιστές EV πρέπει να ενσωματώνουν συστήματα διαχείρισης φόρτισης που να επιτρέπουν τον έλεγχο του ρυθμού φόρτισης,

---

την προγραμματισμένη φόρτιση και τη διανομή της ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες του οχήματος και του δικτύου. Αυτό επιτρέπει την αποφυγή υπερφόρτισης του δικτύου και την βέλτιστη χρήση της διαθέσιμης ενέργειας.

- Ενεργειακά πρότυπα : Υπάρχουν πρότυπα που καθορίζουν τις τεχνικές προδιαγραφές για τη διαχείριση της ενέργειας στην τεχνολογία V2G. Αυτά τα πρότυπα περιλαμβάνουν το πρότυπο IEC 61850 και το πρότυπο IEEE 2030.5, τα οποία καθορίζουν τους κανόνες για την αλληλεπίδραση μεταξύ του δικτύου και των οχημάτων.

### 3) Υποδομή φόρτισης

- Αρχιτεκτονική δικτύου : Για να υλοποιηθεί η τεχνολογία V2G χρειάζεται η διαμόρφωση μιας κατάλληλης αρχιτεκτονικής δικτύου. Η αρχιτεκτονική αυτή περιλαμβάνει την εγκατάσταση φορτιστών V2G σε κατάλληλα σημεία του δικτύου, τη διασύνδεση των φορτιστών με το δίκτυο ενέργειας, καθώς και τη δημιουργία της αναγκαίας υποδομής για τη διαχείριση των δεδομένων και των ενεργειακών ροών.
- Φορτιστές V2G : Απαιτείται να υπάρχουν ειδικές φορτιστές V2G που να υποστηρίζουν την αμφίδρομη ροή ενέργειας. Αυτοί οι φορτιστές πρέπει να ελέγχουν τη φόρτιση και την εκφόρτιση των αυτοκινήτων, να παρέχουν ασφαλείς συνδέσεις με τα αυτοκίνητα και να διαχειρίζονται την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους και του δικτύου.

### 4) Προδιαγραφές χαρακτηριστικών οχήματος

- Ηλεκτρικά οχήματα V2G: Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων οφείλουν να αναπροσαρμόσουν τα ηλεκτρικά οχήματα έτσι ώστε να υποστηρίζουν τη λειτουργία V2G. Αυτό περιλαμβάνει την εγκατάσταση ειδικών συστημάτων ελέγχου και επικοινωνίας που θα κάνουν δυνατή τη συμμετοχή του οχήματος στο δίκτυο.

### 5) Προδιαγραφές ασφάλειας

- Ασφάλεια οχήματος : Χρειάζεται να θεσπιστούν προδιαγραφές ασφάλειας για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα που συμμετέχουν στην τεχνολογία V2G. Οι προδιαγραφές αυτές πρέπει να εξασφαλίζουν ασφάλεια του οχήματος κατά τη διάρκεια της αμφίδρομης ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει την προστασία από βραχυκυκλώματα, υπερφόρτωση, υπερθέρμανση και άλλα προβλήματα που ίσως προκύψουν κατά τη διαδικασία της φόρτισης και της εκφόρτισης.
- Ασφάλεια δικτύου : Η λήψη μέτρων για την ασφάλεια του δικτύου κατά τη διάρκεια της αμφίδρομης ενέργειας είναι απαραίτητη. Έτσι, υπάρχει προστασία από επιθέσεις χάκερ και από ατυχήματα που μπορεί να προκληθούν.

---

Νομικές απαιτήσεις:

- 1) Πρότυπα και πιστοποιήσεις : Για την ρύθμιση λειτουργίας της τεχνολογίας V2G υπάρχουν πιστοποιήσεις και πρότυπα τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν τη συμμόρφωση με τα πρότυπα ασφαλείας, την πιστοποίηση των φορτιστών V2G και την προστασία των δεδομένων που σχετίζονται με την ιδιωτικότητα και την ενέργεια.
- 2) Νομοθεσία και ρύθμιση : Η ύπαρξη νομικών κανονισμών που διέπουν την εφαρμογή της τεχνολογίας V2G αφορούν την ασφάλεια του δικτύου, τη διαχείριση της ενέργειας, την αμοιβή για τη συμμετοχή των οχημάτων στο V2G και την προστασία των καταναλωτών.
- 3) Συμβάσεις και δικαιώματα : Οι νομικές απαιτήσεις περιλαμβάνουν τη σύναψη συμβάσεων μεταξύ των ενεργειακών παροχών, των φορτιστών V2G και των καταναλωτών. Οι συμβάσεις ορίζουν τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματα των εμπλεκόμενων μερών, τις συνθήκες χρήσης του δικτύου και τους όρους πληρωμής για την παροχή και λήψη ενέργειας.
- 4) Προστασία δεδομένων : Το V2G συνεπάγεται τη συλλογή, επεξεργασία και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των αυτοκινήτων, των φορτιστών και του δικτύου ενέργειας. Οφείλουν να τηρούνται προδιαγραφές προστασίας δεδομένων για την προστασία της ιδιωτικότητας και για την ασφάλεια των προσωπικών πληροφοριών.
- 5) Αμοιβή και οικονομικά ζητήματα : Ένα πολύ σημαντικό θέμα είναι η αμοιβή για τη συμμετοχή των αυτοκινήτων στο V2G. Είναι αναγκαίο να καθοριστούν οι όροι πληρωμής, οι τιμές ενέργειας και οι μηχανισμοί αμοιβής για την παροχή ενέργειας από τα αυτοκίνητα στο δίκτυο ή την αντιστροφή της ροής ενέργειας κατά τη φόρτιση των οχημάτων.

Συνολικά, η επιτυχής υλοποίηση της τεχνολογίας V2G εξαρτάται από την υποστήριξη και τη ρύθμιση από τις αρμόδιες αρχές και οργανισμούς. Οι κυβερνητικές πολιτικές, τα οικονομικά κίνητρα και οι κανονισμοί μπορούν να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην προώθηση της τεχνολογίας V2G. Οι κυβερνήσεις μπορούν να εισάγουν κίνητρα και επιδοτήσεις για την ανάπτυξη της υποδομής V2G, να θεσπίσουν πολιτικές που αποσκοπούν στην προώθηση υιοθέτησης της τεχνολογίας και να ενθαρρύνουν τη συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών.

---

## 7.7 Πλεονεκτήματα V2G

Η τεχνολογία V2G είναι ένας ερευνητικός τομέας με τεράστιο ενδιαφέρον, αφού υπάρχουν διάφορες εφαρμογές για να πραγματοποιήσουν την αλληλεπίδραση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου με το έξυπνο δίκτυο. Το V2G προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στον κλάδο των οχημάτων ηλεκτρικής κίνησης και του ηλεκτρικού δικτύου. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας V2G είναι τα εξής:

1. Μείωση του κόστους ενέργειας : Η τεχνολογία V2G επιτρέπει στους καταναλωτές να πουλήσουν την ενέργεια που έχουν αποθηκευμένη στα ηλεκτρικά τους οχήματα πίσω στο δίκτυο όταν δεν την χρησιμοποιούν. Έτσι, μειώνεται το κόστος της ενέργειας για τους καταναλωτές, διότι η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι φθηνότερη από την παραγωγή ενέργειας από παραδοσιακές πηγές.
2. Μείωση του κόστους φόρτισης : Με την τεχνολογία V2G, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να φορτίζουν τις μπαταρίες τους κατά τις ώρες χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, όταν το κόστος της ενέργειας είναι χαμηλότερο.
3. Ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού συστήματος : Το V2G βοηθάει στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού συστήματος, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση της κατανάλωσης ενέργειας κατά τις ώρες αιχμής. Με τη βοήθεια που παρουσιάζει το V2G, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να αποθηκεύσουν ενέργεια κατά τις ώρες χαμηλής κατανάλωσης και να τη χρησιμοποιήσουν κατά τις ώρες αιχμής, όταν η ζήτηση για ενέργεια είναι υψηλότερη. Έτσι, υπάρχει αποφυγή ενεργειακών αποκλεισμών και μείωσή της ανάγκης για την κατασκευή νέων ενεργειακών υποδομών.
4. Προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας : Η τεχνολογία V2G βοηθάει στην προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές συχνά δεν συνδέεται άμεσα με τη ζήτηση ενέργειας. Με το V2G, η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αξιοποιείται καλύτερα, διότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποθηκεύουν την ενέργεια που παράγεται από τις ανανεώσιμες πηγές και την παραδίδουν στο δίκτυο όταν αυτό την χρειάζεται περισσότερο.
5. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου : Το V2G βοηθάει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, διότι επιτρέπει στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να λειτουργούν με περισσότερη αποδοτικότητα και να μειώσουν την ανάγκη για χρήση οχημάτων που καταναλώνουν πετρέλαια ή άλλα ορυκτά καύσιμα. Επιπρόσθετα, η χρήση τεχνολογικών οχημάτων βοηθάει στην μείωση του διοξειδίου του άνθρακα, του μονοξειδίου

---

του αζώτου και άλλων επιβλαβών αερίων που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα που καταναλώνουν ορυκτά καύσιμα.

6. Βελτιωμένη απόδοση του δικτύου : Η τεχνολογία V2G βοηθάει στην αποφόρτιση του ηλεκτρικού δικτύου κατά τις ώρες αιχμής, προσφέροντας μια πηγή επιπλέον ενέργειας. Ακόμα, βελτιώνει την σταθερότητα του δικτύου, καθώς η επιστροφή ενέργειας στο δίκτυο από τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να συμβάλλει στη διατήρηση της σταθερότητας της τάσης στο δίκτυο και στην αντιστάθμιση των διακυμάνσεων της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

7. Πρόσθετη πηγή εσόδων για τους κατόχους ηλεκτρικών οχημάτων : Η αγορά της στρεφόμενης εφεδρείας, μπορεί να είναι προσοδοφόρα για τους χρήστες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που συμμετέχουν στη V2G λειτουργία, αφού θα μπορούν να πληρώνονται ως στρεφόμενη εφεδρεία για αρκετές ώρες, απλά με το να διατηρούν τα αυτοκίνητα τους συνδεδεμένα στο δίκτυο, χωρίς γενικότερα να παράγουν πραγματική ενέργεια και να αποφορτίζουν τους συσσωρευτές τους. Δηλαδή, θα πληρώνονται απλά για να προσφέρουν ενέργεια, όταν αυτό χρειαστεί, κάτι που στα σωστά διαμορφωμένα δίκτυα δεν είναι τόσο συχνό φαινόμενο. Άρα, το κόστος που σχετίζεται με τη φθορά του συσσωρευτή είναι αρκετά περιορισμένο, ενώ τα κέρδη από την συμμετοχή στην αγορά έχουν πιθανότητες να είναι πολύ αυξημένα.

8. Αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων : Η χρήση του V2G αυξάνει την ανταγωνιστικότητα των ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με τα οχήματα που κάνουν χρήση συμβατικών καυσίμων, επειδή προσφέρει στους καταναλωτές μια επιπλέον πηγή εισοδήματος και καθιστά την χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων πιο οικονομικά αποδοτική.

9. Βελτιωμένη διαχείριση της ζήτησης ενέργειας : Η τεχνολογία V2G έχει την δυνατότητα να βελτιώσει την διαχείριση της ζήτησης ενέργειας, διότι διαχειρίζεται την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και ευελιξία.

10. Ενδυνάμωση της αποθήκευσης ενέργειας : Οι μπαταρίες των ηλεκτρικών οχημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και για παροχή ενέργειας στο δίκτυο κατά τις ώρες αιχμής.

---

## 7.8 Μειονεκτήματα

Παρόλο που η τεχνολογία V2G έχει πολλά πλεονεκτήματα, υπάρχουν και μειονεκτήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Μερικά από τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν :

1. Υψηλό κόστος εγκατάστασης : Η εγκατάσταση του απαιτούμενου εξοπλισμού για την σύνδεση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με το δίκτυο μπορεί να είναι δαπανηρή.
2. Περιορισμένη διαθεσιμότητα του αυτοκινήτου : Η χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων για την παραγωγή ενέργειας μπορεί να περιορίζει τη διαθεσιμότητα τους για μεταφορική χρήση.
3. Αστάθεια του δικτύου : Η παραγωγή ενέργειας από τα ηλεκτρικά οχήματα έχει την δυνατότητα να προκαλέσει αστάθειες στο δίκτυο.
4. Μείωση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας : Η συχνή αποφόρτιση και φόρτιση της μπαταρίας του αυτοκινήτου για τη συμμετοχή στην V2G τεχνολογία μπορεί να οδηγήσει στη μείωση διάρκειας ζωής της μπαταρίας.
5. Περιορισμένη αξιοπιστία επειδή είναι μια νέα τεχνολογία και δεν έχει ακόμα αποδειχθεί η αξιοπιστία της σε μεγάλη κλίμακα.
6. Προβλήματα ασφάλειας : Η σύνδεση του αυτοκινήτου με το δίκτυο έχει πιθανότητες να αποτελέσει μια ευκαιρία για κακόβουλους επιτιθέμενους να εισβάλλουν στο δίκτυο με σκοπό να προκαλέσουν προβλήματα ασφάλειας.
7. Προκλήσεις στον τομέα της ρύθμισης : Οι ρυθμιστικές αρχές πρέπει να αναθεωρήσουν και να ενημερώσουν τους κανονισμούς τους για να διαχειρίζονται τη συμμετοχή των αυτοκινήτων στο V2G και να υπάρχει διασφάλιση της αξιοπιστίας και της ασφάλειας του συστήματος.
8. Τεχνολογικές προκλήσεις : Απαιτούνται προηγμένες τεχνολογίες και συστήματα που θα μπορούν να διαχειρίζονται την διακίνηση ενέργειας μεταξύ του δικτύου και των οχημάτων.
9. Προβλήματα συμβατότητας : Οι διαφορετικοί τύποι μπαταριών και των αρχιτεκτονικών φορτιστών μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα συμβατότητας με το δίκτυο και άλλους συνδεδεμένους εξοπλισμούς.
10. Οικονομική βιωσιμότητα : Η επένδυση στην τεχνολογία V2G απαιτεί σημαντικό κόστος, το οποίο πρέπει να ανταποκρίνεται σε τελικό κέρδος για τους εμπλεκόμενους φορείς, όπως είναι οι κατασκευαστές αυτοκινήτων, οι καταναλωτές, οι πάροχοι ενέργειας και οι ρυθμιστικές αρχές.

Εν κατακλείδι, η τεχνολογία V2G αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη και καινοτόμο λύση για την αντιμετώπιση προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής και της ενεργειακής ανεξαρτησίας. Ωστόσο, η επιτυχία της εξαρτάται από την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων-

---

μειονεκτημάτων και την ανάπτυξη ενός αποδοτικού, αξιόπιστου και οικονομικά βιώσιμου συστήματος V2G.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική μελετήθηκε η έξυπνη φόρτιση (smart charging) ηλεκτρικών οχημάτων (Evs) με την είσοδο των Ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και η προοπτική του V2G. Αρχικά, παρουσιάστηκε η ιστορία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, από το παρελθόν μέχρι και σήμερα, αλλά και για το τι ισχύει στην ελληνική και στην παγκόσμια αγορά. Όσον αφορά την χώρα μας, υπάρχει αύξηση των πωλήσεων, καθώς το ενδιαφέρον για ηλεκτρικά αυτοκίνητα αυξήθηκε σημαντικά, έχοντας μεγάλο ενδιαφέρον από τους καταναλωτές και την επιχειρηματική κοινότητα. Το κράτος παρείχε διάφορα κίνητρα και επιδοτήσεις για την αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όπως η ελεύθερη πρόσβαση στο κέντρο των πόλεων, φορολογικές ελαφρύνσεις και επιδοτήσεις για την αγορά ή εγκατάσταση σταθμών φόρτισης. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν ο όρος του ηλεκτρικού αυτοκινήτου και οι κατηγορίες των ηλεκτρικών οχημάτων. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αναμένεται να παίξουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον της αυτοκινητοβιομηχανίας και της μετάβασης σε πιο βιώσιμες μορφές κινητήρων. Έπειτα, ακολούθησαν οι πηγές ενέργειας με τις οποίες το αυτοκίνητο μπορεί να κινηθεί, με τις μπαταρίες ιόντων λιθίου να είναι η πιο διάσημη και κυρίαρχη επιλογή. Βέβαια, η τεχνολογία των συσσωρευτών συνεχίζει να εξελίσσεται αναμένοντας πολλές βελτιώσεις. Οι εταιρείες επιδιώκουν τη βελτίωση της απόδοσης των συσσωρευτών, έχοντας ως στόχο την μεγαλύτερη αυτονομία στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και μείωση χρόνου φόρτισης. Οι επιστημονικές έρευνες επικεντρώνονται στην ανάπτυξη γρηγορότερων και πιο αποδοτικών τεχνικών φόρτισης, όπως η γρήγορη φόρτιση υψηλής ισχύος. Γενικότερα, στο μέλλον αναμένεται να δούμε συσσωρευτές με αυξημένη απόδοση, γρηγορότερους ρυθμούς φόρτισης και βελτιωμένες τεχνολογίες που θα βοηθήσουν στην εξέλιξη των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Η κοινή γνώμη σχετικά με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα διαφέρει ανάλογα με τη χώρα, την περιοχή και τις προσωπικές απόψεις των ανθρώπων, όμως η χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Από την άλλη, υπάρχουν αρκετά μειονεκτήματα που πρέπει να λυθούν έτσι ώστε τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να κατακτήσουν τον κόσμο. Αρχικά, το κόστος τους είναι μεγαλύτερο από αυτό των συμβατικών οχημάτων, και αυτό οφείλεται κυρίως στο κόστος κατασκευής της μπαταρίας τους. Σύμφωνα με έρευνες αυτό το κόστος θα μειωθεί αρκετά και θα πλησιάσει αυτό των συμβατικών οχημάτων. Με την βοήθεια των ανανεώσιμων πηγών τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χαρακτηρίζονται ως πιο οικολογικά καθώς οι ρύποι που ελευθερώνονται κατά τη φόρτισή τους εκμηδενίζονται. Η αξιοποίηση ενέργειας από ΑΠΕ για τη φόρτιση ηλεκτρικών

---

αυτοκινήτων συνεχίζει να εξελίσσεται παγκοσμίως. Στη διπλωματική αυτή, αναλύθηκαν διάφοροι τρόποι αξιοποίησης ενέργειας όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα αιολικά πάρκα, τα υδροηλεκτρικά πάρκα, η γεωθερμική ενέργεια και η βιομάζα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσφέρουν αρκετά πλεονεκτήματα για το περιβάλλον, την κοινωνία, την οικονομία και για τη μείωση εξάρτησης πολλών χωρών από τα ορυκτά καύσιμα. Επιπρόσθετα, έγινε εκτενής ανάλυση ως προς το έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο καθώς αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική εξέλιξη στον τομέα της ενέργειας που αναμένεται να αποτελέσει τεράστια επιρροή στον τρόπο που παράγεται, διανέμεται και καταναλώνεται η ενέργεια. Παρουσιάστηκαν υποδομές που κάνουν δυνατή τη φόρτιση των μπαταριών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όπως τα σημεία φόρτισης AC, τα σημεία φόρτισης DC και τα σημεία φόρτισης υψηλής ισχύος HPC. Μελετήθηκαν τρόποι φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων που προσφέρουν μια μεγάλη γκάμα επιλογών για τη φόρτιση τους, όπως η φόρτιση σε σπίτι, σε δημόσιους σταθμούς φόρτισης και σε γρήγορους σταθμούς φόρτισης. Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως ο καλύτερος δυνατός τρόπος φόρτισης εξαρτάται από τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν οι σταθμοί φόρτισης. Λόγω του πολύ σημαντικού ζητήματος που είναι η φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, έγινε μια σημαντική αναφορά σχετικά με τις στρατηγικές φόρτισης, με τις πιο σημαντικές να είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η αύξηση δικτύου φόρτισης και η ανάπτυξη υποδομών φόρτισης. Η έξυπνη φόρτιση είναι μια πολύπλοκη και προκλητική ιδέα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την εφαρμογή της σε πραγματικό χρόνο. Ενώ τα οφέλη της έξυπνης φόρτισης είναι άφθονα, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης βελτιστοποιημένης χρήσης πόρων, της αυξημένης ενεργειακής απόδοσης και της βελτιωμένης απόδοσης φόρτισης, απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε δύο τομείς : στην ανάπτυξη υποδομής φόρτισης και στον σχεδιασμό ευέλικτων και προσαρμόσιμων αλγορίθμων ελέγχου που μπορούν να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Η λειτουργία V2G αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη λύση για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της κλιματικής αλλαγής. Χαρακτηρίζεται ως μια καινοτόμο προσέγγιση για την ολοκλήρωση των ηλεκτρικών οχημάτων με το ηλεκτρικό δίκτυο και την αμοιβαία επωφελή συνεργασία μεταξύ τους. Ωστόσο, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την οικονομική σκοπιμότητα πιο περίπλοκων βοηθητικών υπηρεσιών, όπως το V2G, που θα απαιτούσαν πιο εξελιγμένες υποδομές και προγράμματα συγκέντρωσης. Για γίνει εφικτό ένα τόσο σύνθετο έργο, είναι απαραίτητος ο συντονισμός μεταξύ των χειριστών δικτύου, των διαχειριστών συστημάτων επικοινωνίας και των πελατών. Συνολικά, η ενσωμάτωση βοηθητικών υπηρεσιών και τεχνολογιών που βασίζονται στις πολιτικές της έξυπνης φόρτισης μπορεί να βελτιώσει τη βιωσιμότητα και την

---

αποτελεσματικότητα της φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων προς όφελος τόσο των ιδιοκτητών EV όσο και των χειριστών δικτύου. Ο συνδυασμός των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, της τεχνολογίας V2G και των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα που οδηγεί σε ένα πιο καθαρό περιβάλλον, σε ενίσχυση της αποδοτικότητας του δικτύου και στην μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των ΑΠΕ προωθώντας μια πιο καθαρή ενεργειακή μελλοντική προοπτική.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, συμπεραίνουμε πως η ανάπτυξη των σταθμών φόρτισης από μόνη της δεν αρκεί. Η έξυπνη φόρτιση είναι μια άμεση λύση, επειδή η αυξημένη ζήτηση ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο αποτελεί κρίσιμη ανησυχία. Οι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων μπορούν να εξελιχθούν σε έξυπνους σταθμούς φόρτισης όταν αποκτούν νοημοσύνη στις υπηρεσίες και στις μεθόδους υλοποίησης τους. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αποτελούν μια εξαιρετική εναλλακτική λύση για το πρόβλημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος από τον τομέα των μεταφορών, ενώ με τη χρήση του έξυπνου δικτύου και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα γίνει ακόμα πιο ισχυρό το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

---

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <https://www.amperorio.gr/index.php/el/istoria-tou-ilektrikou-aftokinitou.html>
- [2] <https://www.hellasdirect.gr/blog/istoria-ilektrikon-autokiniton/>
- [3] International Energy Agency. “Global EV Outlook”, 2020.
- [4] Alexandros Parellis, Costis Stambolis. “Prospects for the Electric Vehicle Market in Greece and Business Opportunities”, IENE, 2018.
- [5] “World Patent Information”, Tiago Sinigaglia, Mario Eduardo Santos Martins, Julio Cezar Mairesse Siluk, December 2022
- [6] “Fuel cell Modeling and Simulation”, Gholam Reza Molaeimanesh, Farschad Torabi, 2023
- [7] ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, “ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΒΙΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ, 2021
- [8] “Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks”, Rodrigo Garcia-Valle, Joao A. Pecas Lopes, 2013
- [9] “Renewable and Sustainable Energy Rewies”, Sergio Manzetti, November 2015
- [10] “Renewable Energy: Power for a Sustainable Future”, Godfrey Boyle, September 2012
- [11] “Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems”, A. Smets, K. Jäger, O. Isabella, R. Swaaij, M. Zeman, April 2016
- [12] “Photovoltaic Systems Engineering”, Roger A. Messenger, Amir Abtahi, January 2017
- [13] “Wind Energy Systems: Control Engineering Design”, Mario Garcia-Sanz, Constantine H. Houppis, February 2012
- [14] “Hydropower engineering handbook”, R.W. Grant, 1991
- [15] “Geothermal Energy: An Alternative Resource for the 21st Century”, Harsh Gupta, Sukanta Roy, 2007
- [16] “Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals”, Donald L. Klass, 1998
- [17] “Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation”, IPCC, 2011
- [18] “Electric Vehicle Technology Explained”, James Larminie, John Lowry, July 2012

- 
- [19] “The Powerhouse: Inside the Invention of a Battery to Save the World”, Steve Levine, February, 2015
- [20] “eTransportation: Electric vehicle charging infrastructure planning for integrated transportation and power distribution network”, Tim Unterluggauer, Jeppe Rich, Peter Bach Andersen, Seyedmostafa Hashemi, May 2022
- [21] European Court of Auditors, “Infrastructure for charging electric vehicles”
- [22] “The Electric Car Guide: Nissan LEAF”, Michael Boxwell, April 2015
- [23] “Smart Grid: Integrating Renewable, Distributed and Efficient Energy”, Fereidoon P. Sioshansi, 2012
- [24] Παναγιώτου Νικόλαος, “ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΣΕ ΕΞΥΠΝΟ ΔΙΚΤΥΟ”, Διπλωματική Εργασία, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, Ιούλιος 2021
- [25] Smart Charging for Zero Emission Vehicles - A Comprehensive Review, M. Subashini, Vijayan Sumathi, March 2023
- [26] E. Sortomme, M.A. El-Sharkawi, "Optimal Charging Strategies for Unidirectional Vehicle-to-Grid," Smart Grid, IEEE Transactions vol.2, no.1, Μάρτιος 2011
- [27] “Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis”, James Momoh, 2012
- [28] “Journal of Power Sources : Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy”, Willett Kempton, June 2005
- [29] “Vehicle-to-Grid: Linking electric vehicles to the smart grid”, Junwei Lu Prof., Jahangir Hossain Dr, 2015
- [30] “Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions”, Stuart Borlase, January 2017
- [31] “Smart Grids and Electric Vehicles: Made for Each Other?”, Trevor Morgan, 2012
- [32] “Wind Power Integration: Connection and system operational aspects”, Brendan Fox, Damian Flynn, Leslie Bryans, Nick Jenkins, David Milborrow, Mark O’Malley, Richard Watson, Olimpo Anaya-Lara, 2007