



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

**Αξιολόγηση Καλών Πρακτικών προώθησης της
ηλεκτροκίνησης με χρήση Μεθόδων Πολυκριτηριακής
Ανάλυσης Αποφάσεων**



Διπλωματική Εργασία

Ζηργάνος Αθανάσιος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Βλαχογιάννη Ελένη, Αναπληρώτρια
Καθηγήτρια Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

Ευχαριστίες

Κατ' αρχάς θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κυρία Ελένη Βλαχογιάννη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την στήριξη και την καθοδήγησή της στην συγγραφή της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την Υποψήφια Διδάκτορα Φωτεινή Ορφανού για την πολύτιμη βοήθειά που μου παρείχε στην πραγματοποίηση της διπλωματικής εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ επίσης τους ειδικούς οι οποίοι συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια για την συνεισφορά τους στην συλλογή στοιχείων για την εργασία.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την πολύχρονη συμπαράστασή τους, την στήριξη που μου παρείχαν και την υπομονή τους.

Αξιολόγηση Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης με χρήση Μεθόδων Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων

Ονοματεπώνυμο Συγγραφέα: Ζηργάνος Αθανάσιος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Βλαχογιάννη Ελένη

Σύνοψη

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη μεθόδου αξιολόγησης Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης βασισμένη σε Μέθοδους Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων. Η αξιολόγηση θα γίνει με βάση με την επίδοση των εξεταζόμενων πρακτικών σε έξι σταθμισμένα κριτήρια. Έπειτα, θα γίνει αξιολόγηση είκοσι Καλών Πρακτικών με χρήση του μοντέλου αυτού. Ως στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια από έρευνα της e-MOPOLI σχετικά με τις επιδόσεις Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης στα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία. Συμπληρώθηκαν επίσης διαφορετικά ερωτηματολόγια από ειδικούς σε θέματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση σχετικά με την κρίση τους για την σχετική σημασία των κριτηρίων της εργασίας. Με βάση τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων για την σχετική σημασία των κριτηρίων αξιολόγησης, εφαρμόστηκε η μέθοδος της Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης για την εύρεση των βαρών των κριτηρίων αυτών. Ύστερα, αξιολογήθηκαν είκοσι Καλές Πρακτικές από χώρες της Ευρώπης με χρήση του Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος. Ως δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν τα βάρη των κριτηρίων όπως υπολογίστηκαν από την Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης, και τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων της e-MOPOLI. Υπολογίστηκε, έτσι, η τελική βαθμολογία των Καλών Πρακτικών. Οι Καλές Πρακτικές που αξιολογήθηκαν κατατάχθηκαν με βάση την τελική τους βαθμολογία. Τέλος, έγινε σχολιασμός τόσο των αποτελεσμάτων της έρευνας όσο και των συμπερασμάτων τα οποία εξήχθησαν από την ανάλυση.

Evaluation of Good Practices for the promotion of electromobility using Multiple Criteria Decision Analysis methods

Thesis Author: Zirganos Athanasios

Supervising Professor: Vlahoyianni Eleni

Abstract

The aim of this paper is to develop a method for the evaluation of Good Practices for the promotion of electromobility, using Multicriteria Decision Analysis methods. The evaluation will be based on practices' performance on six weighted criteria. After that, twenty Good Practices shall be evaluated using this model. Questionnaires from a survey conducted by e-MOPOLI concerning the performance of Good Practices for the promotion of electromobility in the selected criteria of the study were used as data. Meanwhile, more questionnaires were completed by experts on fields related to electromobility about their views on the relative importance of the study's evaluation criteria. Using the results of the questionnaires on the relative importance of the evaluation criteria, the method of Analytic Hierarchy Process was implemented to calculate the weights of the criteria used. After that, twenty Good Practices from several European countries were evaluated using the Weighted Sum Model. The data used were the weights of the criteria as calculated by the Analytic Hierarchy Process, and the results from the e-MOPOLI questionnaires. In this way, the Good Practices' final score was calculated. The evaluated Good Practices were ranked based on their final score. Finally, the results of the study and the conclusions drawn by the analysis were discussed.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, λόγω των ολοένα και μεγαλύτερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον, έχει φανερωθεί η ανάγκη για στροφή σε βιώσιμες μορφές ενέργειας. Στα πλαίσια αυτής της τάσης, έχει ανανεωθεί το ενδιαφέρον για την ηλεκτροκίνηση, ως μία φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική στα συμβατικά οχήματα. Για την μεγαλύτερη δυνατή προώθηση της ηλεκτροκίνησης, όμως, απαιτείται η στήριξη ενδιαφερόμενων φορέων στο εγχείρημα αυτό. Ένας τρόπος με τον οποίο μπορεί να στηριχτεί αυτό το εγχείρημα είναι μέσω της υιοθέτησης Καλών Πρακτικών, δηλαδή πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης που έχουν ήδη αποδειχτεί επιτυχημένες στον σκοπό αυτό.

Στόχος της διπλωματικής είναι η σύνθεση μεθοδολογίας αξιολόγησης Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης μέσω της χρήσης μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης, με βάση την επίδοσή τους στην πλήρωση ενός αριθμού σταθμισμένων κριτηρίων. Έπειτα, θα γίνει αξιολόγηση είκοσι Καλών Πρακτικών με βάση την συμβολή τους στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης, καθώς και στον περιορισμό της εκπομπής ρύπων και κατανάλωσης ενέργειας.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση επάνω στο αντικείμενο της ηλεκτροκίνησης, με σκοπό να σχηματιστεί μία πλήρης εικόνα της βιβλιογραφίας της ηλεκτροκίνησης, καθώς και του προβλήματος της προώθησής της. Έγινε προεπιλογή έξι κριτηρίων, και ακολούθησε ανάλυσή τους με βάση τα ευρήματα της έρευνας στην βιβλιογραφία. Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν είναι τα εξής: Σχετικό Πλεονέκτημα, Διευκόλυνση στην Χρήση, Ενημέρωση, Επιδόσεις Οχημάτων, Περιβαλλοντικά Οφέλη και Ενεργειακά Συστήματα. Έγινε επίσης αναφορά σε έρευνες με παραπλήσια θεματολογία και μεθόδους, με σκοπό την σύγκρισή τους με την εργασία. Τέλος, σχολιάστηκαν τόσο τα συμπεράσματα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς και τα κενά που εντοπίστηκαν στην βιβλιογραφία.

Έπειτα, ακολούθησε η επιλογή των μεθόδων ανάλυσης. Επιλέχθηκαν η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης (AHP) για την εύρεση της σχετικής σημασίας των επιλεγμένων κριτηρίων και ως εκ τούτου για τον υπολογισμό των βαρών τους, και το Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος για τον υπολογισμό της συνολικής βαθμολογίας των Καλών Πρακτικών προς εξέταση. Ακολούθησε αναλυτική περιγραφή των δύο αυτών μεθόδων, καθώς και σύντομη παρουσίαση μερικών άλλων μεθόδων που συναντήθηκαν στην βιβλιογραφία, με σκοπό την σύγκρισή τους με τις επιλεγμένες μεθόδους.

Παράλληλα, συγκεντρώθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα για την ανάλυση. Αρχικά, συγκεντρώθηκαν τα αποτελέσματα ερωτηματολογίων μίας έρευνας που είχε πραγματοποιηθεί από το e-MOPOLI. Από τα ερωτηματολόγια αυτά, προέκυψαν τα στοιχεία σχετικά με την επίδοση των Καλών Πρακτικών στα έξι κριτήρια αξιολόγησης. Επίσης, συμπληρώθηκαν ερωτηματολόγια από ειδικούς σε θέματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, όπου αξιολογούσαν την σχετική σημασία των κριτηρίων αξιολόγησης που επιλέχθηκαν για την μελέτη σε

κλίμακα από το 1 έως το 9, ώστε να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα στην ΑΗΡ.

Έχοντας συγκεντρώσει πλέον τα απαραίτητα στοιχεία, έγινε εφαρμογή της μεθόδου της Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης με σκοπό την εύρεση των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης. Προέκυψαν με αυτόν τον τρόπο τα βάρη των κριτηρίων. Έχοντας υπολογίσει τα βάρη, έγινε έπειτα εφαρμογή του Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος, και προέκυψε με αυτόν τον τρόπο η τελική βαθμολογία των πρακτικών.

Ακολούθησε η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, δηλαδή της βαθμολογίας των επιλεγμένων Καλών Πρακτικών και του πίνακα με τα βάρη των επιλεγμένων κριτηρίων αξιολόγησης. Οι Καλές Πρακτικές ταξινομήθηκαν με βάση την τελική τους βαθμολογία, ενώ από τον πίνακα των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης προέκυψαν ως σημαντικότερα τα κριτήρια των Περιβαλλοντικών Οφελών και των Ενεργειακών Συστημάτων, με πολύ μεγάλη διαφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα κριτήρια. Ύστερα, έγινε αναλυτική περιγραφή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, καθώς και επεξήγησή τους.

Τέλος, παρουσιάστηκαν τα βασικά συμπεράσματα της ανάλυσης κι έγινε σχολιασμός τους. Τα βασικά συμπεράσματα είναι πως από τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν τα Περιβαλλοντικά Οφέλη και τα Ενεργειακά Συστήματα κρίθηκαν ως σημαντικότερα για την αξιολόγηση της επιτυχίας Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης. Από την βαθμολόγηση των Καλών Πρακτικών φάνηκε επίσης πως συγκεκριμένα είδη πρακτικών έτειναν να λαμβάνουν υψηλότερες βαθμολογίες από άλλα, ένα φαινόμενο το οποίο είχε παρατηρηθεί και από μερικές μελέτες που παρουσιάστηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Ακόμα, παρατηρήθηκε απόκλιση σε σχέση με την σημασία των κριτηρίων όπως προέκυψε από την κρίση των ειδικών και τα κριτήρια στα οποία φαίνεται πως έθεταν ως προτεραιότητες οι εξεταζόμενες Καλές Πρακτικές. Τέλος, παρά το γεγονός πως η βαθμολογία των πρακτικών προέκυψε σε μεγάλο βαθμό από την επίδοσή τους στα υψηλότερα κατά βαρύτητα κριτήρια, διαπιστώθηκε πως υπήρχε σημαντική ποικιλία στα είδη των πρακτικών τα οποία λάμβαναν τις υψηλότερες θέσεις.

Έχοντας παρουσιάσει τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης, παρατέθηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα σχετικά με το αντικείμενο καθώς και με παρεμφερή αντικείμενα, λαμβάνοντας υπ' όψη τόσο τα βιβλιογραφικά κενά που παρατηρήθηκαν στην ανασκόπηση όσο και λοιπά στοιχεία που δεν συμπεριελήφθησαν στην ανάλυση της εργασίας.

Τα ευρήματα της διπλωματικής εργασίας αυτής θα καλύψουν ένα σημαντικό κενό που παρατηρήθηκε στην βιβλιογραφία σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, ενώ η μέθοδος που αναπτύχθηκε κι εφαρμόστηκε μπορεί να αποτελέσει πρότυπο για την μελλοντική αξιολόγηση Καλών Πρακτικών. Τα αποτελέσματα της μελέτης μπορεί επίσης να φανούν χρήσιμα σε άτομα και φορείς που θα

αναλάβουν τον σχεδιασμό προγραμμάτων και πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Γενικά	1
1.2 Σκοπός Διπλωματικής.....	2
1.3 Διάρθρωση Διπλωματικής	3
2.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	5
2.1 Πρακτικές Προώθησης Ηλεκτροκίνησης.....	5
2.2 Κριτήρια Αξιολόγησης Πρακτικών.....	8
2.2.1 Σχετικό Πλεονέκτημα	8
2.2.2 Διευκόλυνση στην χρήση.....	9
2.2.3 Επιδόσεις Οχημάτων.....	10
2.2.4 Ενημέρωση.....	11
2.2.5 Περιβαλλοντικά Οφέλη	12
2.2.6 Ενεργειακά Συστήματα	14
2.3 Μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης για επίλυση προβλημάτων σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.....	15
2.4 Συμπεράσματα Βιβλιογραφίας.....	16
3.Μεθοδολογική Προσέγγιση.....	18
3.1 Περιγραφή της Διαδικασίας.....	18
3.2 Έρευνα με ερωτηματολόγια	19
3.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	20
3.3.1 Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων	20
3.3.2 Η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης	21
3.3.3 Αξιολόγηση πρακτικών: Το Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος.....	25
3.3.4 Λοιπές Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης.....	26
4.Ανάλυση και Αποτελέσματα.....	30
4.1 Εφαρμογή Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης	30
4.1.1 Ανάπτυξη Μοντέλου	30
4.1.2 Δόμηση της ιεραρχίας του προβλήματος.....	30
4.1.3 Σύγκριση των κριτηρίων	31
4.1.4 Καθορισμός των βαρών	31
4.2 Αξιολόγηση επιλεγμένων πρακτικών	34
4.2.1 Επιλογή καλών πρακτικών.....	34
4.2.2 Συγκέντρωση των βαθμολογιών των επιλεγμένων πρακτικών	42
4.2.3 Βαθμολόγηση Καλών Πρακτικών με χρήση Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος ...	42

4.3 Αποτελέσματα	46
4.3.3 Επεξήγηση Αποτελεσμάτων.....	49
5. Συμπεράσματα και προτάσεις	54
5.1 Εισαγωγή.....	54
5.2 Βασικά Συμπεράσματα	55
5.3 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα.....	56
Βιβλιογραφία	58
Παράρτημα	64
Υποδειγμα ερωτηματολογίου για χρήση στην Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης.....	64

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάγραμμα Ροής διπλωματικής εργασίας.....	19
Σχήμα 2: Τυπική δόμηση ενός προβλήματος σε ιεραρχική μορφή	23
Σχήμα 3: Το εξεταζόμενο πρόβλημα της εργασίας σε μορφή δέντρου	31

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Καλές Πρακτικές από την Ευρώπη, καθώς και σύντομη περιγραφή πρακτικών.	6
Πίνακας 2:.....	15
Πίνακας 3: Πίνακας Αναλυτικής Ιεράρχησης Δεδομένων από τα ερωτηματολόγια της εργασίας.	20
Πίνακας 4: Κλίμακα βαθμολόγησης της σχετικής σημασίας των κριτηρίων, από το 1 έως το 9.	23
Πίνακας 5: Ο δείκτης RI ανάλογα με τον αριθμό των επιλεγμένων κριτηρίων	25
Πίνακας 6: Παράδειγμα πίνακα βαθμολόγησης σχετικής σημασίας για Ασαφή ΑΗΡ:	26
Πίνακας 7: Πίνακας για χρήση στην ΑΗΡ με τον γεωμετρικό μέσο των απαντήσεων των ειδικών.	31
Πίνακας 8: Πίνακας Γεωμετρικών Μέσων Κριτηρίων Αξιολόγησης	32
Πίνακας 9: Πίνακας βαρών κριτηρίων αξιολόγησης	32
Πίνακας 10: Διάνυσμα συνέπειας Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης	33
Πίνακας 11: Καλές Πρακτικές προς αξιολόγηση και η βαθμολόγηση του αντίκτυπού τους	43
Πίνακας 12: Μέσος όρος βαθμολογιών των κριτηρίων	44
Πίνακας 13: Συνολική βαθμολογία Καλών Πρακτικών	45
Πίνακας 14: Επιμέρους και συνολική βαθμολογία Καλών Πρακτικών, κατάταξη ως προς την συνολική βαθμολογία.	48

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Κυκλικό Διάγραμμα των βαρών των κριτηρίων	46
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα μέσω των όρων βαθμολογιών κριτηρίων.....	46

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η ιστορία της ηλεκτροκίνησης είναι εξίσου παλιά με την ιστορία της αυτοκινητιστικής βιομηχανίας. Ο πρώτος ηλεκτροκίνητος κινητήρας εφευρέθηκε το 1827, ενώ τα πρώτα πειραματικά οχήματα κατασκευάστηκαν μόλις μια δεκαετία αργότερα. Τα πρώτα εμπορικά ηλεκτρικά οχήματα εμφανίστηκαν μόλις τα πρώτα χρόνια του 20^{ου} αιώνα, και τα πρώτα χρόνια απόλαυσαν εμπορική επιτυχία, καθώς είχαν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα έναντι στα βενζινοκίνητα οχήματα. Σταδιακά όμως έχασαν την εύνοια του κοινού σε σχέση με τα βενζινοκίνητα οχήματα, λόγω των πολλαπλών μειονεκτημάτων που είχαν τότε, με την βιομηχανία ηλεκτρικών αυτοκινήτων να έχει πρακτικά εξαφανιστεί την δεκαετία του '30.

Παρόλο που η περίοδος της αρχικής εμπορικής επιτυχίας της ηλεκτροκίνησης είχε παρέλθει, κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα αναπτύχθηκαν αρκετές καινοτομίες σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, με αποτέλεσμα να σημειωθεί σημαντική βελτίωση στα χαρακτηριστικά τους και να μειωθεί το κόστος τους. Παράλληλα, καθώς ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων ξεκίνησε να γίνεται φανερός και ως εκ τούτου άρχισε να απασχολεί την κοινή γνώμη και τις κυβερνήσεις σε ολόένα και μεγαλύτερο βαθμό, παρατηρήθηκε ένα ανανεωμένο ενδιαφέρον για φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας.

Στα πλαίσια των προσπαθειών για ανάπτυξη ενός βιώσιμου συστήματος μεταφορών, τις τελευταίες δεκαετίες η ηλεκτροκίνηση έχει προταθεί ως μία βιώσιμη εναλλακτική στα συμβατικά οχήματα. Ο λόγος είναι πως αντίθετα με τα πετρελαιοκίνητα οχήματα, τα ηλεκτροκίνητα οχήματα μπορούν να λάβουν ενέργεια από ποικίλες πηγές, συμπεριλαμβανομένων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ως αποτέλεσμα, ο περιβαλλοντικός τους αντίκτυπος έχει την δυνατότητα να είναι σημαντικά μικρότερος, ακόμα και μηδενικός.

Εκτός όμως από την προοπτική για σημαντική μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μεταφορών μέσα από στροφή στην ηλεκτροκίνηση, έχει επιτευχθεί και σημαντική αναβάθμιση της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων. Τα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα έχουν επιδόσεις ανάλογες με τα συμβατικά, ενώ και το βεληνεκές τους (ένα μεγάλο εμπόδιο στην εδραίωσή τους στην αγορά) έχει αυξηθεί πολύ. Λόγω λοιπόν της ανάγκης για στροφή σε βιώσιμες πηγές ενέργειας και της βελτίωσης της τεχνολογίας των οχημάτων, είναι φανερό πως οι συνθήκες για την εδραίωση της ηλεκτροκίνησης είναι πλέον ευνοϊκές.

Πολυάριθμα κράτη και διεθνείς οργανισμοί έχουν θέσει στόχους για αύξηση του ποσοστού πώλησης και χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων στις αγορές τους. Παρόλο που μέχρι στιγμής το μεγαλύτερο ποσοστό οχημάτων που πωλούνται

και βρίσκονται σε κυκλοφορία λειτουργούν με κινητήρες εσωτερικής καύσης, τα τελευταία χρόνια τα ποσοστά πωλήσεων και κυκλοφορίας ηλεκτροκίνητων οχημάτων αυξάνονται αργά αλλά σταθερά.

Η σταδιακή αύξηση της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων και ή αύξηση της δημοτικότητάς τους που έχει παρατηρηθεί σε πολυάριθμες αγορές παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις πρακτικές προώθησής της που υιοθέτησαν οι αρμόδιες κυβερνήσεις. Για την βέλτιστη εύρεση των προτεραιοτήτων που πρέπει να αναλάβουν όσοι φορείς, δημόσιοι και μη, αποσκοπούν στην προώθησης της ηλεκτροκίνησης και ως εκ τούτου να βελτιωθούν οι πιθανότητες επιτυχίας εγχειρημάτων προώθησης της ηλεκτροκίνησης, είναι λοιπόν σημαντικό να καθοριστούν οι παράγοντες που καθορίζουν τον βαθμό επιτυχίας αυτών των πρακτικών.

Ένας τρόπος με τον οποίο μπορεί να γίνει αυτό είναι η εύρεση των πιο σημαντικών πτυχών του προβλήματος της προώθησης της ηλεκτροκίνησης, και έπειτα ο βαθμός στον οποίο επιλεγμένες Καλές Πρακτικές (δηλαδή, εφαρμοσμένες πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης οι οποίες έχουν δείξει σημάδια επιτυχίας) αντιμετωπίζουν τις πολλαπλές πτυχές του προβλήματος. Αυτό θα αποτελέσει και το αντικείμενο αυτής της εργασίας.

1.2 Σκοπός Διπλωματικής

Κύριος στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη μεθοδολογίας με την οποία μπορούν να αξιολογηθούν τα οφέλη διαφόρων Καλών Πρακτικών σχετικές με την υποστήριξη της διείσδυσης της ηλεκτροκίνησης σε μία αγορά, καθώς και τον περιορισμό της ρύπανσης και της κατανάλωσης ενέργειας μέσω των συγκοινωνιών. Η μεθοδολογία αυτή θα κάνει χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης, ενώ η αξιολόγηση των πρακτικών θα βασίζεται στις επιδόσεις των Καλών Πρακτικών σε έξι σταθμισμένα κριτήρια.

Τα ευρήματα και η μέθοδος της εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρότυπο για την αξιολόγηση του αντικτύπου των πρακτικών που μπορεί να εφαρμόσει ένας φορέας για τον στόχο αυτό και ως εκ τούτου για λήψη αποφάσεων σχετικά με την επιλογή των πρακτικών που θα υιοθετηθούν για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Τα ευρήματα σχετικά με την σχετική σημασία των κριτηρίων αξιολόγησης μίας πρακτικής μπορεί να φανούν χρήσιμα και σε όσους φορείς θέλουν να σχεδιάσουν νέες πρακτικές σχετικές με την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό των προτεραιοτήτων στις οποίες πρέπει να στοχεύουν μελλοντικές Καλές Πρακτικές.

Για την επίτευξη του σκοπού γίνεται ανάλυση της βιβλιογραφίας και με βάση τα ευρήματα αναπτύσσεται μέθοδος πολυκριτηριακής αξιολόγησης των πρακτικών ηλεκτροκίνησης σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Από τις αναλύσεις εντοπίζονται οι πιο συνήθεις πρακτικές οι οποίες βαθμολογούνται με βάση το μοντέλο πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Τέλος, τα ευρήματα

σχολιάζονται και διατυπώνονται τα βασικά συμπεράσματα της εργασίας και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

1.3 Διάρθρωση Διπλωματικής

Παρουσιάζεται συνοπτικά η διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας καθώς και τα περιεχόμενα των κεφαλαίων της:

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει ένα εισαγωγικό σημείωμα για την ιστορία της ηλεκτροκίνησης, καθώς και για τις συνθήκες οι οποίες οδήγησαν στην αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για την τεχνολογία αυτή. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται επίσης αναφορά στο σκοπό της διπλωματικής, καθώς και σε εφαρμογές του αντικείμενου της εργασίας. Γίνεται, τέλος, σύντομη παρουσίαση της μεθοδολογίας της εργασίας και της διάρθρωσης της εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση της βιβλιογραφίας που υπάρχει σχετικά με το αντικείμενο της ηλεκτροκίνησης, με σκοπό να γίνει ανάλυση του θέματος της ηλεκτροκίνησης, της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με αυτό και να καθοριστούν τα κριτήρια με τα οποία θα γίνει η αξιολόγηση Καλών Πρακτικών. Τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην μελέτη, καθώς και η σημασία τους στο πρόβλημα της ηλεκτροκίνησης, αναλύονται με μεγάλη λεπτομέρεια. Γίνεται επίσης αναφορά σε έρευνες παρεμφερείς θεματικά και μεθοδολογικά με την εργασία. Τέλος, γίνεται σύνοψη των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την μελέτη της βιβλιογραφίας, καθώς και αναφορά στα κενά που βρέθηκαν.

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογική Προσέγγιση

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται λεπτομερής παρουσίαση της μεθοδολογίας που θα ακολουθηθεί στην εργασία. Αρχικά, παρουσιάζεται η μέθοδος που ακολουθήθηκε στην συλλογή στοιχείων. Έπειτα, παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι μέθοδοι που επιλέχθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων. Τέλος, γίνεται σύντομη αναφορά σε λοιπές μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν σε παρεμφερείς έρευνες, με σκοπό την σύγκρισή τους με τις επιλεγμένες μεθόδους.

Κεφάλαιο 4: Ανάλυση και Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, με χρήση των επιλεγμένων μεθόδων ανάλυσης. Γίνεται, επίσης, παρουσίαση και περιγραφή των Καλών Πρακτικών οι οποίες πρόκειται να αναλυθούν στο κεφάλαιο αυτό. Τα στάδια της ανάλυσης καθώς και τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση περιγράφονται με μεγάλη λεπτομέρεια. Έπειτα, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, καθώς και επεξήγησή τους.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται αρχικά σύνοψη της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην εργασία. Έπειτα, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την εργασία, και γίνεται σχολιασμός τους. Τέλος, γίνονται προτάσεις για περεταίρω έρευνα επάνω στο αντικείμενο της διπλωματικής.

Τέλος, ακολουθεί η Βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία, καθώς κι ένα Παράρτημα με ένα Ερωτηματολόγιο παρόμοιο με αυτά που συμπληρώθηκαν από ειδικούς στην συλλογή στοιχείων.

2.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Πρακτικές Προώθησης Ηλεκτροκίνησης

Παρόλο που τα ηλεκτρικά οχήματα εμφανίστηκαν πολύ νωρίς στην ιστορία της αυτοκινητοβιομηχανίας (το πρώτο μοντέλο κατασκευάστηκε το 1890-91), ατέλειες στην τεχνολογία τους, μειωμένες επιδόσεις και αυξημένο κόστος σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα δεν τα έκαναν ελκυστικά στο κοινό. Τα τελευταία χρόνια όμως, νέες εξελίξεις στην τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων και κυρίως τα περιβαλλοντικά οφέλη που θα επιφέρει η διάδοση της ηλεκτροκίνησης έχουν αναζωπυρώσει το ενδιαφέρον για αυτή την τεχνολογία.

Όμως, παρά το ανανεωμένο ενδιαφέρον για την ηλεκτροκίνηση υπάρχουν ακόμα εμπόδια στον δρόμο για την ευρύτερη υιοθέτηση της καινοτομίας αυτής από το κοινό. Τα εμπόδια αυτά σχετίζονται κυρίως με το κόστος και τις επιδόσεις των οχημάτων, την έλλειψη υποστηρικτικών εγκαταστάσεων και την έλλειψη επαρκούς ενημέρωσης και εξοικείωσης σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα και τις δυνατότητές τους. Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένες ανησυχίες σχετικές με την οδική ασφάλεια, ενώ το θεσμικό περιβάλλον δεν είναι πάντα φιλικό. [1]. Η προώθηση της ηλεκτροκίνησης αποτελεί λοιπόν ένα πρόβλημα με πολλούς παράγοντες, αφού υπάρχουν πολλοί και διαφορετικοί παράγοντες που περιορίζουν την επιτυχία των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά.

Οι συνθήκες και οι παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία της ηλεκτροκίνησης είναι ένα θέμα με το οποίο έχουν ασχοληθεί πολλές έρευνες. Στα πλαίσια της διερεύνησης των συνθηκών οι οποίες καθορίζουν τις δυνατότητες προώθησης της ηλεκτροκίνησης σε μία πόλη, αναπτύχθηκε το μοντέλο του Δείκτη Προοπτικής Ηλεκτροκίνησης (Electromobility Potential Index) [2], το οποίο με βάση κάποια σταθμισμένα κριτήρια βαθμολογεί μία πόλη ως προς την δυνατότητα εισαγωγής της ηλεκτροκίνησης σε αυτήν. Τα κριτήρια στην αρχή ήταν πέντε, αλλά αργότερα μειώθηκαν σε τέσσερα [3].

Παρά την κοινή πεποίθηση, καμία καινοτομία δεν προωθείται από μόνη της με γρήγορο ρυθμό, ακόμα κι όταν τα οφέλη της είναι φανερά, και η ηλεκτροκίνηση δεν αποτελεί εξαίρεση. Αντ' αυτού, σύμφωνα με την θεωρία της διείσδυσης των καινοτομιών [4], υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν τον ρυθμό εξάπλωσης μίας καινοτομίας. Αυτός είναι ο λόγος γιατί παρά τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων, τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας τα οποία αντιλαμβάνεται το αγοραστικό κοινό (είτε είναι πραγματικά είτε όχι) και άλλοι παράγοντες φαίνεται πως μέχρι πρόσφατα περιόριζαν την επιτυχία των ηλεκτροκίνητων οχημάτων στις περισσότερες αγορές.

Για τον λόγο αυτό, η υποστήριξη της προσπάθειας προώθησης της ηλεκτροκίνησης από κυβερνητικούς και μη φορείς είναι καθοριστικής σημασίας για την ταχύτερη υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής. Πράγματι, μέσα από έρευνες έχει φανεί πως η καθιέρωση μέτρων που ενθαρρύνουν την ηλεκτροκινητικότητα οδηγεί σε καλύτερη ανταπόκριση της αγοράς, ιδιαίτερα όταν τα μέτρα αυτά διενεργούνται συνδυαστικά, στα πλαίσια σχεδίου με την

συνεργασία πολλαπλών φορέων και υπό την καθοδήγηση και τον συντονισμό κυβερνητικών φορέων [5-14].

Μία σημαντική μέθοδος με την οποία μπορεί η κυβέρνηση και οι λοιποί ενδιαφερόμενοι φορείς να συμβάλλουν στην προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων είναι μέσω της εφαρμογής καλών πρακτικών, δηλαδή δοκιμασμένων πρακτικών οι οποίες έχουν επιφέρει αποτελέσματα. Καθώς οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η διεύθυνση της ηλεκτροκίνησης είναι πολλοί, η μορφή, η έκταση και οι στόχοι των πρακτικών επίσης παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Ο Πίνακας 1 περιλαμβάνει παραδείγματα Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης από διάφορες χώρες της Ευρώπης, συμπεριλαμβανομένης σύντομης περιγραφής τους [24].

Πίνακας 1: Καλές Πρακτικές από την Ευρώπη, καθώς και σύντομη περιγραφή πρακτικών.

Όνομα Πρακτικής	Περιοχή εφαρμογής	Περιγραφή Πρακτικής
Περιφερειακός νόμος για μείωση του κόστους της ηλεκτροκίνησης	Μπρέσια, Ιταλία	Ψήφιση περιφερειακού νόμου ο οποίος θεσπίζει οικονομικά κίνητρα για αγορά ηλεκτρικών οχημάτων
Θέσπιση κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων	Νορβηγία	Θέσπιση μεγάλου αριθμού κινήτρων για ηλεκτρικά οχήματα, στα πλαίσια προγράμματος μείωσης εκπομπών καυσαερίων
Ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία του πρώτου αυτόνομου ηλιακού σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα	Πειραιάς, Ελλάδα	Κατασκευή και λειτουργία αυτόνομου ηλιακού σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα
Εγκατάσταση επτά σταθμών φόρτισης σταθμών φόρτισης πεζοδρομίου στην Αθήνα και οκτώ σταθμών φόρτισης στην Κοζάνη, καθώς και χρήση ισάριθμων ηλεκτρικών οχημάτων, στα πλαίσια μελέτης του Green e-Motion Project	Αθήνα και Κοζάνη, Ελλάδα	Εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης σε δύο πόλεις της Ελλάδας, στα πλαίσια Ευρωπαϊκής μελέτης σχετικά με την ηλεκτροκίνηση
Θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων φόρτισης	Βουκουρέστι, Ρουμανία	Χρηματοδότηση κατασκευών εγκαταστάσεων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, μέσω έκδοσης 500 κουπονιών
Ανακήρυξη διαγωνισμού για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης	Καλαβρία, Ιταλία	Ανακήρυξη διαγωνισμού για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης στην Καλαβρία
Δοκιμαστικό σχέδιο για λειτουργία τριών ηλεκτρικών λεωφορείων	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	Λειτουργία τριών ηλεκτρικών λεωφορείων στα πλαίσια μελέτης σχετικά με την εισαγωγή ηλεκτροκίνησης σε σύγχρονο σύστημα συγκοινωνιών
Σύνταξη οδηγιών για την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης	Μπρέσια, Ιταλία	Σύνταξη οδηγιών για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης από την διοίκηση της Μπρέσια, με σκοπό την αντιμετώπιση έλλειψης Θεσμικού πλαισίου
Ομάδα εργασίας για την ηλεκτροκίνηση στην Λομβαρδία	Λομβαρδία, Ιταλία	Μία ομάδα εργασίας με στόχο τον συντονισμό των διάφορων φορέων που ασχολούνται με την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στο έργο αυτό
Κοινόχρηστα ηλεκτρικά ποδήλατα	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	Τοποθέτηση ηλεκτρικών ποδηλάτων προς ενοικίαση, καθώς και των απαραίτητων σταθμών φόρτισης, σε κομβικά σημεία αστικών περιοχών
Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για δημοτικές υπηρεσίες	Σεμιγαλλία, Λετονία	Αντικατάσταση τεσσάρων συμβατικών οχημάτων δημοσίων υπηρεσιών της Τζεγκάβα με ηλεκτρικά οχήματα
Ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων σε τοπικές συγκοινωνίες	Τρίκαλα, Ελλάδα	Διανομή ηλεκτρικών οχημάτων για χρήση από πολίτες κι επιχειρήσεις των Τρικάλων, στα πλαίσια Ευρωπαϊκής μελέτης
Αγώνας δρόμου ηλεκτροκίνητων οχημάτων, διοργανωμένος από το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων	Ελλάδα	Διοργάνωση ετήσιου αγώνα δρόμου ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα, με σκοπό την επίδειξη των δυνατοτήτων των ηλεκτρικών οχημάτων
Προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών σκούτερ σε αστικές περιοχές-έκθεση ηλεκτρικών σκούτερ και δημιουργία δικτυακής πλατφόρμας GIS	Ραφήνα, Ελλάδα	Διοργάνωση έκθεσης ηλεκτρικών σκούτερ στην Ραφήνα στα πλαίσια Ευρωπαϊκού προγράμματος προώθησης της ηλεκτροκίνησης, ανάπτυξη πλατφόρμας GIS στα πλαίσια του προγράμματος αυτού
Πλατφόρμα ηλεκτρικών οχημάτων WiseGRID- σταθμός ταχείας φόρτισης V2G για ηλεκτρικά οχήματα WiseGRID	Κύθνος, Ελλάδα	Δοκιμή των τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος WiseGRID στην Κύθνο, συμπεριλαμβανομένης πλατφόρμας ταχείας φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων V2G
Transsmart: ερευνητικό πρόγραμμα πάνω στην βιώσιμη κινητικότητα	Φινλανδία	Ερευνητικό πρόγραμμα διοργανωμένο από το Τεχνικό Ερευνητικό Κέντρο της Φινλανδίας σχετικά με την ανάπτυξη τεχνικών και τεχνολογιών για φιλική προς το περιβάλλον κινητικότητα
Ιστοσελίδα σχετικά με φιλικά στο περιβάλλον οχήματα	Φλάνδρα, Βέλγιο	Ανάπτυξη ιστοσελίδας για την ενημέρωση των κατοίκων της Φλάνδρας σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα
Green Deal	Φλάνδρα, Βέλγιο	Συμφωνία συνεργασίας της κυβέρνησης της Φλάνδρας με διάφορους φορείς, με στόχο την επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων, συμπεριλαμβανομένης της προώθησης της ηλεκτροκίνησης στην περιοχή
Εγκατάσταση τεσσάρων σταθμών φόρτισης Vehicle to Grid	Μελέτι, Ελλάδα	Εγκατάσταση τεσσάρων σταθμών φόρτισης των οχημάτων, στα πλαίσια δοκιμής των συστημάτων του Ευρωπαϊκού προγράμματος SHAR-Q
Ανάπτυξη δημόσιας υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	Φλάνδρα, Βέλγιο	Έκδοση οδηγιών για κατασκευή 5000 σημείων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, μέσω ανάθεσης της κατασκευής σε ιδιωτικές εταιρείες ύστερα από διαγωνισμό

Αξίζει να σημειωθεί επίσης πως έχει φανεί πως ο βαθμός στον οποίο οι παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία της ηλεκτροκίνησης συμβάλλουν στον στόχο αυτό δεν είναι ίδιος σε όλα τα περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, σε έρευνα στις ΗΠΑ που διεξήχθη με χρήση παλινδρόμησης αναλύθηκε η επίπτωση μερικών σημαντικών μεταβλητών στο ποσοστό πωλήσεων ηλεκτρικών οχημάτων ανά πολιτεία βρέθηκε πως η ευαισθησία των μεταβλητών, και άρα η επίπτωση που είχαν στο ποσοστό, μεταβαλλόταν ανά πολιτεία [15].

Σε αυτό το συμπέρασμα κατέληξε και μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2016, η οποία έκανε χρήση του μοντέλου VECTOR21 με σκοπό την πρόβλεψη του ποσοστού αγοράς το 2030 στην Ευρωπαϊκή Ένωση, την Γερμανία και την Φινλανδία [16]. Εξετάζοντας δύο σενάρια, ένα στο οποίο η πολιτική γύρω από την ηλεκτροκίνηση θα παρέμενε ως έχει κι ένα στο οποίο θα παίρνονταν πιο αυστηρές πολιτικές περιορισμού των εκπομπών CO₂. Η θετική επίδραση των μέτρων έγινε αισθητή και στις τρεις εξεταζόμενες αγορές, αλλά ιδιαίτερα στην Γερμανία, όπου το προβλεπόμενο ποσοστό ηλεκτρικών οχημάτων σχεδόν διπλασιάστηκε [16].

Εκτός από το περιβάλλον, διάφορες κατηγορίες οδηγών έχουν διαφορετικές προτιμήσεις. Συγκεκριμένα, μέσα από έρευνες φαίνεται πως οι απαιτήσεις των οδηγών για τα ηλεκτρικά οχήματα εξαρτώνται από χαρακτηριστικά όπως τις οδηγικές τους συνθήκες, τις προτιμήσεις τους, την προσωπικότητά τους, το εισόδημά τους και την ηλικία τους [17-19]. Επίσης, οδηγοί με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά είναι πιθανότερο να αγοράσουν ηλεκτρικά οχήματα [18-20].

Φαίνεται λοιπόν πως παρόλο που προσπάθειες προώθησης της ηλεκτροκίνησης έχουν αισθητά αποτελέσματα, δεν έχουν όλα τα μέτρα τον ίδιο βαθμό επιτυχίας σε όλα τα περιβάλλοντα, ή την ίδια σημασία για όλες τις κατηγορίες οδηγών. Είναι σημαντικό μέτρα υπέρ της ηλεκτροκίνησης να λαμβάνονται σε πλαίσιο οργανωμένου προγράμματος, παίρνοντας υπ' όψη τις τοπικές συνθήκες, τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του κοινού στο οποίο στοχεύουν και τα πλαίσια στα οποία εφαρμόζονται.

Ακόμα, για την επιτυχή προώθηση της ηλεκτροκίνησης είναι σημαντικό να γίνει αξιολόγηση των πρακτικών που έχουν υιοθετηθεί ανά καιρούς, έτσι ώστε να αναδειχθούν οι πιο αποτελεσματικές. Το αντικείμενο αυτό έχει απασχολήσει ήδη έναν αριθμό μελετητών και από έρευνες έχει φανεί πως δεν είναι όλα τα μέτρα εξίσου αποτελεσματικά. Για παράδειγμα, από έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μέτρων που λήφθηκαν σε διάφορες πολιτείες των ΗΠΑ, βρέθηκε με χρήση γραμμικής παλινδρόμησης πως κάποια εγχειρήματα είναι στατιστικώς σημαντικότερα από άλλα. Αυτό, μάλιστα, φαίνεται πως εξηγεί την απόκλιση στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης ακόμα και σε πολιτείες με όμοια ποσότητα μέτρων υπέρ της ηλεκτροκίνησης [21].

Ακόμα και πρακτικές ίδιου είδους και μεγέθους, όπως για παράδειγμα οικονομικά κίνητρα για αγορά και χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, μπορεί να διαφέρουν στα αποτελέσματα ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους. Για παράδειγμα, από μελέτη που διεξήχθη το 2011 σχετικά με τα μέτρα

προώθησης υβριδικών οχημάτων φαίνεται πως μέτρα που απαλλαγή των αγοραστών από ΦΠΑ αντιστοιχούσε σε αύξηση πωλήσεων πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη αύξηση πωλήσεων που προκαλούταν από επιστροφή φόρων, καθώς για τους καταναλωτές το άμεσο όφελος είχε μεγαλύτερη σημασία από μελλοντικά οφέλη [22]. Είναι σημαντικό, λοιπόν, για την επιτυχία πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης να τηρούνται στον σχεδιασμό τους αρχές οι οποίες έχουν ήδη αποδειχτεί αποτελεσματικές. Ήδη φαίνεται πως έχουν αρχίσει να αναδεικνύονται οι αποτελεσματικότερες αρχές σχεδιασμού πρακτικών [23].

Είναι, λοιπόν, φανερό πως η επιτυχία προγραμμάτων προώθησης της ηλεκτροκίνησης δεν καθορίζεται μόνο από το πλήθος πρακτικών που υιοθετούνται ή από την χρηματοδότηση που παραχωρείται για τον σκοπό αυτό. Καθοριστικής σημασίας αποτελεί και η επιλογή των βέλτιστων δυνατών πρακτικών προς εφαρμογή, καθώς δεν έχουν σημειώσει όλες οι πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης τον ίδιο βαθμό επιτυχίας. Για τον λόγο αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιτυχία πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης να αναγνωριστούν τα κριτήρια τα οποία καθορίζουν την αποτελεσματικότητά τους, καθώς και η σημασία των κριτηρίων αυτών στην επιτυχία του εγχειρήματος.

2.2 Κριτήρια Αξιολόγησης Πρακτικών

Όπως υπάρχουν πολλοί παράγοντες στο πρόβλημα της προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων, έτσι υπάρχει ποικιλία κριτηρίων με τα οποία μπορεί να κριθεί η αποτελεσματικότητα μίας πρακτικής στην στον στόχο αυτό. Τα κριτήρια με βάση τα οποία θα γίνει η αξιολόγηση Καλών Πρακτικών στην εργασία αυτή είναι τα εξής:

2.2.1 Σχετικό Πλεονέκτημα

Το Σχετικό Πλεονέκτημα (Relative Advantage) αφορά στο βαθμό στον οποίο η πρακτική δίνει σαφές πλεονέκτημα στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα σε σχέση με τα συμβατικά.

Ο Everett M. Rogers κατονόμασε τον παράγοντα αυτό ως έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες για την εξάπλωση μίας καινοτομίας [4]. Επισήμανε μάλιστα, πως η αντίληψη ενός σχετικού πλεονεκτήματος μίας καινοτομίας από το κοινό είναι σημαντικότερος παράγοντας από το αντικειμενικό πλεονέκτημα που παρέχει η καινοτομία.

Το σχετικό πλεονέκτημα μίας νέας τεχνολογίας μπορεί να πάρει διάφορες μορφές: μπορεί να σημαίνει μεταξύ άλλων την ύπαρξη οικονομικού πλεονεκτήματος, λειτουργικού πλεονεκτήματος για αναλογικά μικρότερο κόστος, ακόμα και το κοινωνικό κύρος από την χρήση της νέας τεχνολογίας μπορεί να θεωρηθεί πλεονέκτημα. Γι' αυτό τον λόγο, υπάρχει πολύ μεγάλη

ποικιλία πρακτικών οι οποίες παρέχουν σχετικό πλεονέκτημα στην ηλεκτροκίνηση.

Μία πολύ σημαντική κατηγορία πρακτικών οι οποίες έχουν ως βασικό στόχο την παροχή σχετικού πλεονεκτήματος στα ηλεκτροκίνητα οχήματα είναι η παροχή κινήτρων στους οδηγούς για την αγορά και χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Πολυάριθμες μελέτες έχουν δείξει την σημασία της εφαρμογής οικονομικών κινήτρων, όπως επιδοτήσεις στην αγορά ηλεκτρικών οχημάτων, ελαφρύνσεις σε τέλη, δόδια και φόρους, και επιδοτήσεις στην φόρτιση των οχημάτων [6,9,12,15,21,25-28].

Εκτός όμως από οικονομικά κίνητρα, μία πρακτική η οποία αποσκοπεί στην παροχή σχετικού πλεονεκτήματος μέσω επιβολής κινήτρων για την λειτουργία και αγορά ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να παρέχει άλλων ειδών κίνητρα χωρίς άμεσο οικονομικό όφελος. Τέτοιες πρακτικές μπορεί να παρέχουν διευκολύνσεις στην στάθμευση για ηλεκτρικά οχήματα, όπως έχει εφαρμοστεί στην Χαβάη και την Νεβάδα, ή την δυνατότητα χρήσης ειδικών λωρίδων κυκλοφορίας, όπως γίνεται σε δέκα πολιτείες των ΗΠΑ [21].

Πρακτικές οι οποίες οδηγούν σε βελτίωση της λειτουργικότητας των οχημάτων επίσης θεωρείται πως παρέχουν σχετικό πλεονέκτημα στα ηλεκτρικά οχήματα, αφού καθιστούν με αυτό τον τρόπο πιθανή την αγορά και χρήση των οχημάτων αυτών ακόμα και μετά την λήξη των καθιερωμένων από κυβερνητικούς φορείς κινήτρων. Τέλος, μπορεί να θεωρηθεί πως πρακτικές οι οποίες στοχεύουν στην αύξηση της προβολής της ηλεκτροκίνησης στο κοινό και στην βελτίωση της δημόσιας εικόνας για την ηλεκτροκίνηση παρέχουν και εκείνες σχετικό πλεονέκτημα στην ηλεκτροκίνηση, καθώς παρέχουν σε πιθανούς αγοραστές κοινωνικό κίνητρο για την επιλογή ηλεκτρικού οχήματος.

2.2.2 Διευκόλυνση στην χρήση

Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική κάνει την χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων πιο εύκολη και άνετη.

Κατά την θεωρία της διάχυσης των καινοτομιών του Evett Rogers, δύο σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον ρυθμό εξάπλωσης μίας καινοτομίας είναι η Συμβατότητα (Compatibility), δηλαδή κατά πόσο μία καινοτομία σχετίζεται με τις υπάρχουσες εμπειρίες και ανάγκες των υπαρχόντων χρηστών, και η Περιπλοκότητα (Complexity), δηλαδή ο βαθμός στον οποίο μία καινοτομία είναι δύσκολο να γίνει κατανοητή και να χρησιμοποιηθεί [4]. Το κριτήριο αυτό αναπαριστά κατά πόσον η πρακτική αυτή συμβάλλει στην βελτίωση της Συμβατότητας της ηλεκτροκίνησης, και την μείωση της Περιπλοκότητας της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων.

Σε έρευνα που έγινε σχετικά με τις πρώτες εντυπώσεις οδηγών χωρίς εμπειρία στην χρήση ηλεκτρικών οχημάτων στην Αγγλία, μερικοί οδηγοί ηλεκτρικών οχημάτων ενοχλούνται από τις τους χρονικούς περιορισμούς που επιβάλλει η φόρτιση των οχημάτων, καθώς και με τις απαιτούμενες αλλαγές στην οδική τους συμπεριφορά. Από την άλλη, η ίδια η διαδικασία της φόρτισης θεωρήθηκε

εύκολη, και εξέλαβαν ως προτέρημα την δυνατότητα φόρτισης των οχημάτων από το σπίτι τους. Στην ίδια έρευνα εκφράστηκε επίσης ως ανησυχία από μερικούς η έλλειψη θορύβου μηχανής, αν και άλλοι εξέλαβαν την ησυχία ως προτέρημα. Παρόλα αυτά, άλλοι οδηγοί εξεπλάγησαν ευχάριστα από την ευκολία της φόρτισης των οχημάτων [29].

Η σημασία της άνεσης στην απόφαση των καταναλωτών για αγορά ηλεκτρικών οχημάτων φαίνεται και από έρευνα που έγινε στην Ευρώπη [30], όπου οι συμμετέχοντες περιέλαβαν την άνεση στην οδήγηση κοντινών και μακρινών αποστάσεων ως έναν από τους σημαντικότερους ως παράγοντες για την επιλογή οχήματος.

Πρακτικές οι οποίες ενθαρρύνουν την έρευνα πάνω στην βελτίωση της άνεσης στην οδήγηση και της οδικής ασφάλειας των ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να θεωρηθεί πως έχουν ως στόχο την διευκόλυνση στην χρήση, όπως επίσης και πρακτικές οι οποίες στοχεύουν στην εκπαίδευση του κοινού στην χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Εξαιρετικά σημαντικές είναι και οι πρακτικές οι οποίες επιδοτούν την κατασκευή και λειτουργία των ειδικών εγκαταστάσεων οι οποίες απαιτούνται για την κυκλοφορία ηλεκτρικών οχημάτων, με σημαντικότερες απ' όλες τις εγκαταστάσεις φόρτισης. Πράγματι, μέσα από μελέτες έχει φανεί πως η παρουσία πυκνού δικτύου σταθμών φόρτισης είναι καθοριστικής σημασίας για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης σε μία αγορά, αν και δεν έχει βρεθεί ακόμα ιδανική αναλογία σταθμών φόρτισης προς ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ειδικά σε ό,τι αφορά μελλοντικές προβλέψεις [12,25-26,30-32].

2.2.3 Επιδόσεις Οχημάτων

Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική συμβάλλει στη βελτίωση του σχεδιασμού, των χαρακτηριστικών και της απόδοσης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

Όπως και στις αγορές συμβατικών οχημάτων, οι επιδόσεις των ηλεκτρικών οχημάτων συγκαταλέγονται στους παράγοντες τους οποίους οι χρήστες λαμβάνουν υπ' όψη όταν κρίνουν τα ηλεκτρικά οχήματα, με συγκεκριμένες κατηγορίες χρηστών μάλιστα να δηλώνουν τις επιδόσεις ως τον σημαντικότερο παράγοντα που θα λάβουν υπόψη, ειδικά οι κατηγορίες που θεωρείται πως θα είναι οι πρώτοι αγοραστές [17,20,33].

Οι επιδόσεις των ηλεκτρικών οχημάτων έχουν αποτελέσει στο παρελθόν ένα μεγάλο εμπόδιο στην εξάπλωση της ηλεκτροκίνησης. Τα τελευταία χρόνια, οι αποδόσεις τους έχουν βελτιωθεί αισθητά σε όλους τους τομείς, σε βαθμό που μέσα από έρευνες έχει φανεί πως τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν επιδόσεις ανάλογες (και σε μερικά σημεία ανώτερες) από τα συμβατικά [18]. Παρόλα αυτά, ένα κομμάτι των χρηστών έχει δηλώσει ότι δεν έχει μείνει ικανοποιημένο από τις επιδόσεις, σε βαθμό ανασφάλειας [29].

Η σημασία της παρουσίας καλής ποιότητας ηλεκτρικών οχημάτων φαίνεται και από την ανάλυση της προόδου της ηλεκτροκίνησης στην Νορβηγία, την χώρα με το μεγαλύτερο κατά κεφαλήν ποσοστό χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Παρόλο που τα πολυάριθμα κίνητρα τα οποία έθεσε η κυβέρνηση για την αγορά

και την λειτουργία ηλεκτρικών οχημάτων είχαν καθοριστική σημασία στην επιτυχία της ηλεκτροκίνησης, αυτό έγινε μόνο αφού έγιναν διαθέσιμα στο κοινό ηλεκτρικά οχήματα τελευταίας τεχνολογίας, με ελκυστικό σχεδιασμό και επιδόσεις στους καταναλωτές [28].

Παράδειγμα πρακτικών οι οποίες στοχεύουν στην βελτίωση των επιδόσεων των οχημάτων είναι πρακτικές οι οποίες ενθαρρύνουν την έρευνα και ανάπτυξη νέων και βελτιωμένων συστημάτων για ηλεκτρικά οχήματα. Πρακτικές οι οποίες επιβάλλουν στις εταιρείες την παραγωγή και πώληση περισσότερων οχημάτων μηδενικών εκπομπών, όπως γίνεται στην Καλιφόρνια, στο Κεμπέκ και στην Κίνα [7] επίσης συμβάλλουν στην βελτίωση των επιδόσεων των ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς ενθαρρύνουν τις εταιρείες να αναπτύξουν καλύτερης ποιότητας ηλεκτρικά οχήματα.

Τέλος, πρακτικές οι οποίες παρέχουν οικονομικές επιδοτήσεις στις εταιρείες για την παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων, όπως γίνεται στις ΗΠΑ, στο Ηνωμένο Βασίλειο και στην Κίνα [11] οδηγούν εμμέσως σε καλύτερης ποιότητας οχήματα, καθώς ενθαρρύνουν τις εταιρείες να αναπτύξουν νέα, βελτιωμένα μοντέλα για να εισέλθουν και να παραμείνουν ανταγωνιστικές στην αγορά.

2.2.4 Ενημέρωση

Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική συμβάλλει στην ενημέρωση και την αύξηση της γνώσης του κοινού σχετικά με τα οφέλη και τις δυνατότητες της ηλεκτροκίνησης, καθώς και στην εξοικείωση του κοινού με την ηλεκτροκίνηση.

Παρά τα πολυάριθμα οφέλη της ηλεκτροκίνησης, τις σημαντικές εξελίξεις στην τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων και των ενεργειακών τους συστημάτων και τα κίνητρα τα οποία έχουν καθιερώσει πολλές κυβερνήσεις για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, μεγάλο κομμάτι του αγοραστικού κοινού ακόμα έχει άγνοια για την ηλεκτροκίνηση ή αντιμετωπίζει τα ηλεκτρικά οχήματα με δυσπιστία [29,34-36]. Παρά τα οφέλη της ηλεκτροκίνησης στο περιβάλλον, τα κίνητρα που υιοθετούν κυβερνητικοί φορείς και τις εξελίξεις στην τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων, στο τέλος ο βαθμός διείσδυσης στην αγορά εξαρτάται από τις αντιλήψεις του κοινού. Γι' αυτό, η επαρκής ενημέρωση του κοινού θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την καθιέρωση της ηλεκτροκίνησης.

Ειδική αναφορά αξίζει να γίνει σε ένα φαινόμενο το οποίο έχει παρατηρηθεί με μεγάλη συχνότητα στο κοινό αναφορικά με τα ηλεκτρικά οχήματα, το φαινόμενο της Ανησυχίας για το Βεληνεκές (Range Anxiety). Το φαινόμενο αυτό είναι το αίσθημα ανασφάλειας που έχει παρατηρηθεί σχετικά με το βεληνεκές των ηλεκτρικών οχημάτων. Ένα μεγάλο κομμάτι του κοινού θεωρεί το βεληνεκές το οποίο έχουν τα σημερινά ηλεκτρικά οχήματα ανεπαρκές για τις δυνατότητές τους, και ανησυχεί πως υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να βρεθούν αποκλεισμένοι στην μέση μίας μεγάλης διαδρομής λόγω έλλειψης φόρτισης. Από έρευνες έχει βρεθεί πως οι ερωτηθέντες τείνουν να θεωρούν αποδεκτό βεληνεκές πολύ

μεγαλύτερα από την απόσταση που ο μέσος οδηγός διανύει καθημερινά [19,37-38].

Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται συστηματικά σε έρευνες ως μία από τις σημαντικότερες ανησυχίες για την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων [1,33,38]. Παρόλο που μία έρευνα έχει δείξει πως η ανησυχία αυτή ίσως να μην είναι αβάσιμη [39], το φαινόμενο αυτό αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα εμποδίου στην εξάπλωση της ηλεκτροκίνησης το οποίο επιδεινώνεται από λανθασμένες εντυπώσεις για τις δυνατότητες των ηλεκτρικών οχημάτων.

Παραδείγματα πρακτικών οι οποίες στοχεύουν κυρίως στην καλύτερη ενημέρωση του κοινού είναι η διοργάνωση εκδηλώσεων όπως εκθέσεις και εκδηλώσεις οδήγησης, η κατασκευή ενημερωτικών ιστοσελίδων, και εκστρατείες ενημέρωσης των καταναλωτών, μέσω διαφήμισης ή προβολής σε Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης. Οι διάφορες προσπάθειες αντικατάστασης συμβατικών δημοσίων οχημάτων (όπως λεωφορεία) με ηλεκτρικά συμβάλλουν επίσης στην αύξηση της γνώσης του καταναλωτικού κοινού, καθώς φέρνουν τους καταναλωτές σε επαφή με τα ηλεκτρικά οχήματα, συμβάλλοντας έτσι στην προβολή τους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι προσπάθειες ενημέρωσης του κοινού για την ηλεκτροκίνηση όπως οι προαναφερθέντες είναι αποτελεσματικότερες όταν οργανώνονται στα πλαίσια μεγαλύτερων προγραμμάτων [40], είτε σε συνδυασμό με διάφορων μέτρων και πρακτικών, είτε ως κομμάτια μεγάλου σκέλους εκστρατείας προώθησης.

2.2.5 Περιβαλλοντικά Οφέλη

Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική οδηγεί σε άμεσα περιβαλλοντικά οφέλη, όπως μείωση της εκπομπής καυσαερίων.

Παρόλο που κάθε πρακτική η οποία οδηγεί σε αύξηση του ποσοστού ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά οδηγεί σε έμμεσα περιβαλλοντικά οφέλη μέσω της συμβολής στην υιοθέτηση μίας πιο φιλικής προς το περιβάλλον μορφής μετακίνησης, το κριτήριο αυτό διερευνά την άμεση συμβολή της πρακτικής στην μείωση της ρύπανσης, όχι την έμμεση συμβολή μέσω της αύξησης του ποσοστού ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά.

Οι οδικές συγκοινωνίες ευθύνονται για ένα μεγάλο ποσοστό των εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων στις πόλεις. Συγκεκριμένα, ευθύνονται μεταξύ άλλων για το 95% των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα (CO) [41], 39 έως >50% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου (NO_x) [42-43], για το 25% των σωματιδίων μικρής διαμέτρου (PM) [44], καθώς και για σημαντικό ποσοστό των εκπομπών υδρογονανθράκων (HCs) και διάφορων Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOCs), και Παλαιότερα οι οδικές συγκοινωνίες ευθύνονταν επίσης για το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών διοξειδίου του θείου (SO₂), αλλά τις τελευταίες δεκαετίες έχει σημειωθεί πολύ σημαντική μείωση των εκπομπών από οχήματα, οπότε πλέον συνεισφέρουν πολύ μικρό [41-42]. Επιπλέον, οι συγκοινωνίες συμβάλλουν στην δημιουργία όζοντος (O₃) στις πόλεις καθώς οι

υδρογονάνθρακες και τα οξείδια του αζώτου αντιδρούν υπό την παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας και θερμότητας. Οι ρυπαντές αυτοί ευθύνονται για ποικίλα προβλήματα υγείας, όπως διάφορες παθήσεις του καρδιακού και αναπνευστικού συστήματος, καθώς και διαφόρων τύπων καρκίνου [45-48].

Ακόμα, ο τομέας των μεταφορών ευθύνεται για ένα μεγάλο ποσοστό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου, με τα επιβατικά οχήματα να παράγουν το 59% αυτών των ρύπων από τις συγκοινωνίες. Συγκεκριμένα, οι μεταφορές ευθύνονται για το 29% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις ΗΠΑ, για το 27% των εκπομπών στην Ευρώπη και για το 14% των εκπομπών CO₂ παγκοσμίως [49-51]. Η υπερβολικά μεγάλη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αποτελεί έναν από τους βασικούς υπαίτιους της κλιματικής αλλαγής. Το φαινόμενο αυτό έχει προκαλέσει μεγάλη ανησυχία παγκοσμίως λόγω των πολυάριθμων επιπτώσεων που θα επιφέρει, και έχει οδηγήσει πολυάριθμα κράτη και ενώσεις κρατών να ξεκινήσουν προγράμματα για την αντιμετώπισή του.

Η ανανέωση του ενδιαφέροντος για την ηλεκτροκίνηση προέρχεται σε μεγάλο βαθμό από την ανάγκη για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν πολύ μειωμένες έως και μηδενικές εκπομπές καυσαερίων, ενώ οι αθόρυβοι κινητήρες τους υπόσχονται και σημαντική μείωση της ηχορύπανσης που επίσης ταλαιπωρεί τους κατοίκους μεγαλουπόλεων. Όσον αφορά την επίδραση των περιβαλλοντικών κερδών ως κίνητρο για επιλογή ηλεκτρικού οχήματος, σε μερικές έρευνες τα περιβαλλοντικά οφέλη βρέθηκαν ως ο σημαντικότερος λόγος ενδιαφέροντος για αγορά ηλεκτρικού οχήματος [19] ή τουλάχιστον σημαντικό κίνητρο [28,33], αν και όχι πάντα το πρωταρχικό κίνητρο για την απόφαση αυτή.

Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι η ηλεκτροκίνηση μπορεί να παρέχει σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη μόνο αν ο ηλεκτρισμός με τον οποίο λειτουργούν οι κινητήρες των οχημάτων προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες και υδροηλεκτρισμό [52-53]. Σε διαφορετική περίπτωση, τα συνολικά περιβαλλοντικά οφέλη της ηλεκτροκίνησης είναι κατά πολύ μειωμένα, αφού η ρύπανση από την κίνηση των οχημάτων σε μεγάλο βαθμό απλά μετατίθεται στο κομμάτι της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, για να επιτευχθεί μέσω της ηλεκτροκίνησης ουσιαστική μείωση του περιβαλλοντικού κόστους των μεταφορών, είναι σημαντικό η παραγωγή ενέργειας για την ηλεκτροκίνηση να προέρχεται από πράσινες πηγές ενέργειας.

Παραδείγματα πρακτικών που έχουν ως βασικό στόχο άμεσα περιβαλλοντικά οφέλη αποτελούν πρακτικές όπως η κατασκευή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων οι οποίοι λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πρακτικές οι οποίες αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων τις οποίες παράγουν τα ηλεκτρικά οχήματα σε οποιοδήποτε σημείο του κύκλου ζωής τους, όπως μέσω ερευνητικών προγραμμάτων για αυτό το αντικείμενο, επίσης εντάσσονται στην κατηγορία πρακτικών που στοχεύουν σε άμεσα

περιβαλλοντικά οφέλη. Τέλος, πρακτικές οι οποίες αποσκοπούν στην άμεση αντικατάσταση στόλων δημοσίων οχημάτων με ηλεκτρικά ή στην ενοικίαση διαφόρων τύπων ηλεκτροκίνητων οχημάτων, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα, επίσης επιφέρουν άμεσα περιβαλλοντικά οφέλη, αφού οδηγούν στην αντικατάσταση συμβατικών οχημάτων με ηλεκτρικών.

2.2.6 Ενεργειακά Συστήματα

Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική βοηθάει στην βελτίωση των ενεργειακών συστημάτων των ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και των απαιτήτων εγκαταστάσεων για την χρήση τους.

Η αποτελεσματικότητα των ηλεκτρικών οχημάτων βασίζεται στην ποιότητα των ενεργειακών τους συστημάτων. Ένας από τους βασικότερους λόγους που τα ηλεκτρικά οχήματα είχαν αποτύχει να εισέλθουν στην αγορά στο παρελθόν ήταν το πολύ μικρό τους βεληνεκές, ειδικά για μεγάλα ταξίδια. Παρόλο που το βεληνεκές των σημερινών ηλεκτρικών οχημάτων είναι μεγαλύτερο από την μέση απόσταση που διανύει ένας οδηγός, το βεληνεκές και η έλλειψη σταθμών επαναφόρτισης συνεχίζει να αποτελεί μία σημαντική ανησυχία για επίδοξους αγοραστές ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ έχει φανεί πως η επάρκεια εγκαταστάσεων φόρτισης είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της ηλεκτροκίνησης στην αγορά [11,25-27].

Εκτός από το βεληνεκές των οχημάτων, άλλο ένα στοιχείο των ενεργειακών συστημάτων που απασχολεί μερίδα του αγοραστικού κοινού είναι οι χρόνοι φόρτισης των μπαταριών τους [1,29,38]. Τέλος, η αυξημένη τιμή των ηλεκτρικών οχημάτων φαίνεται από έρευνες πως επίσης αποτελεί επίσης εμπόδιο στην προώθησή τους [17,29,33,54] και ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό στο κόστος των μπαταριών τους [1,55-56]. Από την άλλη, το πολύ μικρότερο κόστος λειτουργίας των οχημάτων αυτών σε βάθος χρόνου αποτελεί σύμφωνα με έρευνες ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα στα μάτια του κοινού [19,30,33]. Για τους λόγους αυτούς, η αποδοτικότητα των ενεργειακών συστημάτων αποτελεί παράγοντα καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία της ηλεκτροκίνησης στην αγορά.

Η πλέον συνηθισμένη κατηγορία πρακτικών οι οποίες αποσκοπούν στην βελτίωση των ενεργειακών συστημάτων των ηλεκτρικών οχημάτων είναι πρακτικές οι οποίες επιχορηγούν την ανάπτυξη επαρκούς δικτύου εγκαταστάσεων απαιτήτων για ηλεκτρικά οχήματα, καθώς και την ένταξη τέτοιων εγκαταστάσεων στον μελλοντικό πολεοδομικό σχεδιασμό. Πρακτικές οι οποίες ενθαρρύνουν ερευνητικό έργο για την ανάπτυξη καλύτερης ποιότητας μπαταρίες ή εγκαταστάσεις φόρτισης επίσης θεωρείται πως έχουν ως βασικό στόχο την βελτίωση των ενεργειακών συστημάτων.

2.3 Μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης για επίλυση προβλημάτων σχετικά με την ηλεκτροκίνηση

Καθώς τα προβλήματα σχετικά με τις ανάγκες της ηλεκτροκίνησης είναι περίπλοκα και διαθέτουν πολλαπλές πτυχές, οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στην ανάλυσή τους. Ως εκ τούτου, τέτοιες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολυάριθμες μελέτες σχετικές με την ηλεκτροκίνηση.

Στον Πίνακα 2 παρακάτω παρατίθενται οι έρευνες που βρέθηκαν από έρευνα στην βιβλιογραφία οι οποίες επιδιώκουν την επίλυση προβλημάτων της ηλεκτροκίνησης, κάνοντας χρήση μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Πίνακας 2: Σύνοψη βιβλιογραφίας σε θέματα πολυκριτηριακής ανάλυσης στην ηλεκτροκίνηση

Συγγραφείς	Περιγραφή	Χρησιμοποιούμενη Μέθοδος
[57]	Έρευνα επάνω στα κριτήρια για την επιλογή βέλτιστης πηγής ενέργειας για την φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων	AHP
[58]	Μεθοδολογία για εύρεση βέλτιστων θέσεων για κατασκευή σταθμών φόρτισης με χρήση GIS και μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης	AHP, Fuzzy AHP, TOPSIS
[59]	Σύγκριση των αποτελεσμάτων των μεθόδων TOPSIS και VIKOR σε πρόβλημα εύρεσης βέλτιστων θέσεων κατασκευής σταθμών φόρτισης	AHP, TOPSIS και VIKOR
[60]	Μεθοδολογία για την εύρεση των βέλτιστων θέσεων για κατασκευή σταθμών φόρτισης βάσει ενός αριθμού επιλεγμένων κριτηρίων, και εφαρμογή στην Άγκυρα	Fuzzy AHP, TOPSIS
[61]	Μεθοδολογία για την εύρεση των βέλτιστων θέσεων για κατασκευή σταθμών φόρτισης βάσει ενός αριθμού επιλεγμένων κριτηρίων, και εφαρμογή στην Σαγκάη	DEMATEL, MULTIMOORA
[62]	Μελέτη εύρεση βέλτιστων θέσεων για κατασκευή σταθμών φόρτισης στο Belo Horizonte της Βραζιλίας με βάσει επιλεγμένα κριτήρια και με χρήση GIS. Μελέτη των σημαντικότερων κριτηρίων περιοχής για τοποθέτηση σταθμών φόρτισης	AHP, WLC
[63]	Πολυκριτηριακή ανάλυση σχετικά με την αξιολόγηση της πρακτικής χρήσης συγκεκριμένων μοντέλων ηλεκτρικών οχημάτων για μεταφορές αγαθών σε πόλεις	PROMETHEE II, Fuzzy TOPSIS
[64]	Μελέτη εύρεση βέλτιστων θέσεων για κατασκευή σταθμών φόρτισης σε μία Πορτογαλική πόλη, με χρήση μίας πολυκριτηριακής μεθόδου βασισμένη στην PROMETHEE-II	Dynamic-PROMETHEE
[65]	Αξιολόγηση θέσεων κατασκευής σταθμών φόρτισης με βάσει 11 κριτήρια	Fuzzy TOPSIS
[66]	Εύρεση βέλτιστων θέσεων κατασκευής σταθμών φόρτισης με χρήση Fuzzy AHP και διαγράμματος Voronoi	Fuzzy AHP, Voronoi Diagram

Οι περισσότερες από τις έρευνες που μελετήθηκαν από την βιβλιογραφία έχουν παρόμοιους στόχους και μεθοδολογία με την εργασία της μελέτης. Δηλαδή, επιδιώκουν την αξιολόγηση εναλλακτικών σχετικά με μία ανάγκη για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης κάνοντας χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης. Το αντικείμενο έρευνάς τους όμως ποικίλλει. Οι περισσότερες από αυτές επιδιώκουν να λύσουν προβλήματα που αφορούν την βέλτιστη τοποθέτηση σταθμών φόρτισης, έναν σημαντικό παράγοντα στην δημιουργία πολεοδομικού σχεδίου φιλικό στην ηλεκτροκίνηση. Μερικές άλλες έχουν ως αντικείμενο την εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων σε στόλους, ή την βέλτιστη πηγή φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα. Το πρόβλημα της ηλεκτροκίνησης έχει πολλά επίπεδα, και φαίνεται πως οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης έχουν πολλές εφαρμογές στην μελέτη του προβλήματος αυτού.

2.4 Συμπεράσματα Βιβλιογραφίας

Από τις μελέτες που εξετάστηκαν αναδείχτηκαν όχι μόνο οι σημαντικότεροι παράγοντες για την επιτυχή προώθηση της ηλεκτροκίνησης (και ως εκ τούτου οι σημαντικότεροι στόχοι μίας Καλής Πρακτικής), αλλά και η σημασία της στήριξης του εγχειρήματος από τους αρμόδιους φορείς για την επιτυχή διείσδυση της ηλεκτροκίνησης στην αγορά.

Ένα βασικό συμπέρασμα το οποίο μπορεί να εξαχθεί από την βιβλιογραφία είναι πως η προώθηση της ηλεκτροκίνησης είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, με πολλές πτυχές και ποικίλους τρόπους προσέγγισης. Από πολυάριθμες έρευνες έχει φανεί όχι μόνο πως διαφορετικές κατηγορίες του αγοραστικού κοινού έχουν διαφορετικές ανάγκες και απαιτήσεις, αλλά και πως η επιτυχία των μέτρων προώθησης ποικίλλει σε διάφορα περιβάλλοντα. Αυτός φαίνεται πως είναι ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους είναι τόσο σημαντικό μέτρα προώθησης της ηλεκτροκίνησης να διενεργούνται συνδυαστικά.

Άλλο ένα συμπέρασμα που προέκυψε από την μελέτη της βιβλιογραφίας είναι πως η υιοθέτηση μέτρων για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης έχει καθοριστική σημασία στην επιτυχή διείσδυση της ηλεκτροκίνησης στις αγορές. Τα μέτρα αυτά, μάλιστα, φαίνεται πως είναι ακόμα πιο αποτελεσματικά όταν υιοθετούνται σε πλαίσιο οργανωμένου πλάνου. Ένας λόγος για τον οποίο έχει τόσο μεγάλη σημασία η στήριξη της προώθησης της ηλεκτροκίνησης μέσω μέτρων και πρακτικών είναι πως στα μάτια σημαντικής μερίδας του κοινού η ηλεκτροκίνηση αποτελεί μία νέα τεχνολογία, για την οποία δεν έχουν πάντα επαρκή ενημέρωση και η οποία έχει σημαντικά μειονεκτήματα. Εκτός από αυτό, είναι γεγονός πως πολλές φορές καινοτομίες αργούν να υιοθετηθούν από την μεγαλύτερη μερίδα του κοινού, για διάφορους λόγους.

Ως εκ τούτου, για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διείσδυση της ηλεκτροκίνησης η λήψη μέτρων προώθησης από τους αρμόδιους φορείς είναι απαραίτητη. Η υιοθέτηση Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης, όπως αυτές οι οποίες θα εξεταστούν, είναι ένας τρόπος με τον οποίο οι φορείς μπορούν να ενθαρρύνουν την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στις αγορές.

Όμως, δεν έχουν αποδειχτεί όλα τα μέτρα εξίσου επιτυχημένα. Κρίνεται, λοιπόν, σημαντικό να βρεθούν τα κριτήρια που καθορίζουν την επιτυχία τέτοιων Καλών Πρακτικών, καθώς και η αξιολόγηση Καλών Πρακτικών με βάση τα οφέλη τους, ώστε οι αρμόδιοι φορείς να μπορούν να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις στον σχεδιασμό προγραμμάτων προώθησης της ηλεκτροκίνησης.

Παρόλο όμως που βρέθηκαν έρευνες οι οποίες αφορούσαν την μελέτη και την αξιολόγηση των μέτρων προώθησης της ηλεκτροκίνησης καθώς και την μελέτη των αρχών σχεδιασμού μέτρων προώθησης της ηλεκτροκίνησης, παρατηρήθηκε έλλειψη ερευνών οι οποίες στόχευαν στον προσδιορισμό των κριτηρίων επιτυχίας Καλών Πρακτικών. Επίσης, παρόλο που η πολυκριτηριακή ανάλυση έχει βρει εφαρμογές σε πολυάριθμες μελέτες σχετικές με την ηλεκτροκίνηση, δεν βρέθηκαν μελέτες οι οποίες αποσκοπούν στην αξιολόγηση Καλών Πρακτικών με χρήση μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η διπλωματική αυτή θα συνεισφέρει στην κάλυψη των κενών αυτών της βιβλιογραφίας.

3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

3.1 Περιγραφή της Διαδικασίας

Για την επίτευξη του στόχου, αρχικά γίνεται προεπιλογή των κριτηρίων που συμβάλλουν στην επιτυχία μίας Καλής Πρακτικής στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης και τον περιορισμό των ρύπων και της κατανάλωσης ενέργειας από τις μεταφορές με βάση την ανάλυση της βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2.

Για τον προσδιορισμό του βάρους κάθε κριτηρίου στην τελική αξιολόγηση της καλής πρακτικής επιλέγεται η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης (ΑΗΡ). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε 20 Καλές Πρακτικές από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες.

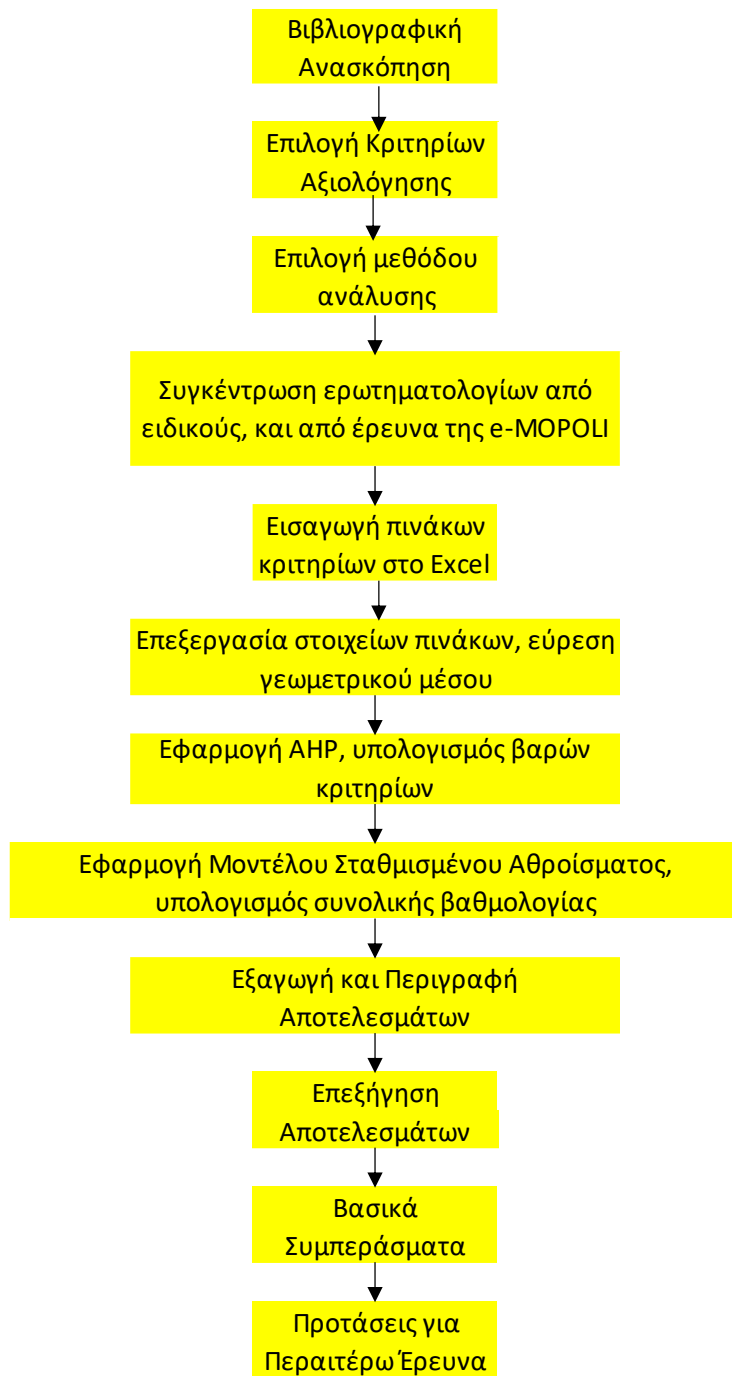
Αφότου επιλέχθηκε η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί, οι πρακτικές προς εξέταση και τα κριτήρια με βάση τα οποία θα εξεταστούν αργότερα οι επιλεγμένες πρακτικές, κατασκευάζονται ερωτηματολόγια, τα οποία συμπεριλαμβάνουν πίνακες με την σχετική σημασία των κριτηρίων τους σε κλίμακα από 1 έως 9. Οι πίνακες αυτοί απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθόδου ΑΗΡ. Τα ερωτηματολόγια αυτά στέλνονται σε ειδικούς σε θέματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, με σκοπό να καθοριστεί η σχετική σημασία των κριτηρίων μέσα από τις απαντήσεις τους.

Παράλληλα, συγκεντρώνονται ερωτηματολόγια από μία άλλη σχετική έρευνα που είχε πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του προγράμματος e-MOPOLI. Τα ερωτηματολόγια αυτά αφορούν την επίδοση Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης στα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην μελέτη. Από τα ερωτηματολόγια αυτά, θα προκύψει η βαθμολογία των Καλών Πρακτικών ως προς την ικανοποίηση των κριτηρίων.

Αφού συγκεντρώθηκαν τα ερωτηματολόγια με τις απαντήσεις των ειδικών, γίνεται εφαρμογή μέσω φόρμας στο Excel της Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης. Από πίνακα ο οποίος προέκυψε από τον γεωμετρικό μέσο των ερωτηματολογίων, υπολογίζονται τόσο τα βάρη των κριτηρίων αξιολόγησης όσο και τα υπόλοιπα απαραίτητα στοιχεία για την σωστή και πλήρη εφαρμογή της μεθόδου.

Έπειτα, γίνεται αξιολόγηση των είκοσι επιλεγμένων πρακτικών με βάση τόσο τα υπολογισμένα βάρη όσο και την βαθμολόγηση από ειδικούς σχετικά με τον βαθμό στον οποίο κάθε Καλή Πρακτική πλήρωσε τα κριτήρια αξιολόγησης. Η αξιολόγηση εκφράζεται σε μορφή βαθμολογίας. Τέλος, πραγματοποιείται σχολιασμός των αποτελεσμάτων με βάση τα στοιχεία της βιβλιογραφίας όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο της Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης.

Στο Σχήμα 1 παρατίθεται ένα διάγραμμα ροής των εργασιών της διπλωματικής εργασίας.



Σχήμα 1: Διάγραμμα Ροής διπλωματικής εργασίας

3.2 Έρευνα με ερωτηματολόγια

Για να εφαρμοστεί η μέθοδος της Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης, είναι αναγκαίο να συγκεντρωθούν στοιχεία για το πώς αντιλαμβάνονται οι ενδιαφερόμενοι ενός προβλήματος την σχετική σημασία των κριτηρίων του προβλήματος που εξετάζεται. Για τον σκοπό αυτό, συγκεντρώθηκαν

ερωτηματολόγια από ειδικούς στο θέμα της ηλεκτροκίνησης. Οι ειδικοί αυτοί προέρχονταν από ποικίλα υπόβαθρα, τόσο από τον ακαδημαϊκό χώρο, όσο κι από εργαζόμενους στον χώρο της ηλεκτροκίνησης. Τα ερωτηματολόγια είχαν την μορφή πίνακα, όπου οι ειδικοί βαθμολόγησαν την σχετική σημασία του κριτηρίου της γραμμής έναντι των κριτηρίων της κάθε στήλης. Η κλίμακα βαθμολογίας ήταν από το 1 έως το 9, και ο πίνακας είχε την εξής μορφή:

Πίνακας 3: Πίνακας Αναλυτικής Ιεράρχησης Δεδομένων από τα ερωτηματολόγια της εργασίας.

Κριτήρια	Environment	Energy System	Awareness	Relative Advantage	Ease Of Use	Vehicle Performance
Environment	1,000					
Energy System		1,000				
Awareness			1,000			
Relative Advantage				1,000		
Ease Of Use					1,000	
Vehicle Performance						1,000

Αφού τα αποτελέσματα συγκεντρώθηκαν, εισήχθησαν σε ένα αρχείο Excel. Έπειτα, στο ίδιο Excel κατασκευάστηκε τόσο ο συγκεντρωτικός πίνακας με βάση τον οποίο πραγματοποιήθηκε η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης Δεδομένων, όσο και οι εξισώσεις από τις οποίες προέκυψαν τα βάρη και τα άλλα ζητούμενα αποτελέσματα. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας.

3.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.3.1 Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων

Οι Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων είναι μία οικογένεια μαθηματικών μεθόδων που αποσκοπούν στην σύγκριση διαφόρων αποφάσεων για την επίλυση ενός προβλήματος, έτσι ώστε να καθοριστεί η βέλτιστη επιλογή. Συνήθως δεν υπάρχει αντικειμενικά βέλτιστη απόφαση σε τέτοιου είδους προβλήματα, ούτε οι μέθοδοι αυτές στοχεύουν την εύρεση αντικειμενικά βέλτιστης απόφασης. Αντ' αυτού, σκοπός των μεθόδων είναι ο καθορισμός της λύσης η οποία ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες και τις επιθυμίες των ενδιαφερόμενων. Αυτό γίνεται μέσω από την αποδόμηση του προβλήματος στις διάφορες πτυχές του (κριτήρια), τον καθορισμό της σημασίας των εκάστοτε κριτηρίων για τους ενδιαφερόμενους και τελικά την βαθμολόγηση των επιλογών με βάση τα ζυγισμένα αυτά κριτήρια.

Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν επίσης αναλύσεις ευαισθησίας ώστε να καθοριστεί η ποιότητα των αποτελεσμάτων, ενώ είναι δυνατό παραπάνω από μία μέθοδο να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά. Σήμερα, έχει προταθεί μεγάλη ποικιλία μεθόδων με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι διάφορες Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον τρόπο με τον οποίο καθορίζονται τα βάρη των

κριτηρίων, ως προς τον τρόπο με τον οποίο βαθμολογούνται οι επιλογές ή ως προς τον τρόπο που γίνεται η ανάλυση ευαισθησίας.

Στην εργασία αυτή, θα χρησιμοποιηθεί η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης (Analytical Hierarchy Process-AHP) για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων, και το Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος (Weighted Sum Model-WSM) για την βαθμολόγηση των Καλών Πρακτικών προς εξέταση.

3.3.2 Η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης

Η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης (Analytical Hierarchy Process-AHP) είναι μία δομημένη μέθοδος οργάνωσης, ανάλυσης και λήψης αποφάσεων, βασισμένη στα μαθηματικά και την ψυχολογία.

Η μέθοδος κατασκευάστηκε από τον Αμερικάνο μαθηματικό Thomas L. Saaty στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Έκτοτε, έχει μελετηθεί εκτενώς από πλήθος ερευνητών. Λόγω της απλότητας και της σαφήνείας της, η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης έχει καθιερωθεί ως μία από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους λήψης αποφάσεων.

Η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης βασίζεται στις σχετικές συγκρίσεις μεταξύ πολλαπλών κριτηρίων τα οποία προσδιορίζουν την κάθε απόφαση. Δεν αποσκοπεί στο να βρεθεί μία και μοναδική «σωστή» απόφαση, αλλά στο να ληφθεί η απόφαση η οποία ανταποκρίνεται καλύτερα στους στόχους και τις επιθυμίες των ενδιαφερομένων.

Η διαδικασία λήψης απόφασης με την βοήθεια της AHP έχει γενικά τα εξής βήματα [67]:

1. Ορισμός του προβλήματος και καθορισμός των εναλλακτικών λύσεων
2. Δόμηση της ιεραρχίας του προβλήματος, με τον στόχο στην κορυφή, μετά τα κριτήρια του στόχου, έπειτα τα υποκριτήρια κάθε κριτηρίου (ειδικότερα κριτήρια από τα οποία εξαρτάται κάθε κριτήριο του στόχου)
3. Σύγκριση του κάθε κριτηρίου και υποκριτηρίου με όλα τα υπόλοιπα κριτήρια και υποκριτήρια του ίδιου επιπέδου της ιεραρχίας. Αυτό γίνεται με την βοήθεια πινάκων, στους οποίους το κριτήριο της κάθε γραμμής βαθμολογείται σε μία κλίμακα από το 1 έως το 9 με βάση την σχετική σημασία του με το κριτήριο της κάθε στήλης
4. Καθορισμός των βαρών του κάθε κριτηρίου και υποκριτηρίου, με βάση τα αποτελέσματα των συγκρίσεων του προηγούμενου βήματος. Ο καθορισμός των βαρών γίνεται για κάθε επίπεδο της ιεράρχησης ξεχωριστά, ξεκινώντας από το ανώτερο επίπεδο και κατεβαίνοντας

Η μέθοδος βασίζεται σε τέσσερις παραδοχές [68]:

1. Όταν δύο κριτήρια συγκρίνονται μεταξύ τους, ισχύει η αρχή της αμοιβαιότητας: αν το κριτήριο A είναι x φορές σημαντικότερο απ' το B, τότε το B είναι $1/x$ φορές σημαντικότερο απ' το A

2. Τα στοιχεία που εξετάζονται είναι ομογενή, δηλαδή όχι υπερβολικά διαφορετικά ως προς τις κοινές τους ιδιότητες με βάσει τις οποίες εξετάζονται
3. Ένα κριτήριο υψηλότερου επιπέδου εξαρτάται από ένα κριτήριο χαμηλότερου επιπέδου. Το αντίστροφο δεν ισχύει
4. Η μέθοδος μπορεί να εκπληρώσει τους στόχους του αναλυτή μόνο αν ο αναλυτής έχει συμπεριλάβει τους στόχους επαρκώς στην ιεραρχία

Βήμα 1^ο: Ορισμός του προβλήματος

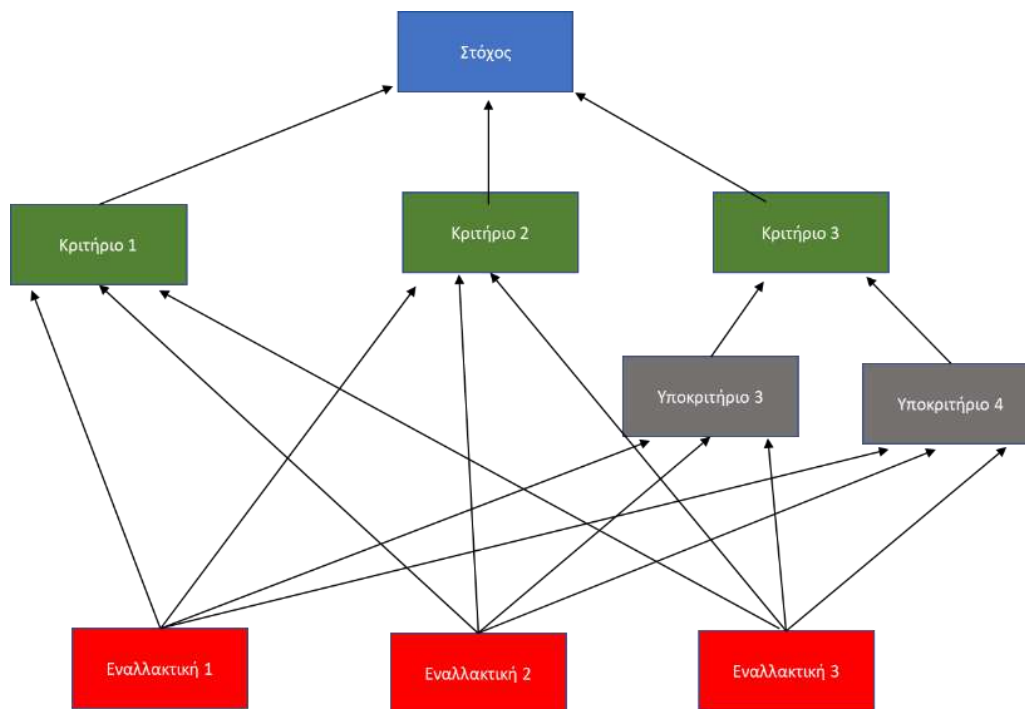
Το βήμα αυτό είναι απλό: Ο αναλυτής ορίζει τον στόχο της μελέτης, καθώς και τις διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις από τις οποίες πρέπει να επιλέξει.

Βήμα 2^ο: Δόμηση της ιεραρχίας του προβλήματος

Στο βήμα αυτό, το πρόβλημα αναλύεται στις επιμέρους πτυχές του. Δηλαδή, σε κριτήρια από τα οποία εξαρτάται η επιτυχημένη επίλυσή του. Αρχικά, επιλέγονται τα γενικότερα κριτήρια του προβλήματος. Έπειτα, μερικά ή όλα τα κριτήρια μπορούν να αναλυθούν σε υποκριτήρια, τα οποία με την σειρά τους καθορίζουν την επιτυχία του κάθε κριτηρίου. Τα υποκριτήρια αυτά μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω, μέχρι ο αναλυτής να μείνει ικανοποιημένος με την ανάλυση του προβλήματος.

Με αυτό τον τρόπο, το πρόβλημα μπορεί να απεικονιστεί με μορφή δένδρου, με τον στόχο της μελέτης στην κορυφή και τα κριτήρια και υποκριτήρια σε κάθε επίπεδο. Οι διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις απεικονίζονται συνήθως στην βάση του δέντρου. Το βήμα αυτό είναι ίσως το σημαντικότερο, καθώς η επάρκεια της ανάλυσης καθορίζει την επιτυχία της μεθόδου.

Το βήμα αυτό είναι ίσως το κρίσιμότερο της ανάλυσης: Αν η ανάλυση του προβλήματος δεν είναι επαρκής, τότε η μέθοδος δεν θα μπορέσει να δώσει ικανοποιητική λύση.



Σχήμα 2: Τυπική δόμηση ενός προβλήματος σε ιεραρχική μορφή

Βήμα 3^ο: Σύγκριση των κριτηρίων

Στο βήμα αυτό, κάθε κριτήριο και υποκριτήριο του μοντέλου συγκρίνεται με τα υπόλοιπα κριτήρια του ίδιου επιπέδου στην ιεραρχία του προβλήματος. Σκοπός αυτής της σύγκρισης είναι να αναδειχθεί η σχετική σημασία των κριτηρίων, μέσα από την υποκειμενική αξιολόγηση των συμμετεχόντων στην μελέτη.

Για τον σκοπό αυτό, κατασκευάζονται και συμπληρώνονται πίνακες, στους οποίους κάθε σειρά και στήλη αντιπροσωπεύει ένα κριτήριο. Στα κελιά του πίνακα ο ενδιαφερόμενος βαθμολογεί το κριτήριο της σειράς σε σχέση με το κριτήριο της στήλης, με βάση την σχετική του σημασία. Η κλίμακα αυτή είναι από το 1 έως το 9 (Πίνακας 4). Αν το κριτήριο της στήλης είναι σημαντικότερο, τότε γίνεται χρήση κλασμάτων.

Πίνακας 4: Κλίμακα βαθμολόγησης της σχετικής σημασίας των κριτηρίων, από το 1 έως το 9.

Σημασία Κριτηρίου	Ορισμός	Επεξήγηση
1	Ίση Σημασία	Τα δύο κριτήρια έχουν την ίδια σημασία
3	Ελαφρά Σημασία	Το ένα κριτήριο είναι ελαφρώς σημαντικότερο από το άλλο
5	Ουσιώδης Σημασία	Το ένα κριτήριο είναι σαφώς σημαντικότερο από το άλλο
7	Πολύ Ουσιώδης Σημασία	Το ένα κριτήριο είναι πολύ σημαντικότερο από το άλλο
9	Ύψιστη Σημασία	Η σημασία του ενός κριτηρίου σχετικά με το άλλο είναι υψίστου μεγέθους
2,4,6,8	Ενδιάμεσες Τιμές	Όταν απαιτείται να εκφραστεί μία ενδιάμεση κατάσταση

Βήμα 4^ο: Καθορισμός των βαρών

Τελευταίο βήμα είναι ο καθορισμός των βαρών του κάθε κριτηρίου και υποκριτηρίου, με βάση την αξιολόγηση της επιμέρους σημασίας των κριτηρίων. Η διαδικασία έχει ως εξής:

Αρχικά, υπολογίζεται ο γεωμετρικός μέσος $\bar{\omega}_i$ κάθε σειράς i του πίνακα με τον τύπο:

$$\bar{\omega}_i = \sqrt[n]{X_{i1} * X_{i2} * X_{i3} * \dots * X_{in}} \quad (1)$$

Όπου n το πλήθος των κριτηρίων που επιλέχθηκαν

Το βάρος του κάθε κριτηρίου W_i υπολογίζεται ως ο λόγος του γεωμετρικού μέσου της κάθε σειράς του πίνακα η οποία αντιστοιχεί σε κάθε κριτήριο προς το άθροισμα των γεωμετρικών μέσων των σειρών του πίνακα:

$$W_i = \frac{\bar{\omega}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{\omega}_i} \quad (2)$$

Όπου n ο αριθμός των κριτηρίων που επιλέχθηκαν. Τα βάρη των κριτηρίων θα πρέπει αθροιστικά να είναι ίσα με ένα. Από αυτή την διαδικασία, προκύπτει το διάνυσμα των βαρών.

Έπειτα, γίνεται έλεγχος συνέπειας της ανάλυσης: Αρχικά, υπολογίζεται το διάνυσμα συνέπειας (Consistency Vector-CV) της μεθόδου πολλαπλασιάζοντας τον πίνακα με το διάνυσμα βαρών, και έπειτα διαιρώντας την σειρά κάθε κριτηρίου με το αντίστοιχο βάρος:

$$\begin{aligned} CV_1 &= \frac{X_{11} * W_{11} + X_{12} * W_{21} + X_{13} * W_{31} + \dots + X_{1n} * W_{n1}}{W_{11}} \\ CV_2 &= \frac{X_{21} * W_{11} + X_{22} * W_{21} + X_{23} * W_{31} + \dots + X_{2n} * W_{n1}}{W_{21}} \\ CV_3 &= \frac{X_{31} * W_{11} + X_{32} * W_{21} + X_{33} * W_{31} + \dots + X_{3n} * W_{n1}}{W_{31}} \\ &\dots \\ CV_n &= \frac{X_{n1} * W_{11} + X_{n2} * W_{21} + X_{n3} * W_{31} + \dots + X_{nn} * W_{n1}}{W_{n1}} \end{aligned} \quad (3)$$

Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός του μέσου όρου λ_{max} των σειρών του διανύσματος:

$$\lambda_{max} = \frac{CV_1 + CV_2 + CV_3 + \dots + CV_n}{n} \quad (4)$$

Στην συνέχεια, υπολογίζεται ο Δείκτης Συνέπειας (Consistency Index-CI) από τον τύπο

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Τέλος, έχοντας υπολογίσει τον Δείκτη Συνέπειας, υπολογίζεται ο Λόγος Συνέπειας (Consistency Ration -Cr) από τον τύπο

$$Cr = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

Όπου RI είναι ένας δείκτης ο οποίος παίρνει τιμές ανάλογα με τον αριθμό των κριτηρίων ως εξής:

Πίνακας 5: Ο δείκτης RI ανάλογα με τον αριθμό των επιλεγμένων κριτηρίων

Κριτήρια	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Για να θεωρηθεί αποδεκτή η ανάλυση πρέπει η τιμή του Λόγου Συνέπειας Cr να είναι μικρότερη από 0,1

3.3.3 Αξιολόγηση πρακτικών: Το Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος

Αφού βρεθούν τα βάρη των κριτηρίων αξιολόγησης, επόμενο βήμα είναι η αξιολόγηση είκοσι επιλεγμένων πρακτικών σχετικά με τον αντίκτυπο που είχαν στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης και τον περιορισμό των ρύπων και της κατανάλωσης ενέργειας από τις μετακινήσεις, με βάση τα έξι κριτήρια αξιολόγησης που σταθμίστηκαν με χρήση της AHP. Η βαθμολόγηση αυτή θα γίνει με χρήση του Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος.

Το Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος (Weighted Sum Method-WSM) είναι η πιο γνωστή και η πιο απλή μέθοδος βαθμολόγησης των διαφόρων επιλογών σε μία πολυκριτηριακή ανάλυση απόφασης. Αποτελείται από το άθροισμα των δεδομένων του προβλήματος, με κάθε δεδομένο να είναι πολλαπλασιασμένο με ένα βάρος. Τα βάρη προκύπτουν είτε από εφαρμογή μίας μεθόδου καθορισμού των βαρών όπως η AHP (όπως έγινε εδώ), είτε αποφασίζονται από τους ενδιαφερόμενους επιτόπου. Η απόφαση για την οποία θα προκύψει το μεγαλύτερο άθροισμα θεωρείται η ευνοϊκότερη.

Στο συγκεκριμένο πρόβλημα, οι εξεταζόμενες επιλογές είναι οι Καλές Πρακτικές που αξιολογούνται. Τα δεδομένα των έξι κριτηρίων είναι οι βαθμολογίες των Καλών Πρακτικών όσον αφορά την επίδοση της κάθε πρακτικής στα επιμέρους κριτήρια, όπως προέκυψαν από ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν στα πλαίσια έρευνας της e-MOPOLI. Τα βάρη του κάθε κριτηρίου προέκυψαν από την εφαρμογή της AHP στο προηγούμενο στάδιο.

Ο τύπος, λοιπόν είναι ο εξής:

$$Bo\lambda = B1 * W1 + B2 * W2 + B3 * W3 + B4 * W4 + B5 * W5 + B6 * W6 \quad (7)$$

Η βαθμολογία των κριτηρίων καθώς και η τελική βαθμολογία των πρακτικών θα πάρει τιμές από το 0 έως το 5.

Πρέπει να σημειωθεί πως για να εφαρμοστεί σωστά η μέθοδος πρέπει όταν υπάρχουν δεδομένα τα οποία εκφράζονται με διαφορετικές μονάδες, να προηγείται κανονικοποίηση των δεδομένων. Επίσης, αν τυχόν κάποια δεδομένα δεν έχουν εκφραστεί σε νούμερα, πρέπει να προηγηθεί της κανονικοποίησης η μετατροπή των δεδομένων αυτών σε αριθμητικά μετρήσιμη κλίμακα. Εφόσον στο συγκεκριμένο πρόβλημα όλα τα δεδομένα εκφράζονται ως βαθμολογία από 0 έως 5, δεν χρειάστηκαν κανονικοποίησης.

3.3.4 Λοιπές Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Παρουσιάζονται μερικές ακόμα διαδεδομένες μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης που έχουν χρησιμοποιηθεί ανά καιρούς σε μελέτες σχετικές με την ηλεκτροκίνηση, με σκοπό την σύγκρισή τους με τις επιλεγμένες μεθόδους της έρευνας:

Ασαφής AHP (Fuzzy AHP)

Η μέθοδος της Ασαφούς AHP (Fuzzy AHP) είναι μία παραλλαγή της μεθόδου AHP η οποία κάνει χρήση Ασαφούς Λογικής (Fuzzy Logic) στην εφαρμογή της. Δηλαδή, χρησιμοποιεί ασαφή σύνολα (fuzzy set) αντί για απόλυτους αριθμούς, τους οποίους χρησιμοποιεί η απλή μέθοδος AHP. Στόχος είναι με αυτόν τον τρόπο να μπορεί να γίνει καλύτερη διαχείριση ασαφών, υποκειμενικών και ανακριβών δεδομένων, καθώς λαμβάνεται υπ' όψη η αβεβαιότητα.

Η εφαρμογή της μεθόδου της Ασαφούς AHP είναι όμοια με την κανονική AHP με μερικές διαφορές. Τα στάδια του ορισμού του προβλήματος και της δόμησης του προβλήματος σε ιεραρχική μορφή είναι πανομοιότυπα με την κλασσική AHP. Επίσης όπως και στην κλασσική AHP, απαιτείται συμπλήρωση πίνακα από τους ενδιαφερόμενους με βάση την σχετική σημασία των διαφόρων κριτηρίων χρησιμοποιώντας μία κλίμακα. Αντίθετα, όμως, με την κανονική AHP, οι πίνακες αυτοί συμπληρώνονται με τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς, αντί για απόλυτους.

Πίνακας 6: Παράδειγμα πίνακα βαθμολόγησης σχετικής σημασίας για Ασαφή AHP:

Σημασία Κριτηρίου	Ορισμός
(1,1,1)	Ίση Σημασία
(2,3,4)	Ελαφρά Σημασία
(4,5,6)	Ουσιώδης Σημασία
(6,7,8)	Πολύ Ουσιώδης Σημασία
(9,9,9)	Ύψιστη Σημασία
(1,2,3)(3,4,5)(5,6,7) (7,8,9)	Ενδιάμεσες Τιμές

Αφού ο πίνακας με την σχετική σημασία των κριτηρίων συμπληρωθεί, υπολογίζονται έπειτα τα βάρη με τον ίδιο τρόπο που υπολογίζονται στην

κανονική AHP, ακολουθώντας φυσικά τους κανόνες για πράξεις μεταξύ ασαφών αριθμών. Τα βάρη τα οποία θα υπολογιστούν είναι επίσης ασαφείς αριθμοί.

Τελευταίο βήμα είναι η αποασαφοποίηση (defuzzification) των υπολογισμένων βαρών, δηλαδή η μετατροπή τους από ασαφή αριθμό σε απόλυτο αριθμό. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αποασαφοποίησης. Η πιο απλή είναι ο υπολογισμός του μέσου όρου των άκρων και του μέσου του ασαφούς αριθμού. Ελέγχεται αν το άθροισμα των αποασαφοποιημένων βαρών είναι ίσο με 1. Αν δεν είναι, τότε το κάθε βάρος διαιρείται με το άθροισμα και χρησιμοποιούνται τα νέα βάρη.

Το πλεονέκτημα που έχει η Ασαφής σε σχέση με την κανονική AHP είναι πως επιτρέπει την χρήση ανακριβών δεδομένων. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν κάποια δεδομένα εκφράζονται με ασαφή τρόπο (π.χ. αν χρησιμοποιούταν το ύψος ως δεδομένο, «ψηλός, κοντός, μεσαίος»). Το μειονέκτημα που έχει είναι η επιπλέον περιπλοκότητά της. Στην συγκεκριμένη εργασία, παρόλο που η μέθοδος είναι δόκιμη, δεν έχει πολλά να προσφέρει, καθώς κανένα από τα δεδομένα της δεν εκφράζεται με ασαφή τρόπο.

PROMETEE I & II

Η PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations) είναι μία μέθοδος κατάταξης επιλογών μίας απόφασης βασισμένη στα μαθηματικά και την ψυχολογία, με βάση τις επιλογές και τις ανάγκες των ενδιαφερόμενων. Προτάθηκε αρχικά στις αρχές της δεκαετίας του '80, και από τότε έχει μελετηθεί και χρησιμοποιηθεί από πλήθος ερευνητών. Η μέθοδος αυτή χωρίζεται σε διάφορες υπο-μεθόδους, με τις πλέον συνηθισμένες να είναι η PROMETHEE I, στην οποία πραγματοποιείται μερική κατάταξη, και την PROMETHEE II, στην οποία πραγματοποιείται πλήρης κατάταξη.

Πρώτο βήμα της μεθόδου είναι η συγκέντρωση των στοιχείων των επιλογών και των κριτηρίων αξιολόγησης σε πίνακα αξιολόγησης, όπως στην AHP. Στην μέθοδο αυτή τα βάρη είτε επιλέγονται από τον μελετητή, είτε υπολογίζονται με χρήση κάποιας μεθόδου (όπως της AHP). Έπειτα, υπολογίζεται η διαφορά των τιμών κάθε κριτηρίου για όλα τα πιθανά ζευγάρια επιλογών. Προκύπτει έτσι ένας πίνακας με τις διαφορές των τιμών κάθε κριτηρίου για κάθε ζεύγος επιλογών.

Επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός της συνάρτησης προτίμησης. Υπάρχουν διάφορα είδη συναρτήσεων προτίμησης. Η πιο συνηθισμένη συνάρτηση προτίμησης είναι η εξής:

$$P_j(dj) = 0 \text{ αν } dj \leq 0 \quad (8)$$

$$\text{Ή } P_j(dj) = 1 \text{ αν } dj > 0 \quad (9)$$

Όπου dj η διαφορά των τιμών κάθε κριτηρίου j μεταξύ δύο επιλογών, όπως υπολογίστηκε στο προηγούμενο βήμα.

Υπολογίζεται έπειτα ο πολυκριτηριακός δείκτης προτίμησης, δηλαδή για κάθε ζεύγος επιλογών α, β υπολογίζεται η τιμή:

$$\pi(\alpha, \beta) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(\alpha, \beta) \quad (10)$$

Όπου n το πλήθος των κριτηρίων, w_j το βάρος του κάθε κριτηρίου, $P_j(\alpha, \beta)$ η τιμή της συνάρτησης προτίμησης για κάθε κριτήριο για το ζεύγος α, β

Τέλος, υπολογίζονται οι ροές υπεροχής κάθε επιλογής:

$$\text{Θετικές Ροές} \quad \varphi^+(\alpha) = \frac{\sum_{x \in \alpha} \pi(\alpha, x)}{n-1} \quad (11)$$

$$\text{Αρνητικές Ροές} \quad \varphi^-(\alpha) = \frac{\sum_{x \in \alpha} \pi(x, \alpha)}{n-1} \quad (12)$$

$$\text{Καθαρές Ροές} \quad \varphi(\alpha) = \varphi^+(\alpha) - \varphi^-(\alpha) \quad (13)$$

Η κατάταξη στην PROMETHEE I γίνεται μερικώς:

- Πλήρης κατάταξη (Z1) κατά τις θετικές ροές (όσο μεγαλύτερες είναι, τόσο υψηλότερα)
- Πλήρης κατάταξη (Z2) κατά τις αρνητικές ροές (όσο μικρότερες είναι, τόσο υψηλότερα)

Στην PROMETHEE II γίνεται πλήρης κατάταξη ως προς τις καθαρές ροές (όσο μεγαλύτερες είναι, τόσο υψηλότερα)

Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται από ομάδες ατόμων για την επίλυση περίπλοκων προβλημάτων. Είναι επίσης ιδιαίτερα αποτελεσματική στην χρήση κριτηρίων τα οποία είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Τα μειονεκτήματα που έχει είναι τόσο η αυξημένη περιπλοκότητα, όσο και η έλλειψη μεθόδου για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων.

TOPSIS

Η TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) είναι μία τεχνική πολυκριτηριακής ανάλυσης η οποία βασίζεται στην υπόθεση πως η βέλτιστη επιλογή θα πρέπει να έχει την ελάχιστη δυνατή απόσταση από την Θετική Ιδανική Επίλυση, και την μέγιστη δυνατή απόσταση από την Αρνητική Ιδανική Επίλυση. Προτάθηκε το 1981 από τον Ching-Lai Hwang και τον Yoon.

Πρώτο βήμα της μεθόδου είναι η συγκέντρωση των στοιχείων των επιλογών και των κριτηρίων αξιολόγησης σε πίνακα αξιολόγησης. Κάθε σειρά του πίνακα αντιστοιχεί στα χαρακτηριστικά μίας επιλογής, κάθε στήλη σε ένα κριτήριο αξιολόγησης. Στην μέθοδο αυτή τα βάρη είτε επιλέγονται από τον μελετητή, είτε υπολογίζονται με χρήση κάποιας μεθόδου (όπως της AHP). Έπειτα, γίνεται κανονικοποίηση του πίνακα αξιολόγησης με χρήση του τύπου:

$$rij = \frac{xij}{\sqrt{\sum_{k=1}^m xkj^2}}, \quad i=1,2, \dots, n \quad j=1,2,\dots,m \quad (14)$$

Όπου m ο αριθμός των κριτηρίων, n ο αριθμός των επιλογών

Έπειτα, υπολογίζεται ο σταθμισμένος, κανονικοποιημένος πίνακας αξιολόγησης, όπου οι τιμές των κελιών του υπολογίζονται από τον τύπο:

$$tij = rij * wj, \quad i=1,2, \dots, n \quad j=1,2,\dots,m \quad (15)$$

,όπου wj το βάρος του κάθε κριτηρίου του κελιού

Επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός της Θετικής Ιδανικής Επίλυσης (Ab) και της Αρνητικής Ιδανικής Επίλυσης (Aw) για κάθε κριτήριο. Για ωφέλιμα κριτήρια, η Θετική Ιδανική Επίλυση είναι η μέγιστη τιμή του κριτηρίου στον σταθμισμένο, κανονικοποιημένο πίνακα και η Αρνητική Ιδανική Επίλυση είναι η ελάχιστη τιμή του κριτηρίου στον σταθμισμένο, κανονικοποιημένο πίνακα. Για μη ωφέλιμα κριτήρια, ισχύει το ανάποδο.

Ύστερα, υπολογίζονται οι ευκλείδειες αποστάσεις των επιλογών από τις τιμές της Θετικής Ιδανικής Επίλυσης (dib) και της Αρνητικής Ιδανικής Επίλυσης (diw) ως εξής:

$$dib = \sqrt{\sum_{j=1}^n (tij - tbj)^2} \quad (16)$$

$$diw = \sqrt{\sum_{j=1}^n (tij - twj)^2} \quad (17)$$

όπου tbj η τιμή της Θετικής Ιδανικής Επίλυσης για κάθε κριτήριο, twj η τιμή της Αρνητικής Ιδανικής Επίλυσης για κάθε κριτήριο.

Τέλος, υπολογίζεται η ομοιότητα ως προς την χειρότερη επίλυση για κάθε επιλογή:

$$siw = \frac{diw}{dib+diw} \quad (18)$$

Οι επιλογές βαθμολογούνται με βάσει την ομοιότητά τους ως προς την χειρότερη επίλυση. Η μέθοδος αυτή είναι εύκολη στην εφαρμογή της, και το γεγονός πως η μέθοδος συχνά οδηγεί σε ρεαλιστικότερη απεικόνιση προβλημάτων από άλλες μεθόδους ανάλυσης, καθώς προβλέπει την αντιστάθμιση καλών και κακών βαθμολογιών κριτηρίων στις επιλογές που εξετάζονται. Μειονεκτήματά της είναι η υψηλή της υποκειμενικότητα, και το γεγονός πως δεν προβλέπει τρόπο υπολογισμού των βαρών των κριτηρίων.

4.ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Εφαρμογή Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης

Το πρώτο στάδιο της ανάλυσης είναι η εύρεση των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης των πρακτικών, μέσω εφαρμογής της ΑΗΡ.

4.1.1 Ανάπτυξη Μοντέλου

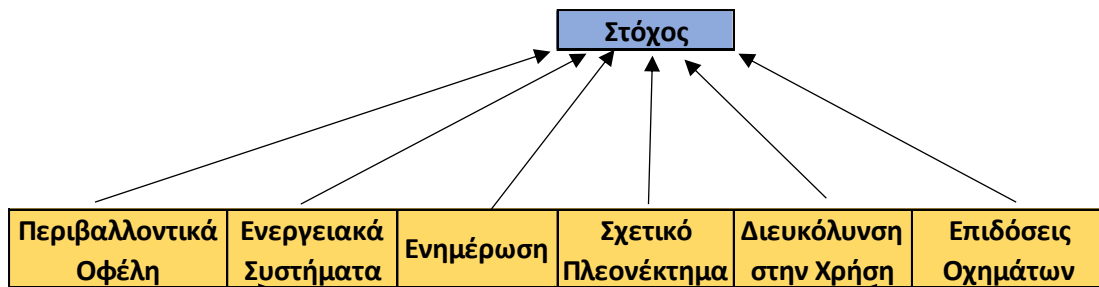
Το πρώτο βήμα στην ΑΗΡ είναι να οριστεί το πρόβλημα. Στην παρούσα έρευνα, το πρόβλημα για το οποίο γίνεται η ανάλυση είναι η εύρεση της σχετικής σημασίας των κριτηρίων με βάση τα οποία μπορεί να κριθεί η αποτελεσματικότητα μίας καλής πρακτικής για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης και την συνεισφορά της στην μείωση των εκπομπών ρύπων και της κατανάλωσης ενέργειας από μετακινήσεις.

4.1.2 Δόμηση της ιεραρχίας του προβλήματος

Για την ανάλυση αυτή θα χρησιμοποιηθούν τα εξής κριτήρια:

1. **Σχετικό Πλεονέκτημα:** Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική δίνει σαφές πλεονέκτημα στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα σε σχέση με τα συμβατικά.
2. **Διευκόλυνση στην Χρήση:** Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική κάνει την χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων πιο εύκολη και άνετη.
3. **Επιδόσεις Οχημάτων:** Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική συμβάλλει στη βελτίωση του σχεδιασμού, των χαρακτηριστικών και της απόδοσης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων.
4. **Ενημέρωση:** Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική συμβάλλει στην ενημέρωση και την αύξηση της γνώσης του κοινού σχετικά με τα οφέλη και τις δυνατότητες της ηλεκτροκίνησης, καθώς και στην εξοικείωση του κοινού με την ηλεκτροκίνηση.
5. **Περιβαλλοντικά Οφέλη:** Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική οδηγεί σε άμεσα περιβαλλοντικά οφέλη, όπως μείωση της εκπομπής καυσαερίων.
6. **Ενεργειακά Συστήματα:** Ο βαθμός στον οποίο η πρακτική βοηθάει στην βελτίωση των ενεργειακών συστημάτων των ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και των απαραίτητων εγκαταστάσεων για την χρήση τους.

Δεν θα γίνει χρήση υποκριτηρίων. Το πρόβλημα, λοιπόν, σε μορφή δέντρου έχει την εξής μορφή του Σχήματος 3.



Σχήμα 3: Το εξεταζόμενο πρόβλημα της εργασίας σε μορφή δέντρου

4.1.3 Σύγκριση των κριτηρίων

Έχοντας επιλέξει τα έξι αυτά κριτήρια, κατασκευάστηκε ένα πινακάκι για τον σκοπό της σύγκρισης των κριτηρίων. Έπειτα, ζητήθηκε από ειδικούς στην ηλεκτροκίνηση να αξιολογήσουν τα κριτήρια αυτά ως προς την σχετική τους σημασία σε μία κλίμακα απ' το 1 έως το 9, όπου η κλίμακα αντιπροσωπεύει την σχετική σημασία του κριτηρίου της σειράς έναντι του κριτηρίου της στήλης. Συγκεντρώθηκαν συνολικά δεκαέξι ερωτηματολόγια.

Ύστερα απ' αυτό, κατασκευάστηκε ένας νέος πίνακας, ο οποίος προέκυψε από τον γεωμετρικό μέσο των στοιχείων του πίνακα, όπως προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια (Πίνακας 7) που θα χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων.

Πίνακας 7: Πίνακας για χρήση στην AHP με τον γεωμετρικό μέσο των απαντήσεων των ειδικών.

Κριτήρια	Περιβαλλοντικά Οφέλη	Ενεργειακά Συστήματα	Ενημέρωση	Σχετικό Πλεονέκτημα	Διευκόλυνση στην Χρήση	Επιδόσεις Οχημάτων
Περιβαλλοντικά Οφέλη	1,000	1,802	4,675	5,317	6,273	5,216
Ενεργειακά Συστήματα	0,555	1,000	3,708	3,508	3,461	3,422
Ενημέρωση	0,214	0,270	1,000	1,263	1,054	1,440
Σχετικό Πλεονέκτημα	0,188	0,285	0,792	1,000	1,515	1,203
Διευκόλυνση στην Χρήση	0,159	0,289	0,948	0,660	1,000	1,399
Επιδόσεις Οχημάτων	0,192	0,292	0,695	0,831	0,715	1,000

4.1.4 Καθορισμός των βαρών

Το τελευταίο κομμάτι της μεθόδου είναι η εύρεση των βαρών του κάθε κριτηρίου, με χρήση των μαθηματικών εργαλείων της μεθόδου.

Αρχικά, για κάθε σειρά i του πίνακα υπολογίζεται ο γεωμετρικός της μέσος με τον τύπο

$$\bar{\omega}_i = \sqrt[6]{X_{i1} * X_{i2} * X_{i3} * X_{i4} * X_{i5} * X_{i6}}$$

Προκύπτει έτσι ο πίνακας των γεωμετρικών μέσων (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Πίνακας Γεωμετρικών Μέσων Κριτηρίων Αξιολόγησης

Κριτήρια	Γεωμετρικός Μέσος
Περιβαλλοντικά Οφέλη	3,370
Ενεργειακά Συστήματα	2,099
Ενημέρωση	0,693
Σχετικό Πλεονέκτημα	0,653
Διευκόλυνση στην Χρήση	0,586
Επιδόσεις Οχημάτων	0,534

Έχοντας υπολογίσει τους γεωμετρικούς μέσους των σειρών, υπολογίζονται πλέον τα βάρη των κριτηρίων. Ο υπολογισμός γίνεται με χρήση του τύπου

$$W_i = \frac{\bar{\omega}_i}{\sum_{i=1}^6 \bar{\omega}_i}$$

δηλαδή υπολογίζονται ως ο λόγος του γεωμετρικού μέσου της σειράς που αντιστοιχεί σε κάθε κριτήριο προς το άθροισμα των γεωμετρικών μέσων όλων των σειρών.

Υπολογίζεται έτσι ο πίνακας των βαρών των κριτηρίων:

Πίνακας 9: Πίνακας βαρών κριτηρίων αξιολόγησης

Κριτήρια	Συντελεστής Βάρους
Περιβαλλοντικά Οφέλη	0,425
Ενεργειακά Συστήματα	0,265
Ενημέρωση	0,087
Σχετικό Πλεονέκτημα	0,082
Διευκόλυνση στην Χρήση	0,074
Επιδόσεις Οχημάτων	0,067

Αν έχει γίνει σωστά η διαδικασία, τα βάρη των κριτηρίων θα πρέπει να αθροίζονται σε μονάδα. Πράγματι, τα συγκεκριμένα βάρη έχουν άθροισμα ίσο με 1, οπότε δεν έχει γίνει αριθμητικό λάθος στον υπολογισμό των βαρών

Έχοντας πλέον υπολογίσει τα βάρη, επόμενο κομμάτι της διαδικασίας είναι ο έλεγχος συνέπειας της ανάλυσης. Πρώτα υπολογίζεται το διάνυσμα συνέπειας (Consistency Vector) της μεθόδου. Ο πίνακας πολλαπλασιάζεται με το διάνυσμα βαρών, κι έπειτα η κάθε σειρά διαιρείται με το βάρος του κριτηρίου της:

$$CV1 = \frac{X_{11} \cdot W_{11} + X_{12} \cdot W_{21} + X_{13} \cdot W_{31} + \dots + X_{16} \cdot W_{61}}{W_{11}}$$

$$CV2 = \frac{X_{21} \cdot W_{11} + X_{22} \cdot W_{21} + X_{23} \cdot W_{31} + \dots + X_{26} \cdot W_{61}}{W_{21}}$$

$$CV3 = \frac{X31*W11+X32*W21+X33*W31+\dots+X36*W61}{W31}$$

....

$$CV6 = \frac{Xn1*W11+Xn2*W21+Xn3*W31+\dots+X66*W61}{Wn61}$$

Προκύπτει λοιπόν ο εξής πίνακας, το διάνυσμα συνέπειας της μεθόδου:

Πίνακας 10: Διάνυσμα συνέπειας Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης

Κριτήρια	Διάνυσμα Συνέπειας
Περιβαλλοντικά Οφέλη	6,029
Ενεργειακά Συστήματα	6,042
Ενημέρωση	6,048
Σχετικό Πλεονέκτημα	6,071
Διευκόλυνση στην Χρήση	6,086
Επιδόσεις Οχημάτων	6,062

Ύστερα, υπολογίζεται ο μέσος όρος των σειρών του διανύσματος συνέπειας:

$$\lambda_{max} = \frac{CV1+CV2+CV3+CV4+CV5+CV6}{6}$$

δηλαδή $\lambda_{max}=6,056$

Έπειτα, υπολογίζεται ο Δείκτης Συνέπειας (Consistency Index):

$$CI = \frac{\lambda_{max}-6}{6-1}$$

δηλαδή $CI=0,011$

Τελευταίο βήμα είναι ο υπολογισμός του Λόγου Συνέπειας (Consistency Ratio), ως ο λόγος του Δείκτη Συνέπειας ως προς τον δείκτη RI. Η τιμή του δείκτη αυτού εξαρτάται από τον αριθμό των επιλεγμένων κριτηρίων. Για έξι κριτήρια, ο δείκτης παίρνει τιμή $RI=1,24$

Άρα ο λόγος έχει τιμή $Cr = \frac{0,011}{1,24}$, δηλαδή $Cr=0,009$

Για να είναι αποδεκτή η ανάλυση πρέπει ο Λόγος Συνέπειας να είναι μικρότερος από 0,1. Στην προκειμένη ανάλυση αυτό όντων ισχύει, οπότε η ανάλυση θεωρείται αποδεκτή.

4.2 Αξιολόγηση επιλεγμένων πρακτικών

4.2.1 Επιλογή καλών πρακτικών

Στην συνέχεια, επιλέχθηκαν είκοσι καλές πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης από διάφορες χώρες της Ευρώπης, για εξέταση και αξιολόγηση με βάσει τα έξι σταθμισμένα κριτήρια.

Περιφερειακός νόμος για την μείωση του κόστους ηλεκτροκίνησης (Μπρέσια, Ιταλία)

Τον Ιούλιο του 2003 ψηφίστηκε περιφερειακός νόμος, σύμφωνα με τον οποίο οι ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων απαλλάσσονται μόνιμα από τα τέλη κυκλοφορίας των ηλεκτρικών οχημάτων τους. Ξεκινώντας από το 2019, ο ίδιος νόμος προβλέπει μείωση για πέντε χρόνια κατά 50% στα τέλη κυκλοφορίας των υβριδικών οχημάτων τα οποία καταχωρήθηκαν το 2019. Σκοπός του νόμου αυτού ήταν η θέσπιση κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων. Ο νόμος αυτός είναι ακόμα σε ισχύ, και μάλιστα φαίνεται πως έχει επιφέρει επιθυμητά αποτελέσματα, με τον αριθμό των νέων καταχωρημένων ηλεκτρικών οχημάτων να αυξάνεται (Sourcebook of Good Practices). Παρόλα αυτά, το υψηλό κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων συνεχίζει να περιορίζει την διείσδυση της ηλεκτροκίνησης στην τοπική αγορά.

Θέσπιση κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων (Νορβηγία)

Η Νορβηγική κυβέρνηση, με στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερο προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην αγορά της χώρας της, έχει θεσπίσει έναν μεγάλο αριθμό κινήτρων, τόσο σε περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο (εξαίρεση από διόδια, ελεύθερη φόρτιση και στάθμευση, δυνατότητα χρήσης επιπλέον λωρίδων κυκλοφορίας) όσο και σε κρατικό επίπεδο (ελαφρύνσεις σε τέλη κυκλοφορίας, απαλλαγές από συγκεκριμένα εφάπαξ τέλη και από Φόρο Προστιθέμενης Αξίας για ηλεκτρικά οχήματα). Τα κίνητρα αυτά έχουν θεσπιστεί στα πλαίσια ενός φιλόδοξου σχεδίου, το οποίο προβλέπει μέχρι το 2025 όλες οι πωλήσεις επιβατικών οχημάτων και μικρών φορτηγών να είναι ηλεκτρικών οχημάτων, και μέχρι το 2030 οι συνολικές εκπομπές CO₂ να έχουν μειωθεί κατά 50-55%

Παρόλο που κάποια από αυτά τα μέτρα έχουν τροποποιηθεί σήμερα (για παράδειγμα, τα ηλεκτρικά οχήματα δεν επιτρέπεται πλέον να εισέλθουν σε γραμμές λεωφορείων, καθώς προκλήθηκαν προβλήματα συνωστισμού), τα κίνητρα αυτά είναι σε ισχύ μέχρι και σήμερα.

Ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία του πρώτου αυτόνομου ηλιακού σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα (Πειραιάς, Ελλάδα)

Το 2014 το Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Προστασίας του Περιβάλλοντος (SEALAB) του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα (νυν Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής), με στόχο την υποστήριξη της υποδομής ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα, σχεδίασε, κατασκεύασε και έθεσε σε λειτουργία τον πρώτο αυτόνομο ηλιακό σταθμό φόρτισης στην χώρα. Ο σταθμός αυτός ονομάστηκε CARPORT. Είναι αυτόνομος (λειτουργεί με συσσωρευτές), έχει παράλληλη διασύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο, ενώ έχει επίσης δυνατότητα καταγραφής όλων των ενεργειακών δεδομένων. Ο σταθμός λειτουργεί ως Vehicle to grid, και θεωρείται ιδιαίτερα φιλικός προς το περιβάλλον.

Εγκατάσταση επτά σταθμών φόρτισης σταθμών φόρτισης πεζοδρομίου στην Αθήνα και οκτώ σταθμών φόρτισης στην Κοζάνη, καθώς και χρήση ισάριθμων ηλεκτρικών οχημάτων, στα πλαίσια μελέτης του Green e-Motion Project (Αθήνα και Κοζάνη, Ελλάδα)

Από το 2011 έως το 2015 διενεργήθηκε μία μελέτη στην Αθήνα και την Κοζάνη στα πλαίσια του Green e-Motion Project, μίας πρακτικής με στόχο τον καθορισμό Ευρωπαϊκών προτύπων για την δημιουργία αποτελεσματικών δικτύων εγκαταστάσεων ηλεκτροκίνησης, καθώς και την ανάπτυξη φιλικής προς τον χρήστη δομής ηλεκτροκίνησης. Στα πλαίσια αυτού του πρότζεκτ, εγκαταστάθηκαν 7 σταθμοί στην Αθήνα και 8 στην Κοζάνη, και ενοικιάστηκαν 15 ηλεκτρικά οχήματα, με στόχο την δοκιμή των προτύπων σε πραγματικές συνθήκες. Στην μελέτη αυτή, εμπόδια και λοιπά προβλήματα εντοπίστηκαν, και προτάθηκαν λύσεις σε αυτά.

Η πρακτική αυτή ήταν η πρώτη του είδους της που διενεργήθηκε στην Ελλάδα, ως εκ τούτου υπήρχε έλλειψη εμπειρίας, καθώς και ανεπάρκειες στην νομοθεσία σχετικά με τέτοιου είδους εγχειρήματα. Επιπλέον, το εγχείρημα αυτό απαιτούσε την συνεργασία πολλαπλών φορέων, και παρουσιάστηκαν δυσκολίες στην μοιρασιά των αρμοδιοτήτων ανάμεσά τους. Παρόλα αυτά, το εγχείρημα αυτό πέτυχε την αύξηση της επίγνωσης πάνω στον τομέα της ηλεκτροκίνησης, οδήγησε στην δημιουργία του κατάλληλου θεσμικού πλαισίου και έθεσε τα θεμέλια για παρόμοια μελλοντικά εγχειρήματα.

Θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων φόρτισης (Βουκουρέστι, Ρουμανία)

Με στόχο την προώθηση της καθαρής μεταφοράς, στο διάστημα από τον Δεκέμβριο του 2018 μέχρι τα τέλη του 2019, το δημαρχείο του Βουκουρεστίου

εξέδωσε 500 κουπόνια αξίας 2100 ευρώ το καθένα σε ιδιοκτήτες εμπορικών χώρων ή γραφείων, με σκοπό την χρηματοδότηση της κατασκευής σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στους χώρους τους. Η πρωτοβουλία υποστηρίχθηκε από τον προϋπολογισμό του Δήμου Βουκουρεστίου και είχε ως στόχο την ενθάρρυνση της χρήσης οχημάτων χαμηλών εκπομπών ρύπων.

Ανακήρυξη διαγωνισμού για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης (Καλαβρία, Ιταλία)

Η διοίκηση της Καλαβρίας, στα πλαίσια του Εθνικού Σχέδιο Υποδομών για την Επαναφόρτιση των Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων (PNIRE), ανακήρυξε διαγωνισμό τον Οκτώβριο του 2018 για την κατασκευή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Ο διαγωνισμός αυτός ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2018 με την συμμετοχή δύο τοπικών εταιρειών. Η πρακτική αυτή είχε ως στόχο να αντιμετωπίσει την έλλειψη που υπήρχε σε υποδομές φόρτισης, και ως εκ τούτου να ανοίξει τον δρόμο για μεγαλύτερη διείσδυση της ηλεκτροκίνησης στην αγορά.

Δοκιμαστικό σχέδιο για λειτουργία τριών ηλεκτρικών λεωφορείων (Ρόγκαλαντ, Νορβηγία)

Στα πλαίσια ενός σχεδίου με το όνομα “Triangulum” του ερευνητικού προγράμματος Horizon 2020, τον Φεβρουάριο του 2017 ξεκίνησαν δοκιμαστικά την λειτουργία τους στο Ρόγκαλαντ τρία ηλεκτρικά λεωφορεία. Αυτό είναι το δεύτερο παρόμοιο σχέδιο που έχει πράξει το Επαρχιακό Συμβούλιο του Ρόγκαλαντ, καθώς το 2015 είχαν θέσει σε λειτουργία δύο ηλεκτρικά λεωφορεία. Οι στόχοι αυτής της μελέτης ήταν η επικέντρωση σε νέες τεχνολογίες, να διερευνηθούν οι καλύτεροι τρόποι χρήσης των ηλεκτρικών λεωφορείων σε ένα σύγχρονο σύστημα συγκοινωνιών, καθώς και οι απαιτούμενες τροποποιήσεις που χρειάζεται ένα σύστημα συγκοινωνιών για την βέλτιστη εισαγωγή ηλεκτρικών λεωφορείων σε εκείνο (όπως για παράδειγμα την πυκνότητα σταθμών φόρτισης, και τις απαιτήσεις συντήρησης των λεωφορείων).

Σύνταξη οδηγιών για την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης (Μπρέσια, Ιταλία):

Το 2015 η κυβέρνηση της Μπρέσια ξεκίνησε την σύνταξη οδηγιών σχετικά με την μελλοντική ανάπτυξη υποδομών φόρτισης, με σκοπό να αντιμετωπιστεί η έλλειψη ρυθμιστικού πλαισίου σχετικά με την ανάπτυξη υποδομών απαραίτητων για την ηλεκτροκίνηση και να ενθαρρυνθεί η ανάπτυξη δικτύου φόρτισης ικανό να υποστηρίξει τις ανάγκες των ηλεκτρικών οχημάτων της περιοχής. Το έγγραφο που προέκυψε συνεγράφη ώστε να συμβαδίζει τόσο με τις ευρωπαϊκές οδηγίες όσο και με το Εθνικό Σχέδιο Υποδομών για την

Επαναφόρτιση των Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων (PNIRE) και περιέχει οδηγίες για θέματα όπως την τοποθέτηση των σταθμών, τις τεχνικές προδιαγραφές και την διαχείριση των σταθμών φόρτισης, καθώς και για επιπλέον υπηρεσίες ενός αποτελεσματικού δικτύου σταθμών φόρτισης (όπως ο γεω-εντοπισμός και η διαθεσιμότητα των σταθμών).

Οι οδηγίες αυτές είναι καθοριστικής σημασίας για τους φορείς που προετοιμάζουν τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης σε τοπικό επίπεδο, ενώ από την συγγραφή του το κείμενο έχει δεχτεί διευκρινίσεις, ύστερα από συστάσεις από ενδιαφερόμενους φορείς, με σκοπό να παρέχει όσο το δυνατόν πληρέστερες οδηγίες για την μεθοδολογία και τις πρωτοβουλίες που θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη στην ανάπτυξη του δικτύου φόρτισης.

Ομάδα εργασίας για την ηλεκτροκίνηση στην Λομβαρδία (Λομβαρδία, Ιταλία)

Το 2015 συστήθηκε ομάδα εργασίας με σκοπό τον συντονισμό φορέων όπως σώματα διακυβέρνησης, τοπικές αρχές, ερευνητικές ομάδες και διάφορους άλλους ενδιαφερόμενους φορείς στην προσπάθεια για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην περιοχή. Το συγκεκριμένο σώμα που αποτελούταν από 15 μέλη, συστήθηκε με σκοπό να αντιμετωπιστεί η έλλειψη συντονισμού που υπήρχε σχετικά με την προώθηση της ηλεκτροκίνησης από τους διάφορους φορείς που ασχολούνταν με το εγχείρημα αυτό. Το σώμα αυτό διαλύθηκε το 2018. Η επαρχία της Λομβαρδίας σκοπεύει να δημιουργήσει ένα παρόμοιο σώμα με σκοπό την προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας, με την συμμετοχή διαφόρων τμημάτων της περιφερειακής διοίκησης (όπως τμήματα σχετικά με την ενέργεια, το περιβάλλον, ...)

Κοινόχρηστα ηλεκτρικά ποδήλατα (Ρόγκαλαντ, Νορβηγία):

Από τον Μάρτιο του 2016, ξεκίνησε ένα πρόγραμμα με το οποίο σε διάφορα σημεία στο αστικό κέντρο, καθώς και σε στάσεις λεωφορείων και έξω από συγκεκριμένες μεγάλες επιχειρήσεις, τοποθετήθηκαν ηλεκτρικά ποδήλατα. Τα ποδήλατα μπορούν να ενοικιαστούν από κατοίκους κι επισκέπτες, ενώ η τοπική κυβέρνηση έκανε συμφωνίες με πολυάριθμες επιχειρήσεις για ευνοϊκότερη χρήση των ποδηλάτων από τους υπαλλήλους τους. Επιπλέον, υπάρχει και δυνατότητα κράτησης για ποδήλατο, και παράδοσής του σε σημείο της επιλογής του επιβάτη. Αρχικά τοποθετήθηκαν 200 ποδήλατα και 65 σταθμοί φόρτισης, ενώ αργότερα έγινε παραγγελία για άλλα 750 ποδήλατα καλύτερης ποιότητας, και σχέδιο για αύξηση του αριθμού των σταθμών φόρτισης σε 220.

Η πρακτική αυτή έχει ως σκοπό να ενθαρρύνει την μετακίνηση χωρίς χρήση ΙΧ ακόμα και σε σημεία όπου δεν καλύπτονται καλά από λεωφορειακές γραμμές. Στοχεύει ιδιαίτερα εργαζόμενους σε μεγάλες εταιρείες οι οποίοι κάνουν καθημερινά τέτοιες μεγάλες μετακινήσεις, γι' αυτό και έγινε προσπάθεια όχι

μόνο να γίνουν συμφωνίες με μεγάλες εταιρείες, αλλά και οι σταθμοί των ποδηλάτων να τοποθετηθούν σε σημεία ευνοϊκά για υπαλλήλους.

Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για δημοτικές υπηρεσίες (Σεμιγαλλία, Λετονία)

Το 2012, η αστυνομία της Τζελγκάβα αγόρασε τρία ηλεκτρικά οχήματα, και ο δήμος της Τζελγκάβα ένα ηλεκτρικό όχημα, με σκοπό να αντικαταστήσουν ισάριθμα συμβατικά οχήματα του στόλου τους. Η αγοράς αυτές χρηματοδοτήθηκαν από την κυβέρνηση της Λετονίας καθώς και από την Ευρωπαϊκή Ένωση, στα πλαίσια σχετικών επιδοτήσεων για την προώθηση μεταφορών φιλικών προς το περιβάλλον. Στόχος αυτού του μέτρου ήταν τόσο να γίνει μία πρώτη εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων στον στόλο των τοπικών δημοτικών υπηρεσιών, όσο και να προωθηθεί και να ενθαρρυνθεί η χρήση ηλεκτροκίνησης από την μεριά του δήμου.

Ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων σε τοπικές συγκοινωνίες (Τρίκαλα, Ελλάδα)

Τα Τρίκαλα επιλέχθηκαν ως μία από έξι πόλεις χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου θα διενεργηθεί μελέτη στα πλαίσια ενός ευρωπαϊκού έργου, του Elviten. Το έργο αυτό αποσκοπεί στην εξοικείωση των πολιτών των πόλεων με την ηλεκτροκίνηση, καθώς και στην συλλογή χρήσιμων για τους ενδιαφερόμενους φορείς πληροφοριών σχετικά με τις προτιμήσεις, τους περιορισμούς και τις προσδοκίες των πιθανών χρηστών ηλεκτρικών οχημάτων. Επιπλέον, στα πλαίσια αυτού του έργου θα σχεδιαστούν οδηγίες και πρότυπα επιχειρηματικών μοντέλων, με σκοπό την διευκόλυνση της ενσωμάτωσης ελαφρών ηλεκτρικών οχημάτων στο συγκοινωνιακό δίκτυο.

Στα Τρίκαλα συγκεκριμένα έχουν διανεμηθεί 5 τετράτροχα οχήματα, 5 τρίτροχα οχήματα και αργότερα επιπλέον 18 ηλεκτρικά ποδήλατα για χρήση τόσο από επιχειρηματίες όσο και από πολίτες, ενώ αξίζει να αναφερθεί πως η έναρξη του προγράμματος συνοδεύτηκε κι από εκστρατεία ενημέρωσης σχετικά με την ηλεκτροκίνηση. Τα ηλεκτρικά οχήματα στα Τρίκαλα στα πλαίσια του Elviten έγιναν διαθέσιμα στο κοινό τον Απρίλιο του 2019, ενώ το έργο θα διαρκέσει μέχρι τον Νοέμβριο του 2020.

Αγώνας δρόμου ηλεκτροκίνητων οχημάτων, διοργανωμένος από το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων (Ελλάδα):

Κάθε χρόνο απ' το 2009 το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων (ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο). διοργανώνει αγώνα δρόμου όπου συμμετέχουν ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα, καθώς και οχήματα που χρησιμοποιούν άλλες, εναλλακτικές

πηγές ενέργειας. Ο αγώνας λέγεται Hi-Tech EKO-Mobility Rally. Με αυτό τον τρόπο, η ενημέρωση του κοινού για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αυξάνεται, το κοινό εξοικειώνεται με την ηλεκτροκίνηση, και έχει την δυνατότητα να παρατηρήσει σε πραγματικές οδικές συνθήκες τόσο τις επιδόσεις των φιλικών στο περιβάλλον οχημάτων, όσο και την ασφάλειά τους στην οδήγηση.

Προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών σκούτερ σε αστικές περιοχές-έκθεση ηλεκτρικών σκούτερ και δημιουργία δικτυακής πλατφόρμας GIS (Ραφήνα, Ελλάδα)

Η πρακτική αυτή διεξήχθη στα πλαίσια ενός Ευρωπαϊκού προγράμματος που λεγόταν Ele.C.Tra. Στόχος του προγράμματος αυτού ήταν η δημιουργία ενός νέου, κοινού αστικού μοντέλου κινητικότητας στις πόλεις που συμμετείχαν, έτσι ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί σχετικά απλά και σε άλλες πόλεις και περιοχές. Ένα σημαντικό προϊόν του προγράμματος αυτού ήταν η ανάπτυξη μίας πλατφόρμας GIS, η οποία παρέχει πληροφορίες σχετικές με την ηλεκτροκίνηση (όπως περιοχές στάθμευσης, σταθμούς φόρτισης, καταστήματα πώλησης ηλεκτρικών οχημάτων και άλλα) για τις συμμετέχοντες πόλεις του προγράμματος.

Το πρόγραμμα αυτό διήρκησε από τον Ιούλιο του 2013 μέχρι τα τέλη Δεκεμβρίου του 2015. Τον Ιούλιο του 2015 διοργανώθηκε στα πλαίσια του προγράμματος αυτού μία έκθεση ηλεκτρικών σκούτερ στο λιμάνι της Ραφήνας, με σκοπό την εξοικείωση των κατοίκων καθώς και των αρμοδίων φορέων της περιοχής στην ιδέα της ηλεκτροκίνησης, καθώς και γενικότερα την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα. Στην έκθεση αυτή, οι επισκέπτες είχαν την ευκαιρία να ενημερωθούν σχετικά με τις δυνατότητες των ηλεκτρικών σκούτερ, αλλά και να οδηγήσουν τα οχήματα αυτά. Στην έκθεση αυτή παρευρέθηκαν πάνω από 1200 άτομα, και θεωρήθηκε πολύ επιτυχημένη από τους διοργανωτές της.

Πλατφόρμα ηλεκτρικών οχημάτων WiseGRID- σταθμός ταχείας φόρτισης V2G για ηλεκτρικά οχήματα WiseGRID (Κύθνος, Ελλάδα)

Το WiseGRID ήταν ένα πρόγραμμα υπό την καθοδήγηση της Ισπανικής εταιρείας ETRA I+D αποτελούμενο από 21 συμμετέχοντες φορείς από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Λειτουργήσε από τον Νοέμβριο του 2016 μέχρι και τον Απρίλιο του 2020, και είχε ως στόχο την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και μεθόδων για την βελτίωση των ενεργειακών συστημάτων της Ευρώπης, συμπεριλαμβανομένων σχεδίων για ολοένα αυξανόμενη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ενσωμάτωση δικτύων σταθμών φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα.

Μέσα από το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκαν αρκετά εργαλεία, μεταξύ των οποίων ένας σταθμός ταχείας φόρτισης V2G (Vehicle to Grid) για ηλεκτρικά

οχήματα και μία πλατφόρμα ηλεκτρικών οχημάτων η οποία βοηθάει στην βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων σταθμών φόρτισης και στόλων ηλεκτρικών οχημάτων. Το πρόγραμμα δοκιμάστηκε σε πραγματικές συνθήκες σε μερικές περιοχές της Ευρώπης, μεταξύ των οποίων και στην Κύθνο, η οποία θα είναι η περιοχή υπό αξιολόγηση. Η δοκιμή του WiseGRID της Κύθνου περιλάμβανε την χρήση της προαναφερθείσας πλατφόρμας ηλεκτρικών οχημάτων. Επίσης, στα πλαίσια του project προτάθηκαν θέσεις για μελλοντική κατασκευή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και ποδηλάτων, ενώ τον Οκτώβριο του 2019 διοργανώθηκε και σεμινάριο για τους πολίτες του νησιού και τους ενδιαφερόμενους φορείς σχετικά με τις τεχνολογίες του προγράμματος.

Transsmart: ερευνητικό πρόγραμμα πάνω στην βιώσιμη κινητικότητα (Φινλανδία)

Το πρόγραμμα Transsmart ήταν ένα ερευνητικό πρόγραμμα συντονισμένο από το Τεχνικό Ερευνητικό Κέντρο της Φινλανδίας (VTT). Κύριοι στόχοι του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη αποτελεσματικών μεταφορικών υπηρεσιών μέσω της ελαχιστοποίησης του κόστους και του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των συγκοινωνιών, καθώς και η ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών ευκαιριών για Φινλανδικές εταιρείες σχετικά με την χαμηλή σε ρύπους και «έξυπνη» κινητικότητα, με τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον και με συστήματα «έξυπνων πόλεων» (όπως βιοκαύσιμα, ηλεκτροκίνηση, ...).

Επιπρόσθετα, το πρόγραμμα συγκέντρωνε πληροφορίες και παρήγαγε εργαλεία για τους ιθύνοντες φορείς, με σκοπό να ενθαρρύνει και να συμβάλλει σε ριζικές αλλαγές στα συστήματα μεταφορών. Το πρόγραμμα λειτούργησε από το 2013 έως το 2017 και είχε προϋπολογισμό 50 εκατομμύρια ευρώ.

Ιστοσελίδα σχετικά με φιλικά στο περιβάλλον οχήματα (Φλάνδρα, Βέλγιο)

Με στόχο να αυξηθεί η γνώση του κόσμου σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και να βελτιωθεί η εικόνα των ηλεκτρικών οχημάτων στα μάτια του κοινού, το 2015 αναπτύχθηκε μία ιστοσελίδα σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα. Στόχος της είναι η παροχή ξεκάθαρων, επίκαιρων και αντικειμενικών πληροφοριών για όλων των ειδών τα φιλικά στο περιβάλλον οχήματα τα οποία είναι διαθέσιμα στο Βέλγιο. Η ιστοσελίδα παρέχει μεταξύ άλλων πληροφορίες για τις υποδομές φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, τις τιμές των οχημάτων, διάφορες πολιτικές σχετικές με τα οχήματα αυτά, καθώς και απαντήσεις σε συχνές ερωτήσεις. Επιπλέον, υπάρχει και εργαλείο για την σύγκριση συμβατικών οχημάτων με πράσινα οχήματα, καθώς και στατιστικά για την χρήση πρασίνων οχημάτων στην Φλάνδρα.

Green Deal (Φλάνδρα, Βέλγιο)

Το 2017 η κυβέρνηση της Φλάνδρας εγκαινίασε την Green Deal, μία εθελοντική συμφωνία της κυβέρνησης της Φλάνδρας με διάφορους φορείς με στόχο την επιδίωξη ενός αριθμού περιβαλλοντικών στόχων. Οι συνεργαζόμενοι φορείς χρησιμοποιούν την γνώση και την εφευρετικότητά τους για να πετύχουν τους στόχους του προγράμματος, και η κυβέρνηση της Φλάνδρας διευκολύνει και να υποστηρίζει τους φορείς στον στόχο αυτό, επιλύοντας επίσης τυχόν νομικά και μη προβλήματα που επισημαίνονται από τους συνεργαζόμενους φορείς.

Την 1^η Μαρτίου του 2017, η κυβέρνηση της Φλάνδρας υπέγραψε την πρώτη τέτοια συμφωνία, η οποία μεταξύ άλλων είχε ως στόχο μέχρι το 2020 ο αριθμός των κοινόχρηστων ηλεκτρικών οχημάτων να έχει πενταπλασιαστεί και ο αριθμός των κοινόχρηστων ηλεκτρικών ποδηλάτων επίσης να έχει αυξηθεί σημαντικά. Ο στόχος για τα κοινόχρηστα ηλεκτρικά οχήματα εκπληρώθηκε σε διάστημα μόλις ενός χρόνου. Μία ιδιαιτερότητα που έχει αυτή η πρακτική είναι ότι αντίθετα με άλλες παρόμοιες κυβερνητικές πρακτικές, δεν περιλαμβάνει κρατική επιδότηση. Αυτό αποτέλεσε και μία βασική πρόκληση στην εφαρμογή της, καθώς χωρίς επιδοτήσεις ή μηχανισμούς επιβολής των δεσμεύσεων ο συντονισμός και η πλήρης ενασχόληση των συμμετεχόντων φορέων ήταν δύσκολη.

Εγκατάσταση τεσσάρων σταθμών φόρτισης Vehicle to Grid (Μελτέμι, Ελλάδα)

Στα πλαίσια του SHAR-Q, ενός ευρωπαϊκού προγράμματος με στόχο την βελτιστοποίηση της χωρητικότητας των ηλεκτρικών συστημάτων μέσω ενός δια-λειτουργικού, συστήματος το οποίο συνδέει γειτονικά συστήματα σε ένα συνεργατικό πλαίσιο. Μία από τις δραστηριότητες των συνεργαζόμενων φορέων του προγράμματος είναι η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Στα πλαίσια του προγράμματος λοιπόν, εγκαταστάθηκαν τέσσερις σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων Vehicle to Grid στο Μελτέμι Αττικής, στα πλαίσια δοκιμής του συστήματος του SHAR-Q στον οικισμό. Το πρόγραμμα ξεκίνησε την λειτουργία του τον Νοέμβριο του 2016, και ολοκληρώθηκε με επιτυχία τον Οκτώβριο του 2019.

Ανάπτυξη δημόσιας υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Φλάνδρα, Βέλγιο)

Τον Μάρτιο του 2018 η κυβέρνηση της Φλάνδρας, με στόχους να αντιμετωπίσει την έλλειψη υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και να ανταποκριθεί στις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τις απαιτήσεις κατασκευής υποδομών για την εξυπηρέτηση οχημάτων κινούμενα με εναλλακτικές πηγές ενέργειας, εξέδωσε οδηγίες για την κατασκευή 5000 ακόμα σημείων φόρτισης

στην Φλάνδρα μέχρι το 2020. Αυτό έγινε μέσω ανάθεσης της κατασκευής σε ιδιωτικές εταιρείες έπειτα από διαγωνισμό. Οι εταιρείες διατηρούν την διαχείριση των σταθμών φόρτισης για 10 χρόνια, καθώς και το δικαίωμα να ορίζουν τιμές φόρτισης, αλλά δεν δέχονται δημόσιες επιχορηγήσεις για την κατασκευή και την λειτουργία τους.

4.2.2 Συγκέντρωση των βαθμολογιών των επιλεγμένων πρακτικών

Αφού επιλέχθηκαν οι πρακτικές προς εξέταση, συγκεντρώθηκαν οι βαθμολογίες των ειδικών για τις πρακτικές όσον αφορά τον αντίκτυπό τους στα κριτήρια αξιολόγησης, σε μία κλίμακα από το 0 έως το 5. Ως πηγή χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος e-MOPOLI. Οι βαθμολογίες αυτές θα χρησιμοποιηθούν για να γίνει η τελική αξιολόγηση των είκοσι πρακτικών, σε συνδυασμό με τα βάρη των κριτηρίων όπως θα υπολογιστούν από την Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης.

Τελευταίο βήμα ήταν η κατασκευή πίνακα σε νέα σελίδα αρχείου Excel, όπου εισήχθησαν οι βαθμολογίες του αντικτύπου των κριτηρίων της κάθε πρακτικής (Πίνακας 11). Η αξιολόγηση των πρακτικών και η τελική τους βαθμολογία θα προκύψει μέσω κατάλληλων εξισώσεων στο Excel, οι οποίες θα κάνουν χρήση των στοιχείων τόσο αυτού του πίνακα όσο και του πίνακα των τελικών βαρών των κριτηρίων.

4.2.3 Βαθμολόγηση Καλών Πρακτικών με χρήση Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος

Έχοντας υπολογίσει τα σχετικά βάρη των κριτηρίων, θα γίνει τώρα αξιολόγηση των είκοσι επιλεγμένων πρακτικών σχετικά με τον αντίκτυπο που είχαν στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης και στην μείωση των εκπομπών καυσαερίων. Η αξιολόγηση θα γίνει με βάση τόσο τα βάρη των κριτηρίων τα οποία υπολογίστηκαν, όσο και την εκτίμηση των ειδικών σχετικά με το πόσο οι εκάστοτε πρακτικές στοχεύουν στην πλήρωση των έξι κριτηρίων.

Με βάση τα αποτελέσματα ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν από ειδικούς στα πλαίσια έρευνας της e-MOPOLI [4], οι εκτιμήσεις των ειδικών, σε μία κλίμακα βαθμολογίας από το 0 έως το 5 προέκυψαν ως εξής:

Πίνακας 11: Καλές Πρακτικές προς αξιολόγηση και η βαθμολόγηση του αντίκτυπού τους

Όνομα Πρακτικής	Περιοχή εφαρμογής	Σχετικό Πλεονέκτημα	Διευκόλυνση στην Χρήση	Επιδόσεις Οχημάτων	Ενημέρωση	Περιβαλλοντικά Οφέλη	Ενεργειακά Συστήματα
Περιφερειακός νόμος για μείωση του κόστους της ηλεκτροκίνησης	Μπρέσια, Ιταλία	5	0	0	5	5	0
Θέσπιση κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων	Νορβηγία	5	4,5	3,5	3,5	5	5
Ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία του πρώτου αυτόνομου ηλιακού σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην	Πειραιάς, Ελλάδα	3	3,5	3,5	4	4	4
Εγκατάσταση επτά σταθμών φόρτισης σταθμών φόρτισης πεζοδρομίου στην Αθήνα και οκτώ σταθμών φόρτισης στην	Αθήνα και Κοζάνη,	3,5	4	3,5	4	4	0
Θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων φόρτισης	Βουκουρέστι, Ρουμανία	4	4	0	5	5	5
Ανακήρυξη διαγωνισμού για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης	Καλαβρία, Ιταλία	4	4	0	0	4	0
Δοκιμαστικό σχέδιο για λειτουργία τριών ηλεκτρικών λεωφορείων	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	4	5	3	3	4	4
Σύνταξη οδηγιών για την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης	Μπρέσια, Ιταλία	3,5	0	0	5	5	0
Ομάδα εργασίας για την ηλεκτροκινητικότητα στην Λομβαρδία	Λομβαρδία, Ιταλία	4	0	0	4	4	4
Κοινόχρηστα ηλεκτρικά ποδήλατα	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	5	5	3	3	4	5
Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για δημοτικές υπηρεσίες	Σεμγαλία, Λετονία	4	4,5	4,5	4	5	5
Ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων σε τοπικές συγκοινωνίες	Τρίκαλα, Ελλάδα	4	4	3,5	4	4	0
Αγώνας δρόμου ηλεκτροκίνητων οχημάτων, διοργανωμένος από το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων	Ελλάδα	3	4,5	3,5	4	3	0
Προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών σκούτερ σε αστικές περιοχές- έκθεση ηλεκτρικών σκούτερ και δημιουργία δικτυακής πλατφόρμας GIS	Ραφήνα, Ελλάδα	3,5	4	3	4	4	0
Πλατφόρμα ηλεκτρικών οχημάτων WiseGRID- σταθμός ταχείας φόρτισης V2G για ηλεκτρικά οχήματα WiseGRID	Κύθνος, Ελλάδα	4	3,5	3,5	4	4	0
Transsmart: ερευνητικό πρόγραμμα πάνω στην βιώσιμη κινητικότητα	Φινλανδία	3,5	3,5	3,5	3,5	4	3,5
Ιστοσελίδα σχετικά με φιλικά στο περιβάλλον οχήματα	Φλάνδρα, Βέλγιο	5	3,5	3	3,5	3,5	2
Green Deal	Φλάνδρα, Βέλγιο	1	2	2	5	3	2
Εγκατάσταση τεσσάρων σταθμών φόρτισης Vehicle to Grid	Μελτέμ, Ελλάδα	4	3,5	3,5	4	4	4
Ανάπτυξη δημόσιας υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	Φλάνδρα, Βέλγιο	3,5	5	4	3,5	3	3

Στο σημείο αυτό υπολογίστηκε κι ένας πίνακας με τους μέσους όρους της βαθμολόγησης των επιμέρους κριτηρίων των Καλών Πρακτικών από τα ερωτηματολόγια της e-MOPOLI, για χρήση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Πίνακας 12).

Πίνακας 12: Μέσος όρος βαθμολογιών των κριτηρίων

Κριτήριο Αξιολόγησης	Μέση Βαθμολόγηση
Περιβαλλοντικά Οφέλη	4,075
Ενεργειακά Συστήματα	2,325
Ενημέρωση	3,8
Σχετικό Πλεονέκτημα	3,825
Διευκόλυνση Στην Χρήση	3,4
Επιδόσεις Οχημάτων	2,525

Έχοντας συγκεντρώσει πλέον τόσο τα βάρη όσο και την βαθμολογία των πρακτικών από τους ειδικούς, μπορεί να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση μέσω του Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος. Εφόσον όλα τα δεδομένα, δηλαδή οι βαθμολογίες των πρακτικών, είναι ίδιας κλίμακας δεν απαιτείται κανονικοποίηση.

Για κάθε πρακτική, η βαθμολογία υπολογίστηκε ως το άθροισμα των βαθμολογιών των επιμέρους κριτηρίων της πρακτικής, όπως προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια της e-MOPOLI, με τις βαθμολογίες των κριτηρίων να έχουν πολλαπλασιαστεί με το αντίστοιχο βάρος τους, όπως υπολογίστηκε από την AHP.

Οπότε, ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής:

$$B_{ολ} = B1 * W1 + B2 * W2 + B3 * W3 + B4 * W4 + B5 * W5 + B6 * W6$$

Ο τύπος αυτός εισήχθη στο αρχείο Excel. Κάνοντας χρήση των αποτελεσμάτων από τον πίνακα των βαρών όπως προέκυψε από την AHP και του πίνακα των βαθμολογιών των επιμέρους κριτηρίων των επιλεγμένων Καλών Πρακτικών, προέκυψαν τελικά οι συνολικές βαθμολογίες των είκοσι πρακτικών (Πίνακας 13).

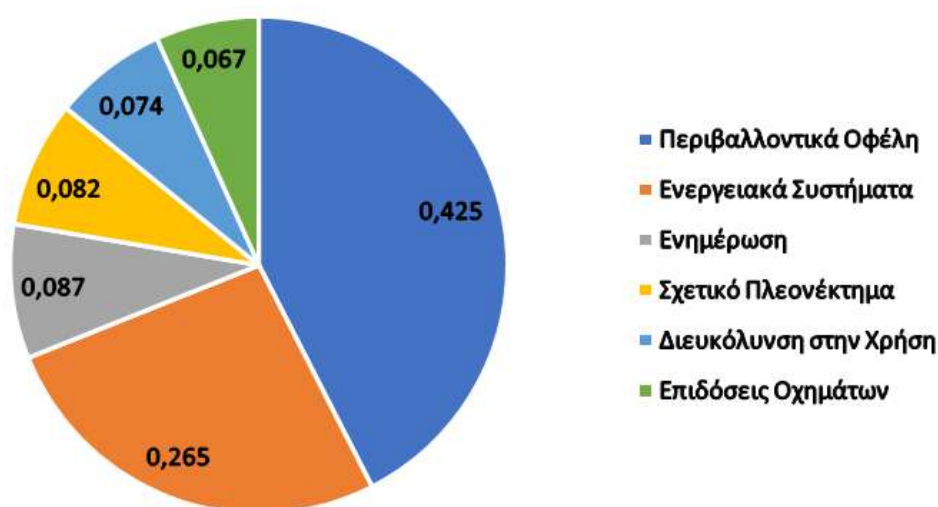
Πίνακας 13: Συνολική βαθμολογία Καλών Πρακτικών

Όνομα Πρακτικής	Περιοχή εφαρμογής	Σχετικό Πλεονέκτημα	Διευκόλυνση στην Χρήση	Επιδόσεις Οχημάτων	Ενημέρωση	Περιβαλλοντικά Οφέλη	Ενεργειακά Συστήματα	Βαθμολογία Πρακτικών
Περιφερειακός νόμος για μείωση του κόστους της ηλεκτροκίνησης	Μπρέσια, Ιταλία	5	0	0	5	5	0	2,972
Θέσπιση κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων	Νορβηγία	5	4,5	3,5	3,5	5	5	4,731
Ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία του πρώτου αυτόνομου ηλιακού σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην	Πειραιάς, Ελλάδα	3	3,5	3,5	4	4	4	3,847
Εγκατάσταση επτά σταθμών φόρτισης σταθμών φόρτισης πεζοδρομίου στην Αθήνα και οκτώ σταθμών φόρτισης στην	Αθήνα και Κοζάνη,	3,5	4	3,5	4	4	0	2,867
Θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων φόρτισης	Βουκουρέστι, Ρουμανία	4	4	0	5	5	5	4,508
Ανακήρυξη διαγωνισμού για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης	Καλαβρία, Ιταλία	4	4	0	0	4	0	2,323
Δοκιμαστικό σχέδιο για λειτουργία τριών ηλεκτρικών λεωφορείων	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	4	5	3	3	4	4	3,919
Σύνταξη οδηγιών για την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης	Μπρέσια, Ιταλία	3,5	0	0	5	5	0	2,848
Ομάδα εργασίας για την ηλεκτροκινητικότητα στην Λομβαρδία	Λομβαρδία, Ιταλία	4	0	0	4	4	4	3,436
Κοινόχρηστα ηλεκτρικά ποδήλατα	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	5	5	3	3	4	5	4,266
Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για δημοτικές υπηρεσίες	Σεμγαλλία, Λετονία	4	4,5	4,5	4	5	5	4,760
Ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων σε τοπικές συγκοινωνίες	Τρίκαλα, Ελλάδα	4	4	3,5	4	4	0	2,908
Αγώνας δρόμου ηλεκτροκίνητων οχημάτων, διοργανωμένος από το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων	Ελλάδα	3	4,5	3,5	4	3	0	2,438
Πρωώθηση της χρήσης ηλεκτρικών σκούτερ σε αστικές περιοχές- έκθεση ηλεκτρικών σκούτερ και δημιουργία δικτυακής πλατφόρμας GIS	Ραφήνα, Ελλάδα	3,5	4	3	4	4	0	2,833
Πλατφόρμα ηλεκτρικών οχημάτων WiseGRID- σταθμός ταχείας φόρτισης V2G για ηλεκτρικά οχήματα WiseGRID	Κύθνος, Ελλάδα	4	3,5	3,5	4	4	0	2,871
Transsmart: ερευνητικό πρόγραμμα πάνω στην βιώσιμη κινητικότητα	Φινλανδία	3,5	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,712
Ιστοσελίδα σχετικά με φιλικά στο περιβάλλον οχήματα	Φλάνδρα, Βέλγιο	5	3,5	3	3,5	3,5	2	3,193
Green Deal	Φλάνδρα, Βέλγιο	1	2	2	5	3	2	2,604
Εγκατάσταση τεσσάρων σταθμών φόρτισης Vehicle to Grid	Μελτέμι, Ελλάδα	4	3,5	3,5	4	4	4	3,929
Ανάπτυξη δημόσιας υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	Φλάνδρα, Βέλγιο	3,5	5	4	3,5	3	3	3,300

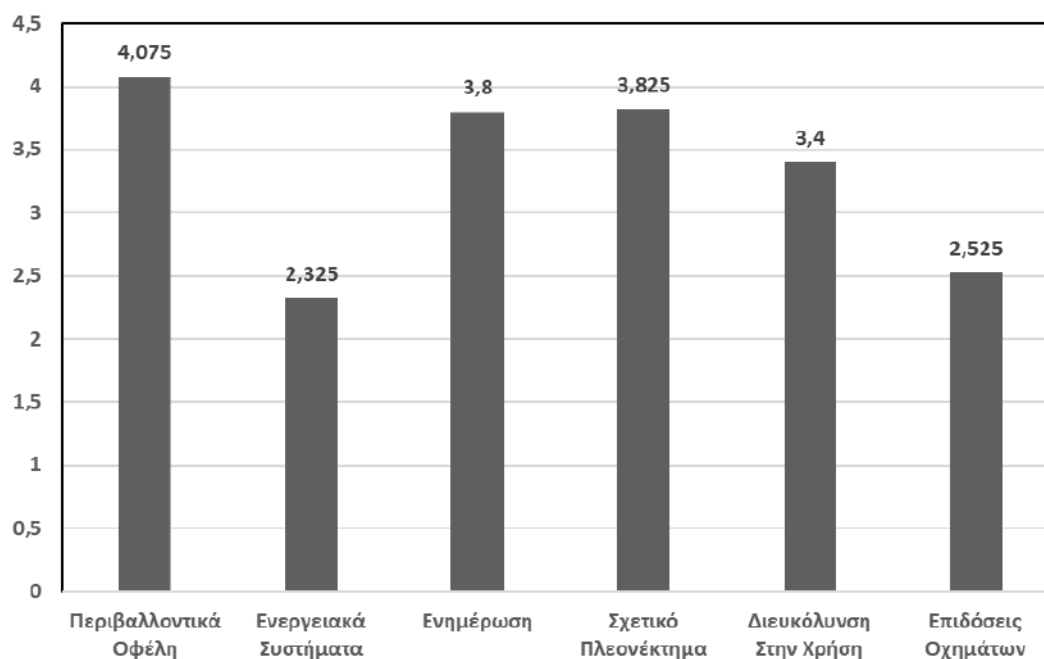
4.3 Αποτελέσματα

Ο πρώτος στόχος της ανάλυσης ήταν η εύρεση των βαρών των έξι κριτηρίων αξιολόγησης των Καλών Πρακτικών, και ως εκ τούτου της σχετικής τους σημασίας, μέσω της αξιολόγησης ειδικών σε θέματα ηλεκτροκίνησης. Για τον σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε η μέθοδος της Αναλυτικής Διαδικασίας Ιεράρχησης σε πίνακα ο οποίος προέκυψε από τον γεωμετρικό μέσο των απαντήσεών τους. Από τον πίνακα αυτό, προέκυψαν και τα βάρη τα οποία αναζητούνταν.

Παρατίθεται κυκλικό διάγραμμα με τα βάρη των κριτηρίων (Διάγραμμα 1), καθώς και διάγραμμα με τους μέσους όρους των βαθμολογιών των κριτηρίων αξιολόγησης (Διάγραμμα 2)



Διάγραμμα 1: Κυκλικό Διάγραμμα των βαρών των κριτηρίων



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα μέσων όρων βαθμολογιών κριτηρίων.

Ο δεύτερος στόχος ήταν η αξιολόγηση είκοσι επιλεγμένων πρακτικών από την Ευρωπαϊκή Ένωση, με βάση τόσο τα υπολογισμένα από την ΑHP βάρη όσο και τα αποτελέσματα ερωτηματολογίων της e-MOPOLI σχετικά με τον βαθμό πλήρωσης των κριτηρίων από τις Καλές Πρακτικές. Με χρήση του Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος, υπολογίστηκε τελικά η συνολική βαθμολογία των Καλών Πρακτικών.

Παρατίθεται ο Πίνακας 14 ο οποίος περιέχει τόσο τις επιμέρους όσο και την συνολική βαθμολογία των Καλών Πρακτικών. Στον πίνακα αυτό οι Καλές Πρακτικές είναι ταξινομημένες ως προς την συνολική τους βαθμολογία, σε φθίνουσα σειρά.

Από τα έξι κριτήρια αξιολόγησης Καλών Πρακτικών, οι ειδικοί θεώρησαν πιο σημαντικά τα κριτήρια των Περιβαλλοντικών Οφελών (με βάρος 0,425) και των Ενεργειακών Συστημάτων (με βάρος 0,265) με πολύ μεγάλη διαφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα κριτήρια. Τα υπόλοιπα τέσσερα κριτήρια έχουν πολύ μικρότερα βάρη, άρα και μικρότερη σημασία κατά την κρίση των ειδικών, και σχετικά μικρή διαφορά στα βάρη τους. Λιγότερο σημαντικά κρίθηκαν τα κριτήρια της Διευκόλυνσης στην Χρήση (με βάρος 0,074) και Επιδόσεις Οχημάτων (με βάρος 0,067). Ο Συντελεστής Συνέπειας της μεθόδου υπολογίστηκε σε 0,009, πολύ χαμηλότερος δηλαδή από τον μέγιστο Συντελεστή Συνέπειας για να θεωρηθεί αποδεκτή η μέθοδος (δηλαδή, για $CR=0,1$).

Οι Καλές Πρακτικές οι οποίες εξετάστηκαν δεν έδωσαν έμφαση στα κριτήρια αξιολόγησης στον ίδιο βαθμό. Το κριτήριο των Περιβαλλοντικών Επιδόσεων, εκτός από σημαντικότερο κατά την κρίση των ειδικών, ήταν επίσης και το κριτήριο με την μεγαλύτερη βαθμολογία στα ερωτηματολόγια της e-MOPOLI (με μέση βαθμολογία 4,075). Ήταν, δηλαδή, το κριτήριο το οποίο πληρούσαν στον μεγαλύτερο βαθμό οι πρακτικές που εξετάστηκαν, και φαινομενικά αποτελούσε τον κύριο στόχο των Καλών Πρακτικών που αξιολογήθηκαν.

Έχει ενδιαφέρον το γεγονός ότι το κριτήριο που υπολογίστηκε ως το δεύτερο σημαντικότερο από την ΑHP, δηλαδή το κριτήριο των Ενεργειακών Συστημάτων, ήταν και το κριτήριο το οποίο πληρούσαν στον μικρότερο βαθμό οι εξεταζόμενες Καλές Πρακτικές (με μέση βαθμολογία 2,325), ως εκ τούτου το κριτήριο στο οποίο οι Καλές Πρακτικές έδωσαν την λιγότερη έμφαση. Το κριτήριο της Επίδοσης Οχημάτων επίσης αποτέλεσε ένα κριτήριο στο οποίο φαίνεται πως δεν στόχευαν οι Καλές Πρακτικές που αξιολογήθηκαν, καθώς έλαβε επίσης πολύ χαμηλή βαθμολογία (μέση βαθμολογία 2,525). Αποτελούσε, όμως, και το κριτήριο με το χαμηλότερο βάρος από την ΑHP. Τα υπόλοιπα τέσσερα κριτήρια πήραν πολύ κοντινές μεταξύ τους βαθμολογίες από τα ερωτηματολόγια.

Πίνακας 14: Επιμέρους και συνολική βαθμολογία Καλών Πρακτικών, κατάταξη ως προς την συνολική βαθμολογία.

Όνομα Πρακτικής	Περιοχή εφαρμογής	Σχετικό Πλεονέκτημα	Διευκόλυνση στην Χρήση	Επιδόσεις Οχημάτων	Ενημέρωση	Περιβαλλοντικά Οφέλη	Ενεργειακά Συστήματα	Βαθμολογία Πρακτικών	Κατάταξη Πρακτικής
Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για δημοτικές υπηρεσίες	Σεμγαλλία, Λετονία	4	4,5	4,5	4	5	5	4,760	1
Θέσπιση κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων	Νορβηγία	5	4,5	3,5	3,5	5	5	4,731	2
Θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη εγκαταστάσεων φόρτισης	Βουκουρέστι, Ρουμανία	4	4	0	5	5	5	4,508	3
Κοινόχρηστα ηλεκτρικά ποδήλατα	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	5	5	3	3	4	5	4,266	4
Εγκατάσταση τεσσάρων σταθμών φόρτισης Vehicle to Grid	Μελέμι, Ελλάδα	4	3,5	3,5	4	4	4	3,929	5
Δοκιμαστικό σχέδιο για λειτουργία τριών ηλεκτρικών λεωφορείων	Ρόγκαλαντ, Νορβηγία	4	5	3	3	4	4	3,919	6
Ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία του πρώτου αυτόνομου ηλιακού σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα	Πειραιάς, Ελλάδα	3	3,5	3,5	4	4	4	3,847	7
Transsmart: ερευνητικό πρόγραμμα πάνω στην βιώσιμη κινητικότητα	Φινλανδία	3,5	3,5	3,5	3,5	4	3,5	3,712	8
Ομάδα εργασίας για την ηλεκτροκινητικότητα στην Λομβαρδία	Λομβαρδία, Ιταλία	4	0	0	4	4	4	3,436	9
Ανάπτυξη δημόσιας υποδομής φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	Φλάνδρα, Βέλγιο	3,5	5	4	3,5	3	3	3,300	10
Ιστοσελίδα σχετικά με φιλικά στο περιβάλλον οχήματα	Φλάνδρα, Βέλγιο	5	3,5	3	3,5	3,5	2	3,193	11
Περιφερειακός νόμος για μείωση του κόστους της ηλεκτροκίνησης	Μπρέσια, Ιταλία	5	0	0	5	5	0	2,972	12
Ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων σε τοπικές συγκοινωνίες	Τρίκαλα, Ελλάδα	4	4	3,5	4	4	0	2,908	13
Πλατφόρμα ηλεκτρικών οχημάτων WiseGRID- σταθμός ταχείας φόρτισης V2G για ηλεκτρικά οχήματα WiseGRID	Κύθνος, Ελλάδα	4	3,5	3,5	4	4	0	2,871	14
Εγκατάσταση επτά σταθμών φόρτισης σταθμών φόρτισης πεζοδρομίου στην Αθήνα και οκτώ σταθμών φόρτισης στην Κοζάνη, καθώς και χρήση ισάριθμων ηλεκτρικών οχημάτων, στα πλαίσια μελέτης του Green e-Motion Project	Αθήνα και Κοζάνη, Ελλάδα	3,5	4	3,5	4	4	0	2,867	15
Σύνταξη οδηγιών για την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης	Μπρέσια, Ιταλία	3,5	0	0	5	5	0	2,848	16
Προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών σκούτερ σε αστικές περιοχές- έκθεση ηλεκτρικών σκούτερ και δημιουργία δικτυακής πλατφόρμας GIS	Ραφήνα, Ελλάδα	3,5	4	3	4	4	0	2,833	17
Green Deal	Φλάνδρα, Βέλγιο	1	2	2	5	3	2	2,604	18
Αγώνας δρόμου ηλεκτροκίνητων οχημάτων, διοργανωμένος από το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτρικών Οχημάτων	Ελλάδα	3	4,5	3,5	4	3	0	2,438	19
Ανακήρυξη διαγωνισμού για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης	Καλαβρία, Ιταλία	4	4	0	0	4	0	2,323	20

Η Καλή Πρακτική με την μεγαλύτερη συνολική βαθμολογία ήταν η αντικατάσταση συμβατικών οχημάτων του στόλου δημοσίων υπηρεσιών της Τζελγκάβα με ηλεκτρικά (συνολική βαθμολογία:4,760). Ακολούθησε με πολύ μικρή διαφορά η θέσπιση κινήτρων για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην Νορβηγία (συνολική βαθμολογία: 4,731), και έπειτα η θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης στο Βουκουρέστι (με συνολική βαθμολογία 4,508). Οι Καλές Πρακτικές με την μικρότερη συνολική βαθμολογία είναι η ανακήρυξη διαγωνισμού για κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης από την περιφέρεια της Καλαβρίας στην Ιταλία (με βαθμολογία 2,323), ο ετήσιος αγώνας δρόμου ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα (με βαθμολογία 2,438) και το ενεργειακό Green Deal της κυβέρνησης της Φλάνδρας στο Βέλγιο (με βαθμολογία 2,604).

4.3.3 Επεξήγηση Αποτελεσμάτων

Από τα έξι κριτήρια, το σημαντικότερο προέκυψε με μεγάλη διαφορά το κριτήριο των Περιβαλλοντικών Οφελών. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο. Τα περιβαλλοντικά οφέλη της ηλεκτροκίνησης και γενικότερα η ανάγκη για στροφή σε βιώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους λόγους για την αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος προς τα ηλεκτρικά οχήματα. Πολύ συχνά, μάλιστα, οι Καλές Πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης αποτελούν κομμάτια ευρύτερων προγραμμάτων περιορισμού της ρύπανσης. Οι αρνητικές επιπτώσεις της ρύπανσης από τις συγκοινωνίες τόσο προς το ανθρώπινο σώμα όσο και προς τα οικοσυστήματα του πλανήτη γενικότερα είναι καταγραμμένες από πολυάριθμες μελέτες της διεθνούς βιβλιογραφίας, και ο αντίκτυπός τους επάνω στην ποιότητα ζωής στις πόλεις και στο περιβάλλον έχουν προκαλέσει βάσιμη ανησυχία τόσο στους πολίτες όσο και σε κυβερνήσεις ανά τον κόσμο.

Τα Περιβαλλοντικά Οφέλη αποτελούσαν το κριτήριο το οποίο όλες οι εξεταζόμενες Καλές Πρακτικές στόχευαν να ικανοποιήσουν στον μεγαλύτερο βαθμό. Όχι μόνο είχε την υψηλότερη κατά μέσο όρο βαθμολογία από τα έξι κριτήρια αξιολόγησης, αλλά επίσης καμία πρακτική δεν του έδωσε βαθμολογία χαμηλότερη από τρία. Αυτό δείχνει πως η σημασία του κριτηρίου αυτού έχει αναγνωριστεί από τους φορείς οι οποίοι σχεδίασαν τις πρακτικές που εξετάστηκαν, και πως αποτέλεσε τον πλέον σημαντικό στόχο των εξεταζόμενων Καλών Πρακτικών.

Το δεύτερο σημαντικότερο κριτήριο προέκυψε πως ήταν το κριτήριο των Ενεργειακών Συστημάτων. Πράγματι, η σημασία των Ενεργειακών Συστημάτων στην επιτυχία της προώθησης της ηλεκτροκίνησης έχει αναδειχθεί μέσα από πολυάριθμες μελέτες. Όχι μόνο έχει φανεί πως η ύπαρξη επαρκούς δικτύου σταθμών φόρτισης αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ουσιώδη διείσδυση των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά, αλλά επίσης μία από τις σημαντικότερες ανησυχίες του κοινού όσον αφορά τα ηλεκτρικά οχήματα, και ως εκ τούτου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης, είναι το ανεπαρκές κατά την άποψη μεγάλης μερίδας του

κοινού βεληνεκές των ηλεκτρικών οχημάτων. Επιπλέον, το υψηλό για την ώρα κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων, ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που περιορίζει την επιτυχία των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά, σε πολύ μεγάλο βαθμό οφείλεται στο υψηλό κόστος των μπαταριών τους.

Καθώς η αποδοτικότητα και η επάρκεια των ενεργειακών συστημάτων από τα οποία εξαρτώνται τα ηλεκτρικά οχήματα καθορίζουν έναν μεγάλο αριθμό σημαντικών στοιχείων για την επιτυχία της ηλεκτροκίνησης, είναι φανερό πως η αποτελεσματικότητα των ενεργειακών συστημάτων της ηλεκτροκίνησης αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την επιτυχία των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά. Περιέργως, όμως, ελάχιστες από τις εξεταζόμενες πρακτικές είχαν θέσει ως πρωταρχικό στόχο την πλήρωση αυτού του κριτηρίου. Το κριτήριο αυτό, μάλιστα, αποτέλεσε το κριτήριο με τον χαμηλότερο μέσο όρο βαθμολογίας από όλα τα κριτήρια. Λόγω του υψηλού βάρους του κριτηρίου και του χαμηλού μέσου όρου βαθμολογίας του, το κριτήριο αυτό αποτέλεσε το καθοριστικότερο κριτήριο για την αξιολόγηση των πρακτικών. Αξίζει να σημειωθεί πως και οι πέντε υψηλότερα βαθμολογημένες πρακτικές φαίνεται πως είχαν θέσει το κριτήριο αυτό ως σημαντικό τους στόχο, υπογραμμίζοντας έτσι την σημασία που έχει το κριτήριο των Ενεργειακών Συστημάτων στην ηλεκτροκίνηση,

Το κριτήριο της Ενημέρωσης ήταν το τρίτο σε σειρά σχετικής σημασίας κριτήριο κατά την κρίση των ειδικών. Παρόλα αυτά, είχε πολύ μικρότερο βάρος από τα δύο πρώτα κριτήρια. Όπως φάνηκε στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, σημαντική μερίδα του αγοραστικού κοινού έχει ακόμα άγνοια σχετικά με τις δυνατότητες, τα οφέλη και άλλα στοιχεία της ηλεκτροκίνησης. Ο λόγος, όμως, για τον οποίο το κριτήριο της Ενημέρωσης, παρά την αδιαμφισβήτητη σημασία του, δεν πλησίασε την βαρύτητα των δύο προαναφερθέντων κριτηρίων είναι πως η Ενημέρωση αποτελεί το κριτήριο το οποίο εξαρτάται στον μεγαλύτερο βαθμό από την ύπαρξη κατάλληλων συνθηκών για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Σε διαφορετική περίπτωση, οποιαδήποτε προσπάθεια ενημέρωσης του κοινού δεν πρόκειται να επιφέρει αποτέλεσμα. Η Ενημέρωση του κοινού είναι, δηλαδή ένα στοιχείο το οποίο από την φύση του λειτουργεί αποτελεσματικά ως υποστηρικτικό στοιχείο στα πλαίσια ευρύτερου πλαισίου προώθησης της ηλεκτροκίνησης. Είναι, όμως, κι ένα κριτήριο το οποίο είναι σχετικά εύκολο και οικονομικό στην πλήρωσή του σε σχέση με τα υπόλοιπα, καθώς για την ικανοποίησή του δεν απαιτούνται ιδιαίτερα δαπανηρές ή χρονοβόρες πράξεις όπως η πραγματοποίηση ερευνών, η κατασκευή εγκαταστάσεων ή η θέσπιση κινήτρων.

Η αύξηση της ενημέρωσης του κοινού αποτέλεσε το κριτήριο με τον τρίτο μεγαλύτερο μέσο όρο βαθμολογίας στις εξεταζόμενες πρακτικές, με ελάχιστη διαφορά από το δεύτερο σε βαθμολογία κριτήριο. Φαίνεται, λοιπόν, πως παρά το σχετικά χαμηλό βάρος που δόθηκε από τους ειδικούς στο κριτήριο αυτό κατά την εφαρμογή της ΑΗΡ, η αύξηση της ενημέρωσης του κοινού αποτέλεσε έναν σημαντικό στόχο των πρακτικών που εξετάστηκαν.

Τέταρτο σε σχετική σημασία, με πολύ μικρή διαφορά με το κριτήριο της Ενημέρωσης, ήταν το κριτήριο του Σχετικού Πλεονεκτήματος. Το βάρος που

έλαβε το κριτήριο αυτό ήταν χαμηλότερο απ' ότι ήταν αναμενόμενο, δεδομένης της αποτελεσματικότητας πρακτικών οι οποίες στοχεύουν πρωταρχικά στην παροχή Σχετικού Πλεονεκτήματος στα ηλεκτρικά οχήματα όπως η θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την ηλεκτροκίνηση. Όπως όμως και η Ενημέρωση, η παροχή Σχετικού Πλεονεκτήματος στα οχήματα μέσω της θέσπισης διαφόρων προνομίων και κινήτρων είναι αποτελεσματική αν και μόνο αν το περιβάλλον το οποίο επηρεάζει η πρακτική πληροί τις προϋποθέσεις για την αποτελεσματική εισαγωγή της ηλεκτροκίνησης, προϋποθέσεις που όπως φάνηκε από την βιβλιογραφία περιλαμβάνουν την ύπαρξη επαρκούς δικτύου φόρτισης, την διαθεσιμότητα ικανής και εύκολα προσβάσιμης ποικιλίας ηλεκτρικών οχημάτων προς πώληση, και την ύπαρξη φιλικού προς την ηλεκτροκίνηση θεσμικού πλαισίου.

Παρά το σχετικά χαμηλό βάρος του κριτηρίου, η ικανοποίηση του κριτηρίου του Σχετικού Πλεονεκτήματος ήταν ένας σημαντικός στόχος σχεδόν όλων των εξεταζόμενων πρακτικών, καθώς είχε τον δεύτερο σε σειρά μεγαλύτερο μέσο όρο βαθμολογίας από τα έξι κριτήρια. Αυτό γινόταν επειδή, εκτός από πρακτικές οι οποίες στόχευαν στην παροχή Σχετικού Πλεονεκτήματος για την αγορά και την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων μέσω θέσπισης κινήτρων για την χρήση τους, πολλές από τις πρακτικές παρείχαν εμμέσως Σχετικό Πλεονέκτημα στην ηλεκτροκίνηση. Για παράδειγμα, παρόλο που πρακτικές οι οποίες αποσκοπούν στην κατασκευή εγκαταστάσεων φόρτισης δεν θεωρείται γενικά πως έχουν ως πρωταρχικό στόχο την παροχή Σχετικού Πλεονεκτήματος, η ύπαρξη πυκνού δικτύου φόρτισης ενθαρρύνει την αγορά και χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων έναντι συμβατικών, καθώς επιτρέπει την ευκολότερη χρήση ενός πλεονεκτήματος των ηλεκτροκίνητων οχημάτων έναντι των συμβατικών, δηλαδή το γεγονός πως η φόρτισή τους με ηλεκτρικό ρεύμα είναι πολύ οικονομικότερη από την αγορά βενζίνης. Ως εκ τούτου, πληρείται εμμέσως το κριτήριο του Σχετικού Πλεονεκτήματος.

Προτελευταίο στην κατάταξη των κριτηρίων κατά την σχετική τους σημασία βρέθηκε το κριτήριο της Διευκόλυνσης στην Χρήση. Το κριτήριο αυτό, το οποίο αφορά τόσο την εξοικείωση του κοινού με την ηλεκτροκίνηση, όσο και τις διάφορες πρακτικές οι οποίες κάνουν πιο εύχρηστη την λειτουργία των ηλεκτρικών οχημάτων, δεν κρίθηκε ιδιαίτερα σημαντικό από τους ειδικούς που συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια. Παρόλο που η διευκόλυνση της λειτουργίας των ηλεκτρικών οχημάτων σίγουρα έχει θετικό αποτέλεσμα στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης, η τεχνολογία της ηλεκτροκίνησης έχει αναπτυχθεί αρκετά ώστε πλέον η λειτουργία των ηλεκτρικών οχημάτων να μην αποτελεί πλέον απαγορευτικό εμπόδιο στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Ως εκ τούτου, η σημασία του κριτηρίου αυτού στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης όντως φαίνεται πως είναι σχετικά μικρή.

Το κριτήριο αυτό ήταν τέταρτο σε σειρά βαθμολογίας κατά μέσο όρο στις πρακτικές που εξετάστηκαν. Υπήρχε μεγάλη ποικιλία πρακτικών οι οποίες έθεσαν ως στόχο την Διευκόλυνση της Χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων. Κάποιες πρακτικές ικανοποίησαν το κριτήριο αυτό μέσω της επέκτασης δικτύου φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ή την ενσωμάτωση με οποιοδήποτε τρόπο

ηλεκτρικών οχημάτων στις συγκοινωνίες. Μερικές άλλες στόχευαν στην Διευκόλυνση της Χρήσης μέσω της εκπαίδευσης του κοινού στην χρήση ηλεκτρικών οχημάτων ή μέσω της επίδειξης των δυνατοτήτων των ηλεκτρικών οχημάτων. Η ποικιλία των πρακτικών οι οποίες είχαν ως στόχο την ικανοποίηση του κριτηρίου δείχνει πως η Διευκόλυνση της Χρήσης των οχημάτων είναι μία πτυχή της ηλεκτροκίνησης που μπορεί να αντιμετωπιστεί με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους.

Τελευταίο σε βαρύτητα προέκυψε πως ήταν το κριτήριο των Επιδόσεων των Οχημάτων. Παλαιότερα, οι χαμηλές επιδόσεις των ηλεκτρικών οχημάτων αποτελούσαν το σημαντικότερο εμπόδιο που είχε να αντιμετωπίσει η ηλεκτροκίνηση. Τα σύγχρονα μοντέλα ηλεκτρικών οχημάτων, όμως, έχουν βελτιωθεί πολύ σε σχέση με τα παλαιότερα, σε βαθμό που οι επιδόσεις τους είναι εφάμιλλες των συμβατικών. Για τον λόγο αυτό, παρόλο που εξελίξεις στις επιδόσεις των ηλεκτρικών οχημάτων συνεχίζουν να έχουν επίδραση στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης, η σημασία του κριτηρίου αυτού έχει μειωθεί αισθητά. Στις πρακτικές που εξετάστηκαν, το κριτήριο των Επιδόσεων των Οχημάτων αποτέλεσε το κριτήριο με τον δεύτερο μικρότερο μέσο όρο βαθμολόγησης, καθώς ελάχιστες πρακτικές έθεσαν την ικανοποίησή του ως σημαντικό στόχο.

Όσον αφορά στην βαθμολογία των πρακτικών, όπως ήταν αναμενόμενο ο καθοριστικός παράγοντας για την αξιολόγησή τους ήταν η επιλογή των κριτηρίων στα οποία στόχευαν. Γι' αυτό τον λόγο οι πρακτικές στις πέντε υψηλότερες θέσεις ήταν εκείνες οι οποίες ικανοποίησαν στον μεγαλύτερο βαθμό τα κριτήρια των Περιβαλλοντικών Οφελών και των Ενεργειακών Συστημάτων, δηλαδή των δύο σημαντικότερων κριτηρίων αξιολόγησης. Παρ' όλο που οι πρακτικές αυτές είχαν ως βασικούς στόχους την ικανοποίηση αυτών των δύο κριτηρίων, διέφεραν μεταξύ τους ως προς την μέθοδο με την οποία λειτουργούσαν και σκόπευαν να βοηθήσουν την προώθηση της ηλεκτροκίνησης: η πιο υψηλόβαθμη πρακτική αφορούσε την απευθείας αντικατάσταση δημοσίων συμβατικών οχημάτων με ηλεκτρικά, η δεύτερη σε σειρά αφορούσε την θέσπιση κινήτρων για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, η τρίτη την χρηματοδότηση κατασκευής εγκαταστάσεων φόρτισης, η τέταρτη την εισαγωγή κοινόχρηστων ηλεκτρικών ποδηλάτων για δημόσια χρήση σε πόλεις, και η πέντε την κατασκευή σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Παρόλο όμως που η μεθοδολογία των πιο υψηλά βαθμολογημένων Καλών Πρακτικών παρουσίαζε ποικιλία, συγκεκριμένες μορφές Καλών Πρακτικών κατέλαβαν υψηλότερες βαθμολογίες από άλλες. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι πρακτικές οι οποίες αποσκοπούσαν σε άμεσα οφέλη, όπως την μόνιμη εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων και εγκαταστάσεων φόρτισης για χρήση στις συγκοινωνίες ή την άμεση χρηματοδότηση εγκαταστάσεων φόρτισης κατέλαβαν ιδιαίτερα υψηλές θέσεις στην κατάταξη. Αντιθέτως, πρακτικές οι οποίες αποσκοπούσαν σχεδόν εξ' ολοκλήρου στην εξοικείωση και την ενημέρωση του κοινού σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα κατέλαβαν αρκετά χαμηλές θέσεις βαθμολογικά. Αυτό όμως, δεν ήταν αναπάντεχο, καθώς οι πρακτικές αυτές στόχευαν στην ικανοποίηση κριτηρίων τα οποία κρίθηκαν ως

λιγότερο σημαντικά για την αξιολόγηση των Καλών Πρακτικών. Επιπλέον, το αποτέλεσμα αυτό συμβαδίζει με τα ευρήματα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς από μελέτες είχε ήδη φανεί πως οι διάφορες μορφές προώθησης της ηλεκτροκίνησης ποικίλλουν στην αποτελεσματικότητά τους.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Εισαγωγή

Στόχος της εργασίας ήταν η ανάπτυξη μοντέλου αξιολόγησης Καλών Πρακτικών σχετικά με την συμβολή τους στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης και την μείωση εκπομπών ρύπων και ενέργειας. Το μοντέλο θα βασίζεται σε μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης, και η αξιολόγηση των πρακτικών θα γίνει με βάση την επίδοσή τους σε έναν αριθμό κριτηρίων.

Αρχικά, έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, με σκοπό την ανάλυση του προβλήματος και της σχετικής βιβλιογραφίας. Μέσα από την ανασκόπηση, έγινε προεπιλογή έξι κριτηρίων: τα κριτήρια του Σχετικού Πλεονεκτήματος, της Ενημέρωσης, των Περιβαλλοντικών Οφελών, των Ενεργειακών Συστημάτων και της Επίδοσης Οχημάτων. Έχοντας αναλύσει τα κριτήρια με τα οποία θα γίνει η αξιολόγηση, επόμενο βήμα ήταν η επιλογή των μεθόδων ανάλυσης και η συλλογή στοιχείων. Για τον σκοπό αυτό, συγκεντρώθηκαν ερωτηματολόγια τόσο από ειδικούς σε θέματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, όσο και από μία έρευνα του e-MOPOLI η οποία αξιολογούσε Καλές Πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης σχετικά με την επίδοσή τους στα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία. Ως μέθοδοι ανάλυσης επιλέχθηκαν η Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης για την εύρεση της σχετικής σημασίας των κριτηρίων αξιολόγησης, και το Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος για τον υπολογισμό της τελικής βαθμολογίας των Καλών Πρακτικών.

Έχοντας συγκεντρώσει τα απαραίτητα δεδομένα και έχοντας επιλέξει μεθόδους ανάλυσης, τα στοιχεία αυτά εισήχθησαν στο Excel, και από την επεξεργασία τους προέκυψε ένας πίνακας με τον γεωμετρικό μέσο των βαθμολογιών των κριτηρίων αξιολόγησης από τους ειδικούς, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί στην Αναλυτική Διαδικασία Ιεράρχησης. Επόμενο βήμα ήταν η ανάλυση των δεδομένων. Αρχικά βρέθηκαν τα βάρη των κριτηρίων με χρήση της AHP, καθώς και ο Λόγος Συνέπειας της μεθόδου, με σκοπό την επιβεβαίωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της μεθόδου. Έπειτα, οι επιλεγμένες πρακτικές βαθμολογήθηκαν με βάση τα υπολογισμένα βάρη, με χρήση του Μοντέλου Σταθμισμένου Αθροίσματος. Με αυτό τον τρόπο προέκυψε η τελική βαθμολογία των Καλών Πρακτικών. Τέλος, οι Καλές Πρακτικές, κατατάχθηκαν ως προς την τελική τους βαθμολογία.

Τα βάρη των κριτηρίων και η βαθμολογία των Καλών Πρακτικών με βάση αυτά αποτελούν τα βασικά ευρήματα της μελέτης. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής, καθώς και το μοντέλο κι η μεθοδολογία με χρήση των οποίων υπολογίστηκαν, μπορούν να βρουν εφαρμογές και να λειτουργήσουν ως πρότυπα για μελλοντικές έρευνες σχετικές με την προώθηση της ηλεκτροκίνησης με χρήση Καλών Πρακτικών, ή στον σχεδιασμό Καλών Πρακτικών και προγραμμάτων για τον σκοπό αυτό.

5.2 Βασικά Συμπεράσματα

Έχοντας πλέον ολοκληρώσει την ανάλυση και με βάσει τα ευρήματα της εργασίας, μπορούν πλέον να σχηματιστούν συγκεκριμένα συμπεράσματα σχετικά με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.

Το πρώτο συμπέρασμα το οποίο μπορεί να εξαχθεί από την ανάλυση αφορά την σημασία των κριτηρίων επιτυχίας των Καλών Πρακτικών της ηλεκτροκίνησης. Συγκεκριμένα, από τα έξι κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα δύο από αυτά κρίθηκαν με μεγάλη διαφορά ως τα σημαντικότερα από τους ειδικούς που συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια: τα κριτήρια των Περιβαλλοντικών Οφελών και των Ενεργειακών Συστημάτων. Τα κριτήρια αυτά είχαν συνολικό βάρος 0,69. Τα υπόλοιπα τέσσερα κριτήρια είχαν κατά πολύ μικρότερα βάρη, και σχετικά μικρή διαφορά μεταξύ τους.

Το δεύτερο συμπέρασμα είναι πως συγκεκριμένα είδη Καλών Πρακτικών αποδείχτηκαν πιο επιτυχημένα από άλλα στην αξιολόγηση. Πρακτικές οι οποίες οδηγούσαν σε άμεσα οφέλη για το συγκοινωνιακό περιβάλλον, όπως την μόνιμη εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ή την εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων, έτειναν να έχουν υψηλές βαθμολογίες στην κατάταξη. Αντιθέτως, πρακτικές οι οποίες στόχευαν στην ενημέρωση του κοινού για την ηλεκτροκίνηση χωρίς άμεσα οφέλη έτειναν σε σχετικά χαμηλές θέσεις. Το φαινόμενο αυτό είχε παρατηρηθεί και στην βιβλιογραφία, όπου μέσα από έρευνες παρατηρήθηκε πως κάποια είδη μέτρων προώθησης της ηλεκτροκίνησης επέφεραν καλύτερα αποτελέσματα από άλλα.

Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από τα αποτελέσματα της μελέτης είναι πως φαίνεται να υπάρχει διάσταση σχετικά με τα κριτήρια που θεωρήθηκαν ως πλέον σημαντικά από τους ειδικούς και τα κριτήρια τα οποία στόχευαν να ικανοποιήσουν οι πρακτικές που εξετάστηκαν. Για παράδειγμα, το κριτήριο των Ενεργειακών Συστημάτων, το δεύτερο σημαντικότερο κριτήριο μέσα από την αξιολόγηση των ειδικών, ήταν το κριτήριο για την ικανοποίηση του οποίου οι εξεταζόμενες Καλές Πρακτικές έδωσαν την λιγότερη έμφαση. Αντιθέτως, δόθηκε υψηλή προτεραιότητα σε κριτήρια τα οποία θεωρήθηκαν όχι τόσο σημαντικά. Επειδή οι δυνατότητες υιοθέτησης Καλών Πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης από τους φορείς που επιθυμούν να αναλάβουν αυτό το εγχείρημα είναι πάντοτε περιορισμένες, είναι πολύ σημαντικό ο σχεδιασμός τους να γίνεται με βάσει τους σωστούς στόχους. Σε διαφορετική περίπτωση, μπορεί να μην επιφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Τέλος, παρατηρήθηκε σημαντική ποικιλία ανάμεσα στις πρακτικές οι οποίες έλαβαν την υψηλότερη βαθμολογία. Αν και όπως προαναφέρθηκε παρατηρήθηκαν συγκεκριμένα μοτίβα στις υψηλότερα αξιολογημένες Καλές Πρακτικές, ο παράγοντας με την μεγαλύτερη επιρροή στην τελική τους βαθμολογία ήταν η ικανοποίηση των σημαντικότερων κριτηρίων αξιολόγησης. Η ποικιλία στις υψηλά βαθμολογημένες πρακτικές δείχνει πως η ικανοποίηση των κριτηρίων αξιολόγησης μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους, και πως οι

πιο επιτυχημένες Καλές Πρακτικές προώθησης της ηλεκτροκίνησης μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές.

5.3 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Σκοπός της εργασίας ήταν τόσο η εύρεση των σημαντικότερων κριτηρίων αξιολόγησης Καλών Πρακτικών, όσο και η αξιολόγηση ενός αριθμού πρακτικών βάσει του βαθμού στον οποίο ικανοποιούσαν τα κριτήρια αυτά. Παρόλα αυτά, η ηλεκτροκίνηση είναι ένα περίπλοκο αντικείμενο, και υπάρχει πληθώρα παραγόντων που επηρεάζουν την προώθησή της. Ως εκ τούτου, μία διαφορετική έρευνα θα μπορούσε να πραγματοποιήσει αξιολόγηση Καλών Πρακτικών με βάσει διαφορετικά κριτήρια από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Παραδείγματα παραγόντων οι οποίοι είναι ο λόγος κόστους/οφέλους, η ευκολία εφαρμογής της πρακτικής και ο συνολικός αντίκτυπος της Καλής Πρακτικής στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης.

Η προκειμένη μελέτη έκρινε τις πρακτικές ως προς την επίδοσή τους στην ικανοποίηση των κριτηρίων που επιλέχθηκαν, χωρίς όμως να παίρνει υπ' όψη παράγοντες όπως τους προαναφερθέντες. Ένα πιθανό θέμα μελλοντική έρευνας θα μπορούσε να είναι η ανάπτυξη μοντέλων με σκοπό την αξιολόγηση Καλών Πρακτικών, τα οποία κάνουν χρήση διαφορετικών κριτηρίων αξιολόγησης, ή που λαμβάνουν υπ' όψη στην αξιολόγηση άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία τους.

Σε μελλοντικές έρευνες σχετικά με την σημασία των κριτηρίων αξιολόγησης, θα ήταν επίσης επωφελής η χρήση διαφορετικών μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης τόσο για την εύρεση των κριτηρίων, όσο και για τον υπολογισμό της τελικής βαθμολογίας. Κάθε μέθοδος πολυκριτηριακής ανάλυσης έχει τα δικά της προτερήματα και ελαττώματα. Η ανάλυση με χρήση διαφορετικών μεθόδων θα μπορούσε να κάνει χρήση άλλων δεδομένων, και πιθανώς να καταλήξει σε διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά την αξιολόγηση των πρακτικών και της σημασίας των κριτηρίων.

Για την συλλογή στοιχείων σχετικά με τον βαθμό ικανοποίησης των κριτηρίων αξιολόγησης από τις επιλεγμένες Καλές Πρακτικές έγινε χρήση ερωτηματολογίων συμπληρωμένα στα πλαίσια έρευνας του e-MOPOLI. Η διαδικασία αυτή είχε το μειονέκτημα πως οι βαθμολογίες ικανοποίησης των κριτηρίων βασίζονταν στην υποκειμενική κρίση του ειδικού που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο. Για τις ανάγκες της έρευνας, η βαθμολογία που δόθηκε στις Καλές Πρακτικές από τα ερωτηματολόγια αυτά θεωρήθηκε πως ήταν αντιπροσωπευτική του πραγματικού βαθμού ικανοποίησης των κριτηρίων αυτών από τις πρακτικές. Η ανάπτυξη μοντέλου που θα επιτρέπει την πιο αντικειμενική συλλογή στοιχείων σχετικά με τα αποτελέσματα των Καλών Πρακτικών στα πλαίσια περαιτέρω έρευνας θα ήταν επωφελής, καθώς θα επέτρεπε την χρήση καλύτερης ποιότητας στοιχείων, και ως εκ τούτου πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Ακόμα, έχει διαπιστωθεί από άλλες έρευνες πως διαφορετικά είδη πρακτικών προώθησης της ηλεκτροκίνησης έχουν διαφορετικούς βαθμούς επιτυχίας. Στην προκειμένη έρευνα, αυτό φάνηκε στην βαθμολογία των Καλών Πρακτικών, όπου παρατηρήθηκε πως κάποια είδη πρακτικών κατέλαβαν υψηλότερες θέσεις κατά μέσο όρο σε σχέση με άλλα. Θα ήταν χρήσιμο, λοιπόν, να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα όχι μόνο μεμονωμένων πρακτικών, αλλά και πιο συνολικά η αποτελεσματικότητα των διαφόρων ειδών προώθησης της ηλεκτροκίνησης σε σχέση με άλλα ως προς την συμβολή τους στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης (για παράδειγμα, η αποτελεσματικότητα της θέσπισης κινήτρων για χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, των πρακτικών εκμάθησης του κοινού στις δυνατότητες και την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, ή των πρακτικών με στόχο την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλεκτρικών οχημάτων).

Τέλος, παρά την σημασία της υιοθέτησης μέτρων όπως Καλές Πρακτικές για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία αυτού του εγχειρήματος. Έρευνα επάνω στους παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχή προώθηση της ηλεκτροκίνησης σε μία αγορά και που καθορίζουν την καταλληλότητα ενός περιβάλλοντος για μεγάλης κλίμακας διείσδυση της ηλεκτροκίνησης, εκτός από την ενεργή συμμετοχή διαφόρων φορέων στο εγχείρημα αυτό, θα ήταν ιδιαίτερα επωφελής για τον μελλοντικό σχεδιασμό αποτελεσματικότερων Καλών Πρακτικών και προγραμμάτων για τον σκοπό αυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Tsang, Flavia, et al. "Bringing the electric vehicle to the mass market: a review of barriers, facilitators and policy interventions." (2012).
- [2] Schickram, Stephan, Marco Weber, and Markus Lienkamp. "Electromobility potential index." *2013 Eighth International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*. IEEE, 2013.
- [3] Schickram, Stephan, Daniel Gleyzes, and Markus Lienkamp. "Evaluation of the Electromobility Potential Index and results for 46 major cities." *2013 World Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27)*. IEEE, 2013.
- [4] Rogers, Everett, 2003: *The Diffusion of Innovations*. Fifth Edition. The Free Press, New York. FGB: 4437,4
- [5] Joller, Liina, and Urmas Varblane. "Learning from an electromobility living lab: Experiences from the Estonian ELMO programme." *Case studies on transport policy* 4.2 (2016): 57-67.
- [6] Slowik, Peter, and Nic Lutsey. "Expanding the electric vehicle market in US cities." *International Council on Clean Transportation (ICCT)* (2017).
- [7] Slowik, Peter, and Nic Lutsey. "The continued transition to electric vehicles in US cities." *Retrieved from the International Council on Clean Transportation, https* (2018).
- [8] Slowik, Peter, et al. "International evaluation of public policies for electromobility in urban fleets." (2018).
- [9] Jin, Lingzhi, Stephanie Searle, and Nic Lutsey. "Evaluation of state-level US electric vehicle incentives." *The International Council on Clean Transportation* (2014).
- [10] Zhao, Jimin, and Marc W. Melaina. "Transition to hydrogen-based transportation in China: lessons learned from alternative fuel vehicle programs in the United States and China." *Energy Policy* 34.11 (2006): 1299-1309.
- [11] Lutsey, Nic, et al. "Power play: How governments are spurring the electric vehicle industry." *White Paper* (2018).
- [12] Yong, Taeseok, and Chankook Park. "A qualitative comparative analysis on factors affecting the deployment of electric vehicles." *Energy Procedia* 128 (2017): 497-503.
- [13] Mees, Heleen LP, et al. "A method for the deliberate and deliberative selection of policy instrument mixes for climate change adaptation." *Ecology and Society* 19.2 (2014).

- [14] Kivimaa, Paula, and Florian Kern. "Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions." *Research Policy* 45.1 (2016): 205-217.
- [15] Soltani-Sobh, Ali, et al. "Analysis of the electric vehicles adoption over the United States." *Transportation research procedia* 22 (2017): 203-212.
- [16] Auvinen, Heidi, et al. "Electromobility scenarios: research findings to inform policy." *Transportation Research Procedia* 14 (2016): 2564-2573.
- [17] Lieven, Theo, et al. "Who will buy electric cars? An empirical study in Germany." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 16.3 (2011): 236-243.
- [18] Skippon, Stephen, and Mike Garwood. "Responses to battery electric vehicles: UK consumer attitudes and attributions of symbolic meaning following direct experience to reduce psychological distance." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 16.7 (2011): 525-531.
- [19] Vassileva, Iana, and Javier Campillo. "Adoption barriers for electric vehicles: Experiences from early adopters in Sweden." *Energy* 120 (2017): 632-641.
- [20] Zhang, Yong, Yifeng Yu, and Bai Zou. "Analyzing public awareness and acceptance of alternative fuel vehicles in China: The case of EV." *Energy Policy* 39.11 (2011): 7015-7024.
- [21] Jin, Lingzhi, Stephanie Searle, and Nic Lutsey. "Evaluation of state-level US electric vehicle incentives." *The International Council on Clean Transportation* (2014).
- [22] Gallagher, Kelly Sims, and Erich Muehlegger. "Giving green to get green? Incentives and consumer adoption of hybrid vehicle technology." *Journal of Environmental Economics and management* 61.1 (2011): 1-15.
- [23] Yang, Zifei, et al. "Principles for effective electric vehicle incentive design." *International Council Clean Transportation June* (2016).
- [24] Broos, Jordi, and Lieselot Vanhaverbeke. "INTERREGIONAL POLICY LEARNING SOURCEBOOK OF GOOD PRACTICES."
- [25] Sierzechula, William, et al. "The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption." *Energy Policy* 68 (2014): 183-194.
- [26] Hall, Dale, and Nic Lutsey. "Emerging best practices for electric vehicle charging infrastructure." *The International Council on Clean Transportation (ICCT): Washington, DC, USA* (2017): 54.
- [27] Tietge, Uwe, et al. "Comparison of leading electric vehicle policy and deployment in Europe." *Int. Council Clean Transp* 49 (2016): 847129-102.

- [28] Figenbaum, Erik, Terje Assum, and Marika Kolbenstvedt. "Electromobility in Norway: experiences and opportunities." *Research in Transportation Economics* 50 (2015): 29-38.
- [29] Graham-Rowe, Ella, et al. "Mainstream consumers driving plug-in battery-electric and plug-in hybrid electric cars: A qualitative analysis of responses and evaluations." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46.1 (2012): 140-153.
- [30] Böhne, Jan-André, et al. "How to promote electromobility for European car drivers? Obstacles to overcome for a broad market penetration." *European Transport Research Review* 7.3 (2015): 1-9.
- [31] Makena Coffman, Paul Bernstein & Sherilyn Wee (2017) Electric vehicles revisited: a review of factors that affect adoption, *Transport Reviews*, 37:1, 79-93
- [32] Nicholas, Michael, and Dale Hall. "Lessons learned on early electric vehicle fast-charging deployments." *International Council on Clean Transportation, Washington* (2018).
- [33] Egbue, Ona, and Suzanna Long. "Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions." *Energy policy* 48 (2012): 717-729.
- [34] Singer, Mark. *Consumer Views on Plug-in Electric Vehicles--National Benchmark Report*. No. NREL/TP-5400-67107. National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States), 2016.
- [35] Krause, Rachel M., et al. "Perception and reality: Public knowledge of plug-in electric vehicles in 21 US cities." *Energy Policy* 63 (2013): 433-440.
- [36] She, Zhen-Yu, et al. "What are the barriers to widespread adoption of battery electric vehicles? A survey of public perception in Tianjin, China." *Transport Policy* 56 (2017): 29-40.
- [37] Franke, Thomas, and Josef F. Krems. "What drives range preferences in electric vehicle users?." *Transport Policy* 30 (2013): 56-62.
- [38] Accenture. "Plug-In Electric Vehicles: Changing Perceptions, Hedging Bets." (2011).
- [39] Jensen, Anders Fjendbo, Elisabetta Cherchi, and Stefan Lindhard Mabit. "On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 25 (2013): 24-32.
- [40] Jin, Lingzhi, and Peter Slowik. "Literature review of electric vehicle consumer awareness and outreach activities." *International Council on Clean Transportation. Available from internet: https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Consumer-EV-Awareness_ICCT_Working-Paper_23032017_vF.pdf* (2017).

- [41] U.S. EPA. 2008. Latest findings on national air quality: Status and trends through 2006. EPA-454/R-07-007. Research Triangle Park, NC.
- [42] Tista, M., et al. "European Union Emission Inventory Report 1990-2017 under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP); Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2019." *Google Scholar*.
- [43] Lozhkina, Olga V., and Vladimir N. Lozhkin. "Estimation of nitrogen oxides emissions from petrol and diesel passenger cars by means of on-board monitoring: Effect of vehicle speed, vehicle technology, engine type on emission rates." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 47 (2016): 251-264.
- [44] Karagulian, Federico, et al. "Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level." *Atmospheric environment* 120 (2015): 475-483.
- [45] Boningari, Thirupathi, and Panagiotis G. Smirniotis. "Impact of nitrogen oxides on the environment and human health: Mn-based materials for the NO_x abatement." *Current Opinion in Chemical Engineering* 13 (2016): 133-141.
- [46] Townsend, C. L., and R. L. Maynard. "Effects on health of prolonged exposure to low concentrations of carbon monoxide." *Occupational and Environmental Medicine* 59.10 (2002): 708-711.
- [47] Berglund, Marika, et al. "Health risk evaluation of nitrogen oxides." *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* (1993): 1-72.
- [48] Sharma, Nikhil, et al., eds. *Air pollution and control*. Springer Singapore, 2018.
- [49] Thompson, Andrew. "Combating Tailpipe Emissions: An Analysis of State Electric Vehicle Incentives." (2019).
- [50] Sims R., R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, M. J. Figueroa Meza, L. Fulton, S. Kobayashi, O. Lah, A. McKinnon, P. Newman, M. Ouyang, J. J. Schauer, D. Sperling, and G. Tiwari, 2014: Transport. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [51] IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum,

S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[52] Nanaki, Evanthia A., and Christopher J. Koroneos. "Comparative economic and environmental analysis of conventional, hybrid and electric vehicles—the case study of Greece." *Journal of cleaner production* 53 (2013): 261-266.

[53] Buekers, Jurgen, et al. "Health and environmental benefits related to electric vehicle introduction in EU countries." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 33 (2014): 26-38.

[54] Carley, Sanya, et al. "Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large US cities." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 18 (2013): 39-45.

[55] Andwari, Amin Mahmoudzadeh, et al. "A review of Battery Electric Vehicle technology and readiness levels." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 78 (2017): 414-430.

[56] Lytton, L. "Driving down emissions-the potential of low carbon vehicle technology." (2010).

[57] Fabianek, Paul, et al. "Green and regional? A multi-criteria assessment framework for the provision of green electricity for electric vehicles in Germany." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 87 (2020): 102504.

[58] Guler, Dogus, and Tahsin Yomralioglu. "Suitable location selection for the electric vehicle fast charging station with AHP and fuzzy AHP methods using GIS." *Annals of GIS* 26.2 (2020): 169-189.

[59] Rouyendegh, Babak Daneshvar, Cem Isik Dogru, and Canan Basak Aybirdi. "A Comparison of Different Multi-Criteria Analyses for Electric Vehicle Charging Station Deployment." *Communications in Mathematics and Applications* 10.1 (2019): 145-158.

[60] Erbaş, Mehmet, et al. "Optimal siting of electric vehicle charging stations: A GIS-based fuzzy Multi-Criteria Decision Analysis." *Energy* 163 (2018): 1017-1031.

[61] Liu, Hu-Chen, et al. "An integrated multi-criteria decision making approach to location planning of electric vehicle charging stations." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 20.1 (2018): 362-373.

[62] Costa, Evaldo, et al. "Spatial Planning of Electric Vehicle Infrastructure for Belo Horizonte, Brazil." *Journal of Advanced Transportation* 2018 (2018).

[63] Wątróbski, Jarosław, et al. "Multi-criteria analysis of electric vans for city logistics." *Sustainability* 9.8 (2017): 1453.

- [64] AIP Advances 5, 057123 (2015); <https://doi.org/10.1063/1.4921087>
- [65] Guo, Sen, and Huiru Zhao. "Optimal site selection of electric vehicle charging station by using fuzzy TOPSIS based on sustainability perspective." *Applied Energy* 158 (2015): 390-402.
- [66] Tang, Zheci, et al. "Optimal siting of electric vehicle charging stations based on voronoi diagram and fahp method." *Energy Power Eng* 5.4b (2013): 1404-1409.
- [67] Saaty, Thomas L. "Decision making with the analytic hierarchy process." *International journal of services sciences* 1.1 (2008): 83-98.
- [68] Saaty, Thomas L. "Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process." *Management science* 32.7 (1986): 841-855.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ

Αξιολόγηση Καλών Πρακτικών για την ηλεκτροκίνηση

1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η αξιολόγηση καλών πρακτικών, που έχουν εφαρμοστεί με στόχο την προώθηση της ηλεκτροκίνησης σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο, ως προς την αποτελεσματικότητα και τη συνεισφορά τους στη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και της κατανάλωσης ενέργειας. Για το σκοπό αυτό έχουν επιλεγεί πρακτικές που έχουν εφαρμοστεί σε 9 ευρωπαϊκές περιφέρειες σε οχτώ ευρωπαϊκές χώρες: Ιταλία, Σλοβενία, Ελλάδα, Βέλγιο, Ρουμανία, Φιλανδία, Νορβηγία και Λετονία με βάση προκαθορισμένα κριτήρια.

2. Μεθοδολογία

A. Κριτήρια Αξιολόγησης

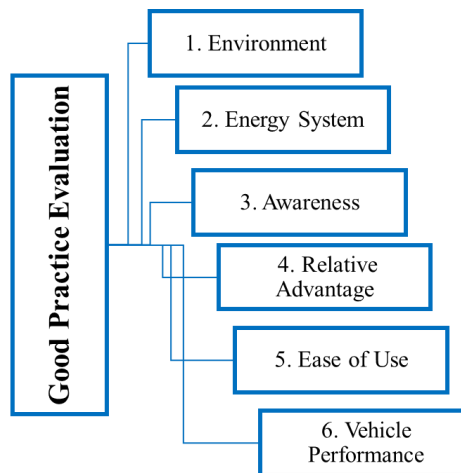
- Relative Advantage: Η καλή πρακτική δίνει σαφές πλεονέκτημα στα ηλεκτροκίνητα οχήματα έναντι των συμβατικών
- Ease Of Use: Η καλή πρακτική κάνει τα ηλεκτροκίνητα οχήματα πιο άνετα και εύκολα στη χρήση
- Vehicle Performance: Η καλή πρακτική συμβάλλει στη βελτίωση του σχεδιασμού, των χαρακτηριστικών και της απόδοσης των ηλεκτροκίνητων οχημάτων
- Awareness: Η συμβολή της καλής πρακτικής στην αύξηση της ενημέρωσης και γνώσης του κοινού για την ηλεκτροκίνησης
- Environment: Τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της καλής πρακτικής
- Energy System: Η συμβολή της καλής πρακτικής στην βελτίωση των ενεργειακών συστημάτων

B. Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας

Για την αξιολόγηση των καλών πρακτικών εφαρμόζεται η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (AHP) η οποία αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- Ιεράρχηση των κριτηρίων αξιολόγησης με βάση τη σημαντικότητά τους
- Σύγκριση των κριτηρίων αξιολόγησης κατά ζεύγη
- Υπολογισμός βαρών

Το πρώτο βήμα έχει ήδη πραγματοποιηθεί. Με βάση τη σημαντικότητά τους, τα κριτήρια έχουν ιεραρχηθεί ως εξής:



Για το δεύτερο βήμα δημιουργείται πίνακας στον οποίο αξιολογείται κάθε κριτήριο σε σχέση με τα υπόλοιπα (ανά ζεύγη). Στο σημείο αυτό χρειαζόμαστε τη συμβολή σας όπως αναλύεται στη συνέχεια.

3. Σύγκριση των κριτηρίων αξιολόγησης κατά ζεύγη

Παρακαλούμε να συμπληρώσετε το άνω κομμάτι της διαγώνιου του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) με βάση την άποψή σας για την σχετική σημασία του κριτηρίου της κάθε σειράς σε σχέση με το κριτήριο της κάθε στήλης χρησιμοποιώντας μία κλίμακα από το **1 έως το 9**.

Να σημειωθεί ότι αξιολογείται πάντα το κριτήριο της σειράς σε σχέση με κάθε ένα από τα κριτήρια των στηλών.

Πίνακας 1: Σύγκριση κριτηρίων αξιολόγησης ανά ζεύγη

Criteria	Environment	Energy System	Awareness	Relative Advantage	Ease of use	Vehicle Performance
Environment	1					
Energy System		1				
Awareness			1			
Relative Advantage				1		
Ease of Use					1	
Vehicle Performance						1

Ακολουθούν λεπτομερείς οδηγίες συμπλήρωσης.

Οδηγίες Συμπλήρωσης Πίνακα 1

Παρακαλούμε συμβουλευτείτε τον Πίνακα 2 για την επιλογή κατάλληλης τιμής μεγέθους σημασίας για το κάθε κελί:

Πίνακας 2: Επεξήγηση τιμών για τη συμπλήρωση του πίνακα 1

Σημασία Κριτηρίου	Ορισμός	Επεξήγηση
1	Ίση Σημασία	Τα δύο κριτήρια έχουν την ίδια σημασία
3	Ελαφρά Σημασία	Το ένα κριτήριο είναι ελαφρώς σημαντικότερο από το άλλο
5	Ουσιώδης Σημασία	Το ένα κριτήριο είναι σαφώς σημαντικότερο από το άλλο
7	Πολύ Ουσιώδης Σημασία	Το ένα κριτήριο είναι πολύ σημαντικότερο από το άλλο
9	Ύψιστη Σημασία	Η σημασία του ενός κριτηρίου σχετικά με το άλλο είναι υψίστου μεγέθους
2,4,6,8	Ενδιάμεσες Τιμές	Όταν απαιτείται να εκφραστεί μία ενδιάμεση κατάσταση

Παράδειγμα: Αξιολογείται πρώτα το κριτήριο Environment με τα κριτήρια Energy System, Awareness, Relative Advantage, Ease of use, Vehicle Performance. Αν το κριτήριο Environment θεωρείτε ότι είναι ίσης σημασίας με το Energy System τότε βάζετε στο αντίστοιχο κελί 1. Αν θεωρείτε ότι το κριτήριο Environment είναι πολύ σημαντικότερο από το Awareness θα βάλετε το αντίστοιχο κελί 7. Αν το κριτήριο Environment είναι ελαφρώς σημαντικότερο από το Relative Advantage βάζετε 3, κλπ όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Παράδειγμα συμπλήρωσης πίνακα 1

Criteria	Environment	Energy System	Awareness	Relative Advantage	Ease of use	Vehicle Performance
Environment	1	1	7	3		
Energy System		1				
Awareness			1			
Relative Advantage				1		
Ease of Use					1	
Vehicle Performance						1