



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Ανασκόπηση τεχνολογίας σύνδεσης οχημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο (Vehicle to Grid - V2G)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Δ. ΝΙΚΟΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

Επιβλέπων : Ν. Χατζηαργυρίου

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούνιος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Ανασκόπηση τεχνολογίας σύνδεσης οχημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο (Vehicle to Grid - V2G)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Δ. ΝΙΚΟΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

Επιβλέπων : Ν. Χατζηαργυρίου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Ιούνιο 2012

.....
Ν. ΧΑΤΖΗΑΡΓΥΡΙΟΥ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Σ. ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ
Επικουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Π. ΓΕΩΡΓΙΛΑΚΗΣ
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2012

.....
Νικόλαος Δ. Νικολακόπουλος

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Νικόλαος Δ. Νικολακόπουλος, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιβαλλοντική μόλυνση και τα εκπεμπόμενα σήματα κινδύνου για ένα όχι και τόσο μακροπρόθεσμο μέλλον αποτελούν μια καθολικά αποδεκτή πραγματικότητα. Η δραστηριοποίηση του καθενός αποτελεί επιτακτική ανάγκη. Ο τομέας των μεταφορών και η χρήση συμβατικών καυσίμων έχει μεγάλο ποσοστό συμμετοχής σε αυτή τη διαδικασία. Η τεχνολογία V2G μπορεί να συνδράμει αποφασιστικά σε αυτήν την προσπάθεια, με ένα ηλεκτροκίνητο όχημα που θα φορτίζεται με την απαραίτητη για την κίνηση του ηλεκτρική ενέργεια να επιβαρυνει πολύ λιγότερο το περιβάλλον, εξυπηρετώντας παράλληλα επαρκώς τον ιδιοκτήτη του στις καθημερινές του ανάγκες.

Τα οφέλη μάλιστα της διαδικασίας μπορεί να μεγιστοποιηθούν εφόσον η ενέργεια ανταλλάσσεται με το ηλεκτρικό δίκτυο, εξυπηρετώντας περιπτώσεις αυξημένων αναγκών του, σενάριο που η εκτεταμένη εφαρμογή του έχει και τη μεγαλύτερη απόδοση. Απαιτείται βέβαια ένας κεντρικός διαχειριστής που θα λαμβάνει και θα αποστέλλει δεδομένα ασύρματα προς το στόλο ελέγχου του, βελτίωση των τεχνολογικών αδυναμιών (όπως μεταφορά και λειτουργία κυψελών υδρογόνου, εγκατάσταση κοινόχρηστων παροχών, ασύρματη δικτύωση οχημάτων κτλ.), οργανωμένη ανταπόκριση του κράτους αλλά και συνειδησική αποδοχή από τους ίδιους τους πολίτες.

Τα υλοποιούμενα σενάρια είναι πολλά και διαφορετικά, ανάλογα με τον τρόπο που «ενώνονται» τα οχήματα υπό τον κοινό έλεγχό τους. Ενδείκνυται μάλιστα ο συνδυασμός της τεχνολογίας φόρτισης με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως για παράδειγμα ένας σταθμός φόρτισης συσσωρευτών που προτείνεται στην παρούσα εργασία.

Λέξεις Κλειδιά: Ηλεκτρικό Όχημα, Ηλεκτρικό Δίκτυο, Ηλεκτρικός Κινητήρας, Ασύρματο Δίκτυο

ABSTRACT

The environmental pollution and the danger signals which are coming from this for a future that is not so far, are totally accepted facts. Everyone has to get action about this situation, action which is an urgent necessity. Transportation and usage of conventional fuels have a high percentage of participation at this. Vehicle to grid technology can be very useful. An electrical vehicle which is charged with the necessary electrical power has much less negative affection to the environment than a conventional vehicle and at the same time is enough for its owner daily needs.

The advantages of this procedure can be maximized if this energy is exchanged with the grid, especially at situations of load edges, scenario which has a higher performance according to its extended application. It demands a central operator who receives and transmits wireless data to his units, improvement of all the technological imperfections (such as the transportation and function of hydrogen cells, the installation of common power sources, wireless networking of the vehicles), government's organized action and the conscious participation from citizens.

The applied scenarios varied according the way that vehicles are connected under their common control. A very good solution will be the combination of this technology with the renewable power resources, like a charging station for vehicle batteries with photovoltaic panels which is proposed to the present study.

Key Words: Electrical Vehicle, Grid, Wireless Network, Electrical Motor

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1 Στόχοι και αντικείμενο της εργασίας	13
1.2 Η αναγκαιότητα υιοθέτησης της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων	14
1.2.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	14
1.2.2 Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας.....	16
1.2.3 Τα μειονεκτήματα των συμβατικών καυσίμων	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	20
2.1 Αναδρομή της ηλεκτροκίνησης – Από το χθες στο σήμερα.....	20
2.1.1 Η εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα.....	23
2.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτροκίνητων οχημάτων	25
2.3 Χρήση κυψελών καυσίμου	26
2.3.1 Το ζήτημα της αποθήκευσης του υδρογόνου	28
2.4 Υβριδική Τεχνολογία.....	30
2.5 Αμιγώς Ηλεκτροκίνητα Οχήματα	32
2.5.1 Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ηλεκτρικού οχήματος	32
2.5.1.1 Πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.....	33
2.5.1.2 Ηλεκτρικός κινητήρας.....	35
2.5.1.3 Ηλεκτρονικός Μετατροπέας Ισχύος	37
2.5.1.4 Σύστημα Μετάδοσης Κίνησης	38
2.6 Αγορές ηλεκτρικής ισχύος και η θέση της τεχνολογίας V2G σε αυτές	39
2.6.1 Αγορά ισχύος βασικού φορτίου.....	39
2.6.2 Αγορά ισχύος φορτίου αιχμής.....	39
2.6.3 Αγορά στρεφόμενων εφεδρειών	40

2.6.4 Αγορά διευθέτησης παρεχόμενης και λαμβανόμενης ισχύος	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ – ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	43
3.1 Φόρτιση μέσω οικιακού δικτύου.....	43
3.2 Φόρτιση μέσω κοινόχρηστων παροχών.....	44
3.3 Χρήση κοινόχρηστων φορτιστών συνεχούς ρεύματος.....	48
3.4 Επαγωγική φόρτιση.....	50
3.5 Καλωδιώσεις φόρτισης.....	50
3.6 Ανάλυση της διαδικασίας V2G.....	52
3.6.1 Ευφρές ηλεκτρικό δίκτυο	52
3.6.2 Παρουσίαση της τεχνολογίας V2G	53
3.6.4 Μαθηματική προσέγγιση της διαδικασίας	54
3.6.5 Τα οφέλη της διαδικασίας V2G.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ V2G ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ	60
4.1 Περιορισμοί ανάπτυξης της τεχνολογίας V2G και αντιμετώπισή τους	60
4.1.1 Κόστος.....	60
4.1.2 Ρυθμός ανεφοδιασμού και Αυτονομία.....	60
4.1.3 Έλλειψη υποδομών	62
4.1.4 Έλλειψη νομικής θεσμοθέτησης και τυποποίησης.....	63
4.1.5 Συνειδησιακή αποδοχή της τεχνολογίας.....	65
4.2 Επιχειρησιακά Μοντέλα	65
4.2.1 Απευθείας μέτρηση παρεχόμενης ισχύος από κινούμενα οχήματα.....	66
4.2.2 Αυτόματος συνυπολογισμός κόστους νυχτερινής φόρτισης.....	67
4.2.3 Ύπαρξη διαμεσολαβητή.....	68
4.2.4 Ενεργός συμμετοχή του διαμεσολαβητή	69
4.2.5 Διαχείριση «στόλου» οχημάτων.....	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΩΝ.....	76
6.1 Η υφιστάμενη κατάσταση στην ελληνική αγορά.....	76
6.1.1 Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο για τα «καθαρά» αυτοκίνητα.....	79
6.2 Προοπτικές σε διεθνές επίπεδο	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	85
7.1 Προσομοίωση λειτουργίας φωτοβολταϊκών γεννητριών	85
7.2 Υπολογισμός Κόστους και Απόδοσης.....	101
7.3 Υλοποίηση σεναρίου	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	105
8.1 Συμπεράσματα.....	105
8.2 Προτάσεις	107
8.3 Σημεία περαιτέρω έρευνας.....	109
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	110
Π.1 Μοντέλα υβριδικών και αμιγώς ηλεκτροκίνητων οχημάτων.....	110
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Μέση διακύμανση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης σε παγκόσμια κλίμακα [B4]	16
Διάγραμμα 2: Δυνατότητα μείωσης εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων για τα διάφορα μεταφορικά μέσα [B7].....	19
Διάγραμμα 3: Χρονική εξέλιξη διάρθρωσης Ενεργειακής Παραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση [B8]	19
Διάγραμμα 4: Η χρονική εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης	23
Διάγραμμα 5: Κατηγοριοποίηση ηλεκτροκίνητων οχημάτων.....	26
Διάγραμμα 6: Δομή υβριδικού οχήματος σε παράλληλη διάταξη [B13]	31
Διάγραμμα 7: Δομή υβριδικού οχήματος σε διάταξη εν σειρά [B13]	31
Διάγραμμα 8: Δομικά στοιχεία ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος [B11].....	32
Διάγραμμα 9: Αναλογία πυκνοτήτων ισχύος και ενέργειας για τις διάφορες κατηγορίες συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται στην αυτοκίνηση [B15].....	35
Διάγραμμα 10: Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών κινητήρων	36
Διάγραμμα 11: Λειτουργία του μηχανισμού διευθέτησης σε συνάρτηση με το απαιτούμενο φορτίο κατά τη διάρκεια της ημέρας [B33]	41
Διάγραμμα 12: Φόρτιση συσσωρευτή ιόντων λιθίου ονομαστικής χωρητικότητας 20kWh μέσω του οικιακού δικτύου [B22]	44
Διάγραμμα 13: Ασύρματο Δίκτυο Σταθμών Φόρτισης από την 365-Energy [H7]	45
Διάγραμμα 14: Ροή της ηλεκτρικής ισχύος κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας V2G [H10].....	54
Διάγραμμα 15: Έσοδα από τη χρησιμοποίηση ενός ηλεκτρικού οχήματος για διάφορα ενεργειακά σενάρια στην περίπτωση των αγορών διευθέτησης και στρεφόμενων εφεδρειών [B33].....	59
Διάγραμμα 16: Σύγκριση δυνατότητας αποθήκευσης ενέργειας σε συμβατικό δοχείο καυσίμου και συσσωρευτές με τον ίδιο όγκο [H17]	61
Διάγραμμα 17: Μεταβολή των επιπέδων ενέργειας μιας μπαταρίας ηλεκτροκίνητου οχήματος που συμμετέχει σε εφαρμογή V2G κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου [B28]	62

Διάγραμμα 18: Λειτουργία επιχειρησιακού μοντέλου απευθείας μέτρησης παρεχόμενης ισχύος	67
Διάγραμμα 19: Λειτουργία επιχειρησιακού μοντέλου αυτόματου συνυπολογισμού κόστους νυχτερινής φόρτισης.....	68
Διάγραμμα 20: Λειτουργία επιχειρησιακού μοντέλου με διαμεσολαβητή	70
Διάγραμμα 21: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από συμβατικά και ηλεκτροκίνητα οχήματα [H11]	73
Διάγραμμα 22: Σχέση κόστους υβριδοποίησης αυτοκίνησης και μείωσης εκπομπών CO ₂ [B37].....	74
Διάγραμμα 23: Προβλεπόμενη διείσδυση ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην αγορά [H17].....	83
Διάγραμμα 24: Εκτίμηση ποσοστών πωλήσεων αυτοκινήτων για το έτος 2020 για τρία διαφορετικά σενάρια εξέλιξης [B37].....	84
Διάγραμμα 25: Δομικό διάγραμμα λειτουργίας σταθμού φόρτισης	103
Διάγραμμα 26: Φάσεις δόκιμης ανάπτυξης τεχνολογίας V2G [H11].....	105

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	15
Σχήμα 2: Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας [B6].....	18
Σχήμα 3: Βασικά στοιχεία ενός υβριδικού οχήματος [H1]	30

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Σύγκριση τεχνολογιών κυβελών καυσίμου [B9].....	28
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά λειτουργίας συσσωρευτών κατάλληλων για ηλεκτρικά οχήματα [B12]	34
Πίνακας 3: Κατηγορίες φόρτισης ανάλογα με την ισχύ και το χρόνο [B23]	49
Πίνακας 4: Βύσματα και υποδοχές καλωδιώσεων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων [B12,22].....	51
Πίνακας 5: Η εξέλιξη του συνόλου των ελληνικών οχημάτων [H20]	76
Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά μεγέθη αντιστροφέα Sunny Boy 3300 [H24].....	96
Πίνακας 7: Αποτελέσματα προσομοίωσης.....	99
Πίνακας 8: Υπολογισμός κόστους υλοποίησης στεγάστρου με φωτοβολταϊκές γεννήτριες.....	101

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Χημική αντίδραση λειτουργίας ενεργειακών κυψελών PEM [B9]	27
Εικόνα 2: Τεχνολογίες αποθήκευσης υδρογόνου για χρήση του σε ενεργειακή κυψέλη οχήματος [B14]	29
Εικόνα 3: Φορτιστής δικτύου CT503 [B24].....	46
Εικόνα 4: Σταθμοί φόρτιση που λειτουργούν με τη χρήση φωτοβολταϊκών [H6]	48
Εικόνα 5: Συνδεσμολογία βύσματος ταχείας φόρτισης [B22]	49
Εικόνα 6: Επαγωγικός πομπός ταχυφόρτισης [B22].....	50
Εικόνα 7: Διαστασιολόγηση στεγάστρου σε κάτοψη	86
Εικόνα 8: Ανατολική όψη χώρου στάθμευσης σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο	86
Εικόνα 9: Παράμετροι σχεδιασμού στεγάστρου.....	87
Εικόνα 10: Εισαγωγή των κλιματολογικών συνθηκών	88
Εικόνα 11: Πρόβλεψη κλιματολογικών συνθηκών σε ετήσια βάση (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου).....	88
Εικόνα 12: Επιλογή του PV Module	89
Εικόνα 13: Χαρακτηριστικές βασικές τιμές του PV Module	90
Εικόνα 14: Δεδομένα χαρακτηριστικής τάσης – ρεύματος υπό πρότυπες συνθήκες δοκιμών (Standard Test Conditions)	90
Εικόνα 15: Δεδομένα χαρακτηριστικής τάσης – ρεύματος υπό λειτουργία μερικού φορτίου	91
Εικόνα 16: Δεδομένα δυναμικού μοντέλου θερμικής συμπεριφοράς.....	91
Εικόνα 17: Επιλογή inverter	94
Εικόνα 18: Δυνατοί συνδυασμοί σύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών σε στοιχειοσειρές (panels to strings) στον αντιστροφέα.....	96
Εικόνα 19: Διαχωρισμός των panels σε strings	97
Εικόνα 20: Έλεγχος συστήματος από το πρόγραμμα για τυχόν δυσλειτουργίες.....	98
Εικόνα 21: Block διάγραμμα προσομοίωσης	98
Εικόνα 22: Πρόβλεψη ετήσιας απόδοσης συστήματος.....	100
Εικόνα 23: Απώλειες συστήματος	100
Εικόνα 24: Θύρες συνδεσμολογίας φορτιστή συσσωρευτών HV Li-Ion Smart Charger [B39].....	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Στόχοι και αντικείμενο της εργασίας

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας που είναι η τεχνολογία σύνδεσης οχημάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο (Vehicle to Grid – V2G), είναι τόσο σημαντικό όσο και πολυσύνθετο. Η σημασία του έγκειται στη σχέση του με το νευραλγικό τομέα των μεταφορών και των καθημερινών μετακινήσεων, ενώ η πολυπλοκότητά του αφορά στο ότι η επιτυχημένη εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας συνίσταται από ένα πλήθος παραμέτρων και κριτηρίων που έχουν να κάνουν αφενός με τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το ηλεκτρικό δίκτυο και αφετέρου με την ενσωμάτωση και την αποδοχή καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων σε μια καθημερινή συμβατική συνήθεια όπως είναι το αυτοκίνητο και γενικότερα τα οχήματα καθημερινής χρήσης.

Τα αυτοκίνητα μπορούν λοιπόν να υιοθετήσουν ως λύση καυσίμου την ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας διαδικασίας φόρτισής τους (που μπορεί να υλοποιηθεί με μια σειρά τεχνολογιών των οποίων η εκτενής ανασκόπηση θα γίνει ακολούθως). Εντούτοις, η ολοκληρωμένη προσέγγιση της τεχνολογίας V2G απαιτεί μια μη μονομερή θεώρηση του ζητήματος. Τα αυτοκίνητα μπορούν να λειτουργήσουν όχι μόνο ως καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με τις μετακινήσεις τους αλλά και αμφίδρομα, αποδίδοντας ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο όποτε τους «ζητηθεί». Η διαχείριση αυτής ακριβώς της ζήτησης είναι ένα επίσης σημαντικό ζήτημα αφού σχετίζεται με τη σειρά του με την αντιμετώπιση αιχμών ζήτησης, αυξημένων δηλαδή απαιτήσεων φορτίων προς εξυπηρέτηση, η ικανοποίηση των οποίων δύναται αν μη τι άλλο να χαρακτηρίσει ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεσματικό και αποδοτικό ή όχι.

Έτσι, τα ηλεκτρικά οχήματα προσεγγίζονται σε ένα πλαίσιο ανταλλαγής ηλεκτρικής ενέργειας με το δίκτυο, με τη βέλτιστη διαχείριση των ανταλλασσόμενων ενεργειακών ποσών να αποτελεί και το τελικό ζητούμενο της εφαρμογής της τεχνολογίας, η οποία όμως σε πρώτο στάδιο θα πρέπει να γίνει λειτουργική και ευρέως αποδεκτή. Με τον τρόπο αυτό, θα επιτευχθεί όχι μόνο εξοικονόμηση

συμβατικού καυσίμου και προστασία του περιβάλλοντος αλλά και ορθολογική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, με τα ηλεκτρικά οχήματα να διαδραματίζουν ένα δυναμικό ρόλο «δούναι και λαβείν», με απώτερο σκοπό την εξυπηρέτηση των αρχικών στόχων της τεχνολογίας V2G, έτσι όπως τους οραματίστηκαν οι εμπνευστές της. Άλλωστε, η ορθολογική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί επίσης ένα βασικό στοιχείο των καιρών, αφού σε διαφορετική περίπτωση, είτε οι χρήστες δεν εξυπηρετούνται, οπότε το ηλεκτρικό δίκτυο είναι ανεπαρκές, είτε η παραγωγή των αυξημένων απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με τη βοήθεια συμβατικών μεθόδων ηλεκτροπαραγωγής, επιβαρύνοντας έτσι το περιβάλλον σε πρωτογενές επίπεδο.

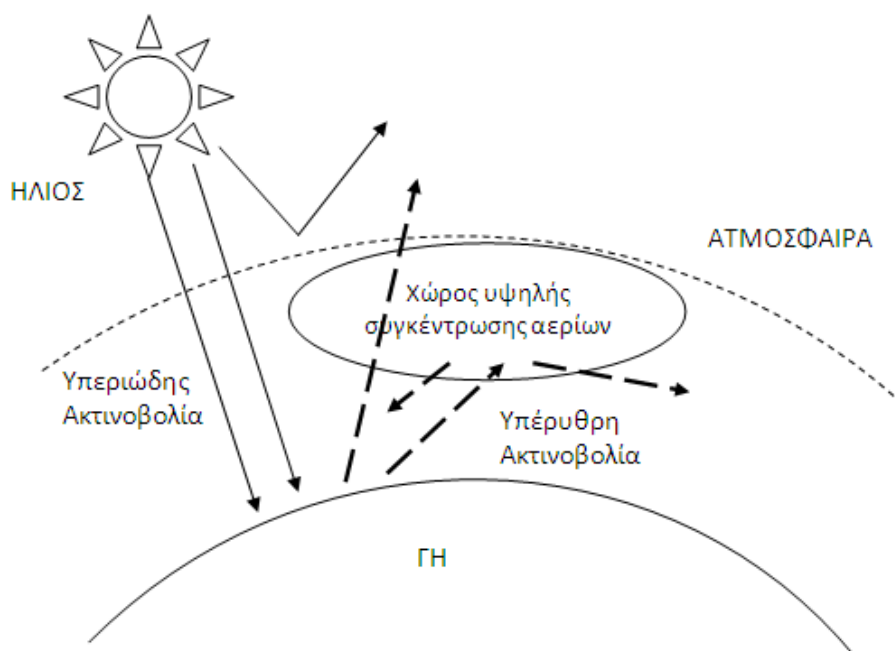
1.2 Η αναγκαιότητα υιοθέτησης της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων

1.2.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η βιομηχανική επανάσταση αποτέλεσε δίχως άλλο ένα σημαντικό κοινωνικό φαινόμενο. Εκτός όμως από τις κοινωνικές της προεκτάσεις, αυτή η «έκρηξη» παραγωγικών διαδικασιών είχε ως συνέπεια την αύξηση της συγκέντρωσης παραγόμενων αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την κλιματική αλλαγή, προς το χειρότερο βέβαια.

Η ρύπανση δημιουργεί αρνητικά φαινόμενα όπως η «τρύπα» του όζοντος (επικίνδυνη μείωση του προστατευτικού αυτού στρώματος της ατμόσφαιρας) και η όξινη βροχή. Αναλυτικότερα, τα αέρια αυτά, τα οποία στην πλειοψηφία τους προέρχονται από την ανθρώπινη δράση και κατά ένα μικρό ποσοστό από φυσικούς παράγοντες, είναι:

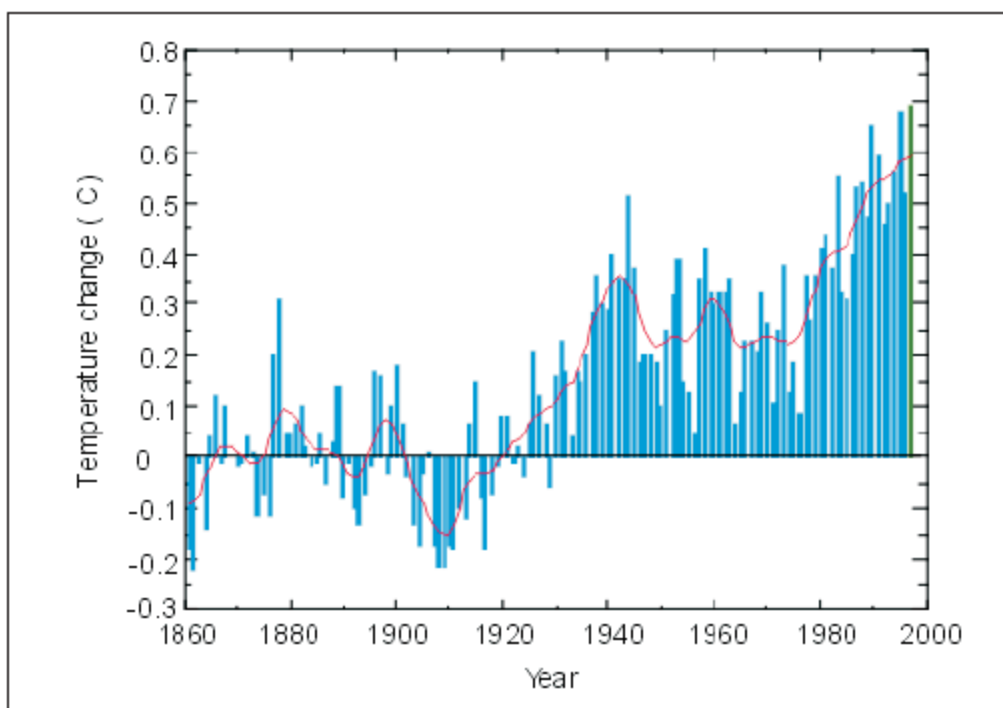
- το διοξείδιο του άνθρακα (carbon dioxide - CO₂),
- το μεθάνιο (methane - CH₄),
- το υποξείδιο του αζώτου (nitrous oxide - N₂O),
- οι χλωροφθοράνθρακες (chlorofluorocarbons - CFCs),
- οι υδρατμοί, άλλοι αλογονάνθρακες, το όζον κ.α [B1]



Σχήμα 1: Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και το οποίο απεικονίζεται σχηματικά παραπάνω, στο φυσικό του «ρόλο» λειτουργεί απολύτως ευεργετικά, αφού κρατά τη θερμοκρασία του πλανήτη 33°C υψηλότερα από ότι θα ήταν χωρίς αυτό, γεγονός που το καθιστά απαραίτητο για την ανθρώπινη ζωή. Η υπεριώδης ακτινοβολία, προερχόμενη από τον ήλιο, περνά από τα στρώματα της ατμόσφαιρας, θερμαίνει τη γη, η οποία με τη σειρά της εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία. Η ακτινοβολία αυτή όμως εγκλωβίζεται από τα προαναφερόμενα αέρια τα οποία έχουν περιορισμένη διαπερατότητα στα υπέρυθρα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας πέραν του επιθυμητού επιπέδου. Το φαινόμενο μάλιστα έχει πάρει τέτοια έκταση, ώστε η τελευταία δεκαετία να είναι αποδεδειγμένα αυτή με την υψηλότερη θερμοκρασία από τότε που υπάρχουν επίσημες καταγραφές της θερμοκρασίας. Επίσης, οι κλιματικές αυτές αλλαγές εκφράζονται με ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως καταιγίδες, τυφώνες και πλημμύρες που εμφανίζονται με αυξημένη συχνότητα σε σύγκριση με το παρελθόν [B2,B3].

Το ακόλουθο διάγραμμα εμφανίζει τη μεταβολή που παρουσίασε η θερμοκρασία του πλανήτη στην επιφάνειά του κατά μέσο όρο. Είναι χαρακτηριστική η αύξηση που παρατηρείται μετά το 1920, γεγονός κάθε άλλο παρά τυχαίο αφού σχετίζεται με τη βιομηχανική επανάσταση που «σημάδεψε» τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.



Διάγραμμα 1: Μέση διακύμανση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης σε παγκόσμια κλίμακα [B4]

1.2.2 Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

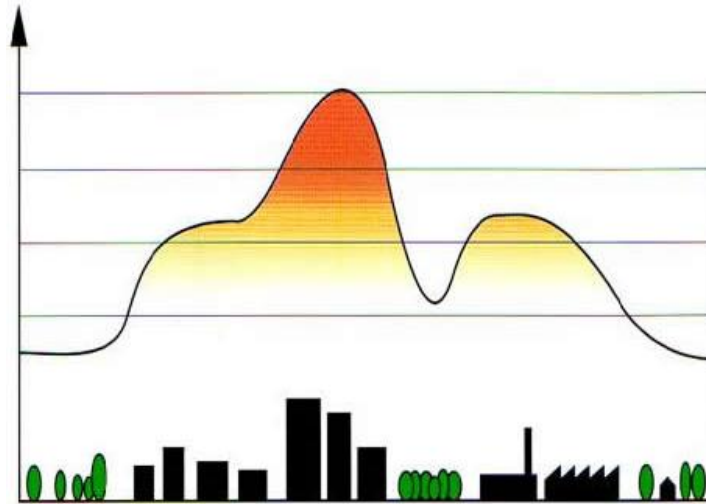
Το συγκεκριμένο φαινόμενο έχει άμεσες επιπτώσεις στις πόλεις και σχετίζεται με το ότι η θερμοκρασία σε αυτές τείνει να είναι υψηλότερη από ότι στις γύρω περιοχές, με το μέγιστο μάλιστα της θερμοκρασίας να λαμβάνει χώρα στο κέντρο της πόλης. Η διαφορά μεταξύ αστικών και περιαστικών περιοχών είναι της τάξης 1-10°C, ενώ στα πλαίσια της ίδιας της πόλης η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ των ακραίων περιοχών και του κέντρου μπορεί να φθάσει και κατά περιπτώσεις να ξεπεράσει τους 3 με 4 βαθμούς.

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας (urban heat island effect) παρουσιάζεται εντονότερο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, δεδομένου ότι οι υψηλές θερμοκρασίες επιδρούν στο αστικό περιβάλλον με την πρόκληση δυσφορίας στους κατοίκους, την αύξηση των δαπανών χρήσης ψύξης και κλιματισμού και την αύξηση της αιχμής στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, το φαινόμενο της

θερμικής νησίδας είναι συνήθως υπεύθυνο για τη δημιουργία των φωτοχημικών ρύπων, ειδικά στις πόλεις με μεγάλα διαστήματα ηλιοφάνειας, ενώ έχει επιπτώσεις και στα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ειδικά την αιθαλομίχλη, η οποία δημιουργείται από τις φωτοχημικές αντιδράσεις των ρύπων στον αέρα.

Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας δεν οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι έχουμε υψηλές μέγιστες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά, κυρίως, στο ότι έχουμε άνοδο στις ελάχιστες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτό οφείλεται κυρίως στα κτίρια που κατά τη διάρκεια της νύχτας εκπέμπουν τεράστια ποσά θερμότητας. Συνοπτικά, παράγοντες που συμβάλλουν στο συγκεκριμένο φαινόμενο είναι:

- Η πυκνή δόμηση σε συνδυασμό με τις μεταξύ των κτιρίων αποστάσεις, το πλάτος των δρόμων και τέλος των μέσο ύψος των κτιρίων. Λόγω της γεωμετρίας των κτιρίων και των δρόμων μεγάλο μέρος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα κτίρια, την ασφαλτο, τα πεζοδρόμια ανακλάται στις γύρω επιφάνειες με αποτέλεσμα να παγιδεύεται και να μην διαφεύγει τελικά στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Έτσι, έχουμε ένα πλεόνασμα θερμότητας στο περιβάλλοντα χώρο.
- Οι αυξημένες συγκεντρώσεις CO₂ (διοξειδίου του άνθρακα) πάνω από μία πόλη, δημιουργώντας έτσι μια μικρογραφία του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Οι θερμικές και οπτικές ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον κατά την κατασκευή των κτιρίων και των δρόμων.
- Μεγάλο μέρος της θερμότητας που αναπτύσσεται οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες και παράγεται κυρίως από καύσεις.
- Η μειωμένη εξατμισοδιαπνοή και εξάτμιση που θα μπορούσαν εν μέρει να αντισταθμίσουν το θερμικό ισοζύγιο. Οφείλονται ασφαλώς στην έλλειψη πρασίνου και μεγάλων επιφανειών νερού στις πόλεις.
- Η μείωση της ροής του αέρα μέσα στην πόλη λόγω του τρόπου δόμησης των πόλεων. Η εναλλαγή ψηλών και χαμηλών κτιρίων μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου μέσα στις πόλεις δυσχεραίνοντας την διαδικασία ψύξης του αέρα αλλά και των επιφανειών των κτιρίων.



Σχήμα 2: Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας [B6]

1.2.3 Τα μειονεκτήματα των συμβατικών καυσίμων

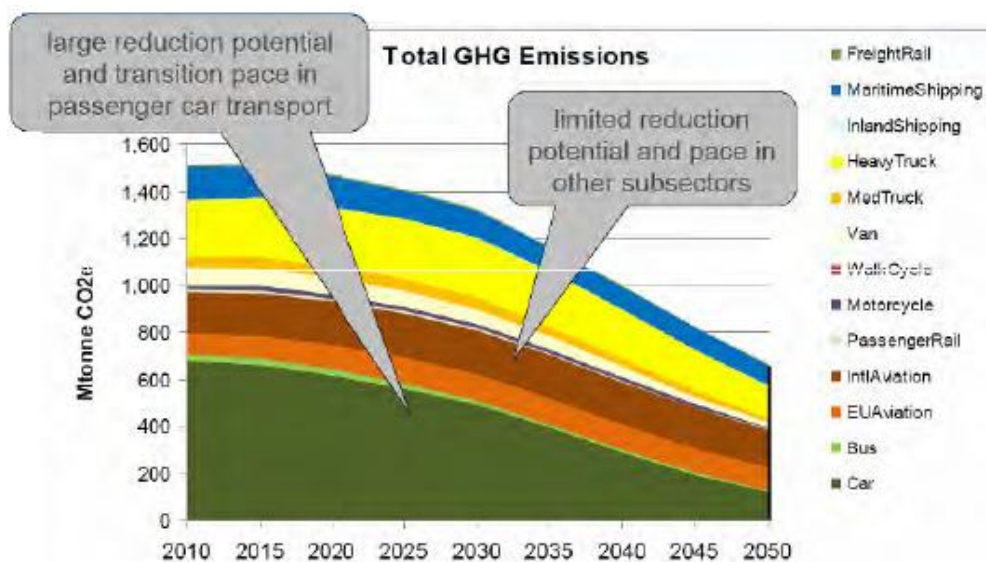
Με την έννοια των συμβατικών καυσίμων όσον αφορά στον τομέα των μεταφορών εννοούνται εκείνα που προκύπτουν από τη διαδικασία απόσταξης του αργού πετρελαίου, μια διαδικασία που παράγει μια μεγάλη ποικιλία υποπροϊόντων, με τη βενζίνη όμως και το πετρέλαιο κίνησης να καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών απαιτήσεων των οχημάτων καθημερινής χρήσης.

Υφίστανται δύο βασικά μειονεκτήματα των συμβατικών καυσίμων και τα οποία καταδεικνύουν ουσιαστικά την ανάγκη αντικατάστασή τους από εναλλακτικές επιλογές. Το πρώτο μειονέκτημα είναι το πεπερασμένο των φυσικών αποθεμάτων του αργού πετρελαίου, ιδιότητα που κάνει την εύρεση λύσεων επιτακτική ανάγκη, μιας και το χρονικό σημείο που τα αποθέματα δε θα είναι πλέον επαρκή δε φαντάζει πια τόσο μακρινό. Αυτό ακριβώς το πεπερασμένο είναι που καθιστά τα εναπομείναντα αποθέματα έρμαιο πολιτικών, γεωγραφικών και οικονομικών μηχανισμών με απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση του κέρδους από την αξιοποίησή τους, σε βάρος πολλές φορές της κοινωνικής και ανθρώπινης ηθικής. Η χρήση εναλλακτικών καυσίμων θα αλλάξει τα δεδομένα του υφιστάμενου ενεργειακού χάρτη, με αποτέλεσμα να περιοριστεί το ανελέητο «κυνήγι» αποθεμάτων που τείνουν να εξαφανιστούν.

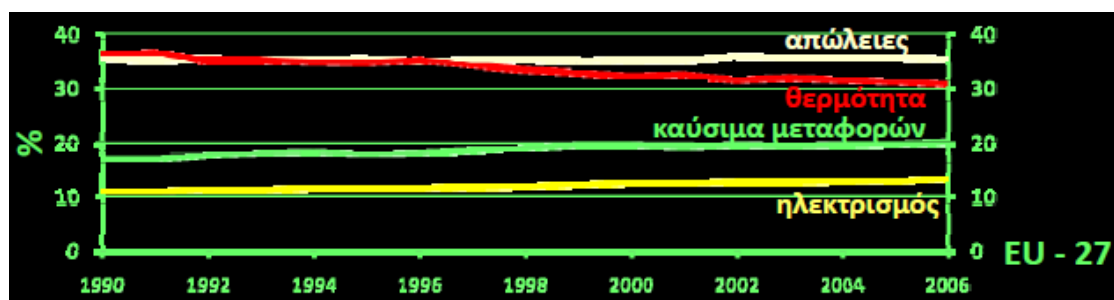
Το δεύτερο μειονέκτημα, είναι ότι η χρήση αυτών των παραγώγων της επεξεργασίας του αργού πετρελαίου, η οποία είναι ομολογουμένως εκτεταμένη

αποτελώντας θεμελιική βάση της παγκόσμιας οικονομίας, προκαλεί ανεπανόρθωτη περιβαλλοντική ρύπανση, μηχανισμός που ναι μεν ήταν γνωστός από παλαιότερα αλλά η πάροδος του χρόνου απλά αποκαλύπτει και επιτείνει το πρόβλημα.

Αναλογιζόμενος κανείς, τη συνεισφορά που μπορεί να έχουν τα ηλεκτρικά οχήματα και δη τα αυτοκίνητα όσον αφορά στη μείωση των αερίων θερμοκηπίου και επομένως της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορεί να ανατρέξει στα ακόλουθα διαγράμματα και στα οποία καταδεικνύεται αφενός η σημασία των καυσίμων που καταναλώνονται στον τομέα των μεταφορών στη διάρθρωση της συνολικής ευρωπαϊκής παραγωγής και αφετέρου το δυναμικό μιας τέτοιας μείωσης σε συγκριτική κλίμακα για όλα τα οχήματα, παρατηρώντας πως η περίπτωση των αυτοκινήτων παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη δυνατότητα μείωσης του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα σχετικά με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς.



Διάγραμμα 2: Δυνατότητα μείωσης εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων για τα διάφορα μεταφορικά μέσα [B7]



Διάγραμμα 3: Χρονική εξέλιξη διάρθρωσης Ενεργειακής Παραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση [B8]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Στην παρούσα ενότητα γίνεται μια αναφορά στο σύνολο των τεχνολογιών που έχουν επικρατήσει όσον αφορά στον τομέα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, ο οποίος εντασσόμενος στον ευρύτερο τομέα των μεταφορών είναι ιδιαίτερα κρίσιμος για την καθημερινή ανθρώπινη δραστηριότητα αφού εμπλέκεται σε όλες τις εκφάνσεις της. Άλλωστε μέσα σε μια κοινωνία με τη δομή και τους ρυθμούς της σύγχρονης εποχής, οι μετακινήσεις και επομένως ο λειτουργικός χαρακτήρας ενός οχήματος είναι εκ των ουκ άνευ για την επιτυχημένη ανταπόκριση καθενός στις απαιτήσεις της καθημερινότητας. Οι συγκεκριμένες βέβαια απαιτήσεις θα πρέπει να εξυπηρετηθούν με βάση την πλήρωση ορισμένων κριτηρίων, που σχετίζονται με ζητήματα κόστους, περιβαλλοντικής επίδρασης αλλά και δυναμικού εξυπηρέτησης σε περιπτώσεις αυξημένων απαιτήσεων.

Καθένα από αυτά τα κριτήρια διατηρεί τη δική του ξεχωριστή σημασία, με τελικό όμως ζητούμενο τη μεγιστοποίηση της εξασφάλισης του συνδυασμού τους. Το κόστος μετακίνησης έχει μεγάλη σημασία η οποία αυξάνεται ακόμα περισσότερο με τη συγκυρία της τρέχουσας οικονομικής κρίσης η οποία δε μπορεί παρά να επηρεάσει άμεσα και τον τομέα των μεταφορών. Το κριτήριο της περιβαλλοντικής επίδρασης έχει επίσης το δικό του ξεχωριστό «ειδικό βάρος», πόσο μάλλον σήμερα, όπου η πολιτική της βιώσιμης ανάπτυξης και της πράσινης αειφορίας είναι σαφώς καθορισμένη τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Τέλος, το κριτήριο του δυναμικού εξυπηρέτησης αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση καθιέρωσης μιας τεχνολογίας, η οποία θα πρέπει να δοκιμαστεί ασφαλώς σε συνθήκες αιχμής έτσι ώστε να θεωρηθεί εφαρμόσιμη σε ευρύ επίπεδο.

2.1 Αναδρομή της ηλεκτροκίνησης – Από το χθες στο σήμερα

Η ηλεκτροκίνηση είναι μια πραγματικότητα που εντοπίζεται σε μεγάλο βάθος χρόνου, μακριά από τη σημερινή εποχή, εξελισσόμενη σε πολλά και διαφορετικά στάδια ανάλογα με την κλίμακα ανάπτυξης και ενδιαφέροντος που εκδηλώθηκε σχετικά με το συγκεκριμένο τομέα. Στην παρούσα ενότητα θα επιχειρηθεί η

καταγραφή των κυριότερων χρονικών περιόδων – σημείων αυτής της εξελικτικής πορείας στην πάροδο του χρόνου.

- Δεκαετία του 1830: Κατασκευές μικρού μεγέθους ηλεκτροκίνητων οχημάτων
Ανάμεσα στους πρωτοπόρους ήταν οι σκωτσέζοι Robert Anderson και Robert Davidson, ο ολλανδός καθηγητής Stratingh του Groningen και ο αμερικανός Thomas Davenport.
- 1847: ο Moses Farmer από τη Μασαχουσέτη κατασκεύασε ένα όχημα που τροφοδοτούνταν από 48 ηλεκτρικά στοιχεία και μπορούσε να μεταφέρει δύο άτομα. Την ίδια εποχή ο καθηγητής Charles Page έφτιαξε ένα όχημα με 100 συσσωρευτές και κινητήρα 16 ίππων που μετέφερε 12 άτομα με ταχύτητα μέχρι και 19 μίλια/ώρα. Ταυτόχρονα, οι Lilly και Colton από το Pittsburg έφτιαξαν ένα ηλεκτρικό όχημα που τροφοδοτούνταν από τον κεντρικό σταθμό χάρη σε ηλεκτροφόρες ράγες. Μέχρι εκείνη την περίοδο το βασικό πρόβλημα ήταν η συνεχής αντικατάσταση των ηλεκτρικών στοιχείων μετά την εκφόρτισή τους.
- 1859: ο Γάλλος Gaston Plante ανακάλυψε το στοιχείο Μολύβδου-Οξέως (Pb-Acid) που δίνει τη δυνατότητα επαναφόρτισης.
- 1881: ο Camille Faure χρησιμοποίησε στην πράξη τους συσσωρευτές μολύβδου
- 1910: Εμφανίστηκαν βελτιωμένοι τύποι συσσωρευτών μεταξύ των οποίων ξεχώρισε το στοιχείο Έντισον (Edison cell), που ήταν ένας συσσωρευτής Νικελίου-Σιδήρου (Ni-Fe) [B18].

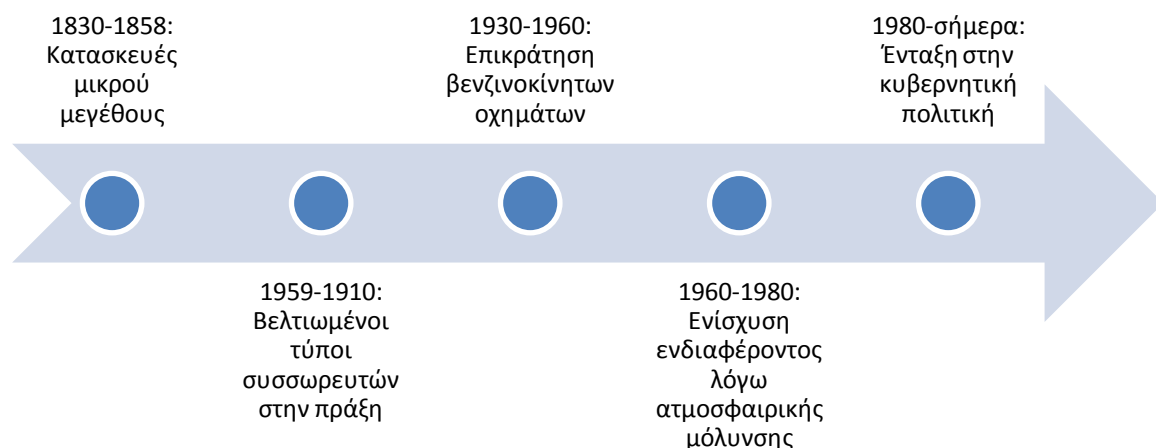
Μέχρι τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο οι τεχνικές επιδόσεις των ηλεκτροκίνητων οχημάτων βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, ενώ η εμπορικότητά τους συνδέεται με την πολυτέλεια και τις ανώτερες κοινωνικές τάξεις, ιδιαίτερα εξαιτίας της ευκολίας στην εκκίνησή τους. Επίσης, εξαιτίας της μη αρτιότητας του υπεραστικού δικτύου, οι ανάγκες των μετακινήσεων περιορίζοντας εντός των πόλεων, καθιστώντας τα ηλεκτρικά οχήματα απολύτως επαρκή για τις συγκεκριμένες ανάγκες.

- 1930-1960: Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα παρακαμάζουν με την επικράτηση του βενζινοκινητήρα να γίνεται ολοένα και πιο καταλυτική. Λόγοι αυτής της επικράτησης είναι η βελτίωση του υπεραστικού οδικού δικτύου, η ανακάλυψη μεγάλων αποθεμάτων πετρελαίου με αποτέλεσμα το χαμηλό κόστος καυσίμων, η εφεύρεση του ηλεκτρικού εκκινητή από τον Charles

Kettering και η μαζική παραγωγή των βενζινοκίνητων οχημάτων από τον Henry Ford που έκανε τα οχήματα αυτά διαθέσιμα σε αρκετά χαμηλές τιμές.

- 1960-1980: Το ενδιαφέρον για την ηλεκτροκίνηση αναζωπυρώνεται εξαιτίας της καθολικής διαπίστωσης σχετικά με την συντελούμενη ατμοσφαιρική μόλυνση. Έκφραση του συγκεκριμένου ενδιαφέροντος αποτελούν και τα υβριδικά οχήματα που κάνουν την εμφάνισή τους, με χαρακτηριστικούς εκπροσώπους, τα General Motors 512, Ford Commuta, Amitron της American Motors, Fiat (X1/23, Enel 850T,242, 900T, IVECO Daily), 1980-PGE M8 της Progetti Gestioni Ecologiche, Eco της Pininfarina Company σε συνεργασία με την Fiat, Elektro-Transporter της Volkswagen, Mercedes-Benz 307E, Datsun 200L, Nissan Laurel και EV-4, EV-2 της Toyota και πολλά άλλα [B16].
- 1980-σήμερα: Οι κυβερνήσεις αντιλαμβάνονται το μέγεθος του προβλήματος της ατμοσφαιρικής μόλυνσης εξαιτίας της χρήσης των συμβατικών οχημάτων και ξεκινούν προσπάθειες με θέσπιση μέτρων τόσο σε εθνικά όσο και σε διεθνή επίπεδα. Σημείο σταθμό σε αυτή την εξέλιξη αποτέλεσε η διεθνής σύσκεψη του Ρίο (1992), στην οποία υπογράφηκε σύμβαση από 154 χώρες σχετική με τις κλιματικές αλλαγές [B19].

Μπορεί λοιπόν να παρατηρηθεί πως η πάροδος του χρόνου συμβαδίζει με την αύξηση του ενδιαφέροντος και την παγίωση της ηλεκτροκίνησης τόσο στην καθημερινή πραγματικότητα των μεταφορών όσο και στη συνείδηση των πολιτών, με το δεύτερο να φαντάζει ιδιαίτερα σημαντικό για την καθιέρωσή τους.



Διάγραμμα 4: Η χρονική εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης

2.1.1 Η εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα

Η εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα είναι άμεσα εξαρτώμενη από τις εισαγωγές ηλεκτροκίνητων οχημάτων αλλά και από ερευνητικές προσπάθειες σχετικά με τη μελέτη και την κατασκευή τους. Ως τέτοιες προσπάθειες μπορούν να καταγραφούν οι εξής:

- Κατασκευή του ηλεκτροκίνητου οχήματος PIO E240 από το Εργαστήριο Δυναμικής και Θεωρίας Μηχανών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, Το όχημα αυτό έχει δύο κινητήρες συνεχούς ρεύματος με ονομαστική ισχύ 3 kW ο καθένας, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και τροφοδοτούνται από συσσωρευτές μολύβδου-οξέως συνολικής τάσεως 48 V και βάρους 280 kg.
- Κατασκευή ηλεκτρικού οχήματος από το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π., το οποίο κινείται με χρήση ενός τριφασικού ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου κλωβού. Ο κινητήρας αυτός τροφοδοτείται από αντιστροφέα τάσης ο οποίος ελέγχεται από μια μέθοδο διανυσματικού ελέγχου. Επίσης, το όχημα αυτό περιέχει σύστημα πέδησης με ανάκτηση ενέργειας. Ο φορτιστής των συσσωρευτών του συγκεκριμένου οχήματος είναι μια διάταξη μέγιστης ισχύος 3 kW που αποτελείται από μια διάταξη δύο βαθμίδων (μετατροπέα ανύψωσης τάσης σε σειρά με μετατροπέα πλήρους

γέφυρας). Οι συσσωρευτές του οχήματος αυτού είναι μολύβδου-οξέως συνολικής τάσεως 312 V (26 συσσωρευτές των 12 V). Η χωρητικότητα αυτών είναι 40 Ah [B20].

- ο Μετατροπή ενός βενζινοκίνητου οχήματος τύπου FIAT Fiorino στο ηλεκτροκίνητο όχημα «Electra», στα πλαίσια του προγράμματος «ECVET-Environmentally Clean Electric Vehicle Technology», που χρηματοδοτήθηκε από το κοινοτικό πρόγραμμα STRIDE. Στο έργο αυτό συμμετείχαν το Εργαστήριο Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας του Πανεπιστημίου Πατρών, το Τμήμα Μηχανολογικών Κατασκευών και Αυτομάτου Ελέγχου του Ε.Μ.Π., το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) και οι εταιρείες TEOCAR, GERMANOS, PROTECH και YALOS. Το «Electra» διαθέτει ένα ηλεκτροκινητήριο σύστημα που αποτελείται από κινητήρα τύπου Brushless DC με μόνιμο μαγνήτη με κωδικό SR180P της εταιρείας Unique ο οποίος τροφοδοτείται από τον ηλεκτρονικό μετατροπέα συνεχούς τάσης σε τριφασική εναλλασσόμενη CR20-300 της ίδιας εταιρείας. Το βάρος του κινητήρα είναι 23.6 kgr, και το βάρος του μετατροπέα είναι 21.8 kgr. Η ισχύς του κινητήρα είναι 32 kW και η μέγιστη αναπτυσσόμενη ροπή του κινητήρα είναι 51 Nm για μόνιμη λειτουργία. Οι συσσωρευτές είναι Νικελίου-Καδμίου και αποτελούνται από 160 εν σειρά συνδεδεμένα στοιχεία τύπου STM1-61 της εταιρίας Saft France S.A. Η τάση της συστοιχίας αυτής είναι 192 V, με χωρητικότητα 67 Ah, ενέργεια 12,8 kWh, και συνολικό βάρος 320 kgr. Οι επιδόσεις του οχήματος αυτού είναι μέγιστη ταχύτητα 120 χλμ./ώρα και αυτονομία περί τα 100 χλμ. Το συνολικό βάρος του οχήματος με φορτίο φτάνει τα 1500 kgr [B21].

Σημαντική εξέλιξη για τη γενικότερη κατάσταση στην Ελλάδα αποτέλεσε τον Ιανουάριο του 1991 η ίδρυση του Ελληνικού Ινστιτούτου Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων (ΕΛ.ΙΝ.ΗΛ.Ο), ενός επιστημονικού και κοινωνικού σωματείου που πρεσβεύει ότι ο εξηλεκτρισμός των διαφόρων οχημάτων είναι ο μόνος τρόπος για τη διάσωση του περιβάλλοντος από τα καταστροφικά αποτελέσματα που επιφέρει ο στηριζόμενος στους κινητήρες εσωτερικής καύσης τομέας των μεταφορών, λόγω του εκπεμπόμενων τεραστίων ποσοτήτων ρυπαντών και διοξειδίου του άνθρακα.

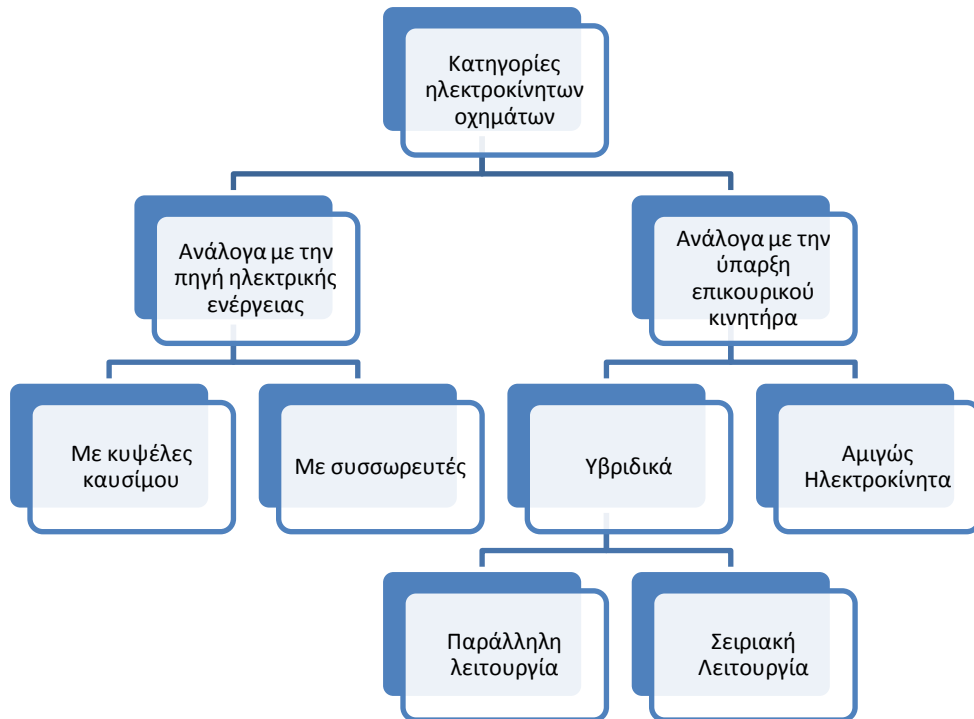
Το Ινστιτούτο είναι πλήρες μέλος της Ευρωπαϊκής Ομοσπονδίας Ηλεκτροκίνητων και Υβριδικών Οχημάτων (AVERE) και κατά συνέπεια μέλος της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων (WEVA). Η Διεθνής

Ομοσπονδία Αυτοκινήτου (FIA) αναγνωρίζει το Ινστιτούτο ως τον εθνικό φορέα ανάπτυξης του μηχανοκίνητου αθλητισμού στην Ελλάδα με ηλεκτρικά, υβριδικά και εναλλακτικών καυσίμων αυτοκίνητα. Ταυτόχρονα, το ΕΛ.ΙΝ.ΗΛ.Ο δρα σε απόλυτη συνεργασία με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), το εθνικό συντονιστικό κέντρο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ) και την Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΕΞΕ), το οποίο με τη σειρά του εποπτεύεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Παρατηρείται λοιπόν πως η ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα μπορεί να στηριχθεί σε παγιωμένες πια οργανωτικές δομές, μέσα σε ένα συντονισμένο κοινωνικό και νομικό πλαίσιο, προβάλλοντας έτσι αισιόδοξα μηνύματα για το μέλλον της διαδικασίας.

2.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτροκίνητων οχημάτων

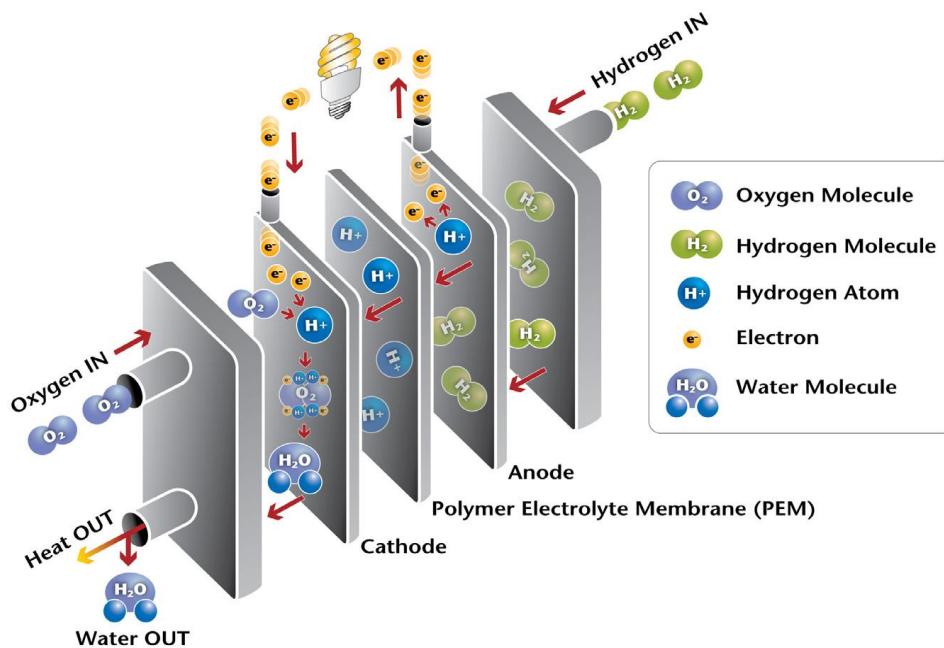
Η κατηγοριοποίηση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων σχετίζεται με διάφορα κριτήρια, όπως η εκπομπή μηδενικών ή μη μηδενικών ρύπων, η πηγή της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται κάθε φορά αλλά και ο τρόπος με τον οποίο παράγεται η κίνηση, όπως αποδίδεται παραστατικά στο διάγραμμα που ακολουθεί. Σε κάθε όμως περίπτωση, υπάρχει ένα βασικό κοινό χαρακτηριστικό για όλες τις κατηγορίες, η ύπαρξη ενός τουλάχιστον ηλεκτρικού κινητήρα για την κίνηση του οχήματος.



Διάγραμμα 5: Κατηγοριοποίηση ηλεκτροκίνητων οχημάτων

2.3 Χρήση κυψελών καυσίμου

Η τεχνολογία χρήσης κυψελών καυσίμου ή ενεργειακών κυψελών (fuel cells) στηρίζεται στη χρήση μίγματος υδρογόνου και οξυγόνου το οποίο υποκαθιστά το συμβατικό καύσιμο. Η αντίδραση αυτών των δύο συστατικών (ηλεκτρόλυση) παράγει θερμότητα και νερό, παράγωγα στα οποία οφείλεται και η φιλικότητα της τεχνολογίας προς το περιβάλλον. Ο ηλεκτρολύτης βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια (άνοδο και κάθοδο) ενώ διπολικές πλάκες που υπάρχουν εκατέρωθεν της κυψέλης λειτουργούν ως συλλέκτες ρεύματος. Υπάρχουν πολλά είδη κυψελών που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές εφαρμογές, με τις περισσότερες καθιερωμένες να είναι αυτές που χρησιμοποιούν έναν ειδικό καταλύτη, την πολυμερική μεμβράνη (Polymeric Electrolyte Membrane – PEM), μέσω της οποίας δημιουργείται η απαραίτητη για την κυκλοφορία ηλεκτρικού ρεύματος διαφορά δυναμικού, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 1: Χημική αντίδραση λειτουργίας ενεργειακών κυψελών PEM [B9]

Οι διαθέσιμες επιλογές όσον αφορά στις κυψέλες καυσίμου παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Τύπος	Θερμ/σία Λειτουργίας	Ισχύς τυπικής διάταξης	Απόδοση	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Polymer Electrolyte Membrane (PEM)	50-100°C 122-212°F Συνήθως 80°C	1 kW– 100 kW	60%	- Μειωμένη διάβρωση - Λειτουργία σε χαμηλή θερμοκρασία - Γρήγορη έναρξη λειτουργίας	- Κόστος - Ευαισθησία
Alkaline Fuel Cell (AFC)	90-100°C 194-212°F	10–100 kW	60%	- Χαμηλό κόστος - Υψηλότερη απόδοση στην περίπτωση αλκαλικού ηλεκτρολύτη	- Ευαισθησία - Δύσκολη διαχείριση ηλεκτρολύτη
Phosphoric Acid Fuel	150-200°C 302-392°F	400 kW 100 kW	40%	- Υψηλότερη απόδοση σε αυξημένη	- Αργή έναρξη λειτουργίας

Cell (PAFC)		module		θερμοκρασία - Αυξημένη ανοχή σε προσμίξεις	- Χαμηλή ένταση ρεύματος - Χαμηλή ισχύ
Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)	600-700°C 1112- 1292°F	300 kW– 3 MW 300 kW module	45- 50%	- Υψηλή επάρκεια - Αυξημένη ανοχή σε προσμίξεις	- Αυξημένα ποσοστά διάβρωσης - Αργή έναρξη λειτουργίας - Χαμηλή πυκνότητα ισχύος
Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)	700-1000°C 1202- 1832°F	1 kW– 2 MW	60%	- Υψηλή επάρκεια - Αυξημένη ανοχή σε προσμίξεις	- Αυξημένα ποσοστά διάβρωσης - Αργή έναρξη λειτουργίας

Πίνακας 1: Σύγκριση τεχνολογιών κυψελών καυσίμου [B9]

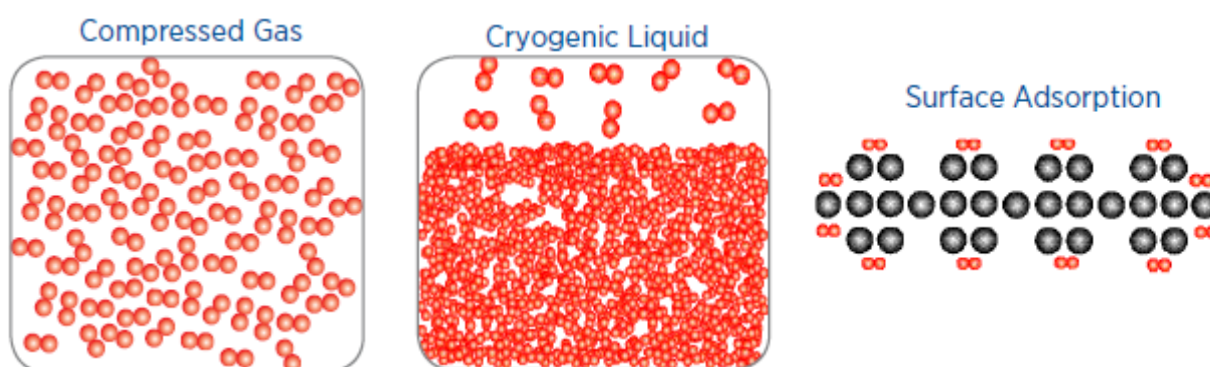
Από τον πίνακα μπορεί να παρατηρηθεί πως οι κυψέλες που λειτουργούν στη χαμηλότερη περιοχή θερμοκρασιών είναι οι PEM, γεγονός που εξηγεί και την ευρεία εφαρμογή τους. Βασικό όμως μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η αποθήκευση ή η παραγωγή του απαραίτητου για τη διαδικασία υδρογόνου, που αποτελεί και αντικείμενο περαιτέρω έρευνας σχετικά με την ευρύτερη καθιέρωσή της.

2.3.1 Το ζήτημα της αποθήκευσης του υδρογόνου

Για την επιτυχή ενσωμάτωση της τεχνολογίας των κυψελών καυσίμου στην καθημερινή χρήση των οχημάτων, πάντοτε υπό το πρίσμα της ασφάλειας, της αξιοπιστίας και του χαμηλού κόστους, θα πρέπει να επιλυθεί το ζήτημα της αποθήκευσης του υδρογόνου έτσι ώστε να είναι δυνατή η άμεση χρήση του οποτεδήποτε απαιτηθεί. Για να εξασφαλιστεί μάλιστα η ανταγωνιστικότητα με τα συμβατικά οχήματα θα πρέπει να είναι δυνατή η αυτοδυναμία του οχήματος για μια

απόσταση της τάξης των 300 μιλίων μεταξύ δύο ανεφοδιασμών. Σε αυτό ακριβώς το στοιχείο έγκειται η δυσκολία, αφού οι ιδιότητες του υδρογόνου καθιστούν την αποθήκευσή του σε μεγάλες ποσότητες δύσκολη διαδικασία. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, λύσεις που υιοθετούνται μέχρι σήμερα σχετίζονται με

- φυσική αποθήκευση συμπιεσμένου αερίου υδρογόνου σε δοχεία υψηλής πίεσης (μέχρι 700 bar),
- φυσική αποθήκευση κρυογενικού υδρογόνου (ψύξη στους -253°C και υπό πίεση 6-350 bar) σε μονωμένα δοχεία,
- αποθήκευση στην επιφάνεια ειδικών υλικών με την απελευθέρωση του υδρογόνου να είναι δυνατή με την πρόκληση συγκεκριμένων χημικών αντιδράσεων όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 2: Τεχνολογίες αποθήκευσης υδρογόνου για χρήση του σε ενεργειακή κυψέλη οχήματος [B14]

Στην περίπτωση ενός συμβατικού οχήματος για να επιτευχθεί το όριο των 300 μιλίων θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς 4-10 kgr υδρογόνου, γεγονός που απαιτεί μεγάλο μέγεθος δεξαμενής καυσίμου, σε βάρος του ωφέλιμου χώρου, ενός σημαντικού ομολογουμένως χαρακτηριστικού για κάθε τύπο οχήματος. Επιπρόσθετα, η χρήση ενός μεγάλου δοχείου αποθήκευσης αυξάνει κατά πολύ το βάρος του οχήματος, με αποτέλεσμα την απαίτηση μεγαλύτερων ποσών ενέργειας για την κίνησή του. Η έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα επικεντρώνεται στην εξεύρεση λύσεων για ασφαλή και επαρκή μεταφορά υδρογόνου έτσι ώστε να είναι εύκολος ο ανεφοδιασμός της κυψέλης καυσίμου σε ανάλογα με τα συμβατικά αυτοκίνητα επίπεδα.

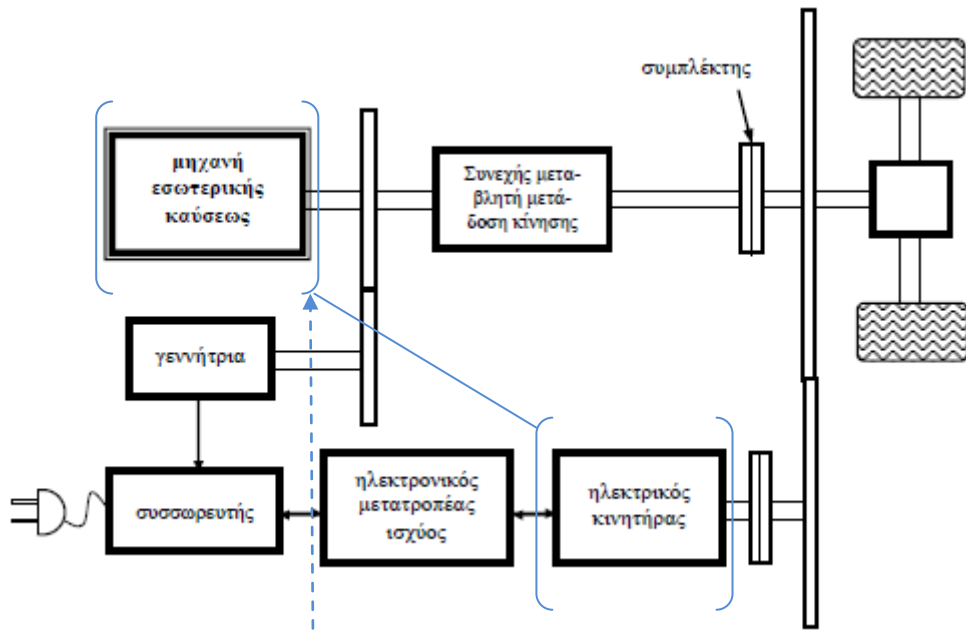
2.4 Υβριδική Τεχνολογία

Η ιδιαιτερότητα της υβριδικής τεχνολογίας έγκειται στην ταυτόχρονη χρήση μηχανής εσωτερικής καύσης και ηλεκτρικού κινητήρα για την κίνηση του οχήματος, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Βασικό χαρακτηριστικό της υβριδικής τεχνολογίας είναι η εξοικονόμηση καυσίμου που επιτυγχάνεται σε κάθε περίπτωση συγκριτικά με τη συμβατική τεχνολογία. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η φόρτιση του ηλεκτρικού κινητήρα γίνεται μέσω του συστήματος πέδησης του οχήματος, εκμεταλλευόμενη έτσι τη χαμένη ενέργεια που προκύπτει κατά την εσκεμμένη επιβράδυνσή του, διαδικασία η οποία θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα, που θα περιλαμβάνει το σύνολο των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών φόρτισης του ηλεκτρικού κινητήρα.

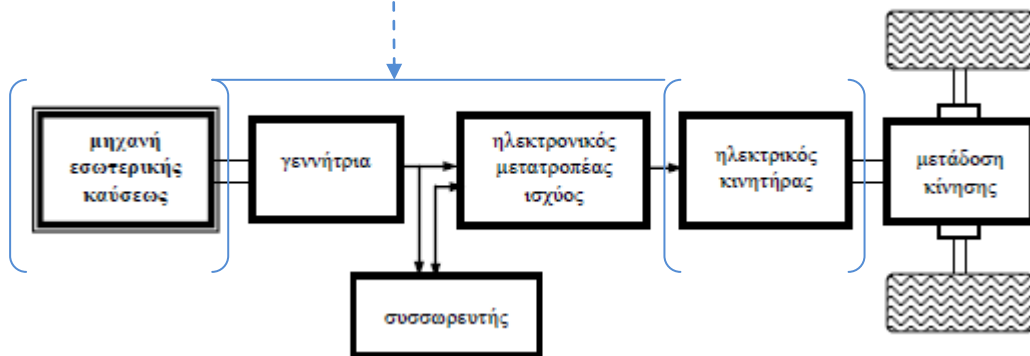


Σχήμα 3: Βασικά στοιχεία ενός υβριδικού οχήματος [H1]

Η ταυτόχρονη αυτή χρήση έχει δύο διαφορετικές εκδοχές, την παράλληλη λειτουργία κατά την οποία χρησιμοποιείται ένας κινητήρας κάθε φορά και τη σειριακή λειτουργία, κατά την οποία ο ηλεκτρικός κινητήρας επιστρατεύεται σε περιπτώσεις αυξημένων απαιτήσεων της μηχανής εσωτερικής καύσης, όπως δηλαδή συμβαίνει κατά την εκκίνηση και την επιτάχυνση του οχήματος. Οι δύο αυτές λειτουργικές διατάξεις παρουσιάζονται στα ακόλουθα διαγράμματα, με επισημάνσεις όσον αφορά στη βασική τους διαφορά, την τοπολογία δηλαδή σύνδεσης μηχανής εσωτερικής καύσης και ηλεκτρικού κινητήρα.



Διάγραμμα 6: Δομή υβριδικού οχήματος σε παράλληλη διάταξη [B13]



Διάγραμμα 7: Δομή υβριδικού οχήματος σε διάταξη εν σειρά [B13]

Τα πλεονεκτήματα της υβριδικής τεχνολογίας μπορούν να συνοψιστούν στα εξής σημεία:

- Χαμηλή κατανάλωση
- Λιγότερες εκπομπές ρύπων
- Δυνατότητα εναρμόνισής της με την παρούσα τεχνολογία των μηχανών εσωτερικής καύσης.

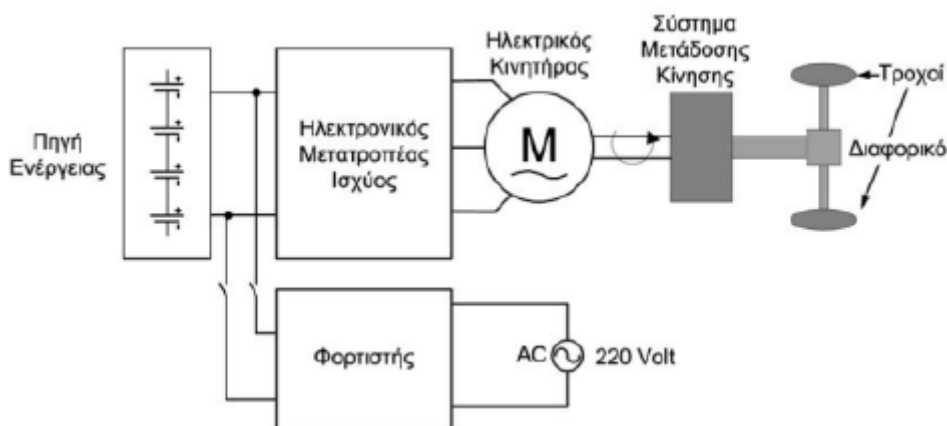
Η υβριδική τεχνολογία βρίσκεται ήδη σε προχωρημένα στάδια εφαρμογής, ενώ σχετικές μελέτες έχουν καταδείξει την αξιοπιστία της συγκεκριμένης

τεχνολογίας. Χαρακτηριστική είναι η αντίστοιχη μελέτη από το Ελληνικό Ινστιτούτο Μεταφορών (I.MET, 2006) κατά την οποία διαπιστώθηκε ότι το υπό διερεύνηση όχημα διένυσε πάνω από 60.000 χιλιόμετρα χωρίς να παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα από το υβριδικό σύστημα [B10].

2.5 Αμιγώς Ηλεκτροκίνητα Οχήματα

Το βασικό χαρακτηριστικό των αμιγώς ηλεκτροκίνητων οχημάτων είναι η απουσία βενζινοκινητήρα και η εξασφάλιση της απαιτούμενης για την κίνηση του οχήματος ενέργειας, από την απόδοση του ηλεκτρικού κινητήρα και μόνο.

2.5.1 Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ηλεκτρικού οχήματος



Διάγραμμα 8: Δομικά στοιχεία ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος [B11]

Τα δομικά στοιχεία ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος απεικονίζονται στο παραπάνω διάγραμμα, με την τεχνολογία να περιγράφεται ασφαλώς σε γενικές γραμμές, με το κάθε στοιχείο του διαγράμματος να εξαρτάται όσον αφορά στην ακριβή του μορφή από την ειδική τεχνολογία που υιοθετείται κάθε φορά. Αναλυτικότερα, ένα ηλεκτροκίνητο όχημα περιλαμβάνει τις αναλυόμενες στη συνέχεια βασικές συνιστώσες.

2.5.1.1 Πηγή ηλεκτρικής ενέργειας

Αποτελεί τόσο την πηγή όσο και την «αποθήκη» της ενέργειας για το όχημα. Πρόκειται για συσσωρευτές που αποδίδουν ανάλογα με τις απαιτήσεις την ενέργεια κατά την κίνηση του οχήματος ή πίσω στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διαδικασία V2G. Η διαδικασία φόρτισης των συσσωρευτών όπως και οι διάφορες κατηγορίες τους θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα, κατηγορίες οι οποίες μπορεί να διαφοροποιούν τις συνθήκες και τον τρόπο λειτουργίας, διατηρώντας όμως τη βασική «ιδέα» του συστήματος σταθερή, τη χρήση δηλαδή ηλεκτρικής ενέργειας για τη μετατροπή της σε μηχανική.

Η λειτουργία όμως του συσσωρευτή είναι αμφίδρομη αφού μπορεί να μετατρέψει την ηλεκτρική ενέργεια σε χημική. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συσσωρευτών, με την εκάστοτε επιλογή τους να εξαρτάται από τον όγκο, το βάρος, το κόστος κατασκευής και τη χωρητικότητα ενέργειας [Wh]. Οι κατηγορίες συσσωρευτών έχουν ως εξής:

- Συσσωρευτές μολύβδου-οξέος (lead-acid): Βασικά τους πλεονεκτήματα είναι το χαμηλό κόστος κατασκευής η μεγάλη αξιοπιστία και η σχετικά χαμηλή αυτοεκφόρτιση. Από την άλλη μεριά, όμως, έχουν μεγάλο βάρος (και κατά συνέπεια μικρή ενεργειακή πυκνότητα), οπότε επιβαρύνουν το όχημα με αρκετά επιπλέον κιλά. Επίσης μειώνεται σημαντικά η διάρκεια ζωής τους σε περιπτώσεις ταχείας φόρτισης και σχεδόν πλήρους εκφόρτισης, δηλαδή σε κύκλους φόρτισης που σχετίζονται με τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού οχήματος.
- Συσσωρευτές νικελίου-καδμίου (Ni-Cd): Βασικά τους πλεονεκτήματα είναι η ικανοποιητική ενεργειακή τους πυκνότητα σε σχέση με το βάρος τους, η ανοχή της συμπεριφοράς τους σε μεταβολές της θερμοκρασίας καθώς και η ταχεία τους φόρτιση. Στον αντίποδα, έχουν υψηλό κόστος κατασκευής και με την ολοκλήρωση της διάρκειας ζωής τους θα πρέπει να υπάρχει πρόληψη για τη συλλογή και την απόρριψη του καδμίου, υλικού ιδιαίτερα επιβλαβούς για το περιβάλλον.
- Συσσωρευτές νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH): Παρουσιάζουν επίσης υψηλή ενεργειακή πυκνότητα (70 Wh/kg), ενώ είναι σημαντική για την

επιλογή τους η μεγάλη διάρκεια ζωής που τους διακρίνει. Στα βασικά τους μειονεκτήματα περιλαμβάνεται η μικρή τους ανοχή στις μεταβολές της θερμοκρασίας και το υψηλό κόστος κατασκευής. Η εκτεταμένη χρήση τους μέχρι σήμερα στα υβριδικά αυτοκίνητα δύναται να τους προσδώσει γενικότερη αξιοπιστία για τέτοιου είδους εφαρμογές.

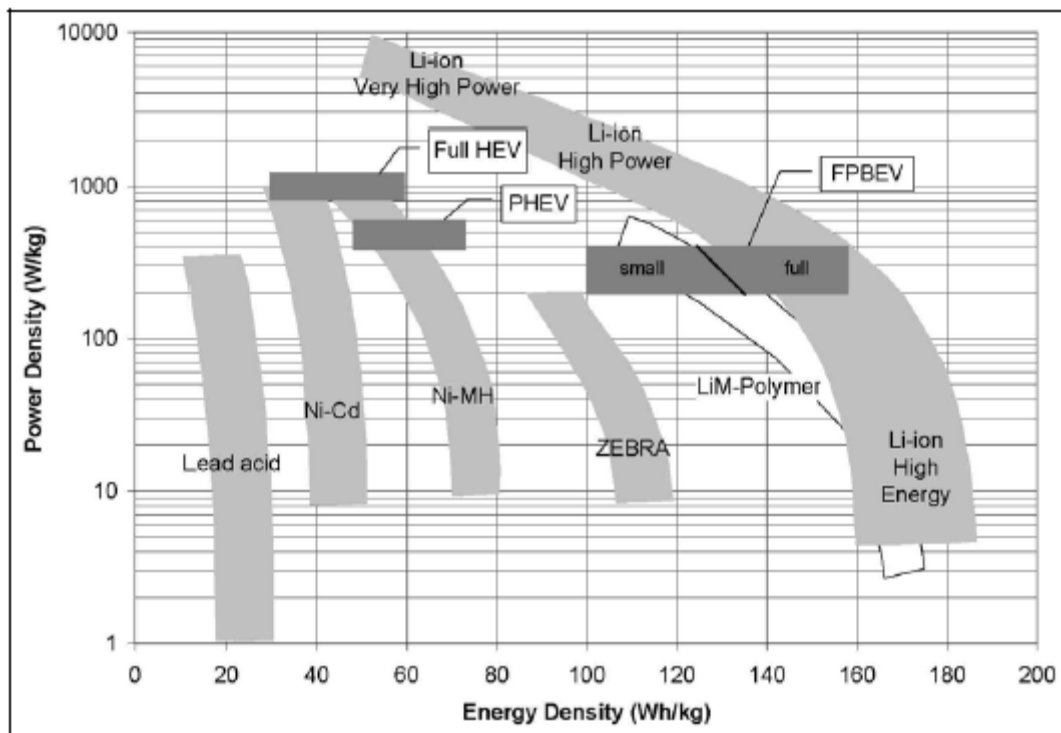
- ο Συσσωρευτές ιόντων λιθίου (Li-ion) και λιθίου πολυμερούς, οι οποίοι διαρρέονται σε υποκατηγορίες με βάση το υλικό κατασκευής της ανόδου, τους συσσωρευτές λιθίου-οξειδίου κοβαλτίου, λιθίου-οξειδίου μαγγανίου, τριών στοιχείων και λιθίου-φωσφορικού σιδήρου (LiFe-PO₄).

Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των συσσωρευτών των παραπάνω κατηγοριών συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα

<i>Τύπος Συσσωρευτή</i>	<i>Πυκνότητα Ενέργειας (Wh/kg)</i>	<i>Αναλογία Ισχύος/Βάρους (W/kg)</i>	<i>Κόστος ενέργειας (Wh/\$)</i>	<i>Τάση κυττάρου (V)</i>
lead-acid	30-40	180	7-18	2
Ni-Cd	40-60	150	5-10	1.2
Ni-MH	30-80	250-1000	2,75	1.2
Li-ion	100-160	250-340	1,5	3.7

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά λειτουργίας συσσωρευτών κατάλληλων για ηλεκτρικά οχήματα [B12]

Ειδικότερα όσον αφορά στην πυκνότητα ενέργειας και ισχύος, η συμπεριφορά των προαναφερόμενων κατηγοριών συσσωρευτών συνοψίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα, στο οποίο είναι εμφανής η υψηλή αναλογία που παρουσιάζει η τεχνολογία ιόντων λιθίου.



Διάγραμμα 9: Αναλογία πυκνοτήτων ισχύος και ενέργειας για τις διάφορες κατηγορίες συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται στην αυτοκίνηση [B15]

2.5.1.2 Ηλεκτρικός κινητήρας

Αποτελεί το ουσιαστικό τμήμα του μηχανισμού εξοικονόμησης καυσίμου, αφού εξασφαλίζει τη μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική. Τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε ηλεκτροκινητήρα τα οποία και τον προσδιορίζουν εμπορικά είναι:

- Η απαιτούμενη τάση για την τροφοδοσία του σε (Volts),
- Το είδος του ρεύματος (συνεχές ή εναλλασσόμενο και μονοφασικό ή τριφασικό),
- Η συχνότητα του ρεύματος εφόσον πρόκειται για εναλλασσόμενο (σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο κ/δ (c/s) ή Hertz. Πολλές φορές χρησιμοποιείται το σύμβολο ~ αντί του κ/δ),
- Η ισχύς του κινητήρα σε Watt ή ίππους (W ή HP)
- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα (σε A) και
- Η αποκτώμενη ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα σε στροφές ανά λεπτό (rpm).

Όλα τα παραπάνω στοιχεία φέρονται χαραγμένα, από τους κατασκευαστές, σε ειδική ενσωματωμένη στον ηλεκτροκινητήρα πινακίδα καθώς και ο αριθμός της έγκρισης του Υπουργείου Βιομηχανίας για εμπορική διάθεση ή άλλα σύμβολα πιστοποίησης ασφαλούς λειτουργίας.



Διάγραμμα 10: Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών κινητήρων

Ένα βασικό ζητούμενο είναι η εύρεση εκείνου του ηλεκτροκινητήρα από όλες τις προαναφερόμενες κατηγορίες που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος κατά βέλτιστο τρόπο. Θα πρέπει έτσι να πληρούνται προϋποθέσεις όπως μεγάλη ροπή (εξαιτίας του βάρους του οχήματος), ταχύτητα, ακρίβεια και έλεγχος στροφών. Οι κατηγορίες που έχουν επικρατήσει μέχρι τώρα είναι εκείνες των ασύγχρονων τριφασικών (ή επαγωγικών) και των brushless κινητήρων. Η επικράτηση αυτή προκύπτει από τα εξής γεγονότα: στην πρώτη περίπτωση η ταχύτητα του δρομέα είναι μικρότερη από εκείνη του στρεφόμενου πεδίου του στάτη και εξαρτάται από το μέγεθος του φορτίου, με αποτέλεσμα την ύπαρξη μεγαλύτερης δυνατότητας προσαρμογής στις απαιτήσεις του οχήματος. Στη δεύτερη περίπτωση, απουσιάζουν τα λεγόμενα καρβουνάκια, τα οποία είναι υπεύθυνα για να μεταφέρουν στον κάθε ακροδέκτη πότε θετικό και πότε αρνητικό ρεύμα καθώς ο άξονας περιστρέφεται, με τα πηνία να συνδέονται απευθείας με τους πόλους του ρεύματος. Επιφορτισμένος με το έργο της εναλλαγής της πολικότητας του ρεύματος είναι ο ηλεκτρονικός διαχειριστής (Electronic Speed Controller – ESC).

Αυτή η απουσία συνεπάγεται λιγότερη συντήρηση λόγω φθοράς αλλά και αυξημένη απόδοση αφού υφίστανται λιγότερες τριβές. Αυτό βέβαια δε σημαίνει πως η χρήση ηλεκτροκινητήρων των άλλων κατηγοριών είναι απαγορευτική για εφαρμογή τους σε ηλεκτροκίνητο όχημα, ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση.

2.5.1.3 Ηλεκτρονικός Μετατροπέας Ισχύος

Μετατρέπει κατάλληλα τη συνεχή τάση της πηγής στα επίπεδα και στη μορφή που απαιτείται για την απρόσκοπτη τροφοδοσία του ηλεκτρικού κινητήρα. Επιπρόσθετα, ελέγχει τις ροπές και τις στροφές του κινητήρα. Ο τύπος του μετατροπέα που θα επιλεγεί κάθε φορά είναι άμεση συνάρτηση του κινητήρα που πρόκειται να τροφοδοτηθεί. Υπάρχουν οι εξής διαθέσιμες επιλογές:

- Μετατροπείς Σ.Τ./Σ.Τ. τύπου chopper με διακοπτικό στοιχείο thyristor και βοηθητικό κύκλωμα για τη σβέση του: Το βασικό του πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα για έλεγχο μεγάλης ισχύος, ενώ μειονεκτήματά του αποτελούν η πολυπλοκότητα και η απαίτηση για μεγάλη επαγωγή εξομάλυνσης.
- Μετατροπείς Σ.Τ./Ε.Τ. τύπου αντιστροφέα με διαμόρφωση εύρους παλμών (Pulse Width Modulation), που δρουν με βάση μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία η οποία σχετίζεται με την ανοχή σε διακυμάνσεις της τάσεως εισόδου και την καταλληλότητα της μεθόδου για εφαρμογές πραγματικού χρόνου που τις περισσότερες φορές συνοδεύονται από τη χρήση μικροελεγκτή.
- Μετατροπείς Σ.Τ./Ε.Τ. τύπου αντιστροφέα συντονισμού (Resonant Inverters), με το κύκλωμα συντονισμού να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε η μετάβαση στην κατάσταση αγωγής του στοιχείου να γίνεται είτε υπό μηδενική τάση (Zero Voltage Switching-ZVS) είτε υπό μηδενικό ρεύμα (Zero Current Switching-ZCS), μηδενίζοντας έτσι τις διακοπτικές απώλειες. Ταυτόχρονα, οι συγκεκριμένοι μετατροπείς παρουσιάζουν ελάχιστες θερμικές απώλειες, μεγάλη πυκνότητα ισχύος και μικρότερες ηλεκτρομαγνητικές παρενοχλήσεις. Στον αντίποδα, έχουν αυξημένο κόστος ενώ απαιτείται μια πολύπλοκη διάταξη ελέγχου [B17].

2.5.1.4 Σύστημα Μετάδοσης Κίνησης

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης εξασφαλίζει τη μετάδοση της κίνησης από τη μηχανή στους κινητήριους τροχούς. Η διαμόρφωση του εξαρτάται από τη θέση, στην οποία τοποθετείται η μηχανή, καθώς και από το ποιοι θα είναι οι κινητήριοι τροχοί. Τα κυριότερα μέρη του είναι ο συμπλέκτης, το κιβώτιο ταχυτήτων, ο άξονας μετάδοσης της κίνησης, το διαφορικό, τα ημιαξόνια και οι άξονες των τροχών.

Αναλυτικότερα, ο συμπλέκτης δημιουργεί τη σύμπλεξη και την αποσύμπλεξη της μηχανής με το υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Τοποθετείται στο σφόνδυλο της μηχανής και βρίσκεται μεταξύ του σφονδύλου και του κιβωτίου ταχυτήτων. Πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μεταφέρει τη ροπή της μηχανής στο υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από διάφορους συνδυασμούς οδοντοτροχών και επιτρέπει στον οδηγό του αυτοκινήτου την αλλαγή σχέσης ή και φοράς μετάδοσης της κίνησης από τη μηχανή στους τροχούς. Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης είναι ένας αρκετά ισχυρός μεταλλικός σωλήνας, που έχει ως σκοπό να μεταδίδει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων στον κινητήριο άξονα. Η θέση των δύο αυτών μερών δεν είναι σταθερή, ούτε ως προς την απόσταση που υπάρχει ανάμεσά τους, ούτε ως προς τη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κιβώτιο ταχυτήτων είναι στερεωμένο στο αμάξωμα του αυτοκινήτου, ενώ ο άξονας μεταβάλλει τη θέση του, ανάλογα με τη συμπεριφορά του συστήματος ανάρτησης. Ο σκοπός του διαφορικού με τη σειρά του είναι διπλός, αφενός επιτρέπει στους κινητήριους τροχούς να έχουν διαφορετική ταχύτητα, όταν στρίβουν και αφετέρου διανέμει ίση ροπή σε κάθε κινητήριο τροχό. Τέλος, οι άξονες των τροχών είναι επιμήκεις και ολόσωμοι. Τοποθετούνται κάθετα προς το μήκος του αυτοκινήτου και φέρουν στα άκρα τους τροχούς. Συνδέονται με το πλαίσιο-αμάξωμα, μέσω ελατηρίων και άλλων εξαρτημάτων του συστήματος ανάρτησης [H2].

Το σύστημα φόρτισης θα αναλυθεί εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο, μιας και αποτελεί ουσιαστικά τη βαθμίδα επικοινωνίας μεταξύ ηλεκτροκίνητου οχήματος και ηλεκτρικού δικτύου, τον «πυρήνα» δηλαδή μιας V2G διαδικασίας η οποία αποτελεί και το βασικό αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

2.6 Αγορές ηλεκτρικής ισχύος και η θέση της τεχνολογίας V2G σε αυτές

Είναι γεγονός πως η ηλεκτρική ενέργεια είναι οργανωμένη σε πολλές διαφορετικές κατηγορίες, με τη διαφορά τους να έγκειται στη μέθοδο ελέγχου σε πραγματικό χρόνο, στο χρόνο απόκρισης, τους όρους των επισυναπτόμενων συμφωνιών και την τιμή αγοράς και πώλησης.

2.6.1 Αγορά ισχύος βασικού φορτίου

Παρέχεται επί 24ωρου βάσεως και προέρχεται συνήθως από λιγνιτικά εργοστάσια με χαμηλή τιμή παραγωγής της kWh. Τα συμβόλαιά της είναι συνήθως μακροπρόθεσμα για σταθερή παραγωγή και διάθεση σε χαμηλή τιμή. Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα δε μπορούν ασφαλώς να παράγουν ενέργεια για να καλύψουν τις απαιτήσεις βασικού φορτίου, πόσο μάλλον κάτι τέτοιο να γίνει σε ανταγωνιστική τιμή. Η ισχύς αυτού του μεγέθους αναδεικνύει τις βασικές αδυναμίες της τεχνολογίας V2G, δηλαδή την περιορισμένη δυνατότητα αποθήκευσης και το μικρό κύκλο ζωής του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, χωρίς να ενισχύει τα βασικά της πλεονεκτήματα όπως ο γρήγορος χρόνος απόκρισης, το χαμηλό κόστος αναμονής και το μικρό εκμεταλλεύσιμο κεφάλαιο [H12, B30].

2.6.2 Αγορά ισχύος φορτίου αιχμής

Η αναγκαία ισχύς για την εξυπηρέτηση φορτίων αιχμής υφίσταται σε ώρες ημερών με υψηλή κατανάλωση, όπως οι καλοκαιρινές μέρες με υψηλή θερμοκρασία και προέρχεται συνήθως από εγκαταστάσεις που μπορεί να είναι ενεργές για σύντομα χρονικά διαστήματα όπως οι αεριοστρόβιλοι. Επειδή αυτή ακριβώς η ανάγκη προκύπτει για μερικές εκατοντάδες ωρών κάθε χρόνο, είναι απολυτως λογική οικονομικά η χρήση γεννητριών, ακόμα και αν η παραγόμενη kWh είναι έχει τελικά υψηλό κόστος για τη συγκεκριμένη περίοδο. Συνήθως, η διάρκεια λειτουργίας μιας γεννήτριας είναι 3–5 h, γεγονός που καθιστά την τεχνολογία V2G κατάλληλη για

τέτοιου είδους απαιτήσεις, ειδικότερα αν γίνεται χρήση στόλου οχημάτων και όχι μεμονωμένων περιπτώσεων [B28].

2.6.3 Αγορά στρεφόμενων εφεδρειών

Οι στρεφόμενες εφεδρείες αναφέρονται σε πρόσθετη αναγκαία ισχύ, η οποία όμως είναι άμεσα διαθέσιμη (σε διάστημα των 10 min) από τη στιγμή του αιτήματος του διαχειριστή δικτύου. Οι γεννήτριες που εξυπηρετούν τέτοιες ανάγκες λειτουργούν σε χαμηλή ταχύτητα με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ανάγκη συγχρονισμού με το δίκτυο.

Το κόστος των στρεφόμενων εφεδρειών έχει άμεση σχέση με το χρόνο που αυτές είναι διαθέσιμες. Έτσι, αν υποθεθεί πως μια γεννήτρια η οποία μπορεί να παράγει 1MW είναι διαθέσιμη επί 24ώρου βάσεως, το κόστος είναι ίδιο με το αν η ενέργεια αυτή έχει παραχθεί, ακόμα και αν δεν έχει αποδοθεί στο δίκτυο (με μονάδα τη MW-h που σημαίνει πως 1MW είναι διαθέσιμο για 1 h). Στην περίπτωση που η συγκεκριμένη γεννήτρια χρησιμοποιηθεί υφίσταται επιπρόσθετο κόστος. Τα συμβόλαια που αφορούν στην αγορά των στρεφόμενων εφεδρειών είναι συνήθως 20/έτος με χρόνο εξυπηρέτησης τη 1h.

Η τεχνολογία V2G ενδείκνυται για τη χρήση της στη συγκεκριμένη αγορά, αφού τα συνδεδεμένα ηλεκτροκίνητα οχήματα μπορούν να είναι άμεσα διαθέσιμα, ενώ οι απαιτήσεις σε χωρητικότητα ισχύος μπορούν να καλυφθούν, ειδικά στην περίπτωση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων που χρησιμοποιούν κυψέλες καυσίμου [B31, B32].

2.6.4 Αγορά διευθέτησης παρεχόμενης και λαμβανόμενης ισχύος

Η διαδικασία της διευθέτησης αναφέρεται στον έλεγχο της συχνότητας και της τάσης του δικτύου μέσω του «ταιριάσματος» της παραγόμενης ισχύος και των απαιτήσεων φορτίου. Η διαδικασία γίνεται σε πραγματικό χρόνο και επικεντρώνεται στην αύξηση ή της μείωσης της ισχύος εξόδου της γεννήτριας ανάλογα με το σήμα που στέλνει κάθε φορά ο διαχειριστής δικτύου. Η αγορά αυτής της διευθέτησης περιλαμβάνει «έξυπνες» τεχνικές που σχετίζονται με ένα βασικό επίπεδο ισχύος και την κατ' απαίτηση αυξομείωση γύρω από αυτό (regulation up και regulation down).

Για παράδειγμα αν το φορτίο υπερνικά την παραγωγή, η τάση και η συχνότητα μειώνονται καταδεικνύοντας την αναγκαιότητα λειτουργίας σε κατάσταση regulation up. Οι γεννήτριες που συμπεριλαμβάνονται στα συμβόλαια αυτών των λειτουργιών μπορούν να χρησιμοποιούνται και στις δύο καταστάσεις εφόσον δε συνυπάρχουν. Συγκρινόμενες με τις στρεφόμενες εφεδρείες, χρησιμοποιούνται πολλές παραπάνω φορές ανά μέρα (περίπου 400), με γρηγορότερο χρόνο απόκρισης και μικρότερο χρόνο εξυπηρέτησης. Η πραγματική ενέργεια που δαπανάται για αυτή τη διευθέτηση είναι ένα μόνο μέρος της διαθέσιμης, σε αναλογία που είναι ιδιαίτερα σημαντική για την οικονομική διάσταση της τεχνολογίας V2G και η οποία δίνεται από τη σχέση

$$R_{d-c} = \frac{E_{disp}}{P_{cont}t_{cont}}$$

όπου

R_{d-c} : η αναλογία αποδιδόμενης ενέργειας στο σύνολο που προβλέπει το συμβόλαιο

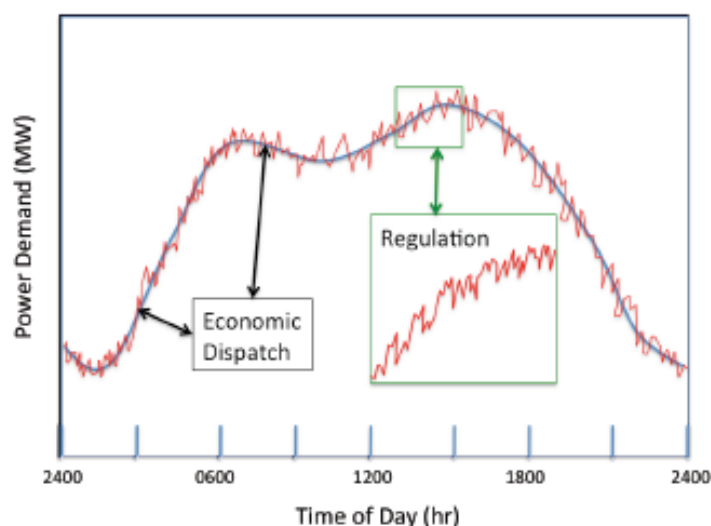
E_{disp} : η ολική αποδιδόμενη ενέργεια κατά τη χρονική διάρκεια του συμβολαίου

P_{cont} : η συμφωνηθείσα ισχύς

t_{cont} : η χρονική διάρκεια του συμβολαίου,

με συνήθεις τιμές τις 0,08-0,1 (αδιάστατο μέγεθος) [B29].

Η λειτουργία του regulation εμφανίζεται παραστατικά στο ακόλουθο διάγραμμα, όπου οι μικρορυθμίσεις λαμβάνουν χώρα κάθε λεπτό της ημέρας.



Διάγραμμα 11: Λειτουργία του μηχανισμού διευθέτησης σε συνάρτηση με το απαιτούμενο φορτίο κατά τη διάρκεια της ημέρας [B33]

Το χρονικό εύρος του σήματος διευθέτησης είναι μικρότερο από τις καθημερινές διακυμάνσεις της απαιτούμενης ισχύος, οι οποίες παρατηρούνται κυρίως στην αρχή και στο τέλος της μέρας. Στο διάγραμμα φαίνεται η διαφορά ανάμεσα στην εμφάνιση περιπτώσεων προς διευθέτηση σε ωριαία κλίμακα (όπως για παράδειγμα οι πρώτες πρωινές ώρες που οι περισσότεροι ετοιμάζονται για την εργασία τους) και στις από λεπτό σε λεπτό ρυθμίσεις που λαμβάνουν χώρα καθόλη τη διάρκεια μιας δεδομένης μέρας. Η περιοχή που συμπεριλαμβάνεται ανάμεσα στα βέλη του διαγράμματος, απαιτεί τη λειτουργία του μηχανισμού διευθέτησης, αφού παρατηρείται απότομη αύξηση του φορτίου, χωρίς αυτό να σημαίνει πως ο μηχανισμός δε λειτουργεί κατά τη διάρκεια του συνόλου του 24ώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ – ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η φόρτιση των συσσωρευτών αποτελεί τη βασική παράμετρο για να κατασταθεί η λειτουργία ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος άρτια και απολύτως λειτουργική, σε όποια κατηγορία ηλεκτροκίνησης και αν γίνεται αναφορά (ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας- BEVs ή κυψελών καυσίμου - FCEVs ή υβριδικά – HEVs ή απευθείας σύνδεσης στο δίκτυο PEVs). Στη συγκεκριμένη ενότητα θα αναλυθούν οι σχετικές τεχνολογικές παράμετροι, από το επίπεδο της καλωδίωσης έως εκείνο του σταθμού φόρτισης.

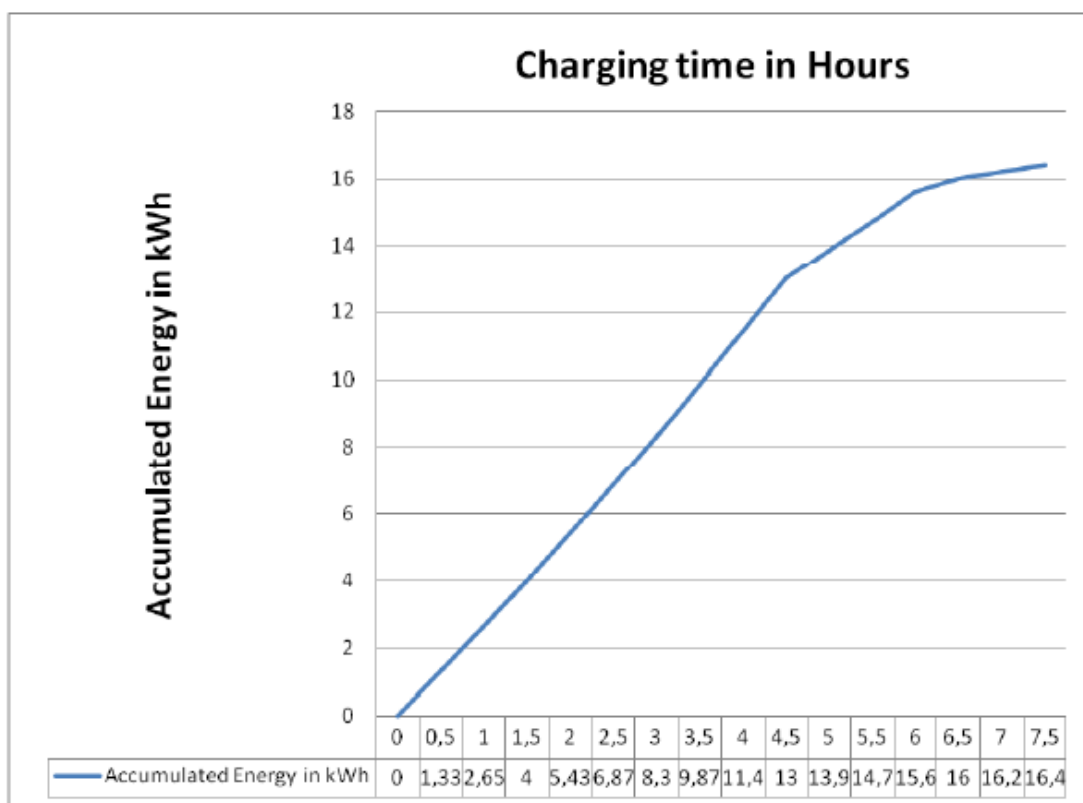
3.1 Φόρτιση μέσω οικιακού δικτύου

Οι δυνατότητες του οικιακού δικτύου μπορούν να προσδιοριστούν αν ληφθεί υπόψη πως η τάση του δικτύου είναι 220V ενώ οι γραμμές παροχών έχουν μέγιστη ένταση 16A ή 32A, ανάλογα με τις χρησιμοποιούμενες κάθε φορά ασφάλειες. Επομένως, η δυνατότητα παρεχόμενης ισχύος κυμαίνεται από 3,5 έως 7 kW. Αν υποθεθεί πως οι συσσωρευτές έχουν χωρητικότητα από 18 έως 33 kWh και πως το επίπεδο φόρτισής τους είναι το 80%, η απαιτούμενη διάρκεια φόρτισης είναι 4-7,5 h για την πρώτη περίπτωση και 2-3,75h για τη δεύτερη. Από το ακόλουθο όμως διάγραμμα, το οποίο περιγράφει σχετικές μετρήσεις φόρτισης σε συσσωρευτή ονομαστικής χωρητικότητας 20kWh μέσω του οικιακού δικτύου, μπορεί να παρατηρηθεί πως ενώ αρχικά η φόρτιση γίνεται με σταθερό ρυθμό, αυτός μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και ειδικότερα προς το τέλος της φόρτισης, γεγονός που κάνει τους προαναφερόμενους χρόνους ακόμα μεγαλύτερους. Εν κατακλείδι, ο τελικός χρόνος είναι κατά 35% αυξημένος σε σχέση με τα θεωρητικά επίπεδα, δηλαδή 5,4-10,13h και 2,7-5,07h αντίστοιχα.

Συμπερασματικά λοιπόν, η φόρτιση ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος για περίπου 8 ώρες, κατά τη διάρκεια της νύχτας ειδικότερα εξαιτίας του φθηνότερου νυχτερινού τιμολογίου, μπορεί να είναι μια λύση, αφού θα εξασφαλίσει αυτονομία για περίπου 100χλμ στην περίπτωση ενός μικρού μεγέθους αυτοκινήτου. Επομένως,

σε αυτή την περίπτωση ο σταθμός φόρτισης μπορεί να είναι η οικία του ιδιοκτήτη ή ο χώρος εργασίας του.

Το βασικό χαρακτηριστικό της φόρτισης μέσω οικιακού δικτύου είναι η ύπαρξη του σχετικού περιορισμού εξαιτίας της περιορισμένης παρεχόμενης ισχύος, με αποτέλεσμα να επεκτείνεται ο απαιτούμενος χρόνος φόρτισης.



Διάγραμμα 12: Φόρτιση συσσωρευτή ιόντων λιθίου ονομαστικής χωρητικότητας 20kWh μέσω του οικιακού δικτύου [B22]

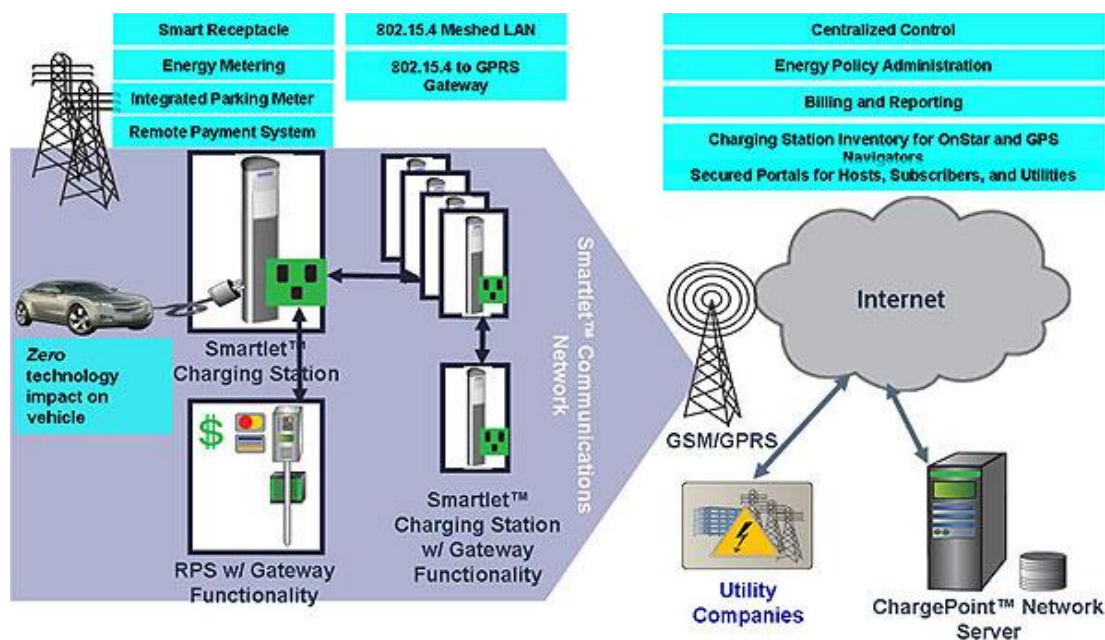
3.2 Φόρτιση μέσω κοινόχρηστων παροχών

Η χρήση κοινόχρηστων παροχών μπορεί να αποτελέσει μια ιδιαίτερα πρακτική λύση, υποκαθιστώντας ουσιαστικά τα βενζινάδικα που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην περίπτωση της συμβατικής κίνησης. Αν υφίσταται δηλαδή ανάλογη γεωγραφική διασπορά με αυτή των πρατηρίων καυσίμων, η αυτονομία του ηλεκτροκίνητου οχήματος δε θα αποτελεί τροχοπέδη για την απρόσκοπτη

ικανοποίηση των καθημερινών απαιτήσεων του ιδιοκτήτη ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος.

Το σύνολο αυτών των σταθμών (σε ένα επόμενο στάδιο ανάπτυξης και εφαρμογής της συγκεκριμένης τεχνολογίας), θα πρέπει να ελέγχεται από μια κεντρική μονάδα μέσω ειδικού λογισμικού ασύρματης δικτύωσης έτσι ώστε να προλαμβάνονται τυχόν αυξημένες απαιτήσεις ή δυσλειτουργίες της διαδικασίας.

Ένα τέτοιο σύστημα παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί και το οποίο βρίσκεται ήδη σε εφαρμογή από την εταιρία 365-energy.



Διάγραμμα 13: Ασύρματο Δίκτυο Σταθμών Φόρτισης από την 365-Energy [H7]

Κάθε τοπική ομάδα σταθμών φόρτισης συνδέεται στο λειτουργικό σύστημα του δικτύου μέσω ενός CDMA ή GPRS radio modem, ενώ κάθε σταθμός φόρτισης επικοινωνεί με τον απομακρυσμένο server μέσω του δικτύου. Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας δικτύωσης είναι πολλά, όπως καθολική εποπτεία, παροχή λύσεων και εναλλακτικών διαδρομών μέσω υπαρχόντων και διαθέσιμων σταθμών, διατήρηση ιστορικού κάθε χρήστη κ.α.



**Εικόνα 3: Φορτιστής δικτύου
CT503 [B24]**

Θα πρέπει βέβαια σε κάθε περίπτωση να χρησιμοποιείται ένας ειδικός φορτιστής, που θα ενσωματώνει την παραπάνω τεχνολογία αλλά και εκείνες τις διατάξεις που μπορούν να αποτελέσουν δικλείδες ασφαλείας για τη διαδικασία στο σύνολό της, διαφοροποιώντας έτσι σημαντικά την κατάσταση από την περίπτωση της απλής οικιακής φόρτισης. Ένας τέτοιος φορτιστής απεικονίζεται στη διπλανή εικόνα, με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ισχύς εξόδου 7,2kW
- Τάση εξόδου 208/240VAC
- Ρεύμα εξόδου 30A

Η συγκεκριμένη μάλιστα λύση, μπορεί να αποδώσει μέγιστα αν συνδυαστεί με ταυτόχρονη εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που παρέχουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ειδικότερα τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν σε έναν τέτοιου είδους σταθμό φόρτισης, απεξαρτώντας ουσιαστικά το σταθμό φόρτισης από το ηλεκτρικό δίκτυο, προσδίδοντας του ενεργειακή αυτονομία. Μια τέτοια εφαρμογή ενδείκνυται ασφαλώς για την Ελλάδα, εξαιτίας της εκτεταμένης ηλιοφάνειας, δημιουργώντας έτσι «πρόσφορο» έδαφος για μια τέτοια διαδικασία.

Παρούσα κατάσταση

Στη συγκεκριμένη κατεύθυνση υφίστανται σήμερα οι σταθμοί ChargePoint Networked Charging Stations, οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί από την αμερικανική Coulomb Technologies και διανέμονται σε Ευρώπη, Μέση Ανατολή και Αφρική από την ευρωπαϊκή 365 Energy, η οποία έχει χρηματοδοτηθεί πλήρως από τη γερμανική επενδυτική εταιρεία Estag Capital AG, με έδρα το Βερολίνο. Τους «έξυπνους» σταθμούς φόρτισης συνοδεύει ένα προηγμένο λογισμικό το οποίο επιτρέπει την ασύρματη δικτύωσή τους και τη συνεχή επικαιροποίηση όλων των στοιχείων που αφορούν την κατάσταση των σταθμών ή τις συναλλαγές των χρηστών σε μια κεντρική βάση δεδομένων. Μέχρι στιγμής έχουν εγκατασταθεί περίπου 700 σταθμοί σε Ευρώπη και Ασία σε πόλεις όπως π.χ. η Πράγα στην Τσεχία, το Δουβλίνο στην

Ιρλανδία, το Μπρίστολ στο Λονδίνο και το Νιουκάσλ στη Βρετανία, το Αμστερνταμ στην Ολλανδία ,οι Βρυξέλλες στο Βέλγιο, το Μπόχουμ και το Αμβούργο στη Γερμανία, η Μαδρίτη στην Ισπανία, η Λισαβόνα στην Πορτογαλία, η Κωνσταντινούπολη στην Τουρκία κ.ά [H4].

Επιπρόσθετα, στις ΗΠΑ ως μέρος του πακέτου των 860 δισ. δολ. που ψηφίστηκε από το Κογκρέσο στις αρχές του 2009, η πρωτοβουλία ηλεκτροκίνησης στις μεταφορές διέθεσε 400 εκατ. δολ. για την μελέτη και υλοποίηση των δικτύων ηλεκτροδότησης οχημάτων. Η Coulomb, που έλαβε 15 εκατ. δολ. χρηματοδότηση έχει ήδη εγκαταστήσει 500 σταθμούς φόρτισης EVs στα πλαίσια ενός μόνο από τα οκτώ διαφορετικά έργα που χρηματοδοτήθηκαν, ενώ περιλαμβάνεται επίσης η εγκατάσταση 2.000 Chevy Volts, 200 Ford Transit Connect EVs, 100 Ford Focus EVs και 100 Smart ForTwo EV's. Συνολικά, τα οκτώ έργα αφορούν 13.000 ηλεκτρικά και plug-in υβριδικά οχήματα και πάνω από 22.000 σημεία φόρτισης σε κατοικίες, εμπορικά κέντρα και δημόσιους χώρους μέχρι το τέλος του 2013 [H5].

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται εγκατεστημένοι σταθμοί φόρτισης σε διαφορετικές πόλεις και με διαφορετικά χαρακτηριστικά, με κοινή όμως παράμετρο τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά στοιχεία.



Σταθμός της Toyota, εγκατεστημένος σε πόλη της Ιαπωνίας, ο οποίος παράγει 1,9 KWp ηλιακής ενέργειας και διαθέτει μπαταρίες 8,4 KWh



Σταθμός 235 W της Beautiful Earth Group στο Μπούκλιν της Νέας Υόρκης, ο οποίος χρησιμοποιεί ανακυκλωμένα κοντέινερ και φορτίζει ένα μέσο ηλεκτρικό αυτοκίνητο σε περίπου 3 ώρες.



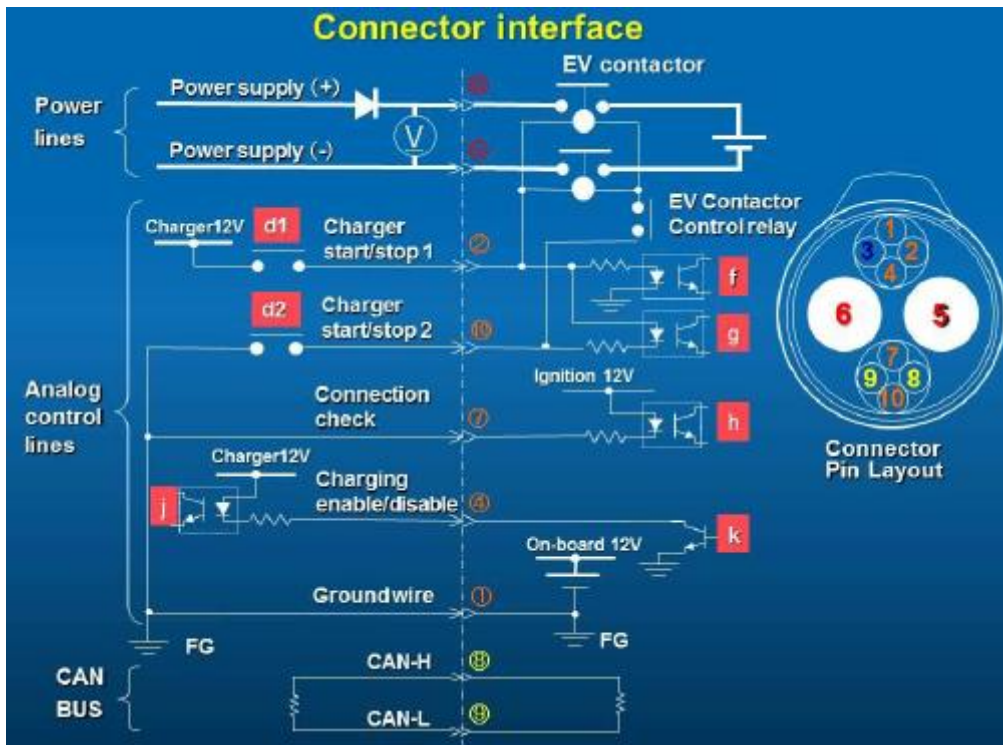
Σταθμός PowerPark της Romaq, ο οποίος παράγει 1,5 KWp ισχύος, το οποίο μεταφράζεται σε 1.100 KWh ετησίως

Εικόνα 4: Σταθμοί φόρτιση που λειτουργούν με τη χρήση φωτοβολταϊκών [H6]

3.3 Χρήση κοινόχρηστων φορτιστών συνεχούς ρεύματος

Η συγκεκριμένη λύση έρχεται να βελτιώσει το ζήτημα του χρόνου φόρτισης, αφού εξαιτίας της μεγάλης ισχύος είναι δυνατή ο χρόνος ανεφοδιασμού να μειωθεί στο μισό σε σύγκριση με τα προαναφερόμενα σενάρια φόρτισης. Το χαρακτηριστικό της συνδεσμολογίας αυτής είναι η απευθείας σύνδεση των συσσωρευτών με την εξωτερική τροφοδοσία, χωρίς να παρεμβάλλεται η ενσωματωμένη στο όχημα συσκευή φόρτισης, γεγονός που συνεπάγεται τη χρήση πολυπλοκότερων διατάξεων στην πλευρά του συσσωρευτή ή του εξωτερικού σταθμού φόρτισης για την αποφυγή ανωμαλιών κατά τη διαδικασία φόρτισης.

Θα πρέπει όμως κάθε φορά να χρησιμοποιείται ο κατάλληλος εξοπλισμός όπως το βύσμα CHAdeMO (Charge and Move), η συνδεσμολογία του οποία παρουσιάζεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 5: Συνδεσμολογία βύσματος ταχείας φόρτισης [B22]

Όλα τα παραπάνω σενάρια φόρτισης συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα, με βασικά κριτήρια την ισχύ εξόδου, τον απαιτούμενο εξοπλισμό και το χρόνο φόρτισης στην περίπτωση ενός συσσωρευτή χωρητικότητας 35kWh.

Είδος φόρτισης	Ισχύς φόρτισης (kW)	Χρόνος Φόρτισης(h)
Οικιακή	3,5-7 (1Φ – 3Φ)	6-12
Μέσω κοινόχρηστων παροχών	10-20	2-4
Ταχεία μέσω συνεχούς ρεύματος	>40	<0,75

Πίνακας 3: Κατηγορίες φόρτισης ανάλογα με την ισχύ και το χρόνο [B23]

3.4 Επαγωγική φόρτιση

Η επαγωγική φόρτιση αποτελεί μια εναλλακτική μέθοδο φόρτισης η οποία στηρίζεται στην ιδιότητα της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Η συμβατική καλωδιακή σύνδεση πηγής και συσσωρευτή αντικαθίσταται από μια ειδική διάταξη (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα), η οποία μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια επαγωγικά και η οποία εισάγεται στη θύρα επαναφόρτισης του οχήματος.



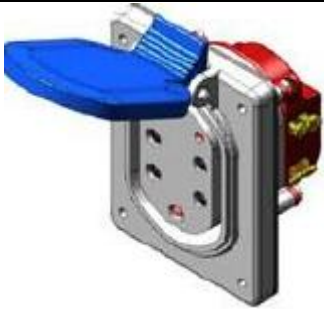


Εικόνα 6: Επαγωγικός πομπός ταχυφόρτισης [B22]

Η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζει το πλεονέκτημα της αυξημένης ασφάλειας εξαιτίας της απουσίας μεταλλικού υλικού στην περιοχή σύνδεσης, μιας και η δημιουργία μαγνητικής ροής στο πρωτεύον πηνίο (εντός της ειδικής διάταξης) αρκεί για να προκαλέσει εναλλασσόμενο ρεύμα στο δευτερεύον πηνίο (εντός της θύρας επαναφόρτισης). Μειονέκτημα όμως της συγκεκριμένης μεθόδου αποτελεί το αυξημένο κόστος, τουλάχιστον συγκρινόμενο με τη συμβατική σύνδεση για τα ίδια επίπεδα παροχής ισχύος.

3.5 Καλωδιώσεις φόρτισης

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κυριότερα βύσματα και υποδοχές καλωδιώσεων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, έτσι όπως έχουν καθιερωθεί μέχρι σήμερα.

<i>Τύπος Βύσματος</i>	<i>Εικόνα</i>	<i>Τύπος - Συνδεσμολογία</i>	<i>Χαρακτηριστικά</i>
SAE J1772 κατασκευής Yazaki		Τύπος 1 5 Ακροδέκτες 1:L1 2:L2 ή N 3:G 4:Σηματοδοσία 5:Επιβεβαίωση σύνδεσης	1Φ AC 250V 32A
Mennekes		Τύπος 2 7 Ακροδέκτες 1:L1 2:L2 3:L3 4:N 5:G 6:Σηματοδοσία 7:Επιβεβαίωση σύνδεσης	1Φ AC 250V 20,32,63,70A
Scame		Τύπος 3 4,5,7 Ακροδέκτες	1Φ AC 250V 16,32A 3Φ 380-480V

Πίνακας 4: Βύσματα και υποδοχές καλωδιώσεων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων [B12,22]

Το πρότυπο σύμφωνα με το οποίο πρέπει να γίνεται η κατασκευή των παραπάνω εξαρτημάτων είναι το IEC 62196 μέρος 2 υπό τον τίτλο «Βύσματα και υποδοχές των ηλεκτρικών οχημάτων για αγωγή διασύνδεση, ενώ το τρίτο μέρος του προτύπου βρίσκεται στο στάδιο της επεξεργασίας. Εντούτοις, το ζήτημα της τυποποίησης και της νομικής θεσμοθέτησής της για όλους τους τύπους οχημάτων σε μια κοινή βάση για το σύνολο των κρατών που εμπλέκονται στη διαδικασία κατασκευής αλλά και χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων, αποτελεί ζητούμενο και θα αναλυθεί περαιτέρω σε επόμενη ενότητα της παρούσας εργασίας.

3.6 Ανάλυση της διαδικασίας V2G

3.6.1 Ευφυές ηλεκτρικό δίκτυο

«Τα ευφυή δίκτυα είναι ηλεκτρικά δίκτυα που ενσωματώνουν έξυπνα τη συμπεριφορά και τις δράσεις όλων των χρηστών καταναλωτών ή και παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας στη διεσπαρμένη ανανεώσιμη παραγωγή, με σκοπό να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια με υψηλή απόδοση, ασφάλεια και οικονομία» [H8].

Γίνεται επομένως αντιληπτό πως η εφαρμογή των ευφύων δικτύων αποσκοπεί στην καλύτερη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η έννοια της διαχείρισης εμπεριέχει την αντίστοιχη της Διαχείρισης Ζήτησης (Demand side Management - DSM), η οποία αφορά στον καταλληλότερο χειρισμό των φορτίων των καταναλωτών ώστε να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά η ενέργεια. Στη γενικότερη πολιτική ενός ευφυούς δικτύου εντάσσονται

- η αξιοποίηση νέων συστημάτων και τεχνολογιών, όπως συστήματα AMR (Automatic Meter Reading) που αναφέρονται στην αυτοματοποιημένη διαδικασία μέτρησης της ενέργειας που καταναλώνεται σε πραγματικό χρόνο (real time),
- η χρήση ήπιων μορφών ενέργειας,
- η διαφορετική τιμολόγηση της KWh κατά περίπτωση κατανάλωσης
- η χρήση στρεφόμενων εφεδρειών (spinning reserves), δηλαδή λιγότερο αποδοτικών μονάδων για την κάλυψη των αιχμών, με υψηλά όμως λειτουργικά κόστη

- η ομαλοποίηση της καμπύλης ζήτησης, με κατάλληλη μετατόπιση των αιχμών ζήτησης και υπέρθεση τους, καθώς και αποκοπή φορτίων σε κρίσιμες ώρες ή εναλλακτικών μονάδων παραγωγής ενέργειας [B25,B26].

Συνεπώς, το ευφύες δίκτυο είναι μια αναβάθμιση του ηλεκτρικού δικτύου που αξιοποιεί την τεχνολογία της πληροφορίας, για την άμεση ενημέρωση του διαχειριστή αλλά και των καταναλωτών. Τα πλεονεκτήματα που διακρίνουν ένα ευφύες δίκτυο είναι:

- ο συνύπαρξη κεντρικής και δεσπαρμένης παραγωγής με αποτέλεσμα την μείωση της χρήσης άνθρακα και αποδοτικού χειρισμού της ζήτησης
- ο ενεργό συμμετοχή του πελάτη και αποκεντρωμένη παραγωγή (οικιακοί καταναλωτές που μπορούν να γίνουν και παραγωγοί)
- ο αυξημένη αξιοπιστία
- ο ελαστικότητα στη ζήτηση ενέργειας με τη χρήση ΑΠΕ
- ο εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση απωλειών
- ο προστασία περιβάλλοντος [B27].

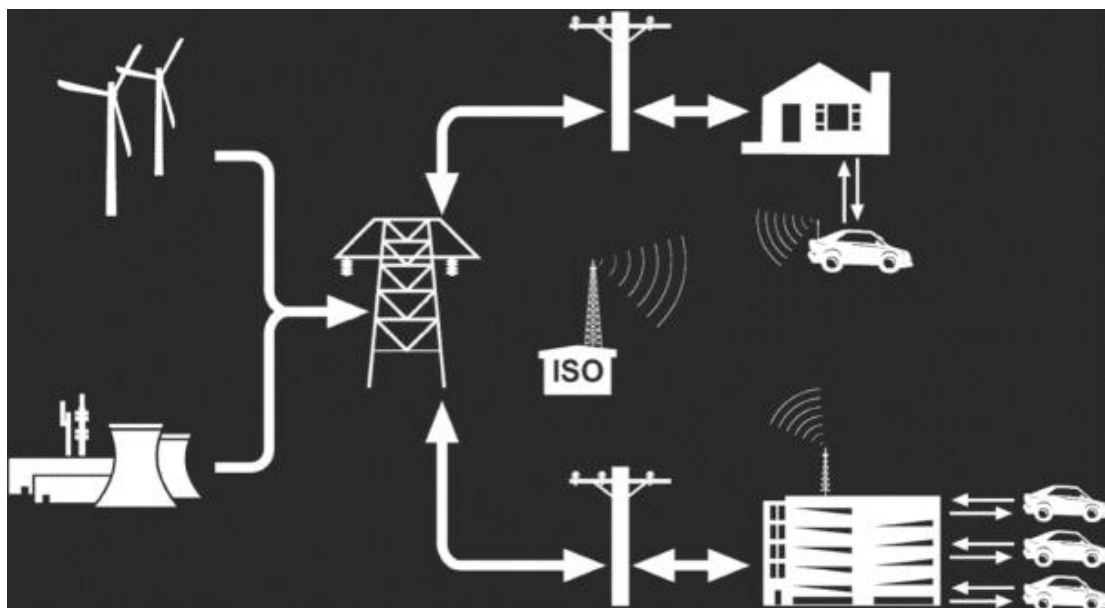
3.6.2 Παρουσίαση της τεχνολογίας V2G

Η τεχνολογία V2G μπορεί να εφαρμοστεί εξαιτίας μιας σημαντικής αδυναμίας του παρόντος ηλεκτρικού δικτύου, αυτής της αδυναμίας αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση των αποθεμάτων ηλεκτρικής ενέργειας να εξυπηρετεί ώρες αυξημένων απαιτήσεων. Έτσι, η χρήση οχημάτων των οποίων το ηλεκτρικό κύκλωμα είναι ούτως ή άλλως συνηθισμένο στις διακυμάνσεις ισχύος και συχνότητας ενδείκνυται, ειδικότερα συγκρινόμενη με την εναλλακτική χρήση γεννητριών, μη εύελικτων σε συνεχείς εναλλαγές της κατάστασής τους.

Το συνολικό σενάριο λειτουργίας της τεχνολογίας παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα. Το ηλεκτροκίνητο όχημα μπορεί να είναι είτε με συσσωρευτές που θα φορτίζουν στις ώρες χαμηλής ζήτησης, είτε με κυψέλες καυσίμου οπότε θα ικανοποιούν τις οδηγικές ανάγκες και θα αποδίδουν το πλεόνασμα στο δίκτυο, είτε με υβριδικά μοντέλα με δυνατότητα όμως φόρτισής τους.

Υπάρχουν τρία βασικά σημεία για την υλοποίηση ενός τέτοιου σεναρίου: το σημείο σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο, το σημείο ελέγχου – επικοινωνίας με το διαχειριστή του δικτύου και το σημείο ελέγχου – μέτρησης πάνω στο όχημα. Το σήμα

ελέγχου ISO (Independent System Operator), μπορεί να είναι ένα ραδιοσήμα, ένα σήμα μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, μια απευθείας διαδικτυακή σύνδεση, ή ένα φέρον σήμα στο δίκτυο ισχύος. Σε κάθε περίπτωση αυξημένης ζήτησης ο διαχειριστής στέλνει σήμα – αίτηση ταυτόχρονα σε ένα μεγάλο αριθμό οχημάτων ή στον αντίστοιχο διαχειριστή ενός στόλου οχημάτων [B29].



Διάγραμμα 14: Ροή της ηλεκτρικής ισχύος κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας V2G [H10]

3.6.4 Μαθηματική προσέγγιση της διαδικασίας

Η «λογική» της τεχνολογίας V2G

Υπάρχουν ορισμένες παραδοχές που αποτελούν νοηματικούς «πυλώνες» της συνολικής διαδικασίας, μαθηματικές δηλαδή διαπιστώσεις που καθιστούν την τεχνολογία V2G μια λογική διαδικασία, ικανή να επιτύχει και να έχει αποτελέσματα. Οι διαπιστώσεις αυτές είναι:

- ένα αυτοκίνητο ταξιδεύει κατά μέσο όρο 32 μίλια ή 68 km ημερησίως

- ο χρόνος που βρίσκεται ένα αυτοκίνητο σε κίνηση είναι 1h/ημέρα ενώ τις υπόλοιπες ώρες είναι σταθμευμένο, διαθέσιμο λοιπόν στις «επιταγές» του διαχειριστή του δικτύου
- το δυναμικό της παραγόμενης ενέργειας σε σχέση με τον αριθμό των αυτοκινήτων είναι αρκετά υψηλό, αφού μόνο για τις ΗΠΑ, η συνολική παραγόμενη ισχύς είναι 811 GW, ενώ από το σύνολο των αυτοκινήτων που υπάρχουν η παραγόμενη ισχύς μπορεί να είναι 176 million cars x 15 kW = 2,640 GW [H10].

Χωρητικότητα ισχύος με βάση τη γραμμή τροφοδοσίας του δικτύου

Για να υπολογιστεί η μέγιστη διαθέσιμη προς φόρτιση ισχύς χρησιμοποιείται η σχέση

$$P_{line} = VA$$

όπου P_{line} είναι η ισχύς που επιβάλλεται από τη γραμμή σε kW, V είναι η τάση της γραμμής και A είναι η μέγιστη ένταση ρεύματος, επομένως το μέγεθος αυτό είναι για το ελληνικό δίκτυο $220V \ 32A = 7 \text{ kW}$.

Χωρητικότητα ηλεκτρικής ισχύος με βάση την ικανότητα αποθήκευσης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Για τον υπολογισμό της συγκεκριμένης χωρητικότητας ηλεκτρικής ισχύος χρησιμοποιείται η σχέση

$$PC = \frac{(ES - (DD + RB)/Eff_{veh})Eff_{inv}}{DH}$$

όπου

- PC: η ζητούμενη χωρητικότητα ισχύος (σε kW)
- ES: η αποθηκευμένη στο όχημα ηλεκτρική ενέργεια (σε kWh)
- DD: η απόσταση που έχει διανύσει το όχημα από τη χρονική στιγμή που η αποθηκευμένη ενέργεια ήταν μέγιστη (σε μίλια)
- RB: range buffer που απαιτείται από τον οδηγό του οχήματος (σε μίλια)
- Eff_{veh} : επάρκεια ενέργειας οχήματος (σε kWh/μίλια)
- Eff_{inv} : επάρκεια αντιστροφέα και άλλων ηλεκτρονικών ισχύος (αδιάστατο μέγεθος)

- DH: ο αριθμός των ωρών εκφόρτισης (σε h) [B28].

Τα μεγέθη της ενέργειας και της επάρκειας εξαρτώνται ασφαλώς από τον τύπο και τις διαστάσεις του ηλεκτροκίνητου οχήματος. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ηλεκτροκίνητου οχήματος μόνο με συσσωρευτή, η αποθηκευμένη ενέργεια εξαρτάται από τη χωρητικότητα του συσσωρευτή, ενώ στην περίπτωση χρήσης κυψέλης καυσίμου η αποθηκευμένη ενέργεια εξαρτάται από τη μάζα του καυσίμου (π.χ του συμπιεσμένου υδρογόνου).

Συναρτήσεις εσόδων

Τα έσοδα εξαρτώνται κάθε φορά από την αγορά στην οποία εφαρμόζεται η διαδικασία. Γενικότερα η συνάρτηση εσόδων δίνεται από την εξίσωση

$$r = p_{el} P_{disp} t_{disp}$$

όπου r είναι τα συνολικά έσοδα, p_{el} είναι το ποσοστό που προκύπτει από το είδος της αγοράς σε €/kWh, P_{disp} η αποδιδόμενη στο δίκτυο ισχύς (σε kW) και t_{disp} είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο αποδίδεται ισχύς (σε h).

Σε ετήσια βάση, η παραπάνω εξίσωση για τον υπολογισμό των εσόδων έχει νόημα εφόσον το ποσοστό της αγοράς φορτίου αιχμής είναι μεγαλύτερο από το κόστος της ενέργειας που προέρχεται από τα οχήματα. Στην περίπτωση υπηρεσιών στρεφόμενων εφεδρειών και διευθέτησης τα έσοδα μπορεί να είναι τόσο χρηματικά όσο και ενεργειακά. Η εξίσωση εσόδων στην περίπτωση των στρεφόμενων εφεδρειών είναι

$$r = p_{cap} P t_{plug} + p_{el} P_{disp} t_{disp}$$

όπου p_{cap} είναι η τιμή της χωρητικότητας ισχύος σε €/kW-h (που είναι δηλαδή διαθέσιμη για μία ώρα είτε χρησιμοποιηθεί είτε όχι), p_{el} είναι η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας σε €/kWh, P είναι η διαθέσιμη ισχύς ανάλογα με το συμβόλαιο, t_{plug} είναι ο χρόνος σε h για τον οποίο το ηλεκτροκίνητο όχημα είναι συνδεδεμένο και διαθέσιμο και E_{disp} είναι η αποδιδόμενη ενέργεια σε kWh.

Στην περίπτωση που η ισχύς από τα οχήματα χρησιμοποιείται για τη διαδικασία ομαλοποίησης η αντίστοιχη εξίσωση είναι

$$r = p_{cap} P t_{plug} + p_{el} R_{d-c} P t_{plug}$$

όπου R_{d-c} είναι η αναλογία αποδιδόμενης προς συμφωνηθείσα ενέργεια.

Συνάρτηση κόστους

Για να γίνει μια συνολική εκτίμηση όσον αφορά τη συμφέρουσα η μη οικονομική πλευρά της τεχνολογίας V2G, η μελέτη γίνεται σε ετήσια βάση. Η εξίσωση που δίνει το ετήσιο κόστος της εφαρμογής της διαδικασίας είναι

$$c = c_{en} E_{disp} + c_{ac}$$

όπου E_{disp} είναι η αποδιδόμενη ενέργεια σε kWh ανά έτος, c_{en} το κόστος για κάθε ενεργειακή μονάδα και c_{ac} το ανηγμένο σε ετήσια βάση κόστος κεφαλαίου, με

$$c_{en} = c_{pe} \eta_{conv} + c_d$$

όπου c_{pe} είναι το κόστος της ενέργειας ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιείται κάθε φορά (π.χ €/kg H₂), c_d είναι το κόστος της υποβάθμισης του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού (σε €/kWh αποδιδόμενης ενέργειας) και η_{conv} είναι η επάρκεια του ηλεκτροκίνητου οχήματος για τη μετατροπή του εκάστοτε καυσίμου σε ηλεκτρική ενέργεια.

Για την περίπτωση υβριδικών ηλεκτροκίνητων οχημάτων ή με κυψέλες καυσίμου ισχύει

$$c_d = \frac{c_{engine}}{L_h}$$

με c_{engine} το κόστος ανά kW (σε €/kWh) και L_h είναι η διάρκεια ζωής (σε h). Για την περίπτωση συσσωρευτών κατ' αντιστοιχία των μεγεθών ισχύει

$$c_d = \frac{c_{bat}}{L_{ET}}$$

Ένας γενικότερος τύπος, επίσης σε ετήσια βάση, είναι ο ακόλουθος:

$$c_{ac} = c_c \frac{d}{1 - (1 + d)^{-n}}$$

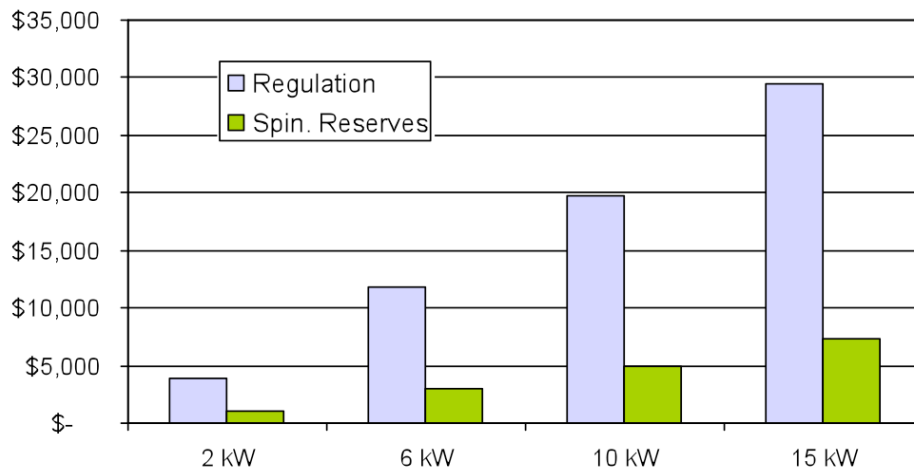
όπου c_{ac} είναι το ανηγμένο σε ετήσια βάση κόστος (σε €/έτος), d είναι το ποσοστό έκπτωσης (συμφωνημένο ανάλογα με τους όρους του εκάστοτε συμβολαίου ή γενικότερης ενεργειακής πολιτικής), c_{cc} είναι το συνολικό αρχικό κεφάλαιο και n είναι ο αριθμός των ετών που αφορά τη διάρκεια ζωής του χρησιμοποιούμενου κάθε φορά εξοπλισμού [B29].

3.6.5 Τα οφέλη της διαδικασίας V2G

Οικονομικά οφέλη

Τα οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή της διαδικασίας είναι αμφίπλευρα αφού σχετίζονται τόσο με την πλευρά του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και την εξοικονόμηση χρημάτων που θα αποδίδονταν σε λύσεις εξυπηρέτησης αυξημένων απαιτήσεων, όσο και με την πλευρά των ιδιοκτητών – διαχειριστών των ηλεκτρικών οχημάτων. Ενδεικτικό είναι το ακόλουθο διάγραμμα, στο οποίο καταγράφονται τα έσοδα από τη χρησιμοποίηση ενός μόνο ηλεκτρικού οχήματος για διάφορα ενεργειακά σενάρια, όσον αφορά στην περίπτωση αγορών διευθέτησης και στρεφόμενων εφεδρειών. Οι υποθέσεις που αφορούν τα συγκεκριμένα έσοδα είναι:

- η σύνδεση του ηλεκτροκίνητου οχήματος λαμβάνει χώρα για το 80% του συνολικού χρόνου χρήσης του (δηλαδή περίπου 7008 ώρες ανά έτος). Το υπόλοιπο ποσοστό αφορά άλλες χρήσεις του οχήματος, όπως κάλυψη οδικών αναγκών ή απλά μη σύνδεσή του στο δίκτυο κατά επιθυμία του ιδιοκτήτη ή του διαχειριστή.
- Υπάρχει η δυνατότητα αμφίδρομης ροής ισχύος
- Το ποσοστό έκπτωσης ανέρχεται σε περίπου 7%
- Ο συμψηφισμός μέσου κόστους (έχουν δηλαδή συνυπολογιστεί οι επιμέρους οικονομικές παράμετροι) για την αγορά διευθέτησης είναι \$40/MW-h και για την αγορά στρεφόμενων εφεδρειών είναι \$10/MW-h.



Διάγραμμα 15: Έσοδα από τη χρησιμοποίηση ενός ηλεκτρικού οχήματος για διάφορα ενεργειακά σενάρια στην περίπτωση των αγορών διευθέτησης και στρεφόμενων εφεδρειών [B33]

Το σύνολο των παραπάνω εσόδων ανά σενάριο αφορά το συνολικό ποσό εξοικονόμησης, εφόσον επιλεγεί η λύση της τεχνολογίας V2G έναντι των συμβατικών τεχνολογιών, εξοικονόμηση η οποία μπορεί να διαμοιραστεί τόσο στο δίκτυο όσο και στους ιδιοκτήτες – διαμεσολαβητές, καθιστώντας τον οικονομικό κύκλο ευρύτερο και κυρίως περισσότερο εύρωστο, με βασικό γνώμονα την ενίσχυση μιας φιλικής προς το περιβάλλον τεχνολογίας.

Περιβαλλοντικά Οφέλη

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της τεχνολογίας εντοπίζονται στην αποφυγή χρήσης συμβατικών καυσίμων και στη μικρότερη εκπομπή ρύπων από την πλευρά των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Αναλυτικότερα, οι περιβαλλοντικές επιδράσεις της τεχνολογίας καταγράφονται στο σχετικό κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ V2G ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ

4.1 Περιορισμοί ανάπτυξης της τεχνολογίας V2G και αντιμετώπισή τους

4.1.1 Κόστος

Κατασκευή ηλεκτροκίνητου οχήματος

Η έλλειψη μαζικής παραγωγής του συγκεκριμένου είδους οχημάτων συνεπάγεται μεγαλύτερο κόστος κατασκευής τους σε σύγκριση με ένα συμβατικό όχημα, με τα σημαντικότερα επιμέρους κόστη να αφορούν στους συσσωρευτές και στους ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος [B33].

Υψηλό κόστος αγοράς σε συνδυασμό με το φόρο πολυτελείας και την τρέχουσα οικονομική κρίση

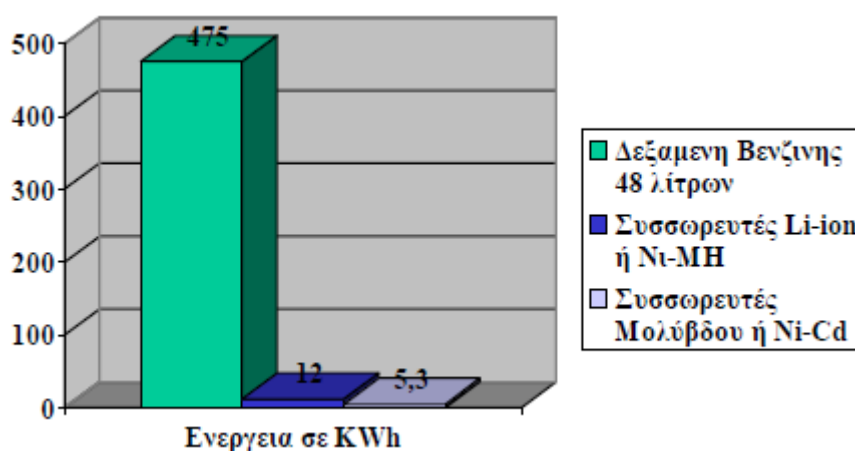
Πρόκειται για μια πολύ σημαντική παράμετρο, ειδικά αν ληφθεί υπόψη η οικονομική κρίση που διέπει σήμερα κάθε τομέα επιχειρηματικής και κοινωνικής δράσης. Εκτός από το προαναφερόμενο υψηλό κόστος κατασκευής, θα πρέπει να συνυπολογιστεί ο φόρος πολυτελείας που επιβαρύνει τα περισσότερα υβριδικά οχήματα αλλά και η γενικότερη αβεβαιότητα που χαρακτηρίζει την αγορά αυτοκινήτων. Έτσι, αν υπάρχει αμφιβολία για την αγορά δοκιμασμένων συμβατικών λύσεων, είναι απολύτως φυσικό η συγκεκριμένη αμφιβολία να ενισχύεται για άγνωστες στο ευρύ κοινό τεχνολογίες όπως είναι η χρήση οχημάτων με ηλεκτροκίνητηρα στις καθημερινές μετακινήσεις.

4.1.2 Ρυθμός ανεφοδιασμού και Αυτονομία

Το βασικό πρόβλημα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων είναι η αυτονομία τους, ειδικότερα αν συγκριθούν λύσεις του ίδιου μεγέθους - όγκου, μιας παραμέτρου

ιδιαίτερα σημαντικής στην περίπτωση ενός οχήματος αφού το επιβαρύνει κατά την κίνησή του αλλά και καθορίζει τον ωφέλιμο χώρο.

Η ανακολουθία στην εξέλιξη των ηλεκτροκινητήρων και των ηλεκτρικών συσσωρευτών είχε ως συνέπεια την ανεπαρκή ποσότητα ενέργειας όπως και τη χρονικά μακρόσυρτη διαδικασία ανεφοδιασμού. Χαρακτηριστικό είναι το ακόλουθο διάγραμμα στο οποίο φαίνεται η σημαντική διαφορά στην ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αποθηκεύσει ένα συνηθισμένο δοχείο καυσίμου συμβατικού αυτοκινήτου σε σύγκριση με συστοιχίες συσσωρευτών με ίδιο όγκο [H17,H18].



Διάγραμμα 16: Σύγκριση δυνατότητας αποθήκευσης ενέργειας σε συμβατικό δοχείο καυσίμου και συσσωρευτές με τον ίδιο όγκο [H17]

Αρκετοί λοιπόν είναι εκείνοι που αμφισβητούν τη δελεαστική αυτονομία ηλεκτροκίνητων μοντέλων που διαφημίζουν οι αυτοκινητοβιομηχανίες. Δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν από το γερμανικό περιοδικό «Auto Motor und Sport» σε ηλεκτρικό Smart με αυτονομία 135 χλμ. έδειξαν ότι με μία μόνο φόρτιση το όχημα εμφάνιζε αυτονομία μόλις 105 χλμ. Από την άλλη, το πολυαναμενόμενο i-MiEV της Mitsubishi από 130 χλμ. κατάφερε στις δοκιμές να διανύσει μόλις 80 χλμ. Επίσης, ο διευθύνων σύμβουλος της Volkswagen κ. Μάρτιν Βίντερκορν σε δηλώσεις που έκανε στο «Der Spiegel» ισχυρίζεται ότι για την ώρα το κόστος των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι υπερβολικά υψηλό, η αυτονομία τους πολύ μικρή και ο απαιτούμενος χρόνος για μια πλήρη φόρτιση πολύ μεγάλος [H4].

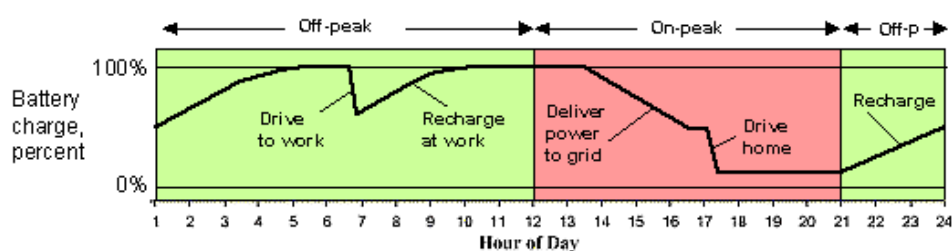
Αν όμως ληφθεί υπόψη πως η αυτονομία του ηλεκτροκίνητου οχήματος εξαρτάται άμεσα από το επίπεδο φόρτισής του και ότι αυτό το επίπεδο με τη σειρά του μειώνεται «δραματικά» κατά τη διάνυση μεγάλων αποστάσεων, προκύπτει το

συμπέρασμα πως ένα ηλεκτροκίνητο όχημα δεν είναι κατάλληλο για την κάλυψη τους, πόσο μάλλον όταν καλείται να αποδώσει πίσω στο δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια. Εντούτοις, μια τέτοια θεώρηση είναι λανθασμένη αν γίνει αντιληπτό πως για να υφίσταται επιτυχημένη εφαρμογή της τεχνολογίας V2G, οι συνηθισμένοι τρόποι και χρόνοι φόρτισης αρκούν τόσο για να εξυπηρετήσουν τις καθημερινές ανάγκες των οδηγών όσο και το διαχειριστή του δικτύου όταν τους ζητηθεί.

Στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλει ιδιαίτερα η χρήση κατάλληλου ελεγκτή ο οποίος θα συνυπολογίζει τις ανάγκες του εκάστοτε οδηγού. Επίσης, η αυτονομία μπορεί να μην αποτελεί αποτρεπτικό παράγοντα στην περίπτωση που η φόρτιση είναι δυνατή στην οικία του οδηγού – ιδιοκτήτη του ηλεκτροκίνητου οχήματος αλλά και στην εργασία του. Χαρακτηριστικό είναι το ακόλουθο διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η διακύμανση του επιπέδου ενέργειας ενός συσσωρευτή ηλεκτροκίνητου οχήματος του παραπάνω σεναρίου. Αξιοσημείωτα όσον αφορά στο διάγραμμα είναι τα εξής τμήματα

- 07:00 με 12:00 όπου το όχημα φορτίζει σε παροχή στο χώρο εργασίας
- 12:00 με 17:00 όπου το όχημα αποδίδει ενέργεια στο δίκτυο

Παρατηρείται λοιπόν πως η φόρτιση στην εργασία διατηρεί τα επίπεδα ενέργειας του συσσωρευτή σε υψηλά επίπεδα, ικανά να εξυπηρετήσουν και αυξημένες απαιτήσεις φορτίου, εφόσον τους ζητηθεί.



Διάγραμμα 17: Μεταβολή των επιπέδων ενέργειας μιας μπαταρίας ηλεκτροκίνητου οχήματος που συμμετέχει σε εφαρμογή V2G κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου [B28]

4.1.3 Έλλειψη υποδομών

Αυξημένη ανάγκη παροχής από το δίκτυο

Μια μελέτη της McKinsey εξέτασε τις επιπτώσεις του εξηλεκτρισμού των αυτοκινήτων μεταφορικών μέσων, που αναμένεται να αυξήσουν το μερίδιο αγοράς

τους σημαντικά έως το 2020 και επισήμανε ότι η συγκεκριμένη εξέλιξη θα δημιουργήσει επιπλέον ανάγκες για την αδιάλειπτη παροχή ενέργειας στα σπίτια και τα δημόσια σημεία όπου θα μπορεί να γίνεται η φόρτιση των συσσωρευτών [H14].

Έλλειψη κοινόχρηστων σταθμών φόρτισης

Ακόμα και αν υποθεθεί πως ένας καταναλωτής προβαίνει στην αγορά ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος, είναι σήμερα αναγκασμένος να περιοριστεί στην οικιακή φόρτιση του οχήματός του, μειώνοντας έτσι κατά πολύ το δυναμικό εύρος μετακινήσεών του. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν υπάρχουν κοινόχρηστοι σταθμοί φόρτισης που θα επιτρέπουν την ενεργειακή επάρκεια του οχήματος ενισχύοντας κατά πολύ την αυτονομία του. Θα πρέπει να εγκατασταθούν σταθμοί φόρτισης σε διαφορετικά σημεία του οδικού δικτύου με τον τρόπο διασποράς του να αποτελεί αντικείμενο μελέτης ώστε τόσο η θέση όσο και η απόδοσή τους να είναι βέλτιστη (π.χ είναι βασικό να τοποθετηθεί ένας σταθμός φόρτισης με φωτοβολταϊκά στοιχεία σε απόσταση 50km από τον κοντινότερο σταθμό αλλά και με νότιο προσανατολισμό σε μη σκιασμένη περιοχή έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοσή του).

4.1.4 Έλλειψη νομικής θεσμοθέτησης και τυποποίησης

Τυποποίηση συσσωρευτών

Ένα επίσης σημαντικό ζήτημα είναι η τυποποίηση των διαστάσεων και των προδιαγραφών των μπαταριών. Μια ενοποιημένη διάσταση και μια σειρά από τυποποιημένες προδιαγραφές θα μπορούσαν να απλουστεύσουν τη διαδικασία φόρτισης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων έτσι ώστε ο οδηγός να σταματά σε ένα σταθμό ανεφοδιασμού κατά τη διάρκεια ενός μακρινού ταξιδιού και να ανταλλάσσει την εξαντλημένη μπαταρία με μια γεμάτη. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να είναι εύκολη και σύντομη έτσι ώστε να μπορεί να θεωρηθεί μέρος της οδηγικής καθημερινότητας, αντίστοιχης με εκείνης της επίσκεψης σε ένα συμβατικό σταθμό καυσίμων.

Τυποποίηση σταθμών φόρτισης

Στην περίπτωση που στην υλοποίηση ενός αισιόδοξου σεναρίου κατασκευαστούν σταθμοί φόρτισης σε ευρεία κλίμακα για να ικανοποιήσουν τις

ανάγκες των ιδιοκτητών ηλεκτροκίνητων οχημάτων, μια τέτοια εξέλιξη δε θα έχει αξία αν και εφόσον δε διακρίνεται από τυποποιημένες διαδικασίες που θα επιτρέπουν την εξυπηρέτηση «όλων από όλα», αφού κάθε οδηγός θα αναζητά εκείνο το σταθμό φόρτισης που θα είναι συμβατός με τον τύπο του οχήματός του και μόνο. Είναι λοιπόν αναγκαία η συγκεκριμένη κατασκευαστική πολιτική να ακολουθήσει κοινό «δρομολόγιο» όσον αφορά τύπους, χαρακτηριστικά και διαστασιολόγηση του εξοπλισμού φόρτισης υπό έναν κοινό αρμόδιο φορέα και πάντα με την κρατική επίβλεψη για θέματα ασφαλείας και προστασίας του καταναλωτή.

Ισχυροποίηση σχετικού νομικού πλαισίου

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από την παράθεση του σχετικού νομοθετικού πλαισίου σε ακόλουθη ενότητα η ελληνική νομολογία ενισχύει την κτήση ενός υβριδικού ή αμιγώς ηλεκτροκίνητου οχήματος μέσω της απαλλαγής του από τέλη κυκλοφορίας και ταξινόμησης, ένα ομολογουμένως σημαντικό έσοδο, αφού σε διαφορετική περίπτωση θα επιβάρυνε κατά πολύ τον ιδιοκτήτη. Το ζητούμενο είναι αυτή η ρύθμιση να γίνει γνωστή στο ευρύ κοινό, έτσι ώστε η προμήθεια ενός αυτοκινήτου τέτοιας τεχνολογίας να αποτελεί μια γνωστή εναλλακτική λύση. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της κατάθεσης πινακίδων κυκλοφορίας που εξελίχθηκε σε κοινωνικό φαινόμενο τους περασμένους μήνες για την αποφυγή της πληρωμής των αντίστοιχων τελών. Σημαντικό επίσης είναι το μέτρο του δακτυλίου, ειδικότερα στην περίπτωση των αστικών κέντρων.

Επομένως, έχουν γίνει αρχικά βήματα προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Θα πρέπει όμως η πορεία αυτή να συνεχιστεί, με άλλα μέτρα, όπως

- Απαλλαγή των συγκεκριμένων οχημάτων από το τεκμήριο εισοδήματος αλλά και το φόρο πολυτελείας
- Σύνδεση παλαιότητας και αντιρρυπαντικής τεχνολογίας του οχήματος με επιπρόσθετη φορολόγηση ή ελάφρυνση
- Ενίσχυση και διευκόλυνση υγιών και θεμιτών σχετικών επενδυτικών κινήσεων έτσι ώστε αφενός να αποφευχθεί η όποια γραφειοκρατία κατά την έναρξη της επιχείρησης αλλά και η απρόσκοπτη λειτουργία της, μακριά από κρατικές κωλυσιεργίες, μέσα στα πλαίσια βέβαια της επιχειρηματικής και εργασιακής ηθικής.

4.1.5 Συνειδησιακή αποδοχή της τεχνολογίας

Η αγορά ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος και πολύ περισσότερο η καθημερινή του χρήση δε μπορεί να είναι μόνο αποτέλεσμα μιας αυστηρής κυβερνητικής – περιβαλλοντικής πολιτικής και ενός προσεκτικού κατασκευαστικού και τεχνολογικά εξελιγμένου σχεδιασμού. Αντίθετα, η επιτυχία της υιοθέτησης της ηλεκτροκίνησης και κατ'έπекταση της τεχνολογίας V2G είναι απόλυτα συνυφασμένη με την αποδοχή της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του πολίτη - καταναλωτή ως μια αναγκαία πραγματικότητα για τη βιωσιμότητα της κοινωνίας στην οποία ζει και δραστηριοποιείται.

Αυτό σημαίνει πως καθένας θα πρέπει να είναι έτοιμος να «θυσιάσει» κάποιες από τις ανέσεις που του χαρίζει ένα συμβατικό όχημα (χρόνος που διαρκεί μια μετακίνηση, χώρος αποσκευών, χρόνος και τόπος ανεφοδιασμού κτλ) τουλάχιστον κατά το στάδιο μετάβασης προς την καθιέρωση της νέας κατάστασης, με σκοπό την τελική επικράτησή της προς το συλλογικό όφελος. Κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει μόνο όταν η ενημέρωση και η εκπαίδευση των νεότερων καταναλωτών ξεκινά από τη μικρή τους ηλικία και αποτελεί μέρος ενός γενικότερου περιβαλλοντοκεντρικού συστήματος, όχι με τη στεία έννοια του όρου, αλλά ως ανταποδοτικό όφελος που θα απολαυστεί κατά τη διάρκεια της ολόκληρων γενιών.

4.2 Επιχειρησιακά Μοντέλα

Ένα ερώτημα που ανακύπτει εύλογα σχετικά με το ζήτημα των επιχειρησιακών μοντέλων είναι το είδος της επιχείρησης που αντιπροσωπεύει η τεχνολογία V2G. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι είναι πρόκειται για ένα είδος επιχείρησης ενεργειακής διαχείρισης energy service company (ESCO), μιας εταιρίας δηλαδή που είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση της ενέργειας που καταναλώνεται σε μεγάλα εμπορικά κτίρια, γεγονός που απαιτεί την εξοικείωση με τα διάφορα ενεργειακά συστήματα και τεχνολογίες, με βασικό μειονέκτημα της διαφορετικότητας μεταξύ των προς διαχείριση κτιρίων.

Μια διαφορετική προσέγγιση της επιχειρηματικότητας αυτού του είδους, θεωρεί μια τέτοια επιχείρηση όπως μια αντίστοιχη κινητής τηλεφωνίας, υπό την

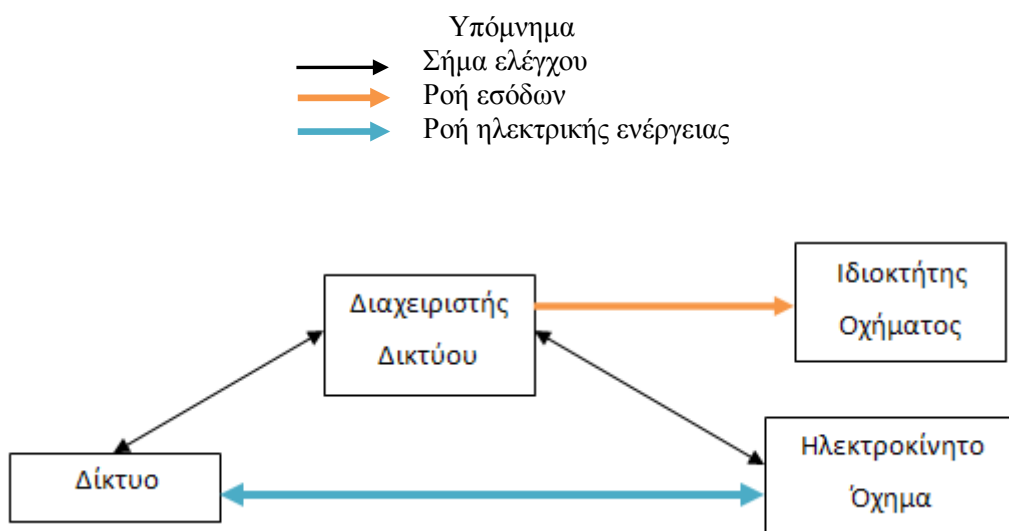
έννοια ότι κάθε αίτηση εξυπηρέτησης είναι μοναδική, οι χρήστες βρίσκονται σε κίνηση και οι συναλλαγές έχουν μικρό περιθώριο κέρδους, με αυτοματοποιημένη όμως χρέωση και πληρωμή.

Με τον ένα ή άλλο τρόπο εκείνο το οποίο μπορεί να γίνει αντικείμενο επιχειρηματικής εκμετάλλευσης είναι η ενέργεια από τα αυτοκίνητα προς το δίκτυο, γεγονός που προϋποθέτει την ύπαρξη, λειτουργία και καθιέρωση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, με άμεσο οικονομικό όφελος του ιδιοκτήτη του οχήματος ή του διαμεσολαβητή της διαδικασίας [B28].

4.2.1 Απευθείας μέτρηση παρεχόμενης ισχύος από κινούμενα οχήματα

Το συγκεκριμένο σενάριο «οραματίζεται» ένα στόλο οχημάτων τα οποία θα είναι διαθέσιμα το μεγαλύτερο μέρος της μέρας για την παροχή ηλεκτρικής ισχύος. Οι οδηγοί θα συνδέουν τα οχήματά τους σε κατάλληλες παροχές τόσο στην οικία όσο και στην εργασία τους, όπως επίσης και σε κάθε στάση μεγαλύτερη της μισής ώρας (εφόσον μια παροχή είναι διαθέσιμη). Η σύνδεσή τους δε θα συνεπάγεται αυτόματα και την παροχή ενέργειας προς το δίκτυο παρά μόνο εφόσον κάτι τέτοιο ζητηθεί από το διαχειριστή του δικτύου (σε περιπτώσεις αυξημένης ζήτησης). Οι ίδιοι οι οδηγοί είναι εκείνοι που θα θέτουν περιορισμούς σχετικά με το όριο της ενέργειας που θα αποδίδεται, με το συγκεκριμένο όριο να εξαρτάται ασφαλώς από τις εκάστοτε οδηγικές ανάγκες.

Στην περίπτωση που το δίκτυο έχει επιπρόσθετες ανάγκες, σχετικό σήμα-αίτημα θα φτάνει στον πίνακα ελέγχου του οχήματος, ενώ θα αποστέλλονται περιοδικές αναφορές σχετικά με πόση ενέργεια παράχθηκε και καταναλώθηκε καθώς και σε ποιο χρόνο. Βασικά στοιχεία υλοποίησης αυτού του σεναρίου είναι ένας πιστοποιημένος μετρητής χρόνου και ροής ισχύος στον πίνακα ελέγχου, μια διεύθυνση IP αντιστοιχισμένη μοναδικά στο κάθε όχημα που συνδέεται στο δίκτυο και κατά επέκταση σε έναν τραπεζικό λογαριασμό στον οποίο θα πληρώνεται ο ιδιοκτήτης του οχήματος και τέλος μια διεύθυνση IP για τον εκάστοτε σταθμό φόρτισης, που αποτελεί ουσιαστικά την «πύλη» εισόδου του εκάστοτε οχήματος στο δίκτυο. Χαρακτηριστικό είναι το ακόλουθο διάγραμμα, το οποίο περιγράφει παραστατικά την υλοποίηση του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου, με βάση το σχετικό υπόμνημα.



Διάγραμμα 18: Λειτουργία επιχειρησιακού μοντέλου απευθείας μέτρησης παρεχόμενης ισχύος

4.2.2 Αυτόματος συνυπολογισμός κόστους νυχτερινής φόρτισης

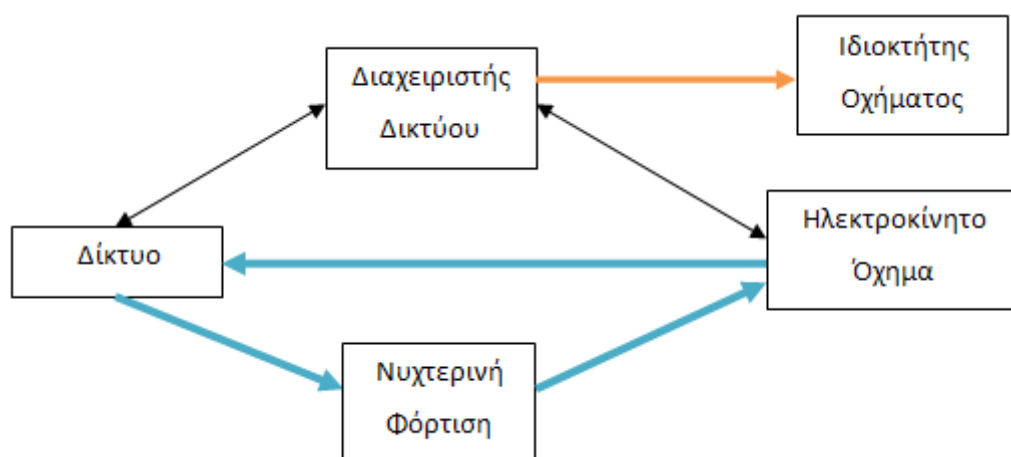
Στο προαναφερόμενο σενάριο, σε κάθε όχημα αντιστοιχίζεται ένας λογαριασμός που συνδέεται με την τοπική εταιρεία διανομής, σε μια συνάρτηση «ένα προς ένα». Σε ένα άλλο προτεινόμενο επιχειρησιακό μοντέλο, υφίσταται ένας επιπρόσθετος μετρητής στο οικιακό γκαράζ κάθε οχήματος. Μέσω αυτού του μετρητή προσφέρεται στον ιδιοκτήτη του οχήματος δυνατότητα φόρτισης με χαμηλή χρέωση κατά τη διάρκεια της νύχτας και υψηλότερη κατά τη διάρκεια της μέρας.

Το ζητούμενο του συγκεκριμένου σεναρίου είναι η ταυτόχρονη εκμετάλλευση της ροής ενέργειας από και προς το δίκτυο κατά τη διάρκεια της νύχτας αλλά και η αντιμετώπιση του προβλήματος της δημόσιας φόρτισης. Η τελική χρέωση ή πίστωση του λογαριασμού θα γίνεται σύμφωνα με το συνδυασμό του μετρητή στο οικιακό γκαράζ και αυτού που βρίσκεται πάνω στο όχημα.

Για παράδειγμα αν ένα όχημα φορτίζει κατά τη διάρκεια της νύχτας από τον οικιακό φορτιστή με κόστος 0,20 €/kWh και το ίδιο όχημα παρέχει ισχύ με τιμή πώλησης τα 0,55 €/kWh, ο μετρητής λαμβάνει υπόψη του το κόστος των 0,20 €/kWh

έτσι ώστε να υπολογίσει τις kWh που πρέπει να αποδώσει στο δίκτυο για να καλυφθεί η διαφορά των 0,35 €/kWh.

Επομένως, το συγκεκριμένο επιχειρησιακό μοντέλο αφενός κατανέμει «έξυπνα» τη ζήτηση, στηρίζοντας τη νυχτερινή φόρτιση, όπου το δίκτυο έχει να καλύψει λιγότερες απαιτήσεις φορτίου και αφετέρου υπολογίζει άμεσα τη διαφορά παροχής προς το δίκτυο και κατανάλωσης από αυτό, πιστώνοντας αυτόματα το λογαριασμό του πελάτη – παρόχου ιδιοκτήτη του ηλεκτρικού οχήματος.



Διάγραμμα 19: Λειτουργία επιχειρησιακού μοντέλου αυτόματου συνυπολογισμού κόστους νυχτερινής φόρτισης

4.2.3 Ύπαρξη διαμεσολαβητή

Σε αυτή την περίπτωση δεν υφίσταται απευθείας επαφή μεταξύ διαχειριστή δικτύου και ιδιοκτήτη οχήματος αλλά η διαδικασία αυτή συμπεριλαμβάνει ένα διαμεσολαβητή. Ο ρόλος του επικεντρώνεται στη διαχείριση των χωρητικοτήτων ισχύος (σχετιζόμενες με αιχμές φορτίου, στρεφόμενες εφεδρείες, ομαλοποίηση κτλ) και την πώλησή τους σε υψηλότερες τιμές, με τα οφέλη που αποκομίζονται σε κάθε περίπτωση να διαφέρουν. Έτσι, ο διαμεσολαβητής μπορεί να είναι

- Η τοπική εταιρία διαχείρισης, η οποία ήδη διαθέτει εμπειρία σε ζητήματα διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το κέρδος της θα είναι η αύξηση της αξιοπιστίας της.

- Η εταιρία κατασκευής των ηλεκτρικών οχημάτων, η οποία επιζητά την «καλή» σχέση με τους επίδοξους ιδιοκτήτες – πελάτες, έτσι ώστε να μπορεί να τους παρέχει υπηρεσίες μακροπρόθεσμα.
- Ένας απλός χρήστης κινητού τηλεφώνου, ο οποίος μέσω του δικτύου πληροφοριών στις οποίες στηρίζεται η εφαρμογή V2G θα μπορεί να «κλείνει» συναλλαγές, με την ανάλογη προμήθεια.
- Μια τρίτη εταιρία η οποία ειδικεύεται στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας

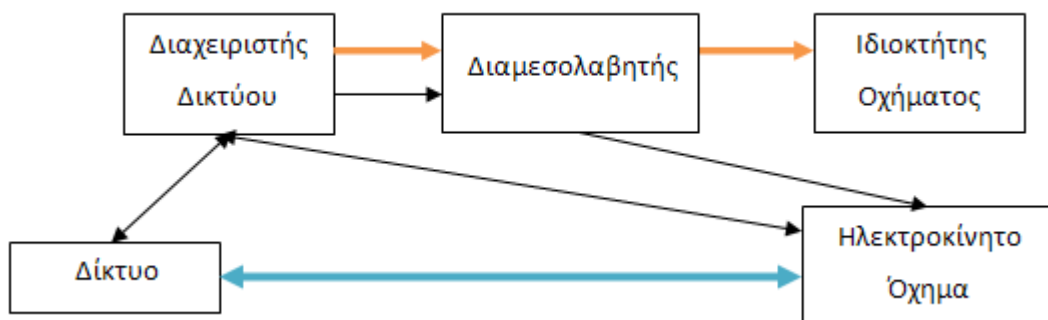
Σε κάθε περίπτωση, η χρήση διαμεσολαβητή μπορεί να ομαδοποιήσει τέτοιου είδους συμβόλαια, επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερες τιμές για τον πάροχο – ιδιοκτήτη του οχήματος από το αν διαπραγματευόταν μόνος του, καθιστώντας έτσι το ρόλο του διαμεσολαβητή βασικό για την ένταξη μεμονωμένων περιπτώσεων στη συγκεκριμένη διαδικασία.

4.2.4 Ενεργός συμμετοχή του διαμεσολαβητή

Σε αυτή την περίπτωση, ο διαμεσολαβητής αναλαμβάνει ενεργό ρόλο στη συνολική διαδικασία, όπως για παράδειγμα με το να διαθέτει τους συσσωρευτές των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Μπορεί λοιπόν να εφοδιάζει τους ιδιοκτήτες των ηλεκτροκίνητων οχημάτων χωρίς να πληρώνονται για αυτή την υπηρεσία (είτε μέσω αντικατάστασης, είτε μέσω φόρτισης), με αντάλλαγμα την πλήρη εκμετάλλευση της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν να αποδώσουν τα συγκεκριμένα οχήματα.

Ασφαλώς, τα ποσά της αποδιδόμενης στο δίκτυο ενέργειας καθορίζονται από τις ανάγκες των οδηγών των οχημάτων. Έτσι, εφόσον καλύπτεται το σύνολο του κόστους των συσσωρευτών, έγκειται στις τιμές της αγοράς ενέργειας από το δίκτυο ώστε να προκύπτει θετική διαφορά για το διαμεσολαβητή.

Άλλη περίπτωση θα μπορούσε να είναι ένας εργοδότης που διαθέτει στο χώρο εργασίας κοινόχρηστη παροχή φόρτισης και μπορεί να συνάψει συμφωνία με τους εργαζομένους του να χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη παροχή ως σημείο ανταλλαγής ενέργειας με το δίκτυο, επιδοτώντας μάλιστα εκείνους τους εργαζομένους που περισσότερο αποδίδουν ενέργεια παρά καταναλώνουν φορτίζοντας τα οχήματά τους.



Διάγραμμα 20: Λειτουργία επιχειρησιακού μοντέλου με διαμεσολαβητή

4.2.5 Διαχείριση «στόλου» οχημάτων

Μέχρι σήμερα, τα περισσότερα συμβόλαια συνεργασίας ανάμεσα σε διαχειριστές γεννητριών και δικτύου όσον αφορά στην προσφορά ισχύος στα πλαίσια λειτουργιών διευθέτησης ή στρεφόμενων εφεδρειών, επικεντρώνονται σε φορτία άνω του 1MW. Προκειμένου να καλυφθεί ένα τέτοιο ποσό ισχύος μέσω της τεχνολογίας V2G, αν υποθεθεί ότι κάθε όχημα μπορεί να παρέχει 15kW, η υπογραφή ενός τέτοιου συμβολαίου και η ανταπόκριση με επιτυχία στις ανάγκες αυτού απαιτεί ένα «στόλο» 67 οχημάτων. Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη πως δε θα είναι πλήρως φορτισμένη η απόλυτη πλειοψηφία των οχημάτων, χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή της τάξης του 1,5 για να καλυφθούν αυτές οι περιπτώσεις απαιτούνται τελικά περίπου 100 οχήματα.

Στη βασική εκδοχή του συγκεκριμένου επιχειρησιακού μοντέλου, ο διαχειριστής του στόλου των οχημάτων συνεργάζεται απευθείας με τον αντίστοιχο διαχειριστή του δικτύου και είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για το πότε και πως θα είναι συνδεδεμένα τα οχήματα του «στόλου» του στο δίκτυο [B30].

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η χρήση του απαραίτητου ηλεκτρονικού εξοπλισμού σε κάθε όχημα χωριστά αλλά μπορεί να υφίσταται μόνο σε ένα μέρος του χώρου στάθμευσης του «στόλου» των οχημάτων.

Μια άλλη εκδοχή του συγκεκριμένου μοντέλου αφορά στη δραστηριοποίηση μιας επιχείρησης στον τομέα αγοράς της παρεχόμενης ενέργειας από διάσπαρτα ηλεκτροκίνητα οχήματα σε μεγάλο αριθμό (ανάλογα με μεμονωμένα κάθε φορά συμβόλαια λιανικής κλίμακας) και μεταπώληση αυτής σε blocks του 1MW στο ηλεκτρικό δίκτυο [B35]. Η διαμεσολαβητρια εταιρεία δε θα είναι επιφορτισμένη με τον απόλυτο έλεγχο των διάσπαρτων οχημάτων όπως στην προηγούμενη περίπτωση

αλλά αντίθετα θα παρέχει οικονομικά κίνητρα ώστε τα οχήματα αυτά να παραμένουν συνδεδεμένα στο δίκτυο όσο το δυνατό περισσότερο, κρατώντας στατιστικά την παρεχόμενη ισχύ στα επιθυμητά επίπεδα. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα για συνυπολογισμό των πληρωμών για τις υπηρεσίες V2G στο λογαριασμό ρεύματος, με αποτέλεσμα τη συνολική μείωση των λογαριασμών, είτε για την εταιρία είτε για συγκεκριμένα οχήματα του «στόλου».

Η τρίτη εκδοχή του μοντέλου περιλαμβάνει διαφορετικές υποπεριπτώσεις, ανάλογα με το ποιος μπορεί να διαδραματίσει το ρόλο της διαμεσολαβήτριας εταιρίας στα δύο παραπάνω σενάρια. Θα μπορούσε λοιπόν να ήταν:

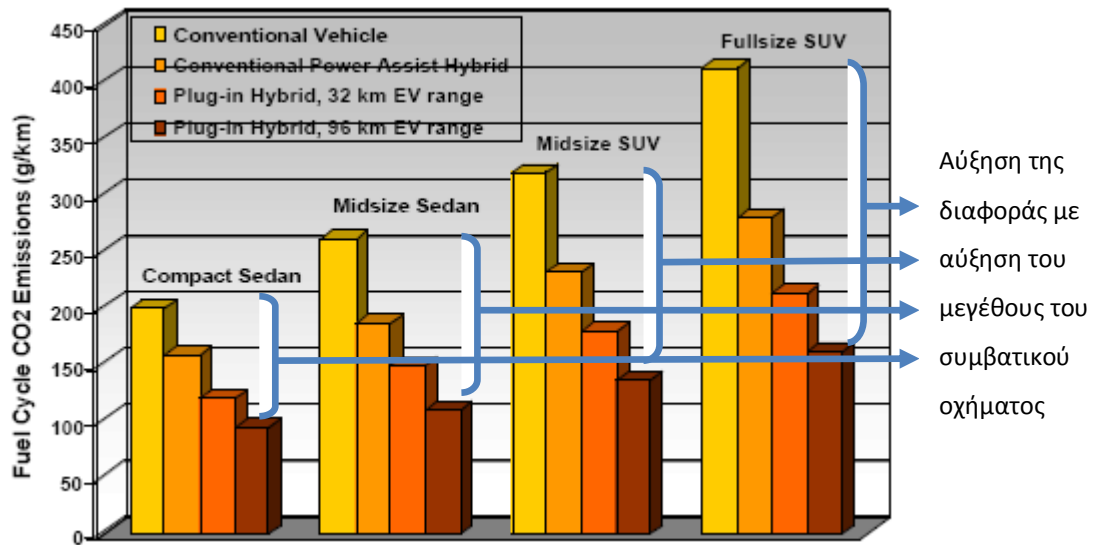
- μια εταιρία κατασκευής οχημάτων (ηλεκροκίνητων ή συμβατικών)
- μια εταιρία υπηρεσιών τηλεματικής
- μια εταιρία κατασκευής, συντήρησης, επισκευής ή αντικατάστασης συσσωρευτών
- μια εταιρία κινητής τηλεφωνίας
- μια εταιρία που δραστηριοποιείται στη διαχείριση γεννητριών οι οποίες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές διευθέτησης ή στρεφόμενων εφεδρειών (αντί για περιπτώσεις 5 έως 10 μικρών γεννητριών της τάξης των 100–500 kW θα συντονίζονται εκατοντάδες ή χιλιάδες οχημάτων ισχύος 10–20kW το καθένα [H13]).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα στοιχειοθετηθεί η θετική επίδραση που έχει ή μπορεί να έχει στο μέλλον η υιοθέτηση και καθιέρωση της τεχνολογίας V2G. Άλλωστε, η εντύπωση για ωφέλιμη προς το περιβάλλον τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί ως απτή πραγματικότητα μόνο αν και εφόσον αυτό προκύπτει από την παράθεση συγκεκριμένων στοιχείων.

Η θετική περιβαλλοντική επίδραση τεχνολογίας V2G έχει άμεση σχέση με τη μείωση των εκπομπών αερίων στα οποία οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ενδεικτικό αυτής της επίδρασης είναι το ακόλουθο διάγραμμα, στο οποίο καταγράφονται οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην περίπτωση τεσσάρων διαφορετικών τύπων οχημάτων (μικρού και μεγάλου μεγέθους επιβατικού – μικρού και μεγάλου μεγέθους SUV), για τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις (καθαρά συμβατικού, συμβατικού υποβοηθούμενου από ηλεκτροκινητήρα, υβριδικού με δυνατότητα σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και αυτονομία 32 χλμ και υβριδικού με δυνατότητα σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και αυτονομία 96 χλμ). Μπορεί να παρατηρηθεί πως οι εκπομπές μειώνονται στο μισό εφόσον η σύγκριση γίνεται μεταξύ ενός συμβατικού οχήματος και του αντίστοιχου ηλεκτροκίνητου, με τη μείωση αυτή να υφίσταται σε κάθε περίπτωση «στροφής» προς αντίστοιχες ηλεκτροκίνητες εκδόσεις.

Η διαφορά αυτή μάλιστα μεγαλώνει στην περίπτωση οχημάτων μεγάλου μεγέθους SUV, διαπίστωση απολύτως αναμενόμενη αφού σε αυτές τις περιπτώσεις μεγιστοποιείται και η κατανάλωση συμβατικού καυσίμου και επομένως η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου.



Διάγραμμα 21: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από συμβατικά και ηλεκτροκίνητα οχήματα [H11]

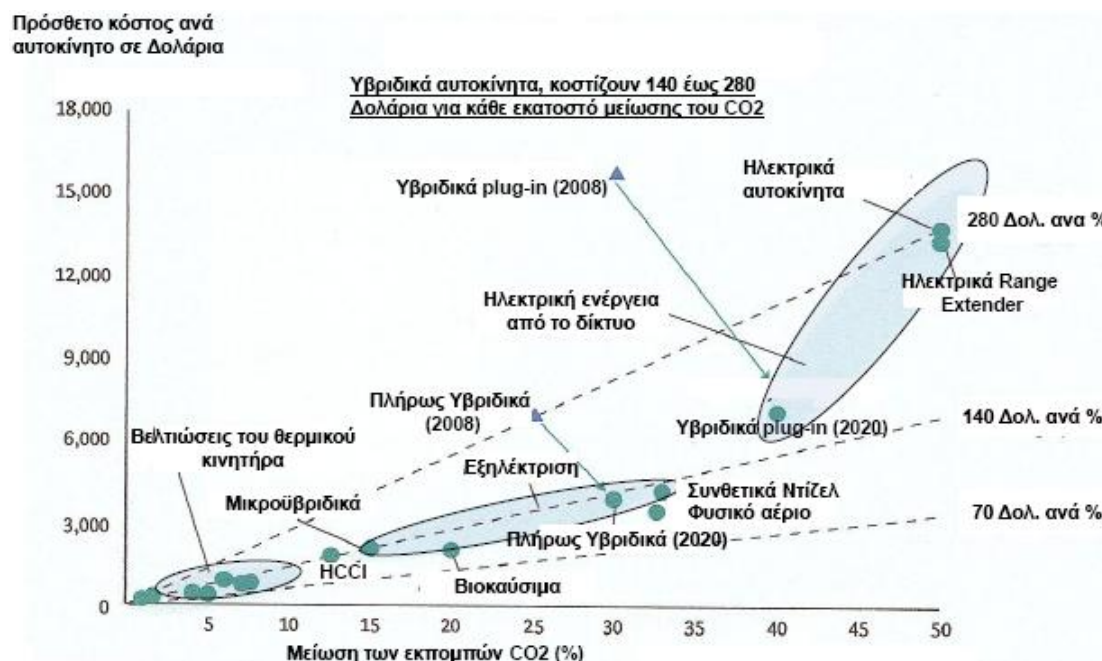
Εύκολα λοιπόν προκύπτει πως η υβριδοποίηση συνεπάγεται και ταυτόχρονη αναλογική μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Εκείνη όμως η παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το κόστος που συνοδεύει αυτή τη μετάβαση, έτσι ώστε η επιτακτική εφαρμογή της να είναι κατά το δυνατό υλοποιήσιμη. Η σχέση κόστους υβριδοποίησης και αντίστοιχης μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί και την πλειοψηφία αυτού του συνόλου, με αποτέλεσμα ο έλεγχός του να δύναται να θεωρηθεί έλεγχος του γενικότερου συνόλου), απεικονίζεται αναλυτικά στο ακόλουθο διάγραμμα, για τις διάφορες βαθμίδες υβριδοποίησης, με τις ακόλουθες διαβαθμίσεις.

Μικρουβριδικές εφαρμογές θεωρούνται εκείνες οι εφαρμογές που επιτρέπουν σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο να εκμεταλλευτεί κάποια από τα πλεονεκτήματα του υβριδικού, χωρίς όμως να μπορεί να χαρακτηριστεί πλήρως υβριδικό (αδυναμία κίνησης με μοναδικό κινητήρα τον ηλεκτρικό) όπως για παράδειγμα οι εφαρμογές

- stop and start (απενεργοποίηση και επανεκκίνηση του κινητήρα εσωτερικής καύσης όταν αδρανοποιείται το όχημα), ανάκτησης
- ανάκτησης ενέργειας κατά την πέδηση
- υποβοήθησης του κινητήρα εσωτερικής καύσης όταν απαιτείται

Πλήρως υβριδικές εφαρμογές υφίστανται όταν υπάρχουν ταυτόχρονα κινητήρας εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρας (σε παράλληλη, εν σειρά ή μικτή διάταξη) και εφαρμογές υβριδικής τεχνολογίας με δυνατότητα σύνδεσης στο

ηλεκτρικό δίκτυο θεωρούνται οι παραπάνω με ενισχυμένη όμως χωρητικότητα συσσωρευτών και φορτιστή.



Διάγραμμα 22: Σχέση κόστους υβριδοποίησης αυτοκίνησης και μείωσης εκπομπών CO₂
[B37]

Εκτός όμως από το διοξείδιο του άνθρακα, η μετάβαση προς την ηλεκτροκίνηση μπορεί να απαλλάξει το περιβάλλον από ένα πλήθος επιβλαβών αερίων που επιβαρύνουν γενικότερα την ανθρώπινη υγεία όπως:

- άκαυστοι υδρογονάνθρακες που προέρχονται από την ατελή καύση του καυσίμου μίγματος ή διαφεύγουν από την ελαιολεκάνη του κινητήρα και οι ενώσεις τους με το οξυγόνο, ερεθίζουν τα ανθρώπινα μάτια, μολύνουν την ατμόσφαιρα και προκαλούν ζημιές στη βλάστηση, ενώ ορισμένες από αυτές (ιδιαίτερα το βενζόλιο) είναι καρκινογόνες,
- οξειδία του αζώτου (NO_x), τα οποία οδηγούν στην παραγωγή όζοντος που είναι τοξικό για το αναπνευστικό σύστημα,
- μονοξείδιο του άνθρακα (CO) που προέρχεται κυρίως από τους βενζινοκινητήρες και όταν η συγκέντρωσή του στον αέρα ξεπεράσει κάποια επίπεδα προκαλεί πονοκεφάλους και προβλήματα στο κυκλοφορικό σύστημα,

- καπνό που προέρχεται κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες (diesel) και διακρίνεται σε λευκό (που εμφανίζεται κατά την εκκίνηση εν ψυχρώ), κυανό (εμφανίζεται όταν υπάρχει πρόβλημα με την λίπανση) και μελανό (εμφανίζεται στην περιοχή των υψηλών φορτίων),
- μόλυβδο (Pb) ο οποίος χρησιμοποιείται στη βενζίνη για την αύξηση του βαθμού οκτανίου ώστε να αντέχει στις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους θαλάμους καύσης παρόλο που είναι ιδιαίτερα τοξικός.
- διοξείδιο του θείου (SO₂) που δημιουργείται από την αντίδραση του θείου που περιέχεται στα καύσιμα με το οξυγόνο και προκαλεί ερεθισμό των βρόγχων και των βλεννογόνων της μύτης καθώς και ελάττωση της ορατότητας [B39].

Επίσης, αίτια περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που οφείλονται στη συμβατική αυτοκίνηση αποτελούν

- Η ρύπανση του εδάφους από διαρροές χημικών υγρών ή στερεών που χρησιμοποιούν οι κινητήρες εσωτερικής καύσης και τα άλλα μηχανικά μέρη όπως λιπαντικά και ψυκτικά υγρά
- Η ηχορύπανση, ιδιαίτερα από τα παλιάς τεχνολογίας αυτοκίνητα αλλά και εξαιτίας λειτουργίας των αυτοκινήτων σε περιοχές υψηλού φορτίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΡΟΟΠΤΙΚΩΝ

6.1 Η υφιστάμενη κατάσταση στην ελληνική αγορά

Αναλογιζόμενος κανείς την επικρατούσα κατάσταση στην ελληνική πραγματικότητα όσον αφορά στην καθημερινή κίνηση και χρήση των οχημάτων, δε μπορεί παρά να αποδεχθεί το γεγονός της ύπαρξης του προβλήματος που έχει περιγραφεί αναλυτικά παραπάνω και σχετίζεται με όλα εκείνα τα μειονεκτήματα της χρήσης συμβατικού καυσίμου κίνησης. Η κατάσταση αυτή αποτυπώνεται στους αριθμούς του πίνακα που ακολουθεί και στον οποίο είναι εμφανές ότι παρόλο που εισέρχεται στην κυκλοφορία ένας μεγάλος αριθμός οχημάτων, η είσοδος αυτή δε συνοδεύεται από ανάλογη απόσυρση οχημάτων παλαιάς τεχνολογίας που επιβαρύνουν ακόμα περισσότερο το περιβάλλον σε σχέση τουλάχιστον με τα αντίστοιχα της σύγχρονης γενιάς. Το γεγονός αυτό οφείλεται αφενός στην ύπαρξη και στην καθημερινή δραστηριοποίηση των μεταναστών που χρησιμοποιούν τουλάχιστον στην αρχή της νέας τους ζωής αυτοκίνητα φθηνά και επομένως παλαιάς τεχνολογίας και αφετέρου στο συνηθισμένο φαινόμενο της ύπαρξης δύο ή παραπάνω αυτοκινήτων σε μια μέση ελληνική οικογένεια, (ενός «καλού» και ενός «παλιού»), για την εξυπηρέτηση των οδηγικών αναγκών των νεότερων οδηγών, για κυκλοφορία μέσα στο δακτύλιο κτλ.

Παρατηρείται λοιπόν η τεχνολογική και ηλικιακή γήρανση του στόλου των ελληνικών οχημάτων, μια κατάσταση που μόνο σύμμαχος δε μπορεί να είναι στη μάχη κατά της περιβαλλοντικής ρύπανσης από τη διαδικασία των μεταφορών.

<i>Τέλος του Έτους</i>	<i>Επιβατικά Παλαιάς Τεχνολογίας</i>	<i>Επιβατικά Καταλυτικά</i>	<i>Σύνολο Επιβατικών</i>	<i>Ελαφρά Φορτηγά</i>
2000	1.285.367	2.129.829	3.415.196	802.299
2007	1.240.999	3.511.363	4.752.362	1.003.812
Διαφορά	(-) 44.368	(+) 1.381.534	(+) 1.337.166	(+) 201.513

Πίνακας 5: Η εξέλιξη του συνόλου των ελληνικών οχημάτων [H20]

Εντούτοις, έχει αναγνωρισθεί η ανάγκη υιοθέτησης της ηλεκτροκίνησης, αναγνωρίζοντας ουσιαστικά όλα εκείνα τα πλεονεκτήματα που καθιστούν τη συγκεκριμένη τεχνολογία όχι μόνο ελκυστική αλλά και αναγκαία. Ειδική επιτροπή έχει συσταθεί από το υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής για την προετοιμασία του σχετικού νομοσχεδίου, που θα σημάνει το «πράσινο φως» για την ηλεκτροκίνηση στη χώρα.

Αντικείμενο της επιτροπής είναι η ανάπτυξη ενός επιχειρησιακού σχεδίου για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης καθώς και η ανάπτυξη μιας πρότασης εφαρμογής ολοκληρωμένου προγράμματος κινήτρων για την προώθηση της διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά. Ειδικότερα, όπως αναφέρεται στη σχετική απόφαση του ΥΠΕΚΑ, το επιχειρησιακό σχέδιο θα «αναλύει τις πλέον πρόσφορες μεθόδους για την υποστήριξη των αρχικών φάσεων διείσδυσης στην ελληνική αγορά της τεχνολογίας ολικής ή μερικής ηλεκτροκίνησης των αυτοκινήτων (ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ή υβριδικά αυτοκίνητα επαναφορτιζόμενα από το δίκτυο).

Η συγκεκριμένη επιτροπή απαρτίζεται αμιγώς από επιστήμονες και ακαδημαϊκούς, αναμένεται δε να καταθέσει το ολοκληρωμένο πόρισμά της στις αρχές αυτού του έτους, κάτι που σημαίνει ότι το νομοσχέδιο που θα επιτρέπει την κίνηση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στους ελληνικούς δρόμους θα είναι έτοιμο να κατατεθεί προς ψήφιση μέσα στο πρώτο εξάμηνο του 2012. Η εξέλιξη κρίνεται απόλυτα θετική από όλους ανεξαιρέτως τους φορείς που ασχολούνται με την κίνηση των Ι.Χ. στην Ελλάδα, αλλά και από εκπροσώπους των οικολογικών οργανώσεων της Ελλάδας [H19].

Αισιόδοξα μηνύματα επιχειρηματικής δράσης και δημοτικών πρωτοβουλιών

Παράλληλα όμως, το όλο εγχείρημα παρουσιάζει ενδιαφέρον όχι μόνο από καταναλωτικής αλλά και από επιχειρηματικής πλευράς όσο και σχετικά με τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης. Σε αυτό το μήκος κύματος, η γνωστή εταιρία παραγωγής φωτοβολταϊκών συστημάτων «Mia electric GmbH», εκδήλωσε ενδιαφέρον για την πραγματοποίηση επένδυσης ύψους 1 εκ. ευρώ, λειτουργώντας εργοστάσιο παραγωγής ηλιακών αυτοκινήτων στη Γαλλία και πραγματοποιώντας στην Κρήτη επενδυτικές κινήσεις όπως ανάπτυξη φωτοβολταϊκών πάρκων, δημιουργία δικτύου παροχής ηλεκτρικού ρεύματος σε αυτοκίνητα και εγκατάσταση στόλου ηλεκτρικών οχημάτων για τουριστικούς και άλλους σκοπούς, με την Κρήτη

να επιλέγεται ασφαλώς εξαιτίας της μεγάλης της ηλιοφάνειας αλλά και του τουριστικού ενδιαφέροντος που παρουσιάζει [H21].

Επίσης, ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα ήταν η πρώτη φάση του 4th ecocars.gr SHOW που διεξήχθη μεταξύ 19-25/9/2011 στον προαύλιο χώρο του παλιού δημοτικού σχολείου στο Πανόραμα του Δήμου Πυλαίας-Χορτιάτη, με την προβολή των "πράσινων" αυτοκινήτων να γίνεται στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Μετακίνησης 2011 (European Mobility Week 2011).

Στο ίδιο πνεύμα, το πρώτο πιλοτικό πρόγραμμα ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα αναμένεται να ξεκινήσει τους επόμενους μήνες στον δήμο Κοζάνης, στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος Green - eMotion. Την υλοποίηση της πρωτοβουλίας έχει αναλάβει, σε συνεργασία με τον δήμο, το Κέντρο Δοκιμών Ερευνών και Προτύπων της ΔΕΗ. Μέσα στο πρώτο εξάμηνο του 2012 στον δήμο Κοζάνης θα κυκλοφορήσουν τουλάχιστον οκτώ αυτοκίνητα, με την προοπτική τα οχήματα σταδιακά να γίνουν έως και δεκαπέντε. Θα πρόκειται για επιβατικά αυτοκίνητα δημόσιας χρήσης, που θα χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες του δήμου, της περιφέρειας και των στελεχών της ΔΕΗ. Για τον ανεφοδιασμό των οχημάτων θα λειτουργήσουν σε όλη την πόλη ειδικοί σταθμοί φόρτισης, οι οποίοι μπορεί να είναι φτάσουν ακόμα και τους είκοσι. Ο καθορισμός των σημείων τοποθέτησης των σταθμών φόρτισης είναι αυτή τη στιγμή το κύριο μέλημα της δημοτικής Αρχής. Το κόστος του προγράμματος ανέρχεται στα 45 εκατ ευρώ και οι πόροι προέρχονται αποκλειστικά από την Ε.Ε. Με την υλοποίηση του προγράμματος, η Κοζάνη μπαίνει σε ένα κλειστό «κλαμπ» ευρωπαϊκών πόλεων που έχουν επιλεγεί από την Ε.Ε. για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, όπως η Βαρκελώνη, η Μάλαγα, το Βερολίνο, η Μαδρίτη, η Κοπεγχάγη και το Δουβλίνο.

Παρατηρείται λοιπόν σύμφωνα με τα προαναφερόμενα στοιχεία μια κινητοποίηση σχετικά με την παρουσίαση των νέων σχετικών με την ηλεκτροκίνηση τεχνολογιών, που μπορούν απλά να κεντρίσουν το ενδιαφέρον του πολίτη – καταναλωτή όπως μια απλή έκθεση ή να αναδείξουν το δυναμικό της διαδικασίας, μέσω μιας μεγάλης επένδυσης, η αξία της οποίας μεγιστοποιείται στους οικονομικά χαλεπούς σημερινούς καιρούς.

Δεν πρέπει ακόμα να παραβλεφθεί η δράση Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων που δημιουργήθηκαν για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, όπως το ΕΛ.ΙΝ.ΗΛ.Ο, αλλά και οι διάφορες προσπάθειες ερευνητικών κέντρων και πανεπιστημίων προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση, με την κατασκευή οχημάτων αυτού του τύπου, σε μικρή

μεν κλίμακα, αλλά αρκετά ικανή ώστε να καθιερώσει την ηλεκτροκίνηση στην καταναλωτική και περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών μέσα από την ενημέρωση και την ευαισθητοποίησή τους.

6.1.1 Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο για τα «καθαρά» αυτοκίνητα

Το νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει την εσωτερική διακίνηση των «καθαρών» οχημάτων στοιχειοθετείται από τα παρακάτω άρθρα.

Νόμος 2052/92 . ΦΕΚ Α94 της 5 Ιουνίου 1992

- Άρθρο 2, Παρ. 9α: Τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα ή υβριδικά με κινητήρα του οποίου οι εκπομπές ρύπων είναι σύμφωνες με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις για τα οχήματα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, δεν υπόκεινται σε ειδικό φόρο κατανάλωσης, εφάπαξ πρόσθετο ειδικό τέλος και τέλη κυκλοφορίας.
- Άρθρο 2, Παρ. 9β: Με κοινή απόφαση των Υπουργών Προεδρίας της Κυβέρνησης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Μεταφορών και Επικοινωνιών δύναται να επιβάλλεται η χρήση των αυτοκινήτων του προηγούμενου εδαφίου σε φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα ή σε οργανισμούς και επιχειρήσεις που ελέγχονται από το Δημόσιο.

Νόμος 2459/97 . ΦΕΚ Α17 της 18 Φεβρουαρίου 1997

- Άρθρο 5: Καταργούνται απαλλαγές από τα τέλη κυκλοφορίας στις οποίες όμως δεν περιλαμβάνεται η απαλλαγή των ηλεκτροκίνητων ή υβριδικών αυτοκινήτων
- Άρθρο 6: Καταργούνται οι απαλλαγές από το εφάπαξ πρόσθετο ειδικό τέλος ταξινόμησης

Νόμος 2682/99 . Φεκ Α16 της 8 Φεβρουαρίου 1999

- Άρθρο 2, Παρ. 5: Τα ηλεκτροκίνητα ή υβριδικά αυτοκίνητα δεν υπόκεινται στο προβλεπόμενο από τις διατάξεις του άρθρου Τέλος Ταξινόμησης αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης

Νόμος 2960/2001 . ΦΕΚ Α265 της 22 Νοεμβρίου 2001

- ο Άρθρο 121, Παρ. 5: Τα ηλεκτροκίνητα ή υβριδικά αυτοκίνητα δεν υπόκεινται στο προβλεπόμενο από τις διατάξεις του άρθρου Τέλος Ταξινόμησης αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης

Εκάστοτε αποφάσεις περί περιορισμών κυκλοφορίας (δακτύλιος)

Όλα τα αυτοκίνητα υβριδικής τεχνολογίας εξαιρούνται των περιορισμών κυκλοφορίας (δακτύλιος) [H17].

Μπορεί λοιπόν να εξαχθεί το συμπέρασμα πως η ελληνική νομολογία παρέχει κίνητρα όσον αφορά στην κατοχή ηλεκτροκίνητων οχημάτων, αφού απαλλάσσει τον ιδιοκτήτη τους από σημαντικά έξοδα όπως είναι τα τέλη ταξινόμησης και κυκλοφορίας, ενώ παράλληλα επιτρέπει τη χρήση τους για εφαρμογές δημόσιου χαρακτήρα.

6.2 Προοπτικές σε διεθνές επίπεδο

Οι εξελίξεις μοιάζουν να οδηγούν με μαθηματική ακρίβεια προς την ένταξη της ηλεκτροκίνησης στην καθημερινότητα των μεταφορών σε διεθνές μάλιστα επίπεδο, με την έξυπνη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας από το σύνολο αυτών των οχημάτων να αποτελεί ένα μεταγενέστερο επίπεδο. Οι δράσεις και οι πρωτοβουλίες που έχουν αναγγελθεί δίνουν μια σαφή εικόνα σχετικά με την τάση που επικρατεί. Αναλυτικότερα,

Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

- Σύμφωνα με ομιλία του προέδρου Μπάρακ Ομπάμα (2011, Τμήμα Ενέργειας), ο στόχος της αμερικανικής κυβέρνησης είναι τα ηλεκτροκίνητα οχήματα στη χώρα να είναι 1εκ. έως το τέλος του 2015.
- Για το σκοπό αυτό θα ενισχυθεί η έρευνα της τεχνολογίας των συσσωρευτών ιόντων – λιθίου.
- Θα δοθούν δάνεια ύψους 2.4 δις. Δολλαρίων σε τρεις από τις πρωτοπόρες κατασκευάστριες βιομηχανίες ηλεκτροκίνητων οχημάτων που εδρεύουν σε Tennessee, Delaware και California.

- Θα δοθούν δάνεια ύψους 2 δις. Δολλαρίων σε 30 διαφορετικά εργοστάσια που κατασκευάζουν συσσωρευτές, κινητήρες και άλλα εξαρτήματα ηλεκτροκίνητων οχημάτων, με αυυτόχρονες φοροαπαλλαγές για εταιρείες που θα έχουν εξέχουσα απόδοση στο συγκεκριμένο πρόγραμμα (με τις προσδοκίες απόδοσης να ανέρχονται σε κατασκευή 500,000 συσσωρευτών ετησίως έως το Δεκέμβριο του 2014).
- Θα κατασκευαστούν 22,000 σταθμοί φόρτισης σε όλη τη χώρα.
- Το Τμήμα Ενέργειας θα συνεργαστεί με τις επιμέρους πολιτείες και κοινότητες, διαθέτοντας κονδύλια ύψους 10 εκ. δολλαρίων σε έργα ανάπτυξης της συγκεκριμένης τεχνολογίας [B38].

Γερμανία

- Σήμερα, λιγότεροι από 3.000 κάτοικοι της Γερμανίας έχουν το προνόμιο να οδηγούν πλήρως ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο πρίζας, όταν στους δρόμους ολόκληρης της χώρας κυκλοφορούν πάνω από 40 εκατομμύρια οχήματα. Ο στόχος είναι στα επόμενα 10 χρόνια, στους γερμανικούς δρόμους να κυκλοφορούν ένα εκατομμύριο πλήρως ηλεκτροκίνητα οχήματα [H23].
- Το Βερολίνο θα διπλασιάσει την οικονομική βοήθεια προς την αυτοκινητοβιομηχανία, χορηγώντας της 2 δις. ευρώ έως το 2013 (κυρίως στον τομέα της έρευνας και ειδικότερα στην ανάπτυξη νέων, ισχυρότερων μπαταριών).
- Απαλλαγή για μία δεκαετία από την καταβολή τελών κυκλοφορίας και δυνατότητα κυκλοφορίας στις λεωφορειολωρίδες.

Γαλλία

- Ο στόχος είναι έως το 2020 να κυκλοφορούν 2εκ EV & PHEV.
- Έως το 2015 θα γίνουν επενδύσεις ύψους 1.5 δις € για την κατασκευή σταθμών φόρτισης.
- Ανακοινώθηκε από τη Renault η κατασκευή εργοστασίου μπαταρίας λιθίου, με το ύψος της επένδυσης να φτάνει τα 625 εκ. €, με τα 125 εκ. € να προέρχονται από δημόσια επιχορήγηση.

Αγγλία

- Ο στόχος είναι έως το 2015 να κυκλοφορούν 100.000 αυτοκίνητα μόνο στο Λονδίνο
- Ανακοινώθηκε πρόγραμμα κατασκευής 25.000 σημείων φόρτισης και 20% νέων parking με σχετικό εξοπλισμό φόρτισης
- Ανακοινώθηκε η προμήθεια 1.000 κυβερνητικών ηλεκτροκίνητων οχημάτων.
- Απαλλαγή διοδίων και δωρεάν parking σε κεντρικά σημεία του Λονδίνου ως επιπρόσθετα κίνητρα.

Ολλανδία

- Ανακοινώθηκε πρόγραμμα κατασκευής 200 σταθμών φόρτισης έως το 2012, στους οποίους η πρόσβαση και χρέωση θα γίνεται με αντίστοιχη κάρτα (μια εκδοχή δηλαδή περισσότερο κοντά στην τεχνολογία V2G, αφού οι σταθμοί είναι αυξημένης δυναμικότητας αλλά και πρόκειται να ενταχθούν διατάξεις smart metering μέσω της κάρτας)
- Η προοπτική του Δήμου Άμστερνταμ αφορά στην κυκλοφορία 10.000 αυτοκίνητων στα όριά του.

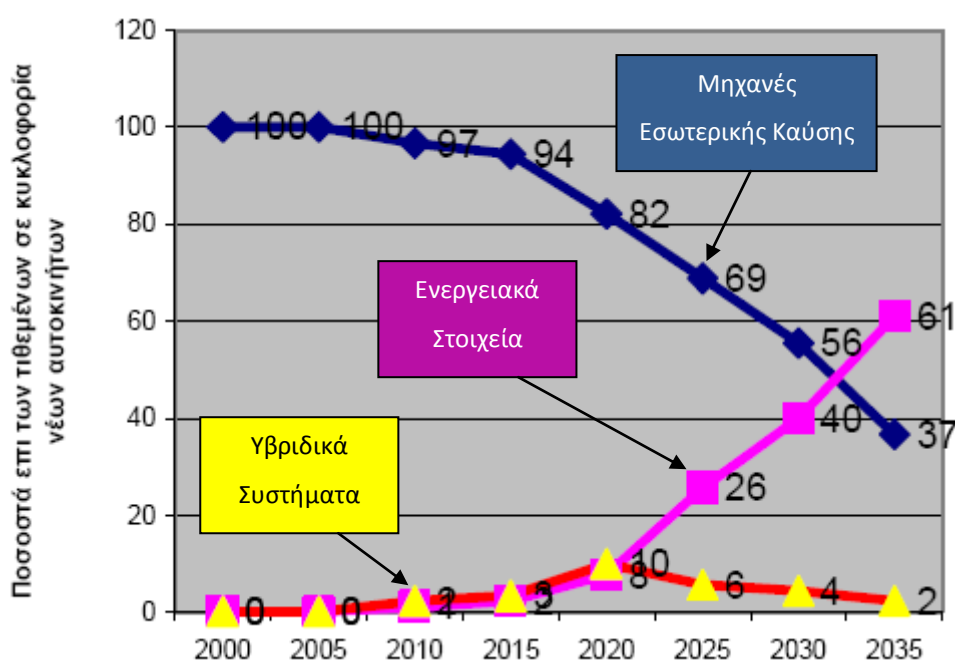
Πορτογαλία

- Οργάνωση εθνικού δικτύου σταθμών φόρτισης με την ονομασία Mobi – E
- Επίδειξη ισχυρής πολιτικής βούλησης για στήριξη της ηλεκτροκίνησης ως μέσο οικονομικής ανάπτυξης
- Συνεργασίες φορέων, οργανισμών και μεγάλων κατασκευαστών προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση (EDP, EFACEC, CEIIA –CE, NOVABASE, Nissan) [H22].

Από τη σύντομη παραπάνω ανασκόπηση και ουσιαστική ανίχνευση των προθέσεων που παρουσιάζονται διεθνώς σε σχέση με την υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης προκύπτει εύλογα η διαπίστωση πως έχει σχεδιαστεί η συγκεκριμένη στροφή πολιτικής και κυβερνητικής συμπεριφοράς, με αποτελέσματα που δε θα αργήσουν να φανούν στην καθημερινή ζωή των πολιτών.

Ενδεικτικό είναι το ακόλουθο διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η προβλεπόμενη διείσδυση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων στη διεθνή αγορά στις επόμενες πενταετίες, με τις τάσεις χρησιμοποίησης των μηχανών εσωτερικής καύσης

να εμφανίζουν σαφή μείωση, σε αντίθεση με τα ενεργειακά στοιχεία (fuel cells) τα οποία αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά, αντίθετα με τα υβριδικά των οποίων η πορεία προβλέπεται να διατηρείται σταθερή σχεδόν με μικρή αύξηση έως το 2020 και αντικατάστασή τους στη συνέχεια από την αποκλειστική χρήση υδρογόνου, γεγονός αναμενόμενο, αφού η εξέλιξη της τεχνολογίας στο ζήτημα της αξιοποίησης του υδρογόνου θα δώσει λύσεις σε πολλούς περιορισμούς της σημερινής ηλεκτροκίνητης τεχνολογίας όπως η αυτονομία.



Διάγραμμα 23: Προβλεπόμενη διείσδυση ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην αγορά [H17]

Εντούτοις, η εξέλιξη της ηλεκτροκίνησης αποτελεί ένα ερωτηματικό και σχετίζεται άμεσα με τις τάσεις της αγοράς, οι οποίες με τη σειρά τους εξαρτώνται από διαφορετικές παραμέτρους όπως πολιτικές συγκυρίες, οικονομικές μεταβλητές που σχετίζονται με το πετρέλαιο κτλ. Για να εκτιμηθεί η αγορά ηλεκτροκίνητων οχημάτων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι αλλαγές που πρόκειται να γίνουν σε πολλά παράλληλα πεδία πολιτικής, κοινωνικής και οικονομικής δράσης.

Τα τρία ακόλουθα σενάρια θα μπορούσαν να συνοψίσουν τις διαφορετικές εκδοχές αυτών των περιπτώσεων.

Σενάριο 1: Επιβράδυνση των εξελίξεων

Η τιμή του πετρελαίου παραμένει σταθερή, ενώ επικρατεί εφησυχασμός όσον αφορά στην περιβαλλοντική ρύπανση, με αποτέλεσμα να χαλαρώνει η συνολική στρατηγική περιβαλλοντικής προστασίας, πολιτική που επεκτείνεται και στην αυτοκίνηση. Η λύση των υβριδικών οχημάτων αποτελεί απλά ένα δείγμα εναλλακτικού τρόπου ζωής.

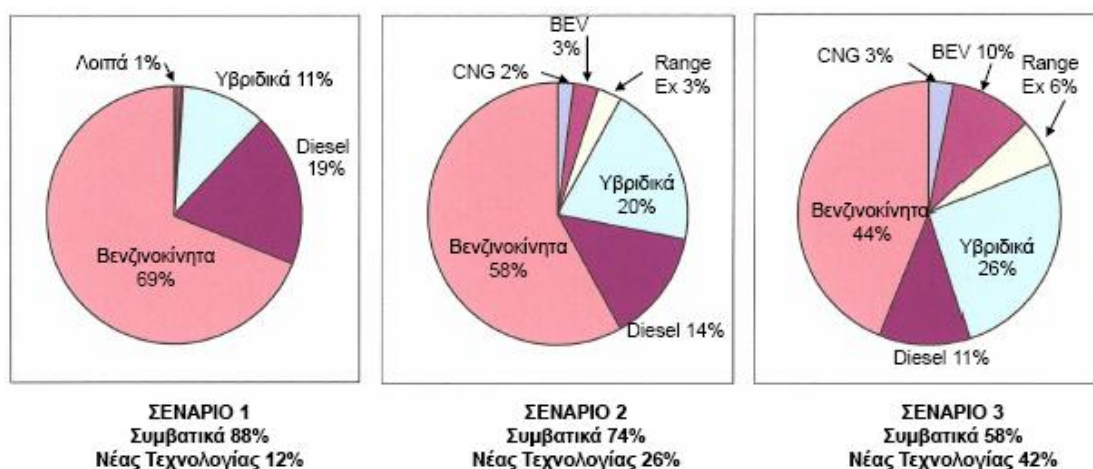
Σενάριο 2: Διατήρηση σταθερού ρυθμού των εξελίξεων

Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες υφίστανται και ακολουθούνται κατά γράμμα οι εξαγγελθείσες πολιτικές μείωσης των εκπομπών CO₂. Η τιμή του πετρελαίου ακολουθεί ανοδική πορεία με αποτέλεσμα η μείωση χρήσης συμβατικών καυσίμων να είναι εκτός από θέμα περιβαλλοντικό και ζήτημα οικονομικό.

Σενάριο 3: Επιτάχυνση των εξελίξεων

Η αλλαγή της κατάστασης αποτελεί μια επιτακτική ανάγκη. Η μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης στο ελάχιστο πρέπει να συμβεί άμεσα και οι κυβερνήσεις προς αυτή την κατεύθυνση λαμβάνουν αυστηρά μέτρα σε όλες τις περιπτώσεις ρυπογόνων παραγόντων και επομένως στην αυτοκίνηση. Επιπρόσθετα, τα κίνητρα για την αγορά και τη χρήση αμιγώς ηλεκτροκίνητων οχημάτων καθιστούν μια τέτοια επιλογή απολύτως συμφέρουσα.

Οι εκτιμώμενες πωλήσεις ανά σενάριο καταγράφονται στο παρακάτω διάγραμμα, με τη γενικότερη σύγκριση να αφορά τα συμβατικά και τα νέας τεχνολογίας αυτοκίνητα.



Διάγραμμα 24: Εκτίμηση ποσοστών πωλήσεων αυτοκινήτων για το έτος 2020 για τρία διαφορετικά σενάρια εξέλιξης [B37]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

7.1 Προσομοίωση λειτουργίας φωτοβολταϊκών γεννητριών

Εισαγωγικά Στοιχεία

Για την προσομοίωση της απόδοσης του σταθμού φόρτισης με χρήση φωτοβολταϊκών γεννητριών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό μελέτης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων PVSOL Expert 4.0 της εταιρίας Valentin Energie. Η διαδικασία της προσομοίωσης σχετίζεται με την υλοποίηση ενός πραγματικού σεναρίου, αν δηλαδή μια συγκεκριμένη συνδεσμολογία μπορεί να πραγματοποιηθεί και με ποια απόδοση.

Βήμα 1: Διαστασιολόγηση του στέγαστρου

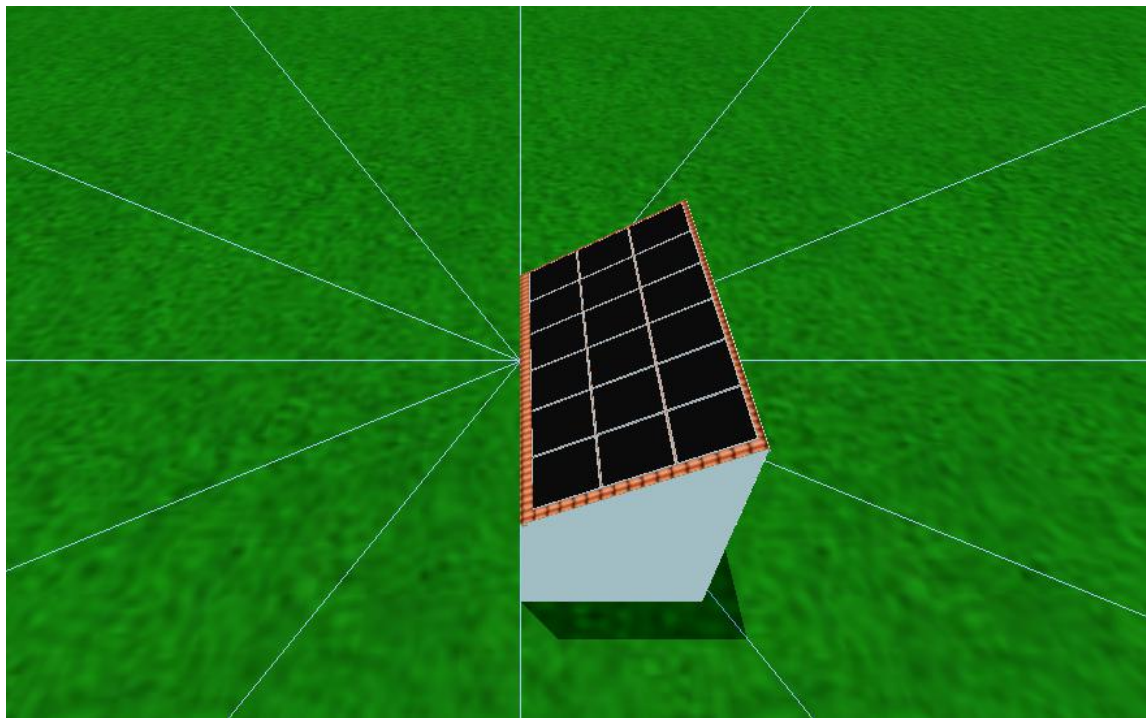
Το εμβαδό ενός τυπικού αυτοκινήτου υπολογίζεται $5 \times 2,5 \text{ m} = 12,5 \text{ m}^2$. Επομένως, ένα στέγαστρο δύο αυτοκινήτων θα πρέπει να έχει εμβαδό $2 \times 12,5 = 25 \text{ m}^2$.

Ας υποθεθεί ότι χρησιμοποιούνται 18 panels της εταιρίας Heliosphera με ονομαστική ισχύ εξόδου τα 125 Wp και διαστάσεις (1,1 x 1,13 m). Τα panels επομένως καλύπτουν συνολικά χώρο μεγέθους $18 \times 1,43 \text{ m}^2 = 25,74 \text{ m}^2$.

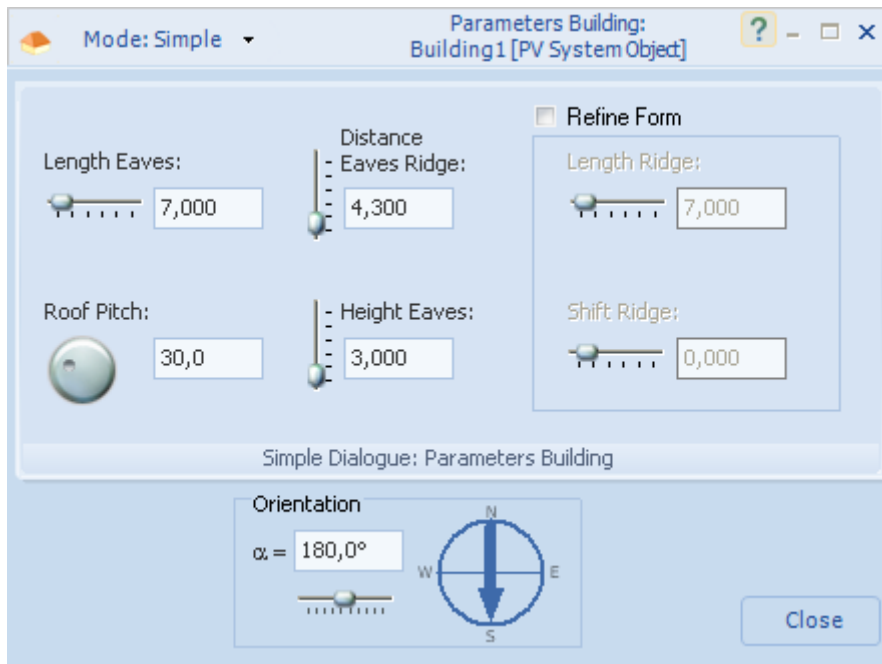
Λαμβάνοντας υπόψη και την απαραίτητη «ζώνη» περιμετρικά των panels, το τελικό μέγεθος του στέγαστρου θα είναι $7 \times 4,3 \text{ m}^2 = 30,1 \text{ m}^2$.



Εικόνα 7: Διαστασιολόγηση στεγάστρου σε κάτοψη



Εικόνα 8: Ανατολική όψη χώρου στάθμευσης σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο

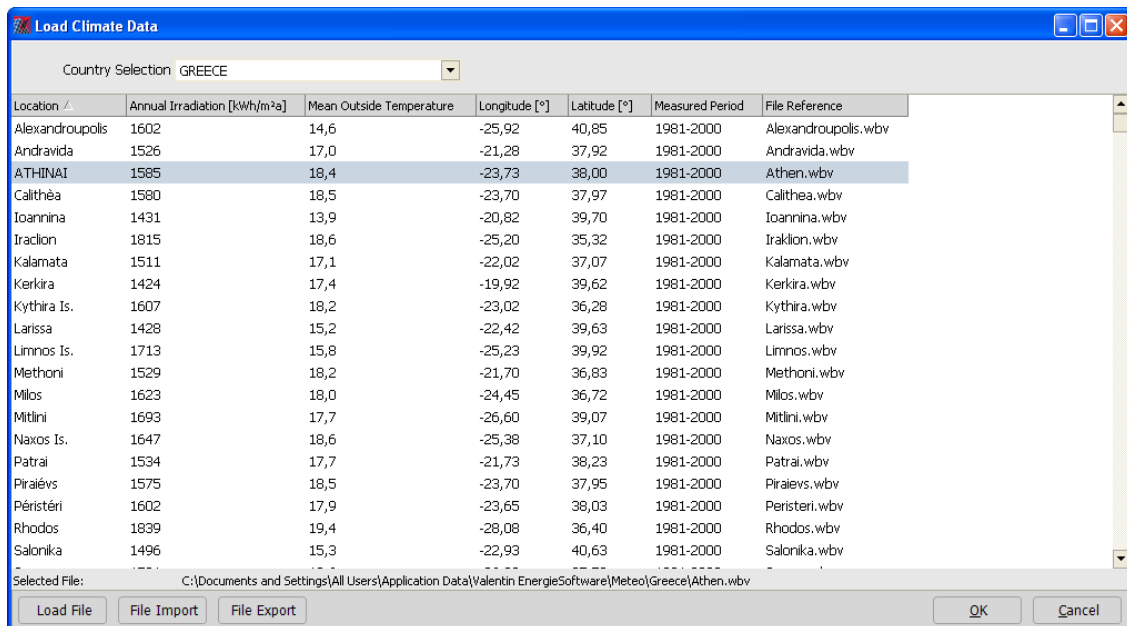


Εικόνα 9: Παράμετροι σχεδιασμού στεγάστρου

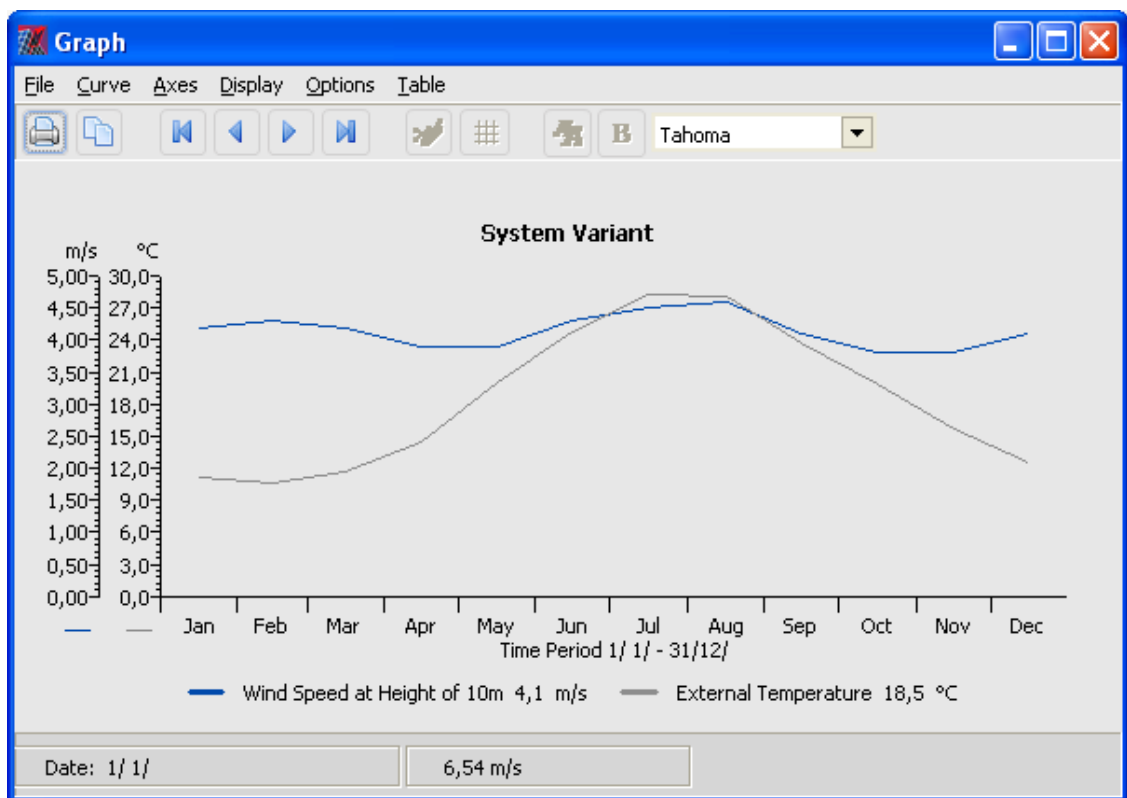
Παρατηρείται πως ο προσανατολισμός του στεγάστρου έχει επιλεγθεί νότιος έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Βήμα 2: Εισαγωγή των κλιματολογικών συνθηκών

Η απόδοση των φωτοβολταϊκών γεννητριών έχει άμεση σχέση με το χώρο στον οποίο εγκαθίστανται αφού ποικίλει η ηλιακή ακτινοβολία. Στην παρούσα προσομοίωση θεωρείται ότι ο σταθμός φόρτισης εγκαθίσταται στην Αθήνα, με τα κλιματολογικά δεδομένα να εισάγονται στο πρόγραμμα όπως φαίνεται στις ακόλουθες εικόνες.



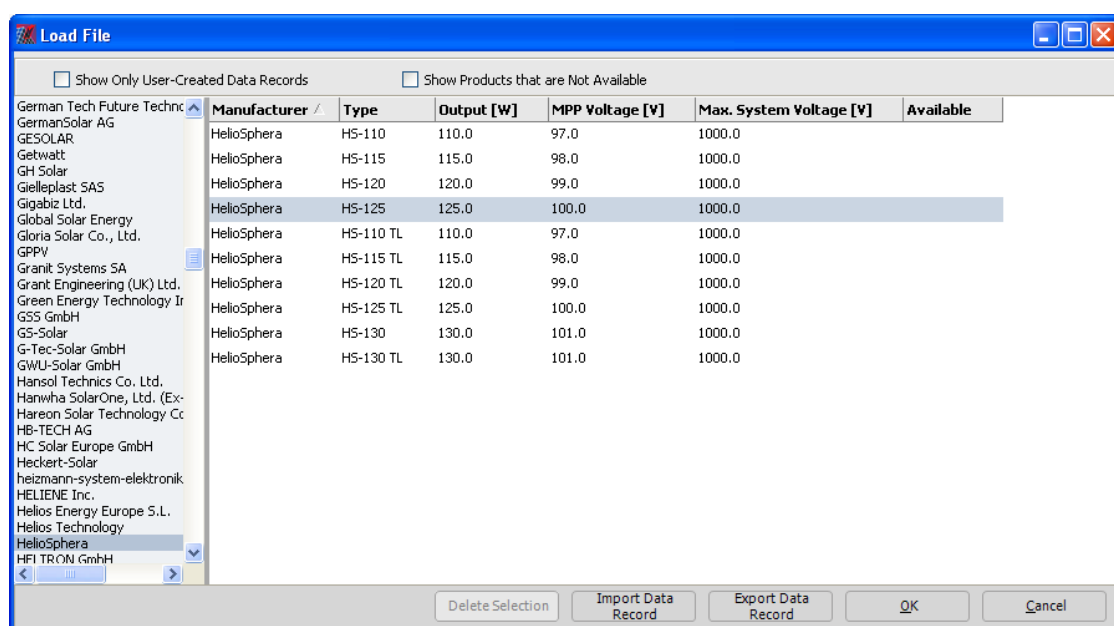
Εικόνα 10: Εισαγωγή των κλιματολογικών συνθηκών



Εικόνα 11: Πρόβλεψη κλιματολογικών συνθηκών σε ετήσια βάση (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου)

Βήμα 3: Επιλογή του PV Module

Για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική θα εγκατασταθούν συνολικά 18 φωτοβολταϊκά πλαίσια λεπτού υμενίου (thinfilm) με τεχνολογία συνδυασμού μικροκρυσταλλικού και άμορφου πυριτίου (micromorphandem) της Ελληνικής εταιρίας Heliosphera, τύπου HS-125. Το κάθε πλαίσιο έχει ονομαστική ισχύ 125Wp και στο σύνολο της εγκατάστασης η ονομαστική ισχύς στην έξοδο της φωτοβολταϊκής γεννήτριας θα είναι 2,25 kWp. Για τα συγκεκριμένα πλαίσια οι κατασκευαστές δίνουν εγγύηση καλής λειτουργίας για 5 έτη, εγγύηση απόδοσης 90% για 10 έτη και 80% για 25 έτη. Η εισαγωγή του συγκεκριμένου πλαισίου στο πρόγραμμα καθώς και οι διάφορες παράμετροί του παρουσιάζονται στις εικόνες που ακολουθούν.



Εικόνα 12: Επιλογή του PV Module

Module Characteristic Values

Basic Data | U/I Char. - STC | U/I Char. - Part Load | Other Data

Manufacturer: HelloSphera

Type: HS-125

Lower Output Tolerance [%]: 3,0

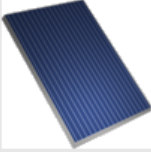

Upper Output Tolerance [%]: 3,0

Cell Type: microcrystalline

Only Suitable for Transformer Inverters

Number of Cells: 99 | Number of Bypass Diodes: 1

Cell Strips Perpendicular to Short Side | Cell Strips Parallel to Short Side

Dimensions

Width [mm]: 1.100 | Depth [mm]: 6

Height [mm]: 1.300 | Frame Width [mm]: 0

Gross Surface Area [m²]: 1,43

Buttons: Load, Save As..., Save, Print, Close

Εικόνα 13: Χαρακτηριστικές βασικές τιμές του PV Module

Module Characteristic Values

Basic Data | **U/I Char. - STC** | U/I Char. - Part Load | Other Data

STC Working Point

MPP Voltage [V]: 100,00 | Specified Output [W] (*): 125,00

MPP Current [A]: 1,25 | Calculated Output from Voltage + Current [W]: 125,00

Open Circuit Voltage [V]: 131,00 | Efficiency [%]: 8,7

Short Circuit Current [A]: 1,45 | Active Solar Surface Calculated from Efficiency and Output [m²]: 1,44

Fill Factor: 65,8

Increase Open Circuit Voltage prior to Stabilisation [%]: 1,00

(* The Specified Output is based on data sheet info. The programme works with the Calculated Output.

Buttons: Load, Save As..., Save, Print, Close

Εικόνα 14: Δεδομένα χαρακτηριστικής τάσης – ρεύματος υπό πρότυπες συνθήκες δοκιμών (Standard Test Conditions)

Module Characteristic Values

Basic Data | U/I Char. - STC | **U/I Char.- Part Load** | Other Data

Working Point under STC

MPP Voltage [V]	100,00	MPP Current [A]	1,25
Open Circuit Voltage [V]	131,00	Short Circuit Current [A]	1,45
Fill Factor	65,8	Rel. Efficiency [%]	100

Working Point during Part Load Operation

Standard Part Load Operation Help

Irradiation [W/m ²]	200	Module Temperature [°C]	25
MPP Voltage [V]	91,7000	MPP Current [A]	0,2700
Open Circuit Voltage [V]	115,7000	Short Circuit Current [A]	0,3300
Fill Factor	64,8	Rel. Efficiency [%]	99,0

U-I Characteristic Curve | U-P Characteristic Curve | **Efficiency Char. Curve**

Close

Εικόνα 15: Δεδομένα χαρακτηριστικής τάσης – ρεύματος υπό λειτουργία μερικού φορτίου

Module Characteristic Values

Basic Data | U/I Char. - STC | U/I Char.- Part Load | **Other Data**

Temperature Coefficient

Voltage Coefficient (Uoc)	<input checked="" type="radio"/> [mV/K]	-432,30	<input type="radio"/> [%/K]	-0,3300
Electricity Coefficient (Isc)	<input checked="" type="radio"/> [mA/K]	1,01	<input type="radio"/> [%/K]	0,0697
Output Coefficient [%/K]		-0,290		

Incident Angle Modifier [%] 95,0

Maximum System Voltage [V] 1.000,0

Data for Dynamic Temperature Model

Spec. Heat Capacity [J/(kg*K)]	920,0
Absorption Coefficient [%]	70,0
Emissions Coefficient [%]	85,0
Weight [kg]	25,00

Close

Εικόνα 16: Δεδομένα δυναμικού μοντέλου θερμικής συμπεριφοράς

Αναλυτικότερα, οι παραπάνω μεταβλητές οι οποίες αποτελούν χαρακτηριστικά μεγέθη για τη λειτουργία και την απόδοση του συστήματος έχουν ως εξής:

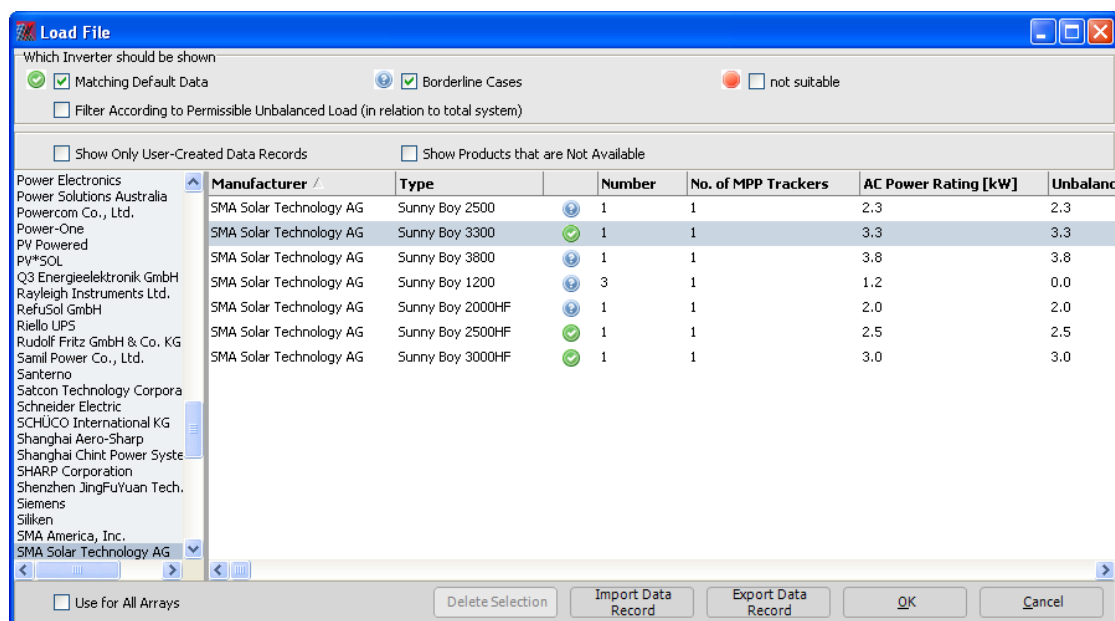
- Gross PV Area: Η περιοχή κάλυψης των φωτοβολταϊκών γεννητριών.
- MPP - Maximum Power Point: Η ισχύς εξόδου των φωτοβολταϊκών εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την ακτινοβολία και την τάση τους. Για κάθε ζεύγος τιμών θερμοκρασίας και ακτινοβολίας, υπάρχει μια χαρακτηριστική καμπύλη ρεύματος / τάσης, το σημείο λειτουργίας της οποίας καθορίζει την ισχύ εξόδου του στοιχείου. Το σημείο MPP είναι αυτό το σημείο λειτουργίας.
- MPP tracking: Λειτουργία του αντιστροφέα, κατά την οποία η τάση της φωτοβολταϊκής γεννήτριας διορθώνεται κατάλληλα έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί το παραγόμενο ρεύμα και τάση.
- No-Load Voltage: Η παραγόμενη τάση από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια χωρίς συνδεδεμένο φορτίο σε αυτήν.
- Short Circuit Current [A]: Το ρεύμα που διαρρέει μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια που έχει βραχυκυκλωθεί.
- Specified Power Output [W]: Η ισχύς εξόδου της φωτοβολταϊκής γεννήτριας κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες δοκιμών.
- Calculated Power Output [W]: Η ισχύς εξόδου της φωτοβολταϊκής γεννήτριας με βάση τις παραγόμενες τιμές τάσης και ρεύματος.
- Efficiency [%]: Η αποδοτικότητα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας (σε ποσοστό %) κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες δοκιμών (θερμοκρασία 25°C και ακτινοβολία 1000 W/m²).
- Voltage Coefficient [mV/K]: Η συγκεκριμένη τιμή εκφράζει τη μείωση της τάσης που παράγει η φωτοβολταϊκή γεννήτρια με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας.
- Current Coefficient [mA/k]: Η συγκεκριμένη τιμή εκφράζει την αύξηση του ρεύματος που παράγει η φωτοβολταϊκή γεννήτρια με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας.
- Power Output Coefficient [%]: Η συγκεκριμένη τιμή εκφράζει τη μείωση της ισχύος εξόδου που παράγει η φωτοβολταϊκή γεννήτρια με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας. Ο συντελεστής είναι αρνητικός και ανάλογος της ονομαστικής τιμής ισχύος εξόδου.

- Incident Angle Modifier [%]: Αποτελεί χαρακτηριστικό μέγεθος του γυαλιού, το οποίο ανακλώντας μέρος της ακτινοβολίας συμβάλλει στην απώλεια ρεύματος. Ο διορθωτικός παράγοντας για τη διάχυση της ακτινοβολίας υποτίθεται 95%.
- Maximum Module System Voltage[V]: Η τιμή αυτή αναφέρεται στη μέγιστη τάση φορτίου που μπορεί να υποστηρίξει μια συστοιχία γεννητριών χωρίς να υπάρχει κίνδυνος για αυτές. Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να μειωθεί ο αριθμός των συνδεδεμένων σε σειρά φωτοβολταϊκών γεννητριών.
- DC Power Rating [kW]: Αναφέρεται στη ροή ισχύος εισόδου στον αντιστροφέα .
- AC Power Rating [kW]: Αναφέρεται στη ροή ισχύος εξόδου από τον αντιστροφέα (για συνεχή λειτουργία του).
- Max. AC Power [kW]: Η έξοδος από τον αντιστροφέα σε διάστημα 10 λεπτών.
- Stand-by Consumption [W]: Ενέργεια που καταναλώνεται από τον αντιστροφέα ακόμα και αν δεν αποδίδεται ενέργεια στο δίκτυο.
- Night Consumption [W]: Ενέργεια που καταναλώνεται από τον αντιστροφέα ακόμα και όταν είναι σε κατάσταση off κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Input Level [W]: Η ελάχιστη ποσότητα ισχύος που παράγεται από τη PV γεννήτρια και για την οποία μπαίνει σε κατάσταση on ο αντιστροφέας.
- Nominal DC Voltage[V] / Nominal DC Current [A]: Η τάση εισόδου ή το ρεύμα εισόδου του αντιστροφέα όταν στην έξοδό του δίνει την ονομαστική ισχύ εξόδου.
- Maximum Input Voltage [V] / Maximum Input Current [A]: Τα ανώτερα επίπεδα τάσης και ρεύματος για την προστασία του αντιστροφέα.
- Upper and Lower Voltage Levels for the MPP Range [V]: Εντός αυτού του εύρους τάσης είναι δυνατή η διαδικασία ανάχνευσης MPP, με τον αντιστροφέα να βρίσκει τη βέλτιστη τάση για τη μεγιστοποίηση της ισχύος εξόδου.
- MPP Adjustment Efficiency [%]: Πρόκειται για ένα μέτρο του πόσο κοντά είναι το σημείο λειτουργίας του αντιστροφέα στο μέγιστο σημείο ισχύος της PV γεννήτριας.
- Deviation of the Input Voltage from the Nominal Voltage: Για την αποδοτικότητα του αντιστροφέα έχει σημασία το αν λειτουργεί στην ονομαστική του τάση. Η μεταβολή της εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι M/T

(με M/T μειώνεται κατά 1% για κάθε αύξηση της τάσης εισόδου 100 V, με το αντίθετο να συμβαίνει στην απουσία M/T).

Βήμα 4: Επιλογή του inverter

Οι αντιστροφείς είναι πολύ σημαντικό μέρος του συστήματος και επηρεάζουν σημαντικά τη συνολική απόδοση μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Είναι απαραίτητο να συνδυαστούν τα επιλεγμένα πλαίσια με την καλύτερη δυνατή λύση αντιστροφέων έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η απρόσκοπτη και δίχως σφάλματα μετατροπή του ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και η ελαχιστοποίηση των απωλειών. Στη συγκεκριμένη εναλλακτική, το σύνολο των φωτοβολταϊκών θα οδηγείται μέσω καταλλήλων ηλιακών καλωδίων, ασφαλιστικών διατάξεων και αντικεραυνικής προστασίας, σε έναν μονοφασικό αντιστροφέα της γερμανικής εταιρίας SMA. Για το συγκεκριμένο σενάριο θα χρησιμοποιηθεί ο SUNNYBOYSB 3300. Ο κατασκευαστής δίνει εγγύηση 5 χρόνων. Η εισαγωγή του συγκεκριμένου αντιστροφέα στο πρόγραμμα γίνεται σύμφωνα με το ακόλουθο παράθυρο διαλόγου, ενώ τα χαρακτηριστικά του στοιχεία παρουσιάζονται αναλυτικά στον αμέσως επόμενο πίνακα. Η δυνατότητα μάλιστα του αντιστροφέα για υποστήριξη Bluetooth και ασύρματης σύνδεσης, μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα χρήσιμη στην εφαρμογή της τεχνολογίας V2G.



Εικόνα 17: Επιλογή inverter

<i>Είσοδος (DC)</i>	
Μέγιστη ισχύς DC (cos φ=1)	3820 W
Μέγιστη τάση εισόδου	500 V
Εύρος τάσης MPP / Ονομαστική τάση εισόδου	200 V – 400 V / 200 V
Ελάχιστη τάση εισόδου / Αρχική τάση εισόδου	200 V / 250 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου	20 A
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ανά στοιχειοσειρά	16 A
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP / Στοιχειοσειρές ανά είσοδο MPP	1 / 3
<i>Εξόδος (AC)</i>	
Ονομαστική ισχύς (@230 V, 50 Hz)	3300 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	3600 VA
Ονομαστική τάση AC / Εύρος	220 V, 230 V, 240 V / 180 V – 265 V
Συχνότητα δικτύου AC / Εύρος	50 Hz, 60 Hz / -4,5 Hz ... +4,5 Hz
Ονομαστική συχνότητα δικτύου / Ονομαστική τάση δικτύου	50 Hz / 230 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	18 A
Συντελεστής ισχύος σε ονομαστική ισχύ	1
Ρυθμιζόμενος συντελεστής μετατόπισης	—
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης	1 / 1
Βαθμός απόδοσης	
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Ευρωπ. βαθμός απόδοσης	95,2 % / 94,4 %
<i>Γενικά χαρακτηριστικά</i>	
Διαστάσεις (Πλάτος / Ύψος / Βάθος)	450 / 352 / 236 mm
Βάρος	38 kg / 83,6 lb
Εύρος τιμών θερμοκρασίας λειτουργίας	25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F
Εκπομπή θορύβου, τυπική	40 dB(A)
Ιδιοκατανάλωση (νύχτα)	0,1 W
Τοπολογία	Μετασχηματιστής LF
Τρόπος ψύξης	OptiCool

Είδος προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60529)	IP65
<i>Εξοπλισμός</i>	
Σύνδεση DC	SUNCLIX
Σύνδεση AC	Βυσματωτός συνδετήρας
Οθόνη	Γραμμή κειμένου
Διεπαφή: RS485 / <i>Bluetooth</i>	προαιρετικά

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά μεγέθη αντιστροφέα Sunny Boy 3300 [H24]

Βήμα 5: Συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών γεννητριών

Η συνδεσμολογία των panels σχετίζεται άμεσα με τον επιλεγμένο αντιστροφέα, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο παράθυρο διαλόγου, με προτεινόμενες από το πρόγραμμα συνδεσμολογίες.

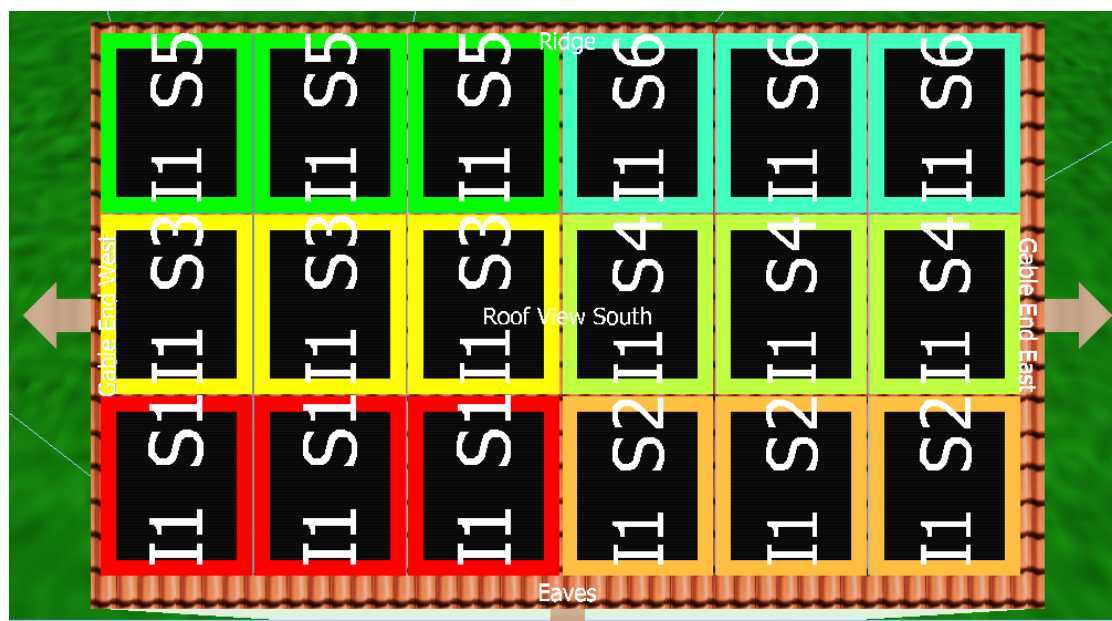
The screenshot shows the 'Configuration Selection' window. Under 'Current PV Module Parameters', it lists 'Module Type: 18 x HelioSphera H5-125 125 W' and 'Total Output: 2,25 [kWp]'. In the 'Inverter Data' section, 'SMA Solar Technology AG' is selected as the manufacturer, and 'Sunny Boy 3300' is chosen from the 'Inverters Included in Selection' list. The 'Number of Different Inverter Types per Configuration' is set to 2. The 'Configuration Criteria' section has three checkboxes: 'Allow wider Tolerance for Check of Sizing Factors' (unchecked), 'Show all possible configurations' (unchecked), and 'Filter According to Permissible Unbalanced Load (in relation to total system)' (checked).

No. of Inverters	Number of Inverter Types	Inverter Type 1	Number of Modules per Inverter	Configuration	Unbalanced Load	Sizing Factor[%]
1	1	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 2500 2,3 kW	18	6 Modules x 3 Strings	2,30	97,8
1	1	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 2500HF 2,5 kW	18	6 Modules x 3 Strings	2,50	90,0
1	1	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 3000HF 3 kW	18	6 Modules x 3 Strings	3,00	75,0
1	1	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 3300 3,3 kW	18	6 Modules x 3 Strings	3,30	68,2
2	2	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1700 1,55 kW 1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1200 1,2 kW	12 6	6 Modules x 2 Strings 3 Modules x 2 Strings	1,55	96,8 62,5
2	2	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1700 1,55 kW 1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1200 1,2 kW	10 8	5 Modules x 2 Strings 4 Modules x 2 Strings	1,55	80,6 83,3
2	1	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1700 1,55 kW 1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1700 1,55 kW	8 10	4 Modules x 2 Strings 5 Modules x 2 Strings	1,55	64,5 80,6
2	2	1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 2000HF 2 kW 1 x SMA Solar Technology AG Sunny Boy 1200 1,2 kW	12 6	3 Modules x 4 Strings 3 Modules x 2 Strings	2,00	75,0 62,5

Max. Number of Configurations Shown: 50 (Number of Calculated Configurations: 10)

Εικόνα 18: Δυνατοί συνδυασμοί σύνδεσης φωτοβολταϊκών γεννητριών σε στοιχειοσειρές (panels to strings) στον αντιστροφέα

Τελικά επιλέχθηκε η συνδεσμολογία 6 modules σε σειρά (συνεπάγεται άθροιση της τάσης) σε 3 στοιχειοσειρές – strings (συνεπάγεται άθροιση του ρεύματος), με το σύστημα να αποδίδει συνολικά 7,5 A υπό τάση 300 V (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η επιλογή κάποιας άλλης συνδεσμολογίας δε θα έκανε το σύστημα μη λειτουργικό).



Εικόνα 19: Διαχωρισμός των panels σε strings

Βήμα 6: Έλεγχος του συστήματος

Ο έλεγχος του συστήματος αφορά στη σύγκριση της ονομαστικής ισχύος εξόδου του αντιστροφέα και της μέγιστης ισχύος εξόδου του PV συστήματος με την εγκατεστημένη ισχύ κάθε PV στοιχείου ανά αντιστροφέα. Η χωρητικότητα του αντιστροφέα ορίζεται ως ο λόγος της εξόδου της PV γεννήτριας προς την ονομαστική ισχύ εξόδου του αντιστροφέα. Κατά τον έλεγχο διαπιστώνεται ανωμαλία αν η χωρητικότητα είναι μικρότερη από 90% ή μεγαλύτερη από 110%. Αν η έξοδος του PV συστήματος είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική ισχύ εξόδου του αντιστροφέα, τότε μειώνεται σε αυτά τα επίπεδα. Αν είναι πολύ μικρότερη, τότε ο αντιστροφέας λειτουργεί σε κατάσταση χαμηλής αποδοτικότητας.



Εικόνα 20: Έλεγχος συστήματος από το πρόγραμμα για τυχόν δυσλειτουργίες

Βήμα 7: Εκτέλεση Προσομοίωσης

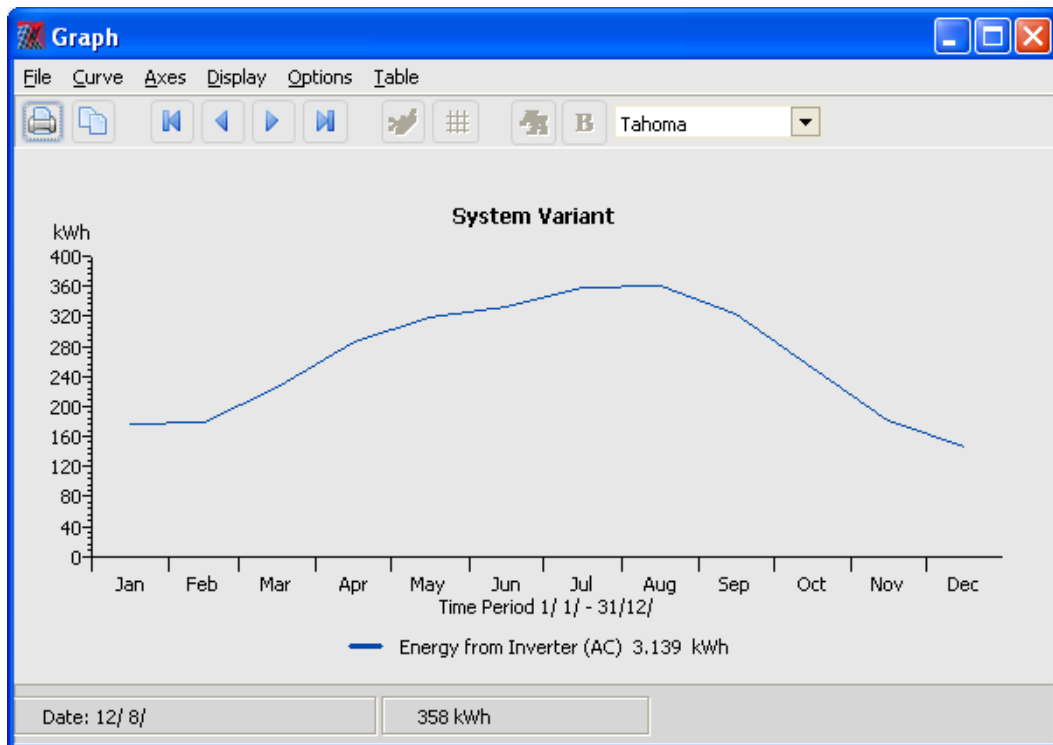


Εικόνα 21: Block διάγραμμα προσομοίωσης

Location:	ATHINAI	
Climate Data Record:	ATHINAI (1981- 2000)	
PV Output:	2,25	kWp
Gross/Active PV Surface Area:	25,74/	m ²

	25,71	
PV Array Irradiation: Η ακτινοβολία που φτάνει στα PV στοιχεία μετά την αφαίρεση των σκιάσεων (με ποσοστό της να χάνεται εξαιτίας της ανάκλασης στην επιφάνεια του panel)	44.559	kWh
Energy Produced by PV Array (AC):	3.139,3	kWh
Grid Feed-in:	3.139,3	kWh
System Efficiency: Μέτρο της εκμετάλλευσης της ενέργειας που ακτινοβολείται στο PV σύστημα (συμπεριλαμβάνονται οι απώλειες των καλωδιώσεων, η αποδοτικότητα των PV στοιχείων και του αντιστροφέα	7,0	%
Performance Ratio: Μέτρο της απώλειας ενέργειας σε σχέση με την ονομαστική έξοδο του συστήματος, η οποία υπολογίζεται από την ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια των PV πολλαπλασιασμένη με την αποδοτικότητα του εκάστοτε panel, σε STC (standard test conditions 25 °C, 1000W/m ²)	80,3	%
Inverter Efficiency: Ο λόγος της ισχύος εξόδου προς της ισχύ εισόδου	92,3	%
PV Array Efficiency: Η DC ενέργεια που παράγεται σε σχέση με την ακτινοβοληθείσα ενέργεια στην επιφάνεια των PV (συμπεριλαμβάνονται οι απώλειες λόγω ανάκλασης και η αποδοτικότητα του panel – χαρακτηριστική καμπύλη και συντελεστής θερμοκρασίας)	7,6	%
Specific Annual Yield: Αντιστοιχεί στις ώρες λειτουργίας του συστήματος που η απόδοσή του είναι μέγιστη.	1.392	kWh/k Wp
CO ₂ Emissions Avoided:	2.775	kg/a

Πίνακας 7: Αποτελέσματα προσομοίωσης



Εικόνα 22: Πρόβλεψη ετήσιας απόδοσης συστήματος

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Εικόνα 23: Απώλειες συστήματος

7.2 Υπολογισμός Κόστους και Απόδοσης

Όπως προκύπτει από την ετήσια απόδοση του συστήματος, η ενέργεια που θα έχει αποδοθεί στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι 3.139 kWh ετησίως. Η ενέργεια αυτή

- είτε θα έχει αποφευχθεί από το ίδιο το δίκτυο, αφού για την κίνηση του οχήματος θα έπρεπε να ληφθεί από το δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας,
- είτε μπορεί να διοχετευτεί απευθείας στο δίκτυο, με απλό ενδιάμεσο βήμα το σταθμευμένο όχημα (εφαρμογή διασυνδεδεμένου συστήματος V2G).

Με τιμή αγοράς τα 0,39 €/kWh (σύμφωνα με πρόσφατες τιμολογήσεις της ΔΕΗ), το ετήσιο οικονομικό όφελος για τον ιδιοκτήτη του συγκεκριμένου σταθμού φόρτισης ανέρχεται στα 1224 €.

<i>Υλικό / Υπηρεσία</i>	<i>Εγκατεστημένες Μονάδες</i>	<i>Τιμή ανά μονάδα</i>	<i>Κόστος ανά εγκατεστημένη μονάδα</i>
Panels HS 125	2,25 kW	€0,7/W	1.575,00 €
Inverter SB 330	1 τεμ.	€1.513/τεμ.	1.513,00 €
Στηρικτικά πλαίσια	2,25 kW	€0,1/W	225,00 €
Ηλεκτρολογικά υλικά και εργασίες	2,25 kW	€50,00/kW	112,50 €
Ασφάλιση Έργου			300,00 €
Κόστος Έργου			3.725, 50 €
<i>Πρόσθετες κατ' επιλογή Δαπάνες</i>			
Εξωτερικοί Συσσωρευτές	Ανάλογα με τον τύπο και το πλήθος		
Σύστημα Τηλεμετρίας			€2.000,00
<i>Σημείωση: Οι παραπάνω τιμές είναι προσεγγιστικές και εξαρτώνται από τυχόν αναπροσαρμογές του κατασκευαστή - αγοράς</i>			

Πίνακας 8: Υπολογισμός κόστους υλοποίησης στεγάστρου με φωτοβολταϊκές γεννήτριες

Σύμφωνα με την παραπάνω οικονομική ανάλυση, απόσβεση της αρχικής επένδυσης για την κατασκευή του σταθμού φόρτισης θα έχει γίνει σε περίπου τρία χρόνια, ενώ το αρχικό κόστος δεν κινείται σε δυσθεώρητα ύψη, με αποτέλεσμα η εκτεταμένη εφαρμογή του να μην αποτελεί ουτοπία, τουλάχιστον όσον αφορά στην οικονομική του διάσταση. Επιπρόσθετα, πρέπει να ληφθεί υπόψη και το περιβαλλοντικό όφελος της διαδικασίας, σύμφωνα με την εκτιμώμενη αποφευχθείσα ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα.

7.3 Υλοποίηση σεναρίου

Φορτιστής συσσωρευτών

Για τη φόρτιση των συσσωρευτών προτείνεται ο φορτιστής HV Li-Ion Smart Charger, του οποίου η σχεδίαση είναι βασισμένη στα χαρακτηριστικά των Li-Ion μπαταριών, ενώ λειτουργεί συνεργαζόμενος με το σύστημα διαχείρισης μπαταρίας (BMS), διευκολύνοντας έτσι την ένταξη της δομής σε ένα ευρύτερο δίκτυο τεχνολογίας V2G.



Εικόνα 24: Θύρες συνδεσμολογίας φορτιστή συσσωρευτών HV Li-Ion Smart Charger [B39]

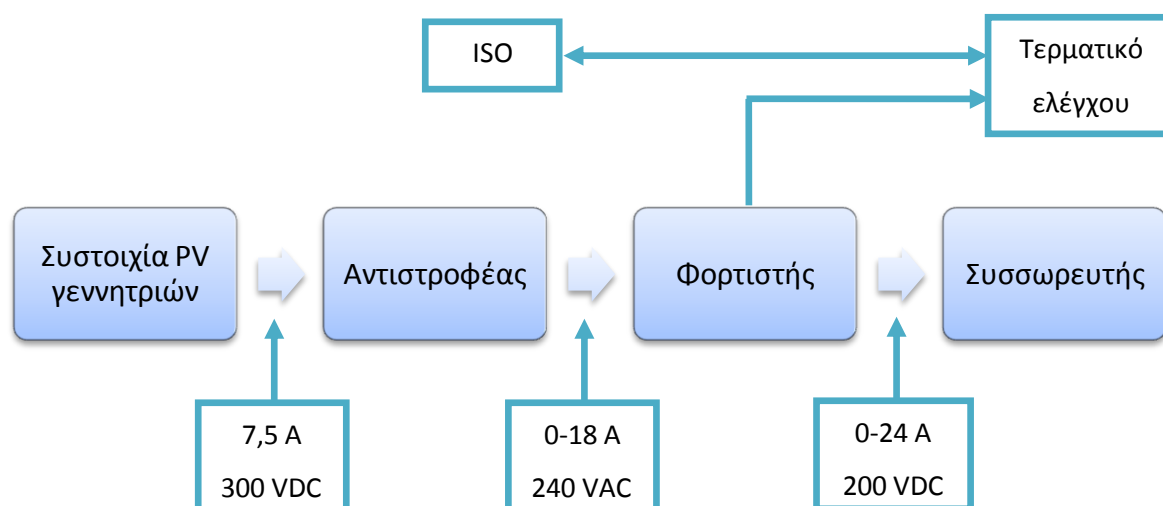
Η σύνδεση του φορτιστή γίνεται γυρίζοντας βαθμιαία στο επιθυμητό μέγιστο σημείο το ρυθμιστή τάσης (προτείνεται: $3.65 \times$ αριθμό των κελιών του χρησιμοποιούμενου συσσωρευτή) και το ρυθμιστή ρεύματος (προτείνεται η επιλογή 0.3, π.χ 30A για 90 Ah κελιών).

Υλοποίηση σεναρίου

Ας υποθεθεί λοιπόν ότι με το παραπάνω σύστημα πρόκειται να τροφοδοτηθεί συσσωρευτής ιόντων λιθίου χωρητικότητας 16 kWh (με τέτοιου είδους συσσωρευτές είναι εξοπλισμένα για παράδειγμα τα μοντέλα Opel Ampera και GM Chevrolet Volt). Η τροφοδοσία μπορεί να γίνει είτε απευθείας, είτε μέσω ενδιάμεσου συσσωρευτή που θα χρησιμεύει στην αλλαγή του υπάρχοντος. Θα μπορεί δηλαδή να συνδυαστεί με σταθμό αλλαγής συσσωρευτών είτε με διάταξη απευθείας φόρτισης, με την απαίτηση όμως χρήσης κατάλληλου ρυθμιστή φόρτισης, έτσι ώστε η τάση και το ρεύμα να προσαρμόζονται στα αναγκαία για τη σωστή φόρτιση του συσσωρευτή επίπεδα.

Για να θεωρηθεί ο συσσωρευτής φορτισμένος θα πρέπει η ενέργειά του να φτάσει σε επίπεδο 80%, δηλαδή τουλάχιστον 12,5 kWh. Με παρεχόμενη ισχύ 2,25 kW, το επίπεδο αυτό φόρτισης θα έχει επιτευχθεί σε 5,68 h.

Το δομικό διάγραμμα για το σύνολο της υλοποίησης έχει ως εξής:



Διάγραμμα 25: Δομικό διάγραμμα λειτουργίας σταθμού φόρτισης

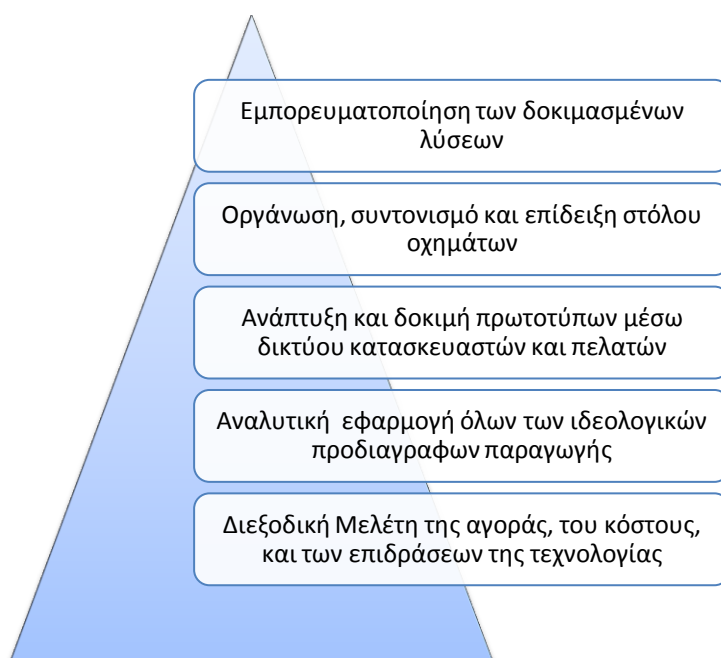
Η δυνατότητα σύνδεσης του φορτιστή σε σύστημα διαχείρισης (τερματικό ελέγχου) μπορεί να ειδοποιεί τον «υπεύθυνο» για την ολοκλήρωση της φόρτισης, ο οποίος με τη σειρά του θα ενημερώνει τον κεντρικό έλεγχο για τη διαθεσιμότητα συσσωρευτών, έτσι ώστε οχήματα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση να μπορούν να προσέρχονται στο σταθμό για να αλλάξουν το συσσωρευτή τους με έναν πλήρως φορτισμένο, ή εναλλακτικά θα μπορούσε να ζητηθεί από τον κεντρικό ελεγκτή η ένταξη συστοιχίας συσσωρευτών στο δίκτυο για εξυπηρέτηση φορτίου αιχμής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

8.1 Συμπεράσματα

Καθιέρωση της τεχνολογίας

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας V2G, πόσο μάλλον η καθιέρωσή της, δεν είναι μια διαδικασία που μπορεί να συμβεί από τη μια στιγμή στην άλλη. Αντίθετα, απαιτεί συντονισμένες κινήσεις που θα αποτελούν μέρος ενός οργανωμένου σχεδίου, ακολουθώντας τα βήματα που παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 26: Φάσεις δόκιμης ανάπτυξης τεχνολογίας V2G [H11]

Τεχνολογική εξέλιξη στους σχετικούς τομείς

Είναι γεγονός πως τα τμήματα έρευνας και ανάπτυξης καθώς και τα διάφορα ερευνητικά κέντρα εργάζονται πυρετωδώς προς την κατεύθυνση βελτίωσης των τεχνολογιών ηλεκτροκίνησης και V2G, με τα αποτελέσματα να μη μπορεί παρά να αποκτήσουν κάποια χρονική στιγμή στο μέλλον εμπορική υπόσταση. Οι συσσωρευτές θα βελτιωθούν σημαντικά και θα αποκτήσουν τα χαρακτηριστικά εκείνα που θα επιτρέψουν την κατασκευή πρακτικών μικρών αυτοκινήτων πόλης. Επίσης, το να κατασκευαστούν σταθμοί φόρτισης εύχρηστοι, αποδοτικοί και ταυτόχρονα ελεγχόμενοι από μια κοινή συντονιστική αρχή είναι ζήτημα χρόνου.

Επομένως, η τελική κατάληξη του όλου εγχειρήματος μοιάζει να εξαρτάται περισσότερο από την εκάστοτε ατομική και συλλογική-κυβερνητική βούληση παρά από την απαιτούμενη τεχνολογική ανάπτυξη.

Αναγκαία η μαζική παραγωγή για πτώση των τιμών

Όσο η διαδικασία μένει σε πειραματικό στάδιο ή υφίσταται μεμονωμένη δοκιμαστική παραγωγή, αφενός το κόστος θα παραμένει υψηλό και αφετέρου ο οικονομικός κύκλος δε θα επιτρέπει την επένδυση νέων κεφαλαίων και την κατηγοριοποίηση της παραγωγής ανάλογα με τις ανάγκες των καταναλωτών

Υβριδικά ως ενδιάμεσο στάδιο

Η τελική εικόνα μιας υλοποιημένης τεχνολογίας V2G στο μέλλον περιλαμβάνει ηλεκτροκίνητα οχήματα με κυψέλες υδρογόνου ή άλλου τύπου ενεργειακά στοιχεία που θα εγγυώνται απόλυτη αυτονομία στις μετακινήσεις αλλά επαρκή «συνεργασία» με το ηλεκτρικό δίκτυο με την εξασφάλιση αμφίπλευρων οφελών. Όμως, η μετάβαση από τη μια κατάσταση στην άλλη (καθολική χρήση συμβατικών οχημάτων στο ένα άκρο και αμιγώς ηλεκτροκίνητων στο άλλο), δε μπορεί να συμβεί χωρίς ένα ενδιάμεσο «σκαλοπάτι», με το ρόλο αυτό να διεκδικείται με αξιώσεις από τα υβριδικά οχήματα, τα οποία μπορούν να φανερώσουν τα πλεονεκτήματα της νέας τεχνολογίας στους καταναλωτές αλλά και να προετοιμάσουν την κοινωνική και καταναλωτική τους συνείδηση για περαιτέρω αλλαγές, οδηγώντας έτσι ομαλά στην επικράτηση της ηλεκτροκίνησης, ενταγμένης σε ένα αποδοτικό πλαίσιο ανταλλαγής ενέργειας με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Αντιστάθμιση κόστους

Η μετάβαση προς την ηλεκτροκίνηση απαιτεί επενδύσεις στο συγκεκριμένο τομέα και πρόσθετα κόστη, τα οποία όμως εύκολα μπορούν να αντισταθμιστούν, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα. Σε πρώτο επίπεδο η αντιστάθμιση αφορά στα άμεσα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν για τον ιδιοκτήτη του ηλεκτροκίνητου οχήματος και για το διαχειριστή του δικτύου V2G από την εξοικονόμηση καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στα έμμεσα που εντοπίζονται στην επιβάρυνση του κρατικού προϋπολογισμού για την αντιμετώπιση της επιβαρυνμένης από τη μόλυνση του περιβάλλοντος ανθρώπινης υγείας αλλά και στην εν γένει προστασία του περιβάλλοντος.

8.2 Προτάσεις

Παροχή κινήτρων

- Μείωση στην τιμή του ρεύματος που θα καταναλώνεται για τη φόρτιση ηλεκτροκίνητων οχημάτων και ειδικότερα όσων έχουν τη δυνατότητα σύνδεσής τους με το ηλεκτρικό δίκτυο στα πλαίσια της V2G λειτουργίας τους
- Σύνδεση περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και φορολογίας, ώστε ο ιδιοκτήτης ενός ρυπογόνου οχήματος να σκέφτεται «διπλά» την κτήση ενός τέτοιου οχήματος
- Απαλλαγή από φόρο πολυτελείας των ηλεκτροκίνητων οχημάτων
- Γνωστοποίηση της νομοθεσίας περί απαλλαγής από τέλη κυκλοφορίας δακτύλιο, έτσι ώστε το ευρύ κοινό να πληροφορηθεί για αυτή τη διαθέσιμη εναλλακτική επιλογή στις μετακινήσεις του

Προμήθεια και χρήση δημοσίων οχημάτων – Συντονίζουσα Δημοτική Αρχή

Η αλλαγή πρέπει να ξεκινήσει από τους ίδιους του κυβερνητικούς φορείς, οι οποίοι μπορούν και πρέπει να «δώσουν το καλό παράδειγμα». Με το να προμηθευτεί λοιπόν ένας δημόσιος φορέας ηλεκτροκίνητα οχήματα θα ευαισθητοποιήσει τους δημότες του όσον αφορά στη συγκεκριμένη οδηγική επιλογή. Σε ένα πιο ολοκληρωμένο σενάριο, θα μπορούσε ο Δήμος, μέσω του στόλου των οχημάτων που χρησιμοποιεί και το συντονισμό του από μια κεντρική δημοτική αρχή να συνεργάζεται σε συνολική βάση με το ηλεκτρικό δίκτυο, επιλέγοντας επιπρόσθετα τη χρήση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας για τη φόρτιση των οχημάτων του, για παράδειγμα μέσω ενός φωτοβολταϊκού πάρκου που θα εγκατασταθεί σε μια δημοτική έκταση. Αυτός άλλωστε μπορεί να είναι και ένας τρόπος ομαδοποίησης του συνόλου των οχημάτων, διαιρεμένα δηλαδή κατά τη συντονίζουσα δημοτική αρχή, δίνοντας με τον τρόπο αυτό στη τεχνολογία V2G έναν περισσότερο κρατικό χαρακτήρα.

Συνεργασία ιδιωτικού και δημοσίου τομέα όσον αφορά σχετικές επενδύσεις

Πρόκειται ασφαλώς για ένα δυναμικό και εξελισσόμενο επιχειρηματικό πεδίο. Για να διατεθούν όμως κεφάλαια για το σκοπό αυτό πρέπει να εξασφαλιστεί ότι οι όποιες επιχειρηματικές κινήσεις δε θα προσκρούσουν σε ένα γραφειοκρατικό

κυκεώνα και ταυτόχρονα, οι κινήσεις αυτές δε θα είναι τυχοδιωκτικές αλλά ουσιαστικές και θα διέπονται από τη δέουσα ηθική και συνέπεια. Επομένως, από τη μια ο δημόσιος τομέας οφείλει να επιδοτήσει και να διευκολύνει μέσα στα θεμιτά και λογικά πλαίσια όποια σχετική με τη συγκεκριμένη τεχνολογία διαδικασία και από την άλλη ο ιδιωτικός τομέας οφείλει να δράσει με βάση ένα οργανωμένο σχέδιο που θα αποφέρει μεν επιχειρηματικό κέρδος αλλά και θα σέβεται τον πολίτη – καταναλωτή και το περιβάλλον.

Αντιμετώπιση του υψηλού κόστους κτήσης με λειτουργική μίσθωση

Το υψηλό ομολογουμένως κόστος κτήσης ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί στην περίπτωση επιχειρήσεων (για τις οποίες έχει έννοια και η ομαδοποίηση των οχημάτων τους και η συνολική τους ένταξη υπό τη συνεργασία με το ηλεκτρικό δίκτυο) μέσω της λογικής της λειτουργικής μίσθωσης (operating leasing). Ουσιαστικά, δηλαδή, η αξία των οχημάτων μετακυλιέται εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού περιθωρίου, προσφέροντας έτσι το έναυσμα για την προώθηση της αγοράς των ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων [H4].

Εκμετάλλευση σχετικών κοινοτικών προγραμμάτων

Η Ευρώπη, σύμφωνα με τα προαναφερόμενα στοιχεία έχει επιδείξει σημαντικά θετική πρόθεση όσον αφορά στην υιοθέτηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας, γεγονός που έρχεται σε απόλυτη συμφωνία με την εν γένει περιβαλλοντική πολιτική της και τα σύμφωνα – πρωτόκολλα που υπογράφονται κατά καιρούς. Σε αυτή λοιπόν την κατεύθυνση δράσης διατίθενται κατά καιρούς ευρωπαϊκά κονδύλια τόσο στο επενδυτικό τμήμα όσο και στο πλαίσιο έρευνας και ανάπτυξης, κονδύλια τα οποία πρέπει να απορροφηθούν με ουσιαστικό και αποδοτικό τρόπο.

Χαρακτηριστικό δείγμα αυτής της διαδικασίας ήταν το ερευνητικό έργο “IMMACULATE” – Improvement of Urban Environment Quality of Air and Noise Levels by an Integrated, Cost Effective and Multi-Level Application of Clean Vehicle Technologies, το οποίο αποτέλεσε μια προσπάθεια πιλοτικής χρήσης και αξιολόγησης ενός ολοκληρωμένου σχήματος «καθαρών» οχημάτων στην πόλη της Θεσσαλονίκης, με το έργο να εντάσσεται στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα “LIFE-Environment” της ΕΕ, συνολικής διάρκειας 24 μηνών, προϋπολογισμού 1.273.000 ευρώ, με ποσοστό κάλυψης από την Ε.Ε. 45% [B36].


8.3 Σημεία περαιτέρω έρευνας

- Μοντελοποίηση οδηγικών συμπεριφορών και δεδομένων ώστε να είναι δυνατή η κατά το δυνατό βέλτιστη εκτίμηση για την καταλληλότητα ένταξης ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος στην εφαρμογή της διαδικασίας V2G.
- Ανάλυση σεναρίων στάθμευσης ηλεκτροκίνητων οχημάτων, έτσι ώστε σε συνδυασμό με την προαναφερόμενη μοντελοποίηση να είναι δυνατή η τοποθέτηση των κατάλληλων σταθμών φόρτισης σε εκείνες τις θέσεις κατά μήκος οδικών αξόνων ή σε σημεία έξω από πολυκαταστήματα ή πολυόροφα κτίρια επιχειρήσεων εξασφαλίζοντας μέγιστη αποδοτικότητα.
- Μοντελοποίηση συνδέσεων που απέχουν από την ένα προς ένα προσέγγιση, δηλαδή σύνδεση ενός «νοικοκυριού» με ένα ηλεκτροκίνητο όχημα μέσω ενός μετασχηματιστή, με το ζητούμενο να είναι εναλλακτικά σενάρια περισσότερων συνδεδεμένων στοιχείων.
- Διερεύνηση άνω ορίων ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα κορεσμού χωρίς όμως αντίστοιχες «εκπτώσεις» στην ποιότητα της παρεχόμενης ισχύος. Δεν θα πρέπει δηλαδή στο «όνομα» αποθέωσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας να γίνει αλόγιστη χρήση, όπως η κατασκευή σταθμών φόρτισης πέρα από τους απαιτούμενους ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή.
- Μελέτη αποφυγής μη συμμετοχής ηλεκτροκίνητου οχήματος στο δίκτυο στην περίπτωση που ο συσσωρευτής είναι σε πλήρες επίπεδο φόρτισης και ταυτόχρονα απαιτείται εισαγωγή ενός ποσού ενέργειας σε αυτόν ως μέρος του σήματος ελέγχου από το διαχειριστή του δικτύου [B33].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π.1 Μοντέλα υβριδικών και αμιγώς ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται εικόνες και βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των γνωστότερων μοντέλων της αγοράς των υβριδικών και αμιγώς ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Η λίστα αυτή βέβαια θα μπορούσε να είναι κατά πολύ μεγαλύτερη, γεγονός που ξεφεύγει από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Εντούτοις, είναι αντιπροσωπευτική της σημερινής επικρατούσας κατάστασης στην αγορά, ανταποκρινόμενη στο αρχικό καταναλωτικό ενδιαφέρον επί της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην εμπορική της μορφή.

<i>Εικόνα</i>	<i>Τεχνικά Χαρακτηριστικά</i>
<i>Υβριδικά Οχήματα</i>	
 Toyota Prius	<ul style="list-style-type: none">- Βενζινοκινητήρας 1.5 λίτρων με κύκλο Atkinson 10.9 δευτερόλεπτα- Επιτάχυνση 0-100 χλμ./ώρα και κατανάλωση 4.3 λίτρα/100χλμ.- "Έξυπνο" σύστημα πέδησης που εξοικονομεί καύσιμα χρησιμοποιώντας την κινητική ενέργεια του οχήματος.- Ο βενζινοκινητήρας σβήνει αυτόματα όταν το όχημα είναι σταματημένο στην κίνηση



Lexus RX 400h

- Ο V6 βενζινοκινητήρας των 3300 κυβικών αποδίδει 211 ίππους. Με τη βοήθεια των δύο ηλεκτροκινητήρων, 123 kW εμπρός και 50 kW πίσω, η συνδυασμένη ισχύς φτάνει τα 272 άλογα.
- Ιπποδύναμη : 272 Ίπποι
- 0-100 km/h : 7,6 δευτ.
- Τελ. Ταχύτητα: 200 χλμ./ώρα
- Κατανάλωση : 8,1 λίτρα /100 χλμ
- Εκπομπές CO₂ : 192 gr/Km



VW Tiguan 1.4 TSi BlueMotion

- Σύστημα Start/Stop, ανάκτηση ενέργειας κατά την πέδηση/επιβράδυνση,
- Κινητήρας 1.390 cc, 122PS, σύστημα TSi (υπερτροφοδότηση-υπερσυμπίεση),
- 6,5 l/100 km μέση κατανάλωση,
- Εκπομπές 152 gr CO₂/km



Fisker Karma

- Κατασκευάζεται από τη Fisker Automotive και συναρμολογείται από τη Valmet Automotive
- 2 ηλεκτροκινητήρες με καθέναν να διαθέτει ισχύ 150 kW και ροπή 650 N·m
- Μπαταρία 22 kWh ιόντων λιθίου με αυτονομία 32 mi (51 km)
- Βάρος 5,300 lb (2,400 kg)
- Σχεδιαστής Henrik Fisker



Opel Ampera

- Μπορεί να φορτιστεί σε οποιαδήποτε οικιακή πρίζα 230V.
- Διαθέτει μπαταρία ιόντων λιθίου σχήματος T, 16 kWh, η οποία παρέχει αυτονομία από 40 έως 80 χλμ. Για μεγαλύτερες διαδρομές, ενεργοποιείται η βενζινοκίνητη ηλεκτρική γεννήτρια του Ampera, η οποία παράγει πρόσθετο ηλεκτρισμό και επεκτείνει την αυτονομία για πάνω από 500 km



Mercedes-Benz C180 Coupe Blue
EFFICIENCY

- Σύστημα ECO Start/Stop, ανάκτηση ενέργειας κατά την πέδηση/επιβράδυνση, ελαστικά χαμηλής τριβής
- Κινητήρας 1.796 cc, 156hp,
- 6,7-7,3 l/100 km μέση κατανάλωση (6,5-7,0 l/100 km με αυτόματο κιβώτιο 7G-TRONIC PLUS),
- 157-169 gr CO₂/km (150-162 gr CO₂/km με αυτόματο κιβώτιο 7G-TRONIC PLUS)

Υβριδικά με μικρό ποσοστό υβριδοποίησης (ηλεκτροκινητήρας ως υποβοήθηση του βενζινοκινητήρα)



Honda Civic

- Σύστημα παροχής ισχύος που αποτελείται από το συνδυασμό ενός βενζινοκινητήρα 1.3 λίτρων που αποδίδει 95 ίππους κι ενός ηλεκτροκινητήρα 20 ίππων
- Η τελική του ταχύτητα αγγίζει τα 185 χλμ./ώρα και τα 0-100 χλμ./ώρα έρχονται σε 12,1 δευτερόλεπτα.
- Η μέση κατανάλωση είναι 4,6 λίτρα ανά 100 χλμ
- Αυτονομία 683 χλμ
- Εκπομπές ρύπων 109 γρ. CO₂/χλμ



Toyota Auris

- Βενζινοκινητήρας 1,8 lt, 1.798 cc με κύκλο Atkinson συνεργάζεται με έναν ηλεκτροκινητήρα 60 kW, που συνδυαστικά παράγουν 136 ίππους
- Τρία προγράμματα οδήγησης (EV-ECO-POWER)
- Κατανάλωση 3,8 lt βενζίνη/100 χλμ.
- Εκπομπές 89 γρ. CO₂/χλμ.
- Αρνητική ή αύξηση του βάρους του οχήματος κατά 105 κιλά και ο περιορισμός του χώρου των αποσκευών (λόγω των μπαταριών)



Honda Insight

- Παραγωγή 2009-2010
- Συναρμολόγηση Suzuka, Ιαπωνία
- Βενζινοκινητήρας: 1.3 L LDA series I4 (1,339 cc/81.7 cu in) 8-valve SOHC i-VTEC
- Ηλεκτροκινητήρας DC brushless motor 13 hp (9.7 kW), 1500 rpm
- 98hp συνδυασμένη ισχύς
- 4,4 l/100 km μέση κατανάλωση
- Εκπομπές 101 gr CO₂/km



Ηλεκτροκίνητα με H/Z



GM Chevrolet Volt (HEV)

- Συνολική αυτονομία πάνω από 500 χλμ. και κινείται πάντα με ηλεκτρισμό. Για τα πρώτα 60 χιλιόμετρα δε χρειάζεται βενζίνη
- Μπαταρία ιόντων λιθίου 16-kWh
- Όταν η ενέργεια της μπαταρίας του Volt πέσει σε χαμηλά επίπεδα, τότε ενεργοποιείται αυτόματα ένας κινητήρας/γεννήτρια που επεκτείνει την αυτονομία κατά 450 επιπλέον χιλιόμετρα με ένα γεμάτο ρεζερβουάρ καυσίμου.
- Καλώδιο φόρτισης 120 Volt

Ηλεκτροκίνητα BEV

 <p data-bbox="400 689 560 719">Nissan Leaf</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Αυτονομία: πάνω από 160km/100miles - Μεγ. ταχύτητα (km/h): πάνω από 140 - Κινητήρας AC motor, Ισχύς (kW): 80kW, Ροπή (Nm): 280Nm - Μπαταρίες, Τύπος: laminated lithium-ion, Χωρητικότητα (kWh): 24, Απόδοση (kW): πάνω από 90, Ενεργειακή πυκνότητα (Wh/kg): 140 Αριθμός στοιχείων: 48 - Χρόνος επαναφόρτισης: Ταχυφορτιστής DC 50kW (0 - 80%): λιγότερο από 30 min, Κοινή πρίζα 220V: λιγότερο από 8 hrs, Τοποθέτηση μπαταριών: Κάτω από το πίσω κάθισμα και χώρο αποσκευών
 <p data-bbox="344 1406 616 1435">Smart Electric Drive</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Σημαντική καινοτομία του γερμανικού μίνι, σύμφωνα με τους δημιουργούς του, αποτελεί το γεγονός ότι ο οδηγός του μπορεί ανά πάσα στιγμή να ελέγξει το ποσοστό φόρτισης των μπαταριών του οχήματος μέσω του iPhone - Ισχύς ηλεκτροκινητήρα: 41 ίπποι (30 kW) - Μπαταρία: Ιόντων λιθίου - Ροπή: 120 Nm - 0-60 χλμ/ώρα: 6,5 δλ. - Τελική ταχύτητα: 100 χλμ/ώρα - Αυτονομία: 135 χιλιόμετρα - Φόρτιση 0-100%: 8 ώρες, Φόρτιση 20-80%: 3,5 ώρες



Tesla Roadster

- Κατασκευαστής: Tesla Motors
- Παραγωγή: 2008–2011
- Συναρμολόγηση: Norfolk, England, California, USA
- Ηλεκτρικός Κινητήρας 248 hp (185 kW), 200·ft·lb (270 N·m), 3-phase 4-pole AC induction motor
- Μπαταρία 53 kWh (Lithium-ion)
- Ηλεκτρική Αυτονομία 244 mi (393 km)



Reva

- Η φόρτιση σταματάει αυτομάτως μόλις γεμίσουν οι μπαταρίες, οπότε ο κάτοχος του αυτοκινήτου δεν έχει ν' ανησυχεί για τυχόν υπερφόρτιση
- Η πλήρης φόρτιση απαιτεί επτά ώρες και μπορεί να καλύψει 80 χλμ. Με 2,5 ώρες φόρτισης οι μπαταρίες έχουν φορτίσει κατά 80% επιτρέποντας στον οδηγό να καλύψει απόσταση 65 χλμ.
- Όταν η μπαταρία φτάνει προς το τέλος υπάρχει προειδοποίηση για τον οδηγό, ώστε να μπορεί να υπολογίσει ακριβώς το χρόνο που υπολείπεται

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[B1] Freund, P., «Abatement and Mitigation of Carbon Dioxide from Power Generation», IEA Green house Gas R&D Programme, presented at the Power-gen 98 conference, Milan, June 1998

[B2] Cole, J. «Interannual-decadal variability in the tropical ocean atmosphere and the extra-tropical response», presentation at the International Conference on Paleoclimatology, Lisbon, Aug 24-28, 1998

[B3] Simons, P. «Weird Weather», Little, Brown and Company, London, UK, 1996

[B4] IEA Greenhouse Gas R&D programme «Greenhouse Gases and Climate Change», 2001

[B5] Koroneos C., et al, «Energy analysis of renewable energy sources», Renewable Energy vol. 28, pp. 295-310, 2003

[B6] Σταυρινού Μ., Ενεργειακή Μελέτη Ανοιχτών Χώρων, Δράση 2.2.2, Πλατεία 25^{ης} Μαρτίου, 2010

[B7] Τσοσκούνου Μ., «Το παρόν και το μέλλον των υβριδικών αυτοκινήτων της Toyota», Παρουσίαση στα πλαίσια της Επιχειρηματικής Συνάντησης «Ενέργεια B2B», Νοέμβριος 2010

[B8] Αθανασίου Κ., «Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις της Ελληνικής Ενεργειακής Υποδομής σε σχέση με εκείνες άλλων ευρωπαϊκών χωρών και οι Διαγραφόμενες Τάσεις περαιτέρω ανάπτυξης της» Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

[B9] Energy Efficiency and Renewable Energy «Fuel Cell Technologies Program», Article with title «Fuel Cells», U.S Department of Energy

[B10] Μπεκιάρης Ε., Τσιούτρας Α., Νέγκας Δ., «Συμπεριφορά Οδηγού και Περιβάλλον», Πιλοτική Κυκλοφορία Υβριδικών Οχημάτων σε αστικά περιβάλλοντα και ενέργειες για την περιβαλλοντική κατάρτιση των οδηγών» Έρευνα στα πλαίσια συνεργασίας Ελληνικού Ινστιτούτου Μεταφορών και Ελληνικού Ινστιτούτου Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων (HELIEV), ΤΕΕ, Ιανουάριος 2006

[B11] C. C. Chan, K. T. Chau, «An Overview of Power Electronics in Electric Vehicles», IEEE Transactions on Industrial Electronics, February 1997, Vol. 44, no 1, pp. 3-13.

[B12] Μπελόκας Α.Β., Διπλωματική Εργασία με τίτλο «Ανάλυση της ενσωμάτωσης των διασυνδεδεμένων ηλεκτρικών οχημάτων ως διασπαρμένων μονάδων αποθήκευσης στα συστήματα διαχείρισης ενέργειας των κτιρίων με χρήση του λογισμικού Gams», Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Μάρτιος 2011

[B13] LDK-Consultans Engineers and Planners, «Energy saving and enviromental benefits through the use of hybrid vehicles in urban transport», a thermie program action, OPET Study for the European Commission Directorate – General for Energy

[B14] Energy Efficiency and Renewable Energy «Fuel Cell Technologies Program», Article with title «Hydrogen Storage», U.S Department of Energy

[B15] California Air Resources Board, Kalhammer, F.R. et al. «Status and prospects for zero emissions vehicle technology», Report of the ARB independent expert panel, Sacramento 2007

[B16] Ρίκος Ι.Ε., Διδακτορική Διατριβή με τίτλο «Μέθοδοι Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Ηλεκτροκίνητα Οχήματα», Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πάτρα 2005

[B17] Α. Ν. Σαφάκας, «Ηλεκτρονικά Ισχύος, Θυρίστορ - Μετατροπείς- Εφαρμογές», Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα, 1985

[B18] Ν. Μαρτίνος, Ε. Τατάκης, Δ. Κωτσοβόλης, Γ. Κωστάκης, Σ. Μανιάς, Δ. Μερτίνος, «Τεχνολογία Δυνατότητες και Προοπτικές του Ηλεκτροκίνητου Οχήματος», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Έκθεση, Αθήνα, Απρίλιος 1993

[B19] J. Douglas, «Global Climate Research: Informing the Decision Process», IEEE Power Engineering Review, pp. 3-8, March, 1996

[B20] Μανιάς Σ., «Ανώτερα Κεφάλαια Ηλεκτρονικών Ισχύος», Εκδόσεις Παπασωτηρίου- Ε.Π.Ι.Σ.Ε.Υ./Ε.Μ.Π., Αθήνα 1997

[B21] Tatakis E., Safacas A., Spentzas C. N., Korakas C., Korakas A., Viaginis A., «Development of a high – performance electric vehicle», Electromotion, Vol. 2, No. 4, 1995, pp. 98-102.

[B22] Νέγκας Δ., «Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ο ανεφοδιασμός τους με ηλεκτρική ενέργεια», Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων, Σεπτέμβριος 2011

[B23] MERGE (Mobile Energy Resources In Grids of Electricity), «Specifications for EV-Grid Interfacing, Communication and Smart Metering Technologies, including traffic patterns and human behavior descriptions», 24 August 2010

[B24] ChargePoint Networked Charging Stations, DataSheet CT503, Coulomb Technologies 2010

[B25] Federal Energy Regulatory Commission, Demand Respose & Advanced Metering , Washington D.C .August 2006 DN : AD-06-2-000

[B26] U.S Department of Energy, Benefits of Demand Response in Electricity. Markets and Recommendations for achieving them, February 2005

[B27] Χατζηαργυρίου Ν., Καθηγητής ΕΜΠ - Αντιπρόεδρος ΔΕΗ, Παρουσίαση με τίτλο «Ευφυή Δίκτυα Διανομής για Αυξημένη Διείσδυση Διεσπαρμένης Παραγωγής, Εκδήλωση ΕΒΕΑ-Εφημερίδας Απογευματινή «Ενέργεια – Φωτοβολταϊκά Πάρκα, 18/04/07

[B28] Kempton W., Tomic J. , Letendre S., Brooks A., Lipman T., Vehicle-to-Grid Power: Battery, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles as Resources for Distributed Electric Power in California, Prepared for California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency, June 2001

[B29] Kempton W., Tomic J. , «Vehicle-to-grid power fundamentals: Calculating capacity and net revenue», University of Delaware, Newark., USA, 8 December 2004

[B30] J. Tomic, W. Kempton, «More than transportation: using electric-drive vehicles for grid support», In Conference Proceedings of the 20th International Electric Vehicle Symposium and Exposition, EVS 20, Long Beach, CA, 15–19 November, 2003, p. 12.

[B31] Federal Energy Regulatory Commission, Promoting Wholesale Competition Through Open Access Non-discriminatory Transmission Services by Public Utilities; Recovery of Stranded Costs by Public Utilities and Transmitting Utilities, 18 CFR Parts 35 and 38 [Docket Nos. RM95-8-000 and RM94-7-001]. Order No. 888, Final Rule, Issued April 24, 1996

[B32] B. Kirby, E. Hirst, «Technical Issues Related To Retail-Load Provision of Ancillary Services: Background Issues Discussion», Report for New England Demand Response Initiative, 2003

[B33] Kempton W., Udo V., Huber K., Komara K., Letendre S., Baker S., Brunner D, Pearre N., «A Test of Vehicle-to-Grid (V2G) for Energy. Storage and Frequency Regulation in the PJM System» , Results from an Industry-University Research Partnership November 2008 (Clarifications and corrections added January 2009)

[B34] Kempton W., Tomic J. «Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy», University of Delaware, December 2004

[B35] W. Kempton, S. Letendre, «Electric vehicles as a new power source for electric utilities», Trans. Res. D 2 (1997), p. 157.

[B36] Μπεκιάρης Ε., «Καθαρά Οχήματα: Το ερευνητικό έργο Immaculate και η προοπτική ευρείας διάδοσής τους στην Ελλάδα», ΕΚΕΤΑ/ΙΜΕΤ, Διημερίδα «Οικολογική Αυτοκίνηση, Νέες Τεχνολογίες, Νέοι Δρόμοι» Αθήνα 29-30/11/02

[B37] Νέγκας Δ., Παρουσίαση με τίτλο «Η τεχνολογία των υβριδικών οχημάτων», Έκθεση «Ecolife 2009» Τεχνόπολις, 30/05/09

[B38] Status Report with title «One million Electric Vehicles until 2015», USA Department of Energy, February 2011

[B39] Δόντσιος Α., Πτυχιακή εργασία με τίτλο «Φορτιστές μπαταριών σε ηλεκτροκίνητα οχήματα», ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Τμήμα Οχημάτων, Θεσσαλονίκη 2009

Διαδικτυακοί Τόποι

[H1] Electric Drive Transportation Association, Hybrid Electric Vehicles, available at <http://www.electricdrive.org/index.php?ht=d/sp/i/9674/pid/9674>

[H2] http://www.odiki-asfaleia.com.cy/Website_Gr/transmission_Gr.aspx

[H3] Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων <http://www.heliev.gr>

[H4] Βενιού Ε., Άρθρο με τίτλο «Τα βενζινάδικα της κρίσης είναι ...ηλεκτρικά», Εφημερίδα ΤΟ ΒΗΜΑ, διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.tovima.gr/editors/editor/?edid=273>, 30/05/2010

[H5] Άρθρο με τίτλο «ΗΠΑ: 22.000 σταθμοί φόρτισης ως το 2013 χάρη στα κίνητρα», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.ecofinder.gr>, 28/05/2011

[H6] Άρθρο με τίτλο «Πρωτοποριακοί Σταθμοί Φόρτισης Ηλεκτρικών Αυτοκινήτων με Φωτοβολταϊκά», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση http://www.energia.gr/emailarticle.asp?art_id=38668, 20/07/10

[H7] http://365-energy.com/images/stories/network/host_portal.jpg

[H8] Ομιλία του Προέδρου και Διευθύνοντος Συμβούλου της ΔΕΗ Α.Ε κ. Αρθούρου Ζερβού στο Συνέδριο Καινοτομίας του Economist με θέμα «Μπορεί η Ελλάδα να βγει από την κρίση χωρίς την Ευρυζωνικότητα;», διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.dei.gr/Default.aspx?id=31454&nt=18&lang=1> ,06/04/11

[H9] European Commision, Community Research, European SmartGrids Technology Platform, available at http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf

[H10] Kempton W., Presentation with title «Vehicle to Grid Power», University of Delaware, available at http://www.spinovation.com/sn/Presentation/The_Seattle_Electric_Vehicle_to_Grid_V2G_Forum/Kempton-V2G-June05.pdf, 7 June 2005

[H11] Duvall M., Presentation with title «Plug-In Hybrid Electric Vehicles», Electric Power Research Institute, The Seattle Electric Vehicle to Grid (V2G) Forum, available at <http://www.epri.com>, 6 June 2005

[H12] D. Hawkins, Vehicle-to-grid: a control area operators perspective, in: Presentation at the EVAA Electric Transportation Industry Conference, Sacramento, CA, Presentation slides available at: http://www.acpropulsion.com/ETI_2001/Hawkins_ETI.pdf, 13 December, 2001

[H13] A. Brooks, T. Gage, «Integration of electric drive vehicles with the electric power grid—a new value stream, in: Presented at the 18th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition, Berlin, Germany, October 20–24, 2001. written version available from http://www.acpropulsion.com/EVS18/ACP_V2G_EVS18.pdf.

[H14] Κάλφας Σ., Άρθρο με τίτλο «Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα. Τι πρέπει να ξέρετε.»
διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση

<http://www.ecoreview.gr/pdf/electric%20cars.pdf>

[H15] Σπέντζας Κ., Άρθρο με τίτλο «Ηλεκτροκίνητα Οχήματα στην Ελλάδα: Δυνατότητες και Προοπτικές», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση
http://www.heliev.gr/library_articles/K.Spentzas_environment_and_ecological_transports.pdf.pdf

[H16]

http://www.ecoreview.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=118

[H17] Νέγκας Δ., Άρθρο με τίτλο «Ηλεκτροκίνητα Αυτοκίνητα στην Ελλάδα: Δυνατότητες και Προοπτικές», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση
http://library.tee.gr/digital/m2102/m2102_negas.pdf, 12,13/01/2006

[H18] Michelin S.A., Challenge Bibendum, «The Shanghai 2004 Report», available at www.michelinchallengebibendum.com

[H19] Άρθρο με τίτλο Σύσταση επιτροπής για τα ηλεκτροκίνητα οχήματα από το ΥΠΕΚΑ διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση

<http://www.energypress.gr/portal/resource/contentObject/id/ca00502a-cd6b-480e-b19f-aa33b5996bcc>, 22/09/2011

[H20] Νέγκας Δ., Σαφάκας Α., Συνέδριο ΤΕΕ «Ενέργεια: Σημερινή εικόνα – Σχεδιασμός – Προοπτική», Παρουσίαση διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση
http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_negas.pdf, Αθήνα 8-10/3/2010

[H21] Άρθρο με τίτλο «Για ηλεκτρικά αυτοκίνητα made in... Κρήτη, συζήτησαν οι Γερμανοί στο Ηράκλειο», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση

<http://www.energypress.gr/portal/resource/contentObject/id/c467003b-07b2-42c3-b27e-4960edaefc4a>, 10/05/2011

[H22] Λιόλιου Β., Κέντρο Δοκιμών Ερευνών Προτύπων/ΔΕΗ, «Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα – Πρόκληση για τα ηλεκτρικά συστήματα», Παρουσίαση διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση

http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_lioliou.pdf

[H23] Άρθρο με τίτλο «Γερμανία: Ένα εκατομμύριο ηλεκτροκίνητα έως το 2020» διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση

http://www.solarmarket.gr/start/index.php?view=article&catid=40%3Aeuropa&id=698%3A-2020&format=pdf&option=com_content&Itemid=70, 17/05/11

[H24] <http://www.sma-hellas.com/el/proionta/iliakoi-metatropois/sunny-boy/sunny-boy-3300-3800.html>