

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ  
ΣΕ ΜΕΣΑΙΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΟΛΕΙΣ**

υπό

**ΒΑΣΙΛΕΙΟ Α. ΛΙΟΥΤΑ**

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

2020

© 2020 Βασίλειος Α. Λιούτας

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

## **Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ  
(Επιβλέπων) Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Ιωάννης Αδάμος  
(Συν-επιβλέπων) Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Παναγιώτης Μανέτος  
ΕΔΙΠ, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και  
Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, οφείλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, Δρα. Ιωάννη Αδάμο, όπως επίσης και τον Δρα. Παναγιώτη Μανέτο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή τους καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Δρα. Ευτυχία Ναθαναήλ, μέλος της εξεταστικής επιτροπής, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας και τις πολύτιμες υποδείξεις της.

Ευχαριστώ ακόμα, για την πολύτιμη βοήθειά τους, όλους όσους προώθησαν την έρευνα ερωτηματολογίου, όπως και τα 400 άτομα που συνέβαλαν με τη συμμετοχή τους στην υλοποίησή της. Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά την απόφοιτη του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κα. Γεωργία Μπαζίμα για την παροχή των δεδομένων για τη χωροθέτηση των δραστηριοτήτων εντός της περιοχής του Βόλου.

Ευχαριστώ τους φίλους(ες) μου για την ηθική υποστήριξη και κατανόησή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην οικογένειά μου.

Βασίλειος Α. Λιούτας

# ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΜΕΣΑΙΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΟΛΕΙΣ

Βασίλειος Α. Λιούτας

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2020

## Περίληψη

Η βιώσιμη αστική κινητικότητα εξελίσσεται με ταχείς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, επιδιώκοντας να διευκολύνει τη μετακίνηση τόσο των πολιτών, όσο και τη μεταφορά των αγαθών σε ευνοϊκές συνθήκες για το περιβάλλον και την οικονομία. Μία από τις ενέργειες που πραγματοποιούνται σε παγκόσμια κλίμακα για την εύρεση τέτοιων λύσεων, είναι η προώθηση της ηλεκτροκίνησης. Για αυτόν τον λόγο, διερευνήθηκαν βιβλιογραφικά οι βασικότερες πτυχές της ηλεκτροκίνησης, εστιάζοντας σε οχήματα και στη φόρτιση αυτών. Συγκεκριμένα, δόθηκε έμφαση στους τρόπους και τους τύπους φόρτισης, στα δίκτυα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, στη βέλτιστη χωροθέτηση και λειτουργία αυτών. Κατόπιν, εξετάστηκε η διεύθυνση της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα και καθώς διαπιστώθηκε πως αυτή κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, πραγματοποιήθηκε πανελλαδική έρευνα ερωτηματολογίου με θέμα την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Η έρευνα εστίασε στο συγκεκριμένο θέμα, καθώς η ηλεκτροκίνηση δεν μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος ανάπτυξης, εάν δεν υπάρχουν οι απαιτούμενες υποδομές φόρτισης.

Με τη βοήθεια του ερωτηματολογίου καταγράφηκαν οι απόψεις, συνήθειες και προσδοκίες 400 ατόμων και προέκυψαν ουσιαστικά συμπεράσματα ως προς τις απαιτούμενες ενέργειες που θα προωθούσαν την ηλεκτροκίνηση τόσο σε εθνικό όσο και σε αστικό επίπεδο. Τα αποτελέσματα τροφοδότησαν, επίσης, την επιλογή των ιδανικότερων θέσεων φόρτισης

ηλεκτρικών οχημάτων εντός των πόλεων. Με τα αποτελέσματα αυτά και με την ταυτόχρονη επεξεργασία ευρημάτων από τη βιβλιογραφία, δημιουργήθηκαν ενδεικτικοί χάρτες βέλτιστων περιοχών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στη μεσαίου μεγέθους πόλη του Βόλου.

# **A FEASIBILITY STUDY ON INSTALLING CHARGING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES IN A MEDIUM SIZED CITY**

Vasileios A. Lioutas

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2020

## **Abstract**

In the recent years, sustainable urban mobility is evolving rapidly, attempting to enable mobility and goods' transportation, in an economic and environmental direction. Among the actions taking place worldwide to provide such solutions is the promotion of electromobility. Thus, this thesis focuses on electric vehicles and charging. Specifically, a systematic literature review was carried out according to the charging modes and types, the charging infrastructure and its optional location-allocation. Subsequently, the low penetration rates of electromobility in Greece, resulted in organizing a pan-hellenic survey regarding the installation and operation of electric vehicles charging stations. The purpose of the survey was defined as above, considering the low availability of charging infrastructure, which restricts the adoption of electric vehicles. The questionnaire was answered by 400 people and from the data collected, crucial conclusions were revealed, as for the incentives needed to promote electro mobility at a national and at a local (city) level. In addition, the findings of the survey facilitated the selection of optimal charging stations' locations throughout the city grid and with the coincidental evaluation of literature, maps of the optional location of charging station infrastructure in the medium sized city Volos, Greece were accomplished.

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ερευνητική περιοχή.....	1
1.2 Κίνητρο - Στόχος.....	1
1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	2
<b>Κεφάλαιο 2 Εισαγωγή.....</b>	<b>4</b>
<b>Κεφάλαιο 3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....</b>	<b>6</b>
3.1 Επιβατικές μεταφορές σε μια εποχή αλλαγής.....	6
3.2 Αναδυόμενες τάσεις και εφαρμογές στις επιβατικές μεταφορές.....	11
3.3 Ηλεκτροκίνητα οχήματα.....	16
3.3.1 Βασικές έννοιες.....	16
3.3.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών οχημάτων.....	16
3.3.3 Προοπτικές και περιορισμοί χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων.....	18
3.3.4 Εκπομπές ρύπων ηλεκτρικών οχημάτων.....	21
3.3.5 Κόστος χρήσης.....	22
3.4 Κίνητρα αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων.....	24
3.4.1 Οικονομικά κίνητρα.....	24
3.4.2 Κοινωνικά κριτήρια.....	26
3.4.3 Μέτρα υποδομών.....	26
3.4.4 Κυκλοφοριακοί περιορισμοί.....	26
3.4.5 Κλιματικοί στόχοι.....	27
3.4.6 Πρωτοβουλίες υποστήριξης της ηλεκτροκίνησης.....	27
3.4.7 Η επιρροή της αυτοκινητοβιομηχανίας.....	28
3.4.8 Παγκόσμια οπτική.....	29
<b>Κεφάλαιο 4 Φόρτιση ηλεκτροκίνητων οχημάτων.....</b>	<b>30</b>
4.1 Δίκτυα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.....	30
4.2 Νομοθετικό πλαίσιο.....	33
4.2.1 ΦΕΚ Β'50/15.01.2015.....	33
4.2.2 ΦΕΚ Α'9/23.01.2018.....	34
4.2.3 ΦΕΚ Β'2040/04.06.2019.....	35
4.3 Τύποι σταθμών φόρτισης.....	40
4.3.1 Κανονική ή αργή φόρτιση ( $\leq 22$ kW).....	43
4.3.2 Γρήγορη φόρτιση ( $> 22$ kW).....	44
4.3.3 Φόρτιση λεωφορείων.....	47
4.4 Εναλλακτικές τεχνολογίες φόρτισης.....	47
4.4.1 Εναλλαγή μπαταριών (battery swapping).....	47
4.4.2 Ασύρματη φόρτιση.....	48
4.4.3 Γρήγορη φόρτιση λεωφορείων.....	50
4.4.4 Υπερπυκνωτές (Supercapacitors).....	51
4.5 Σχεδιασμός δικτύων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.....	53



4.5.1	Επιλογή του κατάλληλου σταθμού φόρτισης.....	58
4.5.2	Αριθμός οχημάτων ανά σταθμό φόρτισης .....	59
4.5.3	Δενδρόγραμμα απόφασης τοποθεσίας των σταθμών φόρτισης .....	61
4.5.4	Βέλτιστη τοποθέτηση των υποδομών φόρτισης υπό αστική κλίμακα.....	62
4.5.5	Μελέτη περίπτωση στη Σιγκαπούρη.....	69
4.5.6	Μοντέλο βασισμένο στη χρήση γης για δημόσιους σταθμούς φόρτισης.....	77
4.5.7	Μέθοδος με χρήση δεδομένων κινητής τηλεφωνίας.....	79
<b>Κεφάλαιο 5 Μελέτη περίπτωσης στην πόλη του Βόλου .....</b>		<b>80</b>
<b>5.1</b>	<b>Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης.....</b>	<b>80</b>
5.1.1	Ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα .....	80
5.1.2	Η περίπτωση της πόλης του Βόλου.....	90
<b>5.2</b>	<b>Σχεδιασμός και υλοποίηση έρευνας ερωτηματολογίου.....</b>	<b>93</b>
5.2.1	Διαμόρφωση ερωτηματολογίου .....	93
5.2.2	Συλλογή δεδομένων .....	95
<b>5.3</b>	<b>Αποτελέσματα έρευνας ερωτηματολογίου .....</b>	<b>96</b>
5.3.1	Περιγραφική στατιστική ανάλυση .....	96
5.3.2	Επαγωγική στατιστική ανάλυση .....	126
<b>Κεφάλαιο 6 Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης εντός της ευρύτερης περιοχής του Βόλου</b>		
.....		<b>144</b>
<b>6.1</b>	<b>Χωρικά δίκτυα .....</b>	<b>144</b>
<b>6.2</b>	<b>Συνάρτηση κανονικοποίησης (rescale function).....</b>	<b>146</b>
<b>6.3</b>	<b>Περιοχή εξυπηρέτησης (service area) .....</b>	<b>146</b>
<b>6.4</b>	<b>Ανάλυση χωροθέτησης – κατανομής (location-allocation).....</b>	<b>146</b>
<b>6.5</b>	<b>Μελέτη περίπτωσης .....</b>	<b>147</b>
6.5.1	Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης με βάση την κατανομή του πληθυσμού.....	151
6.5.2	Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης με βάση την εξυπηρέτηση κατοίκων .....	156
6.5.3	Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης με βάση τις προτιμήσεις των πολιτών .....	159
<b>Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....</b>		<b>171</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>		<b>176</b>
<b>Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο .....</b>		<b>180</b>

## **Κατάλογος Πινάκων**

Πίνακας 3-1: Αριθμός επιβατικών ΙΧ ανά έτος στην Ελλάδα. ....	13
Πίνακας 4-1: Τρόποι φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	41
Πίνακας 4-2: Τύποι φόρτισης. ....	42
Πίνακας 4-3: Διαθέσιμοι σταθμοί φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	46
Πίνακας 4-4: Συνήθεις σύνδεσμοι φόρτισης AC (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	52
Πίνακας 4-5: Συνήθεις σύνδεσμοι φόρτισης DC (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	52
Πίνακας 4-6: Υπόμνημα Σχημάτων 4-18 και 4-19 (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016). ....	68
Πίνακας 5-1: Συμμετοχή των ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019). ....	84
Πίνακας 5-2: Δεδομένα για τον προσδιορισμό εξέλιξης του μεριδίου ηλεκτροκίνητων επιβατικών οχημάτων (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019). ....	89
Πίνακας 5-3: Μέση βαθμολογία και σύνοψη συγκριτικών αποτελεσμάτων με κριτήριο το φύλο. ....	131
Πίνακας 5-4: Μέση βαθμολογία και σύνοψη συγκριτικών αποτελεσμάτων με κριτήριο την ηλικία. ....	138
Πίνακας 5-5: Μέση βαθμολογία και σύνοψη συγκριτικών αποτελεσμάτων με κριτήριο το εισόδημα. ....	142
Πίνακας 6-1: Βαρύτητες των χωρικών επιπέδων με τη μέθοδο AHP. ....	160

## **Κατάλογος Σχημάτων**

Σχήμα 2-1: Μεθοδολογική προσέγγιση διπλωματικής εργασίας. ....	4
--	---

Σχήμα 3-1: Μετακινήσεις σε μια πόλη (Πηγή: <a href="http://www.emta.com">www.emta.com</a> ).....	11
Σχήμα 3-2: Μετακινήσεις στο κέντρο μιας πόλης (Πηγή: <a href="http://www.emta.com">www.emta.com</a> ). ....	12
Σχήμα 3-3: Σύνολο επιβατικών ΙΧ στην Ελλάδα ανά έτος. ....	13
Σχήμα 4-1: Αριθμός PEVs και δημόσια προσβάσιμων σταθμών στην Ευρώπη το 2017 (Πηγή: Spöttle et al., 2018).....	31
Σχήμα 4-2: Δημόσια προσβάσιμοι σταθμοί φόρτισης από το 2013 έως το 2017 (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	32
Σχήμα 4-3: Ενδεικτική χωροθέτηση θέσεων στάθμευσης και σταθμών επαναφόρτισης επί οδοστρώματος (Πηγή: ΦΕΚ Β΄2040/04.06.2019). ....	39
Σχήμα 4-4: Ενδεικτική χωροθέτηση θέσεων στάθμευσης και σταθμών επαναφόρτισης σε κλειστό ή υπαίθριο χώρο στάθμευσης (Πηγή: ΦΕΚ Β΄2040/04.06.2019).....	39
Σχήμα 4-5: Λεπτομέρεια μηχανικής προστασίας (Πηγή: ΦΕΚ Β΄2040/04.06.2019). ....	40
Σχήμα 4-6: Πρόβλημα κάλυψης για γραμμές (Πηγή: Huang, et al., 2016). ....	55
Σχήμα 4-7: Πρόβλημα κάλυψης για πολύγωνα (Πηγή: Huang, et al., 2016).....	55
Σχήμα 4-8: Περιττή μη συμπληρωματική κάλυψη (Πηγή: Huang, et al., 2016). ....	56
Σχήμα 4-9: Αριθμός PEVs/σημείο φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018).....	60
Σχήμα 4-10: Σχέση PEV/σημείο φόρτισης και μεριδίου στην αγορά το 2017 (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	60
Σχήμα 4-11: Δενδρόγραμμα απόφασης για την τοποθεσία φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018). ....	61

Σχήμα 4-12: Δημιουργία του φορέα πλέγματος (vector grid) (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).	64
.....	64
Σχήμα 4-13: Buffering μιας βάσης δεδομένων σημείων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).....	65
Σχήμα 4-14: Buffering μιας βάσης δεδομένων πολυγώνων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).	65
.....	65
Σχήμα 4-15: Πυκνότητα πληθυσμού (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016). ....	66
Σχήμα 4-16: Χωρική εισαγωγή μιας βάσης δεδομένων σημείων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).....	67
.....	67
Σχήμα 4-17: Χωρική εισαγωγή μιας βάσης δεδομένων πολυγώνων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).....	67
.....	67
Σχήμα 4-18: Παράγοντες βαρύτητας όλων των χωρικών επιπέδων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).....	68
.....	68
Σχήμα 4-19: Χάρτης κατανομής γης της ανάλυσης για το Μπολζάνο (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).....	69
.....	69
Σχήμα 4-20: Κατανομή σταθμών κανονικής φόρτισης για το Σενάριο A (Πηγή: Wang et al., 2019).....	74
.....	74
Σχήμα 4-21: Κατανομή σταθμών κανονικής φόρτισης για το Σενάριο B (Πηγή: Wang et al., 2019).....	75
.....	75
Σχήμα 4-22: Σύγκριση κατανομής των σταθμών κανονικής φόρτισης για τα Σενάρια A και B (Πηγή: Wang et al., 2019). ....	75
.....	75
Σχήμα 4-23: Κατανομή των σταθμών ταχείας φόρτισης για το Σενάριο A (Πηγή: Wang et al., 2019).....	76
.....	76

Σχήμα 5-1: Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας για οδικές επιβατικές μεταφορές ανά τύπο μεταφορικού μέσου έως το 2030 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).....	84
Σχήμα 5-2: Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας αυτοκινήτων ανά καύσιμο έως το 2030 (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019). .....	85
Σχήμα 5-3: Εξέλιξη μεριδίου ηλεκτροκίνητων επιβατικών οχημάτων στις ετήσιες ταξινομήσεις στην ελληνική αγορά (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019). .....	90
Σχήμα 5-4: Ηλικία ερωτηθέντων.....	97
Σχήμα 5-5: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων. ....	97
Σχήμα 5-6: Απασχόληση ερωτηθέντων.....	98
Σχήμα 5-7: Μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα ερωτηθέντων.....	98
Σχήμα 5-8: Συχνότητα διάνυσης απόστασης μεγαλύτερης των 100 χιλιομέτρων. ....	99
Σχήμα 5-9: Σκοπός μετακίνησης εντός της πόλης. ....	100
Σχήμα 5-10: Συνήθης σκοπός ταξιδιών εκτός της πόλης. ....	100
Σχήμα 5-11: Διανυόμενα χιλιόμετρα τον χρόνο.....	100
Σχήμα 5-12: Αριθμός αυτοκινήτων νοικοκυριού των ερωτηθέντων. ....	101
Σχήμα 5-13: Κατοχή θέσης στάθμευσης.....	101
Σχήμα 5-14: Τύπος αυτοκινήτων ερωτηθέντων. ....	101
Σχήμα 5-15: Ηλικία αυτοκινήτων ερωτηθέντων. ....	102
Σχήμα 5-16: Καθεστώς αγοράς υπάρχοντος αυτοκινήτου ερωτηθέντων.....	102
Σχήμα 5-17: Ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης. ....	103
Σχήμα 5-18: Ενδιαφέρον χρήσης ηλεκτρικού αυτοκινήτου.....	103

Σχήμα 5-19: Κατάργηση χρήσης συμβατικού αυτοκινήτου, σε περίπτωση διάθεσης ηλεκτρικού.....	103
Σχήμα 5-20: Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη. ....	104
Σχήμα 5-21: Πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου.....	105
Σχήμα 5-22: Θα αγοράζα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, για να αντικαταστήσω ένα παλαιότερο αυτοκίνητο.....	105
Σχήμα 5-23: Χρηματική δαπάνη για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου. ....	105
Σχήμα 5-24: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον.....	106
Σχήμα 5-25: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος.....	106
Σχήμα 5-26: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα. ....	106
Σχήμα 5-27: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις. ....	107
Σχήμα 5-28: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης. ....	107
Σχήμα 5-29: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησής μου. ....	107
Σχήμα 5-30: Κρατική επιδότηση ενός μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς θα αποτελούσε κίνητρο να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.....	108
Σχήμα 5-31: Τα μειωμένα τέλη κυκλοφορίας θα αποτελούσαν κίνητρο για να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. ....	109
Σχήμα 5-32: Οι χαμηλές εκπομπές ρύπων θα αποτελούσαν κίνητρο για να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. ....	109

Σχήμα 5-33: Τα λειτουργικό κόστος θα επηρέαζε την απόφασή μου για να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. ....	110
Σχήμα 5-34: Η ύπαρξη υποδομών φόρτισης θα επηρέαζε την απόφασή μου να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. ....	110
Σχήμα 5-35: Το να κατέχω ένα αυτοκίνητο σύγχρονης τεχνολογίας θα με ωθούσε να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. ....	111
Σχήμα 5-36: Αποδεκτό κόστος για μία πλήρη βραδεία φόρτιση (6-8 ώρες) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. ....	112
Σχήμα 5-37: Αποδεκτό κόστος για μία πλήρη ταχεία φόρτιση (20 λεπτά) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. ....	112
Σχήμα 5-38: Συχνότητα φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου. ....	113
Σχήμα 5-39: Ιδανική ώρα για βραδεία φόρτιση (6-8 ώρες) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. ...	113
Σχήμα 5-40: Ιδανική ώρα για ταχεία φόρτιση (20 λεπτά) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. ....	113
Σχήμα 5-41: Ενόχληση για μην έχετε συνεχώς πλήρως φορτισμένη μπαταρία, εάν το υπόλοιπό της ανταποκρινόταν έστω και οριακά στις ανάγκες μετακίνησής σας. ....	114
Σχήμα 5-42: Ελάχιστο ποσοστό μπαταρίας που θα σας οδηγούσε στο να φορτίσετε το αυτοκίνητό σας. ....	114
Σχήμα 5-43: Οι δύο σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου επαρκούν. ....	115
Σχήμα 5-44: Η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου θα με ωθούσε να αγοράσω πιο εύκολα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. ....	115

Σχήμα 5-45: Η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου θα βοηθούσε στην ανάπτυξη του τουρισμού.....	116
Σχήμα 5-46: Η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο Πήλιο είναι απαραίτητη.....	116
Σχήμα 5-47: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα γινόταν περισσότερο σύγχρονος.....	117
Σχήμα 5-48: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα γινόταν περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον.....	117
Σχήμα 5-49: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πρότυπο για τους άλλους Δήμους.....	118
Σχήμα 5-50: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες.....	118
Σχήμα 5-51: Ο Δήμος πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους.....	119
Σχήμα 5-52: Ο Δήμος πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους.....	119
Σχήμα 5-53: Ο Δήμος πρέπει να συνεργαστεί με ιδιωτικούς φορείς για την κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης.....	120



Σχήμα 5-54: Ο Δήμος πρέπει να παραχωρήσει εκτάσεις που του ανήκουν για εγκατάσταση σταθμών φόρτισης. ....	120
Σχήμα 5-55: Ο Δήμος πρέπει να οργανώσει δράσεις ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.....	121
Σχήμα 5-56: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης. ....	122
Σχήμα 5-57: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με το φύλο των ερωτηθέντων. ....	123
Σχήμα 5-58: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με την ηλικία των ερωτηθέντων. ....	124
Σχήμα 5-59: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με το εισόδημα των ερωτηθέντων.....	125
Σχήμα 5-60: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με τον τόπο κατοικίας των ερωτηθέντων.....	126
Σχήμα 6-1: Οδικό δίκτυο Βόλου. ....	149
Σχήμα 6-2: Χάρτης κατανομής πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο (ΕΛΣΤΑΤ, 2011, ίδια επεξεργασία). ....	150
Σχήμα 6-3: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής ενός σταθμού φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median. ....	152
Σχήμα 6-4: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median. ....	153

Σχήμα 6-5: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p- median με τους 2 υπάρχοντες σταθμούς. ....	154
Σχήμα 6-6: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 10 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p- median. ....	155
Σχήμα 6-7: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 10 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p- median με δεδομένους τους 2 υπάρχοντες σταθμούς. ....	156
Σχήμα 6-8: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής ενός σταθμού φόρτισης με τον αλγόριθμο Maximize Capacitated Coverage με όριο «χωρητικότητας» σταθμού 20.000 κατοίκους. .....	157
Σχήμα 6-9: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο Maximize Capacitated Coverage με όριο «χωρητικότητας» σταθμού 20.000 κατοίκους. .....	158
Σχήμα 6-10: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο Maximize Capacitated Coverage με όριο «χωρητικότητας» σταθμού 20.000 κατοίκους με δεδομένους τους 2 υπάρχοντες σταθμούς. ....	159
Σχήμα 6-11: Χάρτης πληροφοριακών επιπέδων χρήσεων γης. ....	161
Σχήμα 6-12: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων πληθυσμού. ....	163
Σχήμα 6-13: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων εργασιακών χώρων. ....	163
Σχήμα 6-14: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων δημόσιων χώρων. ....	164
Σχήμα 6-15: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων ιδιωτικών χώρων στάθμευσης. ....	164
Σχήμα 6-16: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων πρατηρίων καυσίμων. .	165

Σχήμα 6-17: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων δημόσιων χώρων. ....	165
Σχήμα 6-18: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων τερματικών σταθμών. .	166
Σχήμα 6-19: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων χώρων αναψυχής. ....	166
Σχήμα 6-20: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων εμπορικών κέντρων. ...	167
Σχήμα 6-21: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων χώρων άθλησης. ....	167
Σχήμα 6-22: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων πανεπιστημιακών εγκαταστάσεων.....	168
Σχήμα 6-23: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων δημόσιων υπηρεσιών. .	168
Σχήμα 6-24: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων ξενοδοχειακών μονάδων. .....	169
Σχήμα 6-25: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων και των 13 επιπέδων. .	170

# **Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή**

Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με την ερευνητική περιοχή, τα κίνητρα και τους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας και περιγράφονται συνοπτικά οι βασικές ενότητες της.

## **1.1 Ερευνητική περιοχή**

Τα τελευταία χρόνια επιδιώκεται ολοένα και περισσότερο να παρέχονται υπηρεσίες εντός και εκτός του αστικού ιστού που υποστηρίζουν βιώσιμα οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά μοντέλα. Οι λύσεις αυτές, διαμορφώνονται υπό το πρίσμα της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, η οποία εξελίσσεται ταχύτατα σε σχέση με τον χρόνο, ανταποκρινόμενη στη διαρκή τεχνολογική εξέλιξη. Παγκόσμια τάση προς την κατεύθυνση αυτή αποτελεί η ηλεκτροκίνηση, η οποία ουσιαστικά απαλλάσσει τους χρήστες και τα οχήματα από τα ορυκτά καύσιμα και προωθεί λύσεις μετακίνησης, οι οποίες βασίζονται στην ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται κυρίως από ανανεώσιμες πηγές. Σε αυτό το πλαίσιο, διερευνάται η εισχώρηση της ηλεκτροκίνησης στην ελληνική πραγματικότητα και οι ενέργειες που θα μπορούσαν να ενδυναμώσουν την προώθησή της, όπως είναι τα κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων και οι υποδομές φόρτισης.

## **1.2 Κίνητρο - Στόχος**

Στο πλαίσιο ανάπτυξης της ηλεκτροκίνησης σε διεθνές επίπεδο, είναι σκόπιμο να διερευνηθεί η βέλτιστη ανάπτυξη των υποδομών φόρτισης εντός των πόλεων υπό από ένα οργανωμένο σχέδιο. Για τον λόγο αυτόν, διερευνώνται οι βέλτιστες τοποθεσίες εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στον αστικό ιστό και η επίδρασή

τους στην ανάπτυξη των τοπικών κοινωνιών, τόσο σε επίπεδο υπηρεσιών και παροχών, όσο και από την άποψη της οικονομίας, του περιβάλλοντος και του τουρισμού.

### **1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας**

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει 7 Κεφάλαια. Ειδικότερα, στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την πραγματοποίηση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, την υλοποίηση της έρευνας και τη χωροθέτηση των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου.

Στο Κεφάλαιο 3 παρατίθεται το θεωρητικό υπόβαθρο σχετικά με την ηλεκτροκίνηση. Αυτό εμπεριέχει τα οφέλη της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές, όπως και τα χαρακτηριστικά και τα είδη των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Επιπλέον, εντοπίζονται πιθανά κίνητρα αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων.

Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφονται τα είδη και οι τύποι φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, το νομοθετικό πλαίσιο που προβλέπεται για τις εγκαταστάσεις φόρτισης και επιλεγμένα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί και προτείνουν λύσεις για τη χωροθέτησή τους.

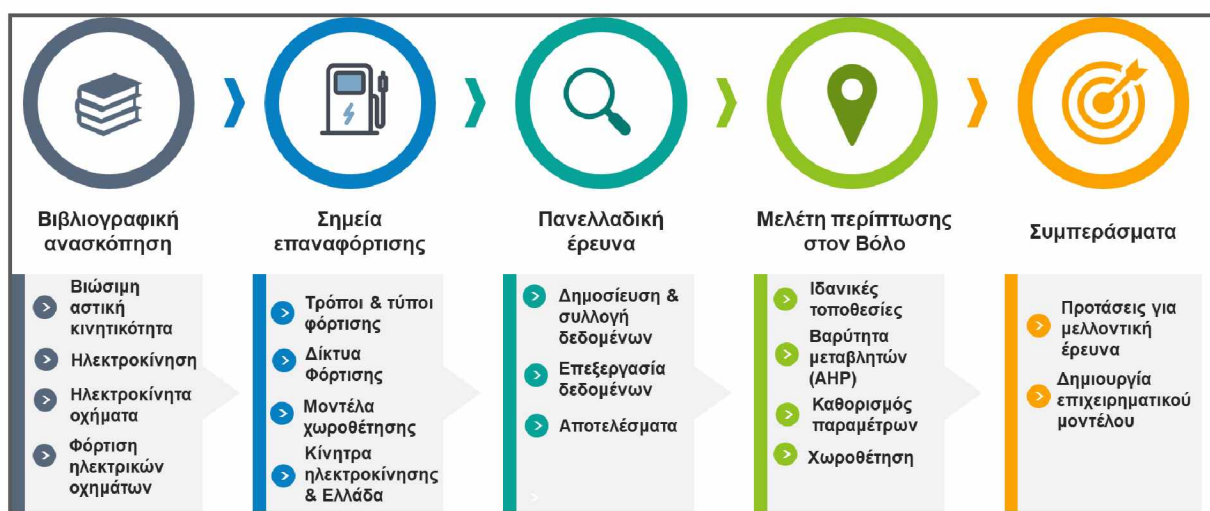
Στο Κεφάλαιο 5 παρατίθενται τα αποτελέσματα της πανελλαδικής έρευνας ερωτηματολογίου σχετικά με την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και πραγματοποιείται περιγραφική και επαγωγική στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται οι σχετικοί χάρτες χωροθέτησης σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου ανάλογα με τα πιθανά σενάρια που εξετάζονται.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 7, αναλύονται τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας και καθορίζονται οι κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα. Έπειτα, καταγράφονται οι βιβλιογραφικές πηγές και τέλος, επισυνάπτεται το Παράρτημα.

## Κεφάλαιο 2 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται η μεθοδολογία εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας, η οποία διερευνά τη σκοπιμότητα εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε μεσαίου μεγέθους πόλεις. Η εργασία διαχωρίζεται σε τρία τμήματα, εκ των οποίων το πρώτο αφορά στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, το δεύτερο στην πανελλαδική έρευνα ερωτηματολογίου και το τρίτο στη χωροθέτηση σταθμών φόρτισης στην πόλη του Βόλου. Η μεθοδολογική προσέγγιση αποτυπώνεται στο Σχήμα 2-1.



Σχήμα 2-1: Μεθοδολογική προσέγγιση διπλωματικής εργασίας.

Για τη συγγραφή της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τέθηκαν ορισμένα ερωτήματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση, τα οφέλη της, τα ηλεκτρικά οχήματα, τα κίνητρα διείσδυσής τους στην αγορά, τους σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, τα είδη και τους τρόπους φόρτισης, τις ιδανικές τοποθεσίες εγκατάστασής τους και ενδεικτικά μοντέλα, με τα οποία γίνεται προσδιορισμός αυτών των τοποθεσιών. Για την απάντηση των προαναφερθέντων ερωτημάτων, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση επιστημονικών άρθρων στις ηλεκτρονικές βάσεις Science Direct και Google Scholar, χρησιμοποιώντας τις εξής λέξεις – κλειδιά: «electric vehicle», «electro-mobility», «charging station», «location», «allocation», «promotion»,

«market share», «environment», «infrastructure», «economy», «commuting satisfaction», «user satisfaction». Επιπλέον, μελετήθηκαν άρθρα και οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, των Ελληνικών Υπουργείων και ενδεικτικών Φύλλων της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ).

Τα αποτελέσματα της κριτικής αξιολόγησης της βιβλιογραφίας τροφοδότησαν τη δομή του ερωτηματολογίου που αναπτύχθηκε για τις ερευνητικές ανάγκες της παρούσας εργασίας και αποτέλεσαν τη βάση για τη χωροθέτηση των σταθμών φόρτισης στον Βόλο. Συγκεκριμένα, διαμορφώθηκε ερωτηματολόγιο στην ηλεκτρονική πλατφόρμα Survey Monkey (<https://www.surveymonkey.com/>). Αρχικά το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε πιλοτικά, για να εντοπιστούν πιθανά λάθη ή σημεία προς διόρθωση/βελτίωση, κυρίως σε θέματα κατανόησης των ερωτήσεων από τους χρήστες. Στη συνέχεια, προωθήθηκε σε ηλεκτρονικούς ενημερωτικούς και ψυχαγωγικούς ιστότοπους, όπως και σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης και παρέμεινε διαθέσιμο προς συμπλήρωση για 4 εβδομάδες. Μετά τη συλλογή των αποτελεσμάτων, δημιουργήθηκαν βάσεις δεδομένων στο Microsoft EXCEL και στο IBM SPSS Statistics και προέκυψαν ενδιαφέροντα ευρήματα από την περιγραφική και επαγωγική στατιστική επεξεργασία, αντίστοιχα.

Κατόπιν, μελετήθηκαν τα αποτελέσματα της ανάλυσης και σε συνδυασμό με τη βιβλιογραφία, προέκυψαν τρεις περιπτώσεις χωροθέτησης των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στον Βόλο με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS, στην καθεμία από τις οποίες, διερευνήθηκαν διαφορετικά σενάρια. Η πρώτη αφορά στη βέλτιστη χωροθέτηση σταθμών ως προς την πληθυσμιακή κάλυψη, η δεύτερη εστιάζει στη χωροθέτηση σταθμών ως προς τη χωρητικότητα εξυπηρέτησης και η τρίτη ανιχνεύει τις βέλτιστες περιοχές εγκατάστασης σταθμών ως προς τις χρήσεις γης, λαμβάνοντας υπόψη τη βαρύτητα των χρήσεων μέσω της Αναλυτικής Ιεραρχικής Μεθόδου (Analytic Hierarchy Process – AHP) και των αποτελεσμάτων της έρευνας.



## Κεφάλαιο 3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Σε αυτό το Κεφάλαιο, περιγράφονται οι αλλαγές που έχουν σημειωθεί στις μεταφορές με την πάροδο των χρόνων και την ανάπτυξη στον τομέα της ηλεκτροκίνησης. Ακόμα γίνεται αναφορά στα ηλεκτρικά οχήματα, τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται σε αυτόν τον τομέα, όπως και στα κίνητρα προώθησής τους στην αγορά.

### 3.1 Επιβατικές μεταφορές σε μια εποχή αλλαγής

Ο αστικός ιστός απαρτίζεται από το σύνολο των υποδομών και των παρεχόμενων υπηρεσιών που εξυπηρετούν τον άνθρωπο και ικανοποιούν τις ανάγκες του για επικοινωνία, κοινωνικοποίηση και οργάνωση δραστηριοτήτων εντός των πόλεων. Για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων αυτών, είναι απαραίτητη η σωστή οργάνωση και ο καινοτόμος σχεδιασμός των μετακινήσεων εντός των πολεοδομικών συγκροτημάτων. Βασικό χαρακτηριστικό των μετακινήσεων είναι η πολυπλοκότητα και η πολυμορφία του σκοπού πραγματοποίησής τους (εργασία, αγορές, ψυχαγωγία) και η κατηγοριοποίησή τους στον χώρο (από και προς τις πόλεις) και τον χρόνο. Οι μετακινήσεις στον αστικό χώρο χαρακτηρίζονται από (Καρλαύτης & Λυμπέρης, 2009):

- Τις θέσεις (περιοχές) γένεσης των μετακινήσεων.
- Τις θέσεις (περιοχές) προσέλκυσης (έλξης) των μετακινήσεων.
- Τους συνδέσμους/διαδρόμους πραγματοποίησης των μετακινήσεων (συγκοινωνιακοί/μεταφορικοί διάδρομοι).
- Τη ζήτηση για μετακινήσεις και τη προσφορά μεταφορικού έργου κάθε διαδρόμου.

Στον 20<sup>ο</sup> αιώνα, η οικονομική και κοινωνική εξέλιξη εκτόξευσε τον αριθμό και την αναγκαιότητα των μετακινήσεων. Στις πόλεις ειδικότερα, η αύξηση της κινητικότητας λειτούργησε ως εμπόδιο στην ομαλή χρονικά και χωρικά εκτέλεση των μετακινήσεων. Ακόμη, λόγω της πυκνής δόμησης και του περιορισμένου ελεύθερου χώρου στις πόλεις, η δημιουργία νέων υποδομών συχνά καθίσταται οικονομικά ζημιογόνα και περιβαλλοντικά ελλαπτωματική. Επιπρόσθετα, η υψηλή συγκέντρωση δραστηριοτήτων σε συγκεκριμένες περιοχές του αστικού ιστού, κατανέμει ανορθόδοξα τις περιοχές έλξης και γένεσης μετακινήσεων, με αποτέλεσμα τη συμφόρηση συγκεκριμένων συγκοινωνιακών αρτηριών.

Τα παραπάνω γεγονότα αντικατοπτρίζουν μόνο ένα μέρος της δυσλειτουργίας των αστικών διαδρόμων, προκαλώντας προβλήματα χρόνου, αξιοπιστίας, ασφάλειας και κόστους. Προκειμένου να εξαλειφθούν αυτά τα προβλήματα, σε γενικές γραμμές, εφαρμόζονται τρεις λύσεις (Καρλαύτης & Λυμπέρης, 2009):

1. Παροχή της καλύτερης δυνατής συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης με τα διαθέσιμα μέσα, τα οποία εξελίσσονται διαρκώς.
2. Μείωση των αναγκών μετακινήσεων με τη χρήση της τεχνολογίας (π.χ. τηλεργασία) ή με την αλλαγή του τρόπου ή της σειράς πραγματοποίησης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.
3. Διαχείριση της αστικής κινητικότητας μέσα από μέτρα, τα οποία έχουν ως στόχο τη μεταβολή της ανθρώπινης συμπεριφοράς.

Η δεύτερη λύση είναι αρκετά δημοφιλής σε πόλεις που αδυνατούν να παρέχουν καλύτερο συγκοινωνιακό έργο υπό τις υφιστάμενες υποδομές τους. Κατά την εφαρμογή αυτής της λύσης πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψιν το αντίκτυπο της μείωσης των μετακινήσεων στην

κοινωνικοποίηση των πολιτών, την αποσύνθεση του κοινωνικού ιστού και την εξάρτηση των ατόμων από την τεχνολογία.

Σχετικά με την τρίτη λύση, η διαχείριση της αστικής κινητικότητας εναρμονίζεται με την καλύτερη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση. Συγκεκριμένα, μεταβάλλει τη συμπεριφορά του μετακινούμενου, μέσω της σωστής ενημέρωσής του, έτσι ώστε να γνωρίζει τις εναλλακτικές επιλογές μετακίνησής του, αλλά και να οργανώνει έγκαιρα τη μετακίνησή του με όσο το δυνατόν φιλικότερα προς το περιβάλλον και τον αστικό ιστό μέσα. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί η ευρωπαϊκή τάση διαχείρισης της κινητικότητας έναντι της επέκτασης των υποδομών.

Η παροχή καλύτερου συγκοινωνιακού έργου σχετίζεται με την ομαλή λειτουργία του συστήματος μετακινήσεων στον αστικό χώρο. Οι μετακινήσεις πραγματοποιούνται με Ιδιωτικής Χρήσης (ΙΧ) οχήματα, αστικές συγκοινωνίες (μετρό, λεωφορεία, κτλ.), μέσα μαζικής μεταφοράς χαμηλής χωρητικότητας (ταξί) και μέσα χαμηλών ταχυτήτων (ποδήλατα) (Καρλαύτης & Λυμπέρης, 2009). Η μετακίνηση με ΙΧ χαρακτηρίζεται από αυτονομία και ανεξαρτησία, ενώ το περιβάλλον μετακίνησης είναι ασφαλές και ευρύχωρο. Στα δίκυκλα, ο δείκτης ασφάλειας είναι αρκετά χαμηλότερος και ο δείκτης ευελιξίας αρκετά υψηλότερος. Επιπλέον, η κατοχή ΙΧ αποτελεί σύμβολο κοινωνικής καταξίωσης και ελευθερίας (Βλαστός, 1997 σε Καρλαύτη & Λυμπέρη, 2009).

Στη σημερινή εποχή, οι πόλεις κατακλύζονται από την αλόγιστη εκπομπή αερίων ρύπων που επηρεάζουν όχι μόνο τους κατοίκους τους, αλλά και τον πλανήτη γενικότερα. Σε αρκετές περιπτώσεις μάλιστα, η μόλυνση του αέρα έχει ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια, κάνοντάς τον επιβλαβή για τους πολίτες. Κατ' επέκταση, οι κυβερνήσεις οφείλουν να αναλάβουν ευθύνες, χωρίς περαιτέρω καθυστέρηση. Η προαναφερθείσα κατάσταση, επιτάχυνε τη θέσπιση μέτρων για την προστασία των πολιτών, εφαρμόζοντας νέους κανονισμούς, περιορισμούς κατά

την οδήγηση, ακόμα και απαγόρευση κυκλοφορίας ορισμένων αυτοκινήτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης (Fernández, 2019). Για παράδειγμα, στο Παρίσι απαγορεύτηκε η χρήση του μισού αριθμού επιβατικών οχημάτων για κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, στο Λονδίνο εφαρμόστηκε πληρωμή κομίστρου για την οδήγηση στο κέντρο της πόλης, ενώ στο Νέο Δελχί απαγορεύτηκε η χρήση ταξί που λειτουργούσαν με πετρέλαιο. Άλλες πόλεις, όπως η Μαδρίτη και η Στουτγάρδη, αναζητώντας μακροπρόθεσμες λύσεις, επιδιώκουν τη γενική μείωση της χρήσης αυτοκινήτων και την αξιοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Ωστόσο, δεν εφαρμόζουν όλες οι κοινότητες παρόμοια μέτρα, καθώς σε πολλές από αυτές η υπερβολική χρήση του αυτοκινήτου έχει γίνει καθημερινό φαινόμενο, δημιουργώντας ένα πρόβλημα τεσσάρων διαστάσεων στις εκπομπές ρύπων (Fernández, 2019):

- 1<sup>η</sup> διάσταση: απευθείας από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων εξέρχονται αέριοι ρύποι, υπεύθυνοι για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (GHG - Greenhouse Gas), λόγω της εσωτερικής καύσης στις μηχανές των οχημάτων. Τα GHGs περιλαμβάνουν ατμούς, διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), οξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>), όζον (O<sub>3</sub>), φθοροχλωράνθρακες (CFCs) και υδροχλωράνθρακες (HCFCs και HFCs). Αυτές οι εκπομπές απορροφούν και εκπέμπουν άμεσα ακτινοβολία στο περιβάλλον, παγιδεύοντας την ακτινοβολία σε θερμική μορφή, επιδρώντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη.
- 2<sup>η</sup> διάσταση: τοπικοί ρύποι, όπως το οξείδιο του αζώτου (NO<sub>x</sub>), το οξείδιο του θείου, το μονοξείδιο του άνθρακα, τοξικά μέταλλα, κτλ. εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα είτε δημιουργούνται εκεί. Αυτού του είδους η μόλυνση, μεγάλο ποσοστό της οποίας οφείλεται στους κινητήρες πετρελαίου, συνδέθηκε με 6,5 εκατομμύρια θανάτους το 2015.

- 3<sup>η</sup> διάσταση: αέριες εκπομπές που επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα έξω από τα όρια των πόλεων, όπως οι εκπομπές των οχημάτων των πολιτών που μετακινούνται για εργασιακούς λόγους.
- 4<sup>η</sup> διάσταση: αέριες εκπομπές που επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα έξω από τα όρια των πόλεων, λόγω δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα εντός αυτών, όπως η κατανάλωση ενέργειας για τη φόρτιση των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων.

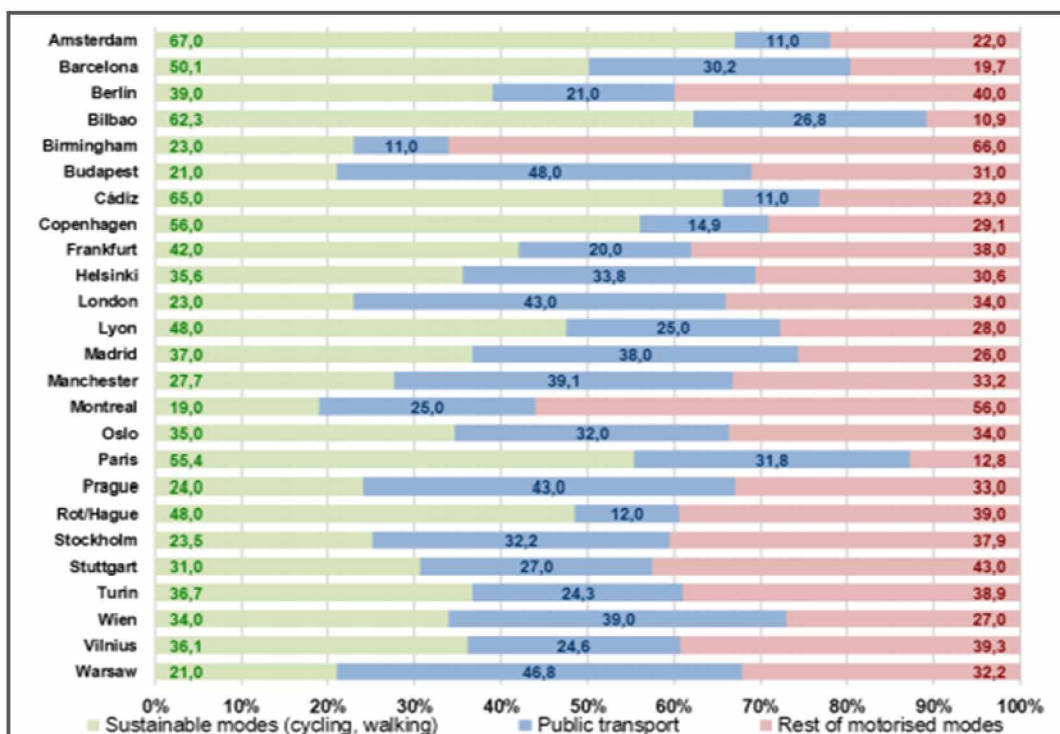
Για την καταγραφή και ανάλυση των εκπομπών GHG, δημιουργήθηκαν λίστες δεδομένων που καταγράφουν τις ποσότητες των GHGs που απελευθερώνονται από όλες τις διαφορετικές δραστηριότητες εντός μιας συγκεκριμένης περιοχής. Οι εκπομπές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες (Fernández, 2019):

- Απευθείας εκπομπές από πηγές που ανήκουν και ελέγχονται από την πόλη, όπως στατική καύση από την καύση ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, πετρέλαιο, προπάνιο) για θέρμανση ή άλλες βιομηχανικές ανάγκες, καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, βενζίνη) που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία οχημάτων ή άλλων μεταφορικών μέσων και εκπομπές που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της κατασκευαστικής διαδικασίας σε συγκεκριμένους βιομηχανικούς τομείς (τσιμέντο, μέταλλο, σίδηρο, αμμωνία).
- Έμμεσες εκπομπές από την καύση ηλεκτρισμού, ατμού ή άλλου είδους ενέργειας που χρειάζεται η πόλη.
- Άλλες έμμεσες εκπομπές, οι οποίες είναι συνέπειες των ενεργειών που δεν ελέγχονται ή δεν ανήκουν στην πόλη. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει το μεγαλύτερο αποτύπωμα της καύσης του άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων των αναγκών για μετακίνηση για εργασία, διανομής εμπορευμάτων και διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

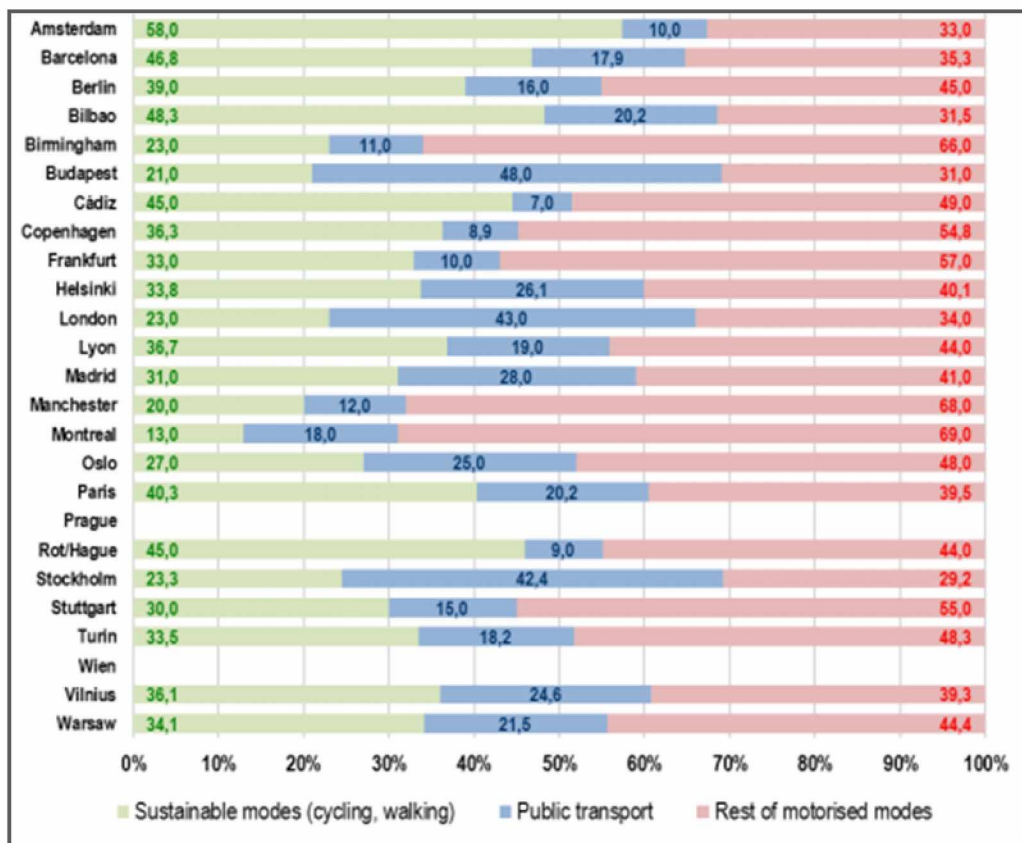
Οι μετρήσεις αυτές, εστιάζουν κυρίως στην παρουσία διοξειδίου του άνθρακα, καθώς αποτελεί το σημαντικότερο αέριο που επιβαρύνει σε μεγαλύτερο βαθμό την ατμόσφαιρα και παράγεται από τον άνθρωπο. Ως προς τη συγκέντρωση των αερίων, διάφορες πόλεις επιλέγουν να τα δημοσιοποιήσουν, ενώ κάποιες άλλες όχι. Στη Νέα Υόρκη για παράδειγμα, το 67% των εκπομπών της πόλης προέρχεται από τα κτίρια, ενώ το 30% προέρχεται από τις δραστηριότητες μεταφορών.

### 3.2 Αναδυόμενες τάσεις και εφαρμογές στις επιβατικές μεταφορές

Παρά τη μικρή χωρητικότητα επιβατών, την επιβάρυνση του περιβάλλοντος, την αύξηση του θορύβου στον αστικό ιστό και τη δυσκολία εύρεσης θέσεων στάθμευσης, τα ΙΧ χρησιμοποιούνται ευρέως από τους Ευρωπαίους πολίτες, όπως φαίνεται στα Σχήματα 3-1 και 3-2.



Σχήμα 3-1: Μετακινήσεις σε μια πόλη (Πηγή: [www.emta.com](http://www.emta.com)).

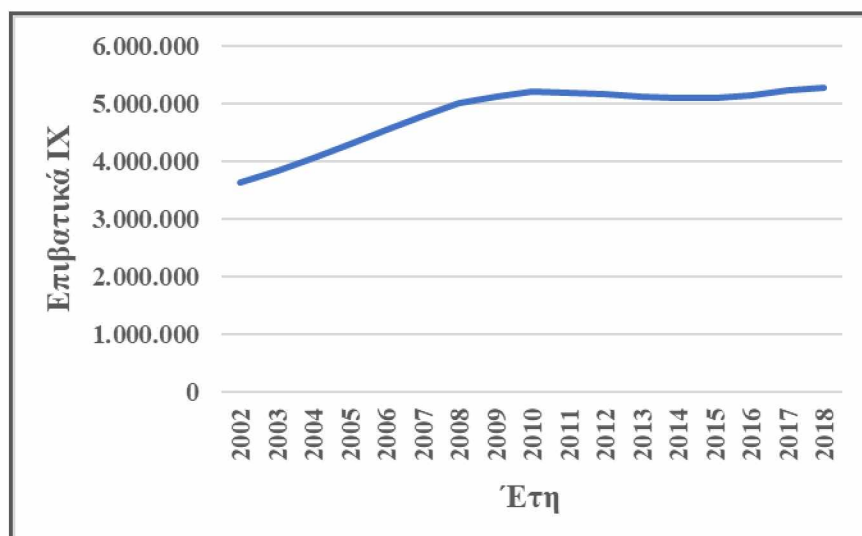


Σχήμα 3-2: Μετακινήσεις στο κέντρο μιας πόλης (Πηγή: [www.emta.com](http://www.emta.com)).

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, σύμφωνα με τη «Μελέτη Προέλευσης Προορισμού Μετακινήσεων» του ΟΑΣΑ (2007), περίπου τα μισά νοικοκυριά στην Αττική διαθέτουν ένα ΙΧ, ενώ το 25% διαθέτει περισσότερα από ένα αυτοκίνητα (Καρλαύτης & Λυμπέρης, 2009).

Ακόμα σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή, το 2018 υπήρχαν καταγεγραμμένα στην Ελλάδα 5.282.695 επιβατικά οχήματα, εκ των οποίων 5.249.135 ήταν ιδιωτικής χρήσης και 33.560 ήταν δημόσιας χρήσης (ΕΛΣΤΑΤ, 2019).

Από τις μετρήσεις της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, προκύπτει πως αυτός ο αριθμός είναι ο μεγαλύτερος που έχει καταγραφεί ποτέ, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-3, ενώ ο αριθμός των επιβατικών οχημάτων είναι συνεχόμενα αυξανόμενος, με εξαίρεση τα χρόνια της οικονομικής κρίσης. Αντίστοιχα, στον Πίνακα 3-1 παρουσιάζεται ο ακριβής αριθμός των επιβατικών οχημάτων ανά έτος.



Σχήμα 3-3: Σύνολο επιβατικών ΙΧ στην Ελλάδα ανά έτος.

Πίνακας 3-1: Αριθμός επιβατικών ΙΧ ανά έτος στην Ελλάδα.

Έτος	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Αριθμός επιβατικών ΙΧ	3.646.069	3.839.549	4.073.511	4.303.129	4.543.016	4.798.530	5.023.944	5.131.960	5.216.873
Έτος	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Αριθμός επιβατικών ΙΧ	5.203.591	5.167.557	5.124.208	5.110.873	5.107.620	5.160.056	5.235.928	5.282.695	

Είναι φανερό λοιπόν ότι η κινητικότητα απαιτεί ριζικές αλλαγές, ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα και η αποδοτικότητά της. Σύμφωνα με τα έως τώρα δεδομένα, ο ελληνικός στόλος οχημάτων και κατ' επέκταση οι μετακινήσεις των Ελλήνων πολιτών, πραγματοποιούνται με κατανάλωση πληθώρας ορυκτών καυσίμων, δημιουργώντας έτσι αρκετά οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. Για την καταπολέμηση των ζητημάτων αυτών, κρίνεται σκόπιμη η προώθηση λύσεων που βασίζονται στη λογική των «ευφυών πόλεων» (Smart cities). Με τον όρο αυτό, εννοείται μια πόλη που επιδιώκει να αντιμετωπίσει τα δημόσια ζητήματα μέσω λύσεων, χρησιμοποιώντας Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας - ΤΠΕ (Information and Communication Technology - ICT), οι οποίες



βασίζονται σε μία πολυμερή και δημόσια συνεργασία. Για αυτόν τον λόγο, για να χαρακτηριστεί μια πόλη ως ευφυής, πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον μία πρωτοβουλία που να χαρακτηρίζεται από: ευφυή διοίκηση, ευφυείς ανθρώπους, ευφυή διαβίωση, ευφυή κινητικότητα, ευφυή οικονομία και ευφύες περιβάλλον (Manville et al., 2014). Οι ΤΠΕ σε αυτήν την περίπτωση, επιχειρούν να συνδέσουν τις υπάρχουσες υποδομές με άλλες βελτιωμένες προς όφελος των προσφερόμενων υπηρεσιών εντός μιας πόλης.

Σημαντική θεωρείται επίσης και η εφαρμογή λύσεων και μοντέλων ηλεκτροκίνησης στις ευφυείς πόλεις. Η ηλεκτροκίνηση καθίσταται σημαντική, καθώς (ERTRACK, 2017):

- Προωθεί ενέργειες βελτίωσης της ποιότητας αέρα εντός των πόλεων και αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.
- Εναρμονίζεται με την κατεύθυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των κρατών παγκοσμίως για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), τη φιλοδοξία απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Ενισχύει την ανάπτυξη του παγκόσμιου οικονομικού περιβάλλοντος ανάμεσα σε Αμερικάνικες, Ευρωπαϊκές και Ασιατικές βιομηχανίες.
- Εμπορευματοποιεί τη σημαντική πρόοδο στους ηλεκτρικούς κινητήρες, την αποδοτικότητα της ηλεκτρικής ενέργειας και τις τεχνολογίες μπαταριών.
- Προωθεί κοινωνικά κίνητρα προς όφελος της ανάπτυξης της αγοράς ηλεκτροκίνητων οχημάτων και της δημιουργίας υποδομών φόρτισής τους.
- Παρέχει μια νέα ευελιξία για την ενοικίαση ή την από κοινού χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

- Επιτρέπει την εισχώρηση νέων επιχειρήσεων στην αυτοκινητιστική βιομηχανία με νέα μοντέλα ηλεκτροκίνητων οχημάτων.
- Αυξάνει τη χρήση ηλεκτροκίνητων 2/3 τροχών στις αστικές μετακινήσεις.
- Βελτιώνει τη συνδεσιμότητα και τους αυτοματισμούς.

Οι κοινωνίες πλέον, αντιλαμβάνονται τις αλλαγές του κοντινού μέλλοντος σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα, παρόλο που αυτό δεν αποτυπώνεται στις πωλήσεις τους. Στη δημιουργία αυτής της αντίληψης, συμβάλλουν τα αυστηρά όρια που έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> των κρατών μελών της για τα έτη 2025 και 2030 και η πιθανή θέσπιση ζωνών μηδενικών εκπομπών. Για αυτόν τον λόγο, αναμένεται η εκτόξευση της αγοράς ηλεκτροκίνητων οχημάτων τα επόμενα χρόνια και οι αυτοκινητοβιομηχανίες επενδύουν στη βιωσιμότητα παραγωγής τους και στην ανταγωνιστικότητά τους.

Με την ηλεκτροκίνηση, θα βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα των πόλεων και θα ενισχυθεί η προστασία του περιβάλλοντος, εφόσον οι πηγές ηλεκτρικής ενέργειας είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ή εάν ο άνθρακάς τους προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (ήλιο, άνεμο, νερό, γεωθερμία). Το φιλικότερο αυτό αποτύπωμα των πόλεων προς το περιβάλλον, επιθυμούν και οι δημοτικές αρχές, ενώ παράλληλα προσδοκούν και μείωση της συμφόρησης του οδικού δικτύου. Από την άλλη πλευρά, οι καταναλωτές περιμένουν τα νέα αυτά οχήματα να είναι ευέλικτα, αξιόπιστα και οικονομικά ως προς τις μετακινήσεις. Εξαιτίας των απαιτήσεων αυτών εκτιμάται πως η μετακίνηση με ηλεκτρικά μέσα θα επικεντρώνεται κυρίως σε μετακινήσεις στον αστικό και προαστιακό χώρο.

Συνεπώς, πρέπει να ληφθεί μέριμνα, για το κόστος αγοράς, την ποικιλία, την αξιοπιστία και την ανθεκτικότητα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται η άνετη και γρήγορη φόρτισή τους. Οι υποδομές φόρτισης θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από ευκολία

πρόσβασης, ταχύτητα και ευκολία φόρτισης, συνδεσιμότητα οχήματος/σταθμού και πληρωμής, ενώ η θέση τους οφείλει να είναι σε σημεία που εξυπηρετούν τις ανάγκες των περισσότερων πολιτών.

### **3.3 Ηλεκτροκίνητα οχήματα**

#### **3.3.1 Βασικές έννοιες**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, με τους όρους «ηλεκτρικό όχημα», «πλήρως ηλεκτρικό όχημα», «ηλεκτροκίνητο όχημα» και «ηλεκτρικό όχημα μπαταριών (Battery Electric Vehicle – BEV)» γίνεται λόγος σε επιβατικά οχήματα που κινούνται με έναν ή περισσότερους ηλεκτρικούς κινητήρες και αντλούν την ενέργεια προώθησής τους από μια ηλεκτρική μπαταρία. Με τους όρους «Plug-in Hybrid Vehicle (PHEV) (υβριδικό όχημα με καλώδιο)» και «plug-in όχημα» γίνεται λόγος σε επιβατικά οχήματα που διαθέτουν έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης (Internal Combustion Engine - ICE) και έναν ή περισσότερους ηλεκτρικούς κινητήρες, αντλούν την ενέργεια προώθησής τους από ορυκτά καύσιμα και/ή από την ηλεκτρική ενέργεια και μπορούν να φορτιστούν από μια εξωτερική πηγή ηλεκτρισμού. Τέλος, οι όροι «συμβατικό όχημα (Conventional Vehicle – CV)» και «συμβατικό αυτοκίνητο» αναφέρονται σε επιβατικά οχήματα που προωθούνται αποκλειστικά από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης που αντλεί την ενέργειά του από βενζίνη ή πετρέλαιο (Weiss, et al., 2019).

#### **3.3.2 Κατηγοριοποίηση ηλεκτρικών οχημάτων**

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα με μπαταρία (Battery Electric Vehicles - BEVs), χρησιμοποιούν ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες λιθίου και κινούνται μέσω ηλεκτρικών κινητήρων (Fernández, 2019). Τον τελευταίο καιρό όμως, γίνονται συχνά αναφορές στις επιστημονικές κοινότητες στον συνολικό κύκλο ζωής των μπαταριών

αυτών και στο ενεργειακό αποτύπωμά τους. Όλες οι απόψεις συγκλίνουν στο ότι το «κλειδί» για την περιβαλλοντικά αποδοτική χρήση τους, εστιάζει στη φόρτισή τους, η οποία θα πρέπει να γίνεται από ανανεώσιμες πηγές. Με αυτόν τον τρόπο, θα εξισορροπήσουν σε μεγάλο βαθμό τα GHGs, αφού η χρήση άλλων ηλεκτρικών πηγών μπορεί να μην έχει κανένα αντίκτυπο στο περιβάλλον, ενώ υπάρχουν ακόμα και πιθανότητες για υψηλότερες εκπομπές άνθρακα.

Για να μειωθεί, λοιπόν, το πρόβλημα μέσω της χρήσης BEVs, θα πρέπει να ελεγχθεί η πηγή και το μέρος φόρτισής τους. Η πληθώρα των σταθμών φόρτισης θα βρίσκεται εντός ή στον περιβάλλοντα χώρο των κτιρίων, με αποτέλεσμα η σωστή και ωφέλιμη προς το περιβάλλον τροφοδοσία τους να γίνεται άμεσα πρόβλημα στα επόμενα χρόνια, ειδικά όταν οι πωλήσεις ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων αυξηθούν.

Συγκεκριμένα, τα BEVs δεν λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα και είναι «καθαρά» για το περιβάλλον σε τοπικό επίπεδο. Όμως, τα οχήματα αυτά πρέπει να φορτίζουν τις μπαταρίες τους και η παραγωγή της ενέργειας αυτής προκαλεί εκπομπές που πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Ακόμα λόγω των τάσεων αστικής επέκτασης που θέλει τους πολίτες να ζουν σε μικρότερες πόλεις/προάστια, κοντά στις μεγάλες πόλεις, όπου η χρήση αυτοκινήτου είναι αναγκαία, είναι πολύ πιθανό να αυξηθεί ο αριθμός των ατόμων που ζουν σε μια πόλη Α, εργάζονται σε μία πόλη Β και χρησιμοποιούν ένα BEV για τις μετακινήσεις τους, το οποίο φορτίζουν κυρίως στην πόλη Α και σπάνια στην πόλη Β, με την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια φόρτισης να παράγεται πιθανώς σε μια τρίτη τοποθεσία Γ. Αυτό το γεγονός περιπλέκει την υπόθεση, λόγω των διάφορων αβεβαιοτήτων. Η εκτίμηση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας των μεταφορών, απαιτεί δύο βασικές πηγές (Fernández, 2019):

- Την απόδοση και κατανάλωση των οχημάτων που προέρχονται από τους παραγωγούς τους. Σημαντική είναι η μάζα και ταχύτητα των οχημάτων.

- Ο συντελεστής εκπομπής Mix (Emission Factor Mx – Efmix), ο οποίος αντικατοπτρίζει το άθροισμα των ενεργειακών πηγών που χρησιμοποιούνται για να παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια ενός δικτύου μια περιοχής. Δηλαδή, είναι το άθροισμα των ενεργειών μικρής και μεγάλης κλίμακας που συνεργάζονται, της υδροηλεκτρικής, του πετρελαίου, των πυρηνικών αντιδραστήρων, της γεωθερμικής, του αέρα και της ηλιακής που καθορίζουν την ποσότητα CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται ανά μονάδα ηλεκτρισμού που παράγεται. Ο συντελεστής αυτός είναι διαφορετικός για κάθε χώρα.

Στην ευρωπαϊκή αγορά κυκλοφορούν 118 διαφορετικά μοντέλα EVs με μέσο κόστος αγοράς τα 60.441€ και μέση δυνατή διανυόμενη απόσταση τα 174,9 χιλιόμετρα ([www.wattev2buy.com](http://www.wattev2buy.com)).

### **3.3.3 Προοπτικές και περιορισμοί χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων**

Στην αγορά, ο όρος ηλεκτροκίνητο και ηλεκτρικό όχημα συγχέονται, καθώς έχουν εισαχθεί διάφορα ηλεκτρικά μοντέλα, πολλά από τα οποία όμως δεν έχουν μηδενικές εκπομπές. Συγκεκριμένα, τα οχήματα που λειτουργούν μόνο με μπαταρία (Tesla Model S, Nissan Leaf, Renault Zoe) και αυτά που λειτουργούν με υδρογόνο και ηλεκτρικές κυψέλες (Toyota Mirai, Hyundai Tucson) έχουν μηδενικές εκπομπές, ενώ τα υβριδικά (PHEVs) (Toyota Prius, Hyundai Ionic) και «range extenders» (BMW i3, Opel Ampera, Chevrolet Volt) δεν έχουν μηδενικές εκπομπές (Fernández, 2019).

Μέχρι σήμερα, τα πλήρως ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία καταλαμβάνουν μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς από τα PHEVs και αυτή η τάση αναμένεται να συνεχιστεί. Οι εκτιμήσεις έκαναν λόγο για ύπαρξη 9-20 εκατομμυρίων ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων μέχρι το 2020, ενώ ο αριθμός αυτός για το έτος 2025 αναμένεται να κυμανθεί στα 40-70 εκατομμύρια (Fernández, 2019). Λαμβάνοντας υπόψιν όμως τον αριθμό των αυτοκινήτων με κινητήρα

ορυκτών καυσίμων που ανέρχονταν σε 950 εκατομμύρια το 2015, είναι φανερό πως ακόμα και στο πιο αισιόδοξο σενάριο, τα ηλεκτροκίνητα οχήματα θα αντικατοπτρίζουν μόλις το 10% του συνολικού πλήθους αυτοκινήτων το 2025.

Για την ορθή και αποτελεσματική λειτουργία αυτού του αισιόδοξου σεναρίου, απαιτούνται ενέργειες, ικανές να βελτιώσουν την εισχώρηση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην καθημερινότητα των πολιτών. Συνοπτικά, απαιτείται (Fernández, 2019):

- *Αποδοτική και εύκολα προσβάσιμη υποδομή φόρτισης των οχημάτων.* Συγκεκριμένα, είναι χρήσιμο να ληφθούν ενέργειες για την αύξηση των σημείων φόρτισης, τη στιγμή που οι σταθμοί φόρτισης στις οικείες δεν είναι πολλοί. Αυτό το γεγονός αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια των καταναλωτών για την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος. Από το 2010, όταν και ο αριθμός σταθμών φόρτισης παγκόσμια ήταν ελάχιστος, έχουν ληφθεί μέτρα για την αύξηση των υποδομών, αριθμώντας το 2018 112.500 σταθμούς. Ακόμα χρειάζεται να ελεγχθεί ο τρόπος φόρτισης του ηλεκτρικού δικτύου. Συγκεκριμένα, πολλοί χρήστες επιθυμούν να φορτίσουν τα ηλεκτροκίνητα οχήματά τους μόλις επιστρέφουν στο σπίτι τους από την εργασία τους, αλλά η απουσία διαχείρισης της συνολικής φόρτισης του δικτύου μπορεί να οδηγήσει στην αλόγιστη απώλεια ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές. Εάν οι υποδομές φόρτισης δεν είναι πλήρως αναπτυγμένες, τότε οι κατασκευαστές αυτοκινήτων θα πρέπει να αυξήσουν τη μέγιστη διανυόμενη απόσταση των οχημάτων τους, χρησιμοποιώντας υψηλότερες σε kWh και μεγαλύτερες μπαταρίες, οι οποίες θα προϋποθέτουν μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας και γρηγορότερους τρόπους φόρτισης.
- *Γρήγορη φόρτιση.* Κατόπιν ερευνών, αποδείχθηκε πως ο χρόνος φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων πρέπει να ελαττωθεί. Το ζήτημα αυτό θα μπορούσε να επιλυθεί με την πάρα πολύ γρήγορη φόρτιση, γνωστή στη βιβλιογραφία ως «ultrafast charging»,

η οποία παρέχει στο όχημα αυτονομία διάνυσης 300 χιλιομέτρων με 20 λεπτά φόρτισης. Βέβαια για την εφαρμογή τέτοιου συστήματος, πρέπει να ληφθεί υπόψιν ο τρόπος φόρτισης με τον οποίο επιτυγχάνεται η ορθή φόρτιση των μπαταριών και οι συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της φόρτισης. Το «ultrafast charging» επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη ζωή των μπαταριών, καθιστώντας το προς το παρόν όχι ιδιαίτερα αποδοτικό. Βέβαια οι κατασκευαστές έχουν μικρή ή και καθόλου επιρροή στις αποφάσεις των καταναλωτών αναφορικά με τον χρόνο και τη διάρκεια φόρτισης των μπαταριών. Από την άλλη μεριά, οι μισές «εφ' όρου ζωής» περιβαλλοντικές εκπομπές ενός ηλεκτρικού οχήματος προέρχονται από την ενέργεια που καταναλώνεται για την κατασκευή του οχήματος, ειδικά των μπαταριών.

- *Εφαρμογή κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων (ελαστικότερη φορολογία, δωρεάν διόδια, στάθμευση χωρίς πληρωμή).* Ωστόσο, μόλις τα ηλεκτροκίνητα οχήματα γίνουν δημοφιλή, τα κίνητρα αυτά θα πάψουν να ισχύουν. Επιπρόσθετα, οι τιμές παροχής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να πρέπει να προσαρμοστούν στις ειδικές συνθήκες των παρεχόμενων υπηρεσιών. Η στάθμευση χωρίς πληρωμή συνδέεται άμεσα με τη γρήγορη εύρεση θέσης στάθμευσης και αποτελεί ένα μεγάλο πλεονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με την κυκλοφοριακή συμφόρηση ειδικά στις μεγαλύτερες πόλεις του κόσμου.
- *Εξάλειψη του άγχους σχετικά με τη δυνατή διανύμενη απόσταση.* Η πλειοψηφία των καταναλωτών πιστεύει πως η διάνυση 400-600 χιλιομέτρων με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, θα ήταν αρκετή, ώστε τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα να γίνουν ανταγωνιστικά έναντι των συμβατικών, για να αρχίσει η μαζική αποδοχή τους. Σύμφωνα βέβαια με μελέτες, για την επίτευξη του αποτελέσματος αυτού χρειάζεται αύξηση του μεγέθους των μπαταριών, συνεπώς και της μάζας του αυτοκινήτου με

αποτέλεσμα να διογκώνεται και η κατανάλωση της απαιτούμενης ενεργειακής κατανάλωσης.

Συνοψίζοντας λοιπόν τις απαιτήσεις αυτές, η αγορά οδηγεί τους κατασκευαστές αυτοκινήτων στη δημιουργία οχημάτων με μεγαλύτερες μπαταρίες, οι οποίες θα μπορούν να ανταποκριθούν στη γρήγορη ή ακόμα και στην πάρα πολύ γρήγορη φόρτιση. Είναι φανερό πως αυτή η τάση δεν κατευθύνεται προς τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των οχημάτων αυτών.

### **3.3.4 Εκπομπές ρύπων ηλεκτρικών οχημάτων**

Τα ηλεκτρικά οχήματα, όπως αναφέρει και το όνομά τους τροφοδοτούνται από ηλεκτρική ενέργεια, ενώ το ζήτημα προκύπτει στην παραγωγή της ενέργειας αυτής. Ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα «εναλλακτικό» καύσιμο που υποστηρίζεται από κατάλληλες υποδομές και είναι μία βιώσιμη λύση για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων. Σε αυτό το σημείο τίθεται το ερώτημα του ενεργειακού του αποτυπώματος και της βιωσιμότητάς του αναφορικά με το περιβάλλον. Η απάντηση στην ερώτηση αυτή, σύμφωνα με τον Fernández (2019) είναι πως για να απαντηθεί σωστά, οφείλει πρώτα να διερευνηθεί η πηγή προέλευσης του καυσίμου. Η μετατροπή αιολικής και ηλιακής ενέργειας αποτελούν, αδιαμφισβήτητα, δύο καλές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά από την άλλη πλευρά η καύση αερίων ή άνθρακα δεν είναι φιλικές περιβαλλοντικά. Γενικά όμως, ακόμα και στις χειρίστες συνθήκες, τα BEVs έχουν λιγότερες εκπομπές GHGs έναντι των ICEs.

Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια οδήγησης, ένα αυτοκίνητο μεσαίας κατηγορίας (π.χ. Toyota Corolla) με βάρος γύρω στους 1,3 τόνους μπορεί να διανύσει 650 χιλιόμετρα με 50 λίτρα καυσίμων που ζυγίζουν 38 κιλά. Ένα παρόμοιο ηλεκτρικό όχημα (π.χ. Opel Ampera-e) διανύει 415-520 χιλιόμετρα με μία μπαταρία 60 kWh που ζυγίζει 450 κιλά. Για να διανύσει



δηλαδή 650 χιλιόμετρα, απαιτείται μία μπαταρία 75 kWh που ζυγίζει 600 κιλά. Στην περίπτωση των ορυκτών καυσίμων, κάθε λίτρο βενζίνης ή πετρελαίου που καίγεται, εκπέμπει 2,3 kg CO<sub>2</sub> και 2,6 kg CO<sub>2</sub> αντίστοιχα που σημαίνει 115 kg CO<sub>2</sub> και 130 kg CO<sub>2</sub> όταν χρησιμοποιείται ολόκληρη η δεξαμενή καυσίμων του αυτοκινήτου. Από την άλλη μεριά, για πλήρη μπαταρία 75 kWh απαιτούνται από 4,35 (Γαλλία) έως 187,9 (Εσθονία) kg CO<sub>2</sub>, ανάλογα με τη χώρα και τις περιβαλλοντικές της συνθήκες. Για παράδειγμα, στη Γαλλία η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται κατά 65% από πυρηνική ενέργεια και κατά 1% από την καύση άνθρακα, ενώ στην Πολωνία και την Εσθονία παράγεται κατά 68% από άνθρακα και κατά 80% από πετρέλαιο, αντίστοιχα.

### 3.3.5 Κόστος χρήσης

Τα BEVs και PHEVs έχουν γίνει αρκετά δημοφιλή σε ορισμένες χώρες, κατακτώντας το 29% της αυτοκινητιστικής αγοράς της Νορβηγίας, 6% στην Ολλανδία και 1,5% στην Κίνα, τη Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο, αντίστοιχα (Weiss, et al., 2019). Η Κίνα και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής στοχεύουν να έχουν στους δρόμους τους μέχρι το 2020 1,2 εκατομμύρια ηλεκτρικά οχήματα, ενώ η Γερμανία την ίδια χρονιά στοχεύει στο ένα εκατομμύριο ηλεκτρικά και PHEVs, αντίστοιχα. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία, τη χώρα με τη μεγαλύτερη αγορά επιβατικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη, η οποία σύγκρινε ηλεκτρικά οχήματα με τα αντίστοιχα συμβατικά μοντέλα, αποδείχτηκε πως η τιμή των ηλεκτρικών οχημάτων που πουλήθηκαν μειώθηκε κατά 63% από το 2010 (1990±560 €/kW) στο 2016 (400±220 €/kW) και των PHEVs κατά 24% (από 330±10 €/kW σε 250±60€/kW), αντίστοιχα. Αντίθετα, η τιμή των αντίστοιχων συμβατικών οχημάτων αυξήθηκε κατά 21% από 180±30 €/kW το 2010 σε 220±50 €/kW το 2016.

Επιπρόσθετα, το κόστος χρήσης των οχημάτων δεν ακολουθεί τις τάσεις για μείωση ή αύξηση των τιμών, αφού παραμένει είτε σταθερό για την περίπτωση των ηλεκτρικών οχημάτων είτε αυξάνεται στην περίπτωση των PHEVs, από το 2010 έως το 2016. Το υψηλότερο κόστος χρήσης των PHEVs έναντι των ηλεκτρικών αποδίδεται στην αρχική υψηλότερη τιμή αγοράς τους, τον δυνατότερο κινητήρα και τη μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου και ηλεκτρισμού.

Συνοψίζοντας, η χρήση ηλεκτροκίνητων οχημάτων μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, καθώς είναι 4-5 φορές αποδοτικότερα ενεργειακά από τα συμβατικά οχήματα, ενώ παράλληλα η ηλεκτρική τους ενέργεια μπορεί να προέρχεται και από ανανεώσιμες πηγές (Singh & Stromman, 2013). Για αυτόν ακριβώς τον λόγο πολλές χώρες προωθούν τη χρήση τους, κατ' επέκταση θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη μέριμνα στη φόρτισή τους και την προέλευση της ενέργειας που απαιτείται για αυτήν. Εάν η ενέργεια αυτή, προέρχεται από την καύση ορυκτών και άνθρακα, τότε οι αέριοι ρύποι δεν θα ελαττωθούν και το ενεργειακό αποτύπωμα των οχημάτων θα είναι μεγάλο. Για παράδειγμα, η Νορβηγία επιδιώκει τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% μέχρι το 2020 από τα επιβατικά οχήματα. Ο στόχος αυτός όμως δε θα ήταν εφικτός εάν η ηλεκτρική ενέργεια της χώρας δεν παράγονταν κυρίως μέσω της υδροηλεκτρικής ενέργειας. Για τον σκοπό αυτόν, πραγματοποιήθηκε έρευνα από τους Singh και Stromman (2013), η οποία επιβεβαίωσε τα οφέλη από την ευρεία χρήση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Το κέρδος τους όμως στο περιβάλλον υπολογίστηκε ανάμεσα στο 3-15%, όταν λήφθηκε υπόψιν ολόκληρος ο κύκλος ζωής τους. Επίσης, λόγω των μηδαμινών εκπομπών που έχουν, μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα, ειδικά στις αστικές περιοχές και να μειώσουν τα φαινόμενα φωτοχημικών νεφών.

### **3.4 Κίνητρα αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων**

Η κυβερνητική στήριξη της ηλεκτροκίνησης αναπτύσσεται σταθερά τα τελευταία χρόνια, ωστόσο η χρήση EVs είναι ακόμα μικρή στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Η προώθηση των ηλεκτρικών μετακινήσεων γίνεται τόσο σε παγκόσμιο, εθνικό, όπως και σε τοπικό επίπεδο. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2013 προέκυψε πώς οι υποδομές φόρτισης ίσως μπορούν να προωθήσουν το παραπάνω εγχείρημα, ενώ σε νέα έρευνα του 2015 υποστηρίχτηκε πως οι ενέργειες προώθησης των ηλεκτροκίνητων μεταφορών είναι αποτελεσματικότερες, όταν γίνονται σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο (Rietmann & Lieven, 2018). Χαρακτηριστικό παράδειγμα της επιτυχίας τέτοιων πρακτικών είναι η Νορβηγία, στην οποία εφαρμόστηκαν κίνητρα αγοράς και χρήσης EVs από την κυβέρνηση. Για την προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων είναι απαραίτητη:

- Η θέσπιση χρηματικών κινήτρων, κυκλοφοριακών περιορισμών και η εγκατάσταση υποδομών φόρτισης.
- Η αλληλεπίδραση μεταξύ των υποδομών φόρτισης και των χρηματικών κινήτρων, καθώς επηρεάζουν άμεσα την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων. Ειδικά σε χώρες που οι πολίτες εκφράζουν την επιθυμία τους για θέσπιση οικονομικών κινήτρων για να αντικαταστήσουν τα συμβατικά τους οχήματα, οι κυβερνήσεις είναι χρήσιμο να ικανοποιούν την επιθυμία τους αυτή.
- Η αντιστοιχία των κυβερνητικών μέτρων με τις προτιμήσεις των καταναλωτών.

#### **3.4.1 Οικονομικά κίνητρα**

Υπάρχουν διάφοροι τύποι οικονομικών κινήτρων για τους αγοραστές των EVs, όπως επιχορηγήσεις και μείωση φόρων. Τα μέτρα αυτά διαφέρουν από χώρα σε χώρα και

επηρεάζονται από την αγοραστική ικανότητα των πολιτών. Σε χώρες με μεγάλη αγοραστική ικανότητα, το ποσοστό των EVs φαίνεται ότι θα είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με χώρες με μικρότερη αγοραστική ικανότητα (Rietmann & Lieven, 2018).

Στην Ολλανδία για παράδειγμα, οι κάτοχοι BEV εξαιρούνται από τέλη κυκλοφορίας και την επιβολή κομίστρων για άδεια κυκλοφορίας. Ακόμα, στη Βραζιλία και τη Ρωσία οι αγοραστές EVs απαλλάσσονται από τους εισαγόμενους δασμούς των αυτοκινήτων τους.

Οι χρήστες με μεσαίο ή χαμηλό εισόδημα δεν επιθυμούν σε μεγάλο βαθμό να αγοράσουν ένα EV, λόγω του υψηλού αρχικού κόστους αγοράς. Βέβαια, το μικρό λειτουργικό κόστος τους, αντισταθμίζει τον παράγοντα αυτόν. Επιπλέον, μια αύξηση στις τιμές των ορυκτών καυσίμων θα μπορούσε να κάνει τα ηλεκτρικά οχήματα ακόμα πιο ελκυστικά στους καταναλωτές.

Ωστόσο, όπως υποστηρίζουν οι Pecas Lopes et al. (2011) η τιμή δεν έχει επηρεάσει την αγορά ως προς την προμήθεια ενός ηλεκτρικού οχήματος και για αυτό προτείνουν πως οι πολιτικές προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων θα πρέπει να απευθυνθούν με διαφορετικούς τρόπους στους υποψήφιους αγοραστές. Μία ακόμα έρευνα υποστηρίζει πως ένα ακριβό EV, όπως το Tesla Model S, έχει περισσότερες πιθανότητες να μην επηρεάσει την απόφαση αγοράς σε σχέση με άλλα οικονομικότερα μοντέλα, όπως το Chevrolet Volt, Nissan Leaf και Prius. Αυτό συμβαίνει, καθώς η τιμή για το Tesla δεν διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό με την ύπαρξη ή όχι οικονομικών κινήτρων ή ελαφρύνσεων, αφού απευθύνεται κυρίως σε καταναλωτές με υψηλό εισόδημα (Jenn et al., 2019). Στην περίπτωση όμως των χαμηλότερων εισοδημάτων, έρευνα υποστηρίζει πως οι πωλήσεις των PEVs αυξήθηκαν κατά 20% από το 2010 στο 2016, λόγω της ύπαρξης οικονομικών κινήτρων. Είναι φανερό πως τα οικονομικά κίνητρα επηρεάζουν περισσότερο τα χαμηλά και μεσαία κοινωνικά στρώματα και είναι μάλλον είναι αδιάφορα για τα υψηλότερα.

### **3.4.2 Κοινωνικά κριτήρια**

Κοινωνικοί παράγοντες, όπως το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, η ηλικία και το μέγεθος του νοικοκυριού μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος. Η βιβλιογραφία αναφέρει πως το υψηλό επίπεδο μόρφωσης μπορεί να αυξήσει την αποδοχή ενός EV. Τα άτομα αυτά εκδηλώνουν γρήγορα το ενδιαφέρον τους για την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος, τείνουν να επιλέγουν PHEVs εξαιτίας των περιορισμών που διαθέτουν τα EVs (Pecas Lopes et al., 2011).

### **3.4.3 Μέτρα υποδομών**

Πλήθος χωρών παρέχει επιπρόσθετα κίνητρα για τη διαμόρφωση υποδομών φόρτισης. Στη Βρετανική Κολούμπια, οι κάτοχοι EVs λαμβάνουν μέχρι 4.500\$ σε εκπτώτικα κουπόνια, για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στις κατοικίες τους. Στο Οντάριο, η κυβέρνηση προσφέρει έκπτωση 50% στους φορτιστές, όπως επίσης και 1.000\$ για την εγκατάσταση κάποιου σταθμού φόρτισης. Στο Quebec, οι κάτοχοι EVs λαμβάνουν 270\$ για την προμήθεια του εξοπλισμού φόρτισης και 195\$ για την εγκατάστασή του (Rietmann & Lieven, 2018).

### **3.4.4 Κυκλοφοριακοί περιορισμοί**

Σε αρκετές χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, ο Καναδάς και η Νορβηγία, οι κάτοχοι ηλεκτρικών οχημάτων απαλλάσσονται από δασμούς και φόρους διόδων, χρήσης αυτοκινητοδρόμων, ειδικών λωρίδων γρήγορης κυκλοφορίας και μικρότερων σκαφών (ferries). Επιπλέον, στη Γερμανία και τη Νορβηγία οι ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων έχουν μηδενικό ή μειωμένο κόμιστρο στάθμευσης και επιτρέπεται να χρησιμοποιούν τις λωρίδες των λεωφορείων. Σε ορισμένες πόλεις της Κίνας, οι κάτοχοι EVs δεν πληρώνουν για την έκδοση

πινακίδων κυκλοφορίας. Τέλος στο Λονδίνο, οι κάτοχοι EVs δεν πληρώνουν τον φόρο κυκλοφοριακής συμμόρφωσης, εξοικονομώντας έως και 2.000€ ετησίως (Rietmann & Lieven, 2018).

### **3.4.5 Κλιματικοί στόχοι**

Στην πραγματικότητα, η πλειονότητα της εφαρμογής κινήτρων για την υιοθέτηση των EVs, βασίζεται στους περιβαλλοντικούς στόχους που έχουν θέσει τα κράτη, τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, μέσω διάφορων παγκόσμιων οργανισμών. Για παράδειγμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει θέσει στόχους στα κράτη-μέλη της για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και του διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται λόγω της χρήσης συμβατικών οχημάτων μέχρι το 2021. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο, οι χώρες της παρουσιάζουν τόσο μεγάλη θέληση εφαρμογής των κινήτρων αυτών. Από την άλλη μεριά, η Βραζιλία που δεν οφείλει να συμμορφωθεί με αποφάσεις τέτοιου τύπου, δεν εμφανίζεται αρκετά διαθέσιμη για την εφαρμογή τους.

### **3.4.6 Πρωτοβουλίες υποστήριξης της ηλεκτροκίνησης**

Στις χώρες, στις οποίες η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων είναι αρκετά υψηλή, έχουν ληφθεί διάφορες πρωτοβουλίες για την ενίσχυσή της. Οι δραστηριότητες αυτές, εφαρμόζονται κυρίως σε τοπικό επίπεδο και λιγότερο σε εθνικό ή παγκόσμιο. Για παράδειγμα, η «E-mobility NSR», είναι ένας συνεργατικός οργανισμός μεταξύ κρατών της Βόρειας Θάλασσας (Βέλγιο, Δανία, Γερμανία, Ολλανδία, Νορβηγία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο) και αποσκοπεί στη διευκόλυνση της ηλεκτρικής κινητικότητας και της χρήσης EVs στις περιοχές αυτές. Στη Νορβηγία το 2007, ιδρύθηκε ο δημόσιος φορέας «Transnova» για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον τομέα των μεταφορών. Επιπρόσθετα, το 2009 ιδρύθηκε το «Gronn Bill», στόχος του οποίου ήταν η ύπαρξη 200.000 EVs σε χρήση στη

Νορβηγία μέχρι το 2020. Ομοίως, η Γερμανική Κυβέρνηση διαμόρφωσε την πλατφόρμα Εθνικής Ηλεκτρικής Κινητικότητας το 2010, με κυρίαρχο στόχο τη διαμόρφωση βιώσιμων λύσεων σε ζητήματα ηλεκτρικής κινητικότητας. Αντίθετα, η Βραζιλία δεν έχει κάποιον τέτοιο οργανισμό, εξηγώντας έτσι και το μικρό μερίδιό της στην αγορά ηλεκτρικών οχημάτων (Rietmann & Lieven, 2018).

### **3.4.7 Η επιρροή της αυτοκινητοβιομηχανίας**

Ένας ακόμα λόγος που η Βραζιλία μειονεκτεί έναντι των άλλων χωρών στην αγορά EVs, είναι η θέση που κατέχει ως ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς αυτοκινήτων. Η παραγωγή αυτοκινήτων στη χώρα, αυξήθηκε σημαντικά από το 1970 και έπειτα, με αποτέλεσμα της συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση καυσίμων και επηρέασε την εθνική οικονομία. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο, τα «lobby» που υποστηρίζουν τα συμφέροντα της αιθανόλης, θέτουν υπό αμφισβήτηση την εισχώρηση των ηλεκτρικών οχημάτων στην οικονομία της Βραζιλίας (Rietmann & Lieven, 2018).

Από την άλλη πλευρά, στη Γερμανία, τη μεγαλύτερη αυτοκινητοβιομηχανική δύναμη της Ευρώπης, τα πράγματα τείνουν να διαφέρουν με την περίπτωση της Βραζιλίας. Συγκεκριμένα, κάποιες από τις μεγαλύτερες ευρωπαϊκές εταιρείες αυτοκινήτων (BMW, Audi, Volkswagen, Mercedes), σκοπεύουν να κινηθούν προς την ηλεκτροκίνηση και την παραγωγή EVs, προωθώντας με αυτόν τον τρόπο συνολικά την ηλεκτροκίνηση. Η σύγκριση των δύο περιπτώσεων, επισημαίνει την ανάγκη υποστήριξης της ηλεκτροκίνησης από τον βιομηχανικό τομέα, ειδικά σε χώρες με μεγάλη εξάρτηση από την αυτοκινητοβιομηχανία.

Άλλες περιπτώσεις είναι η Νορβηγία και η Ολλανδία, οι οποίες δεν αντιμετωπίζουν παρόμοια ζητήματα, καθώς δεν έχουν μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες και προσπαθούν να

υποστηρίζουν την ηλεκτροκίνηση με άλλα μέσα. Στην Ολλανδία συγκεκριμένα, ο δημόσιος και ο ιδιωτικός τομέας συνεργάζονται για τη μεγάλη ανάγκη υιοθέτησης των EVs.

### 3.4.8 Παγκόσμια οπτική

Καθώς οι πωλήσεις των EVs από το 2012 και μετά αρχίζουν να αυξάνονται, δημιουργήθηκε η παρακάτω εξίσωση, η οποία απεικονίζει μια γεωμετρική σειρά (Rietmann & Lieven, 2018).

$$S = a_0 \times \frac{1-q^{n+1}}{1-q} \quad (3.1)$$

όπου:

S	Συνολικός αριθμός πωλήσεων
a <sub>0</sub>	Πωλήσεις του πρώτου χρόνου
q	Παράγοντας ανάπτυξης
n	Έτη

Θεωρώντας το q ίσο με 1,56 (2012-2013: 1,62, 2013-2014: 1,51, 2014-2015: 1,66, 2015-2016: 1,44, 2016-2017: 1,55, 2017-2018: 1,63), το a<sub>0</sub> ίσο με 1.160.000 (πωλήσεις 2017) και το n=13, προκύπτει ότι θα υπάρχουν σε χρήση ένα δισεκατομμύριο ηλεκτρικά αυτοκίνητα μέχρι το 2030.

Το 2017, υπήρχαν παγκόσμια ένα δισεκατομμύριο οχήματα και το 2030 υπολογίζεται πως αυτά θα είναι 1,5 δισεκατομμύρια. Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς, είναι φανερό πως το 2030 τα EVs θα αντιστοιχούν στα 2/3 του συνολικού στόλου αυτοκινήτων (Rietmann & Lieven, 2018). Η πρόβλεψη αυτή ξεπερνά κατά πολύ το πιο αισιόδοξο σενάριο της «IEA EV30@30 campaign» ([www.iea.org](http://www.iea.org)). Ακόμα σε μια καμπάνια 10 ισχυρών κρατών (Καναδάς, Κίνα, Γαλλία, Γερμανία, Ιαπωνία, Ολλανδία, Νορβηγία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ηνωμένες Πολιτείες), τέθηκε ο στόχος για 30% ηλεκτρικά οχήματα το 2030.



## **Κεφάλαιο 4 Φόρτιση ηλεκτροκίνητων οχημάτων**

Στο Κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα δίκτυα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, το νομικό καθεστώς για τους σταθμούς φόρτισης στην Ελλάδα, οι τρόποι και οι τύποι φόρτισης. Ακόμα γίνεται λόγος για τον σχεδιασμό και τη χωροθέτηση των δικτύων φόρτισης.

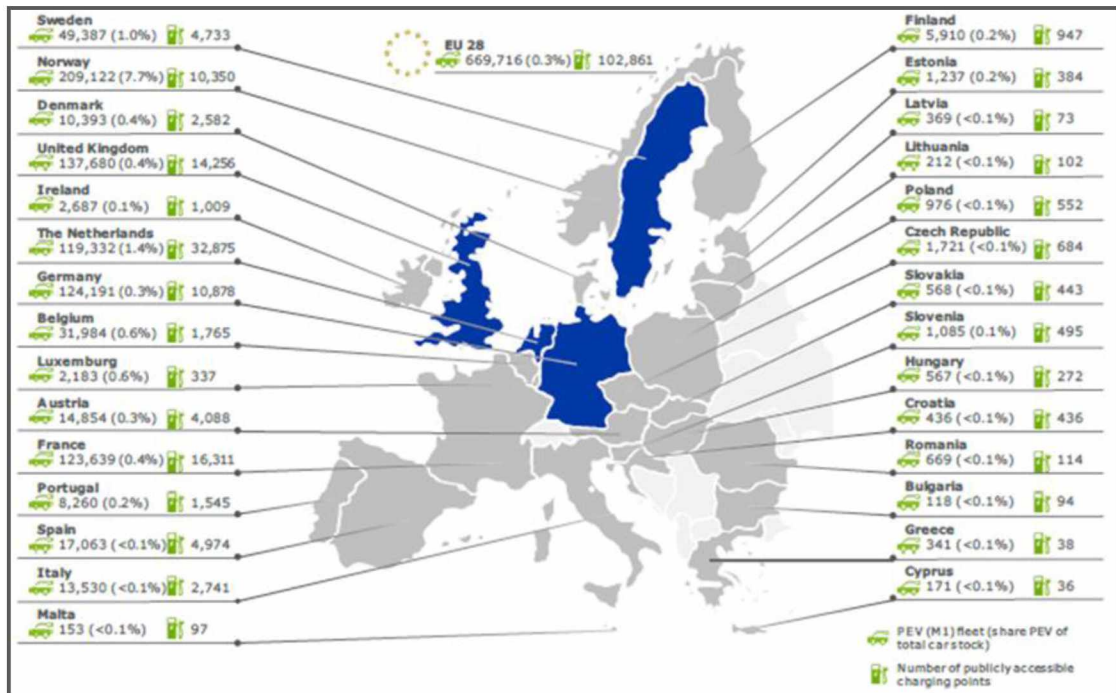
### **4.1 Δίκτυα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων**

Σύμφωνα με το «Global Electric Vehicle Market Outlook 2018», προβλέπεται πως μέχρι το 2025 θα υπάρχουν 400 διαφορετικά μοντέλα ηλεκτρικών οχημάτων (EVs), ενώ παράλληλα το πιθανό μερίδιό τους στην αγορά θα αγγίζει τις 25 εκατομμύρια μονάδες. Από αυτήν την τάση θα επηρεαστούν σημαντικά μεγάλες μητροπόλεις, όπως το Χονγκ Κονγκ, η Σανγκάη και η Σιγκαπούρη, καθώς ο πληθυσμός τους φαίνεται ότι ενδιαφέρεται σε μεγάλο βαθμό να ενασχοληθεί με νέα τεχνολογικά επιτεύγματα (Wang, et al., 2019). Ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά των πόλεων αυτών είναι τα υψηλά ποσοστά ιδιοκτησίας ιδιωτικών οχημάτων, η μεγάλη κυκλοφορία ταξί και η ύπαρξη πολλών αστικών χώρων στάθμευσης. Είναι φανερό λοιπόν πως για την εισχώρηση των ηλεκτρικών οχημάτων στην καθημερινότητα των πολιτών απαιτείται η δημιουργία της κατάλληλης υποδομής φόρτισης των οχημάτων αυτών.

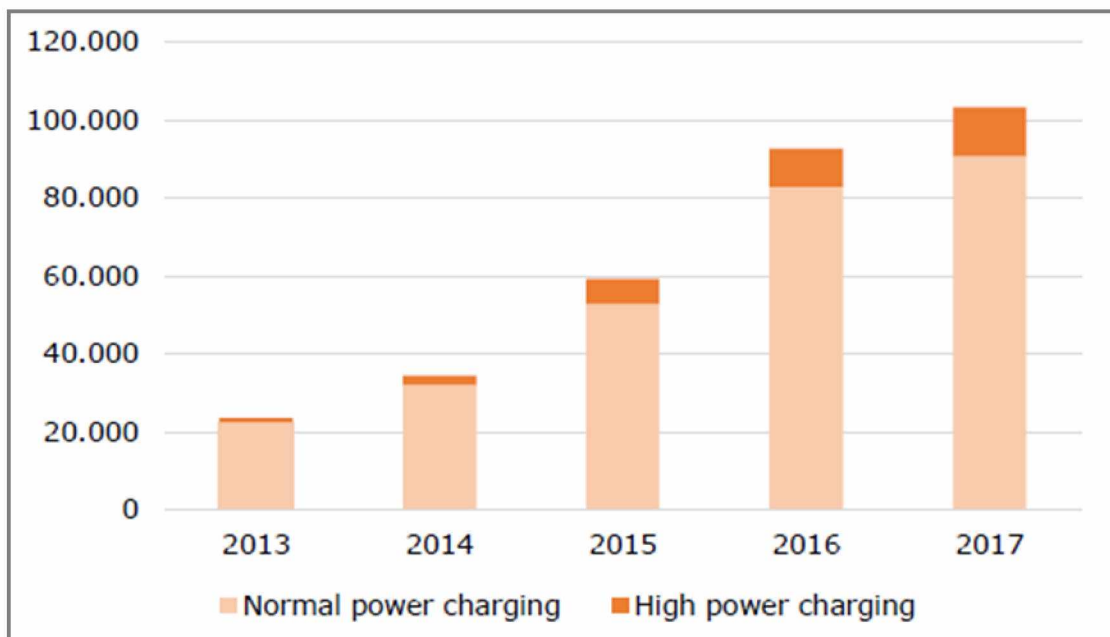
Το δίκτυο φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων αναφέρεται στην υποδομή ενός συστήματος δημόσια προσβάσιμων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και πιθανών εναλλαγών των μπαταριών τους (Poullikkas, 2015). Ήδη από το 2015, κυβερνήσεις, κατασκευαστές αυτοκινήτων, εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και παρόχων υποδομών φόρτισης έχουν αρχίσει να θεσμοθετούν για τη δημιουργία τέτοιων δικτύων. Παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα, να σχεδιαστεί «έξυπνα» ένα τέτοιο δίκτυο, μέσω της χρήσης του απαραίτητου λογισμικού, έτσι ώστε οι οδηγοί να έχουν την ικανότητα να πληροφορηθούν για τα κοντινότερα

σημεία φόρτισης, τον απαιτούμενο χρόνο φόρτισης του οχήματός τους και την καλύτερη ώρα εξυπηρέτησής τους ανάλογα με τις τιμές του παρόχου.

Σύμφωνα με Σχήμα 4-1, το 2017 στην Ευρώπη υπήρχαν 102.861 σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Spöttle et al., 2018).



Σχήμα 4-1: Αριθμός PEVs και δημόσια προσβάσιμων σταθμών στην Ευρώπη το 2017 (Πηγή: Spöttle et al., 2018).



Σχήμα 4-2: Δημόσια προσβάσιμοι σταθμοί φόρτισης από το 2013 έως το 2017 (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

Τα ηλεκτρικά οχήματα με καλώδιο φόρτισης (Plug-in EVs – PEVs) έχουν τη δυνατότητα να φορτίζονται με διαφορετικές ταχύτητες και σε διάφορες τοποθεσίες, συμπεριλαμβανομένων των κατοικιών. Με αυτόν τον τρόπο, οι κάτοχοί τους δεν είναι πλέον αναγκασμένοι να ταξιδεύουν σε κάποιο κεντρικό σταθμό για τη φόρτιση των οχημάτων τους. Πολλοί τύποι οχημάτων (αυτοκίνητα, φορτηγά και λεωφορεία) PEV μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον βασικό εξοπλισμό για την φόρτισή τους, με τη διαφοροποίηση πως τα λεωφορεία και τα φορτηγά είναι πιθανότερο να φορτίζονται σε τερματικούς σταθμούς και πως για τη φόρτισή τους απαιτείται περισσότερη ενέργεια και ισχύς, λόγω των μεγαλύτερων μπαταριών τους.

## 4.2 Νομοθετικό πλαίσιο

### 4.2.1 ΦΕΚ Β΄50/15.01.2015

Το νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα για την κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ήταν θολό προτού δημοσιευτεί το ΦΕΚ Β΄50/15.01.2015. Κύριος σκοπός του συγκεκριμένου Φύλλου της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως ήταν ο καθορισμός των όρων, προϋποθέσεων και τεχνικών προδιαγραφών συσκευών φόρτισης συσσωρευτών ηλεκτροκίνητων οχημάτων για την εγκατάσταση αυτών σε:

- πρατήρια παροχής καυσίμων και ενέργειας,
- στεγασμένους και υπαίθριους σταθμούς αυτοκινήτων,
- συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων και
- δημόσια ή ιδιωτικά Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ).

Στο ΦΕΚ αυτό, αναφέρονται ως αποδεκτοί μέθοδοι φόρτισης το «Mode 3 AC Charging» και το «Mode 4 DC Charging», με αποδεκτούς ακροδέκτες τους «Type 2 (VDE-AR-E-2623-2-2)» και «Type 3 (DC Compo 3)», αντίστοιχα. Για τη μέθοδο 4, κρίθηκε νόμιμη και η χρήση ακροδέκτη με προδιαγραφές «CHAdeMO».

Ακόμα οι φορτιστές υποχρεούνται να λειτουργούν με γνώμονα την ασφάλεια, για αυτό και πρέπει να αποκλείουν την πιθανότητα υπερφόρτωσης των συσσωρευτών του οχήματος, όπως και να φέρουν χειροκίνητη διάταξη διακοπής της ηλεκτρικής παροχής στο όχημα. Στο πλαίσιο αυτό, οι φορτιστές υποχρεούνται να διαθέτουν πιστοποίηση Conformance Européenne (CE) και πιστοποιητικό αντιακρηκτικότητας ATEX (εντός των ζωνών 0-2). Τέλος, οφείλουν να συμμορφώνονται με τον Κανονισμό Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων.

Ως προς τη χωροθέτηση των σταθμών, το συγκεκριμένο ΦΕΚ ορίζει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να εγκαθίστανται σε κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία κοντά στις ήδη υπάρχουσες χωροθετημένες θέσεις και να είναι οριοθετημένες με κράσπεδα. Οι θέσεις αυτές θα πρέπει να εναρμονίζονται με την υπάρχουσα κυκλοφοριακή ροή οχημάτων και πεζών και να μην προκαλούν τη διατάραξη των δραστηριοτήτων των επιχειρήσεων κοντά στις οποίες είναι οριοθετημένες. Επιπλέον, σε περίπτωση που ο φορτιστής διαθέτει μόνο πιστοποίηση CE, θα πρέπει να εγκαθίσταται σε απόσταση τουλάχιστον 4 μέτρων από όλες τις δεξαμενές καυσίμων, αντλιών και συσκευών διανομής υγρών και αέριων καυσίμων. Ως προς την ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από σχολεία, νοσοκομεία, κτλ., αυτή θα πρέπει να καθοριστεί, ενώ παράλληλα θα λαμβάνονται υπόψιν και οι οικείες πολεοδομικές διατάξεις. Για την ολοκλήρωση της χωροθέτησης, θα πρέπει να συντάσσεται μελέτη, η οποία θα λαμβάνει υπόψιν της πρωτεύουσες και δευτερεύουσες δραστηριότητες των χωροταξικών διαρρυθμίσεων που λαμβάνουν χώρα στο σημείο ενδιαφέροντος. Αυτή θα πρέπει να συντάσσεται από μηχανικό πανεπιστημιακής ή τεχνολογικής εκπαίδευσης και να υποβάλλεται στην αρμόδια οικεία Περιφερειακή Υπηρεσία Μεταφορών και Επικοινωνιών. Μαζί με την υποβολή, προκειμένου να ολοκληρωθεί η εγκριτική διαδικασία, ανάλογα με τη χρήση του σημείου εγκατάστασης πρέπει να υποβάλλονται ταυτόχρονα και κάποια συμπληρωματικά έγγραφα, όπως ενδεικτικά είναι το σχέδιο κάτοψης, λεπτομερειών και το πιστοποιητικό πυρασφάλειας.

#### **4.2.2 ΦΕΚ Α'9/23.01.2018**

Στο Άρθρο 17 του ΦΕΚ Α'9/23.01.2018, τροποποιείται ο Νόμος 4067/2012 και προστίθεται στη παράγραφο 2 του Άρθρου 20, η υποκατηγορία «(ε) εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων». Η κατηγορία αυτή, συμπληρώνει τις ήδη υπάρχουσες κατασκευές που μπορούν να πραγματοποιηθούν στους δημόσιους χώρους.

#### 4.2.3 ΦΕΚ Β΄2040/04.06.2019

Το Φύλλο αυτό της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως καθορίζει τους όρους, τις προϋποθέσεις και τις τεχνικές προδιαγραφές για την εγκατάσταση συσκευών φόρτισης συσσωρευτών ηλεκτροκίνητων οχημάτων (σημεία επαναφόρτισης), στις εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης οχημάτων, σε δημοσίως προσβάσιμα σημεία επαναφόρτισης κατά μήκος του αστικού, υπεραστικού και εθνικού δικτύου και σε χώρους στάθμευσης δημοσίων και ιδιωτικών κτιρίων. Ουσιαστικά δηλαδή, συμπληρώνει και εμπλουτίζει το ΦΕΚ Β΄ 50/15.01.2015. Οι τρεις γενικές κατηγορίες του, εμπεριέχουν:

- Υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση πρατήρια παροχής καυσίμων και ενέργειας.
- Υφιστάμενους ή υπό αδειοδότηση χώρους στάσης και στάθμευσης εντός λιμενικής ζώνης ή/και εντός τουριστικών λιμένων (μαρίνες).
- Υφιστάμενους ή υπό αδειοδότηση στεγασμένους και υπαίθριους σταθμούς αυτοκινήτων.
- Υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων.
- Υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση δημόσια ή ιδιωτικά ΚΤΕΟ.
- Δημοσίως προσβάσιμους ιδιωτικούς χώρους, κατά μήκος του αστικού, υπεραστικού και εθνικού οδικού δικτύου.
- Δημοσίως προσβάσιμους δημόσιους χώρους, κατά μήκος του αστικού, υπεραστικού και εθνικού οδικού δικτύου.
- Χώρους στάθμευσης δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων.

- Τερματικούς σταθμούς ή σταθμούς μετεπιβίβασης μέσω μαζικής μεταφοράς επιβατών.

Επίσης, στο Άρθρο 4, δηλώνεται πως τα στοιχεία επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων κανονικής και υψηλής ισχύος, από την 18<sup>η</sup> Νοεμβρίου 2017 και έπειτα, θα πρέπει να τηρούν κατ' ελάχιστον τις τεχνικές προδιαγραφές της 2014/94/ΕΕ Οδηγίας, όπως αυτή διατυπώθηκε στο εθνικό δίκαιο με τον Νόμο 4439/2016 (Α' 222). Ως προς τις προβλεπόμενες μεθόδους φόρτισης, αυτές είναι η μέθοδος 3 (Mode 3 AC Charging) και η μέθοδος 4 (Mode 4 DC Charging), όπως καθορίζονται από το πρότυπο EN/IEC 61851-1 «Electric Vehicle Conductive Charging System». Ακόμη, τα αποδεκτά στοιχεία διασύνδεσης των φορτιστών, δηλαδή οι ρευματοδότες, τα βύσματα και οι ακροδέκτες πρέπει να καθορίζονται από το πρότυπο EN/IEC 62196-2 «Plugs Socket-outlets, Vehicle Couplers and Vehicle Inlets – Conductive Charging of Electric Vehicles». Συγκεκριμένα, στη μέθοδο φόρτισης 3 χρησιμοποιείται ακροδέκτης «Type 2» και στη μέθοδο 4 ακροδέκτης «Type 3» (DC Combo 2), είτε ακροδέκτης πρωτοκόλλου «CHAdeMO». Όλοι οι φορτιστές πρέπει να έχουν την ένδειξη CE, να λειτουργούν υπό τους όρους του ισχύοντος Κανονισμού Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Φ.7.5/1816/88/27-2-2004 (B' 470)) και των διατάξεων του Νόμου 4483/1965 (Α' 118) και να συνδέονται με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του Διαχειριστή του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ) υπό τους όρους του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου περί ηλεκτροδοτήσεων.

Για τη νόμιμη χωροθέτηση αυτών, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι οικείες πολεοδομικές διατάξεις και οι κτιριοδομικοί κανονισμοί, οι αποστάσεις ασφαλείας, οι πιθανές απαγορευτικές γειτνιάσεις, οι συνθήκες λειτουργίας και αποθήκευσης που καθορίζονται από το πρότυπο EN/IEC 61851-1 και οι οδηγίες και οι υποδείξεις του κατασκευαστή. Όσον αφορά στην εγκατάστασή τους σε χώρους με πρόσθετα ή ειδικά μέτρα ασφαλείας, τότε η συσκευή θα

πρέπει να διαθέτει τις προβλεπόμενες εγκρίσεις και πιστοποιητικά, κλείστρα ασφαλείας και εάν είναι εγκατεστημένη στο δάπεδο να προστατεύεται με κολωνάκια ή αποσβεστήρες.

Επιπλέον, όλα τα δημοσίως προσβάσιμα σημεία πρέπει να διαθέτουν επί τούτω (ad hoc) χρέωση για χρήστες ηλεκτρικών οχημάτων, χωρίς την υποχρέωση σύναψης συμβολαίου με τον οικείο προμηθευτή ή διαχειριστή και να παρέχονται δημόσια σε όλους τους χρήστες η γεωγραφική τους θέση, οι πληροφορίες προσβασιμότητάς τους και η επαναφόρτιση σε τρέχοντα χρόνο. Για τον σκοπό αυτόν πρέπει να διαθέτουν κατάλληλα συστήματα μέτρησης, καταγραφής και κοινοποίησης δεδομένων, στα οποία μπορεί να συμπεριλαμβάνονται και ευφυή συστήματα μέτρησης. Κατ' ελάχιστον, δηλαδή, τα δημόσια σημεία πρέπει να διαθέτουν δεδομένα ως προς:

- τη γεωγραφική θέση (διεύθυνση, συντεταγμένες),
- τη διαθεσιμότητα (σε τρέχοντα χρόνο),
- τον τύπο και τον αριθμό συνδέσμων και βυσμάτων,
- τη μέθοδο φόρτισης και την εγκατεστημένη ισχύ,
- το ωράριο λειτουργίας,
- τον τρόπο πληρωμής και χρέωσης και
- τα στοιχεία επικοινωνίας του διαχειριστή.

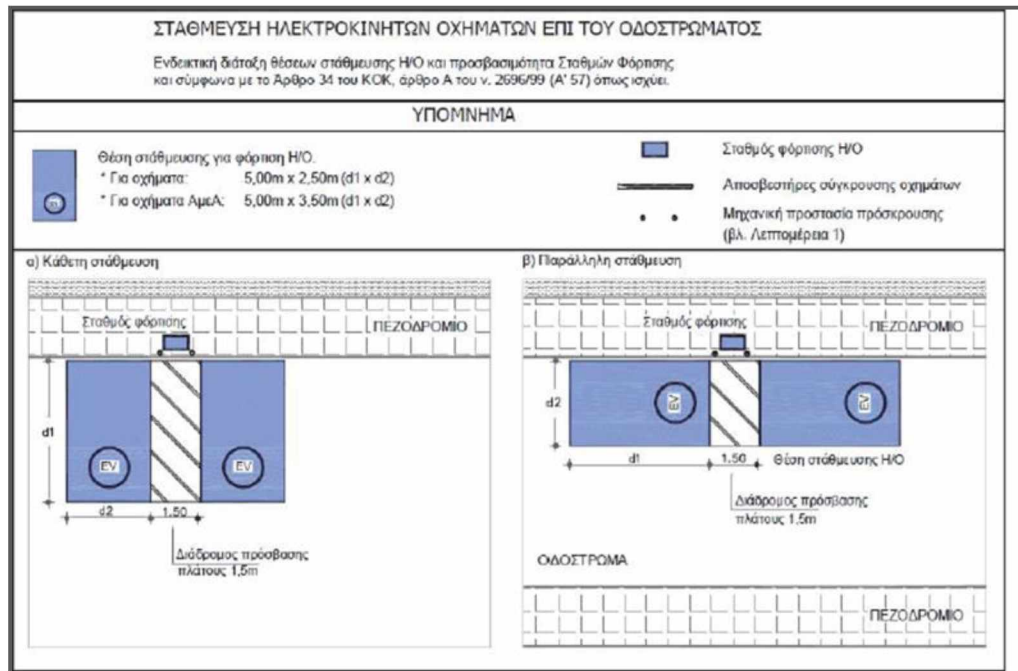
Επιπρόσθετα, τα δημόσια σημεία φόρτισης κατά μήκος του αστικού, υπεραστικού και εθνικού οδικού δικτύου, σε δημοσίως προσβάσιμους χώρους στάθμευσης δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων, καθώς και σε τερματικούς σταθμούς ή σε σταθμούς μετεπιβίβασης μέσω μαζικής μεταφοράς επιβατών, για λόγους χωροταξικούς και οδικής ασφάλειας προβλέπεται να εγκαθίστανται σε:



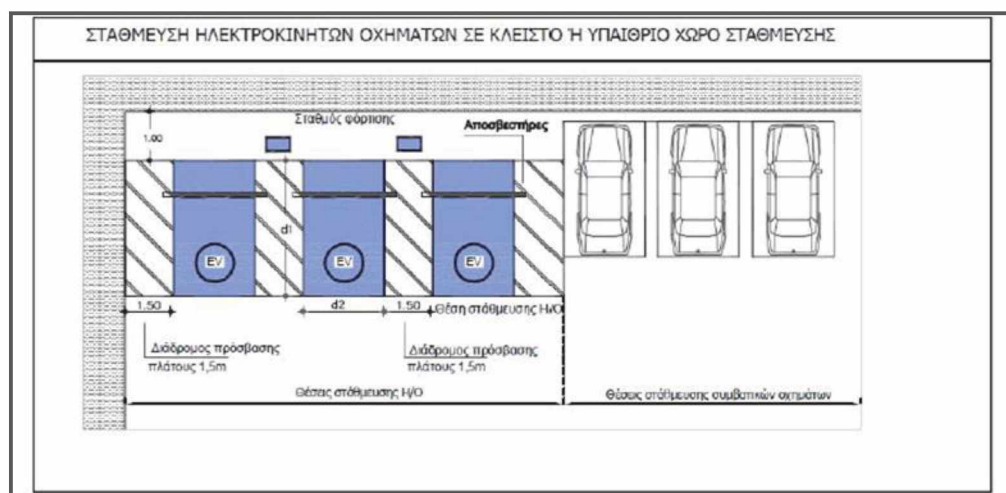
- Κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία του κοινόχρηστου οδικού δικτύου σε περιοχές εντός σχεδίου πόλεως, στα οποία επιτρέπεται η στάθμευση αυτοκινήτων παράλληλα ή κάθετα στον άξονα της οδού και επί του πεζοδρομίου, καταλαμβάνοντας τμήμα του πλάτους του και τα οποία είναι οριοθετημένα και σε συμφωνία με τις διατάξεις του Κτιριοδομικού Κανονισμού.
- Κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία εντός δημοσίων προσβάσιμων χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων και λοιπών συμπληρωματικών εγκαταστάσεων εξυπηρέτησης των οδηγών αυτών (χημικές τουαλέτες κ.λπ.) που χωροθετούνται σε επιλεγμένες χιλιομετρικές θέσεις κατά μήκος του κοινόχρηστου οδικού δικτύου σε περιοχές εκτός σχεδίου πόλεως και τα οποία είναι οριοθετημένα.
- Κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία εντός των χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων, τερματικών σταθμών ή σταθμών μετεπιβίβασης μέσων μαζικής μεταφοράς επιβατών και τα οποία είναι οριοθετημένα.
- Σύμφωνα με τις διατάξεις της υπουργικής απόφασης αριθμ. 52907/28-12-2009 «Ειδικές ρυθμίσεις για την εξυπηρέτηση ατόμων με αναπηρία σε κοινόχρηστους χώρους των οικισμών που προορίζονται για την κυκλοφορία πεζών» (Β' 2621).
- Σε κατάλληλα διαμορφωμένα σημεία εντός των Σταθμών Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ) κατά μήκος τμημάτων αυτοκινητοδρόμων ή/και οδικών τμημάτων που περιλαμβάνονται εντός των ορίων έργων που έχουν ανατεθεί με σύμβαση παραχώρησης.

Στην περίπτωση στεγασμένων χώρων, ισχύουν οι διατάξεις για τους επικίνδυνους χώρους κατηγορίας Β' (χώροι φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων) του ΠΔ 41/2018 «Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων» (Α'80). Τέλος, για την οριστική αδειοδότηση

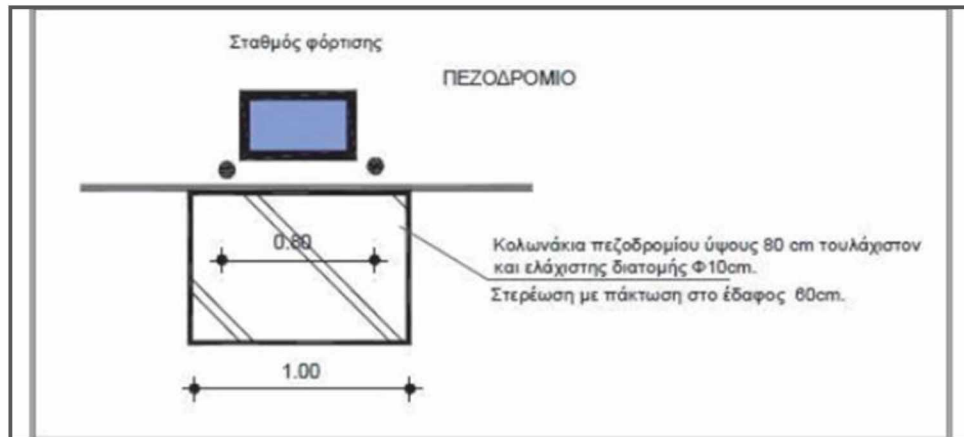
λειτουργίας πρέπει να κατατίθενται διάφορα δικαιολογητικά που αναγράφονται στο Άρθρο 6 του συγκεκριμένου ΦΕΚ.



Σχήμα 4-3: Ενδεικτική χωροθέτηση θέσεων στάθμευσης και σταθμών επαναφόρτισης επί οδοστρώματος (Πηγή: ΦΕΚ Β'2040/04.06.2019).



Σχήμα 4-4: Ενδεικτική χωροθέτηση θέσεων στάθμευσης και σταθμών επαναφόρτισης σε κλειστό ή υπαίθριο χώρο στάθμευσης (Πηγή: ΦΕΚ Β'2040/04.06.2019).



Σχήμα 4-5: Λεπτομέρεια μηχανικής προστασίας (Πηγή: ΦΕΚ Β'2040/04.06.2019).

### 4.3 Τύποι σταθμών φόρτισης

Ορισμένοι σταθμοί φόρτισης είναι εξοπλισμένοι με δύο ή περισσότερα καλώδια ή συνδέσμους και έχουν την ικανότητα να φορτίσουν δύο ή περισσότερα PEVs ταυτόχρονα. Κάθε σύνδεσμος αναφέρεται ως σημείο φόρτισης και αυτός ο όρος χρησιμοποιείται κυρίως για να δηλώσει τη διαθεσιμότητα φόρτισης. Δηλαδή, ένας σταθμός φόρτισης με ένα καλώδιο μετριέται ως ένα σημείο πρόσβασης, ένας σταθμός με δύο καλώδια και ικανότητα φόρτισης δύο PEVs ταυτόχρονα μετριέται ως δύο σημεία πρόσβασης, κτλ. (Spöttle et al., 2018). Συχνά οι σταθμοί γρήγορης φόρτισης που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα (direct current – DC), έχουν δύο καλώδια, αλλά δεν είναι ικανοί να φορτίσουν δύο οχήματα ταυτόχρονα. Συγκεκριμένα, διαθέτουν τα καλώδια αυτά για να μπορούν να εξυπηρετήσουν τα διαφορετικά πρότυπα συνδεσιμότητας της γρήγορης φόρτισης των οχημάτων. Αυτού του είδους οι σταθμοί, μετρούνται ως μονά σημεία πρόσβασης εάν μπορούν να φορτίσουν μόνο ένα όχημα τη φορά.

Η φόρτιση των PEVs κατανέμεται σε κατηγορίες με βάση τον τύπο και τον τρόπο (mode) φόρτισης, όπως παρουσιάζονται στους Πίνακες 4-1 και 4-2.

Το mode φόρτισης (Spöttle et al., 2018):

- Περιγράφει την ταχύτητα με την οποία φορτίζεται το EV.
- Ορίζει την απαιτούμενη τάση, ρεύμα και ταχύτητα, τα οποία τα καλώδια του συγκεκριμένου mode θα πρέπει να υποστηρίζουν.
- Καθορίζει το επίπεδο επικοινωνίας μεταξύ του οχήματος και του φορτιστή.



Αντίστοιχα, ο τύπος φόρτισης περιγράφει την πρίζα που συνδέει το όχημα με το σημείο φόρτισης.

Πίνακας 4-1: Τρόποι φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

<b>Τρόπος φόρτισης</b>	<b>Διαθέσιμες επιλογές</b>
<b>Mode 1</b>	Αργή οικιακή φόρτιση με εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) με τη χρήση πριζών του σπιτιού, η συσκευή φόρτισης είναι ενσωματωμένη στο όχημα (250 Volt (V) 1-φάσης ή 480V 3-φάσεων; max. 16 Ampere (A); 3,7-11 kW).
<b>Mode 2</b>	Αργή φόρτιση με εναλλασσόμενο ρεύμα με ημιενεργή (semi-active) ικανότητα σύνδεσης με το όχημα για λόγους ασφαλείας, σε περίπτωση που μπορούν να χρησιμοποιηθούν 32 A (250 V 1-φάσης ή 400 V 3-φάσεων; max. 32 A; 7,4-22 kW).
<b>Mode 3</b>	Φόρτιση με εναλλασσόμενο ρεύμα με ενεργή σύνδεση οχήματος και φορτιστή, για λόγους ασφαλείας και έξυπνης φόρτισης (fast charging) (250 V 1-φάσης ή 480 V 3-φάσεων; max. 32 A; 14,5-43,5 kW).
<b>Mode 4</b>	Γρήγορη φόρτιση με συνεχές ρεύμα και ενεργή σύνδεση μεταξύ φορτιστή και οχήματος (600 V DC, max. 400 A; 38-170 kW).

Πίνακας 4-2: Τύποι φόρτισης.

Τύπος Φόρτισης	Διαθέσιμες επιλογές	Φωτογραφίες ( <a href="https://www.conducetucidad.com">https://www.conducetucidad.com</a> + <a href="http://www.tesla.com">www.tesla.com</a> )
<p><b>Τύπος 1</b> (Yazaki, SAE J1772-2009)</p>	<p>Επιτρέπει την αργή φόρτιση και εφαρμόζεται στη Βόρεια Αμερική</p>	
<p><b>Τύπος 2</b> (Mennekes, VDE-AR-E 2623-2-2)</p>	<p>Το Ευρωπαϊκό πρότυπο για την αργή φόρτιση</p>	
<p><b>Τύπος 3</b> (EV Plug Alliance)</p>	<p>Επιτρέπει την αργή φόρτιση, εφαρμόστηκε στην Ιταλία και τη Γαλλία μέχρι το 2012</p>	
<p><b>Τύπος 4</b> (CHAdeMO, JEVS G105-1993)</p>	<p>Επιτρέπει την αργή και γρήγορη φόρτιση και εφαρμόζεται στην Ευρώπη και την Ιαπωνία</p>	
<p><b>CSS</b> (Combined Charging System, Type 2 and Combo 2)</p>	<p>Το ευρωπαϊκό πρότυπο για αργή φόρτιση τύπου 2 και γρήγορη φόρτιση Combo 2</p>	

Τύπος Φόρτισης	Διαθέσιμες επιλογές	Φωτογραφίες ( <a href="https://www.conducetuciudad.com">https://www.conducetuciudad.com</a> + <a href="http://www.tesla.com">www.tesla.com</a> )
<b>Tesla Charger</b>	Ο φορτιστής αργής φόρτισης για τα οχήματα Tesla	
<b>Tesla Supercharger</b>	Ο φορτιστής γρήγορης φόρτισης για τα οχήματα Tesla	

#### 4.3.1 Κανονική ή αργή φόρτιση ( $\leq 22$ kW)

Όλα τα PEVs παράγονται με ένα φορητό καλώδιο, το οποίο επιτρέπει στο όχημα να συνδέεται κατευθείαν με μια διαθέσιμη AC υποδοχή (πρίζα) και ο εξοπλισμός φόρτισης του οχήματος μετατρέπει το ρεύμα σε συνεχές με σκοπό τη φόρτιση των μπαταριών του. Το πόσο γρήγορα θα επιτευχθεί η πλήρης φόρτιση των μπαταριών εξαρτάται από την ικανότητα φόρτισης του οχήματος και την ικανότητα παροχής ενέργειας του σταθμού. Σήμερα, τα PEVs έχουν τη δυνατότητα να φορτίζουν στις κατοικίες μέσω παροχής AC σε τιμές μεταξύ 3,3-11kW. Βέβαια, οι τάσεις μεγαλύτερων μπαταριών, προωθούν τη δημιουργία σταθμών υψηλότερων ενεργειακών απαιτήσεων.

Οι συσκευές φόρτισης στις κατοικίες είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες φόρτισης του PEV κάποιου συγκεκριμένου πολίτη, ενώ οι εμπορικοί σταθμοί φόρτισης είναι ικανοί να λειτουργούν σε διάφορα επίπεδα για να εξυπηρετούν τις ανάγκες περισσότερων πολιτών.

Η αργή φόρτιση συχνά αναφέρεται και ως φόρτιση επιπέδου 2 (mode 2), χαρακτηρισμός που αποδίδεται στο καλώδιο φόρτισης που χρησιμοποιείται. Στους εμπορικούς σταθμούς φόρτισης, η φόρτιση mode 2 AC μπορεί να γίνει με τριφασικό ρεύμα 480V για ακόμα γρηγορότερες ταχύτητες φόρτισης. Σε αυτά τα επίπεδα, η φόρτιση κυμαίνεται ανάμεσα σε 19-22 kW και ο σταθμός μπορεί να είναι είτε στερεωμένος στον τοίχο είτε πακτωμένος στο έδαφος.

Η επιλογή αυτής της φόρτισης είναι αποδοτική για τη φόρτιση ενός οχήματος που είναι σταθμευμένο για πολλές ώρες ή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ακόμα, μπορεί να εξυπηρετήσει πλήρως τις ανάγκες των υβριδικών PEVs (PHEVs – Plug-in Hybrid Electric Vehicles) που χρησιμοποιούν αρκετά μικρότερες μπαταρίες.

#### **4.3.2 Γρήγορη φόρτιση (> 22 kW)**

Η γρήγορη φόρτιση μπορεί να επιτευχθεί τόσο με τη χρήση εναλλασσόμενου όσο και με τη χρήση συνεχούς ρεύματος. Όταν αυτή γίνεται με τη χρήση τριφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος, τα παραγόμενα επίπεδα ενέργειας φτάνουν μέχρι και τα 43kW. Το Renault Zoe, ένα από τα πρώτα σε πωλήσεις ηλεκτρικά αυτοκίνητα στην Ευρώπη, μπορεί να πραγματοποιήσει τέτοια είδους φόρτιση όταν είναι συνδεδεμένο σε έναν φορτιστή με πρίζα 62 A 240 V (Spöttle et al., 2018). Ωστόσο, η φόρτιση αυτή επιτυγχάνεται αποκλειστικά με τριφασικό ρεύμα και δεν είναι τόσο διαδεδομένη ανάμεσα στα υπόλοιπα EVs, παρόλο που είναι γρηγορότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες AC φορτίσεις.

Από την άλλη μεριά, η γρήγορη φόρτιση με συνεχές ρεύμα αποδίδει μεγαλύτερα επίπεδα ενέργειας σε σχέση με τις περισσότερες φορτίσεις με AC. Ένας φορτιστής DC μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα του δικτύου σε συνεχές και εξυπηρετεί κυρίως τα ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία (BEVs – Battery Electric Vehicles) παρά τα περισσότερα PHEVs (εκτός από το Mitsubishi Outlander PHEV), καθώς απαιτούνται μεγαλύτερα επίπεδα ισχύος του εξοπλισμού DC φόρτισης για την πλήρη φόρτιση μεγάλων μπαταριών σε αποδεκτά χρονικά όρια (Spöttle et al., 2018).

Οι σταθμοί φόρτισης DC είναι αρκετά ακριβότεροι από τους περισσότερους AC, καθώς επιτυγχάνουν τη φόρτιση σε πολύ λιγότερο χρόνο. Σήμερα οι περισσότεροι σταθμοί DC επιτυγχάνουν ισχύ 50 kW, παρόλο που ορισμένοι φτάνουν στο μισό της τιμής αυτής, δηλαδή γύρω στα 20-25 kW. Ακόμα, δημιουργούνται φορτιστές DC 100-150 kW, ακόμα και 400 kW, που θα εξυπηρετούν τις ανάγκες των επόμενων PEVs που θα διαθέτουν αρκετά μεγαλύτερες μπαταρίες (80 kWh (Kilowatt-hour)).

Κύριος στόχος της DC φόρτισης είναι να φορτίσει τη μπαταρία ενός PEV σε ποσοστό 80% σε 20 λεπτά ή και λιγότερο. Βέβαια, λαμβάνοντας υπόψιν τις τάσεις αύξησης των μπαταριών, οι φορτιστές DC θα αρχίσουν να λειτουργούν με μεγαλύτερα επίπεδα ενέργειας για να εκπληρώνουν τον στόχο τους. Επίσης, η γρήγορη φόρτιση καταπονεί τις μπαταρίες των οχημάτων, ειδικά όταν γίνεται συχνή χρήση, ενώ για επίπεδα ενέργειας μεγαλύτερα των 150kW απαιτείται η χρήση διαφορετικού τεχνικού εξοπλισμού στα οχήματα. Στο άμεσο μέλλον, αυτά τα επίπεδα φόρτισης θα αφορούν σε ένα μικρό κομμάτι πολυτελών οχημάτων.

Το 2017, οι φορτιστές κανονικής φόρτισης στην Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν πολύ περισσότεροι σε σύγκριση με αυτούς γρήγορης φόρτισης, καθώς υπάρχουν 90.000 κανονικοί φορτιστές έναντι 12.500 γρήγορων φορτιστών (Spöttle et al., 2018). Γενικά όμως, απαιτείται



η δημιουργία ενός μητρώου καταγραφής των φορτιστών, καθώς τα δεδομένα σχετικά με αυτούς είναι περιορισμένα τόσο σε Ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Πίνακας 4-3: Διαθέσιμοι σταθμοί φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

Τύπος φόρτισης	Παραγόμενη ενέργεια	Διανυόμενα χιλιόμετρα με 10 λεπτά φόρτισης	Συνήθεις τοποθεσίες	Κόστος ενός σημείου πρόσβασης (δεν συμπεριλαμβάνεται η εγκατάσταση, η σύνδεση στο δίκτυο και τα λειτουργικά κόστη)
AC Mode 2 (Κατοικίες)	≤ 11 kW	1-2	Κατοικίες	< 800€
AC Mode 2 (Εμπορικό)	≤ 19,4 kW	3,2	Δημόσιοι, ιδιωτικοί και εργασιακοί χώροι	< 2.000€
AC Mode 3 – Γρήγορη φόρτιση	22 kW ή 43 kW	21	Δημόσιοι και ιδιωτικοί χώροι	1.000 – 4.000€
DC γρήγορη φόρτιση	20-50 kW	64	Δημόσιοι και ιδιωτικοί χώροι	20.000€
DC υψηλά γρήγορη φόρτιση	100-400 kW	90	Δημόσιοι χώροι	40.000 – 60.000€

Χρησιμοποιώντας το Renault Zoe Z.E. 40 ως παράδειγμα, μία πλήρης φόρτιση στα 3kW θα διαρκούσε 13,5 ώρες, στα 7kW 6 ώρες και στα 22kW 2 ώρες. Σε έναν φορτιστή 50 kW DC, θα χρειάζονταν μία ώρα για να φορτιστεί το 80% της μπαταρίας του. Παράλληλα το Volkswagen Golf με ικανότητα διάνυσης τα 300 χιλιόμετρα, χρειάζεται 10 ώρες φόρτισης σε ένα σημείο φόρτισης 3,6 kW και 45 λεπτά φόρτισης για να φορτίσει το 80% της μπαταρίας του σε ένα σημείο φόρτισης 50 kW DC.

### **4.3.3 Φόρτιση λεωφορείων**

Για τη φόρτιση των λεωφορείων απαιτούνται φορτιστές μεγαλύτερης ισχύος απ' αυτούς που χρησιμοποιούνται για τη φόρτιση των αυτοκινήτων. Οι συγκεκριμένες μπαταρίες πρέπει να υποστηρίζουν τις καθημερινές ανάγκες μετακίνησης των λεωφορείων που ανέρχονται γύρω στα 160 χιλιόμετρα ημερησίως, για αυτό συνήθως έχουν χωρητικότητα γύρω στα 300kWh (Spöttle et al., 2018). Οι φορτιστές των λεωφορείων είναι συνήθως της τάξης των 300kW, τιμή πενταπλάσια ενός τυπικού σταθμού DC που αποδίδει γύρω στα 62,5kW. Πρόκληση αποτελεί το κόστος των υποδομών φόρτισης των λεωφορείων και το κόστος της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τη φόρτιση ενός στόλου οχημάτων σε υψηλή ισχύ.

Ζήτημα αποτελεί επίσης, η διάρκεια της φόρτισης, καθώς οι στόλοι χρειάζεται να σταματούν τη λειτουργία ορισμένων λεωφορείων για να φορτίζουν κατά τη διάρκεια της νύχτας ή θα πρέπει να επενδύσουν σε γρηγορότερους σταθμούς φόρτισης. Αξίζει να σημειωθεί πως ορισμένοι κατασκευαστές λεωφορείων προσφέρουν πακέτα αγοράς ηλεκτρικών λεωφορείων που συμπεριλαμβάνουν την απαραίτητη υποδομή φόρτισης και τα σχετικά λειτουργικά κόστη. Με αυτόν τον τρόπο, οι κατασκευαστές προσπαθούν να διευκολύνουν τους πελάτες τους και να εξομαλύνουν τη διαφορά κόστους μεταξύ των ηλεκτρικών και των συμβατικών λεωφορείων.

## **4.4 Εναλλακτικές τεχνολογίες φόρτισης**

### **4.4.1 Εναλλαγή μπαταριών (battery swapping)**

Η τεχνολογία αυτή υπόσχεται τη σημαντική μείωση του χρόνου επαναφόρτισης. Ένας σταθμός εναλλαγής μπαταριών επιτρέπει στον οδηγό του PEV να αντικαταστήσει το σύνολο των μπαταριών του οχήματός του μέσα σε λίγα λεπτά. Παρόλο που δεν αποτελεί μια τεχνολογία

φόρτισης, η τεχνική αυτή μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση αναφορικά με τον εξοπλισμό φόρτισης.

Από το 2008 έως το 2014 δόθηκε ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτήν την τακτική, με αποτέλεσμα αρκετές χώρες όπως η Κίνα, η Δανία και το Ισραήλ να εγκαταστήσουν τέτοιους σταθμούς. Όμως, η τεχνική αυτή αντιμετώπισε αρκετά εμπόδια, καθώς κρίνονταν απαραίτητος ο σχεδιασμός των EVs με εύκολη πρόσβαση στη μπαταρία τους. Ακόμα τα ηλεκτρικά οχήματα θα έπρεπε να χρησιμοποιούν όμοιες μπαταρίες. Επιπρόσθετα, η εγκατάσταση τέτοιου είδους σταθμών είναι αρκετά δαπανηρή, καθώς το κόστος ανέρχεται γύρω στις 400.000€, ενώ θα χρειάζονταν και επένδυση περισσότερων χρημάτων στη διαρκή αναβάθμιση των σταθμών, ώστε να εναρμονίζονται με τα συνεχώς αναπτυσσόμενα μοντέλα των μπαταριών.

Πλέον, αποκλειστικά η Κίνα συνεχίζει να επενδύει στη δημιουργία τέτοιων σταθμών, σχεδιάζοντας να μεγαλώσει ακόμα περισσότερο το υπάρχον δίκτυό της. Συγκεκριμένα, η κινέζικη εταιρεία αυτοκινήτων Nio, παρήγαγε το ES8, ένα πλήρως ηλεκτρικό Sport Utility Vehicle (SUV) που υποστηρίζει την εναλλαγή μπαταριών. Το ίδιο κάνει και η εταιρεία Tesla.

Η τεχνολογία αυτή μπορεί να είναι μια βιώσιμη λύση σε ορισμένους στόλους οχημάτων που χρησιμοποιούν οχήματα μόνο ενός κατασκευαστή. Ακόμη, οι εταιρείες θα έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν, να συντηρούν και να ανακυκλώνουν τις χρησιμοποιούμενες μπαταρίες.

#### **4.4.2 Ασύρματη φόρτιση**

Η ασύρματη φόρτιση αποτελεί μια αναδυόμενη τεχνολογία, η οποία επιτρέπει τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων χωρίς αυτά να είναι συνδεδεμένα με κάποιο καλώδιο σε κάποιο σημείο φόρτισης. Ένα ασύρματο σύστημα φόρτισης, αποτελείται από μια εδαφική επιφάνεια πάνω στην οποία είναι σταθμευμένο το ηλεκτρικό όχημα και από ένα σύστημα

παραλαβής και αφομοίωσης των πληροφοριών που επικοινωνεί με τα ηλεκτρικά συστήματα και τα συστήματα μπαταριών του ηλεκτρικού οχήματος. Η ενέργεια μεταδίδεται από την εδαφική επιφάνεια στον παραλήπτη του αυτοκινήτου, φορτίζοντας μ' αυτόν τον τρόπο το όχημα. Το σύστημα διαθέτει επίσης μία μονάδα ελέγχου τοποθετημένη κοντά στην εδαφική επιφάνεια που διαχειρίζεται τη φόρτιση (Spöttle et al., 2018).

Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου φόρτισης, είναι η ευκολία χρήσης, καθώς ο οδηγός δεν χρειάζεται να τοποθετήσει καλώδιο σε κάποια πρίζα. Ακόμη, η έλλειψη καλωδίων επιδρά θετικά τόσο στην αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον του, καθώς δεν υπάρχει περίπτωση κάποιο μακρύ καλώδιο να εμποδίσει τη μετακίνηση κάποιου άλλου πολίτη, όσο και στο αισθητικό αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας. Ωστόσο, η ασύρματη φόρτιση είναι ακριβότερη σε σχέση με υφιστάμενες υποδομές φόρτισης και λιγότερο αποδοτική λόγω της μεταφοράς της ενέργειας μέσω των μορίων του αέρα. Βέβαια, αυτή η μειωμένη απόδοση θεωρείται αμελητέα.

Το σύστημα αυτό βρίσκεται ήδη στην αγορά από το 2014, αλλά δεν εφαρμόζεται παρά μόνο σε εργοστασιακές εγκαταστάσεις των αυτοκινητοβιομηχανιών. Το 2017 η τεχνολογία αυτή βρίσκονταν ακόμα σε δοκιμαστικό στάδιο και αντιμετώπιζε αρκετά ζητήματα τεχνολογίας και ασφάλειας. Για παράδειγμα, το ασύρματο σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύει την «καθαρότητα» της επιφάνειας φόρτισης πριν την έναρξη μιας φόρτισης και να λειτουργεί κατάλληλα, καθώς ένας ζωντανός οργανισμός ή ένα αντικείμενο ενδέχεται να βρίσκεται πάνω σε αυτήν. Παρά τα σχέδια για εμπορική παραγωγή της μεθόδου αυτής το 2018, το πιθανότερο είναι πως θα χρειαστούν ορισμένα έτη ακόμα για να ξεπεραστούν όλα τα εμπόδια εφαρμογής της.

Τα πρότυπα λειτουργικότητας, ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας, ελάχιστης απόδοσης, ασφάλειας και δοκιμών για την τεχνολογία αυτή περιγράφονται από το «J2954

Recommended Practice for Wireless Power Transfer for Electric Vehicles», που εκδόθηκε τον Νοέμβριο του 2017.

Συνοψίζοντας, για να αντικαταστήσει η τεχνολογία αυτή τους «συμβατικούς» σταθμούς φόρτισης θα πρέπει οι κατασκευαστές αυτοκινήτων είτε να μειώσουν το κόστος, είτε να απορροφήσει ένα μέρος της η συνολική τιμή αγοράς του ηλεκτρικού οχήματος. Είναι πιθανό πως η πρώτη εμπορική έκδοση της ασύρματης φόρτισης θα αφορά σε ορισμένα πολυτελή ηλεκτρικά οχήματα και θα πραγματοποιείται σε οικιακό περιβάλλον.

Η δυναμική φόρτιση είναι ένα ακόμα είδος ασύρματης φόρτισης. Σε αυτή την περίπτωση, η τεχνολογία φόρτισης αφομοιώνεται από τον οδικό άξονα και τα οχήματα φορτίζουν τις μπαταρίες τους καθώς κινούνται πάνω σε αυτόν. Η τεχνολογία αυτή βρίσκεται πολύ μακριά από την εμπορική της έκδοση και είναι πολύ πιο δαπανηρή από την απλή ασύρματη φόρτιση, καθώς θα έπρεπε να γίνει η εγκατάστασή της κατά μήκος ολόκληρου του οδικού άξονα. Τέλος, προορίζεται κυρίως για τη φόρτιση λεωφορείων ή οχημάτων στόλων που κινούνται σε συγκεκριμένο οδικό δίκτυο, οπότε και θα μπορούσαν να μειωθούν τα κόστη αναβάθμισης των δρόμων.

#### **4.4.3 Γρήγορη φόρτιση λεωφορείων**

Με τη γρήγορη φόρτιση των λεωφορείων μπορούν να ξεπεραστούν τα προβλήματα των μπαταριών και της μέγιστης διανυόμενης απόστασης που αντιμετωπίζουν. Επειδή τα λεωφορεία πραγματοποιούν συγκεκριμένα δρομολόγια, θα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν μία γρήγορη ασύρματη φόρτιση σε κάποιο σημείο παύσης της διαδρομής ή σε κάποια σημεία αναστροφής. Σε περίπτωση εφαρμογής αυτής της μεθόδου, τα λεωφορεία θα μπορούσαν να είναι εφοδιασμένα με μικρότερα, ελαφρύτερα και οικονομικότερα πακέτα μπαταριών. Τέτοια συστήματα έχουν δοκιμαστεί στην Ιταλία, τη Γερμανία, τη Νότια Κορέα, τις Ηνωμένες

Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) και το Ηνωμένο Βασίλειο (ΗΒ), για την εφαρμογή τους όμως απαιτείται να αποδεχθούν πλήρως ανά τον κόσμο οι συμφωνίες των τεχνικών προδιαγραφών τους.

Ορισμένα συστήματα χρησιμοποιούν επαγωγικές πλάκες φόρτισης κάτω από την επιφάνεια των οδικών αξόνων και άλλα χρησιμοποιούν υπερυψωμένα συστήματα που έρχονται σε επαφή μέσω ενός αυτόματου παντογράφου, είτε με το λεωφορείο είτε με τον σταθμό φόρτισης, για να εξαλείψουν τη χρήση καλωδίων από τους ανθρώπους. Το 2016, η εταιρεία «A.B.B.» δημιούργησε έναν φορτιστή 600kW που βρισκόταν σε επαφή με το λεωφορείο για 15 δευτερόλεπτα, όταν αυτό σταματούσε σε κάποια στάση και στη συνέχεια απομακρυνόταν από αυτό. Στη συνέχεια, το λεωφορείο μπορούσε να λάβει μία πλήρη φόρτιση, όταν έφτανε στον τερματικό σταθμό με τη χρήση ενός λιγότερου δυνατού φορτιστή. Το 2017, ανακοινώθηκε και ο φορτιστής OppCharge (Opportunity Charging) ανάμεσα στις εταιρείες A.B.B. και Volvo.

Όλα αυτά τα συστήματα, διαθέτουν το δικό τους κοστολόγιο εγκατάστασης, καθώς οι υποδομές πρέπει να εγκατασταθούν κατά μήκος των γραμμών των λεωφορείων και όχι σε συγκεκριμένους τερματικούς σταθμούς. Με την εφαρμογή τους όμως, μπορεί να ελαττωθεί ο χρόνος φόρτισης των λεωφορείων και το κόστος εγκατάστασης σταθμών φόρτισης υψηλών ενεργειακών απαιτήσεων.

#### **4.4.4 Υπερπυκνωτές (Supercapacitors)**

Οι πυκνωτές, με την ηλεκτρική φόρτιση των δύο πλακών τους, προσφέρουν μια εναλλακτική λύση σε σχέση με τις χημικές αντιδράσεις των μπαταριών. Οι πυκνωτές μεγάλης χωρητικότητας αναφέρονται ως υπερπυκνωτές. Οι υπερπυκνωτές διαθέτουν πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα σε σχέση με τις περισσότερες μπαταρίες, πράγμα που σημαίνει πως μπορούν να

φορτιστούν αρκετά γρηγορότερα, αποδομούνται με μικρότερο ρυθμό σε σχέση με τις μπαταρίες και μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (Spöttle et al., 2018). Βέβαια, η ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας σε αυτούς είναι αρκετά μικρή, για αυτό και η εφαρμογή τους ταιριάζει περισσότερο σε mild-hybrid και stop-start εφαρμογές και όχι σε αυτές μεγάλων ταξιδιών. Λόγω της μικρής ενεργειακής χωρητικότητάς τους, η χρήση τους είναι πολύ περιορισμένη και καμία εταιρεία δεν έχει καταφέρει να τους παράγει υπό οικονομικά αποτελεσματικές μεταβλητές.

Πίνακας 4-4: Συνήθεις σύνδεσμοι φόρτισης AC (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

Τύπος	Τύπος 1 (Yazaki)	Τύπος 2 (Mennekes)	Τύπος 3 (EV Plug Alliance)	Tesla (USA)
Τόπος	Β. Αμερική, Ιαπωνία	Ευρώπη, Κίνα	Ιταλία, Γαλλία	Β. Αμερική
Κατασκευαστές αυτοκινήτων	Αμερικάνοι και Ιάπωνες	Ευρωπαϊκοί	Δεν παράγονται	Tesla

Πίνακας 4-5: Συνήθεις σύνδεσμοι φόρτισης DC (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

Τύπος	Τύπος 4 (CHAdeMO)	CCS COMBO 1 (Β. Αμερική)	CCS COMBO 2 (Ευρώπη)	Supercharger
Τόπος	Ιαπωνία, Ευρώπη (μέχρι 2019)	Β. Αμερική	Ευρώπη	Β. Αμερική, Ευρώπη
Κατασκευαστές αυτοκινήτων	Nissan, Mitsubshi, Kia, Citroen, Peugeot	BMW, Daimler, Ford, Fiat, Chrysler, General Motors, Honda, Hyundai, Volkswagen		Tesla

## 4.5 Σχεδιασμός δικτύων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Η υψηλή διαθεσιμότητα υποδομών φόρτισης δεν οδηγεί αυτόματα σε υψηλά επίπεδα υιοθέτησης των ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ η χαμηλή διαθεσιμότητα υποδομών φόρτισης λειτουργεί ανασταλτικά στην υιοθέτηση των PEVs (Spöttle et al., 2018). Για αυτόν τον λόγο, η εγκατάσταση και επιτυχημένη λειτουργία των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να επιφέρει αρκετά προτερήματα. Αρχικά μπορεί να οδηγήσει στην εντονότερη υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων από τους πολίτες, καθώς θα υπάρχουν σωστές δημόσιες υποδομές φόρτισης, στην εξάλειψη του άγχους των οδηγών σε σχέση με την αυτονομία μέγιστης διανυόμενης απόστασης, όπως και στη συνολική ανάπτυξη των περιοχών, στις οποίες θα εγκαθίστανται οι σταθμοί. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο, τίθενται ευρέως στη βιβλιογραφία ορισμένα ερωτήματα:

- Πόσοι σταθμοί φόρτισης χρειάζονται;
- Σε ποιες τοποθεσίες θα πρέπει να εγκατασταθούν;
- Ποιον τύπο φόρτισης θα πρέπει να υποστηρίζουν;
- Πώς θα πρέπει να κατανεμηθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος γύρω τους;

Το πρόβλημα αυτό, του σωστού σχεδιασμού των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων συναντάται στη βιβλιογραφία με τον όρο «Electric Vehicle Charging Facility Location (EV-CFL)».

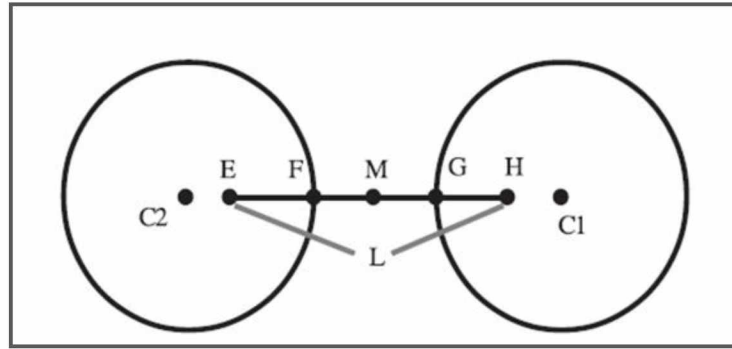
Για τον σχεδιασμό των κατάλληλων δικτύων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων υπάρχουν διάφορα μοντέλα. Κυρίαρχα χαρακτηριστικά σε αυτά είναι ο σωστός υπολογισμός της μέγιστης διανυόμενης απόστασης των οχημάτων και η εξασφάλιση πως οι σταθμοί φόρτισης θα είναι διαθέσιμοι στον μεγαλύτερο δυνατό αριθμό ηλεκτρικών οχημάτων. Ακόμα



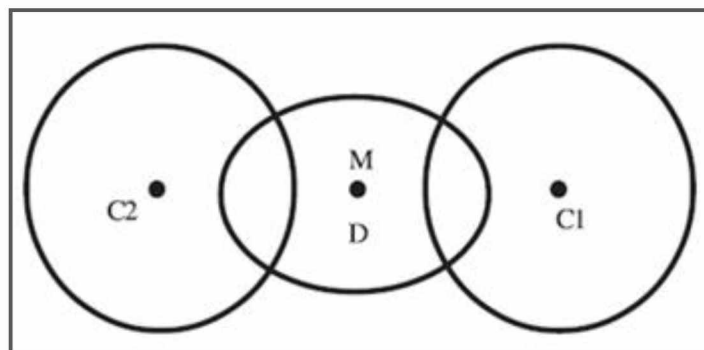
τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές έτσι ώστε να αποφύγουν την υπερκάλυψη κάποιων περιοχών από δύο ή παραπάνω σημεία σταθμών φόρτισης. Τέλος, τα συγκεκριμένα μοντέλα εφαρμόζονται κυρίως για τα επίπεδα φόρτισης σταθμών 2 και 3, σε ένα καθορισμένο πλαίσιο, παρέχοντας έτσι μια γενική στρατηγική λύση.

Είναι φανερό λοιπόν πως ο σχεδιασμός ενός τέτοιου δικτύου πρέπει να είναι ακριβής λόγω των μεγάλων οικονομικών αναγκών που προκύπτουν. Πέρα από τις ανάγκες αγοράς και εγκατάστασης των σταθμών που είναι ήδη πολυδάπανες, πρέπει να ληφθούν υπόψιν και τα κόστη λειτουργίας, συντήρησης, όπως και μίσθωσης/αγοράς των χώρων στους οποίους αυτοί θα στεγάζονται. Εξαιτίας των προαναφερθέντων λόγων, είναι ωφέλιμο οι σταθμοί να είναι προσβάσιμοι σε όσον το δυνατόν περισσότερο πληθυσμό περιορίζοντας έτσι τα περιττά έξοδα. Επιπρόσθετα θα πρέπει να υπολογιστούν οι γρήγορες κι αργές ανάγκες φόρτισης, η γένεση των μετακινήσεων για τους φορτιστές αργής φόρτισης και οι κυκλοφοριακοί φόρτοι για τους φορτιστές γρήγορης φόρτισης της κάθε περιοχής.

Ένα σημείο του δικτύου θεωρείται πως καλύπτεται από έναν σταθμό φόρτισης μόνο όταν η κοντινότερη απόσταση του δικτύου μεταξύ του σημείου και του σταθμού φόρτισης είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση διάνυσης του ηλεκτρικού οχήματος. Διαφορετικά το δίκτυο είναι μερικώς καλυμμένο (Huang, et al., 2016). Στο Σχήμα 4-6 φαίνεται πως η απόσταση EF καλύπτεται από τον σταθμό C2 και πως η απόσταση GH καλύπτεται από τον σταθμό C1. Η μεσαία απόσταση όμως, δεν καλύπτεται από κανέναν εκ των δύο σταθμών, πράγμα λανθασμένο. Το ίδιο συμβαίνει και στο Σχήμα 4-7, στο οποίο η αριστερή και δεξιά μεριά της TAZ (Traffic analysis zone) D εξυπηρετούνται από τους σταθμούς φόρτισης C2 και C1 αντίστοιχα, χωρίς όμως να εξυπηρετείται εξ' ολοκλήρου η περιοχή D.

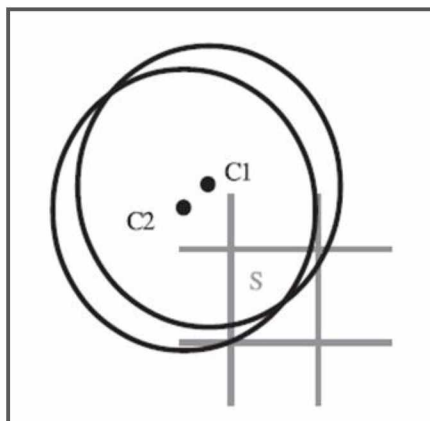


Σχήμα 4-6: Πρόβλημα κάλυψης για γραμμές (Πηγή: Huang, et al., 2016).



Σχήμα 4-7: Πρόβλημα κάλυψης για πολύγωνα (Πηγή: Huang, et al., 2016).

Ένα ακόμα προβληματικό φαινόμενο, είναι αυτό που συμβαίνει στο Σχήμα 4-8, στο οποίο δηλαδή δύο κύκλοι επιρροής των σταθμών φόρτισης C2 και C1 καλύπτουν ο καθένας ξεχωριστά παραπάνω από το μισό του τετραγώνου S, χωρίς όμως να καλύπτουν συνολικά το τετράγωνο αυτό.



Σχήμα 4-8: Περιττή μη συμπληρωματική κάλυψη (Πηγή: Huang, et al., 2016).

Σύμφωνα με τους Wang et al. (2019) υπάρχουν δύο κυρίαρχα μαθηματικά μοντέλα που αποσκοπούν στη λύση του EV-CFL, ένα προγραμματιστικό μοντέλο bi-level και ένα μοντέλο βελτιστοποίησης 1<sup>ου</sup> βαθμού. Αναφορικά με το πρώτο, αυτό από τη μια πλευρά στοχεύει στην ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου ταξιδιού ή στη μεγιστοποίηση της περιοχής κάλυψης του κάθε σταθμού φόρτισης, ενώ από την άλλη πλευρά προσπαθεί να ταξινομήσει τις συμπεριφορές των οδηγών σχετικά με τις συνήθειες φόρτισής τους. Πρέπει να σημειωθεί όμως, πως ένα τέτοιου είδους μοντέλο χρησιμοποιείται σπάνια σε μεγάλες κλίμακες λόγω της πολυπλοκότητάς του για αυτό και έχει δοκιμαστεί αποκλειστικά σε μικρές περιοχές. Σχετικά με το δεύτερο μοντέλο, αυτό στοχεύει στη μεγιστοποίηση της παρεχόμενης χωρικής κάλυψης από την υποδομή φόρτισης και ακολουθεί την αρχή κατεύθυνσης των οχημάτων στον κοντινότερο σταθμό. Σε ένα τέτοιο μηχανισμό, η διαχείριση όλων των ηλεκτρικών οχημάτων γίνεται πλήρως από ένα κεντρικό χειριστή/παρατηρητή και δεν υπάρχει κανένα φαινόμενο δημιουργίας ουράς στους τερματικούς σταθμούς. Δυστυχώς όμως, φαίνεται πως στην πραγματικότητα είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί ο έλεγχος όλων των ηλεκτρικών οχημάτων, ιδιωτικών και επαγγελματικών, από ένα κεντρικό σύστημα. Επίσης πρέπει να επισημανθεί πως κατά τη διαδικασία επιλογής του κατάλληλου σταθμού φόρτισης δεν θα πρέπει να λαμβάνεται

υπόψιν μόνο η κοντινότερη απόσταση, καθώς υπάρχουν και άλλες μεταβλητές που επηρεάζουν τους χρήστες, όπως για παράδειγμα ο χρόνος φόρτισης, οι εγκαταστάσεις φόρτισης και οι παρεχόμενες υπηρεσίες, η διαθεσιμότητα των σταθμών και το ρίσκο προτίμησης (Huang, et al., 2016). Τέλος, έχουν χρησιμοποιηθεί και άλλα μοντέλα όπως το «agent-based» μοντέλο για την επίλυση του προβλήματος EV-CFL, ωστόσο ο σχεδιασμός ενός αποδοτικού αλγορίθμου για την επίλυσή του, παραμένει ακόμα μία πρόκληση για τις εφαρμογές μεγάλων δικτύων.

Οι Huang et al. (2016) κατά τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποίησαν αναφέρουν πως οι μέθοδοι και τα μοντέλα επίλυσης του προβλήματος τοποθέτησης των σταθμών φόρτισης αδυνατούν να εκτιμήσουν σωστά τη ζήτηση φόρτισης, καθώς αυτή δεν αντιστοιχεί στη ζήτηση μεταφορών. Οι ταξιδιώτες τείνουν να επιλέξουν τον τρόπο συνέχειας του ταξιδιού τους με βάση την υπολειπόμενη μπαταρία του οχήματός τους, παρά να επιλέξουν να δρομολογήσουν σωστά το ταξίδι τους. Σχετικά με τον επαγγελματικό τομέα, οι οδηγοί ταξί μιας βάρδιας επιλέγουν να φορτίσουν τα οχήματά τους εκτός βάρδιας σε συνθήκες αργής φόρτισης και σε περίπτωση που χρειαστεί, τείνουν να χρησιμοποιήσουν κάποιον σταθμό ταχείας φόρτισης κατά τη διάρκεια της βάρδιας τους. Από την άλλη μεριά, τα ταξί δύο βαρδιών, έχουν μειωμένο χρόνο εκτός λειτουργίας και για αυτό δεν μπορούν να φορτίζουν σε συνθήκες αργής φόρτισης, καθώς ο χρόνος αυτός δεν επαρκεί. Για αυτόν τον λόγο, είναι αναγκαίο η εκτίμηση της ζήτησης φόρτισης να γίνεται με βάση τους διαφορετικούς τύπους χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων. Προτείνεται ακόμη, η χρήση σταθμών ανεφοδιασμού καυσίμων και των δημόσιων σημείων στάθμευσης ως πιθανά μέρη εγκατάστασης σταθμών φόρτισης.

#### 4.5.1 Επιλογή του κατάλληλου σταθμού φόρτισης

Η ζήτηση για σταθμούς αργής φόρτισης εξαρτάται κυρίως από τις ανάγκες των περιοχών, ενώ η ζήτηση των σταθμών γρήγορης φόρτισης εξαρτάται άμεσα από την κυκλοφοριακή ζήτηση. Οι Huang et al. (2016) υποστηρίζουν πως για την εγκατάσταση αργών σταθμών φόρτισης πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν τα κεντρικά προάστια μιας πόλης παρά ολόκληρη η μητροπολιτική περιοχή. Η φόρτιση σε σταθμούς αργής φόρτισης επιλέγεται από τους οδηγούς στον τελικό προορισμό του ταξιδιού τους. Για αυτόν τον λόγο λοιπόν, πρέπει να τοποθετούνται σε μέρη που είναι πιθανόν να επισκεφτούν οι άνθρωποι, όπως χώροι εργασίας, εμπορικά κέντρα, θέατρα, κινηματογράφοι και εστιατόρια.

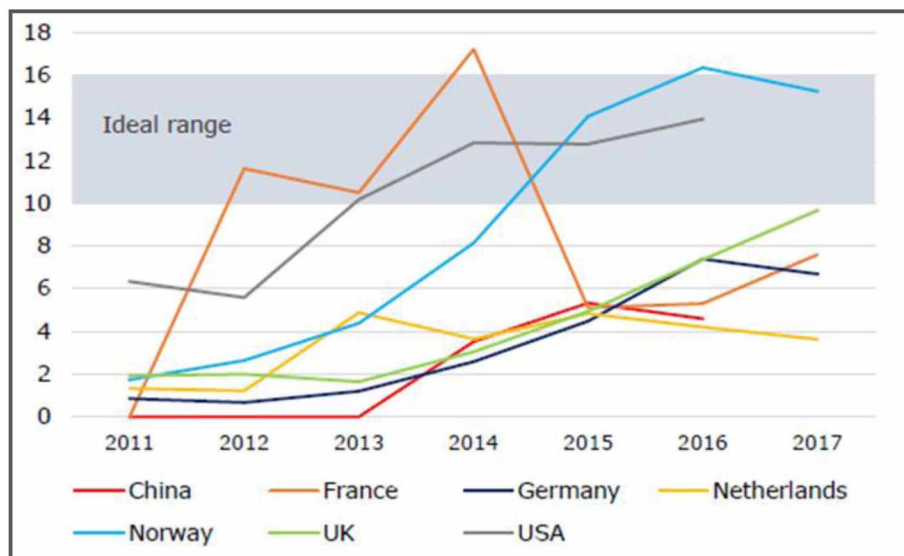
Επιπλέον, για να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητά τους σε σχέση με το κόστος τους, θα πρέπει να εγκαθίστανται σε περιοχές μειωμένης σημαντικότητας ή σε λιγότερο πολυσύχναστες περιοχές. Ακόμα, οι σταθμοί αργής φόρτισης πρέπει να εγκαθίστανται σε μια απόσταση που μπορούν εύκολα να περπατήσουν οι χρήστες από τον τελικό τους προορισμό. Στη μελέτη τους, οι Huang, et al. (2016) θεωρούν πως η μέγιστη αυτή απόσταση μπορεί να είναι 300 είτε 500 μέτρα.

Από την άλλη μεριά, η φόρτιση ενός EV σε οικιακό περιβάλλον έχει το πλεονέκτημα της άνετης φόρτισης, καθώς ο σταθμός φόρτισης δεν μπορεί να είναι κατειλημμένος από κάποιον άλλο χρήστη και ταυτόχρονα βρίσκεται στον τελικό προορισμό του οδηγού. Έτσι, η οικιακή φόρτιση ξεχωρίζει στις προτιμήσεις των οδηγών λόγω της προσβασιμότητας και άνεσης που παρέχει. Ωστόσο, και σε αυτήν την περίπτωση, τίθενται ορισμένοι περιορισμοί αναφορικά με την ικανότητα του ηλεκτρικού δικτύου να παρέχει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για τη φόρτιση των οχημάτων. Συγκεκριμένα, τα νοικοκυριά στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ιαπωνία τροφοδοτούνται με ρεύμα τάσης 120 Volt, με αυτόματο διακόπτη στα 15 A.

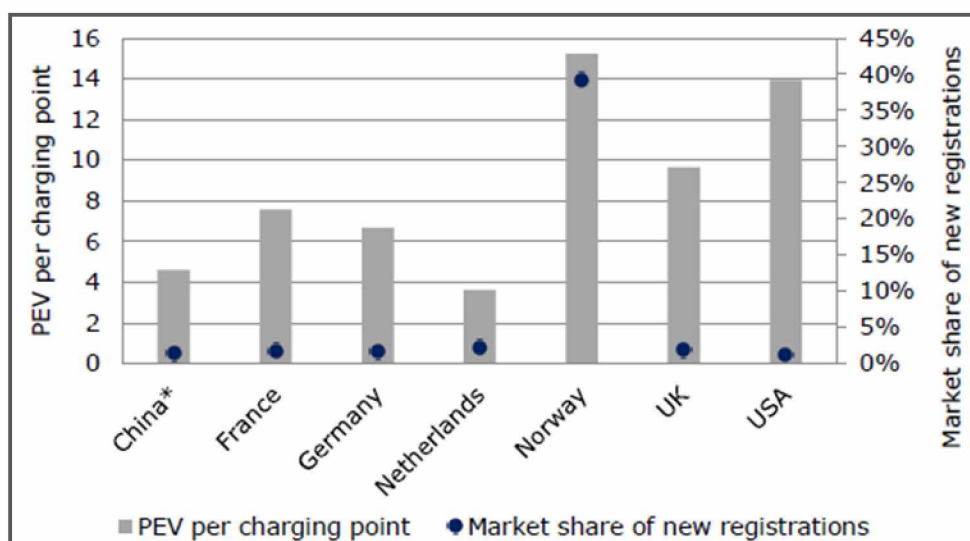
Συνήθως η παραγόμενη ενέργεια αυτών των συστημάτων είναι γύρω στις 1,4-1,5 kWh. Επομένως, ένα ηλεκτρικό όχημα με μπαταρία 12-15 kWh, χρειάζεται γύρω στις 10-12 ώρες για να φορτίσει πλήρως. Στην Ευρώπη, τα νοικοκυριά τροφοδοτούνται με υψηλότερες τάσεις, της τάξεως των 220/240 Volt, με αυτόματο διακόπτη στα 30 A. Με αυτά τα επίπεδα τάσης, η φόρτιση μπορεί να επιτευχθεί γρηγορότερα. Συγκεκριμένα για μπαταρίες 12-15 kWh, ο χρόνος μιας πλήρους φόρτισης θα κυμαίνονταν ανάμεσα στις 4 και 5 ώρες.

#### **4.5.2 Αριθμός οχημάτων ανά σταθμό φόρτισης**

Εκτιμάται ότι οι αγορές που διαθέτουν (πολύ) υψηλή αναλογία PEVs ανά σημείο φόρτισης θα έχουν μικρότερη ανάπτυξη σε σχέση με αυτές που έχουν χαμηλή αναλογία PEVs ανά σημείο φόρτισης (Spöttle et al., 2018). Η ανάπτυξη των αγορών υπολογίζεται σύμφωνα με το μερίδιο των νέων χρηστών PEVs ανά χρόνο. Για αυτόν τον λόγο, υπάρχει αναγκαιότητα καθορισμού του αποδοτικού αριθμού σημείων φόρτισης ανά ηλεκτρικό όχημα σε παγκόσμια κλίμακα. Ο καθορισμός αυτός, δεν είναι δυνατόν να είναι απόλυτα ακριβής λόγω των διαφορετικών επιπέδων υποδομών δημόσιας φόρτισης που κατέχει η κάθε χώρα. Ωστόσο, η Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFID) έθεσε το 10 ως τον ιδανικό αριθμό των οχημάτων που αντιστοιχούν σε κάθε σημείο φόρτισης. Υπό μια άλλη οπτική γωνία, ερευνητές στην Κίνα καθόρισαν τον αριθμό αυτόν στα 15 οχήματα ανά σημείο φόρτισης, αριθμό τον οποίο πρότεινε και η IEA Electric Vehicle Initiative το 2016, μετά την αρχική πρότασή της για 8 οχήματα ανά σημείο φόρτισης. Οι Harrison και Thiel το 2017, σε έρευνά τους προσδιόρισαν πως εάν ο αριθμός οχημάτων ανά σημείο φόρτισης είναι μικρότερος του 10, τότε θα υπήρχαν αρνητικές επιπτώσεις στην αγορά των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Στο Ευρωπαϊκό περιβάλλον, ο ιδανικός αριθμός PEVs ανά σημείο φόρτισης, θα κυμαίνεται μελλοντικά μεταξύ 10-16 (Spöttle et al., 2018).



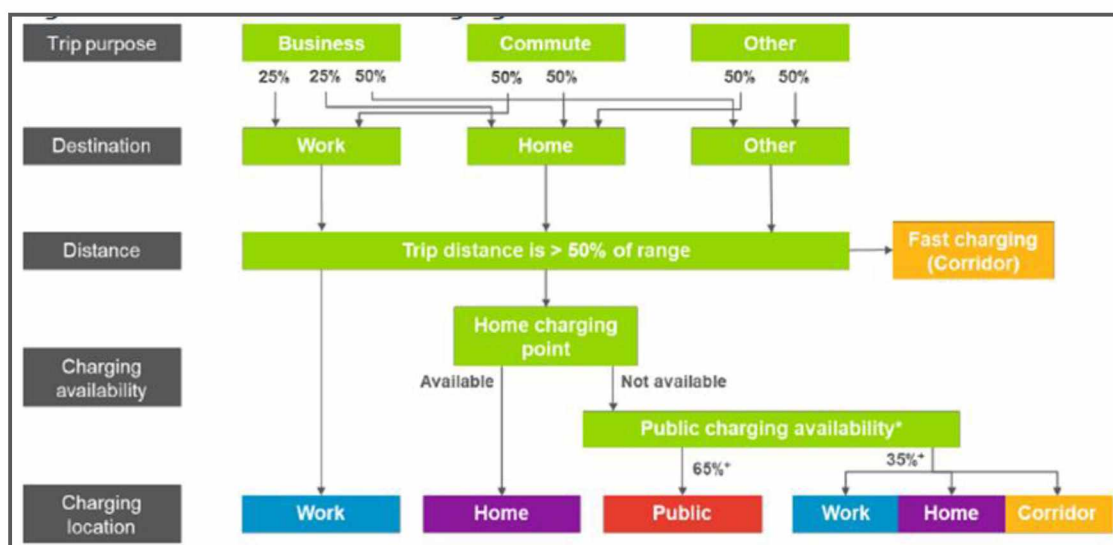
Σχήμα 4-9: Αριθμός PEVs/σημείο φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018).



Σχήμα 4-10: Σχέση PEV/σημείο φόρτισης και μεριδίου στην αγορά το 2017 (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

### 4.5.3 Δενδρόγραμμα απόφασης τοποθεσίας των σταθμών φόρτισης

Το 2017 σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία Ecofys σε συνεργασία με το Πολυτεχνείο του Αϊντχόφεν, για λογαριασμό της ολλανδικής κυβέρνησης, διαμορφώθηκε το παρακάτω δενδρόγραμμα αποφάσεων (Σχήμα 4-11) για να καθορίσει τον κατάλληλο τύπο και τη σωστή τοποθεσία των σταθμών φόρτισης για συγκεκριμένους σκοπούς μετακινήσεων.



Σχήμα 4-11: Δενδρόγραμμα απόφασης για την τοποθεσία φόρτισης (Πηγή: Spöttle et al., 2018).

Από το Σχήμα 4-11 φαίνεται πως οι οδηγοί των PEVs θα επιλέξουν την τοποθεσία φόρτισης του οχήματός τους με βάση τον τελικό τους προορισμό, ο οποίος συνδέεται άμεσα με τον σκοπό της μετακίνησής τους. Ακόμη, στις περιπτώσεις που η φόρτιση στις κατοικίες είναι διαθέσιμη, υπάρχει ξεκάθαρη προτίμηση της επιλογής αυτής από τους οδηγούς. Οι εργαζόμενοι οδηγοί, θα φορτίσουν στον τόπο εργασίας ή στο σπίτι τους, καθώς το 50% των μετακινήσεών τους έχουν αυτά τα δύο μέρη ως προορισμό. Η δημόσια φόρτιση, επιλέγεται από τους κατόχους EVs, όταν δεν υπάρχει δυνατότητα φόρτισης του οχήματος στην κατοικία τους ή όταν επιθυμούν να πραγματοποιήσουν ταξίδια που ξεπερνούν το 50% της μέγιστης



διανυόμενης απόστασης που μπορεί να διανύσει το όχημά τους. Επιπρόσθετα, σε χώρες με μεγάλη αναλογία PEVs ανά σταθμό φόρτισης, παρουσιάζεται συχνά αδυναμία φόρτισης στους δημόσιους σταθμούς φόρτισης, καθώς πολλοί χρησιμοποιούνται ήδη για τη φόρτιση άλλων PEVs. Στην Ολλανδία, η αδυναμία αυτή αγγίζει το 35%, ενώ τείνει να είναι υψηλότερη σε χώρες με μεγαλύτερη αναλογία PEVs/ σταθμό, όπως είναι η Νορβηγία. Στην πόλη του Όσλο συγκεκριμένα, αντιστοιχούν 61 οχήματα ανά σημείο φόρτισης δυσχεραίνοντας σημαντικά τη φόρτιση των PEVs, με αποτέλεσμα ο Οργανισμός Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων της Νορβηγίας να προτείνει τη μη αγορά ενός PEV στο Όσλο, εάν ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα φόρτισης στην εργασία ή την κατοικία του.

#### **4.5.4 Βέλτιστη τοποθέτηση των υποδομών φόρτισης υπό αστική κλίμακα**

Σύμφωνα με την έκθεση των Gkatzoflias et al. (2016), η οποία πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2016, αναπτύχθηκε μια μέθοδος καθορισμού των θέσεων των σταθμών φόρτισης σε αστικό επίπεδο. Βασική υπόθεση της μεθόδου αυτής είναι πως οι οδηγοί των EVs, αποτελούν ένα υποσύνολο μιας έξυπνης πόλης και οι ανάγκες φόρτισης των οχημάτων τους μπορούν να εκτιμηθούν με μια προσέγγιση έξυπνου αστικού σχεδιασμού. Για αυτόν τον λόγο βασίζεται σε χωροταξικά δεδομένα. Η πρόσβαση στα δεδομένα αυτά γίνεται μέσω των τοπικών ή εθνικών αρχών ή είναι εφικτό να αποκτηθούν μέσω διαδικτυακών πηγών, όπως το «OpenStreetMap». Ακόμη, μπορεί να εφαρμοσθεί με τη χρήση του GIS και των εργαλείων του, όπως το QGIS. Αρκετά ευρωπαϊκά έργα εφάρμοσαν τη συγκεκριμένη μεθοδολογία, μεταξύ των οποίων είναι το Green eMotion και το Zem2All, ενώ η μέθοδος αυτή υλοποιήθηκε επιτυχώς σε αστικό περιβάλλον, στην πόλη του Bolzano στην Ιταλία.

#### 4.5.4.1 Η μέθοδος

Αρχικά, γίνεται επεξεργασία των χωροταξικών δεδομένων, έτσι ώστε να μπορούν να μετατραπούν σε «raster layers». Κατόπιν, με τη χρήση άλγεβρας χάρτη και βασιζόμενοι σε διάφορους παράγοντες, δημιουργείται ένας νέος χάρτης με τετράγωνα διαστάσεων 100x100m. Τα νέα τετράγωνα υποδεικνύουν τις περιοχές, στις οποίες μπορούν να εγκατασταθούν οι σταθμοί φόρτισης. Έπειτα, οι τοπικές αρχές σε συνεννόηση με τους παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να αποφασίσουν τις ακριβείς θέσεις των σταθμών ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου ηλεκτροδότησης και τις βέλτιστες θέσεις των τετραγώνων. Η τελική τοποθεσία θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τους χωροταξικούς περιορισμούς και τη μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση από το δίκτυο ηλεκτροδότησης.

#### 4.5.4.2 Εφαρμογή της μεθόδου

Αρχικά συλλέχθηκαν στοιχεία αναφορικά με τον πληθυσμό των πολιτών, την ηλικία και την επαγγελματική τους κατάσταση. Με τη χρήση των δεδομένων αυτών μπορούν να υπολογιστούν οι θέσεις των δημόσιων σημείων φόρτισης σε κοντινές περιοχές των πυκνοκατοικημένων περιοχών. Στόχος είναι η εγκατάσταση σημείων φόρτισης που θα χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας από πολίτες που δεν έχουν πρόσβαση σε ιδιωτικά σημεία φόρτισης. Τα στοιχεία αυτά πρέπει να είναι είτε σε μορφή «Polygon shapefile (ESRI format)», είτε σε «raster file (TIF format)».

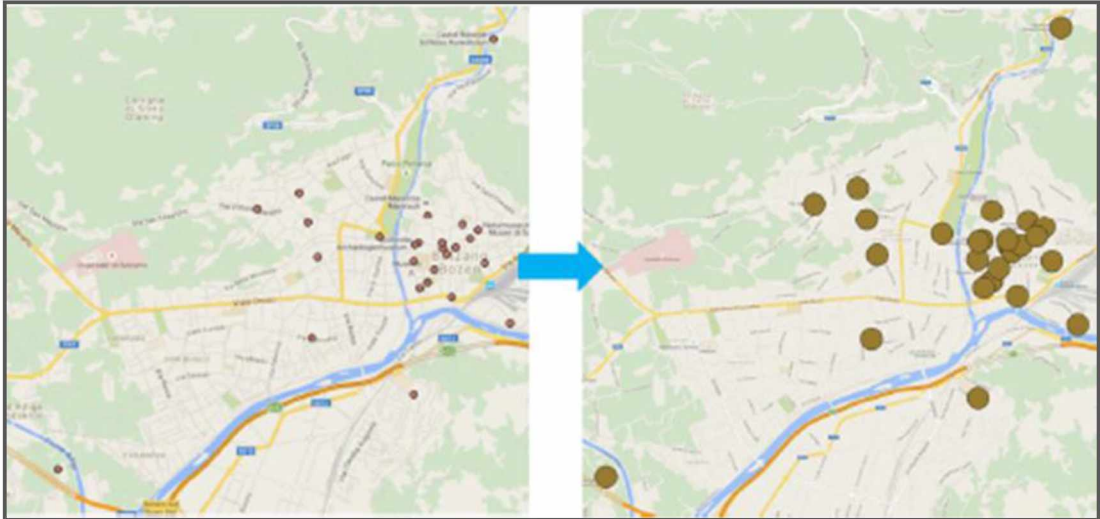
Έπειτα καθορίζονται οι περιοχές στάθμευσης που αποτελούνται από συγκεκριμένες θέσεις παράπλευρα των οδών, διάφορους κλειστούς χώρους στάθμευσης και ανοιχτούς χώρους στάθμευσης. Για τη σωστή επεξεργασία των δεδομένων αυτών, είναι χρήσιμο να είναι γνωστή η χωρητικότητα αυτοκινήτων των χώρων στάθμευσης. Τα δεδομένα αυτά πρέπει να είναι σε μορφή «Polygon (ή point) shapefile (ESRI format)». Στη συνέχεια, πρέπει να συλλεχθούν τα

δεδομένα ενεργειακής δυνατότητας του ηλεκτρικού δικτύου, τα σημεία σταθμών των αστικών συγκοινωνιών και οι χώροι ή τα κτίρια που εξυπηρετούν υψηλό αριθμό πολιτών, όπως για παράδειγμα νοσοκομεία, μουσεία, θέατρα, πανεπιστήμια, εμπορικά κέντρα, εστιατόρια, μπαρ, καταστήματα, κτλ. Τα συγκεκριμένα στοιχεία απαιτείται να είναι σε μορφή «Polygon shapefile (ESRI format)».

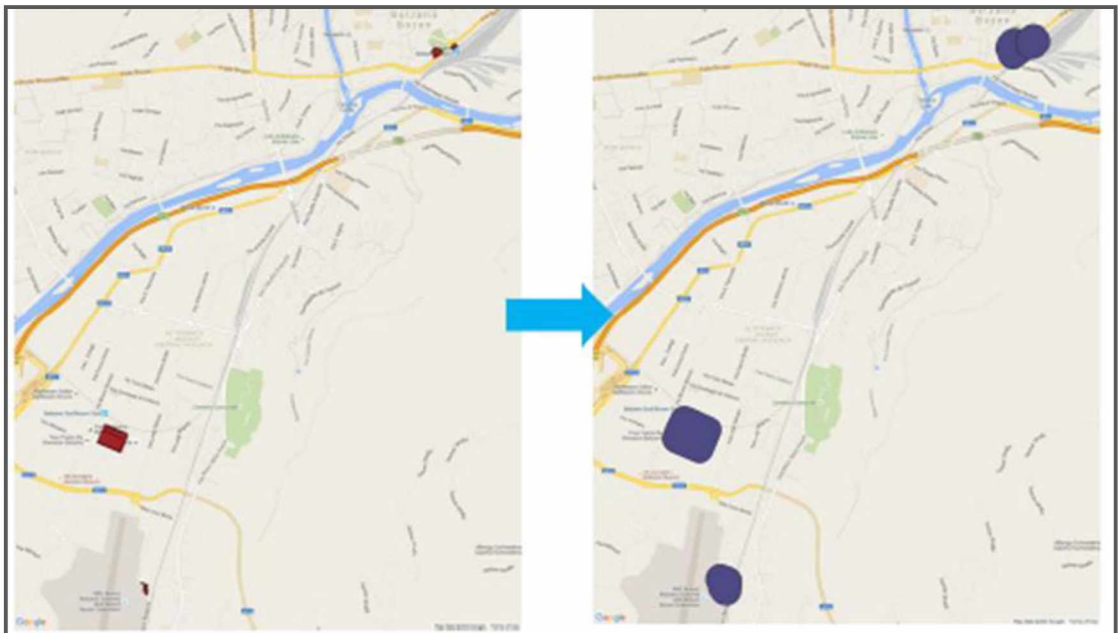
Αφού έχουν συλλεχθεί όλα τα δεδομένα, εισάγονται στο GIS και δημιουργείται ένα δίκτυο (vector grid) τετραγώνων 100x100m. Στη συνέχεια, δημιουργούνται ουδέτερες ζώνες γύρω από διάφορα σημεία ενδιαφέροντος (Points of interest – POI) ή από ένα δίκτυο. Σε αυτό το σημείο πρέπει να οριστεί μια μέγιστη χαρακτηριστική απόσταση ανάμεσα στους σταθμούς φόρτισης και το ηλεκτρικό δίκτυο. Οι μελετητές έλαβαν την απόσταση αυτή ίση με 50m, καθώς θεωρούσαν πως για μεγαλύτερες αποστάσεις θα ήταν δύσκολη ή δαπανηρή η σύνδεση των σταθμών με το ηλεκτρικό δίκτυο. Στη συνέχεια, ενσωματώνονται οι ουδέτερες ζώνες στο vector grid, μαζί με τα στοιχεία του πληθυσμού και της κάλυψης του ηλεκτρικού δικτύου. Έπειτα, θεωρείται πως η μέγιστη πεζή διανυόμενη απόσταση ανάμεσα σε ένα σημείο φόρτισης και ένα POI είναι τα 300m.



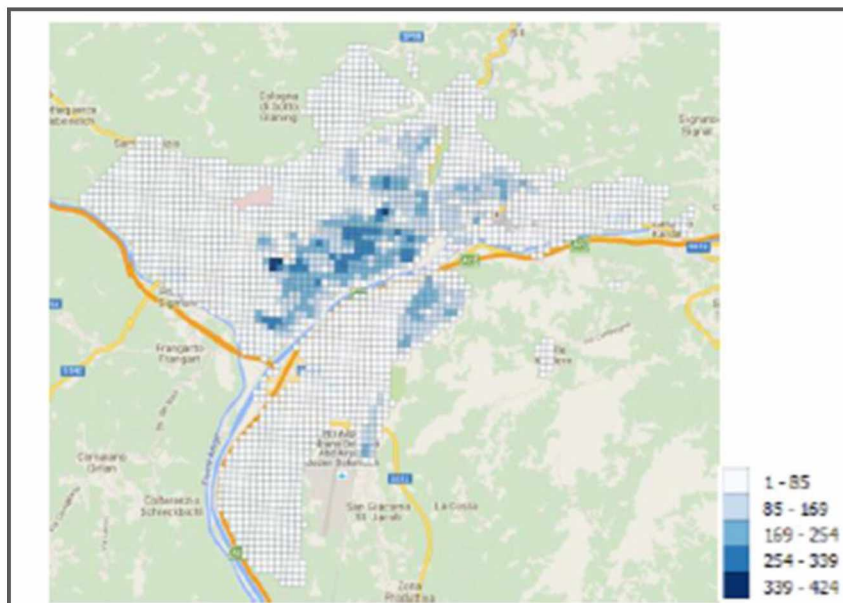
Σχήμα 4-12: Δημιουργία του φορέα πλέγματος (vector grid) (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).



Σχήμα 4-13: Buffering μιας βάσης δεδομένων σημείων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).



Σχήμα 4-14: Buffering μιας βάσης δεδομένων πολυγώνων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).



Σχήμα 4-15: Πυκνότητα πληθυσμού (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).

Τέλος, όλα τα κελιά αριθμούνται με βάση τη βαθμολογία που λαμβάνουν από την εξίσωση

$$\text{Score}(i) = \text{value}(i) * 10 / \text{max} \quad (4.1)$$

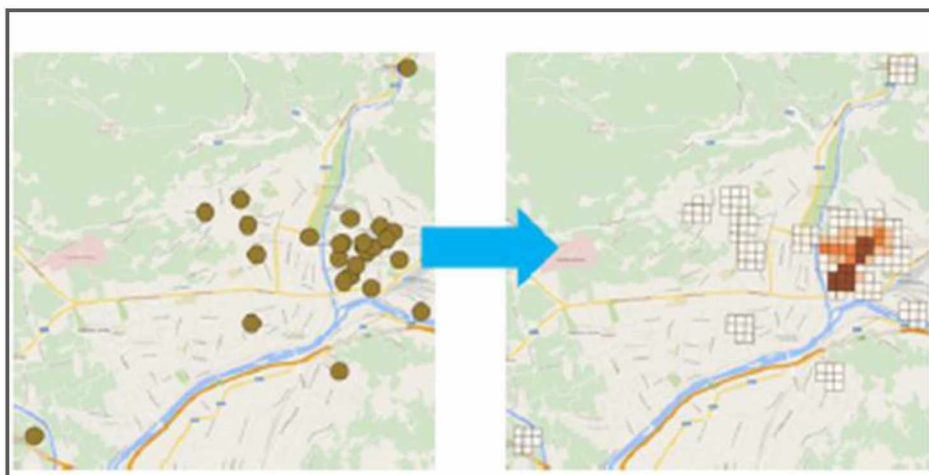
όπου:

i	Αριθμός του κελιού
Value(i)	Αξία του κελιού i
max	Μέγιστη βαθμολογία όλων των κελιών του layer

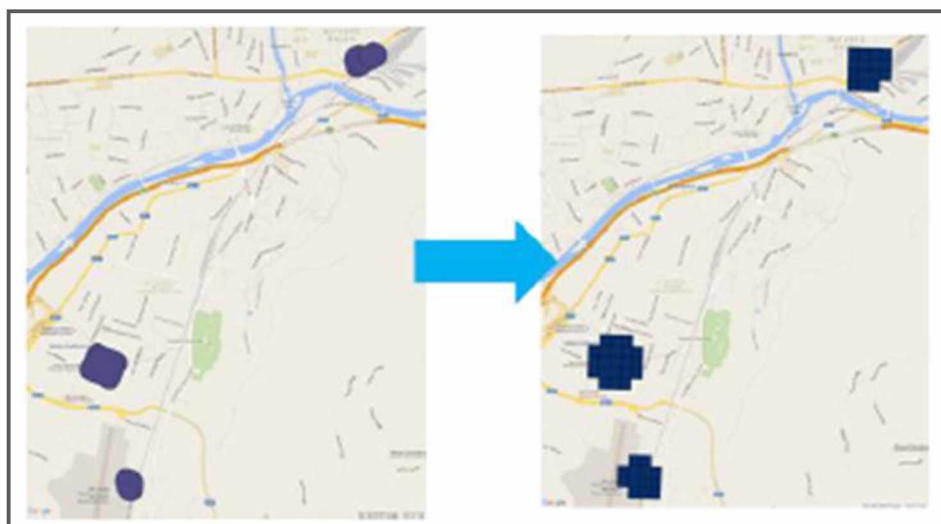
Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής για όλα τα κελιά είναι μια ομάδα raster layers. Στο σημείο αυτό ένας επιβαρυντικός παράγοντας εφαρμόζεται σε κάθε layer ανάλογα με τη σημαντικότητα ή τη χρησιμότητά του. Μετά, η παρακάτω εξίσωση με τη χρήση του Raster Calculator του QGIS μπορεί να δημιουργήσει έναν χάρτη, στον οποίο το κάθε κελί θα έχει ένα διαφορετικό σκορ.

$$\text{Raster\_electricity\_network} * (\text{Raster\_file1} * \text{Factor1} + \text{Raster\_file2} * \text{Factor2} \dots) \quad (4.2)$$

Η εξίσωση αυτή δίνει έμφαση στο ηλεκτρικό δίκτυο και είναι δομημένη έτσι ώστε να μην απαιτούνται σοβαρές αλλαγές στο υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο για την εγκατάσταση των σταθμών.



Σχήμα 4-16: Χωρική εισαγωγή μιας βάσης δεδομένων σημείων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).



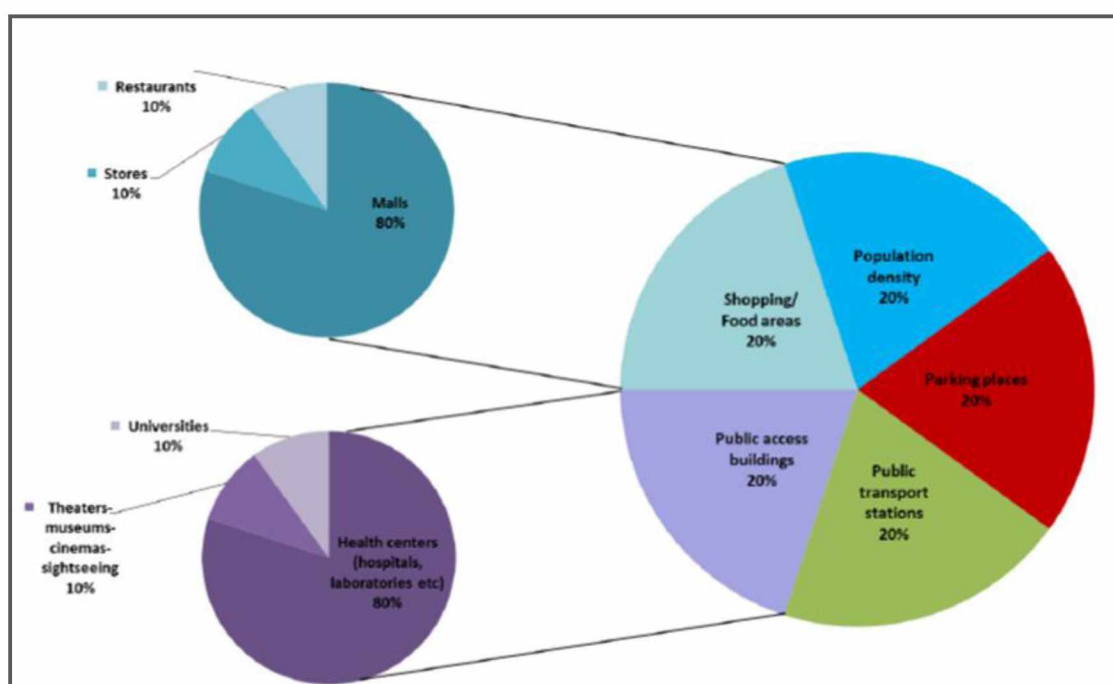
Σχήμα 4-17: Χωρική εισαγωγή μιας βάσης δεδομένων πολυγώνων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).

#### 4.5.4.3 Μελέτη περίπτωσης: Μπολζάνο, Ιταλία

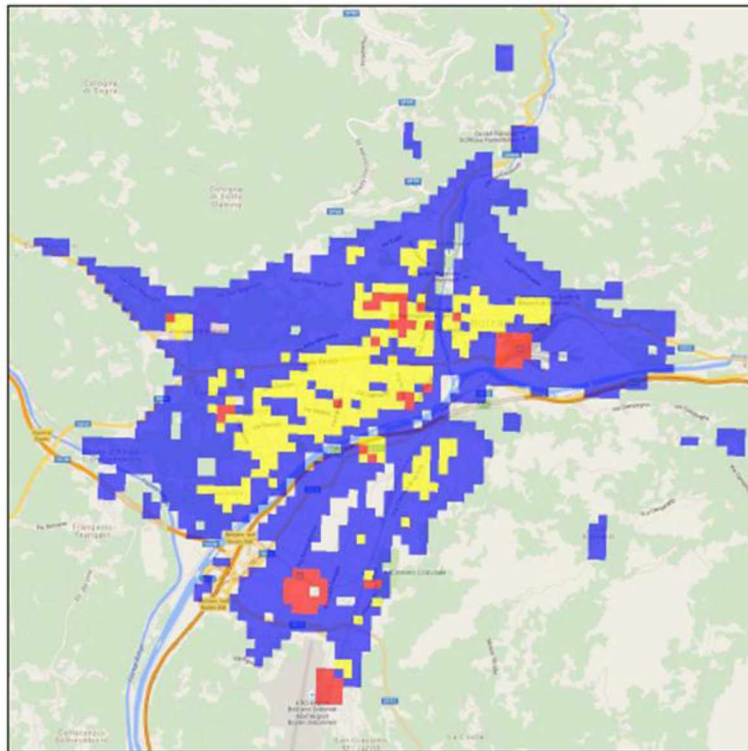
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των διαγραμμάτων μπορούν να εγκατασταθούν σταθμοί αργής φόρτισης στις κόκκινες και κίτρινες περιοχές, ενώ μπορούν να εγκατασταθούν σταθμοί γρήγορης φόρτισης σε σταθμούς ανεφοδιασμού καυσίμων, σε σταθμούς δημόσιων συγκοινωνιών και σε χώρους στάθμευσης που επιτρέπουν τη μικρή χρονικά στάθμευση εντός των κόκκινων περιοχών.

Πίνακας 4-6: Υπόμνημα Σχημάτων 4-18 και 4-19 (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).

<b>Κόκκινο</b>	Περιοχές με υψηλό σκορ
<b>Κίτρινο</b>	Περιοχές με μεσαίο σκορ
<b>Μπλε</b>	Περιοχές με χαμηλό σκορ



Σχήμα 4-18: Παράγοντες βαρύτητας όλων των χωρικών επιπέδων (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).



Σχήμα 4-19: Χάρτης κατανομής γης της ανάλυσης για το Μπολζάνο (Πηγή: Gkatzoflias, et al., 2016).

#### 4.5.5 Μελέτη περίπτωση στη Σιγκαπούρη

##### 4.5.5.1 Αποστάσεις κάλυψης ηλεκτρικών οχημάτων

Σύμφωνα με τους Wang, et al. (2019) τα πιο οικονομικά αποδοτικά μοντέλα ηλεκτρικών οχημάτων είναι τα Ford Focus Electric, Nissan Leaf και BMW i3, τα οποία έχουν μπαταρίες 30-35 kWh και μπορούν να διανύσουν 110-115 μίλια. Για αυτόν τον λόγο, εκτιμούν στη μελέτη τους πως ένα μέσο ηλεκτρικό όχημα, διαθέτει μπαταρία 32 kWh και μπορεί να διανύσει περίπου 112 μίλια ή 180 χιλιόμετρα.



#### 4.5.5.2 Περίπτωση της Σιγκαπούρης

Στη μελέτη περίπτωσης της Σιγκαπούρης, θεωρήθηκε πως τα ηλεκτρικά οχήματα θα φορτιζόνταν σε φορτιστές της βαθμίδας 2 και θα φορτιζόνταν σε ποσοστό 80%, όταν θα γινόταν χρήση ταχείας φόρτισης. Κατ' επέκταση για μία μπαταρία 32 kWh χρειάζονται:

- 6 ώρες πλήρης φόρτισης με φορτιστή της βαθμίδας 2.
- 40 λεπτά γρήγορης φόρτισης για την επίτευξη φόρτισης 80%.

Με αυτόν τον τρόπο, οι Wang et al. (2019) ανέπτυξαν μέθοδο 4 σταδίων, όπως περιγράφονται στη συνέχεια.

1. Αρχικά ταξινομήσαν τη ζήτηση φόρτισης, ανέλυσαν τη συχνότητα φόρτισης των οχημάτων και προσάρμοσαν το δίκτυο φόρτισης, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές των ηλεκτρικών οχημάτων.
2. Έπειτα, υπολόγισαν τη γένεση ζήτησης φόρτισης για κάθε είδος χρήστη.
3. Στη συνέχεια, διένειμαν τη ζήτηση φόρτισης σύμφωνα με τους πιθανούς σταθμούς αργής και γρήγορης φόρτισης.
4. Τέλος, ανέπτυξαν τη συνολική υποδομή φόρτισης.

(1) Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, η μέγιστη δυνατή οδηγική απόσταση των οχημάτων εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τους κατασκευαστές αυτοκινήτων. Η απόσταση αυτή ορίζεται από το γράμμα  $R$  [miles], ενώ η ημερήσια καθημερινή απόσταση ορίζεται με το γράμμα  $d$  [miles]. Με αυτόν τον τρόπο υπολόγισαν τη μέση ημερήσια συχνότητα φόρτισης  $f$ , σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$f = \frac{d}{R(1-\rho)} \quad (4.3)$$

όπου  $\rho$  ορίζεται ως το όριο που θέτουν οι χρήστες για να πραγματοποιήσουν μία φόρτιση στο όχημά τους.

(2) Στη συνέχεια, έπρεπε να υπολογιστεί η συνολική ζήτηση αργής και γρήγορης φόρτισης. Όρισαν ως  $a$  την περίοδο χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων μέσα σε έναν χρόνο και έθεσαν ως  $Q$  τον αριθμό των ηλεκτρικών οχημάτων που λειτουργούν μέσα στην πόλη. Με αυτόν τον τρόπο υπολόγισαν τη συνολική ημερήσια διανυόμενη απόσταση  $D$  (μίλια).

$$D = a \times Q \times d \quad (4.4)$$

Έπειτα υπολογίστηκε η συνολική ζήτηση φόρτισης  $S$  σε ώρες.

$$S = \begin{cases} 6 \times \frac{D}{R}, & \text{για φόρτιση 2ου βαθμού} \\ \frac{2}{3} \times \frac{D}{80\%R}, & \text{για γρήγορη φόρτιση} \end{cases} \quad (4.5)$$

Διερευνήθηκε, επίσης, το σενάριο, κατά το οποίο κάποιος χρήστης μπορεί να επιθυμεί να χρησιμοποιήσει για το όχημά του και τους δύο τρόπους φόρτισης. Για αυτόν το λόγο, πρέπει να εκτιμηθεί η προτίμηση τρόπου φόρτισης των χρηστών και να διαχωριστεί η συνολική ανάγκη φόρτισης σε δύο κατηγορίες, μία για φόρτιση επιπέδου 2 και μία για γρήγορη φόρτιση. Σύμφωνα με την προτίμηση φόρτισης, οι χρήστες μπορούν να ομαδοποιηθούν,

$$([\gamma_{j-1}, \gamma_j] | Q_j, \forall j \in J$$

Όπου  $\gamma_j$  είναι η κάθε κατηγορία φόρτισης και  $\sum_{i \in J} Q_j = Q$ . Υποθέτοντας πως οι  $j$ -χρήστες θα χρησιμοποιούν τις υποδομές φόρτισης βαθμού 2,  $M_j$  φορές την ημέρα. Έτσι ο τύπος  $S$ , γράφεται ως

$$S = 6 \sum_{j \in J} \left(1 - \frac{\gamma_j + \gamma_{j-1}}{2}\right) \times Q_j \times M_j \quad (4.6)$$

Όπου το  $M_j$  μπορεί να προκύψει από τα αποτελέσματα της συχνότητας δοσμένου του R.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί πως η συνολική ζήτηση φόρτισης είναι ανεξάρτητη της προτίμησης φόρτισης των χρηστών, καθώς κατά τη διάρκεια της φόρτισης, η κατανάλωση ενέργειας σχετίζεται αποκλειστικά με την εκτιμώμενη συνολική ημερήσια διανυόμενη απόσταση.

(3) Επίσης, πρέπει να διανεμηθεί η ζήτηση φόρτισης σε δύο κατηγορίες, στη φόρτιση βαθμού 2 και στη γρήγορη φόρτιση. Για την πρώτη, οι μελετητές πρότειναν την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης σε μεγάλα αστικά πάρκινγκ. Εκεί, μπορούν να υπολογιστούν εύκολα οι ανάγκες φόρτισης, σύμφωνα με τη χωροταξική διανομή των ηλεκτρικών οχημάτων στα πάρκινγκ αυτά. Έτσι προέκυψε ο τύπος:

$$S_{level\ 2}^i = S_{level\ 2} \frac{N_i}{\sum_i N_i} \quad (4.7)$$

όπου  $S_{level\ 2}^i$  είναι η ζήτηση φόρτισης βαθμού 2 σε ένα σταθμό πάρκινγκ  $i$ ,  $S_{level\ 2}$  είναι η συνολική ζήτηση φόρτισης βαθμού 2 και  $N_i$  είναι ο αριθμός ηλεκτρικών οχημάτων στο πάρκινγκ  $i$ .

Για τις περιπτώσεις γρήγορης φόρτισης, πρέπει να ληφθεί αρχικά υπόψιν η πιθανή τοποθεσία τους. Για τους μελετητές, οι τα πρατήρια καυσίμων επιλέχτηκαν ως πιθανά τέτοια σημεία. Όμοια, λαμβάνουν τον τύπο:

$$S_{fast}^i = S_{fast} \frac{\bar{N}_i}{\sum_i \bar{N}_i} \quad (4.8)$$

όπου  $S_{fast}^i$  είναι η ζήτηση γρήγορης φόρτισης σε ένα πρατήριο καυσίμων  $i$ ,  $s_{fast}$  είναι η συνολική ζήτηση γρήγορης φόρτισης και  $\bar{N}_i$  είναι η παροχή ενέργειας σε κάθε πρατήριο καυσίμων  $i$ .

(4) Τέλος πρέπει να καθοριστεί η χωρητικότητα (ο αριθμός των θέσεων φόρτισης) σε κάθε σταθμό φόρτισης. Έστω πως  $\Phi_{level2}$  και  $\Phi_{fast}$  είναι οι μέσες ημερήσιες ώρες απασχόλησης της κάθε θέσης βαθμού 2 και γρήγορης φόρτισης αντίστοιχα. Ο αριθμός των θέσεων φόρτισης σε κάθε σταθμό  $i$  δίνεται από τον τύπο:

$$N_i^* = \begin{cases} \frac{S_{level2}^i}{\Phi_{level2}}, & \text{για φόρτιση 2ου βαθμού} \\ \frac{S_{fast}^i}{\Phi_{fast}}, & \text{για γρήγορη φόρτιση} \end{cases} \quad (4.9)$$

Κατόπιν αναπτύχθηκαν δύο σενάρια, ένα για μέγιστη διανυόμενη ικανότητα των ηλεκτρικών οχημάτων ίση με 180 km (2020) και ένα για μέγιστη διανυόμενη ικανότητα των ηλεκτρικών οχημάτων ίση με 320 km (2030). Εν συνεχεία, υπολογίστηκε πόσα ημερήσια ταξίδια μπορεί να κάνει ένα ηλεκτρικό όχημα εντός της πόλης και εικάστηκε πως οι χρήστες θα φόρτιζαν τα οχήματά τους μόνο εάν η στάθμη της μπαταρίας τους ήταν λιγότερη από το 20% της συνολικής της χωρητικότητας.

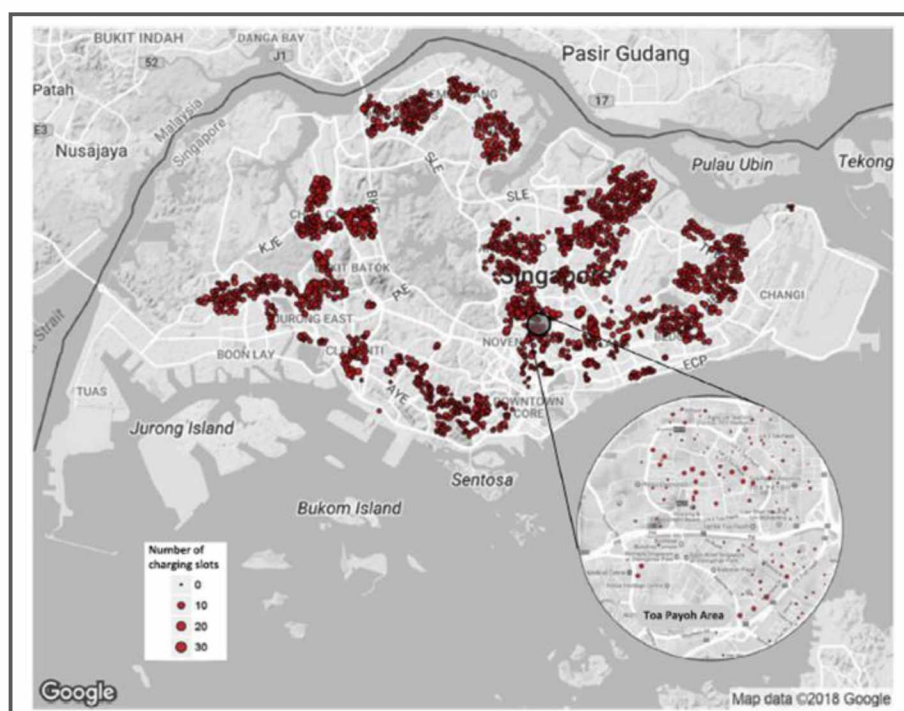
Σύμφωνα με τα στοιχεία που συγκέντρωσαν, η μέση ετήσια διανυόμενη απόσταση των ιδιωτικών αυτοκινήτων εντός της πόλης ήταν 17.800 km και διαιρώντας αυτή την απόσταση με το 365, υπολόγισαν τη μέση ημερήσια διανυόμενη απόσταση των ιδιωτικών οχημάτων. Επομένως σύμφωνα με τον προηγούμενο τύπο,

$$f_{car} = 48.8 \frac{km}{day} \div (180 \times 80\%) = 0,34 \text{ times/day} \quad (4.10)$$

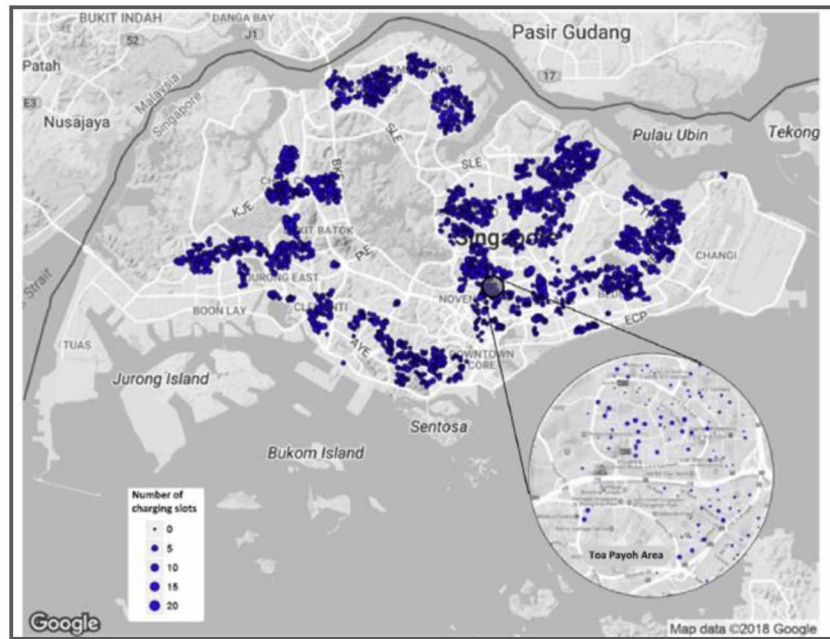
προέκυψε ότι οι χρήστες θα φόρτιζαν τα οχήματά τους μια φορά κάθε 3 μέρες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά, προέκυψε ότι οι ανάγκες των ιδιωτικών οχημάτων μπορούσαν να

καλυφθούν από σταθμούς στα υπάρχοντα πάρκινγκ, καθώς θα ήταν δυνατή η φόρτισή τους και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο παρακάτω παράδειγμα φαίνεται μία γειτονιά με 5 πάρκινγκ στην οποία υπάρχουν 55 ηλεκτρικά οχήματα. Ανάμεσα στα 5 πάρκινγκ, η ύπαρξη υποδομών φόρτισης σε δύο από αυτά, με 8 θέσεις φόρτισης συνολικά θα κάλυπτε τις ανάγκες της περιοχής.

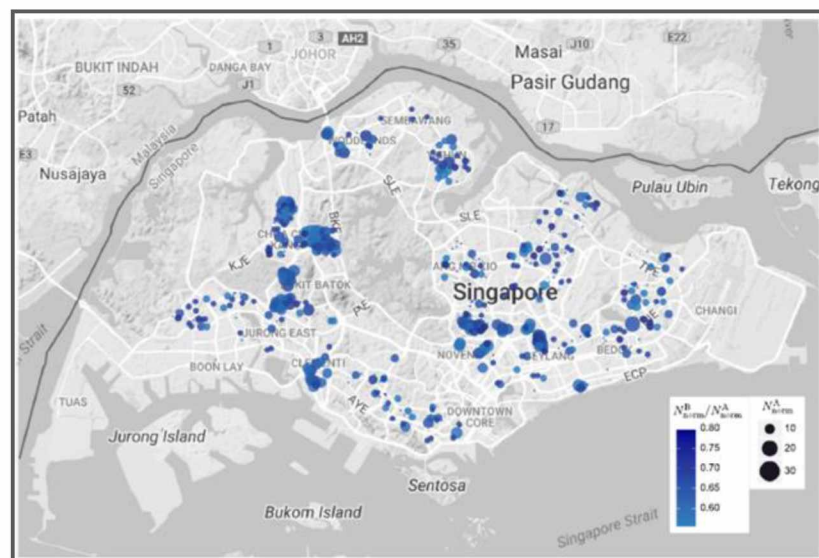
Έτσι αναπτύχθηκε το παρακάτω σενάριο A (2020), στο οποίο κάθε κουκίδα αντικατοπτρίζει την ύπαρξη 1-30 θέσεων φόρτισης σε κάποιο πάρκινγκ. Στο σενάριο B (2030) οι θέσεις αυτές μειώθηκαν και κυμαίνονταν από 1-20, καθώς αναμένεται να αυξηθεί η μέγιστη διανύσιμη απόσταση των ηλεκτρικών οχημάτων.



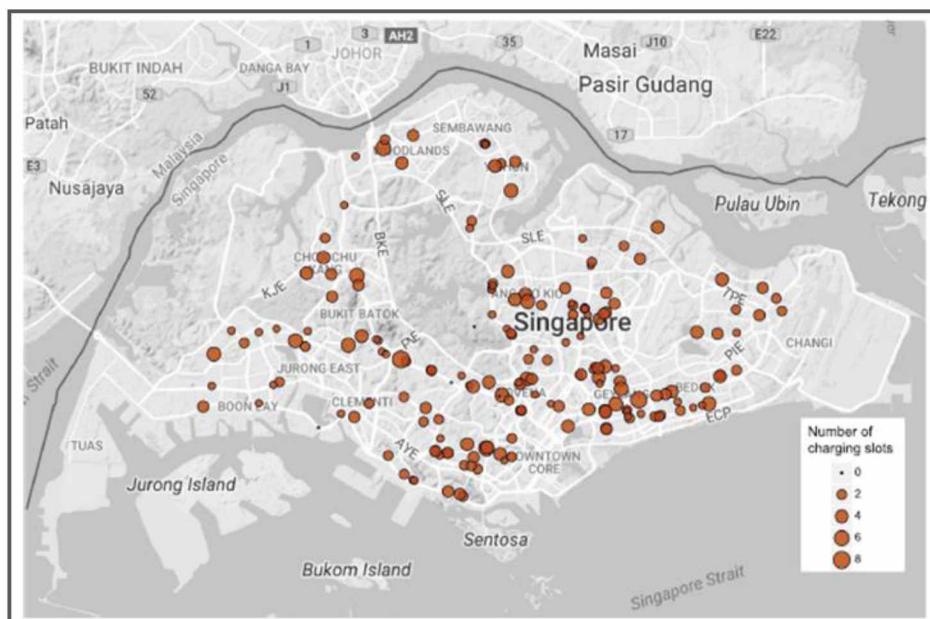
Σχήμα 4-20: Κατανομή σταθμών κανονικής φόρτισης για το Σενάριο A (Πηγή: Wang et al., 2019).



Σχήμα 4-21: Κατανομή σταθμών κανονικής φόρτισης για το Σενάριο Β (Πηγή: Wang et al., 2019).



Σχήμα 4-22: Σύγκριση κατανομής των σταθμών κανονικής φόρτισης για τα Σενάρια Α και Β (Πηγή: Wang et al., 2019).



Σχήμα 4-23: Κατανομή των σταθμών ταχείας φόρτισης για το Σενάριο Α (Πηγή: Wang et al., 2019).

Οι ερευνητές έκριναν, ακόμη, πως οι εγκαταστάσεις γρήγορης φόρτισης χρειάζονται κυρίως για την εξυπηρέτηση των αναγκών των επαγγελματικών οχημάτων (ταξί).

Ακόμα, είναι χρήσιμο να σημειωθεί πως ο προγραμματισμός για τη σωστή χωροθέτηση και εγκατάσταση των υποδομών φόρτισης, απαιτεί μακροχρόνια και συνεχή προσπάθεια, καθώς η ζήτηση φόρτισης δεν παραμένει σταθερή σε βάθος χρόνου. Αναμένεται πως όσο γίνεται εγκατάσταση και βελτίωση του δικτύου φόρτισης, τόσο θα αυξάνονται και οι χρήστες των ηλεκτρικών οχημάτων, λόγω του μικρότερου λειτουργικού τους κόστους. Για αυτόν τον λόγο, η συνάρτηση των αναγκών φόρτισης πρέπει να είναι δυναμική. Μια τέτοια μορφή συνάρτησης είναι η ακόλουθη:

$$Q_{car} = \bar{Q}_{car} \exp\left(-\beta \frac{Q_{car}}{N_{norm} + \varepsilon}\right) \quad (4.11)$$

Όπου  $\bar{Q}_{car}$  είναι ο πιθανός αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων το ζητούμενο έτος,  $Q_{car}$  είναι ο πραγματικός αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων,  $\beta$  είναι μία προκαθορισμένη παράμετρος και  $\varepsilon$  είναι μία πολύ μικρή θετική ποσότητα που εξασφαλίζει πως η συνάρτηση θα είναι καλά ορισμένη, και  $N_{norm}$  είναι ο αριθμός θέσεων φόρτισης επιπέδου 2.

#### 4.5.6 Μοντέλο βασισμένο στη χρήση γης για δημόσιους σταθμούς φόρτισης

Οι Nour et al. (2019) πραγματοποίησαν μια μέθοδο τοποθέτησης σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων βασισμένη σε τρεις παραμέτρους:

- Τη χρήση πολυγώνων και σημείων.
- Την εκτίμηση επιθυμίας χρήσης ενός EV.
- Την αντιστοιχία των χρόνων στάθμευσης με συγκεκριμένες υπηρεσίες-παροχές.

Αρχικά, υπολόγισαν τις περιοχές του αστικού ιστού που η επιθυμία χρήσης ενός EV είναι υψηλή. Έπειτα, οι τοποθεσίες εγκατάστασης των σταθμών καθορίστηκαν σε μακροκλίμακα και μικροκλίμακα, αντίστοιχα. Στη μακροκλίμακα επιλέχθηκαν οι περιοχές που θα έπρεπε να έχουν περισσότερους σταθμούς ανάλογα με τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων και στη μικροκλίμακα καθορίστηκαν οι ακριβείς θέσεις των σταθμών ανάλογα με τις προτιμήσεις του κοινού στη στάθμευση.

Επίσης, δημιούργησαν μια εξίσωση πολλών μεταβλητών που προσδιορίζει την επιθυμία χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων σε μια περιοχή. Συγκεκριμένα:

$$X = a_1 \frac{5}{2} \left( \frac{x_{1,1}}{Max(x_{1,1})} + \frac{x_{1,2}}{Max(x_{1,2})} \right) + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot \sum \mu \quad (4.12)$$



όπου:

X	Επιθυμία χρήσης ενός EV σε μια περιοχή
$x_{1,1}$	Αριθμός των EVs στην περιοχή
$x_{1,2}$	Μέσο εισόδημα ανά άτομο στην περιοχή
max (...)	Υψηλότερη τιμή της μεταβλητής εντός της παρένθεσης
$x_2$	Εκτίμηση σημαντικότητας του τουρισμού στην περιοχή
$\Sigma\mu$	Τελική τιμή διάφορων συμπληρωματικών παραγόντων
$a_1, a_2, a_3$	Βαρύτητα της κάθε μεταβλητής, με $a_1+a_2+a_3=1$ , $a_1\geq 0$ , $a_2\geq 0$ , $a_3\geq 0$

Το X υπολογίζεται ως αποτέλεσμα της αστικής κυκλοφορίας και της τουριστικής κίνησης. Ακόμη, στις τιμές των συμπληρωματικών παραγόντων λογίζεται η ήδη υπάρχουσα υποδομή σταθμών φόρτισης σε κατοικίες ή σε χώρους εργασίας. Για αυτό και περισσότεροι σταθμοί διανέμονται εκεί που η φόρτιση σε κατοικίες ή σε εργασιακούς χώρους δεν είναι ευρείας χρήσης.

Επιπρόσθετα στη μικροκλίμακα, κάθε περιοχή χωρίζεται σε εξάγωνα για να υπερκαλύπτει η μία περιοχή την άλλη και επειδή το σχήμα αυτό μοιάζει με αυτό ενός κύκλου. Συγκεκριμένα, οι παράλληλες πλευρές των εξάγωνων έχουν απόσταση 250m, καθώς αυτή η απόσταση είναι ευρέως αποδεκτή για περπάτημα, όταν πρόκειται για σημείο φόρτισης και τελικό προορισμό μετακίνησης.

Τέλος με τη δημιουργία μιας εξίσωσης υπολογισμού της ζήτησης δημόσιας φόρτισης και με διεξαγωγή έρευνας ερωτηματολογίων, εντόπισαν τις καλύτερες θέσεις τοποθέτησης των σταθμών εντός των εξάγωνων. Το κύριο εύρημα της μελέτης τους ήταν πως οι τοποθεσίες κοντά σε εγκαταστάσεις «park and ride», υπηρεσίες και πυκνοκατοικημένες περιοχές ήταν καλύτερες για να καλύψουν τις ανάγκες φόρτισης από τα πρατήρια καυσίμων (Nour et al., 2019).

#### 4.5.7 Μέθοδος με χρήση δεδομένων κινητής τηλεφωνίας

Στη Βοστώνη πραγματοποιήθηκε το 2019, έρευνα σε ένα εκατομμύριο περίπου κατοίκους. Συγκεκριμένα με τη συλλογή δεδομένων από τις μετακινήσεις τους μέσω μιας εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα, μπόρεσαν να καθοριστούν τα μοτίβα των μετακινήσεων. Με βάση αυτά καθορίστηκαν οι περισσότερο επισκέψιμες – σημαντικές τοποθεσίες που διέσχιζαν οι πολίτες. Αυτές θεωρήθηκαν και ως πιθανές θέσεις τοποθέτησης των σταθμών φόρτισης. Οι θέσεις αυτές μεταβάλλονταν ανάλογα με την επιλογή της μέγιστης αποδεκτής απόστασης για περπάτημα ανάμεσα στον σταθμό φόρτισης και τον τελικό προορισμό των μετακινήσεων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως ορισμένες τοποθεσίες παρέμεναν σταθερές κατά την επιλογή πολλαπλών μέγιστων αποστάσεων για περπάτημα (Vazifeh, et al., 2019).

## **Κεφάλαιο 5 Μελέτη περίπτωσης στην πόλη του Βόλου**

Σε αυτό το Κεφάλαιο αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα, περιγράφεται ο σχεδιασμός της πανελλαδικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε για το θέμα της εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και παρουσιάζονται και σχολιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματά της.

### **5.1 Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης**

Στο συγκεκριμένο Υπο-κεφάλαιο, αναλύεται η υπάρχουσα κατάσταση στην Ελλάδα και στη συνέχεια στην πόλη του Βόλου, σχετικά με το ζήτημα της ηλεκτροκίνησης.

#### **5.1.1 Ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα**

Η Ελλάδα αποτελεί μία από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που παρουσιάζουν μειωμένη, αν όχι ελάχιστη ανάπτυξη στον τομέα της ηλεκτροκίνησης. Συγκεκριμένα το 2017 υπήρχαν καταγεγραμμένα 341 ηλεκτρικά οχήματα (EVs) και 38 δημόσια σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (Spöttle et al., 2018). Ο αριθμός των EVs αντιστοιχεί σε μερίδιο μικρότερο του 0,1% της αγοράς.

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να γίνει αναφορά στις πρωτοπόρες ευρωπαϊκές χώρες στον τομέα της ηλεκτροκίνησης, ώστε να μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτό το αναπτυξιακό χάσμα της Ελλάδας σε σύγκριση με αυτές. Το έτος 2017, η Νορβηγία είχε 209.122 ηλεκτροκίνητα οχήματα (7,7% του μεριδίου της αγοράς) και 10.350 δημόσια σημεία φόρτισης, το Ηνωμένο Βασίλειο μετρούσε 137.680 ηλεκτροκίνητα οχήματα (0,4% του μεριδίου της αγοράς) και 14.256 δημόσια σημεία φόρτισης, η Ολλανδία κατείχε 119.332 ηλεκτροκίνητα οχήματα (1,4% του μεριδίου της αγοράς) και 32.875 δημόσια σημεία φόρτισης και στη Γερμανία εντοπιζόνταν

124.191 ηλεκτροκίνητα οχήματα (0,3% του μεριδίου της αγοράς) και 10.878 δημόσια σημεία φόρτισης. Συνολικά στην Ευρώπη το 2017 υπήρχαν καταγεγραμμένα 669.716 ηλεκτροκίνητα οχήματα και 102.861 δημόσια σημεία φόρτισης (Spöttle et al., 2018).

Όλες αυτές οι χώρες ανέπτυξαν πιλοτικά προγράμματα και στρατηγικές, προκειμένου τα ηλεκτρικά οχήματα και η ηλεκτροκίνηση να ενταχθούν στη ζωή και τη καθημερινότητα των πολιτών. Η κάθε μία από τις ενέργειες αυτές, όπως θα αναφερθούν στη συνέχεια, είχαν διαφορετική επίδραση σε κάθε χώρα ανάλογα με τα ειδικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού της. Συγκεκριμένα, ορισμένες ενέργειες είχαν μεγαλύτερο ή μικρότερο αντίκτυπο στην ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης ανάλογα με τη χώρα στην οποία εφαρμόζονταν. Γενικά όμως, αποτέλεσαν καλές τακτικές, έτσι ώστε τα ηλεκτρικά οχήματα να γίνουν μέρος της καθημερινότητας των σύγχρονων ευρωπαϊών πολιτών. Οι ενέργειες αυτές, χωρίζονται σε πέντε βασικές κατηγορίες:

- Επιπρόσθετες χρηματοδοτήσεις και ασφάλιστρα.
- Φορολογικές ελαφρύνσεις.
- Κίνητρα σε τοπικό επίπεδο.
- Κίνητρα υποδομών φόρτισης.
- Συμπληρωματικές πολιτικές.

Οι επιπρόσθετες χρηματοδοτήσεις και ασφάλιστρα αναφέρονται στις κρατικές επιχορηγήσεις ενός μέρους του ποσού της αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος. Το ποσό αυτό ανέρχεται συνήθως γύρω στα 3.000 - 5.000€. Σχετικά με τις φορολογικές ελαφρύνσεις, τα ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα απαλλάσσονται από τα τέλη κυκλοφορίας για ορισμένα έτη, οι χρήστες δεν πληρώνουν ή πληρώνουν μειωμένους φόρους για περιβαλλοντικούς λόγους και

συχνά οι εταιρείες με ηλεκτρικά οχήματα έχουν μειωμένη χρέωση στην απαιτούμενη ενέργεια για την φόρτισή τους. Τα κίνητρα σε τοπικό επίπεδο εστιάζουν στη δωρεάν στάθμευση και τις καθορισμένες θέσεις για ηλεκτροκίνητα οχήματα. Ακόμη, τα κίνητρα υποδομών φόρτισης περιγράφουν τη δημιουργία ή επιχορήγηση ενός μέρους της δαπάνης για την αγορά και εγκατάσταση ενός δημόσιου ή ιδιωτικού σημείου φόρτισης. Τέλος, οι συμπληρωματικές πολιτικές επικεντρώνονται κυρίως στην ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών σε θέματα ηλεκτροκίνησης και στην προώθηση αυτής στην καθημερινότητά τους.

Στην Ελλάδα, μέχρι το 2017, εφαρμόζονταν μόνο φορολογικές ελαφρύνσεις. Αυτές αφορούν στην εξαίρεση των ηλεκτρικών οχημάτων από τους φόρους πολυτελείας (για PEVs) και αδειών κυκλοφορίας (για EVs και PHEVs). Επίσης, τα ηλεκτρικά και υβριδικά οχήματα με μηχανή μέχρι και 1.929 κυβικά εκατοστά εξαιρούνται από τα τέλη κυκλοφορίας, ενώ τα οι ιδιοκτήτες υβριδικών οχημάτων με μεγαλύτερες μηχανές έχουν την υποχρέωση να πληρώνουν μόνο το 80% του φόρου (Spöttle et al., 2018).

Είναι φανερό, λοιπόν, πως η Ελλάδα όφειλε να εκσυγχρονιστεί, ώστε να μπορεί να ακολουθήσει τον τρόπο ανάπτυξης των υπόλοιπων ευρωπαϊκών κρατών. Για τον λόγο αυτόν, στο «Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Μεταφορών της Ελλάδας» που συντάχθηκε τον Ιούνιο του 2019, περιγράφονται μεταρρυθμίσεις που θα μπορέσουν να βελτιώσουν τη συνολική εικόνα των μετακινήσεων και των υποδομών τους. Συγκεκριμένα για τον αυτοκινητιστικό τομέα, αναφέρεται πως χρειάζεται η ανανέωση του στόλου επιβατικών οχημάτων, καθώς ο υπάρχων στόλος είναι παλιός και η παρουσία ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων είναι μηδενική. Η ανανέωση αυτή, θα πρέπει να γίνει με στρατηγικές που προωθούν την προμήθεια και χρήση καθαρότερων οχημάτων και ηλεκτρικών οχημάτων. Στο πλαίσιο αυτό, ο προϋπολογισμός των ήπιων μέτρων του Σχεδίου, προβλέπει τη διάθεση ενός δισεκατομμυρίου ευρώ για την

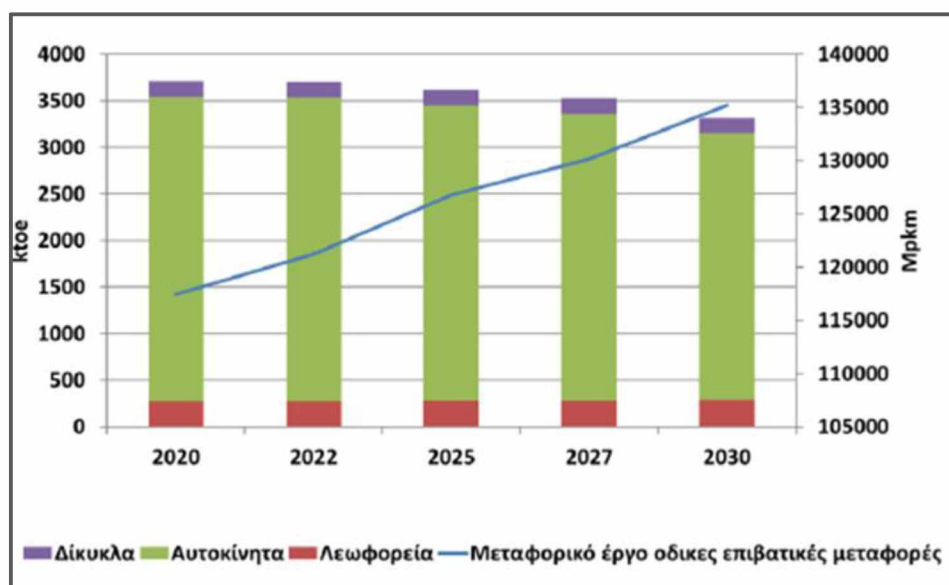
εφαρμογή μέτρων που σχετίζονται με την ανανέωση του στόλου, όπως είναι οι φορολογικές ελαφρύνσεις για τα οχήματα με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Με τις πολιτικές αυτές υπολογίζεται πως το έτος 2037 το ποσοστό των ηλεκτρικών οχημάτων θα ανέρχεται στο 2-5% σε σχέση με το σημερινό 0,01% (στοιχεία 2019). Επιπλέον, παρουσιάζεται η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός σχεδίου για την εγκατάσταση δημόσιων σημείων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Για τη σωστή και ορθή εφαρμογή των παραπάνω πολιτικών, πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη πολιτική βούληση και η προσεγμένη διαχείριση των διαθέσιμων πόρων. Ακόμη, επισημαίνεται πως οι προβλέψεις σχετικά με την ηλεκτροκίνηση είναι απαραίτητο να εξειδικευτούν και να εφαρμοστούν κατά τον ταχύτερο δυνατό τρόπο είτε ως αυτοτελείς δράσεις (π.χ. αύξηση των σημείων φόρτισης) είτε να ενσωματωθούν σε άλλες ευρύτερες δράσεις (π.χ. ανανέωση στόλου. Τέλος, οι μελετητές καταλήγουν πως είναι αναγκαία η υλοποίηση μιας ολοκληρωμένης εθνικής στρατηγικής για την ηλεκτροκίνηση.

Επιπρόσθετα, τον Νοέμβριο του 2019 συντάχθηκε το «Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)» (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019), στο οποίο επισημαίνεται πως η προώθηση της ηλεκτροκίνησης αποτελεί βασικό στόχο πολιτικής, ο οποίος προϋποθέτει την ολοκλήρωση του σχετικού κανονιστικού πλαισίου και τον προγραμματισμό ανάπτυξης των απαραίτητων ενεργειακών υποδομών φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων. Στο ΕΣΕΚ σημειώνεται πως ο νέος στόλος οχημάτων, θα είναι ικανός να μειώσει κατά 2% την τελική κατανάλωση ενέργειας των επιβατικών οχημάτων. Στην επίτευξη του αποτελέσματος αυτού, καθοριστική είναι η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5-1, ο παραγόμενος ηλεκτρισμός για τον τομέα των μεταφορών τείνει να αυξηθεί ραγδαία επιδρώντας θετικά στην ηλεκτροκίνηση και στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος της χώρας.

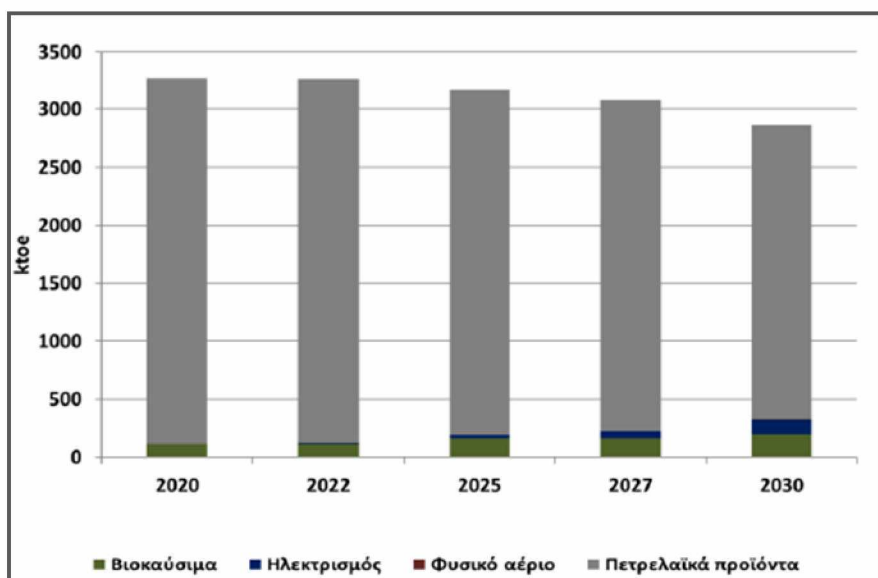
Πίνακας 5-1: Συμμετοχή των ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Τομέας μεταφορών (ktoe)	2020	2022	2025	2027	2030
Βιοκαύσιμα	228	238	283	287	371
Ηλεκτρισμός	18	28	58	86	154
<b>Σύνολο</b>	<b>246</b>	<b>266</b>	<b>341</b>	<b>374</b>	<b>525</b>

Επίσης, ο εξηλεκτρισμός των οδικών επιβατικών μεταφορών οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ανά μονάδα μεταφορικού έργου, με τη μοναδιαία κατανάλωση να μειώνεται στα 24,5 ktoe/kpkm το 2030 σε σχέση με τα 31,5 ktoe/kpkm το 2020 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).



Σχήμα 5-1: Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας για οδικές επιβατικές μεταφορές ανά τύπο μεταφορικού μέσου έως το 2030 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).



Σχήμα 5-2: Εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας αυτοκινήτων ανά καύσιμο έως το 2030

(Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Ακόμη, με γνώμονα την ηλεκτροκίνηση, συστάθηκε η Διυπουργική Επιτροπή για την υλοποίηση του Έργου «Προώθηση της ηλεκτροκίνησης στην Ελληνική επικράτεια» με σκοπό μεταξύ άλλων την εκπόνηση εθνικού επιχειρησιακού σχεδίου για την ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης, τη διαχείριση και τον συντονισμό σε διυπουργικό επίπεδο όλων των ενεργειών και των δράσεων που αφορούν στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης, τον σχεδιασμό και εφαρμογή ολοκληρωμένου προγράμματος κινήτρων και τον καθορισμό της χωροταξίας και τη διαμόρφωση του ρυθμιστικού πλαισίου των ηλεκτρικών υποδομών φόρτισης Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019.

Η συγκεκριμένη Επιτροπή, θα βρεθεί αντιμέτωπη με τη βαθιά κορεσμένη ελληνική αγορά οχημάτων, η οποία παρουσίασε τα έτη 2010-2018 πτώση 68% σε σχέση με το διάστημα 2000-2009. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην οικονομική κρίση των τελευταίων ετών και στις ισχυρές φορολογικές επιβαρύνσεις των αυτοκινήτων. Ως προς τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες της ελληνικής αγοράς αυτοκινήτου, κατά το έτος 2018, αγοράστηκαν κυρίως



οχήματα των κατηγοριών A (πολύ μικρά αυτοκίνητα πόλης), B (μικρά αυτοκίνητα) και C (μεσαία αυτοκίνητα). Οι αγορές αυτές ανταποκρίνονταν στο 94,6% της συνολικής ελληνικής αγοράς με μερίδια για τις κατηγορίες A, B και C τα 16,1%, 45,5% και 31,1% αντίστοιχα. Παράλληλα, η μέση οικονομική δυνατότητα αγοράς οχήματος ανέρχεται στα 15.000-25.000€ ανά πώληση οχήματος (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019)

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΕΣΕΚ, ο ελληνικός στόλος οχημάτων απαρτίζεται από 5,15 εκατομμύρια οχήματα (στοιχεία 2018) και αναμένεται να αυξηθεί κατά 920.000 οχήματα μέχρι το 2030. Ο στόλος της Ελλάδας, είναι ο 4<sup>ος</sup> γηραιότερος στην Ευρώπη, με το 25% των οχημάτων να έχουν υπερβεί τα 20 έτη και το 56% των οχημάτων να κυμαίνονται μεταξύ των 10-20 ετών. Όσον αφορά δε στα ηλεκτρικά οχήματα, αυτά δεν υπερβαίνουν το 0,33% της συνολικής αγοράς (στοιχεία Αυγούστου 2019). Εξετάζοντας τα στοιχεία αυτά, προκύπτει το συμπέρασμα πως η οικονομική δυνατότητα του καταναλωτικού κοινού και η σύσταση του ελληνικού στόλου, δεν διευκολύνουν τη διείσδυση της ηλεκτροκίνησης υπό τις υπάρχουσες συνθήκες. Κρίνεται και από αυτήν τη μελέτη, λοιπόν, αναγκαία η διαμόρφωση ενός αποδοτικού προγράμματος μέτρων και πολιτικών, το οποίο θα διευκολύνει την αύξηση των ηλεκτρικών οχημάτων (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Στη συνέχεια, το ΕΣΕΚ, επισημαίνει πως η χάραξη της εθνικής πολιτικής προώθησης της ηλεκτροκίνησης και η εξειδίκευσή της, βασίζεται σε πέντε άξονες:

1. Διεύρυνση της «αγοραστικής βάσης» της ελληνικής αγοράς, μέσω της διαφοροποίησης της καταναλωτικής ταυτότητας (προφίλ).
2. Αντικατάσταση των παλαιότερων οχημάτων με καθαρά οχήματα PHEV και BEV.
3. Αύξηση του μεριδίου των ηλεκτρικών οχημάτων στην ελληνική αγορά σε τουλάχιστον 8,7% επί των νέων ταξινομήσεων στο διάστημα 2020-2024.

4. Ανάπτυξη νέου «περιβάλλοντος χρήσης», τόσο από πλευράς υποδομών, όσο και παροχών (κινήτρων).
5. Ενημέρωση του κοινού μέσω της προώθησης επικοινωνιακών προγραμμάτων.

Για την ομαλή μετάβαση στη «νέα» εποχή, είναι χρήσιμο να σχεδιασθεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα παροχής κινήτρων και να εφαρμοστεί ένα ειδικό μεταβατικό μέτρο ώστε να υιοθετηθούν τα σύγχρονα οχήματα από τους καταναλωτές, καθώς η Ελλάδα ανήκει στις χώρες της Ευρωζώνης με πολύ χαμηλά επίπεδα διείσδυσης τέτοιων οχημάτων. Τα κίνητρα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα αμιγώς οικονομικά (επιδότηση στην τιμή αγοράς, μείωση κόστους ταξινόμησης και χρήσης μέσω φορολογικών απαλλαγών, ειδική τιμολογιακή πολιτική στα προγράμματα ασφάλισης, μειωμένα διόδια, έκπτωση στην ακτοπλοΐα για ηλεκτρικό όχημα, κτλ.) και σε αυτά που έχουν τη μορφή κινήτρων χρήσης (είσοδος και καθημερινή κυκλοφορία εντός των μεγάλων αστικών κέντρων, ελεύθερη στάθμευση στους δήμους που εφαρμόζεται ελεγχόμενη στάθμευση, υποστήριξη δημιουργίας δικτύων παροχής ενέργειας για την επαναφόρτιση των οχημάτων) (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019). Επιπρόσθετα, τα κίνητρα αυτά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και ως προς την κατηγορία οχήματος που απευθύνονται: ιδιωτικής χρήσης, δημόσιας χρήσης, ταξί και κρατικά οχήματα.

Σε αυτήν την κατεύθυνση, τέθηκε σε δημόσια διαβούλευση το Σχέδιο Νόμου «Φορολογική μεταρρύθμιση με αναπτυξιακή διάσταση για την Ελλάδα του αύριο». Το συγκεκριμένο Σχέδιο Νόμου, εισάγει μια δέσμη μέτρων και προωθεί την ηλεκτροκίνηση, τόσο στον επιβατικό τομέα, όσο και στα μέσα μαζικής μεταφοράς μειωμένων ρύπων.

Όσον αφορά στις εταιρείες, τους παρέχονται κίνητρα για την αγορά ή μίσθωση αυτοκινήτων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας για τη χορήγησή τους στους εργαζόμενους. Ειδικότερα, προβλέπονται τα ακόλουθα (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019):

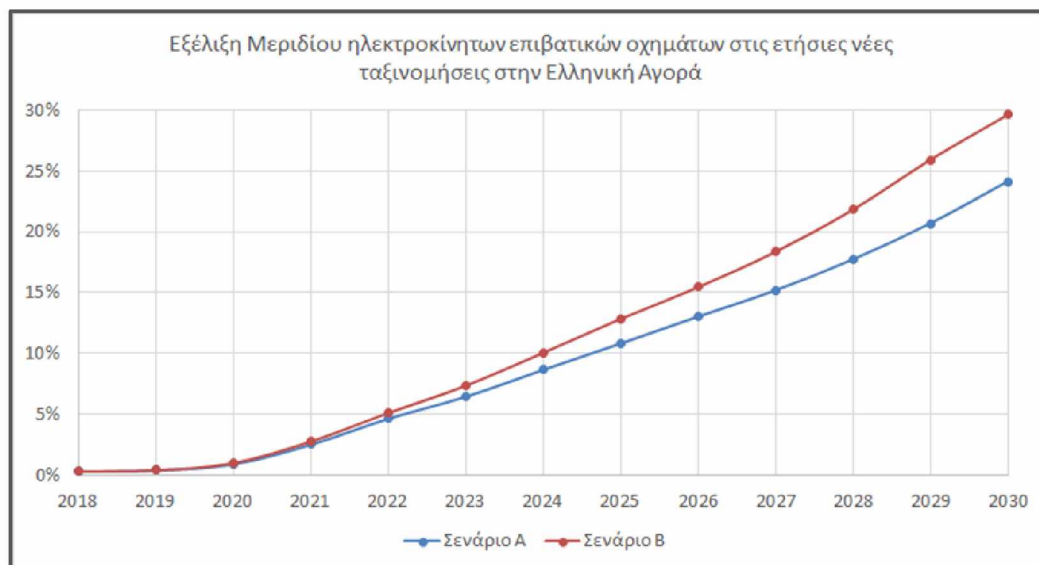
- Θεσπίζεται πρόσθετη έκπτωση 30% της αξίας του οχήματος από τα ακαθάριστα έσοδα των επιχειρήσεων για δαπάνη μίσθωσης οχήματος μηδενικών ή χαμηλών ρύπων έως 50 gr/km CO<sub>2</sub> εφόσον η λιανική προ φόρων τιμή τους δεν ξεπερνά τις 40.000 ευρώ ("υπεραπόσβεση" στα μισθώματα).
- Προβλέπεται αυξημένος συντελεστής απόσβεσης 25% (απόσβεση σε 4 χρόνια) και 20% (απόσβεση σε 5 χρόνια), ανά φορολογικό έτος, για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων επιβατών (έως 9 άτομα) μηδενικών και χαμηλών ρύπων έως 50 gr/km CO<sub>2</sub>, αντίστοιχα.
- Προβλέπεται αυξημένος συντελεστής απόσβεσης 15% και 10%, ανά φορολογικό έτος, για την αγορά οχημάτων μεταφοράς επιβατών άνω των 9 ατόμων μηδενικών και χαμηλών ρύπων έως 50 gr/km CO<sub>2</sub>, αντίστοιχα.
- Προβλέπεται αυξημένος συντελεστής απόσβεσης 20% και 15%, ανά φορολογικό έτος, για την αγορά οχημάτων μεταφοράς εμπορευμάτων μηδενικών και χαμηλών ρύπων έως 50 gr/km CO<sub>2</sub>, αντίστοιχα.
- Για τους εργαζομένους στις επιχειρήσεις, εταίρους ή μετόχους ή συγγενικά πρόσωπά τους εξαιρείται η αγοραία αξία ενός οχήματος μηδενικών ή χαμηλών ρύπων 50 gr/km CO<sub>2</sub> από τον υπολογισμό εισοδήματος από μισθωτή εργασία και συντάξεις που σήμερα φορολογείται ως επιπλέον εισόδημα.
- Για την ανάπτυξη δημοσίως προσβάσιμων υποδομών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, παρέχεται στην επιχείρηση δυνατότητα έκπτωσης 30% από τα ακαθάριστα έσοδά της για την αγορά, εγκατάσταση και λειτουργία των σημείων φόρτισης.

Τέλος για την εκτίμηση της διείσδυσης της ηλεκτροκίνησης στην ελληνική αγορά καταρτίστηκαν δύο διαφορετικά σενάρια (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019):

- Σενάριο Α (σενάριο αναφοράς): Σύμφωνα με το σενάριο εξέλιξης των ταξινομήσεων κατ' έτος και εκτιμήσεις της αγοράς, το ποσοστό διείσδυσης ηλεκτρικών οχημάτων θα ανέρχεται σε 24,1% επί των νέων ταξινομήσεων το έτος 2030.
- Σενάριο Β (σενάριο εμπροσθοβαρές με οικονομική ανάπτυξη και αυξημένα μέτρα πολιτικής): Σύμφωνα με το σενάριο εξέλιξης των ταξινομήσεων κατ' έτος και με στόχο την επίτευξη του φιλόδοξου στόχου με οικονομική ανάπτυξη και αυξημένα μέτρα πολιτικής έως το έτος 2030, το ποσοστό διείσδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων το έτος 2030 ανέρχεται σε 30% επί των νέων ταξινομήσεων.

Πίνακας 5-2: Δεδομένα για τον προσδιορισμό εξέλιξης του μεριδίου ηλεκτροκίνητων επιβατικών οχημάτων (Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Σενάριο	Έτος	Αγορά καινούριων επιβατικών	Μεταβολή συνολικής αγοράς	Αύξηση συνολικής αγοράς	Επιβατικά BEV-PHEV	Ετήσια αύξηση	Ποσοστό BEV-PHEV επί ετήσιας αγοράς
Σενάριο Α (Σενάριο Αναφοράς)	2018	103.431	-	-	315	-	0,3%
	2019	115.000	11.569	11%	461	146	0,4%
	2020	127.400	12.400	11%	1.151	690	0,9%
	2021	137.635	10.235	8%	3.450	2.299	2,5%
	2022	148.646	11.011	8%	6.900	3.450	4,6%
	2023	160.538	11.892	8%	10.349	3.449	6,4%
	2024	173.381	12.843	8%	15.005	4.656	8,7%
	2025	187.251	13.870	8%	20.257	5.252	10,8%
	2026	202.231	14.980	8%	26.333	6.076	13,0%
	2027	218.410	16.179	8%	33.180	6.847	15,2%
	2028	235.883	17.473	8%	41.806	8.626	17,7%
	2029	254.753	18.870	8%	52.676	10.870	20,7%
2030	275.133	20.380	8%	66.371	13.695	24,1%	
Σενάριο Β (Σενάριο Εμπροσθοβαρές με οικονομική ανάπτυξη και αυξημένα μέτρα πολιτικής)	2018	103.431	-	-	315	-	0,3%
	2019	115.000	11.569	11%	460	145	0,4%
	2020	127.400	12.400	11%	1.265	805	1,0%
	2021	137.635	10.195	8%	3.795	2.530	2,8%
	2022	148.646	11.011	8%	7.589	3.794	5,1%
	2023	160.538	11.892	8%	11.797	4.208	7,3%
	2024	173.381	12.843	8%	17.436	5.639	10,1%
	2025	187.251	13.870	8%	24.036	6.600	12,8%
	2026	202.231	14.980	8%	31.246	7.210	15,5%
	2027	218.410	16.179	8%	40.093	8.847	18,4%
	2028	235.883	17.473	8%	51.458	11.365	21,8%
	2029	254.753	18.870	8%	66.059	14.601	25,9%
2030	275.133	20.380	8%	82.422	16.363	30,0%	



Σχήμα 5-3: Εξέλιξη μεριδίου ηλεκτροκίνητων επιβατικών οχημάτων στις ετήσιες νέες ταξινομήσεις στην ελληνική αγορά (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019).

Με βάση τα παραπάνω, το ΕΣΕΚ θέτει ως στόχο για το 2030 το μερίδιο των BEVs στις νέες ταξινομήσεις να φτάνει στο 30%. Τέλος, η πολιτεία οφείλει να φροντίσει και για την εφαρμογή πιλοτικών δράσεων στις τουριστικές περιοχές, για τη σταδιακή μετάβασή τους στην ηλεκτροκίνηση. Χαρακτηριστικές τέτοιες ενέργειες είναι η εγκατάσταση και λειτουργία σημείων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, η λειτουργία ηλεκτρικών μέσων μαζικής μεταφοράς και τα ηλεκτρικά ποδήλατα.

### 5.1.2 Η περίπτωση της πόλης του Βόλου

Η πόλη του Βόλου αποτελεί την πρωτεύουσα της Περιφέρειας της Μαγνησίας και σύμφωνα με την απογραφή του 2011 φιλοξενεί 144.449 κατοίκους (ΕΛΣΤΑΤ, 2019). Ο μέσος όρος ηλικίας των κατοίκων της Μαγνησίας είναι 43 έτη και το μέσο μέγεθος των νοικοκυριών αποτελείται από περίπου 3 μέλη. Το 2018 υπήρχαν καταγεγραμμένα 68.466 επιβατικά οχήματα

στην Περιφέρεια της Μαγνησίας, εκ των οποίων τα 394 ήταν δημόσιας χρήσης, 25.470 φορτηγά, 361 λεωφορεία και 32.880 μοτοσυκλέτες.

Ο Βόλος, ως αστικό και εμπορικό κέντρο της Μαγνησίας, επηρεάζει την ανάπτυξή της καθοριστικά. Με τον λιμένα εξασφαλίζει τη σύνδεση του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδος με τις Σποράδες, ενώ παράλληλα βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το Πήλιο, έναν δημοφιλή προορισμό, τόσο το καλοκαίρι, όσο και τον χειμώνα. Για τους λόγους αυτούς, ο Βόλος δέχεται κάθε χρόνο πληθώρα τουριστών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν υλοποιηθεί ορισμένα έργα υποδομών για την καλύτερη εξυπηρέτηση των κατοίκων και των επισκεπτών στο τοπικό οδικό δίκτυο. Ανάμεσά τους ξεχωρίζουν οι τέσσερις κυκλικόι κόμβοι, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στον οδικό άξονα εισόδου και εξόδου της πόλης. Οι επιπτώσεις της λειτουργίας τους στην κυκλοφορία και τον παραγόμενο θόρυβο είναι καθοριστικές, καθώς η κυκλοφορία έγινε ομαλότερη και τα οχήματα κινούνται με μεγαλύτερη ευκολία και ο θόρυβος μειώθηκε.

Παράλληλα, η πόλη διαθέτει δύο σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, ένα στο ξενοδοχείο «Domotel Xenia Volos City Hotel» και ένα εντός του χώρου στάθμευσης του επιβατικού λιμένα. Σήμερα, όπως και στην υπόλοιπη Ελλάδα, τα ηλεκτρικά οχήματα που κυκλοφορούν είναι ελάχιστα, αν όχι μηδαμινά. Αυτό οφείλεται κυρίως στην οικονομική κρίση που βίωσε η χώρα τα προηγούμενα χρόνια, στην άγνοια του πληθυσμού σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και στις ελάχιστες υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων που διαθέτει η πόλη.

Κρίνεται, λοιπόν, χρήσιμη η εγκατάσταση περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, τόσο για την προώθηση της ηλεκτροκίνησης, όσο και για την προσέλκυση περισσότερων τουριστών. Οι τουρίστες είναι πιθανόν να προγραμματίζουν τις

διακοπές τους με τέτοιο τρόπο ώστε, να επισκέπτονταν ή να διέμεναν στον Βόλο για να φορτίσουν το όχημά τους και να εξερευνήσουν τις γύρω περιοχές, δεδομένου ότι οι υποδομές φόρτισης στα περιφερειακές περιοχές σπανίζουν. Επίσης, με τη δημιουργία σταθμών φόρτισης, εκτιμάται ότι ο Δήμος Βόλου θα γίνονταν δημοφιλέστερος και λειτουργούσε ως πρότυπο για τους υπόλοιπους.

Ως προς τα πιθανά σημεία τοποθέτησης των σταθμών, οι επιλογές είναι πολλές. Συνοπτικά ορισμένες από αυτές θα μπορούσαν να είναι:

- Δημόσιοι χώροι στάθμευσης
- Ιδιωτικοί χώροι στάθμευσης
- Πρατήρια καυσίμων
- Δημόσιοι χώροι (πλατείες, κτλ.)
- Τερματικοί σταθμοί (ΚΤΕΛ, ΟΣΕ, λιμένας, κτλ.)
- Χώροι αναψυχής (θέατρο, κινηματογράφος, κτλ.)
- Εμπορικά κέντρα (σούπερ μάρκετ, κτλ.)
- Χώροι άθλησης
- Πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις
- Δημόσιες υπηρεσίες (ΙΚΑ, ΔΕΗ, ΚΕΠ)
- Ξενοδοχειακές μονάδες.

## 5.2 Σχεδιασμός και υλοποίηση έρευνας ερωτηματολογίου

Στη συνέχεια, περιγράφεται η δομή του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα και η τεχνική συλλογής των δεδομένων.

### 5.2.1 Διαμόρφωση ερωτηματολογίου

Η πανελλαδική διαδικτυακή έρευνα που πραγματοποιήθηκε βασίστηκε σε ερωτηματολόγιο, το οποίο απαρτιζόταν από 55 ερωτήσεις κλειστού τύπου και χωρίζονταν σε 6 μέρη. Συγκεκριμένα το μέρος Α αφορά στα ηλεκτρικά οχήματα, το μέρος Β στη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, το μέρος Γ στις πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου, το μέρος Δ στα στοιχεία κινητικότητας των ερωτηθέντων, το μέρος Ε στα στοιχεία των αυτοκινήτων που διαθέτουν οι συμμετέχοντες και στο μέρος ΣΤ καταγράφονται τα δημογραφικά στοιχεία των ατόμων. Το πλήρες ερωτηματολόγιο επισυνάπτεται στο Παράρτημα.

Η πρώτη ομάδα περιέχει 19 ερωτήσεις σχετικά με τα ηλεκτρικά οχήματα. Οι πρώτες 5 αφορούν το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων σχετικά με τις νέες τάσεις στον τομέα της αυτοκίνησης και τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Η 6<sup>η</sup> ερώτηση αφορά στην πιθανότητα αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος και η 7<sup>η</sup> στο ποσό που θα διέθεταν οι ερωτηθέντες για την αγορά αυτή. Οι επόμενες 7 ερωτήσεις επικεντρώνονται στα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων και τη σχετική γνώση των ερωτηθέντων για αυτά. Οι τελευταίες 6 ερωτήσεις, αφορούν στα κίνητρα και τους λόγους για τους οποίους οι ερωτηθέντες θα αγόραζαν ένα ηλεκτρικό όχημα. Όλες οι ερωτήσεις του πρώτου μέρους διενεργούνται σε 5-μερή κλίμακα από το «Διαφωνώ έντονα» έως το «Συμφωνώ απόλυτα», εκτός από τις ερωτήσεις 5 και 6 που έχουν κλίμακα από το «Πολύ απίθανο» έως το «Πολύ πιθανό» και από το «<10.000€» έως το «>40.000€», αντίστοιχα.



Το μέρος Β ασχολείται με την φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και απαρτίζεται από 12 ερωτήσεις. Οι πρώτες 2 ρωτούν τους χρήστες ποιο θα ήταν το αποδεκτό κόστος για μία πλήρη βραδεία και ταχεία φόρτιση, σε κλίμακα από το «0-4€» έως το «>16€». Οι ακόλουθες 4 ερωτήσεις, διερευνούν τη γνώμη των ερωτηθέντων σχετικά με τις συνέπειες της κατασκευής και λειτουργίας σταθμών φόρτισης στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου στους τομείς της επάρκειας, της αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος και του τουρισμού. Οι απαντήσεις κυμαίνονται σε κλίμακα μεταξύ του «Διαφωνώ έντονα» και του «Συμφωνώ απόλυτα». Οι επόμενες 6 ερωτήσεις, σχετίζονται με τη συχνότητα, τη χρονική διάρκεια και την τοποθεσία φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ επίσης καταγράφεται και το ελάχιστο ποσοστό μπαταρίας προτού φορτιστεί ένα ηλεκτρικό όχημα. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις αυτές σε κλίμακα χρονικής βαθμίδας, ποσοστών μπαταρίας και ιδανικών τοποθεσιών. Τέλος, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να επιλέξουν έως και 3 ιδανικές τοποθεσίες για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης, ανάμεσα σε 14 τοποθεσίες κλειστού τύπου και μιας προσωπικής επιλογής.

Το μέρος Γ αποτελείται από 9 ερωτήσεις κλίμακας από το «Διαφωνώ έντονα» μέχρι το «Συμφωνώ απόλυτα». Οι ερωτήσεις επικεντρώνονται κυρίως στις πρωτοβουλίες που θα έπρεπε να λάβει ο Δήμος Βόλου σχετικά με τη δημιουργία ενός στόλου υπηρεσιακών ηλεκτρικών οχημάτων, όπως και τη κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης. Ειδικότερα, ερευνάται εάν με τις παραπάνω δράσεις γίνονταν ο Δήμος Βόλου πιο σύγχρονος, φιλικότερος προς το περιβάλλον, πρότυπο για τους υπόλοιπους δήμους και ελκυστικότερος τουριστικά. Επιπρόσθετα, καταγράφεται η πεποίθηση των συμμετεχόντων σχετικά με τις πρωτοβουλίες που θα έπρεπε να λάβει ο Δήμος Βόλου για την κατασκευή σταθμών βραδείας και ταχείας φόρτισης, τη συνεργασία με ιδιωτικούς φορείς, την παραχώρηση εκτάσεων για τη δημιουργία σταθμών φόρτισης και την ενημέρωση των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.

Το μέρος Δ του ερωτηματολογίου καλύπτει θέματα για την κινητικότητα και περιλαμβάνει 5 ερωτήματα. Οι πρώτες δύο ερωτήσεις ασχολούνται με τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων εντός και εκτός πόλεων. Στη συνέχεια, οι ερωτηθέντες δηλώνουν τη συχνότητα με την οποία ταξιδεύουν σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 χλμ. μηνιαίως, τον αριθμό των χιλιομέτρων που διανύουν τον χρόνο, όπως και τον αριθμό των οχημάτων που διαθέτει το νοικοκυριό τους.

Το μέρος Ε περιλαμβάνει τα στοιχεία του αυτοκινήτου των ερωτηθέντων και απαρτίζεται από 4 ερωτήσεις. Αρχικά, οι συμμετέχοντες δηλώνουν σε ερώτηση τύπου «Ναι-όχι», εάν διαθέτουν θέση στάθμευσης. Στη συνέχεια, γνωστοποιούν τον τύπο κυβισμού του οχήματός τους σε κλίμακα από το «Μικρό (<1.400 κυβικά)» έως και το «Μεγάλο (>2.000 κυβικά)». Κατόπιν, αποτυπώνουν την ηλικία του οχήματός τους σε κλίμακα από «<3 έτη» έως «>20 έτη» και το καθεστώς αγοράς του οχήματός τους, δηλαδή εάν το προμηθεύτηκαν καινούριο ή μεταχειρισμένο.

Το έκτο και τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου αφορά στα δημογραφικά χαρακτηριστικά: φύλο, ηλικία, επίπεδο εκπαίδευσης, απασχόληση, μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα και τόπος διανομής

### **5.2.2 Συλλογή δεδομένων**

Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε στο Microsoft Word και απαντήθηκε πιλοτικά από 10 άτομα, προκειμένου να πραγματοποιηθούν πιθανές διορθώσεις. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες αλλαγές και διαμορφώθηκε στην ηλεκτρονική πλατφόρμα «Survey Monkey», οπότε και ήταν διαθέσιμο προς απάντηση από τις 21 Δεκεμβρίου 2019 έως τις 21 Ιανουαρίου 2020, για άτομα σε όλη την Ελλάδα. Διοχετεύθηκε στα Social Media, στην πλατφόρμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο ηλεκτρονικό περιοδικό GOCAR, στην

εφημερίδα «Ταχυδρόμος», όπως και στους ηλεκτρονικούς ειδησεογραφικούς ιστότοπους: [magnesianews.gr](http://magnesianews.gr), [myvolos.net](http://myvolos.net) και [ecopress.gr](http://ecopress.gr).

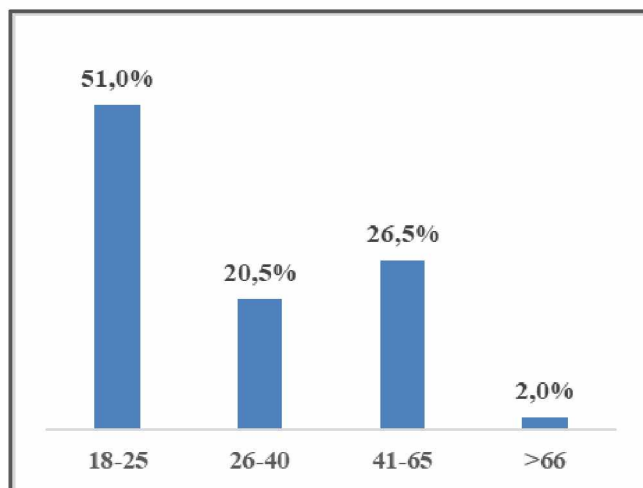
Οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου συλλέχθηκαν από την πλατφόρμα του Survey Monkey και δημιουργήθηκε βάση δεδομένων στο υπολογιστικό πρόγραμμα του EXCEL. Με βάση το πρόγραμμα αυτό διεξήχθησαν αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής και με το πρόγραμμα του IBM SPSS Statistics πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι για την ολοκλήρωση της επαγωγικής στατιστικής. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων αναλύθηκαν με εκτίμηση των μέσων τιμών και των τυπικών αποκλίσεων. Τέλος, χρησιμοποιώντας μη παραμετρικούς ελέγχους, πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση των απαντήσεων.

### **5.3 Αποτελέσματα έρευνας ερωτηματολογίου**

Στο παρόν Υπο-κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την περιγραφική και επαγωγική στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.

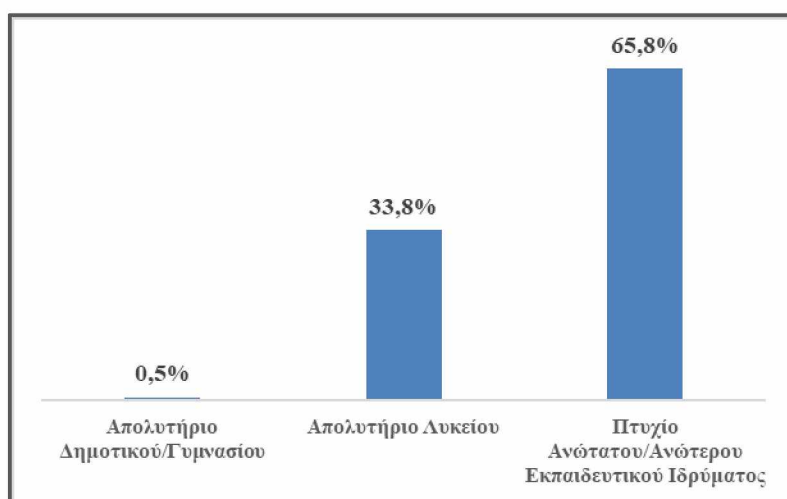
#### **5.3.1 Περιγραφική στατιστική ανάλυση**

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 400 άτομα, εκ των οποίων 226 είναι άνδρες (56,5%) και 174 γυναίκες (43,5%). Η πλειοψηφία του δείγματος ανήκει στην ηλικιακή ομάδα των 18 έως 25 ετών, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό στις ηλικίες 41 έως 65 ετών. Στο Σχήμα 5-4, φαίνονται αναλυτικά τα ποσοστά των ατόμων που αναλογούν σε κάθε ηλικιακή κατηγορία.

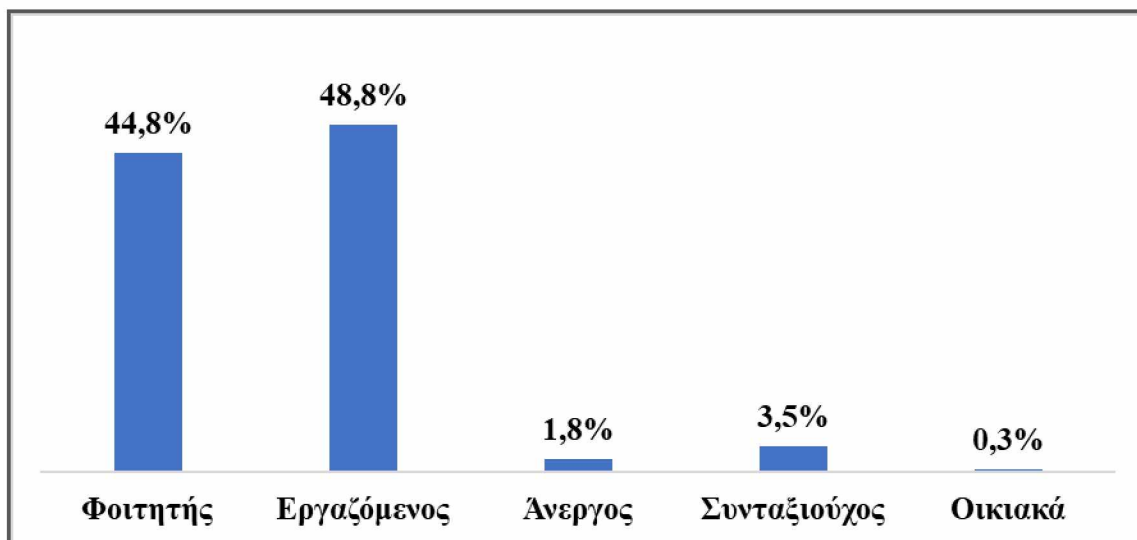


Σχήμα 5-4: Ηλικία ερωτηθέντων.

Όσον αφορά στο επίπεδο εκπαίδευσης των ερωτηθέντων, οι περισσότεροι κατέχουν πτυχίο Ανώτατου/Ανώτερου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος, σε ποσοστό 65,8% και ακολουθούν οι κάτοχοι απολυτηρίου λυκείου, σε ποσοστό 33,8%. Σχετικά με την απασχόληση, το 48,8% του δείγματος είναι εργαζόμενοι, το 44,8% φοιτητές, ενώ στις υπόλοιπες κατηγορίες αντιστοιχούν ελάχιστα άτομα. Τα αποτελέσματα για το επίπεδο εκπαίδευσης και την απασχόληση παρουσιάζονται στο Σχήμα 5-5 και το Σχήμα 5-6, αντίστοιχα.

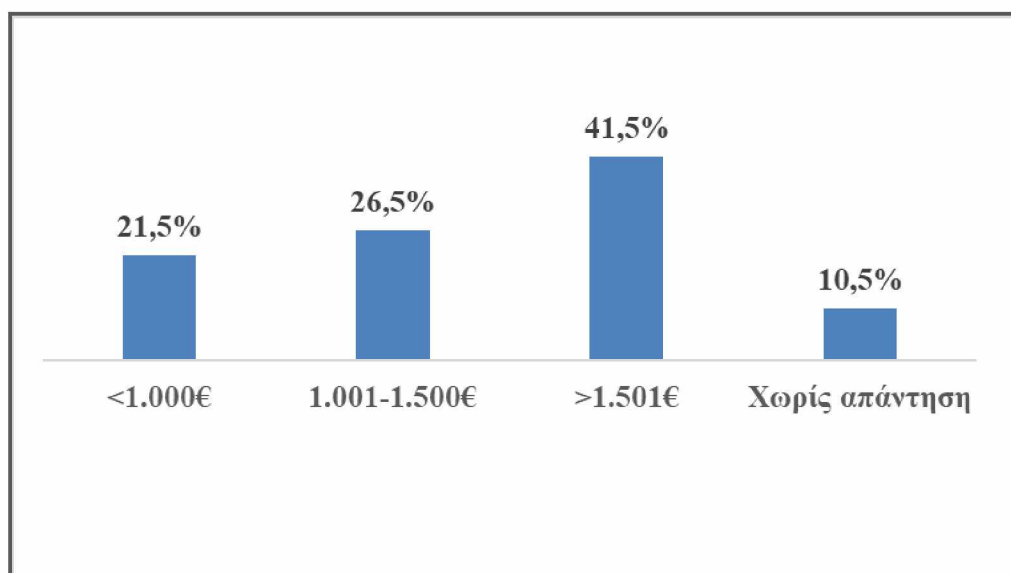


Σχήμα 5-5: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων.



Σχήμα 5-6: Απασχόληση ερωτηθέντων.

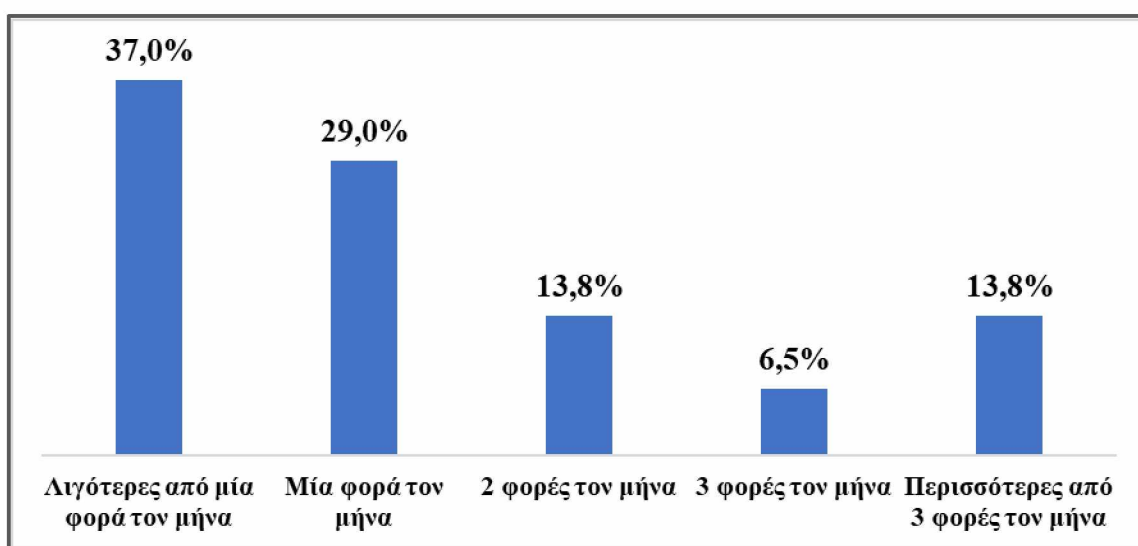
Η ερώτηση που αφορούσε στο μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα, δεν απαντήθηκε από 42 άτομα, καθώς δεν ήταν υποχρεωτική. Για τους υπόλοιπους 358, τα ποσοστά των απαντήσεων για κάθε κατηγορία ήταν συγκρίσιμα μεταξύ τους, με τους περισσότερους να δηλώνουν εισόδημα μεγαλύτερο των 1.501€, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5-7.



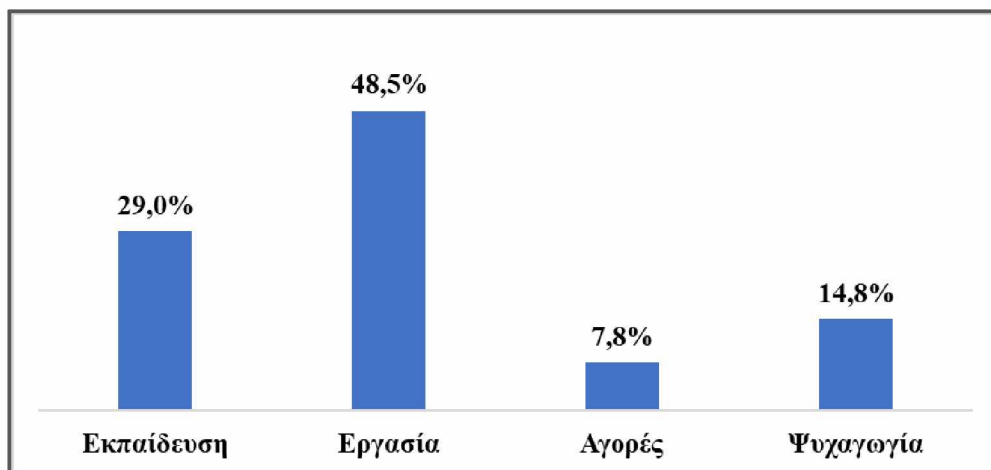
Σχήμα 5-7: Μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα ερωτηθέντων.

Το ερωτηματολόγιο είχε απήχηση σε άτομα από πολλές πόλεις της Ελλάδας, ενώ υπήρχαν ορισμένες απαντήσεις και από άτομα που κατοικούν στο εξωτερικό. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, ο Βόλος είναι η πόλη με τη μεγαλύτερη ανταπόκριση στην έρευνα και ακολουθούν η Θεσσαλονίκη, η Λάρισα και η Αθήνα. Συγκεκριμένα οι κάτοικοι του Βόλου απαρτίζουν σχεδόν το 50% του δείγματος, με ποσοστό της τάξης του 44,3%.

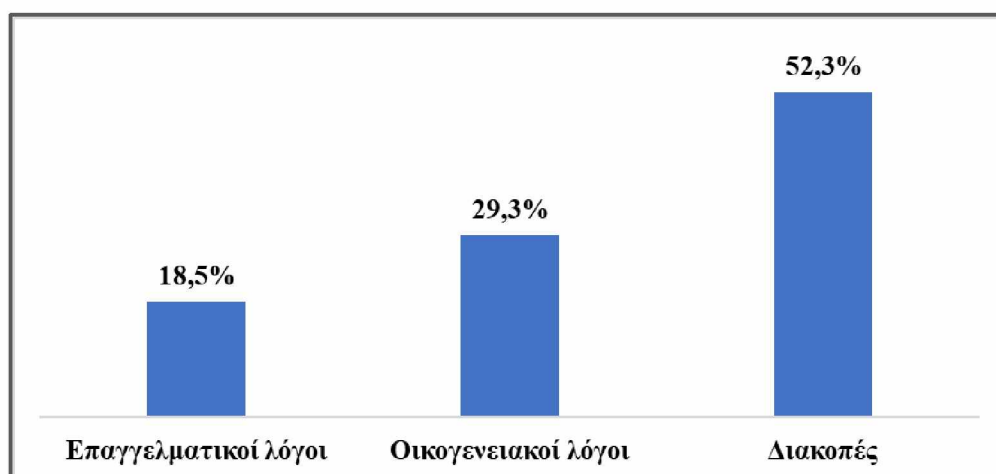
Το 48,5% των ερωτηθέντων μετακινείται εντός της πόλης για εργασιακούς σκοπούς, ενώ το 52,3% πραγματοποιεί ταξίδια εκτός πόλης για «διακοπές». Έπειτα, οι συμμετέχοντες απάντησαν πως ταξιδεύουν απόσταση μεγαλύτερη των 100 χιλιομέτρων λιγότερες από μία φορά τον μήνα σε ποσοστό 37% και των 47,3% του δείγματος διανύει 10.000-20.000 χιλιόμετρα τον χρόνο. Επίσης, το 56,3% απάντησε πως το νοικοκυριό του διαθέτει «δύο ή περισσότερα» αυτοκίνητα. Τα οχήματα που διαθέτουν οι συμμετέχοντες είναι σε ποσοστό της τάξης του 61,3% «μεσαίου κυβισμού (1.400-2.000 κυβικά εκατοστά) και το 48,3% αυτών έχει ηλικία μεταξύ των «11-20 ετών». Οι ερωτηθέντες αγόρασαν τα οχήματά τους καινούρια σε ποσοστό 66,5%, ενώ το μισό δείγμα κατέχει μία θέση στάθμευσης.



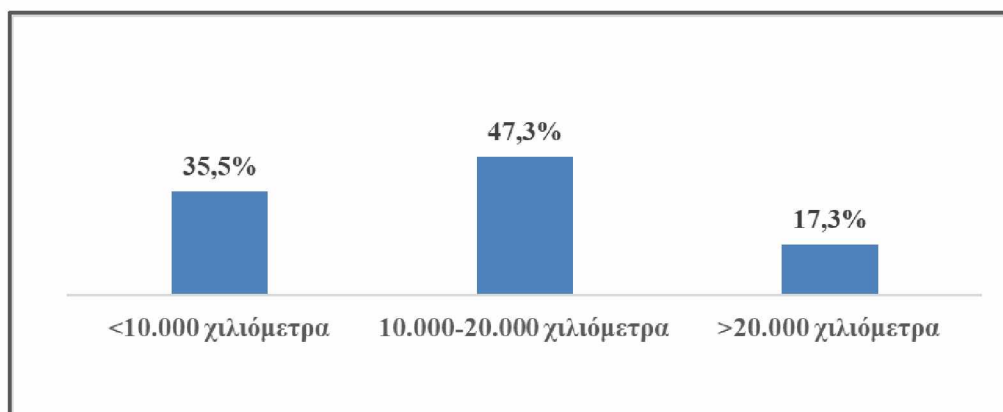
Σχήμα 5-8: Συχνότητα διάνυσης απόστασης μεγαλύτερης των 100 χιλιομέτρων.



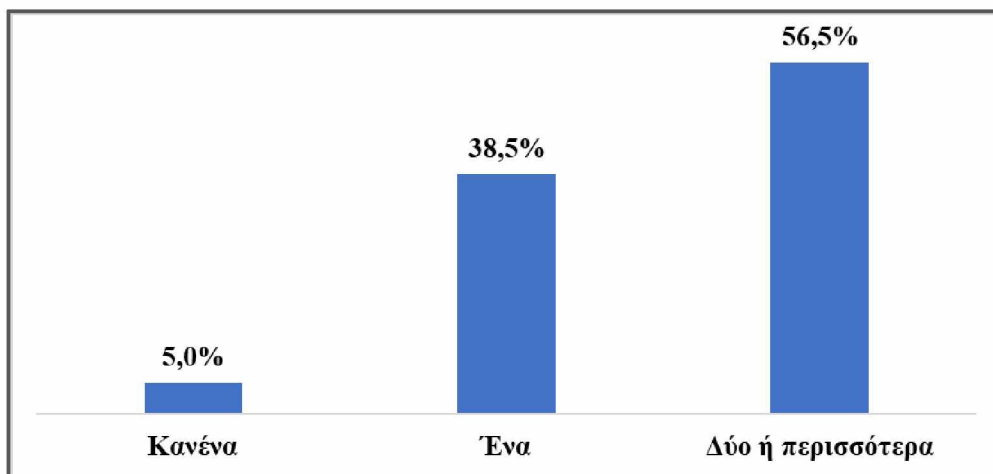
Σχήμα 5-9: Σκοπός μετακίνησης εντός της πόλης.



Σχήμα 5-10: Συνήθης σκοπός ταξιδιών εκτός της πόλης.



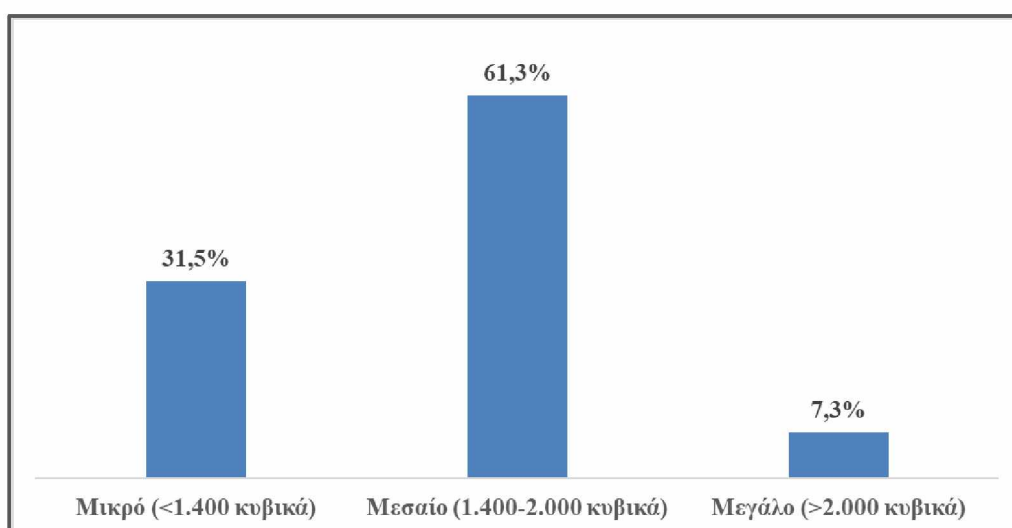
Σχήμα 5-11: Διανυόμενα χιλιόμετρα τον χρόνο.



Σχήμα 5-12: Αριθμός αυτοκινήτων νοικοκυριού των ερωτηθέντων.

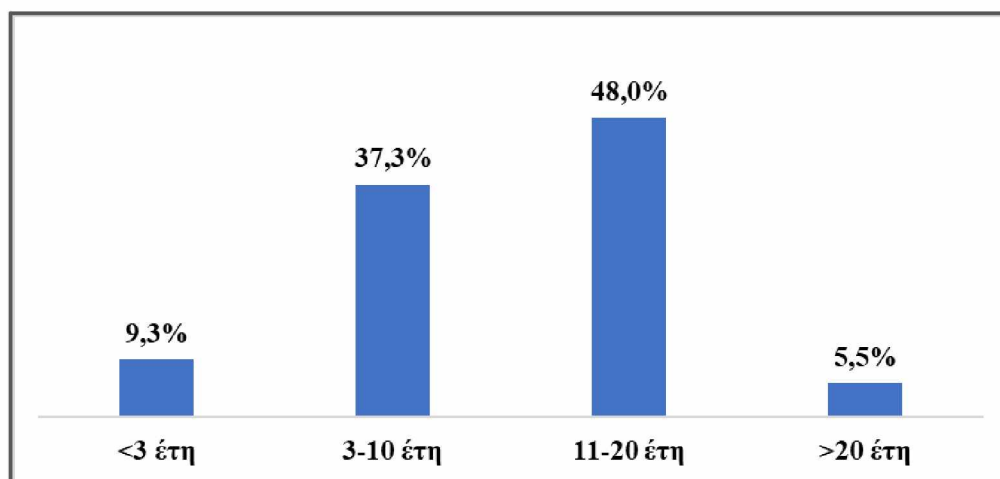


Σχήμα 5-13: Κατοχή θέσης στάθμευσης.

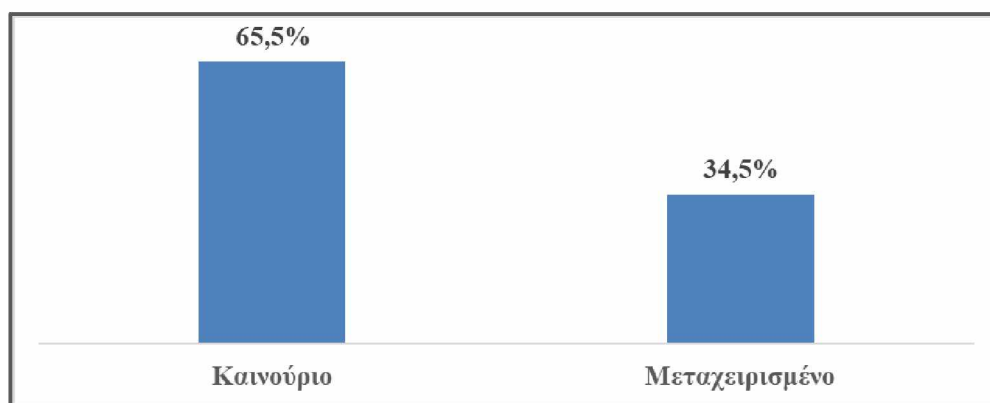


Σχήμα 5-14: Τύπος αυτοκινήτων ερωτηθέντων.



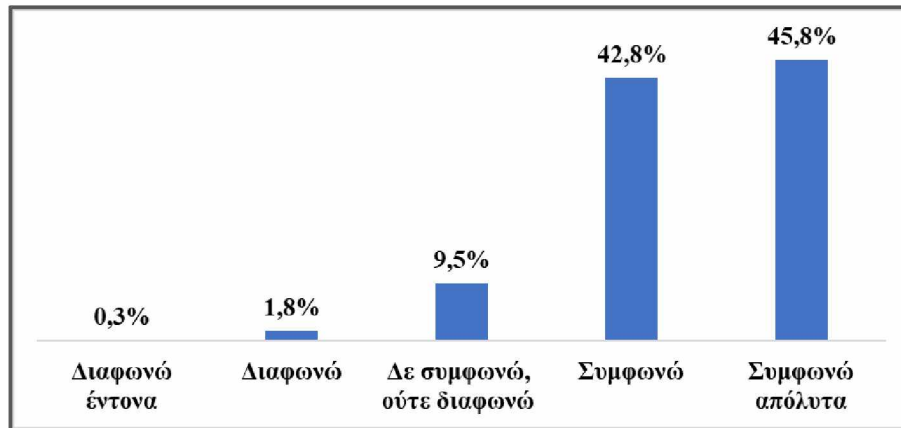


Σχήμα 5-15: Ηλικία αυτοκινήτων ερωτηθέντων.

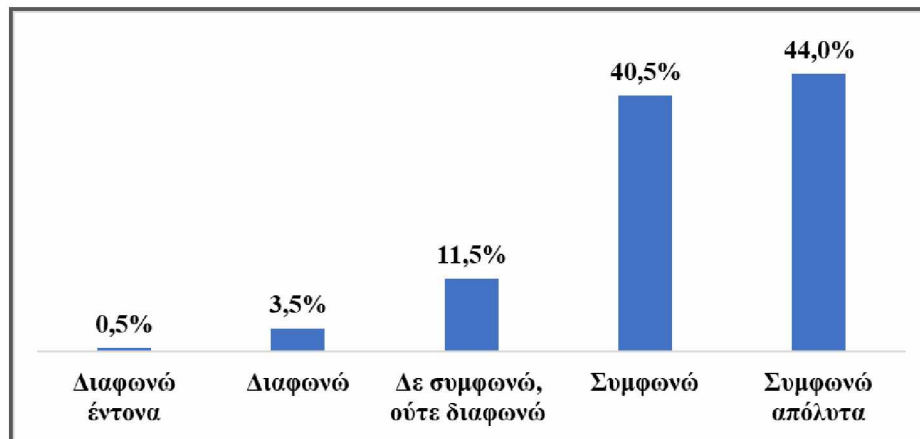


Σχήμα 5-16: Καθεστώς αγοράς υπάρχοντος αυτοκινήτου ερωτηθέντων.

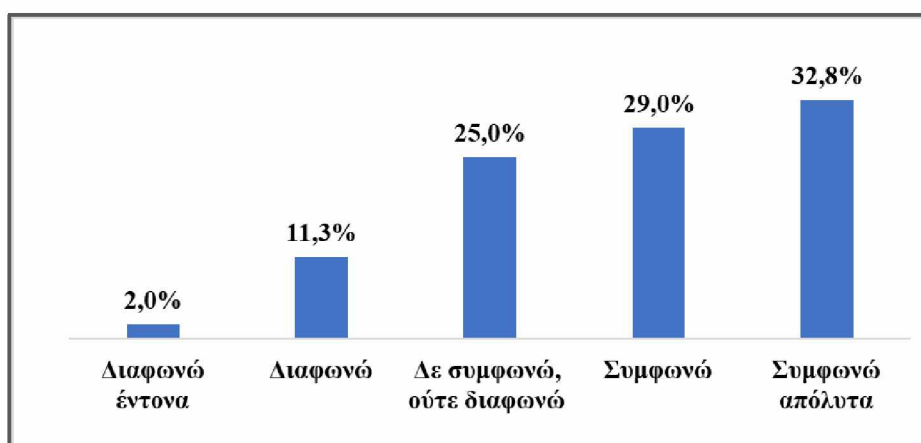
Από την έρευνα προκύπτει ότι η πλειοψηφία του δείγματος ενδιαφέρεται για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης, καθώς τα ποσοστά είναι πολύ υψηλά. Αναλυτικά το 88,5% των συμμετεχόντων δήλωσε πως ενδιαφέρονται για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης και το 95,3% των συμμετεχόντων θεωρεί τα ηλεκτρικά οχήματα μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη. Ακόμα το 84,5% του δείγματος θα ενδιαφέρονταν να χρησιμοποιήσει ένα ηλεκτρικό όχημα, ενώ πάνω από το 50% των ερωτηθέντων θα καταργούσαν τη χρήση του συμβατικού τους οχήματος, εάν διέθεταν ένα ηλεκτρικό.



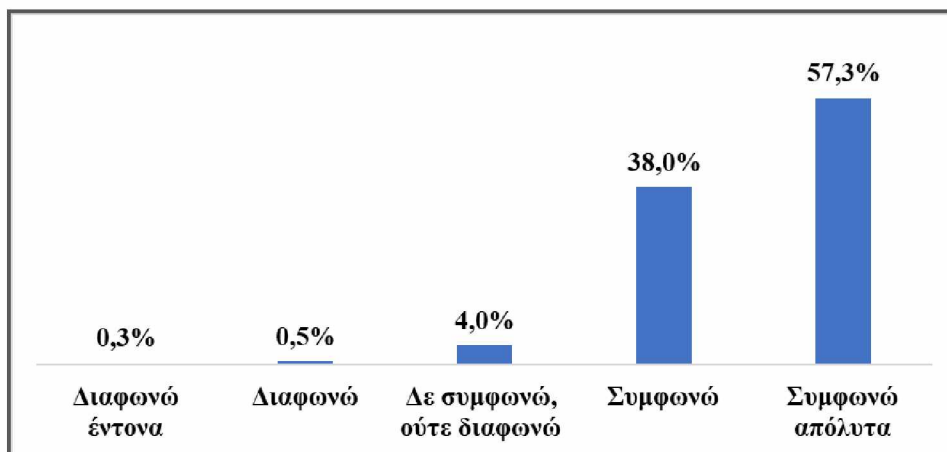
Σχήμα 5-17: Ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης.



Σχήμα 5-18: Ενδιαφέρον χρήσης ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

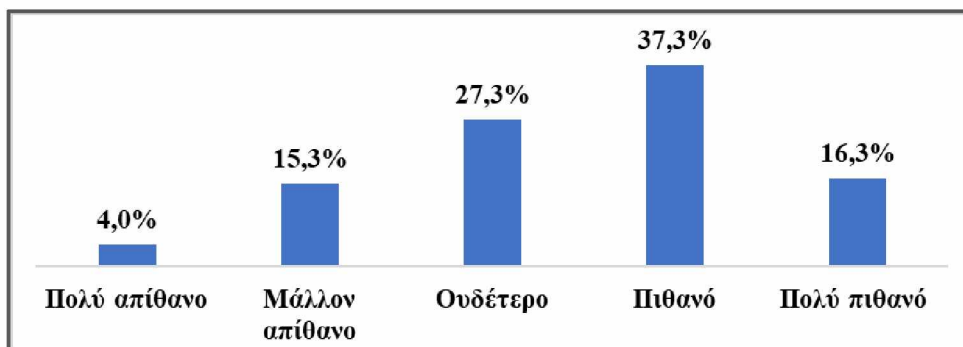


Σχήμα 5-19: Κατάργηση χρήσης συμβατικού αυτοκινήτου, σε περίπτωση διάθεσης ηλεκτρικού.

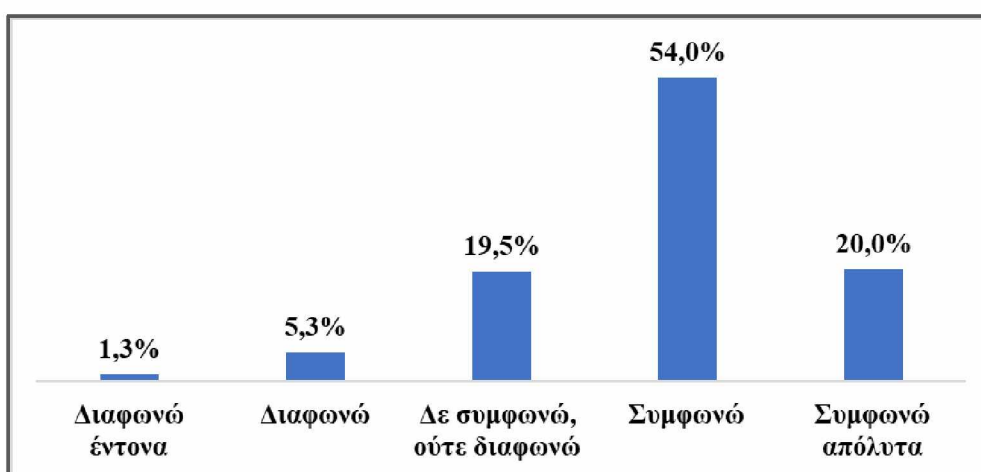


Σχήμα 5-20: Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη.

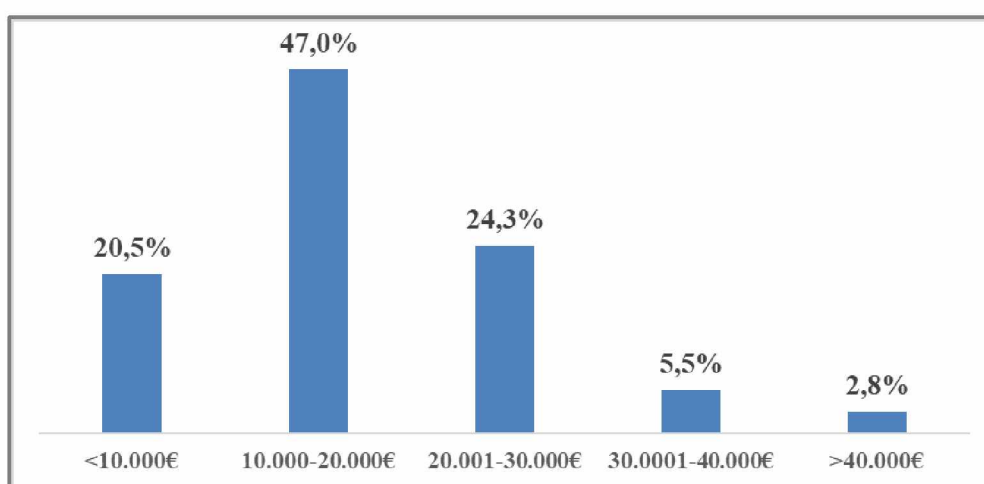
Επιπρόσθετα, το 53,5% των ερωτηθέντων απάντησε πως είναι πιθανό να αγοράσει ένα καινούριο ηλεκτρικό όχημα και το 74% θα αγόραζε ένα τέτοιου είδους όχημα για την αντικατάσταση ενός παλαιότερου αυτοκινήτου. Βέβαια, το 47% αυτών θα δαπανούσε μόλις 10.000-20.000€ για την αγορά αυτή. Ως προς τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων, το 91,3% πιστεύει πως είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον και το 61% πιστεύει πως έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα. Ωστόσο, το δείγμα τείνει να παρουσιάζει άγνοια σχετικά με τους τομείς της ασφάλειας, των επιδόσεων, του κόστους συντήρησης και της κάλυψης των αναγκών μετακίνησής του από τα ηλεκτρικά οχήματα σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα. Αυτό συμβαίνει, καθώς το 40-59% των ερωτηθέντων απάντησε πως ούτε συμφωνεί, ούτε διαφωνεί με τα συγκεκριμένα θέματα.



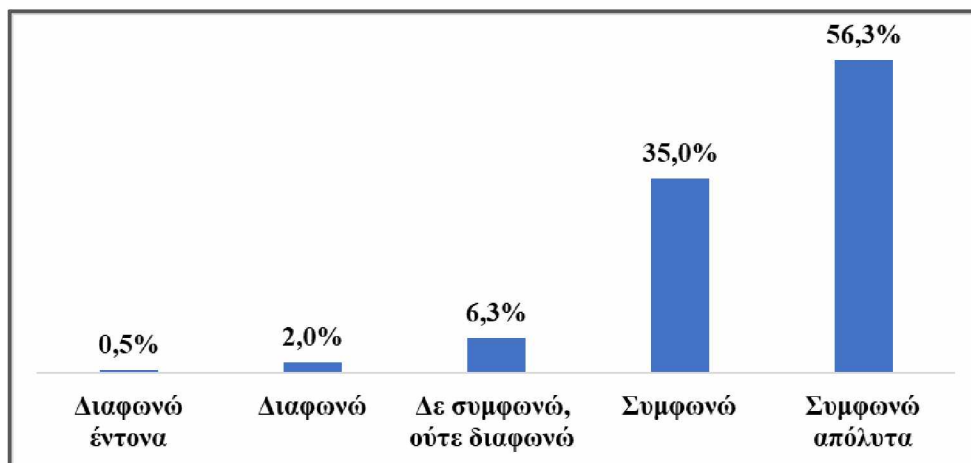
Σχήμα 5-21: Πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



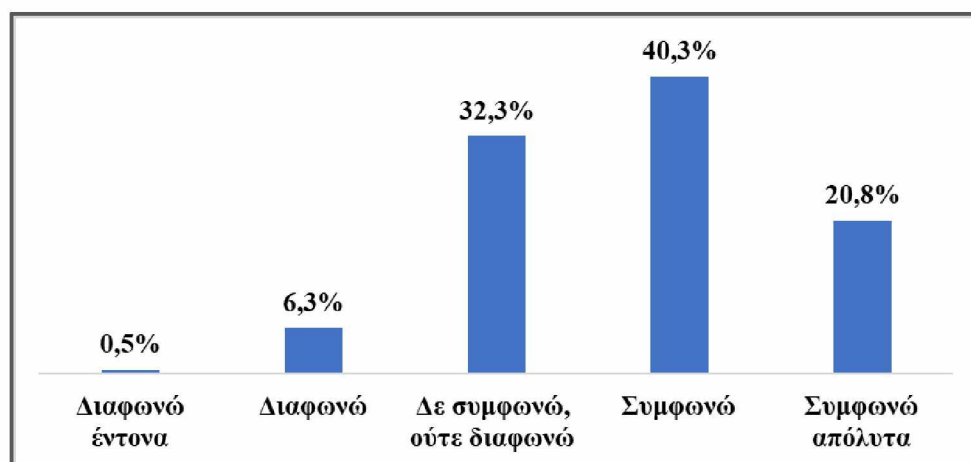
Σχήμα 5-22: Θα αγοράζα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, για να αντικαταστήσω ένα παλαιότερο αυτοκίνητο.



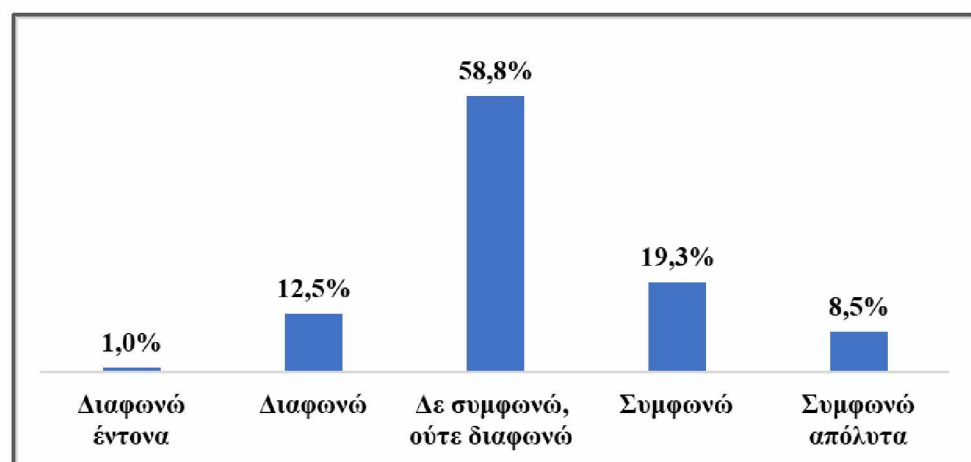
Σχήμα 5-23: Χρηματική δαπάνη για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



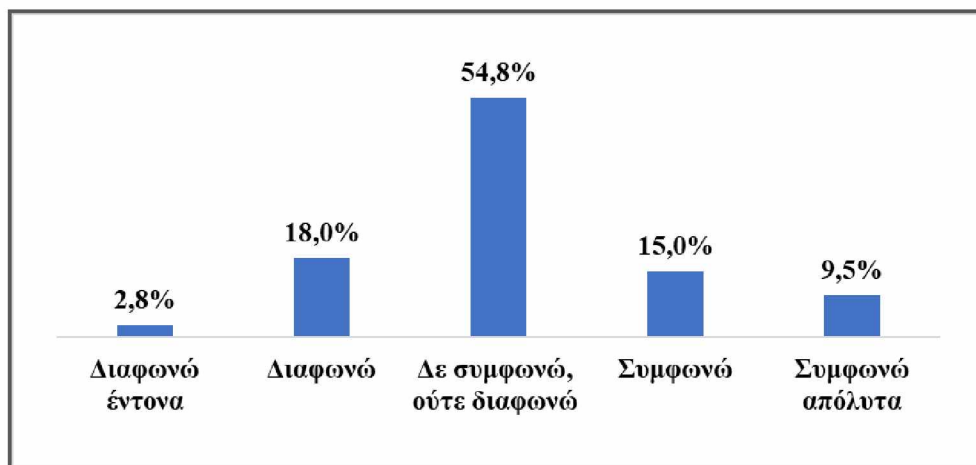
Σχήμα 5-24: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον.



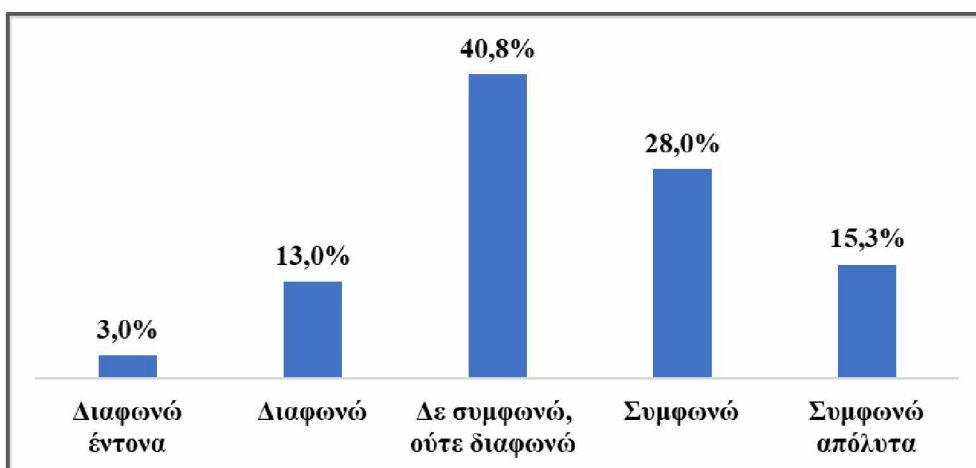
Σχήμα 5-25: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος.



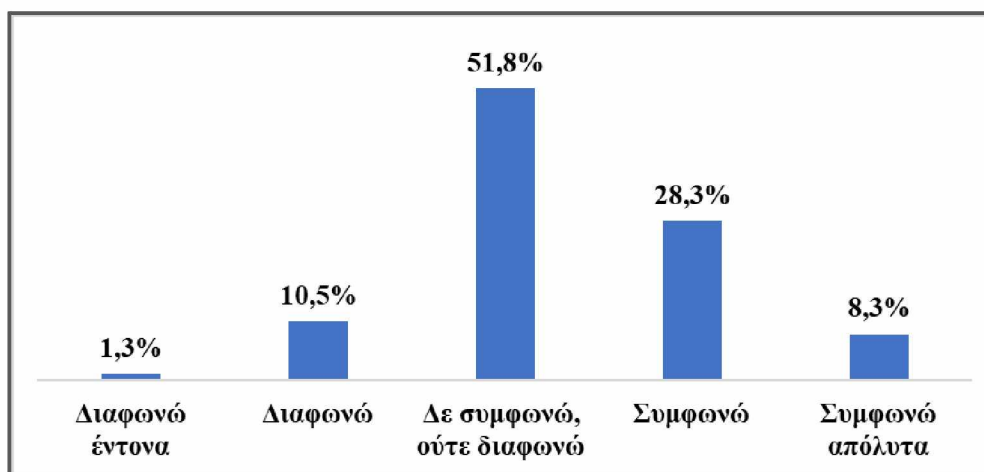
Σχήμα 5-26: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα.



Σχήμα 5-27: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις.

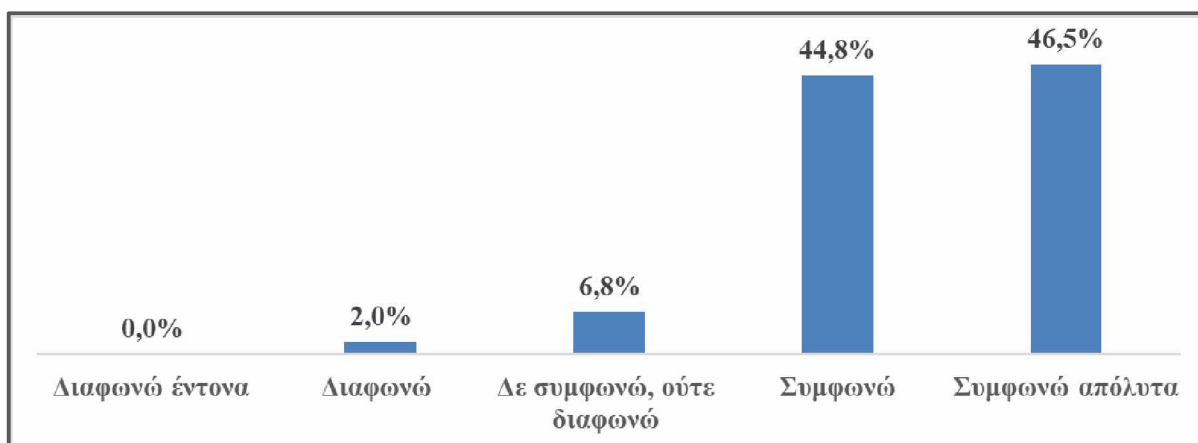


Σχήμα 5-28: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης.

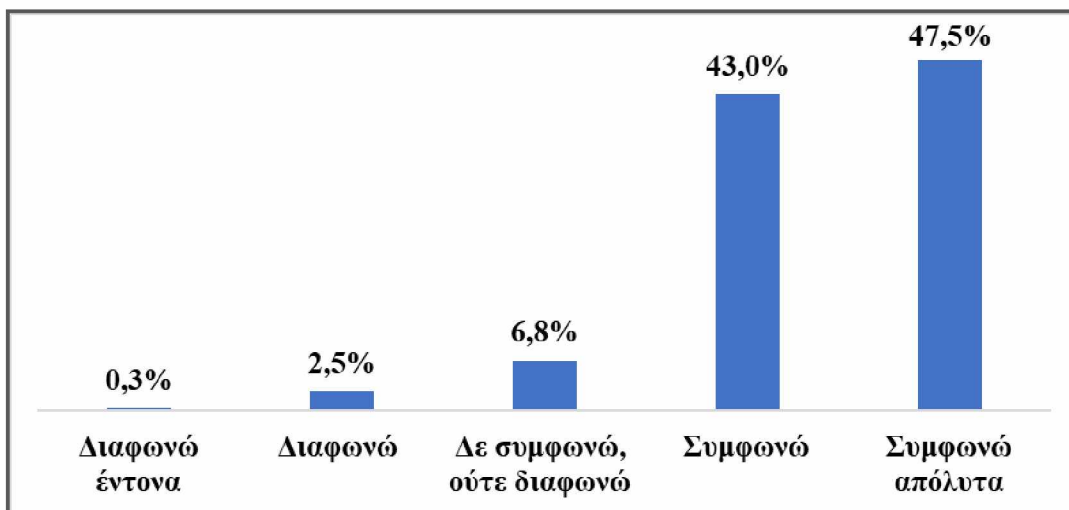


Σχήμα 5-29: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησής μου.

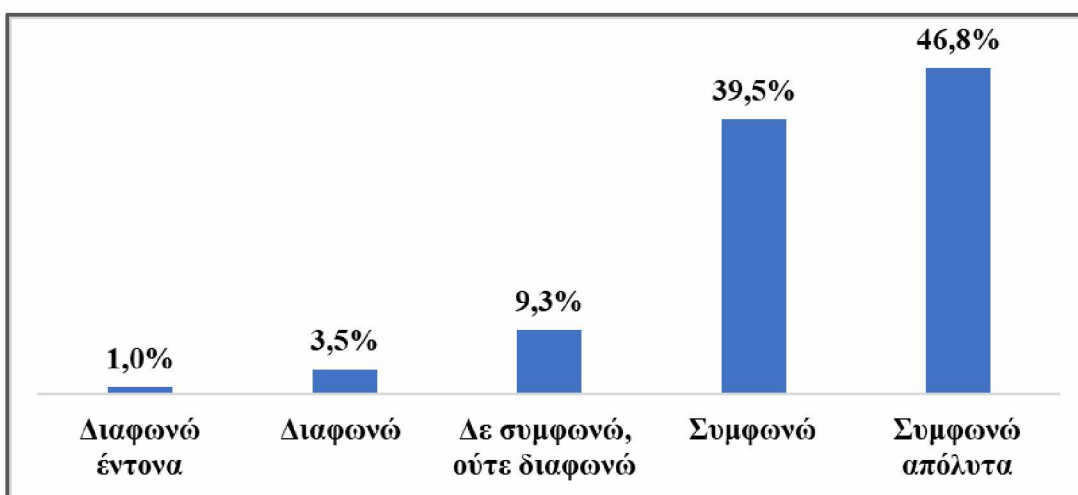
Ως προς τα κίνητρα αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος, το 91,3 % των συμμετεχόντων απάντησε πως η κρατική επιδότηση ενός μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς θα αποτελούσε κίνητρο. Επίσης, το 90,5% και 86,3% πιστεύει πως τα μειωμένα τέλη κυκλοφορίας και οι χαμηλές εκπομπές ρύπων αποτελούν κίνητρα αγοράς, αντίστοιχα. Καταιγιστικό είναι το ποσοστό του δείγματος που πιστεύει πως το λειτουργικό κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων θα επηρέαζε την απόφασή του για την αγορά ενός τέτοιου τύπου οχήματος με ποσοστό 92%. Παράλληλα, το 94,8% υποστηρίζει πως η ύπαρξη υποδομών φόρτισης θα επηρέαζε την απόφασή του σχετικά με την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος, ενώ το 34,3% παραμένει αδιάφορο σχετικά με το εάν η κατοχή ενός αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας θα επηρέαζε την απόφασή του αυτή.



Σχήμα 5-30: Κρατική επιδότηση ενός μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς θα αποτελούσε κίνητρο να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

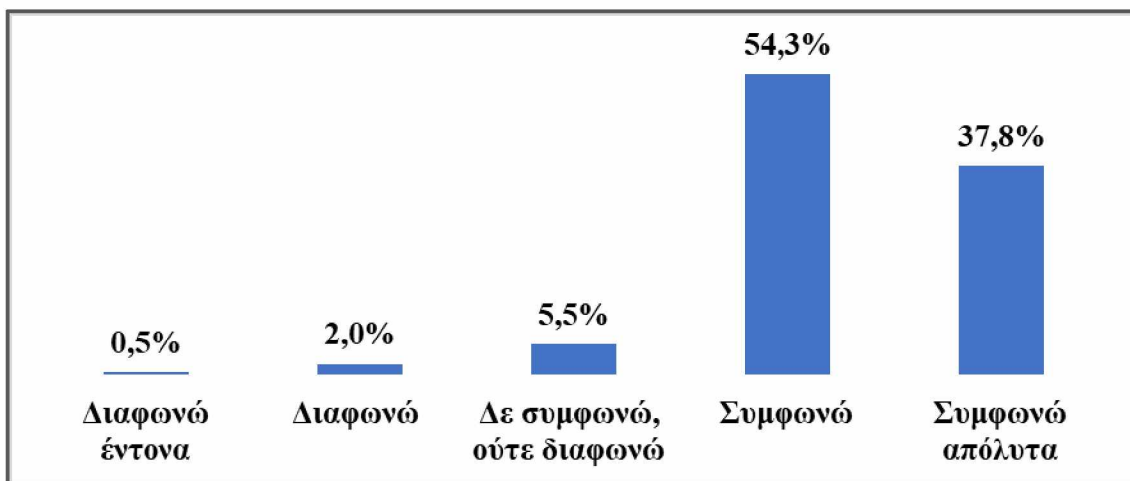


Σχήμα 5-31: Τα μειωμένα τέλη κυκλοφορίας θα αποτελούσαν κίνητρο για να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

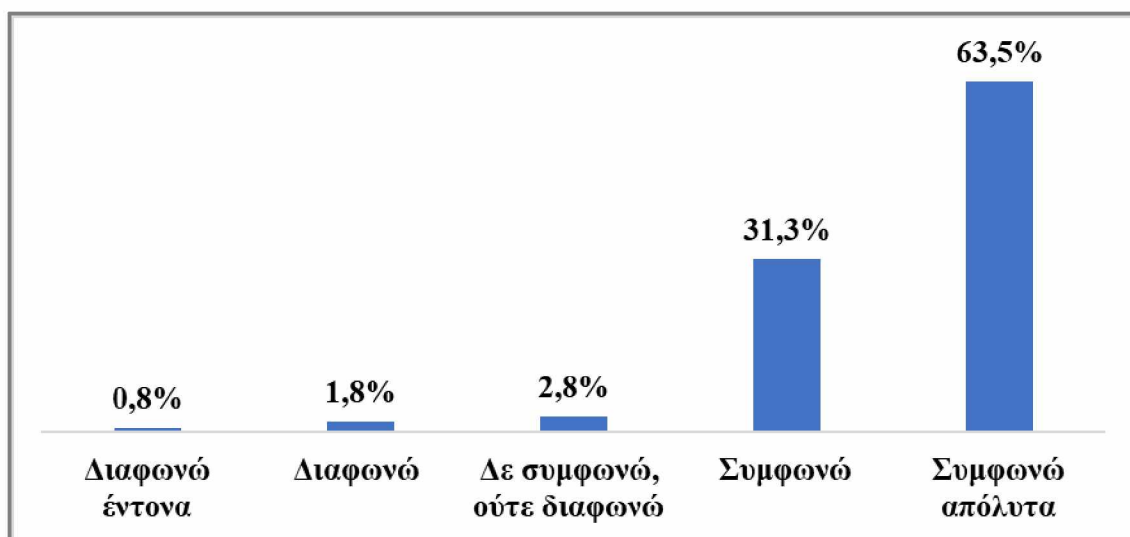


Σχήμα 5-32: Οι χαμηλές εκπομπές ρύπων θα αποτελούσαν κίνητρο για να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

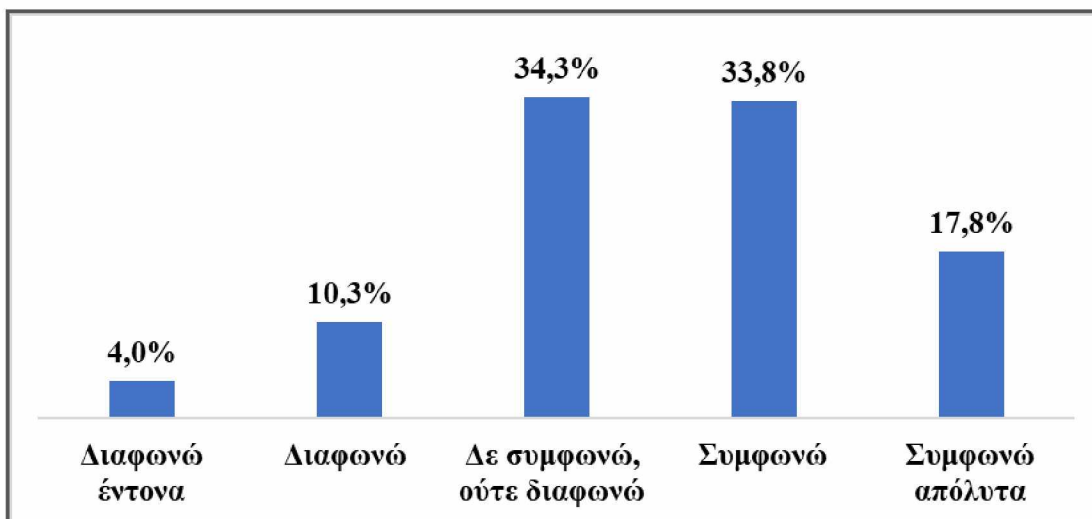




Σχήμα 5-33: Τα λειτουργικό κόστος θα επηρέαζε την απόφασή μου για να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

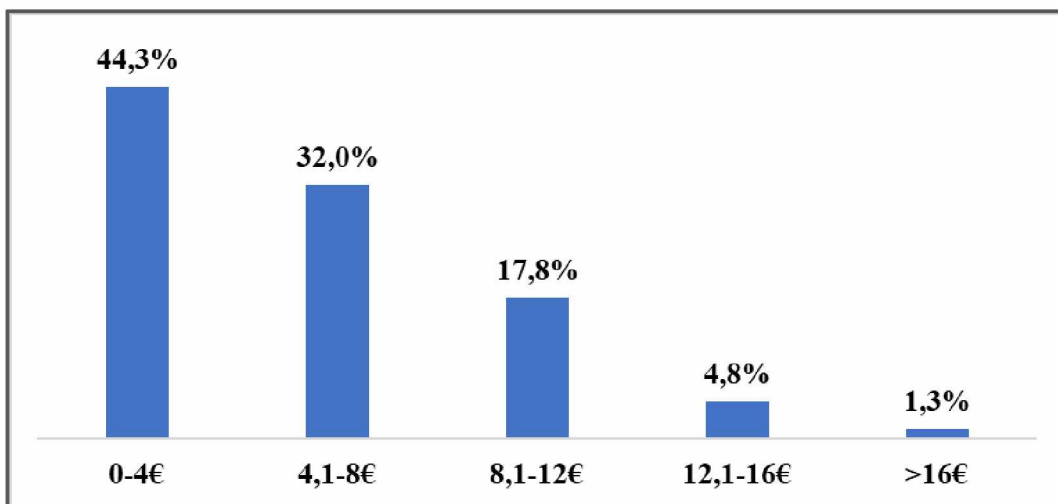


Σχήμα 5-34: Η ύπαρξη υποδομών φόρτισης θα επηρέαζε την απόφασή μου να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

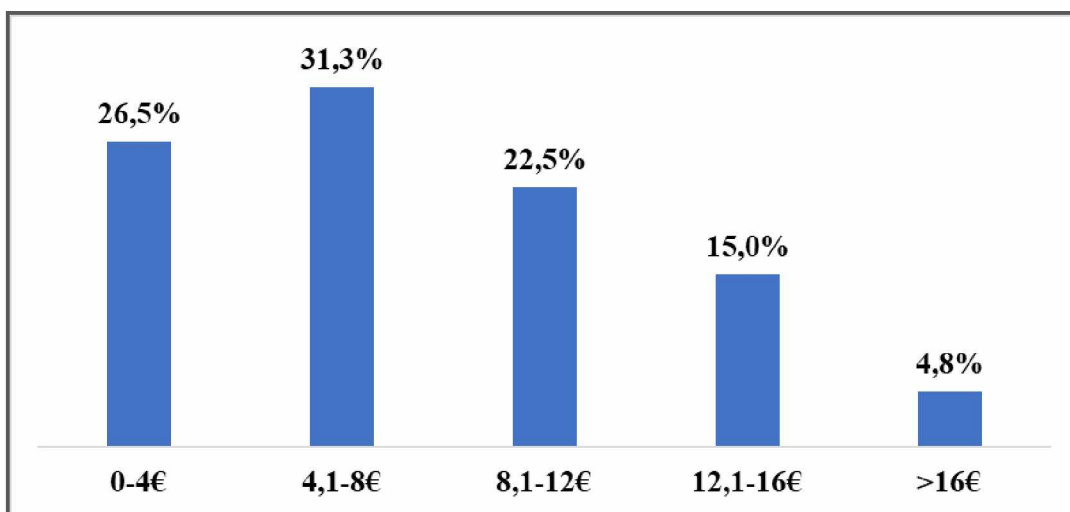


Σχήμα 5-35: Το να κατέχω ένα αυτοκίνητο σύγχρονης τεχνολογίας θα με ωθούσε να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.

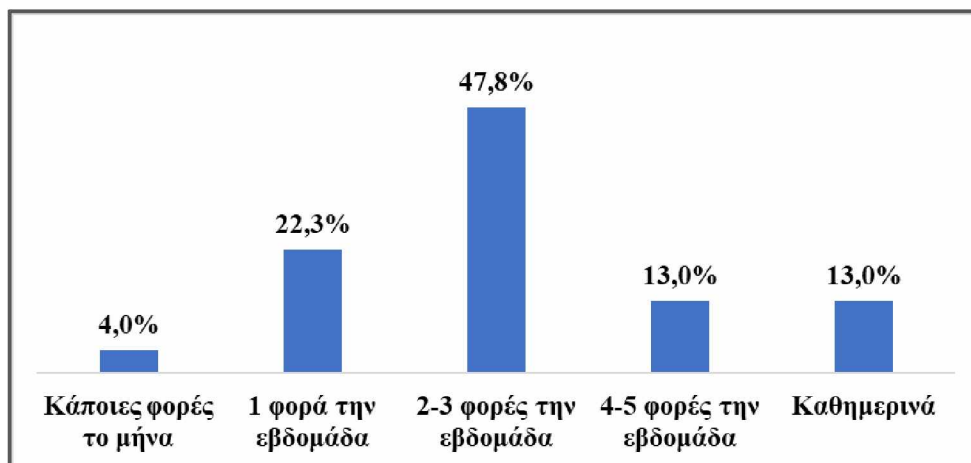
Αναφορικά με το κόστος φόρτισης, το 44,3% θα πλήρωνε ποσό μεταξύ των 0 και 4€ για μία πλήρη βραδεία φόρτιση, ενώ για μία πλήρη ταχεία φόρτιση το 31,3% των συμμετεχόντων θα ήταν διατεθειμένο να δαπανήσει ποσό της τάξης των 4,1-8€. Ως προς τη συχνότητα φόρτισης το 47,8% των συμμετεχόντων θα φόρτιζε το ηλεκτρικό του όχημα 2-3 φορές την εβδομάδα. Ιδανικά το 91,8% θα πραγματοποιούσε μία βραδεία φόρτιση κατά τη διάρκεια της νύχτας, ενώ για το 40,3% η ιδανική ώρα για μία ταχεία φόρτιση θα ήταν η μεσημεριανή. Επίσης, το 33,5% θα ενοχλούνταν «αρκετά» εάν δεν είχε συνεχώς πλήρως φορτισμένη τη μπαταρία του ηλεκτρικού του οχήματος. Την ίδια στιγμή, το 40,3% των συμμετεχόντων θα αποδέχονταν ως ελάχιστο όριο της στάθμης της μπαταρίας του ηλεκτρικού του οχήματος προτού τη φορτίσει το 20%.



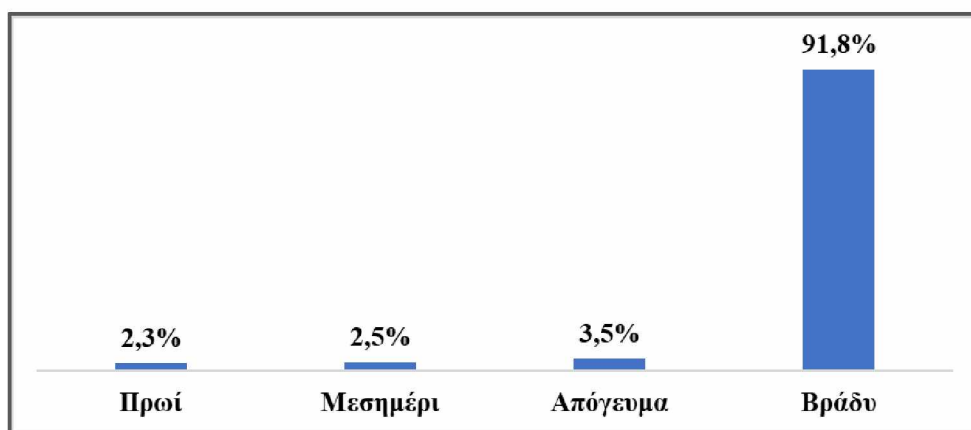
Σχήμα 5-36: Αποδεκτό κόστος για μία πλήρη βραδεία φόρτιση (6-8 ώρες) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



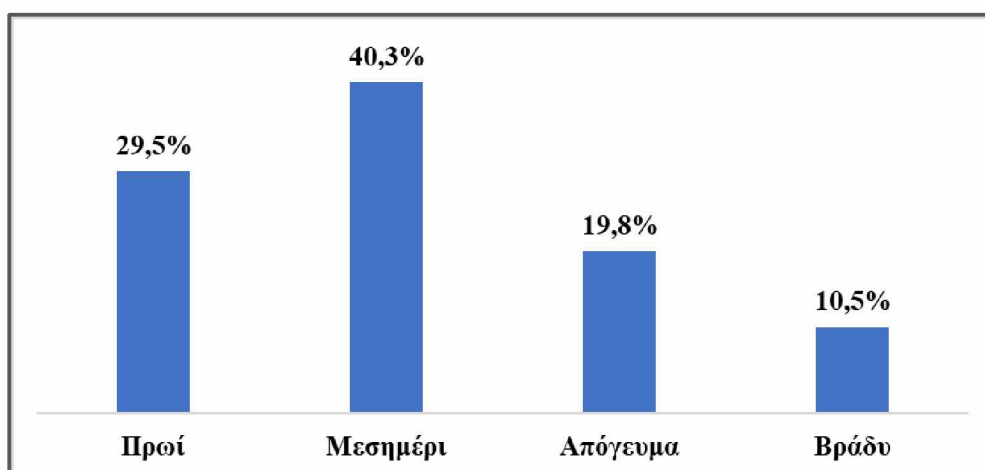
Σχήμα 5-37: Αποδεκτό κόστος για μία πλήρη ταχεία φόρτιση (20 λεπτά) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



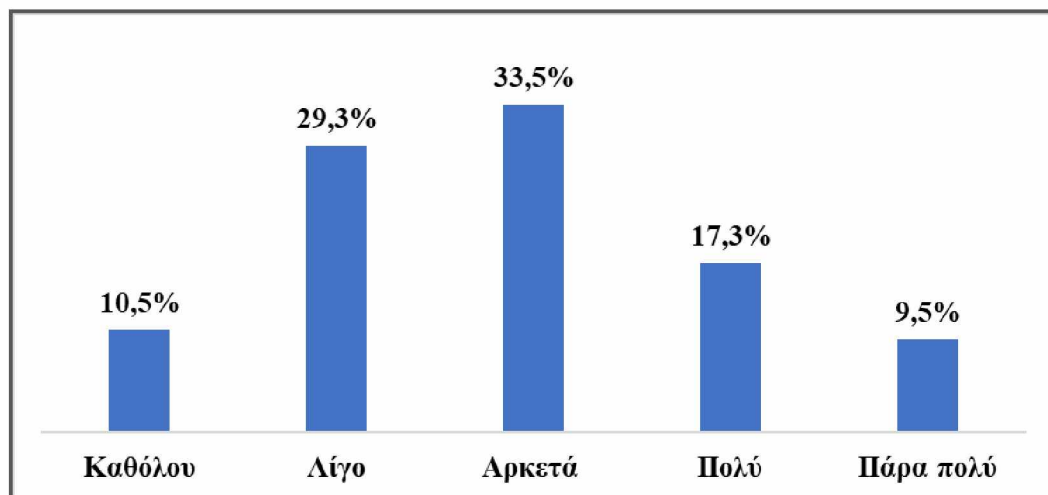
Σχήμα 5-38: Συχνότητα φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



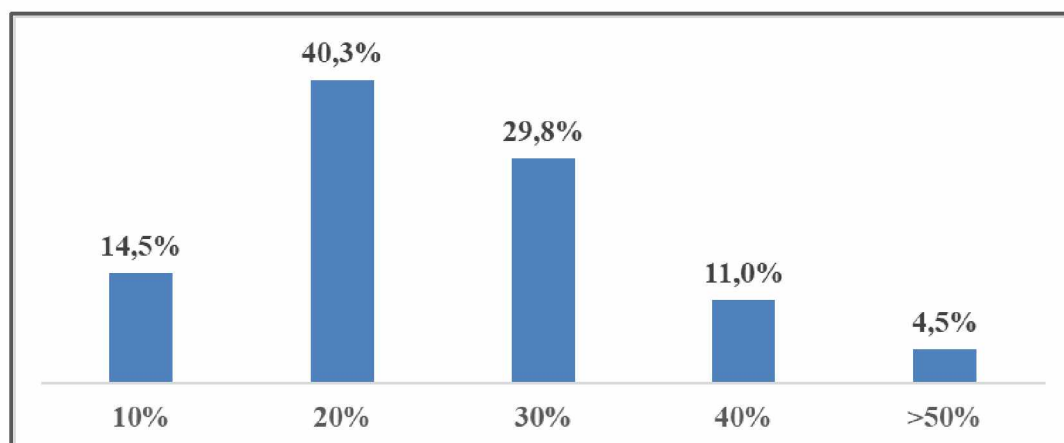
Σχήμα 5-39: Ιδανική ώρα για βραδεία φόρτιση (6-8 ώρες) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



Σχήμα 5-40: Ιδανική ώρα για ταχεία φόρτιση (20 λεπτά) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



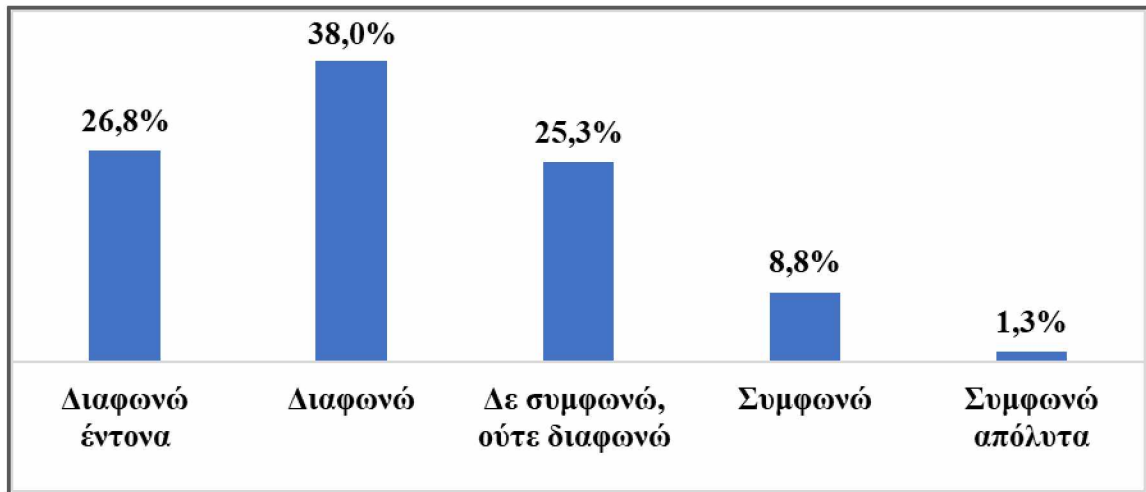
Σχήμα 5-41: Ενόχληση για μην έχετε συνεχώς πλήρως φορτισμένη μπαταρία, εάν το υπόλοιπό της ανταποκρινόταν έστω και οριακά στις ανάγκες μετακίνησής σας.



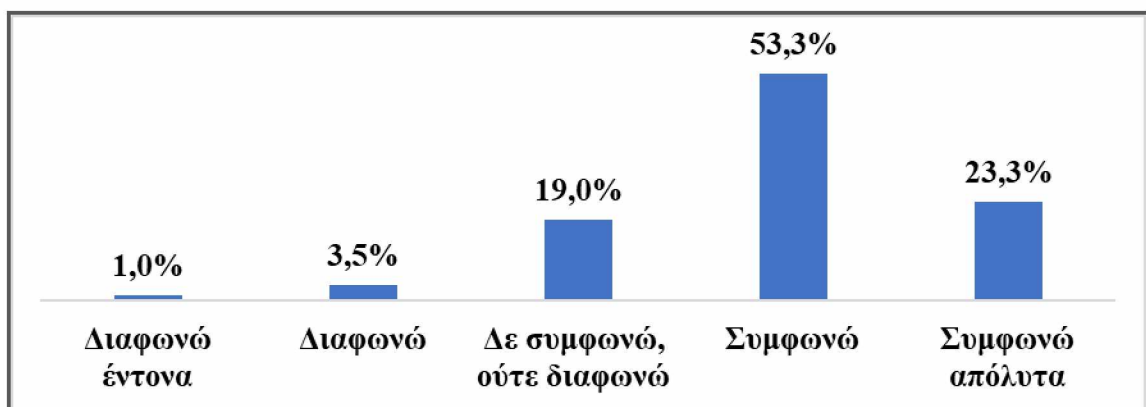
Σχήμα 5-42: Ελάχιστο ποσοστό μπαταρίας που θα σας οδηγούσε στο να φορτίσετε το αυτοκίνητό σας.

Για την πόλη του Βόλου, το 64,8% των ερωτηθέντων πιστεύει πως οι δύο σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων δεν επαρκούν. Ταυτόχρονα το 76,5% συμφωνεί πως η ύπαρξη περισσότερων σταθμών στην πόλη του Βόλου θα τους ωθούσε να αγοράσουν ευκολότερα ένα ηλεκτρικό όχημα. Επιπρόσθετα το 65,5% πιστεύει πως η υλοποίηση περισσότερων σταθμών φόρτισης στην πόλη του Βόλου θα βοηθούσε την ανάπτυξη του τουρισμού. Σημαντικός είναι

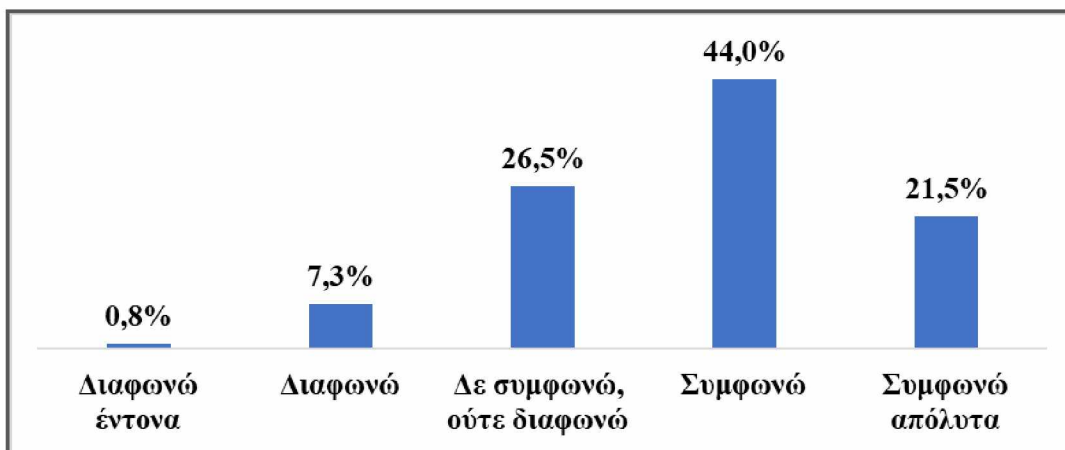
και ο αριθμός των ατόμων που πιστεύουν πως η δημιουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο Πήλιο είναι απαραίτητη με ποσοστό 73,8%.



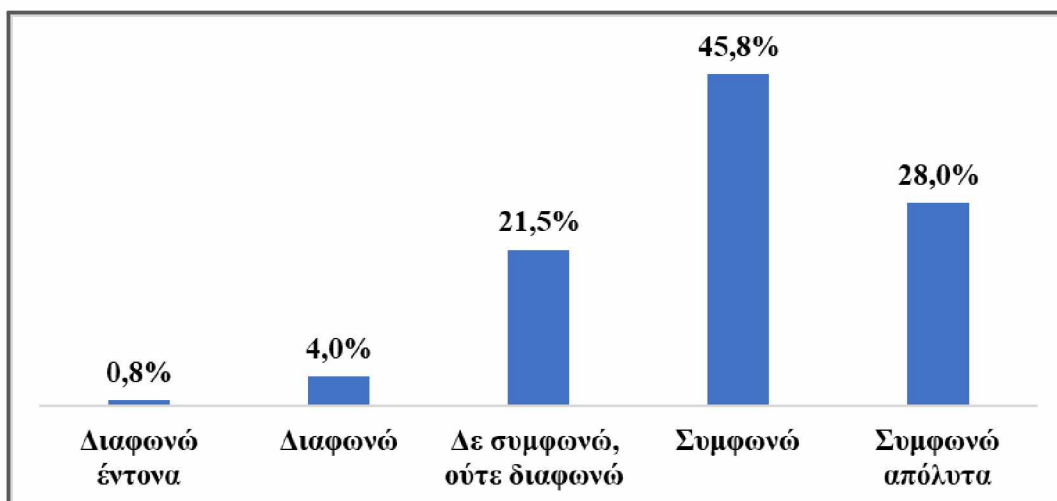
Σχήμα 5-43: Οι δύο σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου επαρκούν.



Σχήμα 5-44: Η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου θα με ωθούσε να αγοράσω πιο εύκολα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.



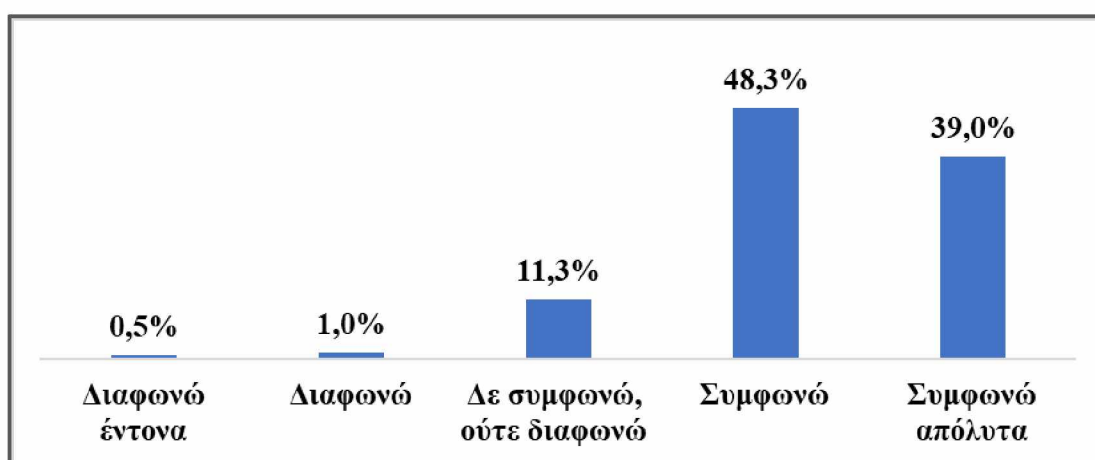
Σχήμα 5-45: Η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου θα βοηθούσε στην ανάπτυξη του τουρισμού.



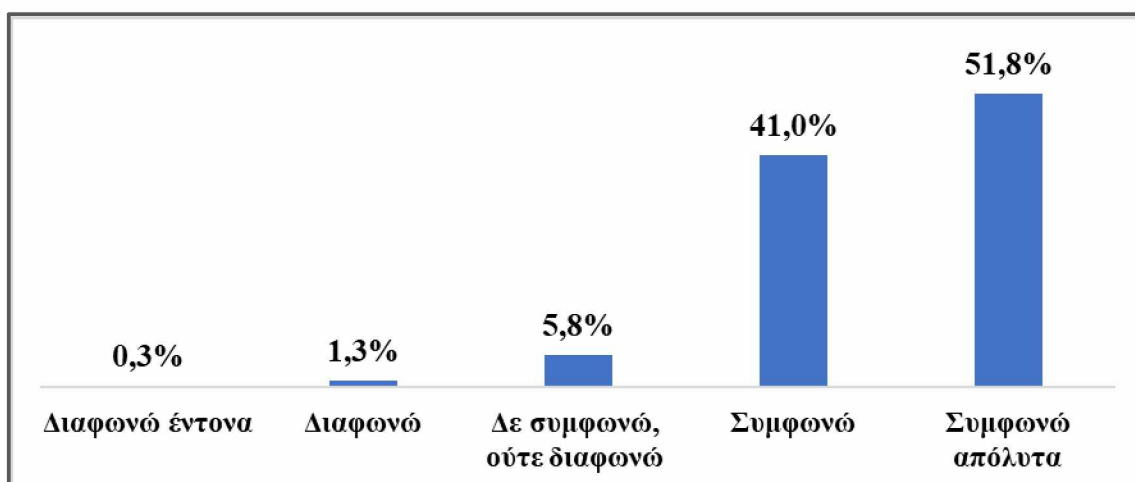
Σχήμα 5-46: Η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο Πήλιο είναι απαραίτητη.

Στη συνέχεια, οι ερωτηθέντες αξιολόγησαν τα αποτελέσματα μιας πιθανής ανανέωσης του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα. Το δείγμα υποστήριξε πως με αυτόν τον τρόπο ο Δήμος θα γίνονταν πιο σύγχρονος σε ποσοστό 87,3%, φιλικότερος προς το περιβάλλον σε ποσοστό 92,8%, πρότυπο για τους άλλους Δήμους σε ποσοστό 93,5% και δημοφιλέστερος τουριστικός προορισμός σε ποσοστό 62,8%. Επιπλέον, το

91,5% υποστηρίζει πως ο Δήμος Βόλου θα πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς ταχείας φόρτισης και το 71% δηλώνει πως ο δήμος θα πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς αργής φόρτισης. Για την κατασκευή και λειτουργία των σταθμών το 81% πιστεύει πως ο δήμος θα πρέπει να συνεργαστεί με ιδιωτικούς φορείς και το 76,8% δηλώνει υπέρ της παραχώρησης εδαφών του Δήμου για την κατασκευή σταθμών φόρτισης. Τέλος, ποσοστό 91,8% πιστεύει πως ο Δήμος οφείλει να οργανώσει ενημερωτικές δράσεις των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.

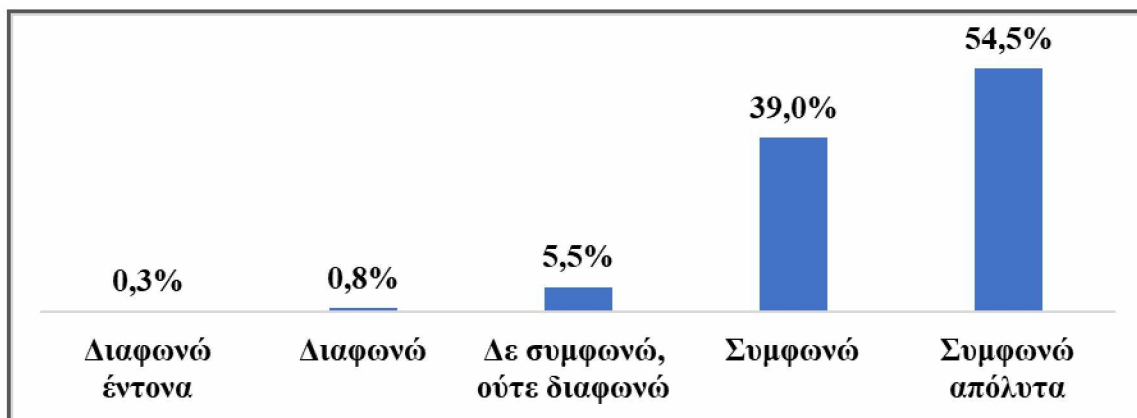


Σχήμα 5-47: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα γινόταν περισσότερο σύγχρονος.

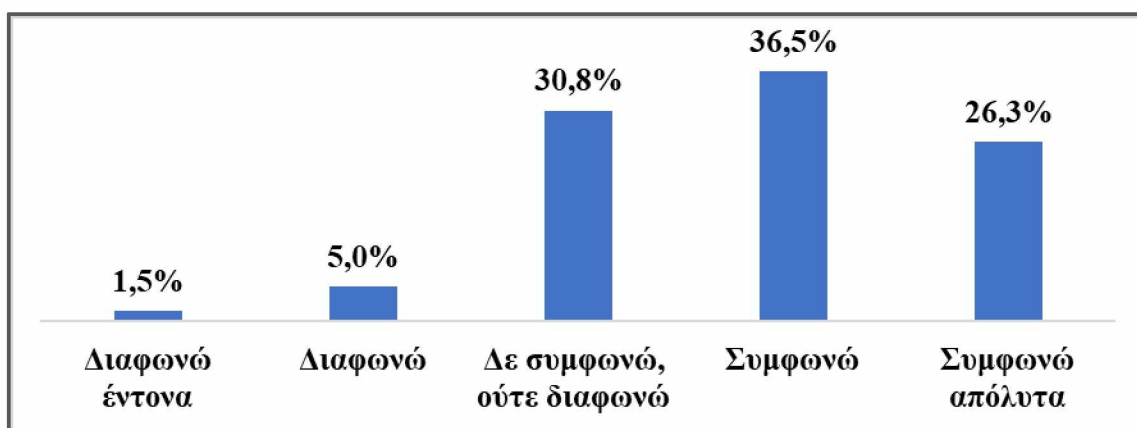


Σχήμα 5-48: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα γινόταν περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον.

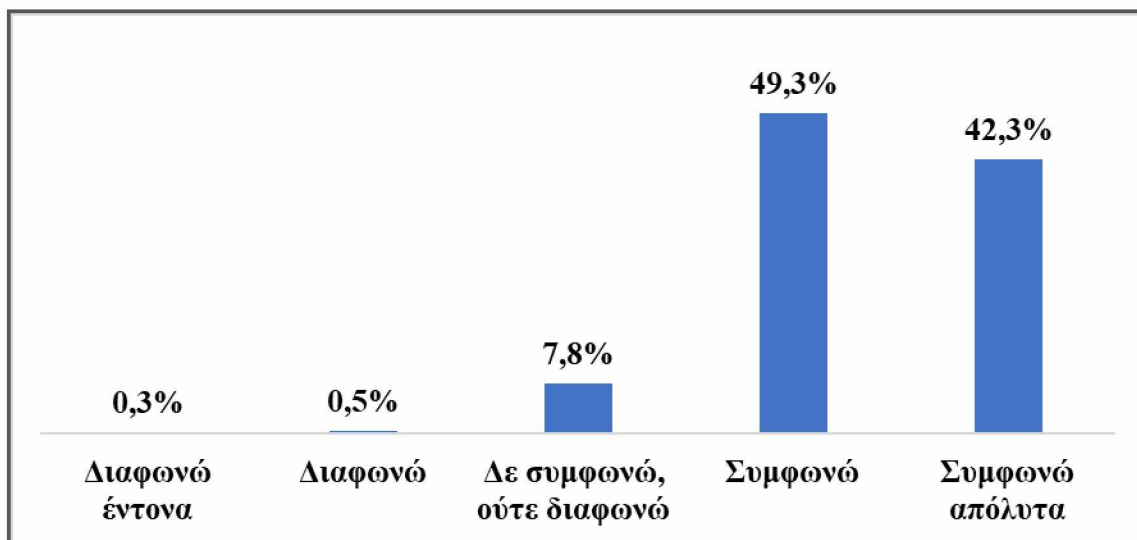




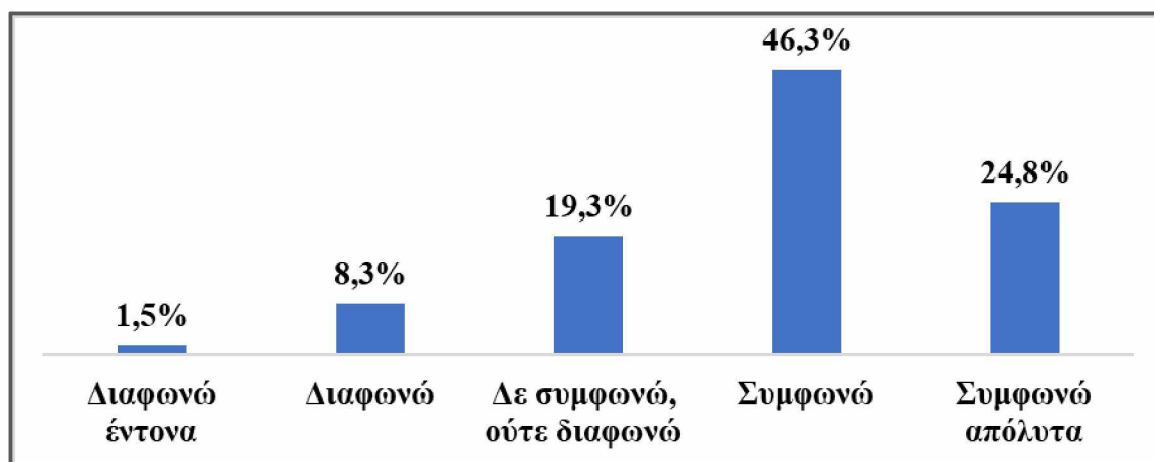
Σχήμα 5-49: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πρότυπο για τους άλλους Δήμους.



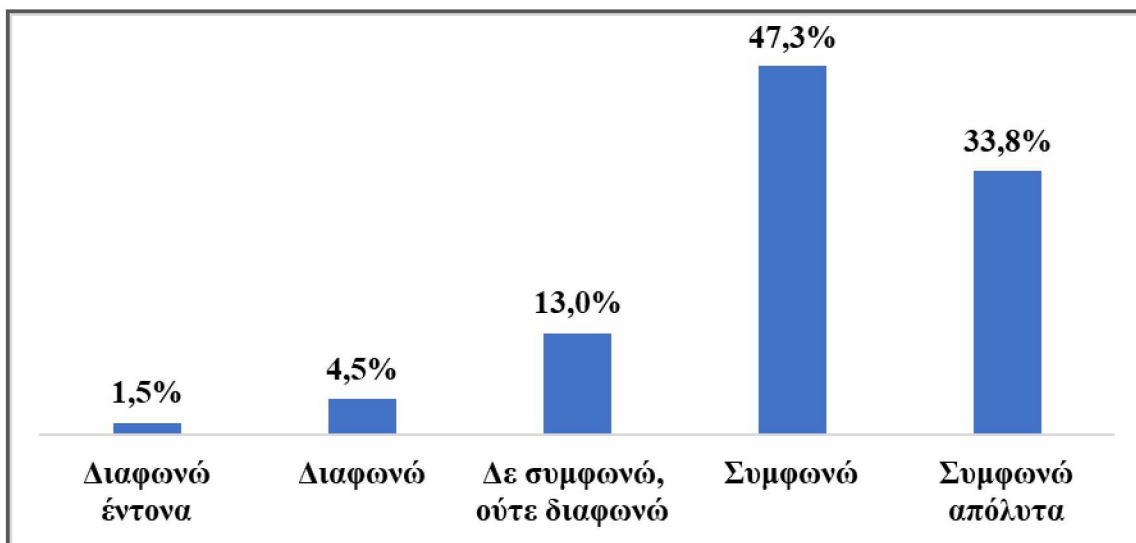
Σχήμα 5-50: Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα, η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες.



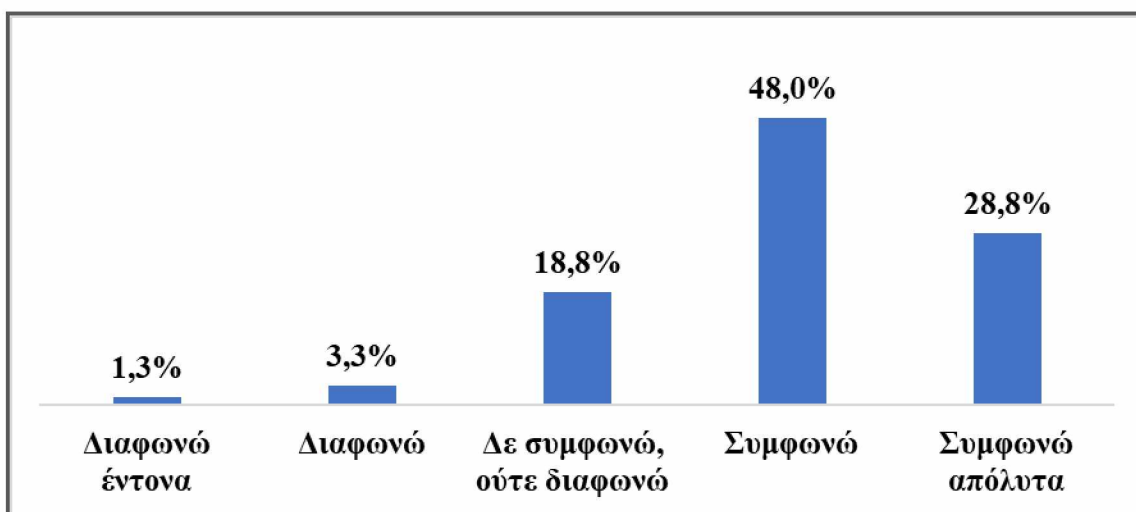
Σχήμα 5-51: Ο Δήμος πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους.



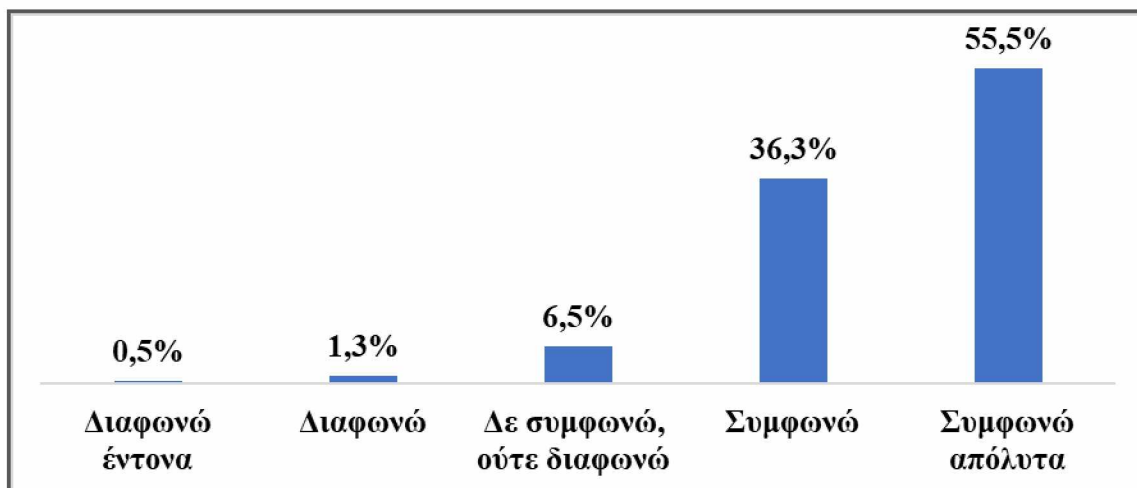
Σχήμα 5-52: Ο Δήμος πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους.



Σχήμα 5-53: Ο Δήμος πρέπει να συνεργαστεί με ιδιωτικούς φορείς για την κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης.

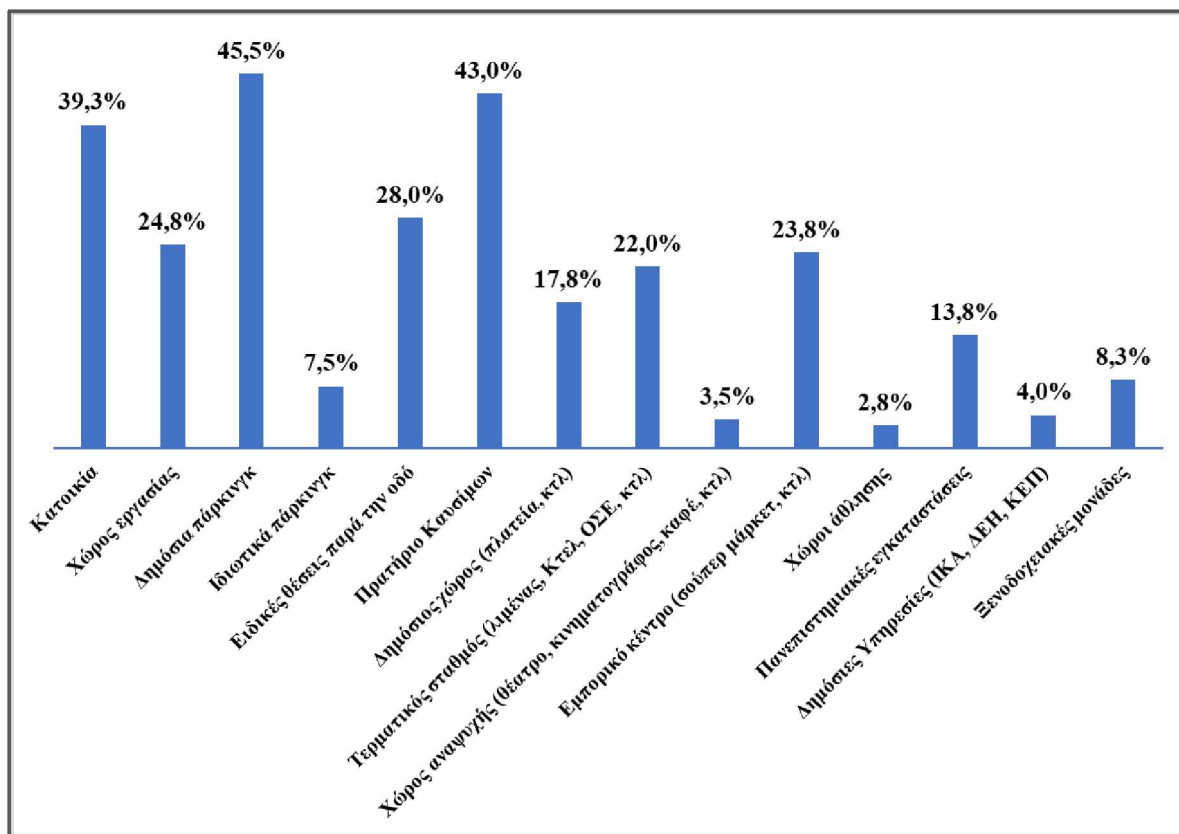


Σχήμα 5-54: Ο Δήμος πρέπει να παραχωρήσει εκτάσεις που του ανήκουν για εγκατάσταση σταθμών φόρτισης.



Σχήμα 5-55: Ο Δήμος πρέπει να οργανώσει δράσεις ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.

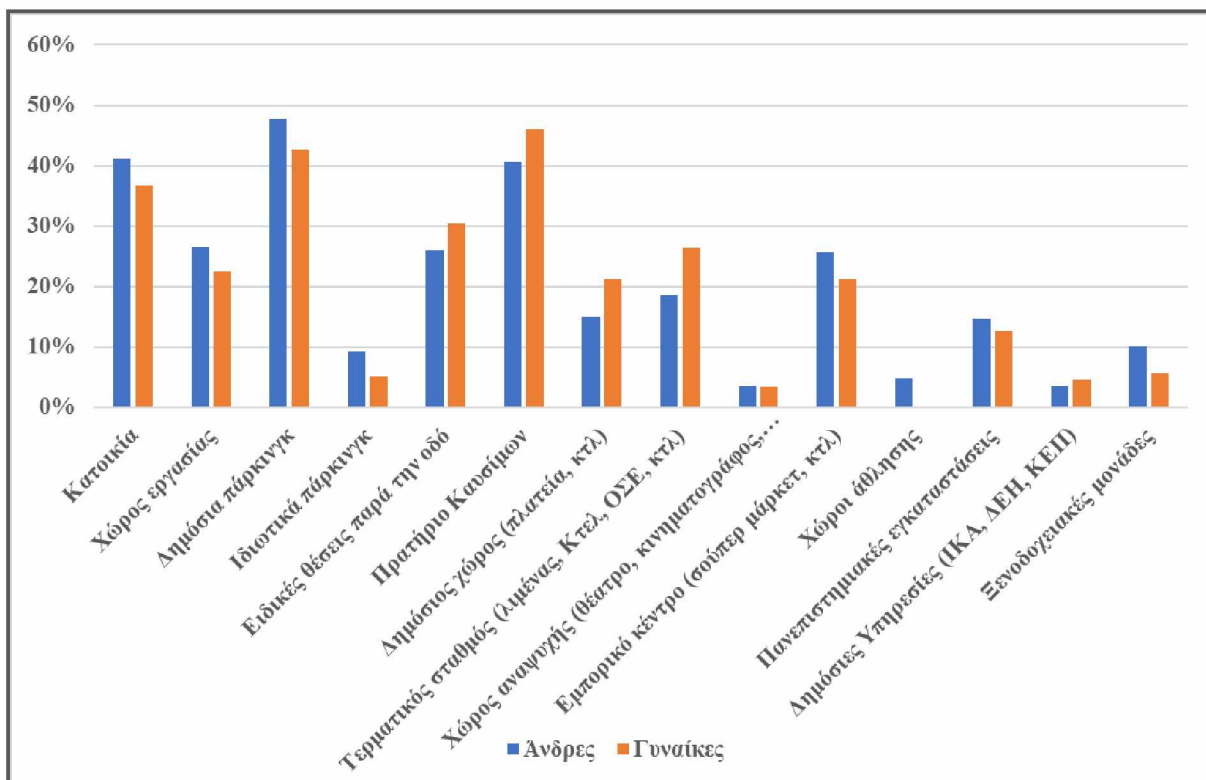
Τέλος, οι ερωτηθέντες απάντησαν πως οι τρεις ιδανικότερες τοποθεσίες για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός πόλης είναι τα δημόσια πάρκινγκ με ποσοστό 45,5%, τα πρατήρια καυσίμων με ποσοστό 43% και η κατοικία με ποσοστό 39,3%. Ως προς τις απαντήσεις ελεύθερης επιλογής, ήταν ελάχιστες και ανήκαν ήδη σε κάποια από τις επιλεγμένες απαντήσεις, οπότε και μετακινήθηκαν αντίστοιχα στην κατάλληλη θέση.



Σχήμα 5-56: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης.

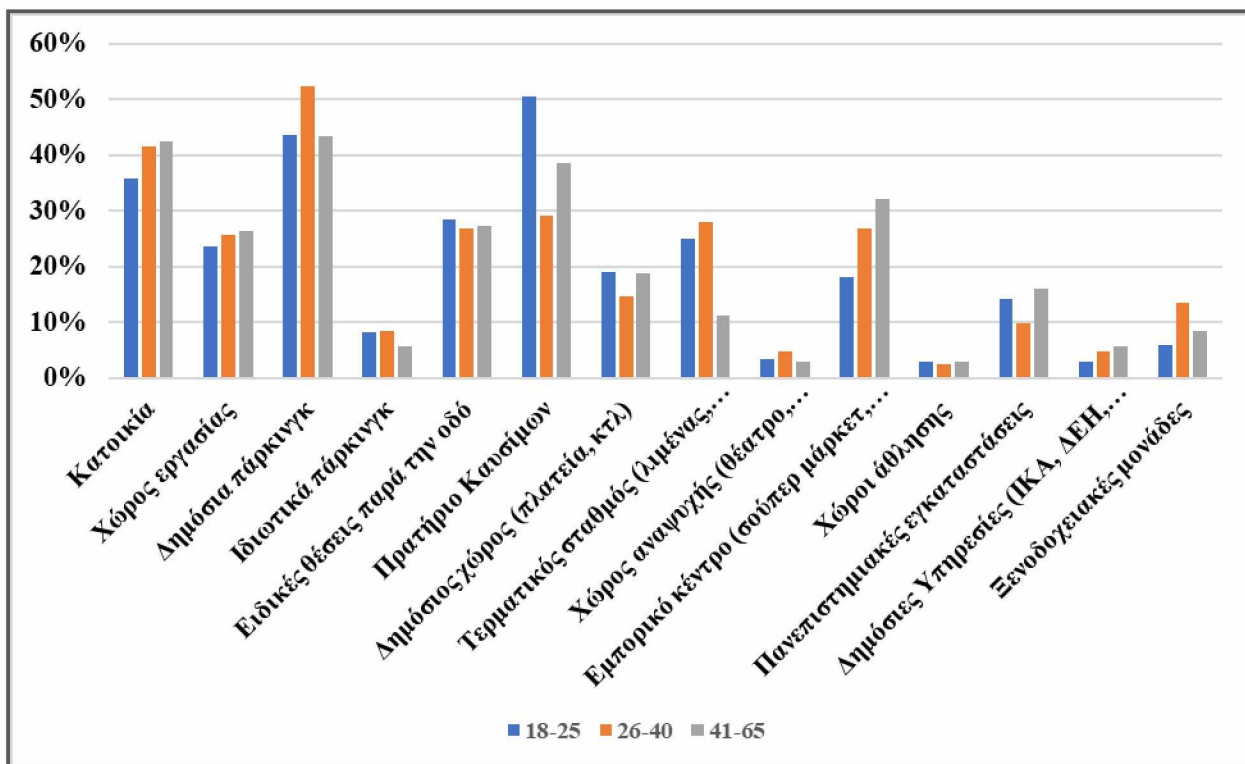
Επίσης, ως προς τις ιδανικότερες θέσεις για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες συγκρίσεις ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, όπως για παράδειγμα το φύλο, την ηλικία, το εισόδημα και τον τόπο κατοικίας.

Ως προς το φύλο, οι άνδρες θεωρούν ιδανικότερες τοποθεσίες σε σχέση με τις γυναίκες τα δημόσια πάρκινγκ, την κατοικία και τα εμπορικά κέντρα, ενώ οι γυναίκες προτιμούν περισσότερο τους τερματικούς σταθμούς και τους δημόσιους χώρους. Σημαντικό είναι ακόμα το γεγονός πως καμία γυναίκα δεν επέλεξε για ιδανική τοποθεσία τις αθλητικές εγκαταστάσεις.



Σχήμα 5-57: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με το φύλο των ερωτηθέντων.

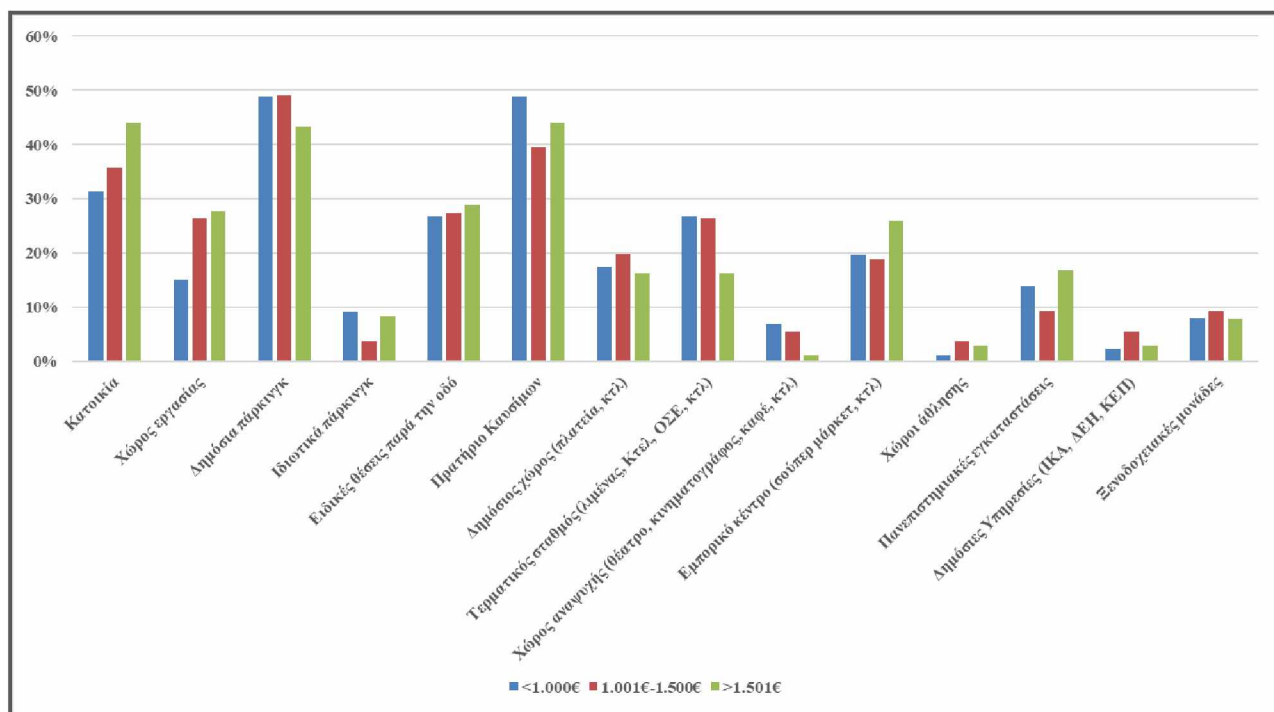
Ως προς την ηλικία, το 98% του δείγματος ανήκει στις ηλικιακές ομάδες μεταξύ των 18-25, 26-40 και 41-65 χρόνων, για αυτό και η ηλικιακή ομάδα μεγαλύτερη των 66 χρόνων δεν λήφθηκε υπόψιν στο Σχήμα 5-58. Φαίνεται πως οι πολίτες μεταξύ των 18-25 χρόνων θεωρούν σημαντικότερη τοποθεσία τα πρατήρια καυσίμων έναντι αυτών που ανήκουν στις άλλες δύο ομάδες. Επιπρόσθετα, οι άνθρωποι μεταξύ των 26-40 τείνουν να ιεραρχούν υψηλότερα σε σχέση με τις άλλες δύο ηλικιακές ομάδες τα δημόσια παρκινγκ και τους τερματικούς σταθμούς ως ιδανικότερες τοποθεσίες. Για τους ερωτηθέντες μεταξύ των 41-65 χρόνων, η κατοικία και τα εμπορικά κέντρα είναι σημαντικότερα σε σχέση με αυτούς των μικρότερων ηλικιών που θεωρείται ένα λογικό αποτέλεσμα, καθώς οι άνθρωποι αυτοί τείνουν να περνούν περισσότερο χρόνο εντός των κατοικιών τους.



Σχήμα 5-58: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με την ηλικία των ερωτηθέντων.

Ως προς το μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα, οι ερωτηθέντες που διαθέτουν μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα μικρότερο των 1.000€ θεωρούν ως ιδανικότερες τοποθεσίες σε σχέση με αυτούς που έχουν μεγαλύτερο εισόδημα τα πρατήρια καυσίμων και τους χώρους αναψυχής. Για όσους δηλώνουν 1.001-1.500€ ως μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα, τα δημόσια πάρκινγκ έχουν τη μεγαλύτερη βαρύτητα σε σχέση με αυτούς που ανήκουν στις άλλες δύο οικονομικές ομάδες. Παράλληλα, για όσους έχουν μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα μεγαλύτερο των 1.501€, η κατοικία, ο χώρος εργασίας και τα εμπορικά κέντρα εμφανίζονται να έχουν μεγαλύτερη προτίμηση σε σχέση με τους ερωτηθέντες που έχουν μικρότερο οικογενειακό εισόδημα. Στο Σχήμα 5-59 φαίνεται ακόμα πως οι τερματικοί σταθμοί και τα δημόσια πάρκινγκ αποτελούν τοποθεσίες μειωμένης σημαντικότητας για τους ερωτηθέντες με μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα μεγαλύτερο των 1.501€ σε σχέση με τις άλλες δύο κατηγορίες. Αυτό πιθανώς

συμβαίνει, γιατί αυτοί οι πολίτες βρίσκονται σε θέση να ταξιδεύουν ευκολότερα με κάποιο ιδιωτικό μέσο είτε να σταθμεύουν το όχημά τους σε κάποια ιδιωτική θέση ή σταθμό.

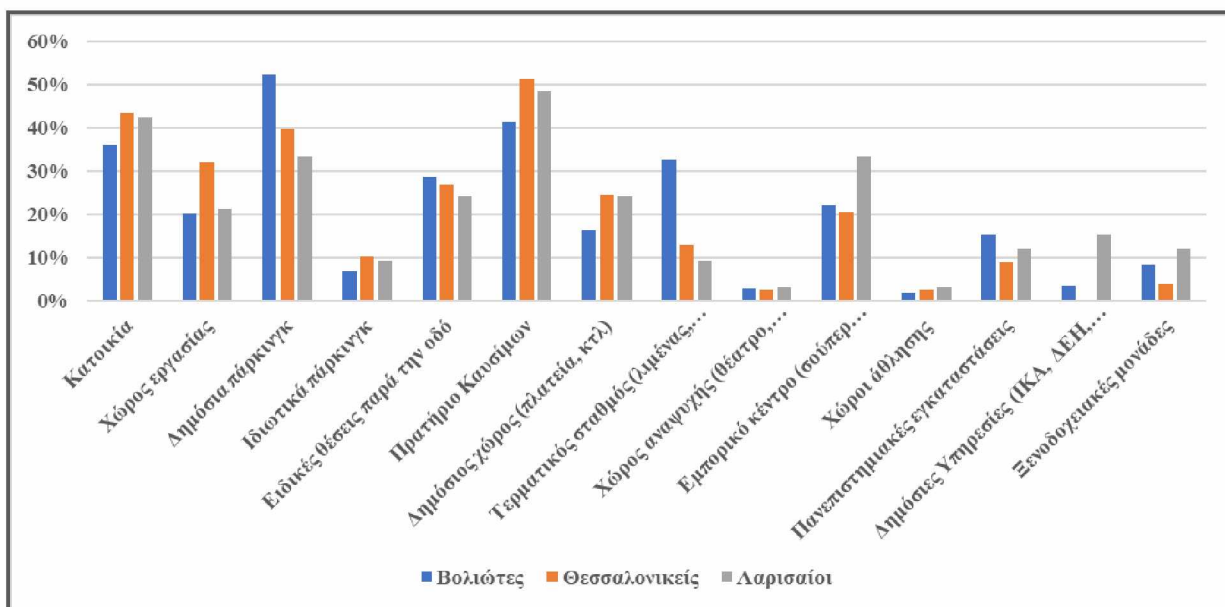


Σχήμα 5-59: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με το εισόδημα των ερωτηθέντων.

Τέλος, ως προς τον τόπο διαμονής, συγκρίθηκαν οι απαντήσεις των τριών πόλεων με τους περισσότερους ερωτηθέντες, οι οποίες ήταν ο Βόλος, η Θεσσαλονίκη και η Λάρισα. Οι κάτοικοι του Βόλου θεωρούν περισσότερο σημαντικές τοποθεσίες τα δημόσια πάρκινγκ, τους τερματικούς σταθμούς και τις πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις σε σχέση με τους κατοίκους των άλλων δύο πόλεων. Οι Θεσσαλονικείς βρίσκουν ελκυστικότερες σε σχέση με τους κατοίκους των θεσσαλικών περιοχών τα πρατήρια καυσίμων, τον χώρο εργασίας και την κατοικία. Η τάση αυτή οφείλεται στο γεγονός πως στη Θεσσαλονίκη, οι αποστάσεις είναι μεγαλύτερες σε σχέση με τις άλλες δύο πόλεις και οι ανάγκες για εύρεση στάθμευσης κοντά στην κατοικία και στον χώρο εργασίας, μεγαλύτερες. Επίσης κανένας κάτοικος της Θεσσαλονίκης δεν θεωρεί ιδανική



τοποθεσία τις δημόσιες υπηρεσίες. Για τους ερωτηθέντες που κατοικούν στη Λάρισα, τα εμπορικά κέντρα και οι δημόσιες υπηρεσίες έχουν μεγαλύτερη σημασία σε σχέση με τους κατοίκους του Βόλου και της Θεσσαλονίκης.



Σχήμα 5-60: Ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης ανάλογα με τον τόπο κατοικίας των ερωτηθέντων.

### 5.3.2 Επαγωγική στατιστική ανάλυση

Σε αυτό το Υπο-κεφάλαιο, περιγράφονται τα αποτελέσματα της επαγωγικής στατιστικής που πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή μη-παραμετρικών ελέγχων αναφορικά με την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου. Ειδικότερα, διερευνήθηκε εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση βαθμολογία που έδωσαν οι ερωτηθέντες στις ερωτήσεις της έρευνας σχετικά με:

- πεποιθήσεις για τις εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης,
- πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου,

πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου,

- προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου,
- φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων,
- ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα,
- πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων,

σε συνάρτηση με διάφορες (ανεξάρτητες) μεταβλητές, όπως το φύλο, η ηλικία και το μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα.

Γενικά, από την ανάλυση προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα άτομα έχουν θετική στάση ως προς τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης, τις προθέσεις για την αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, την ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα και τις πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων. Στους παρακάτω Πίνακες, περιλαμβάνονται η μέση τιμή βαθμολογίας και η τυπική απόκλιση για κάθε μεταβλητή με βάση το φύλο, την ηλικία και το μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα αντίστοιχα, και το p-value που προσδίδει τη σημαντικότητα της αντίστοιχης υπόθεσης. Για τις αναλύσεις θεωρήθηκε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και διάστημα εμπιστοσύνης 5%, ενώ παράλληλα εφαρμόστηκε το μη-παραμετρικό στατιστικό πρότυπο Mann-Whitney U.

#### *5.3.2.1 Αποτελέσματα ανάλυσης με κριτήριο το φύλο*

Στατιστικά σημαντικές διαφορές με κριτήριο το φύλο εντοπίζονται στις πεποιθήσεις για τις εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης, τις πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τις προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τη φόρτιση ηλεκτρικών

αυτοκινήτων, την ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα και τις πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων.

Συγκεκριμένα, στις πεποιθήσεις για τον τομέα της αυτοκίνησης, στο ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης ( $p\text{-value}=0$ ) και στο ενδιαφέρον για τη χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου ( $p\text{-value}<5\%$ ), οι άνδρες (Μέση Τιμή -  $MT=4,5$ , Τυπική Απόκλιση -  $TA=0,699$  και  $MT=4,3$ ,  $TA=0,870$ , αντίστοιχα) ενδιαφέρονται περισσότερο συγκριτικά με τις γυναίκες ( $MT=4,2$ ,  $TA=0,753$  και  $MT=4,2$ ,  $TA=0,766$ , αντίστοιχα) για τα θέματα αυτά.

Αναφορικά με τις πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, παρατηρείται πως υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου για την αντικατάσταση παλαιότερου αυτοκινήτου ( $p\text{-value}<5\%$ ) και στα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων ως προς την ασφάλεια ( $p\text{-value}<5\%$ ), τις καλύτερες επιδόσεις ( $p\text{-value}=0$ ), το μικρότερο λειτουργικό κόστος ( $p\text{-value}<5\%$ ) και το μικρότερο κόστος συντήρησης ( $p\text{-value}=0$ ). Φαίνεται πως οι άντρες προτιμούν περισσότερο να αντικαταστήσουν ένα παλαιότερο όχημα με ένα ηλεκτρικό ( $MT=4,0$ ,  $TA=0,824$ ) συγκριτικά με τις γυναίκες ( $MT=3,7$ ,  $TA=0,832$ ). Παράλληλα, οι άντρες θεωρούν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ασφαλέστερα ( $MT=3,3$ ,  $TA=0,901$ ) συγκριτικά με τις γυναίκες ( $MT=3,1$ ,  $TA=0,656$ ). Επίσης οι άντρες θεωρούν πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις ( $MT=3,3$ ,  $TA=1,030$ ), μικρότερο λειτουργικό κόστος ( $MT=3,9$ ,  $TA=0,935$ ) και μικρότερο κόστος συντήρησης ( $MT=3,6$ ,  $TA=1,052$ ) συγκριτικά με τις γυναίκες ( $MT=2,9$ ,  $TA=0,653$ ,  $MT=3,6$ ,  $TA=0,760$  και  $MT=3,2$ ,  $TA=0,858$ , αντίστοιχα).

Στις προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, στατιστικά σημαντικές διαφορές υπάρχουν στην κρατική επιδότηση μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς ( $p$ -

value<5%) και στην κατοχή αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας (p-value<5%). Όσον αφορά στην κρατική επιδότηση μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς, οι άνδρες (MT=4,4, TA=0,644) τη θεωρούν σημαντικότερη συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=4,3, TA=0,752). Ακόμη, οι άντρες επιθυμούν περισσότερο να κατέχουν ένα αυτοκίνητο σύγχρονης τεχνολογίας (MT=3,6, TA=1,028) συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=3,3, TA=1,0).

Όσον αφορά στη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται στην επάρκεια των 2 σταθμών φόρτισης στην πόλη του Βόλου (p-value<5%), στη βοήθεια περισσότερων σταθμών φόρτισης στην ανάπτυξη του τουρισμού (p-value<5%), στην απαραίτητη κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης στο Πήλιο (p-value<5%) και στη συχνότητα φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου (p-value<5%). Ως προς την επάρκεια των 2 σταθμών φόρτισης, οι γυναίκες (MT=2,4, TA=0,918) θεωρούν πως επαρκούν περισσότερο συγκριτικά με τους άντρες (MT=2,1, TA=0,997). Αντίθετα, οι άντρες (MT=3,9, TA=0,940) πιστεύουν περισσότερο πως οι περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα βοηθούσαν στην ανάπτυξη του τουρισμού συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=3,7, TA=0,815). Επιπλέον, βρίσκουν σημαντικότερη την απαραίτητη κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών στο Πήλιο (MT=4,0, TA=0,869) συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=3,9, TA=0,819), ενώ παράλληλα θα φόρτιζαν συχνότερα το ηλεκτρικό τους αυτοκίνητο (MT=3,2, TA=1,047) συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=3,0, TA=0,955).

Σχετικά με την ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα, στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίζεται ως προς το αν ο Δήμος θα γινόταν περισσότερο σύγχρονος (p-value<5%). Στο ζήτημα αυτό, οι άντρες πιστεύουν πως ο Δήμος Βόλου θα γινόταν περισσότερο σύγχρονος (MT=4,3, TA=0,762) συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=4,2, TA=0,678).

Στις πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων, στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στην κατασκευή σταθμών ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους ( $p\text{-value}<5\%$ ) και στη συνεργασία με ιδιώτες για κατασκευή και λειτουργία νέων σταθμών φόρτισης ( $p\text{-value}<5\%$ ). Οι άντρες είναι περισσότερο σύμφωνοι στην κατασκευή σταθμών ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους (MT=4,4, TA=0,702) και στη συνεργασία με ιδιώτες για κατασκευή και λειτουργία νέων σταθμών φόρτισης (MT=4,1, TA=0,906) συγκριτικά με τις γυναίκες (MT=4,3, TA=0,600 και MT=4,0, TA=0,847, αντίστοιχα).

Πίνακας 5-3: Μέση βαθμολογία και σύνοψη συγκριτικών αποτελεσμάτων με κριτήριο το φύλο.

Μεταβλητές	Άνδρες (Α)		Γυναίκες (Γ)		Mann-Whitney U	p-value A vs. Γ
	ΜΤ	ΤΑ	ΜΤ	ΤΑ		
<b>Πειοιθήσεις για τις εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης:</b>						
Ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης	4,5	0,699	4,2	0,753	15147,5	0*
Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη	4,6	0,646	4,5	0,596	17940	0,084
Ενδιαφέρον για χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου	4,3	0,870	4,2	0,766	17507	0,041*
Κατάργηση συμβατικού αυτοκινήτου, εάν υπήρχε ηλεκτρικό αυτοκίνητο	3,8	1,142	3,8	0,997	18555,5	0,315
<b>Πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου</b>	3,5	1,100	3,4	1,003	18640,5	0,353
<b>Πειοιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου:</b>						
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησης	3,4	0,883	3,2	0,716	17874,5	0,088
Αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου για την αντικατάσταση παλαιότερου αυτοκινήτου	4,0	0,824	3,7	0,832	16382	0,002*
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον	4,4	0,815	4,5	0,641	18915,5	0,461
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα	3,3	0,901	3,1	0,656	17661	0,049*
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις	3,3	1,030	2,9	0,653	16012	0*
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος	3,9	0,935	3,6	0,760	15961	0,001*
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης	3,6	1,052	3,2	0,858	15006,5	0*
<b>Προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου:</b>						
Κρατική επιδότηση μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς	4,4	0,644	4,3	0,752	17506	0,037*
Μειωμένα τέλη κυκλοφορίας	4,4	0,770	4,4	0,695	19270	0,704
Χαμηλές εκπομπές ρύπων	4,2	0,920	4,4	0,731	18171	0,155
Λειτουργικό κόστος	4,3	0,703	4,2	0,692	18491,5	0,250
Κατοχή αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας	3,6	1,028	3,3	1,000	16313,5	0,002*
Ύπαρξη υποδομών φόρτισης	4,6	0,711	4,6	0,701	19515	0,879
<b>Φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων</b>						

Μεταβλητές	Ανδρες (Α)		Γυναίκες (Γ)		Mann-Whitney U	p-value A vs. Γ
	MT	TA	MT	TA		
Οι 2 σταθμοί φόρτισης στον Βόλο επαρκούν	2,1	0,997	2,4	0,918	16191,5	0,001*
Περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα ωθούσαν την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου	4,0	0,827	3,9	0,779	18406	0,229
Περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα βοηθούσαν στην ανάπτυξη του τουρισμού	3,9	0,940	3,7	0,815	17325	0,03*
Η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης στο Πήλιο είναι απαραίτητη	4,0	0,869	3,9	0,819	17317	0,029*
Συχνότητα φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου	3,2	1,047	3,0	0,955	17010,5	0,013*
Ενόχληση εάν δεν είναι πλήρως φορτισμένη η μπαταρία	2,9	1,101	2,8	1,141	19379	0,798
<b>Ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δ. Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα</b>						
Περισσότερο σύγχρονος	4,3	0,762	4,2	0,678	17474	0,036*
Περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον	4,4	0,731	4,5	0,614	19308,5	0,729
Θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πρότυπο για τους άλλους Δήμους	4,5	0,687	4,5	0,624	19633,5	0,978
Η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες	3,9	1,001	3,8	0,837	18146,5	0,164
<b>Πρωτοβουλίες Δ. Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων</b>						
Κατασκευή σταθμών βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους	3,9	0,995	3,8	0,865	18871	0,462
Κατασκευή σταθμών ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους	4,4	0,702	4,3	0,600	17512,5	0,037*
Συνεργασία με ιδιώτες για κατασκευή και λειτουργία νέων σταθμών φόρτισης	4,1	0,906	4,0	0,847	17354,5	0,029*
Παραχώρηση εκτάσεων προκειμένου να εγκατασταθούν σταθμοί φόρτισης	4,0	0,906	4,0	0,766	18191	0,166
Οργάνωση δράσεων ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση	4,4	0,746	4,5	0,678	19097	0,577
<i>MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση, *Στατιστικά σημαντικό, p-value&lt;5%</i>						

### 5.3.2.2 Αποτελέσματα ανάλυσης με κριτήριο την ηλικία

Στατιστικά σημαντικές διαφορές με κριτήριο την ηλικία εντοπίστηκαν στις πεποιθήσεις για τις εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης, την πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τις πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τις προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, την ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα και τις πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων. Για την ανάλυση αυτή, οι ηλικιακές ομάδες των ερωτηθέντων χωρίστηκαν στις 3 ακόλουθες κατηγορίες:

- A1:  $\leq 25$  ετών
- A2: 26-40 ετών
- A3:  $\geq 40$  ετών

Ως προς τις πεποιθήσεις για τον τομέα της αυτοκίνησης, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, στο ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$ ,  $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ), του ενδιαφέροντος για τη χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ) και στην κατάργηση συμβατικού αυτοκινήτου, εάν υπήρχε ηλεκτρικό αυτοκίνητο ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ). Αναλυτικότερα, τα άτομα της κατηγορίας A1 (MT=4,2, TA=0,716) δείχνουν μικρότερο ενδιαφέρον για τις νέες εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης συγκριτικά με τα άτομα της κατηγορίας A2 (MT=4,4, TA=0,762) και της κατηγορίας A3 (MT=4,5, TA=0,719). Επίσης, οι ερωτηθέντες της ηλικιακής ομάδας A1 αδιαφορούν περισσότερο για τη χρήση ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου (MT=4,1, TA=0,867) και για την κατάργηση ενός συμβατικού αυτοκινήτου, εάν υπήρχε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο (MT=3,6, TA=1,085) συγκριτικά με αυτούς της ηλικιακής ομάδας A3 (MT=4,4, TA=0,733 και MT=4,1, TA=0,998, αντίστοιχα).



Όσον αφορά στην πιθανότητα αγοράς ενός καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ατόμων της κατηγορίας A1 και των ατόμων των κατηγοριών A2 ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$ ) και A3 ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ). Συγκεκριμένα, οι άνθρωποι που ανήκουν στην κατηγορία A1 (MT=3,3, TA=1,002) θεωρούν λιγότερο πιθανό το ενδεχόμενο να αγοράσουν ένα καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο συγκριτικά με αυτούς της κατηγορίας A2 (MT=3,7, TA=1,132) και A3 (MT=3,7, TA=1,045).

Σχετικά με τις πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται στο εάν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησης, στην αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου για την αντικατάσταση ενός παλαιότερου αυτοκινήτου και στα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών οχημάτων ως προς την ασφάλεια, τις επιδόσεις, το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησης. Στην ερώτηση σχετικά με το εάν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησης, στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρχαν μεταξύ των ατόμων της κατηγορίας A1 και αυτών των άλλων δύο κατηγοριών ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$  και  $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ). Οι πιο νέοι άνθρωποι (MT=3,2, TA=0,741) υποστηρίζουν πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν λιγότερο τις ανάγκες μετακίνησής τους συγκριτικά με τους μεσήλικες (MT=3,4, TA=0,785) και τους πιο ηλικιωμένους ανθρώπους (MT=3,6, TA=0,903). Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ίδιων ηλικιακών ομάδων παρατηρούνται και στην ερώτηση αγοράς ηλεκτρικού αυτοκινήτου για την αντικατάσταση ενός παλαιότερου οχήματος ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$  και  $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ). Για άλλη μία φορά, οι νέοι (MT=3,7, TA=0,791) εμφανίζονται επιφυλακτικοί ως προς την αγορά ενός ηλεκτρικού οχήματος για την αντικατάσταση ενός παλαιότερου αυτοκινήτου συγκριτικά με τους ερωτηθέντες της κατηγορίας A2 (MT=3,9, TA=0,897) και A3 (MT=4,1, TA=0,826). Στατιστικά σημαντικές διαφορές, παρατηρούνται ακόμα μεταξύ των ατόμων της κατηγορίας A1 και των ατόμων της κατηγορίας A3, για το εάν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι

ασφαλέστερα ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ), έχουν καλύτερες επιδόσεις ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ), έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ) και μικρότερο κόστος συντήρησης ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ). Τα άτομα της κατηγορίας A3 θεωρούν πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα (MT=3,4 TA=0,811), έχουν καλύτερες επιδόσεις (MT=3,3, TA=0,899), έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος (MT=3,9, TA=0,890) και μικρότερο κόστος συντήρησης (MT=9,8, TA=0,925) συγκριτικά με αυτούς της κατηγορίας A1 ((MT=3,1, TA=0,706), (MT=2,9, TA=0,788), (MT=3,7, TA=0,826), (MT=3,2, TA=0,826), αντίστοιχα). Τέλος, ως προς τα χαρακτηριστικά εμφανίζονται και στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων της κατηγορίας A2 και A3 αναφορικά με το μικρότερο λειτουργικό κόστος ( $p\text{-value}_{(A2vsA3)} < 5\%$ ) και το μικρότερο κόστος συντήρησης ( $p\text{-value}_{(A2vsA3)} = 0$ ). Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, οι πιο μεγάλοι σε ηλικία συμμετέχοντες συμφωνούν περισσότερο συγκριτικά με τους μεσήλικες ((MT=3,7, TA=0,915) και (MT=3,3, TA=1,066)) πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος και μικρότερο κόστος συντήρησης, αντίστοιχα.

Στατικά σημαντικές διαφορές ως προς τις προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου εντοπίζονται στην κρατική επιδότηση μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς, τις χαμηλές εκπομπές ρύπων, το λειτουργικό κόστος, την κατοχή αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας και την ύπαρξη υποδομών φόρτισης. Για την κρατική επιδότηση, στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει μεταξύ των ανθρώπων της κατηγορίας A1 και της A2 ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$ ). Οι μεσήλικες (MT=4,5, TA=0,571) είναι περισσότερο θετικοί στην ύπαρξη της επιδότησης συγκριτικά με τους νέους (MT=4,3, TA=0,729). Επιπρόσθετα, στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μεταξύ των ατόμων της ηλικιακής ομάδας A1 και αυτών της ηλικιακής ομάδας A3 ως προς τις χαμηλές εκπομπές ρύπων ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ), το λειτουργικό κόστος ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ) και την ύπαρξη υποδομών φόρτισης ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ).

value<sub>(A1vsA3)</sub>=0). Οι άνθρωποι που απαρτίζουν την κατηγορία A3, δηλώνουν πως προτίθενται να αγοράσουν ευκολότερα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο λόγω των χαμηλών εκπομπών ρύπων (MT=4,4, TA=0,826), του λειτουργικού κόστους (MT=4,4, TA=0,718), ενώ δεν επηρεάζονται το ίδιο για την ύπαρξη υποδομών φόρτισης (MT=4,5, TA=0,706) συγκριτικά με αυτούς της ομάδας A1 ((MT=4,2, TA=0,835), (MT=4,2, TA=0,671) και (MT=4,6, TA=0,611), αντίστοιχα). Για την κατοχή ενός αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας, οι πολίτες της κατηγορίας A3 (MT=3,7, TA=0,971) υποστηρίζουν πως θα αγόραζαν ευκολότερα ένα ηλεκτρικό όχημα σε σχέση με αυτούς της κατηγορίας A2 (MT=3,4, TA=1,193). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ( $p\text{-value}_{(A2vsA3)} < 5\%$ ).

Αναφορικά με τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων, στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται στην επάρκεια των 2 σταθμών φόρτισης στο Βόλο, την ώθηση της αγοράς ηλεκτρικού αυτοκινήτου και την ανάπτυξη του τουρισμού εάν υπήρχαν περισσότεροι σταθμοί και την απαραίτητη κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών στο Πήλιο. Για την επάρκεια των 2 σταθμών στην πόλη του Βόλου, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων της κατηγορίας A1 και αυτών των κατηγοριών A2 ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$ ) και A3 ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)} = 0$ ). Οι νεότεροι (MT=2,4, TA=0,929) θεωρούν περισσότερο πως οι 2 σταθμοί είναι επαρκείς συγκριτικά με τους μεσήλικες (MT=2,1, TA=1,011) και τους γηραιότερους ανθρώπους (MT=1,9, TA=0,933). Παράλληλα, οι νέοι (MT=3,8, TA=0,825) πιστεύουν πως η ύπαρξη περισσότερων σταθμών φόρτισης θα τους ωθούσε λιγότερο στην αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου συγκριτικά με τους μεσήλικες (MT=4,0, TA=0,808) και τους γηραιότερους ανθρώπους (MT=4,1, TA=0,749). Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)} < 5\%$  και  $p\text{-value}_{(A1vsA3)} < 5\%$ ). Επιπλέον, οι νέοι (MT=3,7, TA=0,864) θεωρούν πως η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης στο Πήλιο είναι λιγότερο απαραίτητη συγκριτικά με τους μεσήλικες (MT=4,2, TA=0,848) και τους

γρηραιότερους ανθρώπους (MT=4,2, TA=0,708), με τις διαφορές αυτές να είναι εξίσου στατιστικά σημαντικές ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)}=0$  και  $p\text{-value}_{(A1vsA3)}=0$ ). Τέλος, τα άτομα της κατηγορίας A3 (MT=4,1, TA=0,749) πιστεύουν πως περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα βοηθούσαν στην ανάπτυξη του τουρισμού συγκριτικά με αυτά των κατηγοριών A1 (MT=3,6, TA=0,869) και A2 (MT=3,7, TA=0,959), με τις διαφορές αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)}=0$  και  $p\text{-value}_{(A2vsA3)}<5\%$ ).

Σχετικά με την ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δήμου Βόλου, στατιστικά σημαντική είναι η διαφορά μεταξύ των ατόμων της κατηγορίας A3 και αυτών των κατηγοριών A1 ( $p\text{-value}_{(A1vsA3)}<5\%$ ) και A2 ( $p\text{-value}_{(A2vsA3)}<5\%$ ), για το εάν η πόλη θα γίνονταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες. Συγκεκριμένα, οι μεγαλύτεροι άνθρωποι (MT=4,0, TA=0,926) συμφωνούν σε μεγαλύτερο βαθμό με την πρόταση αυτή συγκριτικά με τους νέους (MT=3,8, TA=0,888) και τους μεσήλικες (MT=3,6, TA=1,003).

Τέλος, τα άτομα της κατηγορίας A3 συμφωνούν περισσότερο με την κατασκευή σταθμών βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους (MT=4,0, TA=1,088), με την κατασκευή σταθμών ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους (MT=4,5, TA=0,718) και με την παραχώρηση εκτάσεων προκειμένου να εγκατασταθούν σταθμοί φόρτισης (MT=4,1, TA=0,944) συγκριτικά με αυτούς της κατηγορίας A1 ((MT=3,8, TA=0,835), (MT=4,3, TA=0,619) και (MT=3,9, TA=0,733), αντίστοιχα). Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ( $p\text{-value}<5\%$ ). Επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά, υπάρχει και στη συνεργασία με ιδιώτες για την κατασκευή και λειτουργία νέων σταθμών φόρτισης μεταξύ των ατόμων κατηγοριών A1 και A2 ( $p\text{-value}_{(A1vsA2)}<5\%$ ). Σε αυτήν την περίπτωση, οι νέοι (MT=4,0, TA=0,769) συμφωνούν σε μικρότερο βαθμό με την ενέργεια αυτή συγκριτικά με τους μεσήλικες (MT=4,2, TA=0,956).

Πίνακας 5-4: Μέση βαθμολογία και σύνοψη συγκριτικών αποτελεσμάτων με κριτήριο την ηλικία.

Μεταβλητές	≤25 ετών (A1)		26-40 ετών (A2)		>40 ετών (A3)		Mann-Whitney U			p-value		
	MT	TA	MT	TA	MT	TA	A1 vs. A2	A1 vs. A3	A2 vs. A3	A1 vs. A2	A1 vs. A3	A2 vs. A3
<b>Πεποιθήσεις για τις εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης:</b>												
Ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης	4,2	0,716	4,4	0,762	4,5	0,719	7117	8619,5	4163,5	0,031*	0*	0,139
Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη	4,5	0,608	4,6	0,609	4,5	0,668	7680	11157	4482	0,215	0,493	0,568
Ενδιαφέρον για χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου	4,1	0,867	4,3	0,817	4,4	0,733	7226,5	9821,5	4622,5	0,053	0,013*	0,884
Κατάργηση συμβατικού αυτοκινήτου, εάν υπήρχε ηλεκτρικό αυτοκίνητο	3,6	1,085	3,8	1,119	4,1	0,998	7644,5	9047	4054	0,238	0,001*	0,096
<b>Πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου</b>	3,3	1,002	3,7	1,132	3,7	1,045	6454	8906,5	4595,5	0,002*	0*	0,834
<b>Πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου:</b>												
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησης	3,2	0,741	3,4	0,785	3,6	0,903	6906	8408,5	4149,5	0,009*	0*	0,153
Αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου για την αντικατάσταση παλαιότερου αυτοκινήτου	3,7	0,791	3,9	0,897	4,1	0,826	7238,5	8638	4132	0,049*	0*	0,132
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον	4,5	0,683	4,5	0,724	4,4	0,856	8071,5	11314	4390,5	0,599	0,652	0,412
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα	3,1	0,706	3,3	0,994	3,4	0,811	8022	9834	4263	0,540	0,009*	0,254
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις	2,9	0,788	3,2	1,074	3,3	0,899	7349,5	8778,5	4238,5	0,075	0*	0,232
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος	3,7	0,834	3,7	0,915	3,9	0,890	8352,5	9668,5	3943	0,985	0,008*	0,049*
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης	3,2	0,950	3,3	1,066	3,8	0,925	8348	8155,5	3353	0,979	0*	0*
<b>Προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου:</b>												
Κρατική επιδότηση μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς	4,3	0,729	4,5	0,571	4,5	0,694	7037,5	10589,5	4512,5	0,02*	0,142	0,640
Μειωμένα τέλη κυκλοφορίας	4,3	0,697	4,3	0,832	4,4	0,738	7973,5	10258	4485	0,493	0,057	0,591
Χαμηλές εκπομπές ρύπων	4,2	0,835	4,2	0,897	4,4	0,826	8150	10007	4238	0,713	0,02*	0,218
Λειτουργικό κόστος	4,2	0,671	4,3	0,728	4,4	0,718	7631	9835	4436,5	0,186	0,017*	0,499

Μεταβλητές	≤25 ετών (A1)		26-40 ετών (A2)		>40 ετών (A3)		Mann-Whitney U			p-value		
	MT	TA	MT	TA	MT	TA	A1 vs. A2	A1 vs. A3	A2 vs. A3	A1 vs. A2	A1 vs. A3	A2 vs. A3
Κατοχή αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας	3,4	0,968	3,4	1,193	3,7	0,971	8131	11477	3911	0,700	0,821	0,043*
Ύπαρξη υποδομών φόρτισης	4,6	0,611	4,5	0,892	4,5	0,706	8262,5	7996,5	4558,5	0,849	0*	0,727
<b>Φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων</b>												
Οι 2 σταθμοί φόρτισης στον Βόλο επαρκούν	2,4	0,929	2,1	1,011	1,9	0,933	6852,5	7996,5	4037	0,012*	0*	0,086
Περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα ωθούσαν την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου	3,8	0,825	4,0	0,808	4,1	0,749	7207,5	9861	4621,5	0,045*	0,014*	0,883
Περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα βοηθούσαν στην ανάπτυξη του τουρισμού	3,6	0,869	3,7	0,959	4,1	0,798	7824	8098,5	3629,5	0,366	0*	0,004*
Η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης στο Πήλιο είναι απαραίτητη	3,7	0,864	4,2	0,848	4,2	0,708	6036	7764,5	4480	0*	0*	0,584
Συχνότητα φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου	3,0	0,957	3,2	1,079	3,1	1,065	7696	11082	4527	0,254	0,458	0,692
Ενόχληση εάν δεν είναι πλήρως φορτισμένη η μπαταρία	2,8	1,042	2,9	1,093	3,0	1,255	8080	10620	4439	0,639	0,184	0,536
<b>Ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δ. Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα</b>												
Περισσότερο σύγχρονος	4,2	0,692	4,3	0,750	4,2	0,779	8144,5	11475	4623,5	0,700	0,830	0,889
Περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον	4,4	0,643	4,5	0,651	4,4	0,773	8195,5	11491	4633	0,764	0,845	0,907
Θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πρότυπο για τους άλλους Δήμους	4,5	0,608	4,5	0,670	4,4	0,740	8307	11414,5	4620,5	0,918	0,758	0,878
Η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες	3,8	0,888	3,6	1,003	4,0	0,926	7756,5	9632,5	3573,5	0,312	0,007*	0,003*
<b>Πρωτοβουλίες Δ. Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων</b>												
Κατασκευή σταθμών βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους	3,8	0,835	3,9	0,957	4,0	1,088	7813,5	9639,5	4210	0,348	0,007*	0,211
Κατασκευή σταθμών ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους	4,3	0,619	4,3	0,664	4,5	0,718	7907	9536,5	4089,5	0,415	0,007*	0,096
Συνεργασία με ιδιώτες για κατασκευή και λειτουργία νέων σταθμών φόρτισης	4,0	0,769	4,2	0,956	4,1	1,007	6802	10623	4223	0,008*	0,164	0,215
Παραχώρηση εκτάσεων προκειμένου να εγκατασταθούν σταθμοί	3,9	0,733	4,0	0,962	4,1	0,944	7518	9738	4405,5	0,145	0,009*	0,464

Μεταβλητές	≤25 ετών (A1)		26-40 ετών (A2)		>40 ετών (A3)		Mann-Whitney U			p-value		
	MT	TA	MT	TA	MT	TA	A1 vs. A2	A1 vs. A3	A2 vs. A3	A1 vs. A2	A1 vs. A3	A2 vs. A3
φόρτισης												
Οργάνωση δράσεων ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση	4,5	0,639	4,3	0,820	4,5	0,767	7849	10963	4144	0,359	0,340	0,125
<i>MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση, *Στατιστικά σημαντικό, p-value&lt;5%</i>												

### 5.3.2.3 Αποτελέσματα ανάλυσης με κριτήριο το οικογενειακό εισόδημα

Στατιστικά σημαντικές διαφορές με κριτήριο το μέσο οικογενειακό εισόδημα εντοπίζονται στις πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου και τις προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Για την ανάλυση τα εισοδήματα χωρίστηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- E1: <1.000€
- E2: 1.001-1.500€
- E3: >1.501€

Στις πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίστηκε στο εάν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος ( $p\text{-value}<5\%$ ) και στο εάν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης ( $p\text{-value}<5\%$ ). Στα δύο αυτά ερωτήματα, τα άτομα της κατηγορίας E1 ((MT=3,4, TA=0,890) και (MT=3,1, TA=0,934), αντίστοιχα) συμφώνησαν λιγότερο συγκριτικά με αυτά των κατηγοριών E2 ((MT=3,8, TA=0,755) και (MT=3,5, TA=0,912), αντίστοιχα) και E3 ((MT=3,9, TA=0,897) και (MT=3,5, TA=1,052), αντίστοιχα).

Ως προς τις προθέσεις για αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίστηκε στην κατοχή αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας ( $p\text{-value}<5\%$ ). Τα άτομα με το μικρότερο εισόδημα (MT=3,2, TA=1,043) αδιαφορούν περισσότερο για την κατοχή ενός σύγχρονου οχήματος συγκριτικά με αυτά της μεσαίας (MT=3,7, TA=0,984) και της μεγαλύτερης κατηγορίας (MT=3,6, TA=1,018).



Πίνακας 5-5: Μέση βαθμολογία και σύνοψη συγκριτικών αποτελεσμάτων με κριτήριο το εισόδημα.

Μεταβλητές	<1.000€ (E1)		1.001-1.500 € (E2)		>1.501 € (E3)		Kruskal-Wallis H	p-value
	MT	TA	MT	TA	MT	TA		
<b>Πεποιθήσεις για τις εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης:</b>								
Ενδιαφέρον για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης	4,1	0,847	4,3	0,788	4,4	0,650	4,590	0,101
Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη	4,5	0,692	4,5	0,618	4,6	0,592	1,939	0,379
Ενδιαφέρον για χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου	4,1	0,856	4,3	0,684	4,2	0,877	4,646	0,098
Κατάργηση συμβατικού αυτοκινήτου, εάν υπήρχε ηλεκτρικό αυτοκίνητο	3,8	1,086	3,8	1,036	3,8	1,118	0,232	0,891
<b>Πιθανότητα αγοράς καινούριου ηλεκτρικού αυτοκινήτου</b>	3,4	1,113	3,5	0,991	3,5	1,080	0,751	0,687
<b>Πεποιθήσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου:</b>								
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησης	3,3	0,825	3,4	0,816	3,3	0,836	1,389	0,499
Αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου για την αντικατάσταση παλαιότερου αυτοκινήτου	3,8	0,895	4,0	0,683	3,8	0,856	1,152	0,562
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον	4,4	0,827	4,5	0,648	4,5	0,763	1,847	0,397
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα	3,2	0,878	3,3	0,848	3,2	0,757	1,549	0,461
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις	3,0	0,859	3,1	0,859	3,2	0,926	3,708	0,157
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος	3,4	0,890	3,8	0,755	3,9	0,897	14,764	0,001*
Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης	3,1	0,934	3,5	0,912	3,5	1,052	12,474	0,002*
<b>Προθέσεις για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου:</b>								
Κρατική επιδότηση μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς	4,3	0,719	4,4	0,639	4,3	0,721	0,255	0,881
Μειωμένα τέλη κυκλοφορίας	4,3	0,795	4,4	0,685	4,4	0,709	0,771	0,680
Χαμηλές εκπομπές ρύπων	4,3	0,831	4,3	0,721	4,2	0,946	0,028	0,986
Λειτουργικό κόστος	4,2	0,752	4,2	0,746	4,4	0,643	4,261	0,119
Κατοχή αυτοκινήτου σύγχρονης τεχνολογίας	3,2	1,043	3,7	0,984	3,6	1,018	15,045	0,001*
Ύπαρξη υποδομών φόρτισης	4,5	0,867	4,5	0,717	4,6	0,624	1,540	0,463

Μεταβλητές	<1.000€ (E1)		1.001-1.500 € (E2)		>1.501 € (E3)		Kruskal-Wallis H	p-value
	MT	TA	MT	TA	MT	TA		
<b>Φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων</b>								
Οι 2 σταθμοί φόρτισης στον Βόλο επαρκούν	2,2	0,912	2,3	1,036	2,1	0,981	1,298	0,523
Περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα ωθούσαν την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου	3,9	0,876	4,0	0,836	4,0	0,781	0,004	0,998
Περισσότεροι σταθμοί φόρτισης θα βοηθούσαν στην ανάπτυξη του τουρισμού	3,7	0,943	3,6	0,912	3,8	0,856	2,458	0,293
Η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης στο Πήλιο είναι απαραίτητη	3,9	0,884	4,1	0,778	4,0	0,854	0,693	0,707
Συχνότητα φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου	3,0	1,060	3,1	0,970	3,1	0,973	1,427	0,490
Ενόχληση εάν δεν είναι πλήρως φορτισμένη η μπαταρία	2,7	1,113	2,9	1,142	2,9	1,092	0,865	0,649
<b>Ανανέωση του στόλου υπηρεσιακών οχημάτων του Δ. Βόλου με ηλεκτρικά οχήματα</b>								
Περισσότερο σύγχρονος	4,2	0,767	4,3	0,692	4,3	0,733	1,318	0,517
Περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον	4,4	0,746	4,4	0,673	4,5	0,666	0,620	0,733
Θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πρότυπο για τους άλλους Δήμους	4,4	0,731	4,5	0,662	4,5	0,623	2,271	0,321
Η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες	3,8	1,026	3,8	0,900	3,8	0,922	0,241	0,887
<b>Πρωτοβουλίες Δ. Βόλου για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων</b>								
Κατασκευή σταθμών βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους	3,8	0,886	3,8	0,915	3,9	0,983	1,244	0,537
Κατασκευή σταθμών ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους	4,3	0,697	4,3	0,658	4,3	0,638	0,107	0,948
Συνεργασία με ιδιώτες για κατασκευή και λειτουργία νέων σταθμών φόρτισης	3,9	0,968	4,1	0,885	4,2	0,813	4,412	0,110
Παραχώρηση εκτάσεων προκειμένου να εγκατασταθούν σταθμοί φόρτισης	3,9	0,885	4,0	0,875	4,1	0,798	1,991	0,370
Οργάνωση δράσεων ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση	4,4	0,767	4,6	0,597	4,4	0,698	4,016	0,134
<i>MT: Μέση Τιμή, TA: Τυπική Απόκλιση, *Στατιστικά σημαντικό, p-value&lt;5%</i>								

## **Κεφάλαιο 6 Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης εντός της ευρύτερης περιοχής του Βόλου**

Οι χωρικές βάσεις δεδομένων αποτελούν έναν πρωτοπόρο τρόπο επεξεργασίας στοιχείων, με εφαρμογές στα γεωγραφικά πληροφοριακά συστήματα, όπως είναι το λογισμικό ArcGIS. Στην παρούσα εργασία, τα συγκεκριμένα συστήματα χρησιμοποιήθηκαν για τη χαρτογράφηση της περιοχής μελέτης και τη διευκόλυνση εντοπισμού και αξιολόγησης εναλλακτικών θέσεων για την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

### **6.1 Χωρικά δίκτυα**

Οι βάσεις δεδομένων χωρικών δικτύων χρησιμοποιούνται σε διάφορες συγκοινωνιακές εφαρμογές και στα συστήματα πλοήγησης. Οι συγκεκριμένες εφαρμογές απαρτίζουν ένα χωρικό δίκτυο, το οποίο δομείται από ένα πεπερασμένο αριθμό σημείων (κόμβοι), τα ευθύγραμμα τμήματα (ακμές) που ενώνουν τα σημεία, τη γεωμετρία των σημείων και τα γνωρίσματα των σημείων και των ευθύγραμμων τμημάτων. Με λίγα λόγια, ως δίκτυο ορίζεται ένα σύστημα με εσωτερικώς συνδεδεμένα σημεία, όπως ακμές (γραμμές) και συνδεδεμένους κόμβους (σημεία) που αναπαριστούν διαδρομές από μία τοποθεσία σε μία άλλη. Όπως τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά κινούνται εντός του οδικού δικτύου, έτσι οι άνθρωποι και τα αγαθά ταξιδεύουν μέσω διάφορων δικτύων. Μοντελοποιώντας τις πιθανές διαδρομές ενός δικτύου, είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν αναλύσεις σχετικές με την κίνηση των μέσων και της

διανομής των αγαθών εντός του δικτύου. Η πιο κοινή ανάλυση σε επίπεδο δικτύου, είναι αυτή εύρεσης της πιο σύντομης διαδρομής μεταξύ δύο σημείων. Στο λογισμικό ArcGIS, τα δίκτυα ταξινομούνται σε γεωμετρικά δίκτυα και σε δίκτυα δεδομένων (network datasets).

Τα γεωμετρικά δίκτυα, τα οποία αποτελούνται από δίκτυα κοινής ωφέλειας (utility) και από δίκτυα μορφής «ποταμού» (river), όπως το ηλεκτρικό δίκτυο και το δίκτυο ύδρευσης, επιτρέπουν τις διαδρομές σε γραμμές αποκλειστικά προς μία κατεύθυνση τη φορά. Η φορά αυτή καθορίζεται εξωτερικά και δεν εξαρτάται από τον παράγοντα (αγαθό) που μεταφέρεται, π.χ. το νερό. Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικός ο ρόλος του μηχανικού, καθώς διαθέτει τη γνώση και την κρίση να ελέγξει τη ροή του αγαθού, ελέγχοντας τον τρόπο που δρουν οι εξωτερικοί παράγοντες σε αυτόν, π.χ. η πίεση του νερού.

Από την άλλη πλευρά, τα δίκτυα δεδομένων, τα οποία είναι κυρίως δίκτυα μεταφορών, όπως οδοί και πεζοδρόμια, επιτρέπουν την κίνηση των παραγόντων και προς τις δύο δυνατές κατευθύνσεις. Σε αυτό το είδος δικτύων, οι παράγοντες είναι ελεύθεροι να αποφασίσουν τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν, όπως και τον προορισμό τους. Επιπλέον τα δίκτυα δεδομένων αποτελούνται από τρία είδη στοιχείων, τις ακμές που συνδέουν τους κόμβους και μέσω αυτών μεταφέρονται οι παράγοντες, τους κόμβους που συνδέουν τις ακμές και εφαρμόζουν την πλοήγηση από τη μία ακμή στην άλλη και τις στροφές, που αποθηκεύουν πληροφορίες που μπορούν να επηρεάσουν την κίνηση μεταξύ των ακμών.

Η συνδεσιμότητα σε ένα δίκτυο, δραστηριοποιείται στη σύνδεση των ακμών και των κόμβων μεταξύ τους και βασίζεται στον γεωμετρικό συγχρονισμό του τέλους των ακμών, των κορυφών των γραμμών και των σημείων. Ακόμα, εφαρμόζουν κανόνες που αποτελούν ιδιότητες του δικτύου δεδομένων (ArcGIS, 2020; Σάλτα, 2006).

## **6.2 Συνάρτηση κανονικοποίησης (rescale function)**

Το λειτουργικό ArcGIS, μέσω της συνάρτησης κανονικοποίησης επιτρέπει τη χρήση μιας μαθηματικής συνάρτησης, είτε γραμμικής είτε μη γραμμικής, για να αναθέσει τιμές καταλληλότητας σε κάποιο εισαγόμενο πλέγμα σάρωσης (raster). Η μέθοδος «rescale» είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για μοντέλα καταλληλότητας. Για τη σωστή λειτουργία του συγκεκριμένου εργαλείου, είναι απαραίτητο να κατανοηθούν και να διευκρινιστούν οι προτιμήσεις ανάμεσα στο φαινόμενο μελέτης και στα κριτήρια, να επιλεγθεί η σωστή εξίσωση μετατροπής των εισαγόμενων δεδομένων μεταβάλλοντας, στα σημεία που απαιτείται τις παραμέτρους της και τέλος, να καθοριστεί μια κατάλληλη κλίμακα για να περιγράψει τις τιμές συναρτήσει της προτίμησης (συνήθως κλίμακα 1 έως 10).

## **6.3 Περιοχή εξυπηρέτησης (service area)**

Αποτελεί έναν από τους αλγορίθμους ανάλυσης δικτύων και σκοπός του είναι να επιστρέψει ένα υποσύνολο συνδεδεμένων σημείων που βρίσκονται εντός μιας ελάχιστης απόστασης μέσα στο δίκτυο ή που έχουν το ελάχιστο κόστος. Ο αλγόριθμος αυτός, μπορεί να αναπτύξει γραμμές, πολύγωνα που περιβάλλουν αυτές τις γραμμές ή και τα δύο.

## **6.4 Ανάλυση χωροθέτησης – κατανομής (location-allocation)**

Οι δημόσιες υποδομές όπως σχολεία, νοσοκομεία, υπηρεσίες ή όπως στην περίπτωση της παρούσας έρευνας, σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, μπορούν να παράγουν υπηρεσίες υψηλής ποιότητας στην κοινωνία σε χαμηλό κόστος, όταν βρίσκονται τοποθετημένες σωστά εντός του δικτύου. Για αυτό και η θέση που λαμβάνει χώρα μια δραστηριότητα, θεωρείται ένας καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία ή αποτυχία της δραστηριότητας αυτής.

Σκοπός της ανάλυσης χωροθέτησης – κατανομής είναι να εντοπίσει τις ιδανικές τοποθεσίες, ώστε να «εφοδιάζονται» τα σημεία ζήτησης όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά. Η τοποθεσία και η κατανομή, αποτελούν ένα διπλό πρόβλημα που ταυτόχρονα τοποθετεί τα σημεία εγκατάστασης της οποιασδήποτε δραστηριότητας, ενώ παράλληλα κατανέμει τη ζήτηση σε αυτά. Στο λογισμικό ArcGIS υπάρχουν 7 τέτοια είδη προβλημάτων:

- Ελαχιστοποίηση σύνθετης αντίστασης.
- Μεγιστοποίηση κάλυψης.
- Μεγιστοποίηση κάλυψης χωρητικότητας.
- Ελαχιστοποίηση εγκαταστάσεων.
- Μεγιστοποίηση εξυπηρετούμενων χρηστών.
- Μεγιστοποίηση μεριδίου της αγοράς.
- Στοχοποίηση μεριδίου της αγοράς.

## **6.5 Μελέτη περίπτωσης**

Στην παρούσα μελέτη, λήφθηκαν υπόψιν οι ακόλουθες βάσεις δεδομένων, χωριστά ή σε συνδυασμό, στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου:

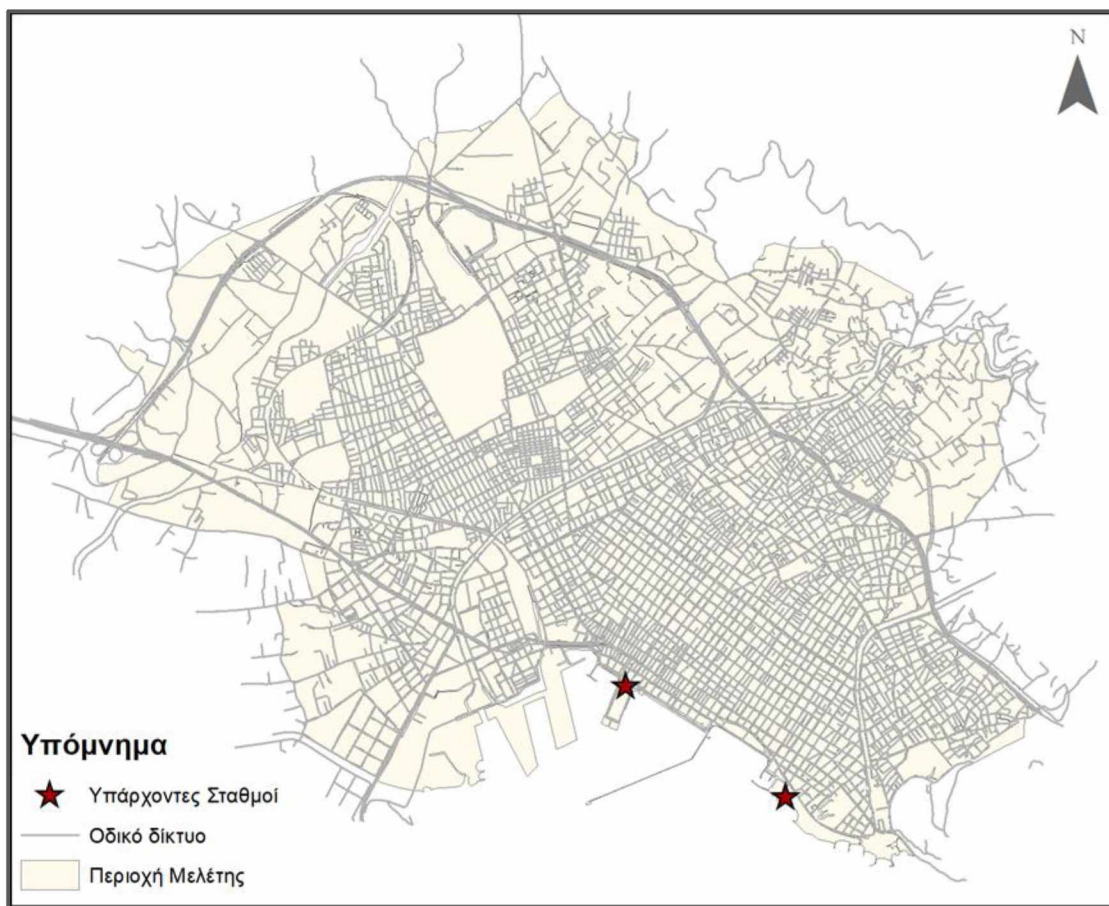
- Οδικό δίκτυο Βόλου.
- Πληθυσμιακά στοιχεία ΕΛΣΤΑΤ.
- Χρήσεις γης (εργασία, εστίαση, αναψυχή, κτλ.).
- Δημόσιοι χώροι στάθμευσης.
- Ιδιωτικοί χώροι στάθμευσης.

- Πρατήρια καυσίμων.
- Δημόσιοι χώροι (πλατείες, κτλ.)
- Τερματικοί σταθμοί (ΚΤΕΛ, ΟΣΕ, Λιμένας, κτλ.)
- Χώροι αναψυχής (θέατρο, κινηματογράφος, κτλ.)
- Εμπορικά κέντρα (σούπερ μάρκετ, κτλ.)
- Χώροι άθλησης.
- Πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις.
- Δημόσιες υπηρεσίες (ΙΚΑ, ΔΕΗ, ΚΕΠ).
- Ξενοδοχειακές μονάδες.

Τα πιθανά σημεία σταθμών φόρτισης, αριθμούν 98 πιθανές θέσεις στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου και απαρτίζονται από 53 πρατήρια καυσίμων, 5 τερματικούς σταθμούς και 40 ιδιωτικούς ή δημόσιους χώρους στάθμευσης, αθλητικές και πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις και εμπορικά κέντρα.

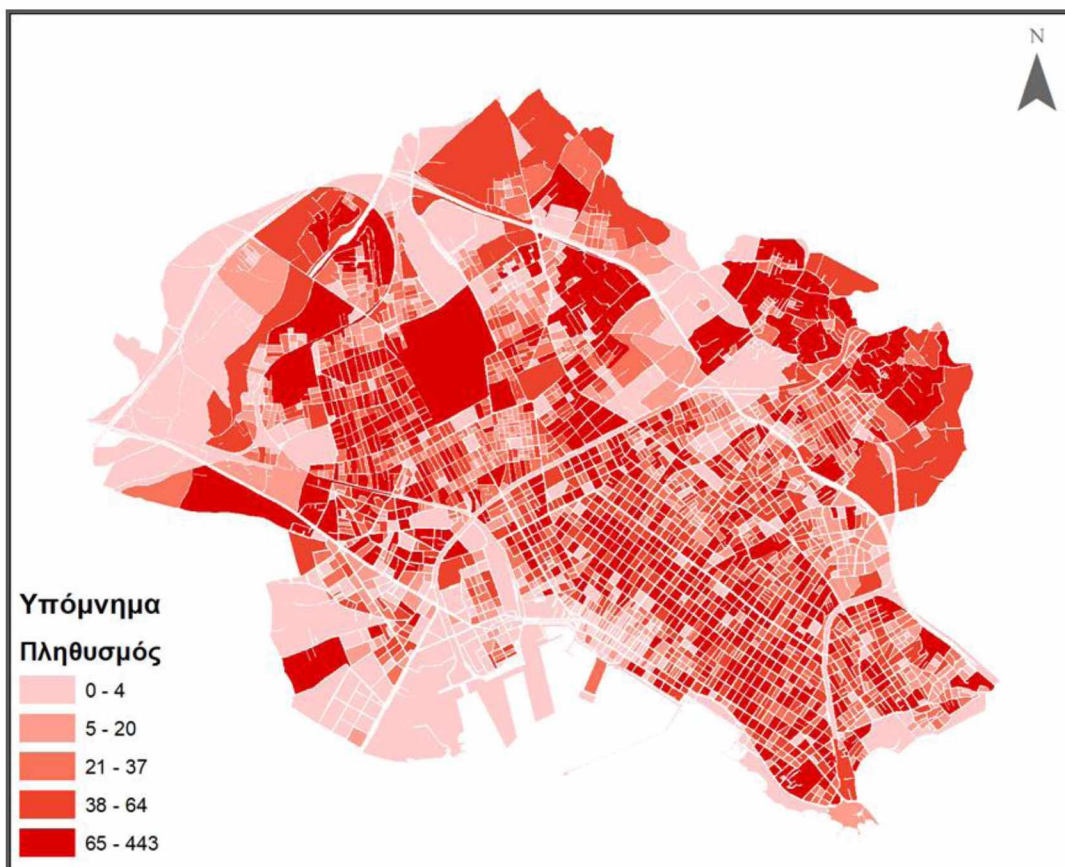
Οι παραπάνω βάσεις δεδομένων, μετά τη δημιουργία τους, εισάχθηκαν στο λογισμικό ArcGIS και με τη δημιουργία και δοκιμή των κατάλληλων αλγορίθμων (Μπαζίμα, 2019), γεννήθηκαν οι περιπτώσεις που περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

Στο Σχήμα 6-1 παρουσιάζεται σε μορφή χάρτη το οδικό δίκτυο του Βόλου και στο Σχήμα 6-2, φαίνεται χάρτης κατανομής του πληθυσμού σε απόλυτα νούμερα ανά οικοδομικό τετράγωνο με βάση τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (2011).



Σχήμα 6-1: Οδικό δίκτυο Βόλου.





Σχήμα 6-2: Χάρτης κατανομής πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο (ΕΛΣΤΑΤ, 2011, ίδια επεξεργασία).

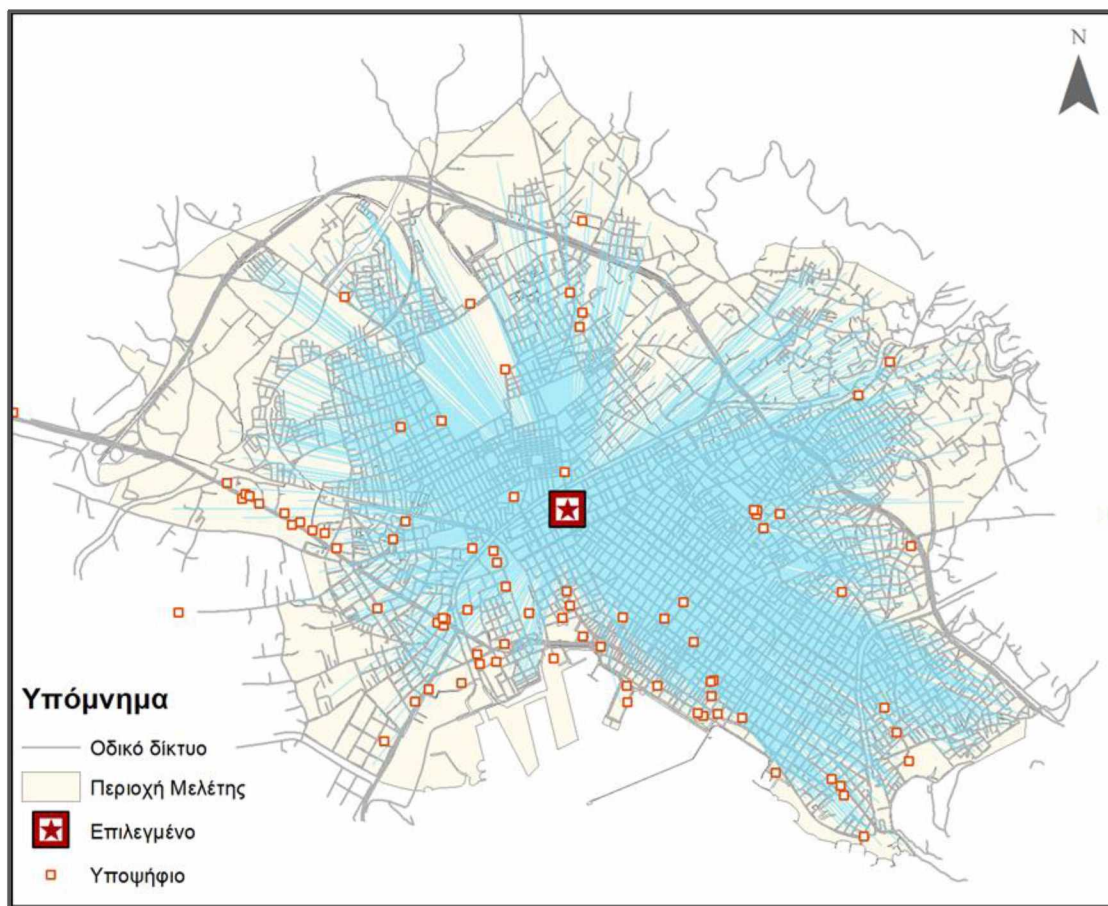
### **6.5.1 Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης με βάση την κατανομή του πληθυσμού**

Με βάση τα πληθυσμιακά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για τους κατοίκους του κάθε οικοδομικού τετραγώνου και λαμβάνοντας υπόψιν το οδικό δίκτυο του Βόλου, δημιουργήθηκε μία σύνθετη βάση δεδομένων. Σε αυτήν προστέθηκαν, στη συνέχεια, τα πιθανά σημεία υλοποίησης των σταθμών φόρτισης.

Κατόπιν, δημιουργήθηκαν 5 σενάρια, ανάλογα με τον αριθμό των σταθμών φόρτισης που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν. Οι χάρτες που ακολουθούν, καλύπτουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης ανεξάρτητα από το κόστος (απόσταση), δηλαδή εξυπηρετούν ολόκληρη την πόλη και ο κάθε σταθμός δεν απευθύνεται σε ένα συγκεκριμένο αριθμό κατοίκων, με λίγα λόγια η χωρητικότητά του εκτιμάται ως άπειρη. Τέλος, για τον εντοπισμό των βέλτιστων σημείων έγινε χρήση του αλγορίθμου p-median (minimize impedance) και τα ιδανικά σημεία που προέκυψαν ελαχιστοποιούν τις αποστάσεις ολόκληρου του πληθυσμού από το επιλεγμένο.

#### *6.5.1.1 Σενάριο 1: Κατασκευή ενός σταθμού φόρτισης*

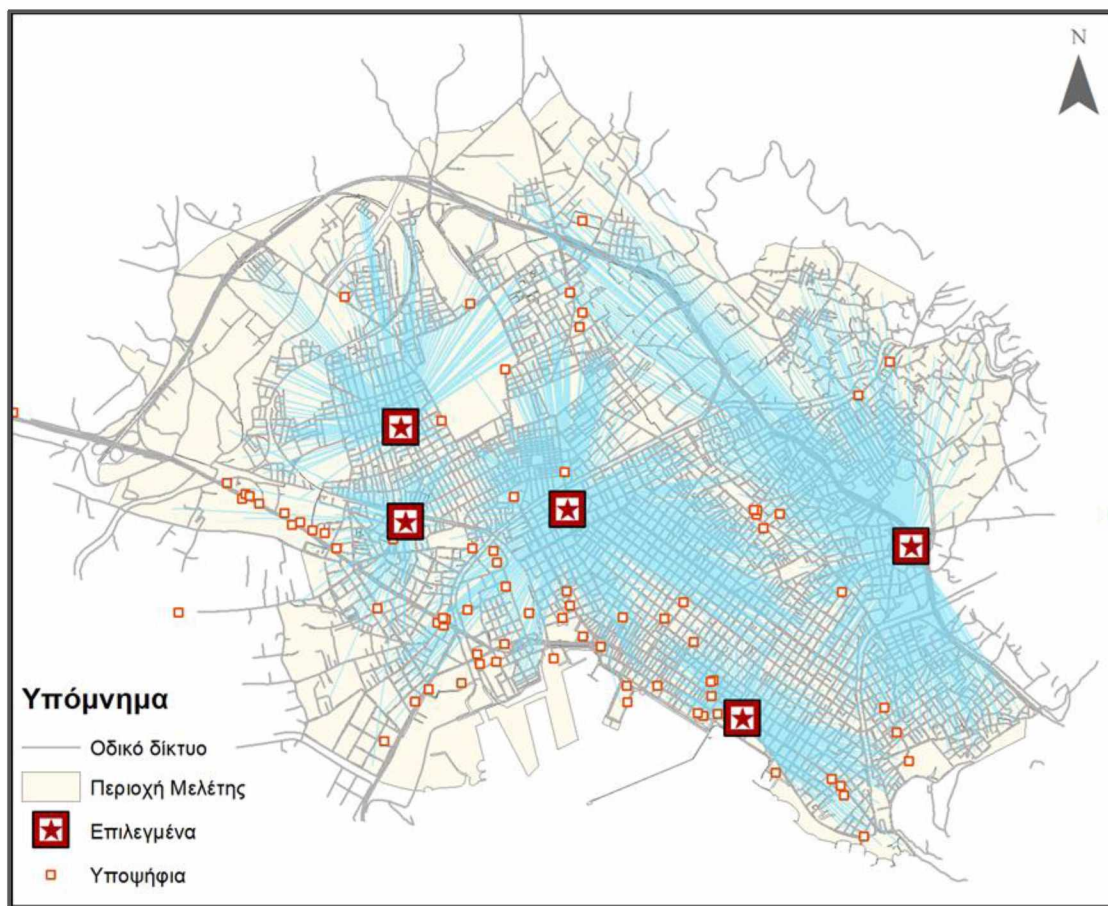
Ο σταθμός αυτός χωροθετείται στο κέντρο της κατανομής του πληθυσμού, στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου με σκοπό να εξυπηρετεί βέλτιστα όλους τους πολίτες (Σχήμα 6-3).



Σχήμα 6-3: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής ενός σταθμού φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median.

#### 6.5.1.2 Σενάριο 2: Κατασκευή πέντε σταθμών φόρτισης

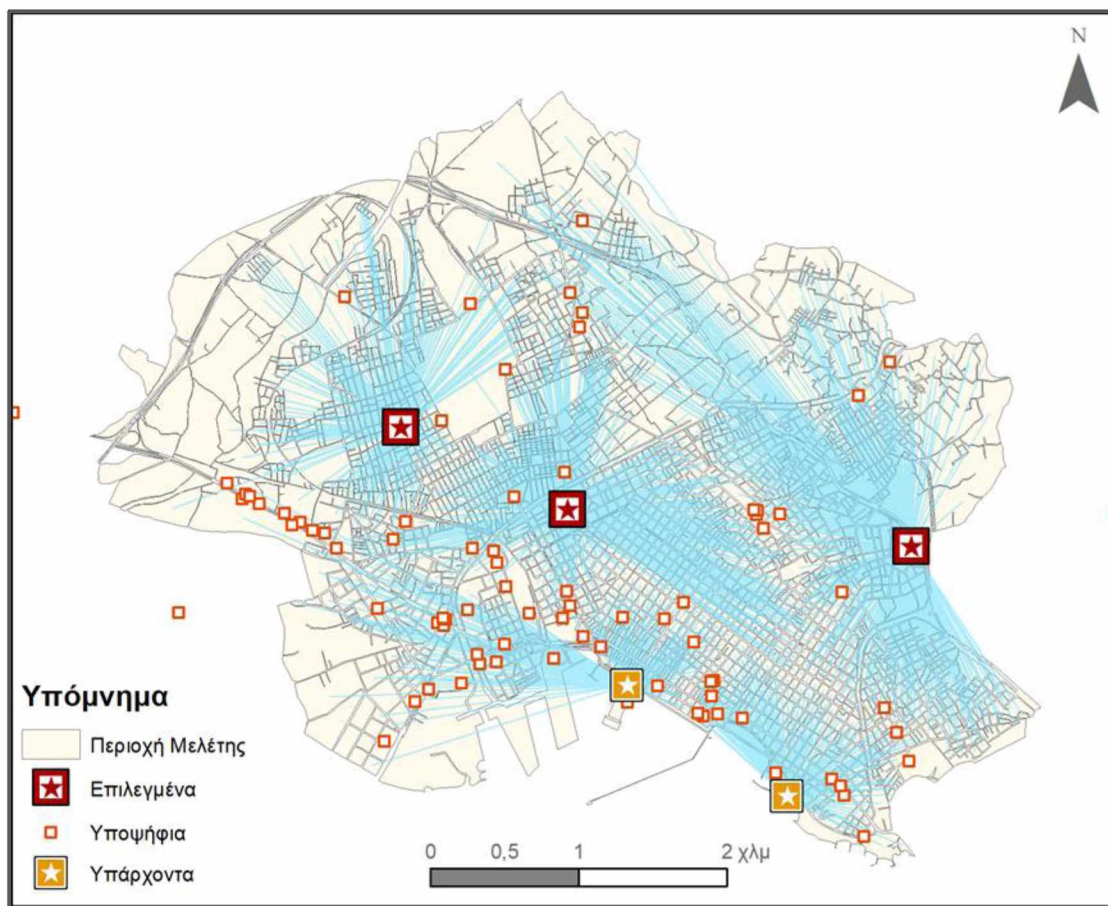
Οι σταθμοί αυτοί χωροθετούνται με σκοπό να εξυπηρετεί ο καθένας τους τον πλησιέστερο σε αυτόν πληθυσμό. Οι δύο εξ' αυτών χωροθετούνται στην περιοχή της Νέας Ιωνίας, ένας στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου, ένας στη βορειοανατολική πλευρά του Βόλου στην περιοχή της περιφερειακής οδού και ένας στην ανατολική πλευρά του κέντρου της πόλης (Σχήμα 6-4).



Σχήμα 6-4: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median.

6.5.1.3 Σενάριο 3: Κατασκευή πέντε σταθμών φόρτισης συμπεριλαμβανομένων των δύο υπαρχόντων σταθμών

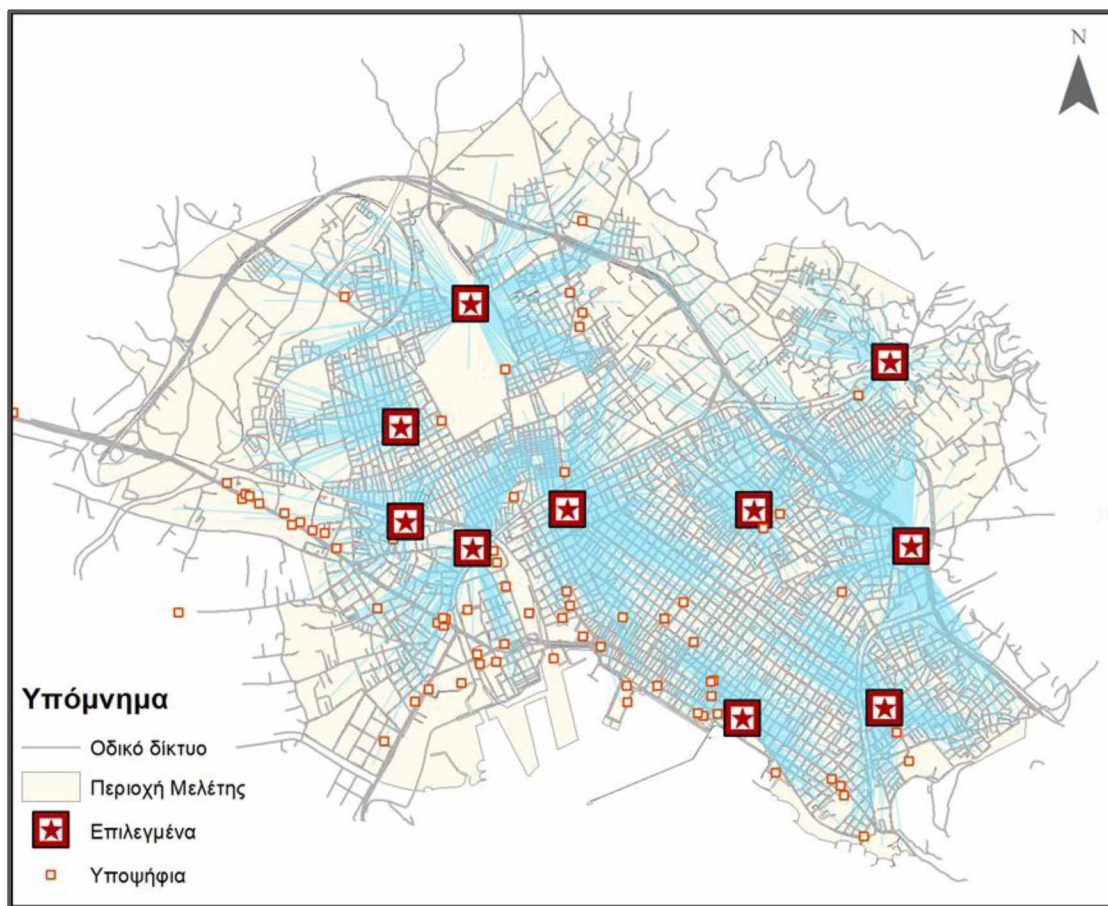
Οι σταθμοί αυτοί επιλέγονται με σκοπό να εξυπηρετεί ο καθένας τους τον πλησιέστερο σε αυτόν πληθυσμό. Ο ένας εξ' αυτών χωροθετείται στην περιοχή της Νέας Ιωνίας, ένας στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου, ένας στη βορειοανατολική πλευρά του Βόλου στην περιοχή της περιφερειακής οδού και οι άλλοι δύο σταθμοί είναι οι υπάρχοντες. Οι υπάρχοντες σταθμοί λήφθηκαν υπόψιν ως δεδομένες τοποθεσίες, ο ένας στην περιοχή του λιμένα και ο άλλος στην περιοχή κοντά στον Άγιο Κωνσταντίνο (Σχήμα 6-5).



Σχήμα 6-5: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median με τους 2 υπάρχοντες σταθμούς.

#### 6.5.1.4 Σενάριο 4: Κατασκευή δέκα σταθμών φόρτισης

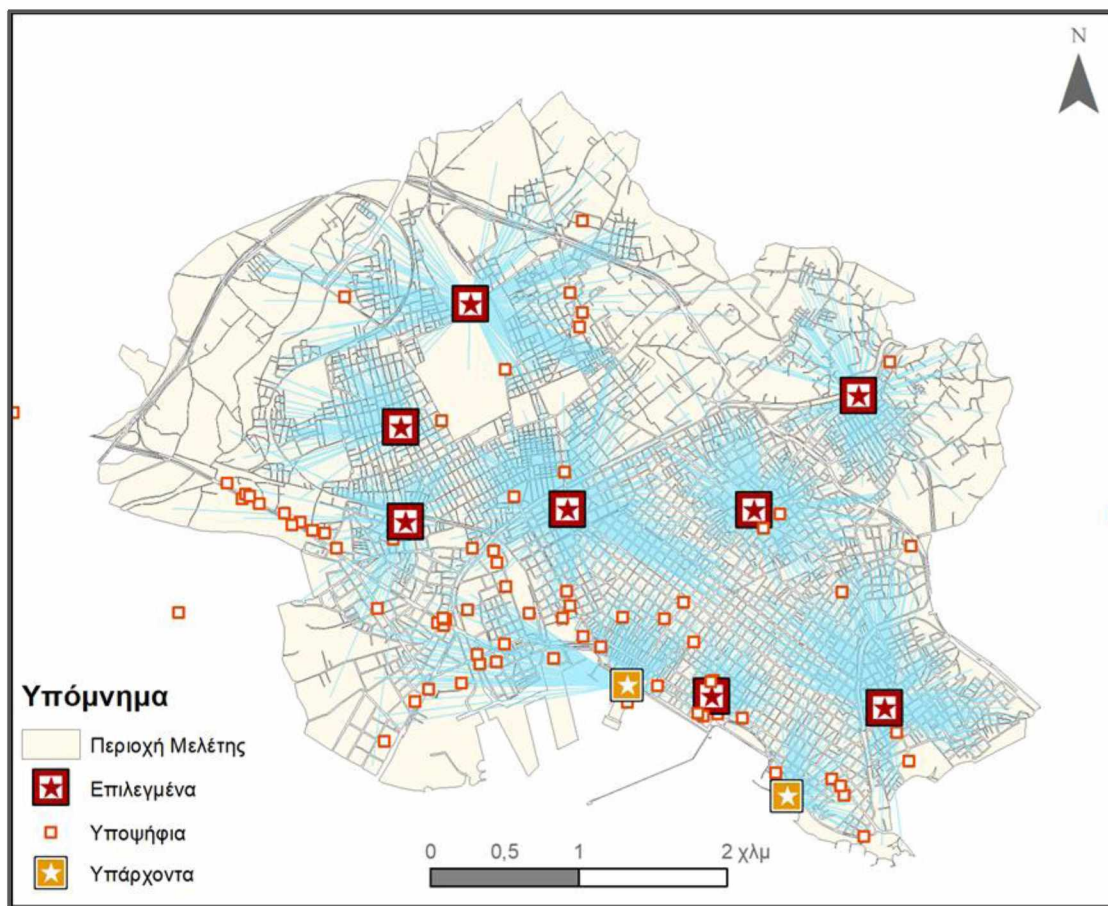
Οι σταθμοί αυτοί χωροθετούνται με σκοπό να εξυπηρετεί ο καθένας τους τον πλησιέστερο σε αυτόν πληθυσμό. Οι τρεις από αυτούς χωροθετούνται στην περιοχή της Νέας Ιωνίας, δύο στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου, ένας στην περιοχή του Άνω Βόλου, ένας κοντά στην οδό Γιάννη Δήμου, ένας στη βορειοανατολική πλευρά του Βόλου στην περιοχή της περιφερειακής οδού, ένας στην ανατολική πλευρά του κέντρου της πόλης και ένας στις αθλητικές εγκαταστάσεις που υπάρχουν στα ανατολικά της πόλης (Σχήμα 6-6).



Σχήμα 6-6: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 10 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median.

#### 6.5.1.5 Σενάριο 5: Κατασκευή δέκα σταθμών φόρτισης συμπεριλαμβανομένων των δύο υπαρχόντων σταθμών

Οι σταθμοί αυτοί διαμορφώνονται με σκοπό να εξυπηρετεί ο καθένας τους τον πλησιέστερο σε αυτόν πληθυσμό. Οι τρεις εξ' αυτών, χωροθετούνται στην περιοχή της Νέας Ιωνίας, ένας στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου, ένας στην περιοχή του Άνω Βόλου, ένας κοντά στην οδό Γιάννη Δήμου, ένας στις αθλητικές εγκαταστάσεις ανατολικά της πόλης, ένας στο κέντρο της πόλης κοντά στην περιοχή του Πανεπιστημίου, ενώ οι άλλοι δύο σταθμοί είναι οι υπάρχοντες. Οι υπάρχοντες σταθμοί λήφθηκαν υπόψιν ως δεδομένες τοποθεσίες, ο ένας στην περιοχή του λιμένα και ο άλλος στην περιοχή κοντά στον Άγιο Κωνσταντίνο (Σχήμα 6-7).



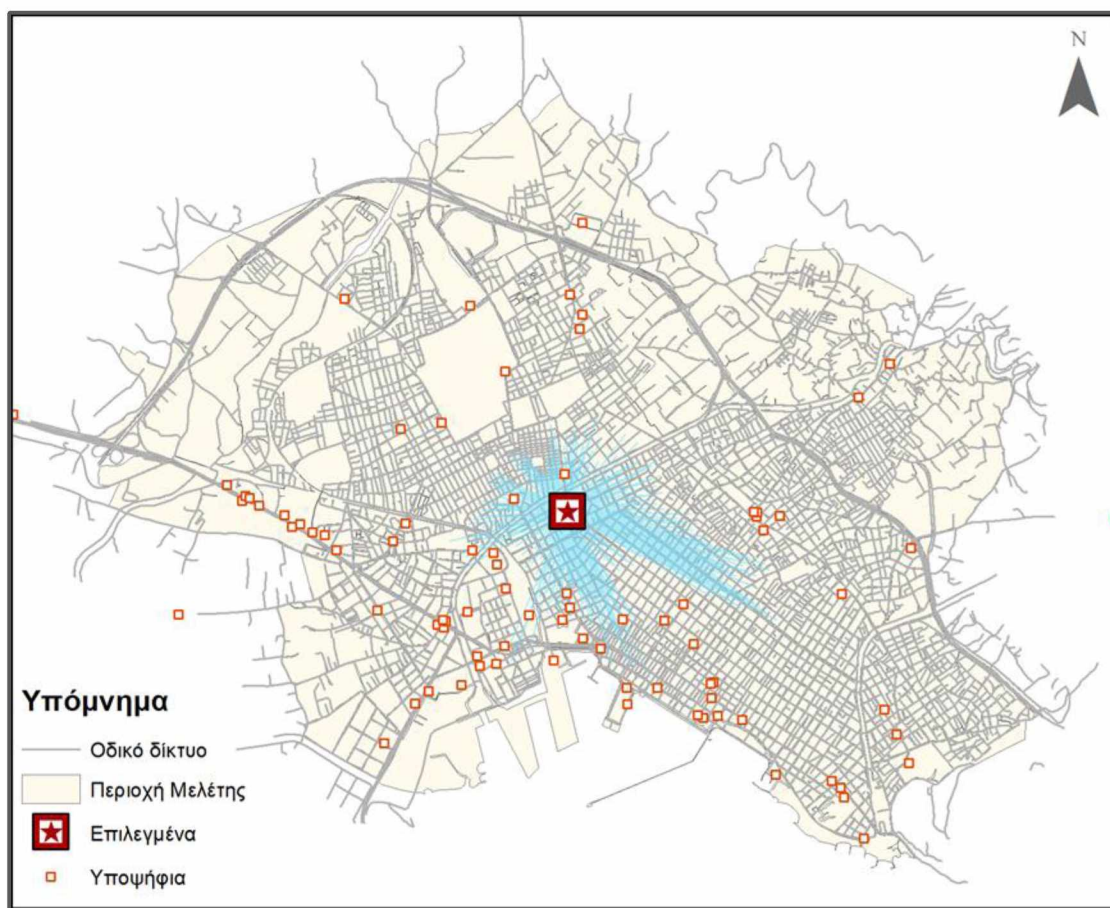
Σχήμα 6-7: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 10 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο p-median με δεδομένους τους 2 υπάρχοντες σταθμούς.

### 6.5.2 Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης με βάση την εξυπηρέτηση κατοίκων

Στην περίπτωση αυτή, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με την προηγούμενη περίπτωση, με τη διαφορά ότι οι σταθμοί πλέον εξυπηρετούν συγκεκριμένο αριθμό κατοίκων. Η χωρητικότητα του κάθε σταθμού ορίστηκε στους 20.000 κατοίκους, αριθμός που προέκυψε με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε, στην οποία ελήφθησαν υπόψιν τα πολύ χαμηλά ποσοστά διείδυσης των ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα. Για την επίλυση αυτή, χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος Maximize Capacitated Coverage.

### 6.5.2.1 Σενάριο 6: Κατασκευή ενός σταθμού φόρτισης

Ο σταθμός αυτός χωροθετήθηκε στα σύνορα της περιοχής Νέας Ιωνίας και Βόλου (Σχήμα 6-8).

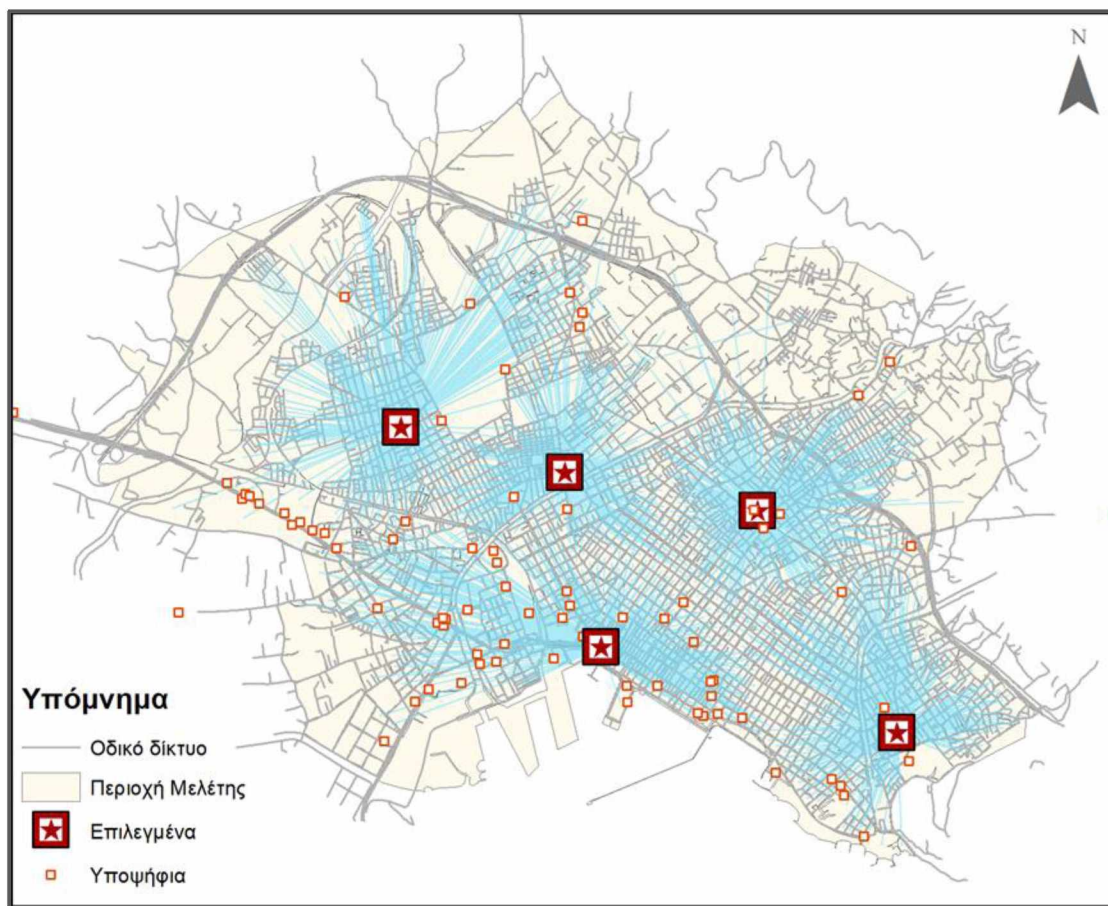


Σχήμα 6-8: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής ενός σταθμού φόρτισης με τον αλγόριθμο Maximize Capacitated Coverage με όριο «χωρητικότητας» σταθμού 20.000 κατοίκους.

### 6.5.2.2 Σενάριο 7: Κατασκευή πέντε σταθμών φόρτισης

Οι σταθμοί αυτοί χωροθετήθηκαν για χωρητικότητα 100.000 ατόμων. Ένας τοποθετήθηκε στη Νέα Ιωνία, ένας στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου, ένας κοντά στην οδό Γιάννη Δήμου, κινούμενοι προς το Πήλιο, ένας στην περιοχή του Δημαρχείου και ένας στις αθλητικές εγκαταστάσεις στα ανατολικά της πόλης (Σχήμα 6-9).

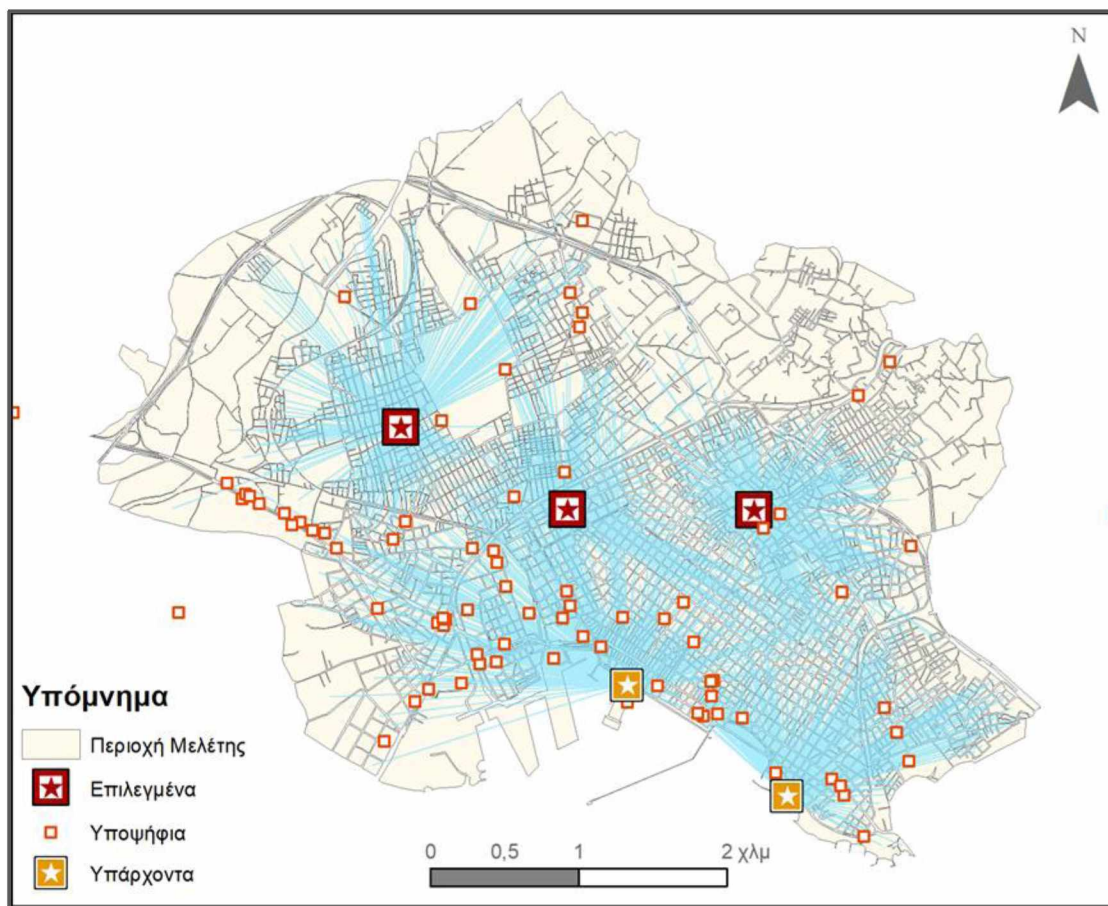




Σχήμα 6-9: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο Maximize Capacitated Coverage με όριο «χωρητικότητας» σταθμού 20.000 κατοίκους.

#### 6.5.2.3 Σενάριο 8: Κατασκευή πέντε σταθμών φόρτισης συμπεριλαμβανομένων των δύο υπαρχόντων σταθμών

Οι συγκεκριμένοι σταθμοί χωροθετήθηκαν για χωρητικότητα 100.000 ατόμων. Ένας τοποθετήθηκε στη Νέα Ιωνία, ένας στα σύνορα Νέας Ιωνίας και Βόλου, ένας κοντά στην οδό Γιάννη Δήμου, κινούμενοι προς το Πήλιο, ενώ οι άλλοι δύο σταθμοί ήταν οι υπάρχοντες, ένας στην περιοχή του λιμένα και ένας στην περιοχή του Αγίου Κωνσταντίνου (Σχήμα 6-10).



Σχήμα 6-10: Χάρτης χωροθέτησης – κατανομής 5 σταθμών φόρτισης με τον αλγόριθμο Maximize Capacitated Coverage με όριο «χωρητικότητας» σταθμού 20.000 κατοίκους με δεδομένους τους 2 υπάρχοντες σταθμούς.

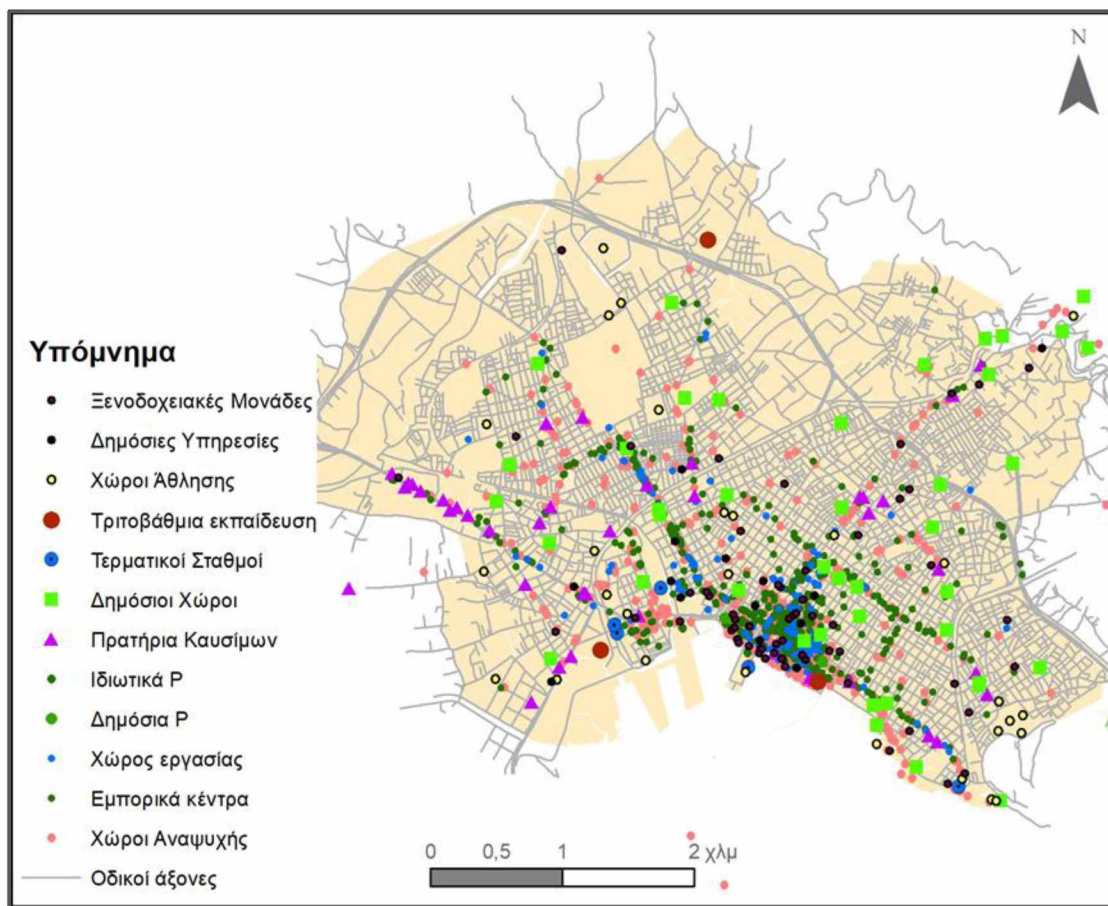
### 6.5.3 Χωροθέτηση σταθμών φόρτισης με βάση τις προτιμήσεις των πολιτών

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα χωρικά επίπεδα, δημιουργήθηκε ένας χάρτης περιοχών καταλληλότητας εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Οι περιοχές κρίθηκαν κατάλληλες, ως προς τις βαθμολογίες που συγκέντρωσαν από την Ιεραρχική Αναλυτική Μέθοδο (AHP) (Τσιμπιδά, 2009), οι οποίες βασίσθηκαν στις προτιμήσεις που δήλωσαν οι ερωτηθέντες στη πανελλαδική έρευνα που διενεργήθηκε. Η βαρύτητα της κάθε περιοχής φαίνεται στον Πίνακα 6-1.

Πίνακας 6-1: Βαρύτητες των χωρικών επιπέδων με τη μέθοδο ΑΗΡ.

<b>Επίπεδο</b>	<b>Βαρύτητα</b>
Κατοικία & ειδικές θέσεις παρά την οδό	0,225
Χώρος εργασίας	0,087
Δημόσιοι χώροι στάθμευσης	0,15
Ιδιωτικά χώροι στάθμευσης	0,029
Πρατήρια καυσίμων	0,143
Δημόσιοι χώροι	0,064
Τερματικοί σταθμοί	0,085
Χώροι αναψυχής	0,015
Εμπορικά κέντρα	0,092
Χώροι άθλησης	0,013
Πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις	0,052
Δημόσιες υπηρεσίες	0,016
Ξενοδοχειακές μονάδες	0,03

Στη συνέχεια, διασταυρώθηκαν οι τοποθεσίες των πιθανών σημείων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων με τις κατάλληλες περιοχές εντός της πόλης. Όσα σημεία κρίθηκαν κατάλληλα φαίνονται στον χάρτη του Σχήματος 6-11.



Σχήμα 6-11: Χάρτης πληροφοριακών επιπέδων χρήσεων γης.

Για τα παραπάνω επιλεγμένα χωρικά επίπεδα, εφαρμόστηκε αρχικά η συνάρτηση «kernel». Η συνάρτηση αυτή, μπορεί και υπολογίζει την πυκνότητα μιας περιοχής ως προς κάποιο στοιχείο, σημειακό ή γραμμικό. Συνήθεις χρήσεις της συνάρτησης περιλαμβάνουν την ανάλυση πυκνότητας κατοικιών ή εγκληματικών ενεργειών ως προς τον σχεδιασμό μιας κοινότητας ή την επίδραση ενός οδικού δικτύου σε ένα περιβάλλον άγριας ζωής. Επίσης, η συνάρτηση χρησιμοποιεί τον πληθυσμό κάθε περιοχής για να προσδώσει μεγαλύτερη βαρύτητα σε κάποιο στοιχείο σε σχέση με κάποιο άλλο. Για παράδειγμα, μια διεύθυνση μπορεί να αναπαριστά μια μονοκατοικία ή μια πολυκατοικία, απαιτώντας έτσι να υπολογιστούν οι κατοικίες αυτές με διαφορετική βαρύτητα. Με λίγα λόγια δηλαδή, η συγκεκριμένη συνάρτηση «γεμίζει» κάθε σημείο με μια καμπύλη επιφάνεια, στην οποία η τιμή της επιφάνειας είναι

υψηλότερη στο σημείο και όσο απομακρυνόμαστε από το σημείο τόσο περισσότερο μειώνεται.

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται η συνάρτηση (Silverman, 1986):

$$Density = \frac{1}{(radius)^2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{3}{\pi} \cdot pop_i \left( 1 - \left( \frac{dist_i}{radius} \right)^2 \right)^2 \right]$$

For  $dist_i < radius$

(5.1)

όπου:

Density	Πυκνότητα
Radius	Ακτίνα επιρροής
i=1,2, ...n	Υποδεικνύουν τα σημεία εισαγωγής, αποκλειστικά αυτών εντός ης ακτίνας επιρροής μιας τοποθεσίας
pop <sub>i</sub>	Πληθυσμός του στοιχείου i
dist <sub>i</sub>	Απόσταση μεταξύ του i και της τοποθεσίας

Στην παρούσα έρευνα, τα στοιχεία αυτά είναι τα χωρικά πληροφοριακά επίπεδα. Αφότου έγινε ο υπολογισμός για κάθε ένα από τα χωρικά επίπεδα χωριστά, η συνάρτηση τα υπερκάλυψε όλα μαζί ως προς κάθε σημείο. Στη συνέχεια, για το κάθε χωρικό επίπεδο έγινε κανονικοποίηση των τιμών από 1 έως 5 με τη συνάρτηση κανονικοποίησης «Linear-Rescale». Η συνάρτηση αυτή εφαρμόζει μια γραμμική εξίσωση μεταξύ της μικρότερης και της μέγιστης τιμής που έχουν τα δεδομένα. Συγκεκριμένα, η ελάχιστη τιμή εδραιώνεται ως το πρώτο σημείο από το οποίο πρέπει να «περάσει» η συνάρτηση και η μέγιστη τιμή ως το δεύτερο σημείο από το οποίο πρέπει να «περάσει». Με βάση αυτά τα άκρα η συνάρτηση κανονικοποιεί τις υπόλοιπες τιμές. Για τους χάρτες που παρουσιάζονται στη συνέχεια, χρησιμοποιείται η κλίμακα:





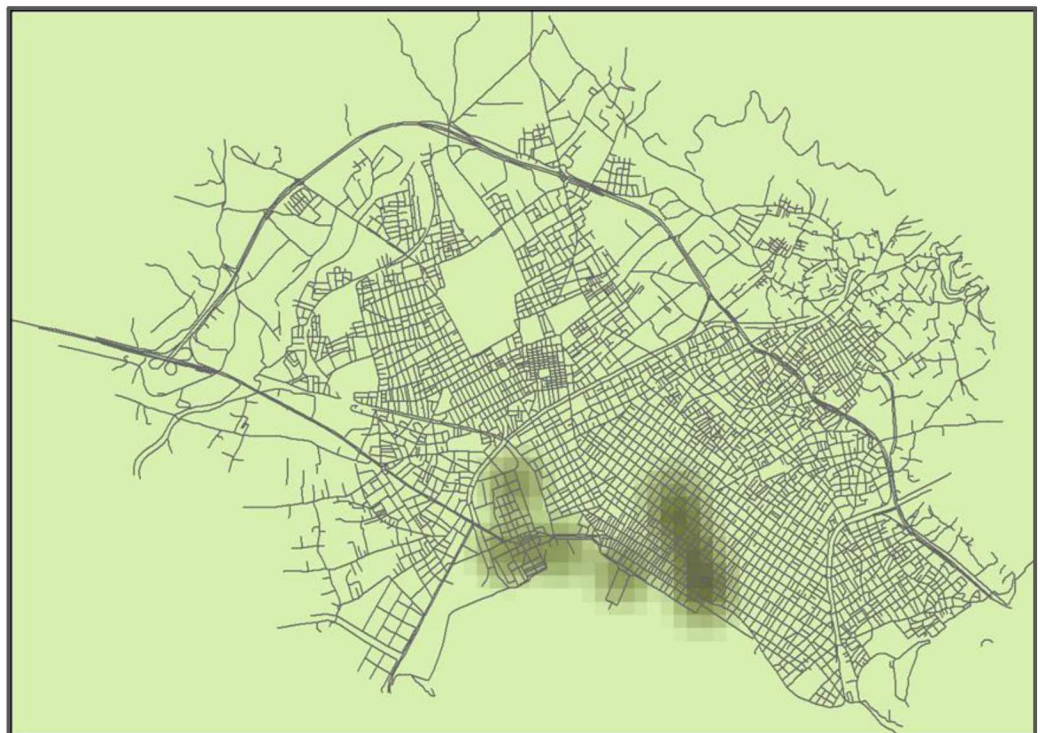
Σχήμα 6-12: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων πληθυσμού.



Σχήμα 6-13: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων εργασιακών χώρων.



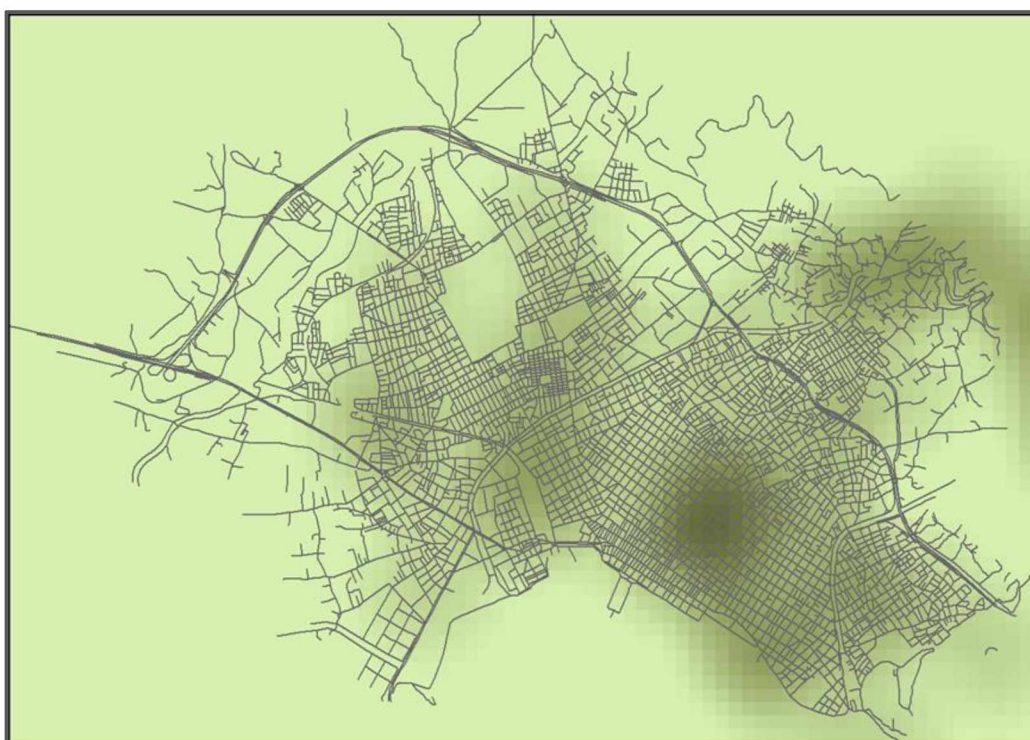
Σχήμα 6-14: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων δημόσιων χώρων.



Σχήμα 6-15: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων ιδιωτικών χώρων στάθμευσης.



Σχήμα 6-16: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων πρατηρίων καυσίμων.

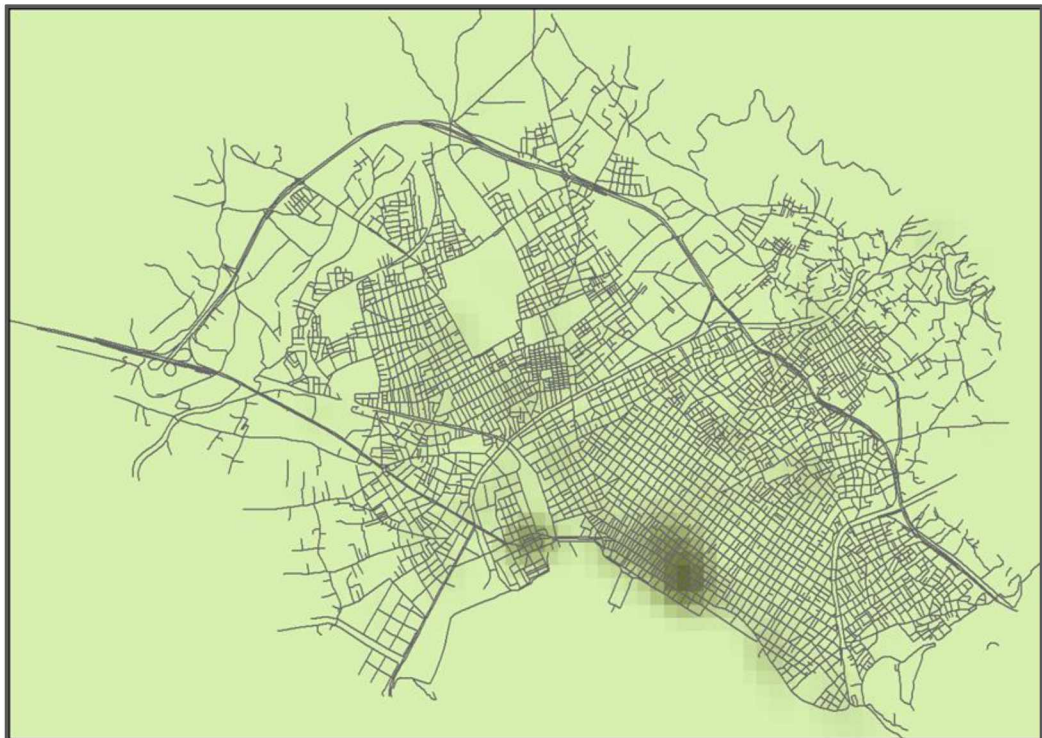


Σχήμα 6-17: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων δημόσιων χώρων.

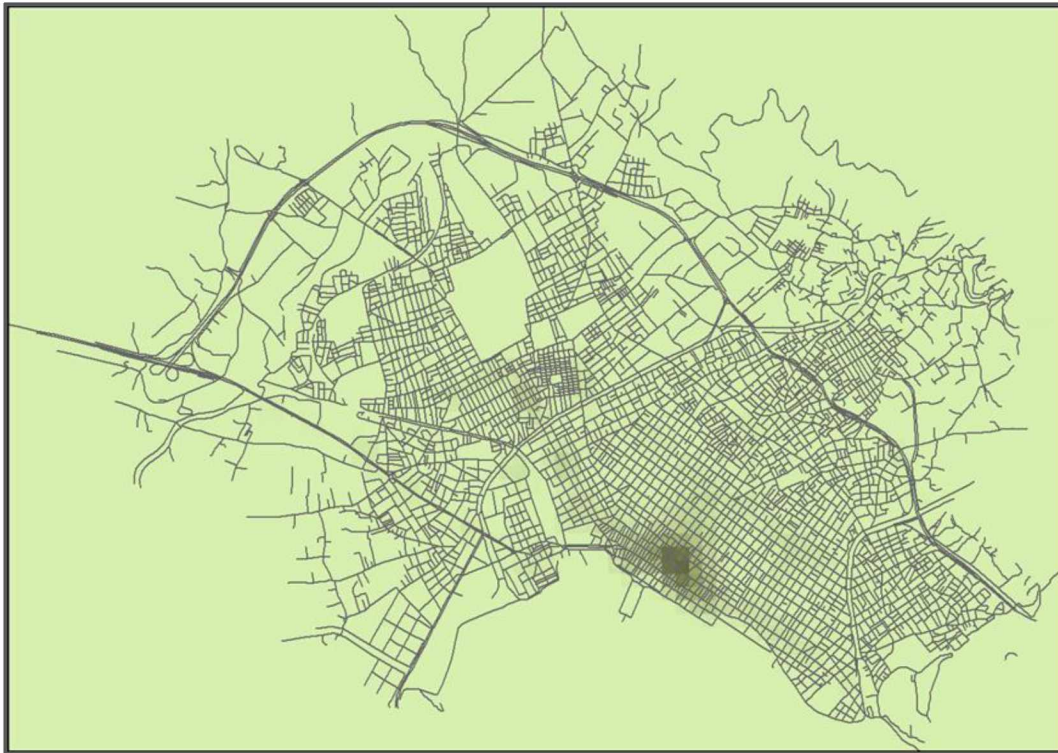




Σχήμα 6-18: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων τερματικών σταθμών.



Σχήμα 6-19: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων χώρων αναψυχής.



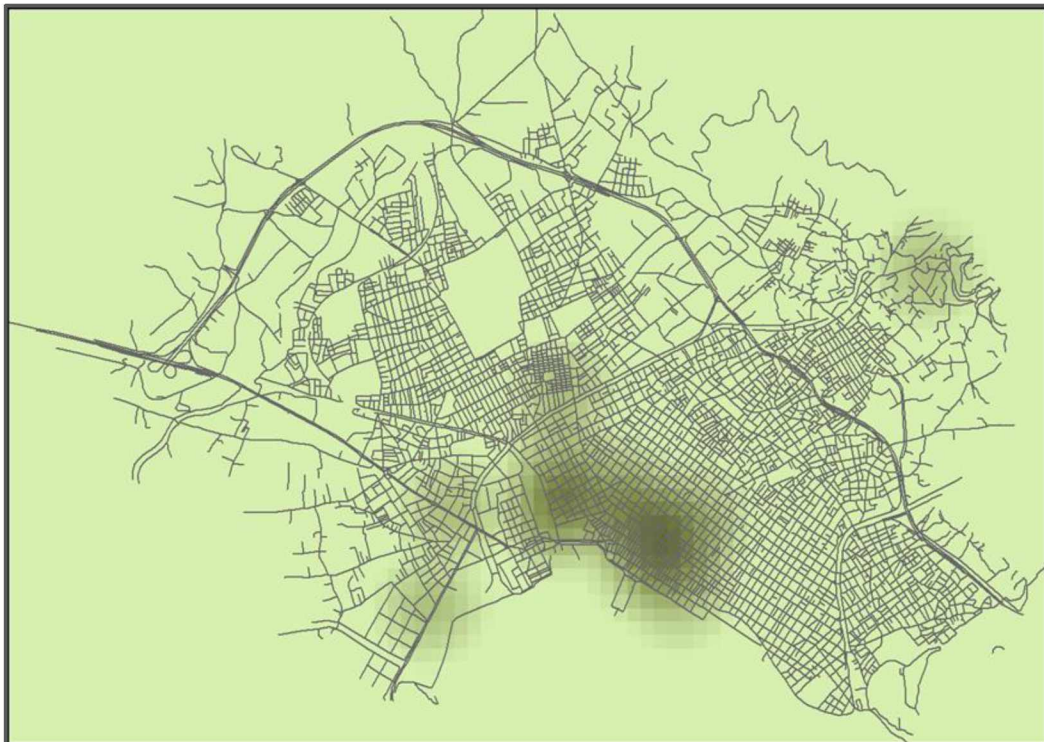
Σχήμα 6-20: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων εμπορικών κέντρων.



Σχήμα 6-21: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων χώρων άθλησης.



Σχήμα 6-22: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων πανεπιστημιακών εγκαταστάσεων.

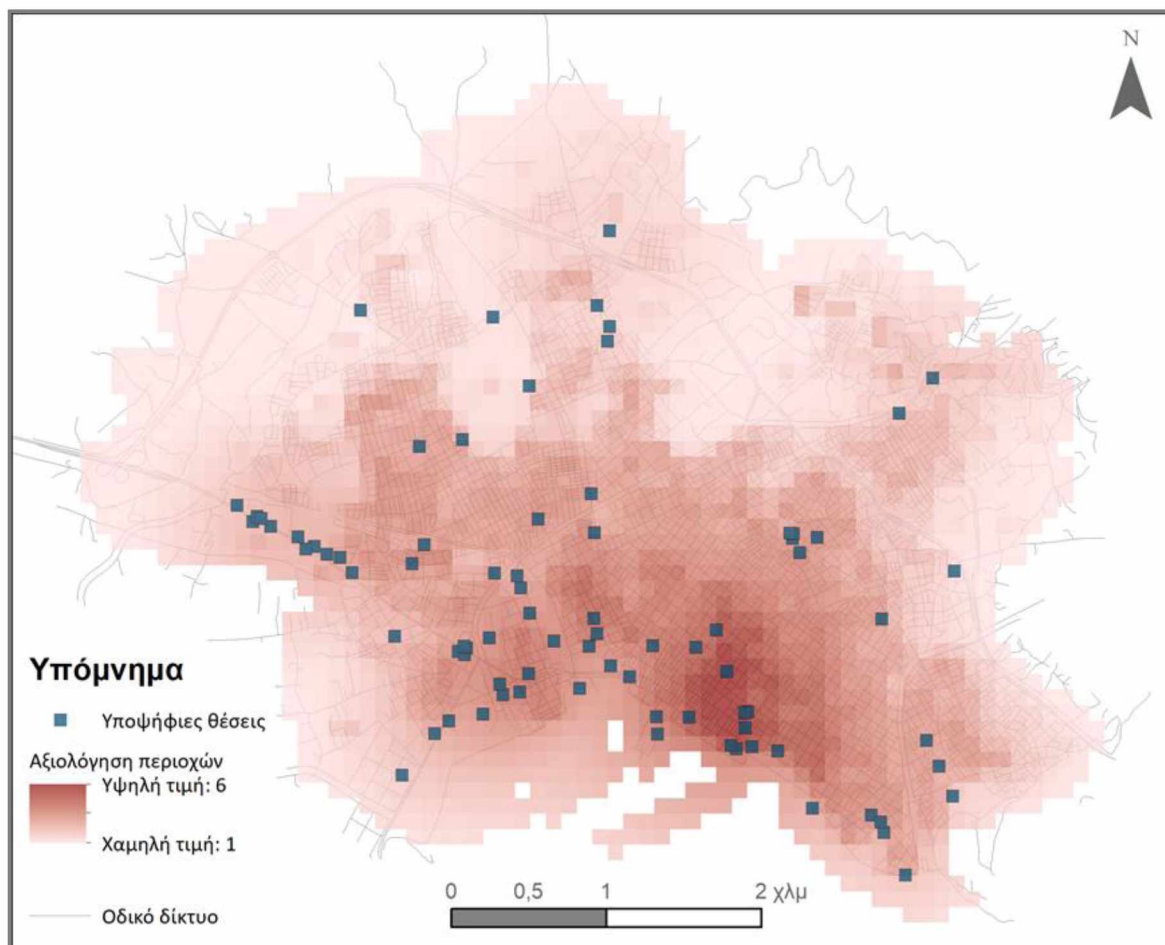


Σχήμα 6-23: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων δημόσιων υπηρεσιών.



Σχήμα 6-24: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων ξενοδοχειακών μονάδων.

Τέλος, όπως φαίνεται στον χάρτη του Σχήματος 6-25, οι περιοχές μεγαλύτερης καταλληλότητας είναι αυτές που εμπεριέχουν και τις περισσότερες δραστηριότητες, δηλαδή οι περιοχές στο κέντρο της πόλης και γύρω από αυτό. Ακόμη, υψηλή βαθμολογία εμφανίζουν και ορισμένες περιοχές στη Νέα Ιωνία, στα σύνορα της Νέας Ιωνίας με τον Βόλο και στην έξοδο της πόλης προς το Πήλιο.



Σχήμα 6-25: Χάρτης χωρικής κατανομής πυκνότητας των σημείων και των 13 επιπέδων.

## Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε μεσαίου μεγέθους πόλεις και εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα, αξιολογώντας σφαιρικά τα ευρήματα της σχετικής βιβλιογραφίας και της πανελλαδικής έρευνας που διενεργήθηκε σε 400 άτομα.

Όπως είναι ευρέως γνωστό, το καθεστώς υιοθέτησης ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην Ελλάδα είναι σχεδόν μηδαμινό, παρά το ότι το 53,5% των ερωτηθέντων δήλωσε πως θα θεωρούσε πιθανό να αγοράσει ένα ηλεκτρικό όχημα. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει δύο θέσεις, αφενός ότι τα κίνητρα αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα δεν είναι επαρκή για την ώθηση της ηλεκτροκίνησης στην αγορά και αφετέρου πως οι υπάρχουσες υποδομές φόρτισης δεν καλύπτουν επαρκώς το αίσθημα άγχους φόρτισης του αγοραστικού κοινού. Ως προς τις ενέργειες της πολιτείας σχετικά με τα κίνητρα αγοράς ενός ηλεκτρικού οχήματος, το 91,3% των ερωτηθέντων συμφωνεί με την ύπαρξη κρατικής επιδότησης ενός μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς και το 90,5% του δείγματος συμφωνεί με την ύπαρξη μειωμένων τελών κυκλοφορίας. Σημαντικότερο είναι όμως το γεγονός, πως το 94,8% συμφωνεί πως η ύπαρξη υποδομών φόρτισης θα επηρέαζε την απόφασή του να αγοράσει ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, επιβεβαιώνοντας την έλλειψη υποδομών φόρτισης στην Ελλάδα και το αίσθημα άγχους που επικρατεί για τη φόρτιση.

Στην πόλη του Βόλου των 140.000 περίπου κατοίκων, μόλις το 10% του δείγματος συμφωνεί πως οι δύο σταθμοί φόρτισης επαρκούν και το 76,5% υποστηρίζει πως η ύπαρξη περισσότερων σταθμών εντός της πόλης του Βόλου θα τους ωθούσε να αγοράσουν ευκολότερα ένα ηλεκτρικό όχημα. Επίσης, το 73,8% τάσσεται υπέρ της αναγκαιότητας κατασκευής σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο Πήλιο που αποτελεί μια έξοδο της πόλης του

Βόλου, όπως και έναν δημοφιλή προορισμό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Πέρα από το Πήλιο, και η ίδια η πόλη του Βόλου αποτελεί έναν δημοφιλή τουριστικό προορισμό, τόσο τη χειμερινή περίοδο λόγω των δράσεων που οργανώνονται από τον Δήμο κυρίως τα Χριστούγεννα, όσο και την καλοκαιρινή περίοδο, καθώς συνδέει την ηπειρωτική Ελλάδα με τα νησιά των Σποράδων. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο, ο τομέας του τουρισμού επηρεάζει άμεσα την οικονομική ανάπτυξη της πόλης, καθιστώντας τον μια καίρια μεταβλητή ανάπτυξης της οποίας η αύξηση θα πρέπει να επιδιώκεται διαρκώς. Σε αυτό το πλαίσιο, το 65,3% των ερωτηθέντων απάντησε πως η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης στην πόλη του Βόλου θα βοηθούσε στην ανάπτυξη του τουρισμού.

Ως προς την κατασκευή σταθμών φόρτισης, είναι φανερό πως αυτή θα πρέπει να υλοποιηθεί υπό ένα καθεστώς κεντρικής οργάνωσης και προγραμματισμού. Αυτό συμβαίνει, καθώς η κατασκευή σταθμών φόρτισης είναι πολυδάπανη, αλλά και επειδή η πόλη του Βόλου αντιμετωπίζει ήδη αρκετά προβλήματα στον τομέα της στάθμευσης των αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης. Για τους παραπάνω λόγους, η αποσπασματική κατάργηση ορισμένων θέσεων στάθμευσης θα δυσχέραινε το υπάρχον πρόβλημα της στάθμευσης των οχημάτων, ενώ θα μπορούσε ακόμα να προκαλέσει και αντιδράσεις σχετικά με τη δημιουργία θέσεων στάθμευσης για ηλεκτρικά οχήματα, την στιγμή που αυτά αποτελούν τη σθεναρή μειοψηφία στον στόλο των οχημάτων που κυκλοφορούν στην πόλη. Η απαιτούμενη, λοιπόν, οργάνωση είναι απαραίτητη και είναι ωφέλιμο να διαχειριστεί υπό την αιγίδα κάποιου ευρέως αποδεκτού θεσμού, όπως αυτόν του Δήμου. Βέβαια, στην προσπάθεια αυτή, ο Δήμος ενδείκνυται να συνεργαστεί και με ιδιωτικούς φορείς για την κατασκευή και λειτουργία των σταθμών φόρτισης, τη στιγμή που το 81% των ερωτηθέντων συμφωνεί πως ο Δήμος Βόλου θα έπρεπε να προβεί σε αυτήν τη συνεργασία. Ακόμη, το 91,5% του δείγματος συμφωνεί πως ο Δήμος Βόλου πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους, ενώ

παράλληλα το 71% δηλώνει πως ο Δήμος θα πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους. Επιπρόσθετα, το 76,8% των ερωτηθέντων συμφωνεί πως ο Δήμος Βόλου θα πρέπει να παραχωρήσει εκτάσεις που διαθέτει για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης.

Σ' αυτή την προσπάθεια προώθησης της ηλεκτροκίνησης μέσω της δημιουργίας των σταθμών ο Δήμος δεν θα πρέπει να μεριμνήσει να ενημερώσει επαρκώς τους πολίτες, καθώς υψηλό ποσοστό αυτών, δεν γνωρίζουν τα οφέλη της ηλεκτροκίνησης και των ηλεκτρικών οχημάτων. Συγκεκριμένα, το 39% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν συμφωνεί πως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος, γεγονός που επιβεβαιώνει την άγνοια που επικρατεί μεταξύ των πολιτών σχετικά με το αισθητά μειωμένο λειτουργικό κόστος των ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα. Υπό αυτές τις συνθήκες, η αιγίδα του Δήμου σχετικά με την πληροφόρηση των πολιτών αναφορικά με την ηλεκτροκίνηση είναι επιτακτική και την επιβεβαιώνει και το 91,8% του δείγματος της έρευνας, υποστηρίζοντας πως ο Δήμος θα έπρεπε να οργανώσει δράσεις ενημέρωσης των πολιτών για αυτό το θέμα.

Σε αυτήν την οργανωμένη προσπάθεια εγκατάστασης των σταθμών εντός της πόλης δεν θα πρέπει να αγνοηθεί η επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασής τους, ο τρόπος φόρτισης που θα υποστηρίζουν, όπως και το κόστος φόρτισης της προσφερόμενης υπηρεσίας. Ως προς την ιδανική τοποθεσία εγκατάστασης ενός σταθμού φόρτισης εντός της πόλης, το 45,5% προτιμά τους δημόσιους χώρους στάθμευσης, το 43% τα πρατήρια καυσίμων και το 39,3% τις κατοικίες. Υψηλά ποσοστά σημειώνουν ακόμα οι ειδικές θέσεις παρά την οδό, οι εργασιακοί χώροι, τα εμπορικά κέντρα και οι τερματικοί σταθμοί. Το 91,8% των ερωτηθέντων θα πραγματοποιούσε μια κανονική (βραδεία) φόρτιση κατά τη διάρκεια της νύχτας, την ώρα δηλαδή που συνήθως βρίσκεται στο σπίτι. Παράλληλα, το μεσημέρι επιλέχτηκε ως η ιδανική ώρα για μία ταχεία φόρτιση με 40,3%, την ώρα δηλαδή που οι περισσότεροι μετακινούμενοι



ολοκληρώνουν τις εργασιακές τους υποχρεώσεις. Επίσης, το 47,8% των ερωτηθέντων δήλωσε πως θα φόρτιζε το όχημά του 2-3 φορές εβδομαδιαίως, ενώ το ελάχιστο ποσοστό μπαταρίας που θα ήθελε να έχει το 40,3% των συμμετεχόντων πριν πραγματοποιήσει μία φόρτιση είναι το 20%. Τέλος το 44,3% θα αποδέχονταν να πληρώσει 0-4€ για μία πλήρη αργή φόρτιση, ενώ το 31,3% θα αποδέχονταν να πληρώσει 4,1-8€ για μία πλήρη ταχεία φόρτιση.

Με βάση αυτά τα συμπεράσματα παράχθηκαν και οι χάρτες του Κεφαλαίου 6, σχετικά με την περίπτωση της πόλης του Βόλου και τις ιδανικές τοποθεσίες εγκατάστασης των σταθμών φόρτισης. Συγκεκριμένα, οι χάρτες λαμβάνουν υπόψιν και τους υπάρχοντες σταθμούς φόρτισης σε ορισμένα σενάρια. Βέβαια, αυτοί είχαν τοποθετηθεί ιδιωτικά και για αυτό ο Δήμος θα ήταν ωφέλιμο να επενδύσει στη δημιουργία ενός δικού του πλάνου ανάπτυξης σταθμών που θα εξυπηρετούν καλύτερα τις ανάγκες ολόκληρου του πληθυσμού της πόλης, παρά συγκεκριμένες μόνο περιοχές. Αυτό το πλάνο, θα καθιστούσε μια ολοκληρωμένη μελέτη για την πόλη του Βόλου, και καθώς θα ήταν χρηματοδοτούμενο θα μπορούσε να λάβει υπόψιν και άλλους παράγοντες, όπως το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να διαμορφωθεί ένα ολοκληρωμένο επιχειρηματικό μοντέλο για τη χωροθέτηση των σταθμών.

Επιπλέον, ο Δήμος θα μπορούσε να ανανεώσει τον στόλο υπηρεσιακών οχημάτων του με ηλεκτρικά στο πλαίσιο προώθησης της ηλεκτροκίνησης. Με την ενέργεια αυτή, το 93,5% των ερωτηθέντων συμφωνεί πως θα λειτουργούσε ως πρότυπο για τους υπόλοιπους Δήμους, το 92,8% υποστηρίζει πως θα γίνονταν φιλικότερος προς το περιβάλλον, το 87,3% συμφωνεί πως θα γίνονταν πιο σύγχρονος, και κυρίως το 62,8% συμφωνεί πως με αυτόν τον τρόπο η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος τουριστικός προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες.

Επιπρόσθετα, σε περαιτέρω έρευνα, θα μπορούσε να εξεταστεί η εγκατάσταση και λειτουργία ενός συστήματος μοιρασμένης χρήσης οχημάτων (car-sharing) με ηλεκτρικά οχήματα εντός της πόλης που θα εξυπηρετούσε, τόσο τους κατοίκους και ιδιαίτερα τους

φοιτητές που συνήθως δεν διαθέτουν δικό τους όχημα, όπως και τους τουρίστες. Τέλος, το Αστικό ΚΤΕΛ Βόλου θα μπορούσε να διερευνήσει τη μετατροπή του στόλου των λεωφορείων σε ηλεκτρικά, καθώς θα μπορούσαν να λειτουργήσουν θέσεις φόρτισης στους υπάρχοντες τερματικούς σταθμούς, και επιπλέον, η αυτονομία των ηλεκτρικών λεωφορείων θα μπορούσε να καλύψει τις υπάρχουσες ανάγκες, με δεδομένο ότι οι αποστάσεις στην πόλη είναι σχετικά μικρές.

## Βιβλιογραφία

ArcGIS, 2020. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>.

ERTRAC, EPoSS & ETIP SNET, 2017. European Roadmap Electrification of Road Transport. 3<sup>rd</sup> Edition, Version 10, June 2017.

European Environmental Agency, 2016. <https://www.eea.europa.eu/about-us>.

Fernández, R. Á., 2019. Method for assessing the environmental benefit of road transport electrification and its influence on greenhouse gas inventories. *Journal of Cleaner Production*, Volume 218, 1 May 2019, pages 476-485.

Gkatzoflias, D., Drossinos, Y., Zubaryeva, A., Zambelli, P., Dilara, P. & Thiel, C., 2016. Optimal allocation of electric vehicle charging infrastructure in cities and regions. Joint Research Centre Science for Policy Report, EUR 27894 EN.

Harrison G. & Thiel, C., 2017. An exploratory policy analysis of electric vehicle sales competition and sensitivity to infrastructure in Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 114, pp. 165-178.

Huang, K., Kanaroglou, P., Zhang, X., 2016. The design of electric vehicle charging network. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 49, December 2016, pages 1-17.

International Electrotechnical Commission, 2017. <https://www.iec.ch/>.

International Energy Agency, 2020. <https://www.iea.org/>.

Manville, C., Cochrane, G., Cave, J., Millard, J., Pederson, J. K., Thaarup, R. K., Liebe, A., Wissner, M., Massink, R. & Kotterink, B., 2014. Mapping Smart Cities in the EU. European

Parliament, Directorate General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy, January 2014, Brussels.

Nour, M., Said, S., Ali, A. & Farka, C., 2019. Smart charging of electric vehicles according of electricity price. 2019 International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering (ITCE 2019).

Pecas Lopes, J., Soares, F.J. & Rocha Almeida, P.M., 2011. Integration of electric vehicles in the electric power system. Proceedings of the IEEE, vol. 99, No. 1, January 2011.

Poullikkas, A., 2015. Sustainable options for electric vehicle technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 41, January 2015, pages 1277-1287.

Rietman, N. & Lieven, T., 2006. How policy measures succeeded to promote electric mobility – Worldwide review and outlook. *Journal of Cleaner Production*, Volume 206, 1 January 2019, pages 66-75.

Silverman, B. W., 1986. Density Estimation for Statistics and Data Analysis: New York: Chapman and Hall.

Singh, B. & Strømman, A. H., 2013. Environmental assessment of electrification of road transport in Norway: Scenarios and impacts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 25, December 2013, pages 106-111.

Spöttle, M., Jörling, K., Schimmel, M., Staats, M., Grizzel L., Jerram, L., Drier, W., Gartner, J., 2018. Research for TRAN Committee – Charging infrastructure for electric road vehicles, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels.

Vazifeh, M. M., Zhang H., Santi, P. & Ratti, C., 2019. Optimizing the deployment of electric vehicle charging stations using pervasive mobility data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 121, March 2019, pages 75-91.

Wang, H., Zhao, D., Meng, Q., Ong, G. P. & Lee, D., 2019. A four-step method for electric-vehicle charging facility deployment in a dense city: An empirical study in Singapore. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 119, January 2019, pages 224-237.

Weiss, M., Zerfass, A. & Helmers, E., 2019. Fully electric and plug-in hybrid cars - An analysis of learning rates, user costs, and costs for mitigating CO<sub>2</sub> and air pollutant emissions. *Journal of Cleaner Production*, Volume 212, 1 March 2019, pages 1478-1489.

Ελληνική Δημοκρατία, 2019. Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Μεταφορών της Ελλάδας. Τελική Έκθεση Εθνικού Στρατηγικού Σχέδιου Μεταφορών, Ιούνιος 2019, TA2017028 GR GRS.

Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2019. Εθνικό σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα. Νοέμβριος 2019, Αθήνα.

ΕΛΣΤΑΤ, 2019. Ελληνική Στατιστική Αρχή. <https://www.statistics.gr/>.

Καρλαύτης, Μ. Γ. & Λυμπέρης, Κ. Π., 2009. Συστήματα Αστικών Συγκοινωνιών - Σχεδιασμός, Κατασκευή, Λειτουργία. Αθήνα, Εκδόσεις Συμμετρία.

Μπαζίμα, Γ., 2019. Μεθοδολογία Προσδιορισμού Χωρικού Δείκτη Ποδηλατικότητας (bikeability) Μελέτη Περίπτωσης: Η πόλη του Βόλου. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Διπλωματική Εργασία, 2019.

Σάλτα, Ζ., 2006. Ανάλυση δικτύων σε χωρικές βάσεις δεδομένων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Οκτώβριος 2006

Τσιμπιδά, Χ. Η., 2009. Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (AHP). Μέθοδοι εύρεσης βαρών κριτηρίων και εναλλακτικών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μαθηματικών, Διπλωματική Εργασία, Δεκέμβριος 2009.

ΦΕΚ Α'79/09.04.2012. Νέος Οικοδομικός Κανονισμός.

ΦΕΚ Α'9/23.01.2018. Ενεργειακές Κοινότητες και άλλες διατάξεις.

ΦΕΚ Β'2040/04.06.2019. Καθορισμός των όρων, των προϋποθέσεων και των τεχνικών προδιαγραφών για την εγκατάσταση συσκευών φόρτισης συσσωρευτών ηλεκτροκίνητων οχημάτων (σημεία επαναφόρτισης), στις εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης οχημάτων, σε δημοσίως προσβάσιμα σημεία επαναφόρτισης κατά μήκος του αστικού, υπεραστικού και εθνικού οδικού δικτύου καθώς και σε χώρους στάθμευσης δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων.

ΦΕΚ Β'50/15.01.2015. Καθορισμός των όρων, προϋποθέσεων και τεχνικών προδιαγραφών συσκευών φόρτισης συσσωρευτών ηλεκτροκίνητων οχημάτων, για την εγκατάσταση αυτών σε υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση «Πρατήρια παροχής Καυσίμων και Ενέργειας», σε υφιστάμενους ή υπό αδειοδότηση στεγασμένους και υπαίθριους σταθμούς αυτοκινήτων, σε υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων και σε υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση δημόσια ή ιδιωτικά ΚΤΕΟ.

## **Παράρτημα: Ερωτηματολόγιο**

## Λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου

Πραγματοποιείται έρευνα από το Εργαστήριο Κυκλοφορίας, Μεταφορών και Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με θέμα την εγκατάσταση και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου.

Σημειώνεται ότι το Εργαστήριο Κυκλοφορίας, Μεταφορών και Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας συμμορφώνεται με τον Γενικό Κανονισμό Προστασίας Δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης ([GDPR](#)), σέβεται την ιδιωτικότητά σας και προστατεύει τα δεδομένα που μοιράζεστε μαζί μας. Δεσμευόμαστε ότι:

- Οι απαντήσεις σας στο ερωτηματολόγιο θα χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο εκπόνησης διπλωματικής εργασίας και αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.
- Τα προσωπικά σας δεδομένα δεν θα προωθηθούν σε τρίτους ή ομάδες τρίτων.





## **Μέρος Α: Εισαγωγή**

Ηλεκτρικά είναι τα οχήματα τα οποία χρησιμοποιούν για την κίνησή τους ηλεκτρική ενέργεια (αποθηκευμένη σε μπαταρίες). Στα ηλεκτρικά οχήματα γίνεται χρήση αποκλειστικά ηλεκτρικών κινητήρων, σε αντίθεση με τα συμβατικά οχήματα, τα οποία χρησιμοποιούν μηχανές εσωτερικής καύσης.

Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο IEC 61851, υπάρχουν 4 τρόποι φόρτισης (modes) (International Electrotechnical Commission, 2017):

- Mode 1: Βραδεία φόρτιση με χρήση ρευματοδότη οικιακού τύπου και εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).
- Mode 2: Βραδεία φόρτιση με χρήση ρευματοδότη οικιακού τύπου και εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) με επιπρόσθετη διάταξη προστασίας κατά της ηλεκτροπληξίας τύπου RCD.
- Mode 3: Βραδεία έως ημι-ταχεία φόρτιση με χρήση ειδικού ρευματοδότη.
- Mode 4: Ταχεία/υπερταχεία φόρτιση από εξωτερικό φορτιστή που παρέχει συνεχές ρεύμα (DC) μέσω μετατροπέα AC/DC.

Για να διανύσει ένα όχημα απόσταση 100 χιλιομέτρων απαιτείται φόρτιση 6-8 ώρες στις υποδομές mode 1 και mode 2, και περίπου 1-3 ώρες για την υποδομή mode 3. Η φόρτιση με υποδομή mode 4 είναι ταχεία και διαρκεί κατά μέσο όρο 20 λεπτά (European Environmental Agency, 2016).

Η πόλη του Βόλου διαθέτει σήμερα δύο σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, έναν στον λιμένα Βόλου στην περιοχή του τελωνείου, και έναν στο ξενοδοχείο Domotel Xenia Volos.

## Μέρος Β: Ηλεκτρικά αυτοκίνητα

Ερώτηση 1 – Παρακαλώ επιλέξτε πόσο συμφωνείτε με τις παρακάτω δηλώσεις.									
1.1	Ενδιαφέρομαι για τις νέες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της αυτοκίνησης.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
1.2	Γενικά θεωρώ πως τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια σημαντική τεχνολογική εξέλιξη.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
1.3	Θα με ενδιέφερε να χρησιμοποιώ ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
1.4	Θα καταργούσα τη χρήση του συμβατικού αυτοκινήτου, εάν διέθετα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
Ερώτηση 2 – Πόσο πιθανό είναι να αγοράζατε ένα καινούριο ηλεκτρικό αυτοκίνητο;									
<input type="checkbox"/>	Πολύ απίθανο	<input type="checkbox"/>	Μάλλον απίθανο	<input type="checkbox"/>	Ουδέτερο	<input type="checkbox"/>	Πιθανό	<input type="checkbox"/>	Πολύ πιθανό
Ερώτηση 3 – Πόσα χρήματα θα δαπανούσατε για την αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου;									
<input type="checkbox"/>	< 10.000 €	<input type="checkbox"/>	10.000 - 20.000 €	<input type="checkbox"/>	20.001 – 30.000 €	<input type="checkbox"/>	30.001 – 40.000 €	<input type="checkbox"/>	> 40.000 €
Ερώτηση 4 – Στις παρακάτω δηλώσεις, παρακαλώ επιλέξτε την απάντηση που ταιριάζει περισσότερο στις πεποιθήσεις σας για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου.									
4.1	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα καλύπτουν καλύτερα τις ανάγκες μετακίνησής μου.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
4.2	Θα αγόραζα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο για να αντικαταστήσω ένα παλαιότερο αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
4.3	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
4.4	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι ασφαλέστερα.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
4.5	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν καλύτερες επιδόσεις.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
4.6	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο λειτουργικό κόστος.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
4.7	Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν μικρότερο κόστος συντήρησης.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα

Ερώτηση 5 – Στις παρακάτω δηλώσεις, παρακαλώ επιλέξτε την απάντηση που ταιριάζει περισσότερο στις προθέσεις σας για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου.									
5.1	Κρατική επιδότηση ενός μέρους της συνολικής δαπάνης αγοράς θα αποτελούσε κίνητρο να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
5.2	Τα μειωμένα τέλη κυκλοφορίας θα αποτελούσαν κίνητρο να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
5.3	Οι χαμηλές εκπομπές ρύπων θα αποτελούσαν κίνητρο να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
5.4	Το λειτουργικό κόστος θα επηρέαζε την απόφασή μου να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
5.5	Το να κατέχω ένα αυτοκίνητο σύγχρονης τεχνολογίας θα με ωθούσε να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
5.6	Η ύπαρξη υποδομών φόρτισης θα επηρέαζε την απόφασή μου να αγοράσω ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα

### Μέρος Γ: Φόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Ερώτηση 6 – Ποιο κόστος θα ήταν αποδεκτό για μια πλήρη βραδεία φόρτιση (6-8 ώρες) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σας;									
<input type="checkbox"/>	0 – 4 €	<input type="checkbox"/>	4.1 – 8 €	<input type="checkbox"/>	8.1 – 12 €	<input type="checkbox"/>	12.1 – 16 €	<input type="checkbox"/>	> 16 €
Ερώτηση 7 – Ποιο κόστος θα ήταν αποδεκτό για μια πλήρη ταχεία φόρτιση (20 λεπτά) του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σας;									
<input type="checkbox"/>	0 – 4 €	<input type="checkbox"/>	4.1 – 8 €	<input type="checkbox"/>	8.1 – 12 €	<input type="checkbox"/>	12.1 – 16 €	<input type="checkbox"/>	> 16 €
Ερώτηση 8 – Οι δύο σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου επαρκούν.									
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
Ερώτηση 9 – Η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου θα με ωθούσε να αγοράσω πιο εύκολα ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο.									
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
Ερώτηση 10 – Η κατασκευή και λειτουργία περισσότερων σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην πόλη του Βόλου θα βοηθούσε στην ανάπτυξη του τουρισμού.									
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
Ερώτηση 11 – Η κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στο Πήλιο είναι απαραίτητη.									
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
Ερώτηση 12 – Εάν είχατε ηλεκτρικό αυτοκίνητο, πόσο συχνά θα το φορτίζατε;									
<input type="checkbox"/>	Κάποιες φορές τον μήνα	<input type="checkbox"/>	1 φορά την εβδομάδα	<input type="checkbox"/>	2-3 φορές την εβδομάδα	<input type="checkbox"/>	4-5 φορές την εβδομάδα	<input type="checkbox"/>	Καθημερινά
Ερώτηση 13 – Θα σας ενοχλούσε να μην είχατε συνεχώς πλήρως φορτισμένη μπαταρία, εάν το υπόλοιπό της ανταποκρινόταν έστω και οριακά στις ανάγκες μετακίνησής σας;									
<input type="checkbox"/>	Καθόλου	<input type="checkbox"/>	Λίγο	<input type="checkbox"/>	Αρκετά	<input type="checkbox"/>	Πολύ	<input type="checkbox"/>	Πάρα πολύ
Ερώτηση 14 – Πόσο θα ήταν το ελάχιστο ποσοστό μπαταρίας που θα σας οδηγούσε στο να φορτίσετε το αυτοκίνητό σας;									
<input type="checkbox"/>	10%	<input type="checkbox"/>	20%	<input type="checkbox"/>	30%	<input type="checkbox"/>	40%	<input type="checkbox"/>	> 50%
Ερώτηση 15 – Ποια θεωρείτε ιδανική τοποθεσία για την εγκατάσταση ενός σταθμού φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εντός της πόλης; (ΕΩΣ 3 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ)									
<input type="checkbox"/>	Κατοικία								
<input type="checkbox"/>	Χώρος εργασίας								
<input type="checkbox"/>	Δημόσια πάρκινγκ								
<input type="checkbox"/>	Ιδιωτικά πάρκινγκ								
<input type="checkbox"/>	Ειδικές θέσεις παρά την οδό								
<input type="checkbox"/>	Πρατήριο καυσίμων								
<input type="checkbox"/>	Δημόσιος χώρος (πλατεία, κτλ.)								

<input type="checkbox"/>	Τερματικός σταθμός (λιμένας, ΚΤΕΛ, ΟΣΕ, κτλ.)
<input type="checkbox"/>	Χώρος αναψυχής (θέατρο, κινηματογράφος, καφέ, εστιατόριο)
<input type="checkbox"/>	Εμπορικό κέντρο (σούπερ μάρκετ, κτλ.)
<input type="checkbox"/>	Χώροι άθλησης
<input type="checkbox"/>	Πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις
<input type="checkbox"/>	Δημόσιες υπηρεσίες (ΙΚΑ, ΔΕΗ, ΚΕΠ)
<input type="checkbox"/>	Ξενοδοχειακές μονάδες
<input type="checkbox"/>	Άλλο (παρακαλώ προσδιορίστε)
Ερώτηση 16 – Ποια θα ήταν ιδανική ώρα για βραδεία φόρτιση (6-8 ώρες) του αυτοκινήτου σας;	
<input type="checkbox"/>	Πρωί
<input type="checkbox"/>	Μεσημέρι
<input type="checkbox"/>	Απόγευμα
<input type="checkbox"/>	Βράδυ
Ερώτηση 17 – Ποια θα ήταν ιδανική ώρα για ταχεία φόρτιση (20 λεπτά) του αυτοκινήτου σας;	
<input type="checkbox"/>	Πρωί
<input type="checkbox"/>	Μεσημέρι
<input type="checkbox"/>	Απόγευμα
<input type="checkbox"/>	Βράδυ

### Μέρος Δ: Πρωτοβουλίες του Δήμου Βόλου

Ερώτηση 18 – Εάν ο Δήμος Βόλου προχωρούσε σε ανανέωση του στόλου των υπηρεσιακών οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα:									
18.1	Θα γινόταν περισσότερο σύγχρονος.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
18.2	Θα γινόταν περισσότερο φιλικός προς το περιβάλλον.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
18.3	Θα μπορούσε να λειτουργήσει ως πρότυπο για τους άλλους Δήμους.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
18.4	Η πόλη θα γινόταν δημοφιλέστερος προορισμός για τους επισκέπτες/τουρίστες.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
Ερώτηση 19 – Στις παρακάτω δηλώσεις, παρακαλώ επιλέξτε την απάντηση που ταιριάζει περισσότερο στις πεποιθήσεις σας σχετικά με πρωτοβουλίες που θα πρέπει να λάβει ο Δήμος Βόλου για τη φόρτιση των ηλεκτρικών οχημάτων.									
19.1	Ο Δήμος πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς βραδείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
19.2	Ο Δήμος πρέπει να κατασκευάσει σταθμούς ταχείας φόρτισης σε δημόσιους χώρους.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
19.3	Ο Δήμος πρέπει να συνεργαστεί με ιδιωτικούς φορείς για την κατασκευή και λειτουργία σταθμών φόρτισης.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
19.4	Ο Δήμος πρέπει να παραχωρήσει εκτάσεις που του ανήκουν για εγκατάσταση σταθμών φόρτισης.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα
19.5	Ο Δήμος πρέπει να οργανώσει δράσεις ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ηλεκτροκίνηση.								
<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ έντονα	<input type="checkbox"/>	Διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Δεν συμφωνώ, ούτε διαφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ	<input type="checkbox"/>	Συμφωνώ απόλυτα

**Μέρος Ε: Στοιχεία κινητικότητας και αυτοκινήτου**

Ερώτηση 20 – Ποιος είναι ο συνήθης σκοπός μετακίνησής σας μέσα στην πόλη;									
<input type="checkbox"/>	Εκπαίδευση								
<input type="checkbox"/>	Εργασία								
<input type="checkbox"/>	Αγορές								
<input type="checkbox"/>	Ψυχαγωγία								
<input type="checkbox"/>	Άλλο (παρακαλώ προσδιορίστε)								
Ερώτηση 21 – Ποιος είναι ο συνήθης σκοπός των ταξιδιών σας εκτός πόλης;									
<input type="checkbox"/>	Επαγγελματικοί λόγοι								
<input type="checkbox"/>	Οικογενειακοί λόγοι								
<input type="checkbox"/>	Διακοπές								
<input type="checkbox"/>	Άλλο (παρακαλώ προσδιορίστε)								
Ερώτηση 22 – Πόσο συχνά ταξιδεύετε σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 χιλιομέτρων;									
<input type="checkbox"/>	Λιγότερες από μια φορά τον μήνα	<input type="checkbox"/>	Μια φορά τον μήνα	<input type="checkbox"/>	2 φορές τον μήνα	<input type="checkbox"/>	3 φορές τον μήνα	<input type="checkbox"/>	Περισσότερες από 3 φορές τον μήνα
Ερώτηση 23 – Πόσα χιλιόμετρα διανύετε τον χρόνο;									
<input type="checkbox"/>	< 10.000 χιλιόμετρα								
<input type="checkbox"/>	10.000-20.000 χιλιόμετρα								
<input type="checkbox"/>	> 20.000 χιλιόμετρα								
Ερώτηση 24 – Πόσα αυτοκίνητα διαθέτει το νοικοκυριό σας;									
<input type="checkbox"/>	Κανένα								
<input type="checkbox"/>	Ένα								
<input type="checkbox"/>	Δύο ή περισσότερα								
Ερώτηση 25 – Έχετε στην κατοχή σας θέση στάθμευσης;									
<input type="checkbox"/>	Ναι								
<input type="checkbox"/>	Όχι								
Ερώτηση 26 – Το αυτοκίνητο που χρησιμοποιείτε το αγοράσατε:									
<input type="checkbox"/>	Καινούριο								
<input type="checkbox"/>	Μεταχειρισμένο								
Ερώτηση 27 – Ποια είναι η ηλικία του αυτοκινήτου σας;									
<input type="checkbox"/>	< 3 έτη								
<input type="checkbox"/>	3 – 10 έτη								
<input type="checkbox"/>	11 – 20 έτη								
<input type="checkbox"/>	> 20 έτη								

Ερώτηση 28 – Ο τύπος του αυτοκινήτου σας είναι:	
<input type="checkbox"/>	Μικρό (<1.400 κυβικά)
<input type="checkbox"/>	Μεσαίο (1.400-2.000 κυβικά)
<input type="checkbox"/>	Μεγάλο (>2.000 κυβικά)

### Μέρος ΣΤ: Δημογραφικά στοιχεία

Ερώτηση 29 – Φύλο							
<input type="checkbox"/>	Άνδρας			<input type="checkbox"/>	Γυναίκα		
Ερώτηση 30 – Ηλικία							
<input type="checkbox"/>	18-25	<input type="checkbox"/>	26-40	<input type="checkbox"/>	41-65	<input type="checkbox"/>	> 66
Ερώτηση 31 – Επίπεδο εκπαίδευσης							
<input type="checkbox"/>	Απολυτήριο Δημοτικού/Γυμνασίου						
<input type="checkbox"/>	Απολυτήριο Λυκείου						
<input type="checkbox"/>	Πτυχίο Ανώτατου/Ανώτερου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος						
Ερώτηση 32 – Απασχόληση							
<input type="checkbox"/>	Φοιτητής						
<input type="checkbox"/>	Εργαζόμενος						
<input type="checkbox"/>	Άνεργος						
<input type="checkbox"/>	Συνταξιούχος						
<input type="checkbox"/>	Οικιακά						
<input type="checkbox"/>	Άλλο (παρακαλώ προσδιορίστε)						
Ερώτηση 33 – Μηνιαίο οικογενειακό εισόδημα (ΟΧΙ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ)							
<input type="checkbox"/>	<1000 €						
<input type="checkbox"/>	1.001 € - 1.500 €						
<input type="checkbox"/>	> 1.501 €						
Ερώτηση 34 – Τόπος διαμονής							

*Ευχαριστούμε πολύ για τη συμμετοχή σας!*