



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

Τομέας Μεταλλευτικής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η προοπτική της αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στην Ελλάδα:  
Διερεύνηση με τη χρήση Ασαφών Γνωστικών Χαρτών και της μεθόδου  
Delphi**

Κοσσυβάκης Δ. Ευριπίδης

Επιβλέπων: Δαμίγος Δημήτριος

Καθηγητής Σχολής ΜΜΜ

ΑΘΗΝΑ 2021



## Πρόλογος

Εκατόν τριάντα τέσσερα χρόνια πέρασαν από το έτος γέννησης του πρώτου σύγχρονου αυτοκινήτου. Ο Γερμανός εφευρέτης Carl Benz κατοχυρώνει το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του Benz Patent-Motorwagen (1886).

Εκατόν δώδεκα χρόνια πέρασαν από την κυκλοφορία του Ford Model T (1908), του πρώτου αυτοκινήτου μαζικής παραγωγής, μοντέλο σταθμός για την αυτοκίνηση όπως τη γνωρίζουμε σήμερα.

Εκατό περίπου χρόνια αυτοκινήτου και πενήντα, μόλις, χρόνια ευρείας κυκλοφορίας αυτών στην Ελλάδα. Χρονικά μιλώντας, σε σχέση με την Τουρκοκρατία για παράδειγμα που διήρκησε γύρω στα τετρακόσια χρόνια, πρόκειται για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα στην ιστορία γενικότερα. Από τον ξύλινο τροχό, στο πολύπλοκο κράμα αλουμινίου και μαγνησίου. Από τη μηδενική ασφάλεια, στη μεγιστοποίηση αυτής μέσω αισθητήρων. Από εργαλείο για λίγους, σε αναγκαίο σχεδόν μέσο για όλη την κοινωνία. Από τις ρυπογόνες Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, στην Ηλεκτροκίνηση με ελάχιστο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Αυτά και άλλα τόσα, που θα αναλύσουμε παρακάτω είναι κάποια βασικά χαρακτηριστικά που άλλαξαν ραγδαία την αυτοκίνηση με την πάροδο του χρόνου.

Ας σταθούμε όμως, στην τελευταία πρόταση και συγκεκριμένα στη λέξη «Ηλεκτροκίνηση». Όλοι γνωρίζουμε σε γενικές γραμμές τι είναι, αλλά ξέρουμε την πραγματική της υπόσταση; Η απάντηση είναι ότι η σχεδίαση, η εξέλιξη και η παραγωγή του συμβατικού αυτοκινήτου και όχι μόνο, γίνεται πλέον με γνώμονα το περιβάλλον και όχι απλά με βάση τα ανθρώπινα γούστα και τις υλιστικές ανάγκες που υπάρχουν ανά εποχή.

Κάποτε, κριτήριο αγοράς αυτοκινήτου αποτελούσε η ισχύς του κινητήρα, ο κυβισμός του και ο έξτρα εξοπλισμός που το πλαισιώνει, όπως τα δερμάτινα καθίσματα, το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, η ηλιοροφή και άλλα τέτοια

παρεμφερή. Με τα σημερινά δεδομένα στην οικονομία και την οικολογία, ο καταναλωτής επιδιώκει να αγοράσει όσο πιο οικονομικό, σε κατανάλωση καυσίμου, αυτοκίνητο και με τους χαμηλότερους δυνατούς ρύπους, προκειμένου να ελαφρυνθεί όσο γίνεται από τα αναμενόμενα έξοδα συντήρησής του και τη φορολογία, με ταυτόχρονη συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος.

Παρότι οι κινητήρες εσωτερικής καύσης με τα χρόνια έγιναν ολοένα και πιο οικολογικοί, με μεγαλύτερες αποδόσεις, χαμηλότερους ρύπους και πολύ μικρότερες καταναλώσεις σε καύσιμο, ο περιβαλλοντικός τους αντίκτυπος παραμένει μεγάλος. Και παραμένει μεγάλος διότι η αναλογία αυτοκινήτου ανά κάτοικο, στα μεγάλα αστικά κέντρα όλο και αυξάνεται.

Μία μορφή λύσης σε αυτό το πρόβλημα φαίνεται πως δίνει ο ηλεκτρισμός, παρόλο που είναι ακόμη σε πρώιμο στάδιο στην αυτοκινητοβιομηχανία. Την τελευταία δεκαετία όλο και περισσότεροι κατασκευαστές στρέφονται στην επιλογή της μπαταρίας είτε ως κύριο κινητήριο σύνολο, είτε ως υποστηρικτικό του υπάρχοντος κινητήρα εσωτερικής καύσης. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου κίνησης του αυτοκινήτου, φαίνονται εντυπωσιακά και με την πάροδο του χρόνου θα εξελίσσονται, όπως φαίνεται, ακόμα περισσότερο. Μικρότερα κόστη σε αναλώσιμα μέρη, μεγαλύτερη αυτονομία των μπαταριών, τεχνολογίες αιχμής και συνάμα σεβασμός στο περιβάλλον γενικότερα.

Στην Ελλάδα, τα πρώτα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα έκαναν την εμφάνισή τους το 2011 και από τότε μέχρι σήμερα, καταλαμβάνουν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στις συνολικές ετήσιες πωλήσεις. Μερίδιο που δεν αντικατοπτρίζει, δυστυχώς, τις πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε παγκόσμια κλίμακα, καθώς η Ελλάδα βρίσκεται σε πολύ χαμηλή θέση σε σχέση με άλλες χώρες. Οι λόγοι πολλοί και κυρίως οικονομικοί, λόγω της 11ετούς πλέον κρίσης που βιώνουμε.

Ένα μεγάλο βήμα από το Ελληνικό Κράτος έγινε το καλοκαίρι του 2020, όπου η κυβέρνηση έδωσε οικονομικά και φορολογικά κίνητρα στους υποψήφιους

αγοραστές ηλεκτρικού αυτοκινήτου, μέσω του προγράμματος «Κινούμαι Ηλεκτρικά». Το πρόγραμμα αυτό αφορά στην αγορά ή μακροχρόνια μίσθωση ηλεκτρικού οχήματος και στην αγορά ηλεκτρικού δίκυκλου, τρίκυκλου ή ποδήλατου, καθώς και στην εγκατάσταση οικιακού φορτιστή.

Τα κίνητρα και οι επιδοτήσεις που δίνονται, σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες, κάνουν την αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου πιο εύκολη και περισσότερο δελεαστική. Μπορεί όμως να χαραχθεί στη συνείδηση του Έλληνα καταναλωτή ο 'εξηλεκτρισμός' των μέσων μεταφοράς;

Την απάντηση στο ερώτημα αυτό και σε άλλα σημαντικά, δίνουν άνθρωποι του χώρου της αυτοκίνησης, οι οποίοι στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας επιλέχθηκαν και κλήθηκαν να συμμετάσχουν στη σχετική έρευνα. Τους ευχαριστώ για την προθυμία και το χρόνο που διέθεσαν, καθώς και για τις πολύ εποικοδομητικές συζητήσεις που κάναμε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ, οφείλω να πω στον καθηγητή και επιβλέπων της παρούσας έρευνας Δημήτρη Δαμίγο, ο οποίος ήταν πάντα εκεί στο να με κατευθύνει σωστά με τις πολύτιμες συμβουλές του. Εκτιμώ βαθύτατα, όλη τη βοήθεια και το χρόνο που διέθεσε για εμένα.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το κρατάω για τους γονείς μου, Μαριάννα και Δημήτρη και την οικογένειά μου. Η στήριξή τους, σε όλη τη μέχρι τώρα σταδιοδρομία μου, ήταν αμείωτη, ατέλειωτη και δε θα την ξεχάσω ποτέ.

Ευριπίδης Κοσσυβάκης

## Περίληψη

Μία από τις μεγαλύτερες «επαναστάσεις» στο χώρο της αυτοκίνησης, λαμβάνει χώρα τον τελευταίο καιρό. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν, πλέον, ισχυρή παρουσία στην παγκόσμια αγορά, πολύ προχωρημένη τεχνολογία και σταδιακά τείνουν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ως κινητήριο σύνολο μηχανές εσωτερικής καύσης. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των προοπτικών της αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα.

Στα πρώτα κεφάλαια της διπλωματικής εργασίας, γίνεται ανάλυση των βασικών εννοιών και των χαρακτηριστικών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Δίνεται εικόνα της παγκόσμιας αγοράς, εμβαθύνοντας σε αυτές της Ευρώπης, της Κίνας και της Αμερικής. Κατόπιν, πιο αναλυτικά παρουσιάζεται η σχέση της Ελλάδας με την ηλεκτροκίνηση.

Όσον αφορά στο ερευνητικό κομμάτι, η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται την προοπτική της ελληνικής αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου με συνδυασμό δύο μεθόδων ανάλυσης, της Delphi και των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών.

Η μέθοδος Delphi, είναι μία δομημένη ερευνητική διαδικασία κατά την οποία μια σειρά από ερωτηματολόγια συντάχθηκαν και διανεμήθηκαν σε ομάδα επιλεγμένων εμπειρογνομόνων, με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών για την αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε με την επίτευξη της μέγιστης δυνατής συναίνεση μεταξύ των μελών της ομάδας.

Οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες, είναι μία μέθοδος αναπαράστασης ενός συστήματος με ασαφή κατευθυνόμενα γραφήματα, τα οποία αντιπροσωπεύουν τις αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων του συστήματος. Χρησιμοποιούνται για την περιγραφή και τη μοντελοποίηση ενός φυσικού συστήματος αξιοποιώντας τη γνώση ειδικών και μη γύρω από τη λειτουργία του. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, οι συμμετέχοντες ειδικοί εκτίμησαν τους

παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη της αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι αρκετά ενδιαφέροντα και μας δείχνουν ότι το μέλλον της αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στην Ελλάδα είναι ευοίωνο.

## Abstract

One of the biggest "revolutions" in the automotive sector has been taking place lately. Electric cars now have a strong presence in the global market, very advanced technology and are gradually tending to replace conventional cars powered by internal combustion engines. The object of this thesis is to investigate the prospects of the electric car market in Greece.

In the first chapters of the thesis, the basic concepts and characteristics of electric cars are analyzed. An overview of the global market is given, delving into those of Europe, China and America. Then, Greece's relationship with electromobility is presented in more detail.

Regarding the research part, this research deals with the prospect of the Greek electric car market by combining two methods of analysis, Delphi and Fuzzy Cognitive Maps.

The Delphi method, is a structured research procedure in which a series of questionnaires were prepared and distributed to a group of selected experts in order to collect information about the electric car market. The process was completed by achieving maximum consensus among the group members.

Fuzzy Cognitive Maps, is a method of representing a system with fuzzy directed graphs, which represent the causal relationships between the parameters of the system. They are used to describe and model a physical system by exploiting expert and non-expert knowledge about its operation. In the context of this study, the participating experts assessed the factors influencing the development of the electric car market.

The results of the research are quite interesting and show us that the future of the electric car market in Greece is promising.



# Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος.....	i
Περίληψη.....	iv
Abstract.....	vi
<b>Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο (ΗΑ) .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Αμιγώς Ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Υβριδικό αυτοκίνητο.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Επαναφορτιζόμενο Υβριδικό αυτοκίνητο .....</b>	<b>6</b>
<b>1.5. Ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου .....</b>	<b>8</b>
<b>1.6. Λειτουργία Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου .....</b>	<b>10</b>
1.6.1. Ηλεκτρικός κινητήρας .....	11
1.6.2. Συσσωρευτές ηλεκτρικού αυτοκινήτου .....	14
1.6.3. Φόρτιση ηλεκτρικού αυτοκινήτου και κόστος .....	16
<b>1.7. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων .....</b>	<b>19</b>
<b>Κεφάλαιο 2. Η ηλεκτροκίνηση παγκόσμια .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Ευρώπη.....</b>	<b>23</b>
2.1.1. Πωλήσεις .....	23
2.1.2. Οικονομικά Κίνητρα - Επιδοτήσεις .....	24
<b>2.2. Κίνα.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής .....</b>	<b>28</b>
<b>Κεφάλαιο 3. Η ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Η σχέση της Ελλάδας με την ηλεκτροκίνηση .....</b>	<b>33</b>
3.1.1. Enfield 8000 .....	33
3.1.2. Astypalea: Smart, sustainable island .....	35
3.1.3. Next e.GO Mobile.....	36
<b>3.2. Κίνητρα και στατιστικά πωλήσεων .....</b>	<b>38</b>

3.2.1. Κινούμετα Ηλεκτρικά .....	38
3.2.2. Στατιστικά πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων .....	40
<b>Κεφάλαιο 4. Μέθοδοι έρευνας .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1. Μέθοδος Delphi .....</b>	<b>42</b>
4.1.1. Εισαγωγή στη μέθοδο Delphi .....	42
4.1.2. Η ιστορία της μεθόδου Delphi .....	43
4.1.3. Βασικά χαρακτηριστικά της Delphi.....	43
4.1.4. Εφαρμογές της μεθόδου Delphi .....	45
4.1.5. Παραλλαγές της μεθόδου Delphi.....	47
4.1.6. Ακρίβεια της Delphi .....	48
<b>4.2. Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες .....</b>	<b>49</b>
4.2.1. Γνωστικοί Χάρτες .....	49
4.2.2. Εισαγωγή στους Ασαφείς Γνωστικούς Χάρτες.....	52
4.2.3. Κατασκευή Ασαφών Γνωστικών Χαρτών .....	54
4.2.4. Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες και Θεωρία Γράφων.....	54
<b>Κεφάλαιο 5. Εφαρμογή της μεθόδου Delphi .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1. Η ομάδα των ειδικών.....</b>	<b>59</b>
<b>5.2. Ερωτηματολόγια .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3. Αποτελέσματα της μεθόδου.....</b>	<b>62</b>
<b>Κεφάλαιο 6. Εφαρμογή της μεθόδου των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών .....</b>	<b>69</b>
<b>6.1. Γενικά για την έρευνα .....</b>	<b>70</b>
<b>6.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών .....</b>	<b>74</b>
<b>6.3. Διερεύνηση σεναρίων μέσω του συλλογικού Ασαφή Γνωστικού Χάρτη.....</b>	<b>85</b>
<b>Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα .....</b>	<b>92</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>95</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>100</b>

## Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1. Renault Twizy (2012) ( <a href="http://www.renault.fr">www.renault.fr</a> ) .....	3
Εικόνα 2. Citroen Ami (2020) ( <a href="http://www.citroen.fr">www.citroen.fr</a> ) .....	3
Εικόνα 3. BMW i3 (2013). Από τα πρώτα αμιγώς ηλεκτροκίνητα ευρείας παραγωγής ( <a href="http://www.bmw.de">www.bmw.de</a> ) .....	4
Εικόνα 4. Λειτουργία υβριδικού συστήματος ( <a href="http://www.greenbeanbattery.com">www.greenbeanbattery.com</a> ) .....	5
Εικόνα 5. Toyota Prius (2003). Το πρώτο ευρείας παραγωγής αυτοκίνητο υβριδικής τεχνολογίας από το 1997. Εδώ απεικονίζεται η δεύτερη γενιά και περισσότερο αναγνωρίσιμη, ειδικά στην Ελλάδα ( <a href="http://www.global.toyota">www.global.toyota</a> ) .....	6
Εικόνα 6. Δεύτερο ντεπόζιτο, αλλά μόνο για φόρτιση του ηλεκτροκινήτηρα, σε επιβατικό PHEV μοντέλο της BMW ( <a href="http://www.bmw.de">www.bmw.de</a> ) .....	7
Εικόνα 7. Electrobat ( <a href="http://www.autoblog.com">www.autoblog.com</a> ) .....	10
Εικόνα 8. General Motors EV1 ( <a href="http://www.gm.com">www.gm.com</a> ) .....	10
Εικόνα 9. Στάτορας και ρότορας ( <a href="http://www.schaeffler.com">www.schaeffler.com</a> ) .....	12
Εικόνα 10. Tesla Model S ( <a href="http://www.tesla.com">www.tesla.com</a> ) .....	14
Εικόνα 11. Το σύστημα μπαταριών του Volkswagen ID.3 ( <a href="http://www.volkswagen.de">www.volkswagen.de</a> ) .....	15
Εικόνα 12. Απλή οικιακή φόρτιση ( <a href="http://www.evbite.com">www.evbite.com</a> ) .....	18
Εικόνα 13. Οικιακή φόρτιση με Wallbox ( <a href="http://www.i3guide.com">www.i3guide.com</a> ) .....	18
Εικόνα 14. Φόρτιση με ταχυφορτιστή στον αυτοκινητόδρομο ( <a href="http://www.4troxoi.gr">www.4troxoi.gr</a> ) .....	18
Εικόνα 15. Σύνολο των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, 2010-2020 (IEA - Global EV Outlook 2021) .....	22
Εικόνα 16. Πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Κίνα από το 2012 έως το 2020. (China Association of Automobile Manufacturers) .....	28
Εικόνα 17. Η εξέλιξη των πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην αγορά των ΗΠΑ από το 2010 (Argonne National Laboratory) .....	29
Εικόνα 18. Enfield 8000 ( <a href="http://www.news247.gr">www.news247.gr</a> ) .....	33
Εικόνα 19. Οι ντόπιοι εργάτες με το Enfield 8000 (A tale of two isles) .....	34
Εικόνα 20. Η όψη της Αστυπάλαιας υπό το πρίσμα του Volkswagen Group ( <a href="http://www.volkswagenag.com">www.volkswagenag.com</a> ) .....	35
Εικόνα 21. e.GO Life ( <a href="http://www.e-go-mobile.com">www.e-go-mobile.com</a> ) .....	38
Εικόνα 22. Γνωστικός Χάρτης περί της βίας στο ποδόσφαιρο (Μεσσάρης, 2018) .....	50

Εικόνα 23. Ασαφής Γνωστικός Χάρτης στην εξέλιξη της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας (www.mdpi.com) .....	53
Εικόνα 24. Η συνάρτηση συμμετοχής $\mu$ ενός τριγωνικού ασαφούς αριθμού (Μπέσης, 2016) .....	72
Εικόνα 25. Οι συναρτήσεις συμμετοχής που περιγράφουν την T (Parageorgiou & Kontogianni, 2012) .....	72
Εικόνα 26. Ο ΑΓΧ του ειδικού 1 (www.mentalmodeler.com).....	75
Εικόνα 27. Ο ΑΓΧ του ειδικού 2 (www.mentalmodeler.com).....	77
Εικόνα 28. Ο ΑΓΧ του ειδικού 3 (www.mentalmodeler.com).....	78
Εικόνα 29. Ο ΑΓΧ του ειδικού 4 (www.mentalmodeler.com).....	80
Εικόνα 30. Ο ΑΓΧ του ειδικού 5 (www.mentalmodeler.com).....	81
Εικόνα 31. Ο συλλογικός ΑΓΧ (www.mentalmodeler.com).....	84
Εικόνα 32. Οι μεταβολές σε μια χαμηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου (www.mentalmodeler.com).....	86
Εικόνα 33. Οι μεταβολές σε μια υψηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου (www.mentalmodeler.com).....	87
Εικόνα 34. Οι μεταβολές στην αύξηση των κινήτρων του κράτους για αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου (www.mentalmodeler.com) .....	88
Εικόνα 35. Οι μεταβολές στη μείωση των κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου (www.mentalmodeler.com).....	89
Εικόνα 36. Οι μεταβολές στη μείωση του κόστους χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων (www.mentalmodeler.com).....	90
Εικόνα 37. Οι μεταβολές στην αύξηση του κόστους χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων (www.mentalmodeler.com).....	91

## Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 1. Χώρες της ΕΕ και τα κίνητρα που δίνουν για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου .....	24
Πίνακας 2. Πίνακας γειτνιάσεως του σχήματος 4-1 .....	51
Πίνακας 3. Ο συνολικός αριθμός παραγόντων και συνδέσεων των συμμετεχόντων .....	74
Πίνακας 4. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 1.....	75
Πίνακας 5. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 2.....	76
Πίνακας 6. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 3.....	78
Πίνακας 7. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 4.....	79
Πίνακας 8. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 5.....	81
Πίνακας 9. Δείκτες των ΑΓΧ .....	82
Πίνακας 10. Πίνακας γειτνίασης του συνολικού ΑΓΧ.....	84

## Ευρετήριο γραφημάτων

Γράφημα 1. Το ποσοστό των ειδικών που έκριναν ικανοποιητικά ή όχι τα κίνητρα που δίνει το κράτος .....	63
Γράφημα 2. Το ποσοστό για την επιλογή ηλεκτρικού αυτοκινήτου με περιβαλλοντικά κριτήρια όπως διαμορφώθηκε και από τους δύο γύρους ερωτήσεων .....	64
Γράφημα 3. Οι απαντήσεις του 2ου γύρου ερωτήσεων σχετικά με το κατά πόσο ακριβότερο είναι πιθανά ένα BEV και PHEV σε σχέση το συμβατικό αυτοκίνητο .....	65
Γράφημα 4. Οι απαντήσεις του 2ου γύρου ερωτήσεων σχετικά με το κατά πόσο φθηνότερο θα έπρεπε να είναι πιθανά ένα BEV και PHEV σε σχέση το συμβατικό αυτοκίνητο, ώστε να είναι ανταγωνιστικό στην αγορά .....	66
Γράφημα 5. Το πιθανό ποσοστό πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2025 όπως διαμορφώθηκε και από τους δύο γύρους ερωτήσεων.....	67
Γράφημα 6. Το πιθανό ποσοστό πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2025 όπως διαμορφώθηκε και από τους δύο γύρους ερωτήσεων.....	67

## **Κεφάλαιο 1.** Εισαγωγή στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο

Σε αυτό το εισαγωγικό κεφάλαιο γίνεται αναφορά για την ηλεκτροκίνηση γενικότερα. Αρχικά, θα δοθεί ο ορισμός των ηλεκτρικών οχημάτων και των υποκατηγοριών τους. Θα εξετασθεί η ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, με μοντέλα σταθμούς που καθόρισαν τη νέα αυτή τάση και τις τεχνολογίες μέσω του ηλεκτρισμού που άλλαξαν την αυτοκινητοβιομηχανία. Κατόπιν, θα αναλυθεί ο τρόπος λειτουργίας τους και οι σταθμοί φόρτισης, που έχουν ιδιαίτερη σημασία στο πρώιμο αυτό στάδιο της ηλεκτροκίνησης. Τέλος, θα αναφερθούν τα θετικά και τα αρνητικά ενός ηλεκτρικού σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης.

### **1.1. Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο (ΗΑ)**

Ως ηλεκτρικό, ορίζεται το αυτοκίνητο του οποίου η κίνηση τροφοδοτείται από αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια σε συσσωρευτές ή πιο απλά, μπαταρίες. Σε αντίθεση με τα συμβατικά αυτοκίνητα που φέρουν μηχανή εσωτερικής καύσης, τα ηλεκτρικά χρησιμοποιούν ηλεκτρικό κινητήρα (Durant, 2014).

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ανήκουν στην κατηγορία των ηλεκτρικών οχημάτων (ΗΟ). Ο όρος «Ηλεκτρικό Όχημα» είναι μια γενικότερη έννοια που χρησιμοποιείται για την περιγραφή όλων των οχημάτων που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό κινητήρα, ενώ ο όρος «Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο» περιγράφει τα επιβατικά αυτοκίνητα με ηλεκτροκινητήρα που μπορούν να κινηθούν και σε μεγάλες ταχύτητες (Durant, 2014).

Τα ηλεκτρικά οχήματα που μπορούν να αναπτύξουν μικρές ταχύτητες, ορίζονται στις Ευρωπαϊκές χώρες ως ελαφριά τετράτροχα (Light Quadricycle) και στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ως Neighborhood Electric Vehicle (NEV). Ουσιαστικά, είναι μικρά σε μέγεθος αυτοκίνητα για κίνηση αποκλειστικά σε αστικό περιβάλλον, με κινητήρες μικρής ισχύος που αναπτύσσουν ταχύτητες

μέχρι 45 km/h στην Ευρώπη και 56 km/h στις ΗΠΑ [βλ. για παράδειγμα τα κάτωθι αυτοκίνητα στις εικόνες 1 και 2].



Εικόνα 1. Renault Twizy (2012) ([www.renault.fr](http://www.renault.fr))



Εικόνα 2. Citroen Ami (2020) ([www.citroen.fr](http://www.citroen.fr))

Υπάρχουν επίσης και ηλεκτρικά αυτοκίνητα που αντλούν την ενέργειά τους και από διαφορετικές πηγές εκτός των μπαταριών. Αυτά που φέρουν ηλιακούς συλλέκτες, ονομάζονται «ηλιακά αυτοκίνητα», ενώ αυτά που χρησιμοποιούν



γεννήτρια βενζίνης αναφέρονται ως «υβριδικά», όπως θα δούμε και παρακάτω πιο αναλυτικά (Larminie & Lowry, 2012).

## 1.2. Αμιγώς Ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο

Ηλεκτρικό όχημα με μπαταρίες (Battery Electric Vehicle, BEV), πλήρως ηλεκτροκίνητο και αμιγώς ηλεκτρικό [εικόνα 3], είναι ορισμοί ίδιας κατηγορίας ηλεκτροκίνητων οχημάτων (Electric Vehicle, EV) τα οποία προμηθεύονται την ενέργειά τους αποκλειστικά από συσσωρευτές μέσω χημικής ενέργειας, χωρίς τη βοήθεια επιπλέον κινητήρα που λειτουργεί υποστηρικτικά (π.χ. κινητήρα εσωτερικής καύσης). Όλη η ισχύς τους προέρχεται από τις μπαταρίες χωρίς να έχουν, για παράδειγμα, κυψέλη καυσίμου ή ρεζερβουάρ καυσίμου (Durant, 2014).

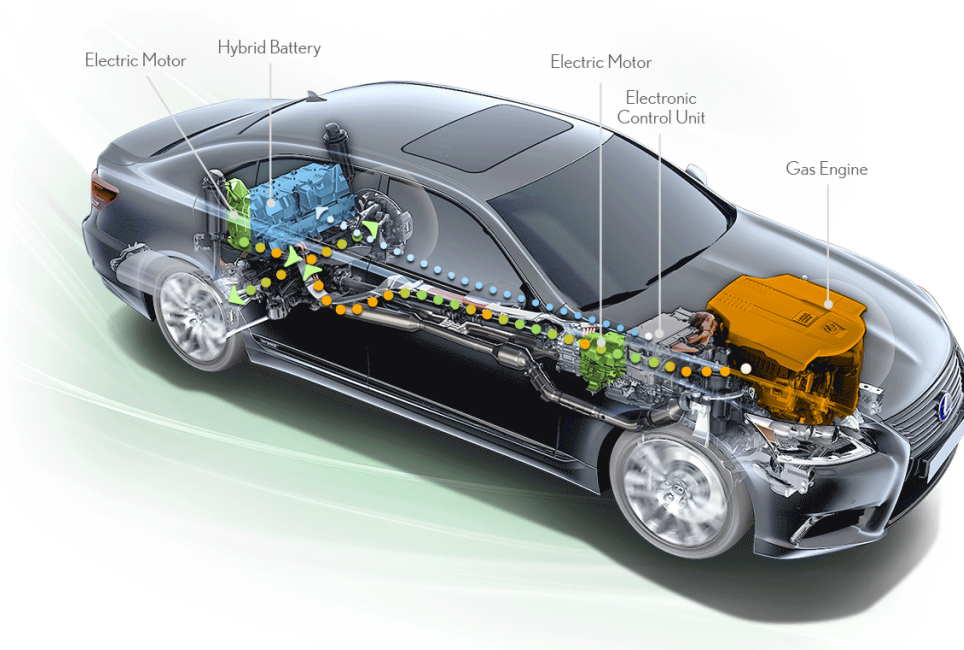


Εικόνα 3. BMW i3 (2013). Από τα πρώτα αμιγώς ηλεκτροκίνητα ευρείας παραγωγής  
([www.bmw.de](http://www.bmw.de))

## 1.3. Υβριδικό αυτοκίνητο

Υβριδικό (Hybrid) είναι το αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερες διαφορετικές τεχνολογίες προκειμένου να επιτευχθούν οι βασικές λειτουργίες

και η κίνησή του [εικόνα 5]. Στις περισσότερες περιπτώσεις υβριδικών, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης συνδυάζεται με ηλεκτρικό κινητήρα, ενώ πιο σπάνια με βιοκαύσιμο ή φυσικό αέριο. Σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν αποκλειστικά ορυκτό καύσιμο, τα υβριδικά είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον λόγω μειωμένων ρύπων στην ατμόσφαιρα και χαμηλότερης κατανάλωσης.



Εικόνα 4. Λειτουργία υβριδικού συστήματος ([www.greenbeanbattery.com](http://www.greenbeanbattery.com))

Η λειτουργία του υβριδικού βασίζεται στο συνδυασμό του κινητήρα βενζίνης με το ηλεκτρικό σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει τη μπαταρία, τη γεννήτρια και τον ηλεκτρικό κινητήρα [εικόνα 4]. Σε συνθήκες χαμηλής ταχύτητας ή σε περιπτώσεις που ο κινητήρας δεν πιέζεται με πολύ γκάζι από τον οδηγό, η κίνηση του αυτοκινήτου γίνεται μόνο από το ηλεκτρικό σύστημα. Στις περιπτώσεις που το αυτοκίνητο χρειάζεται περισσότερη δύναμη για να κινηθεί, ο κινητήρας βενζίνης ενεργοποιείται και δουλεύει ταυτόχρονα με τον ηλεκτρικό κινητήρα που έχει υποστηρικτικό ρόλο. Η φόρτιση των μπαταριών πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος ή στις περιπτώσεις που δεν χρησιμοποιείται το

πεντάλ του γκαζιού από τον οδηγό. Στην ουσία, η γεννήτρια που υπάρχει στο ηλεκτρικό σύστημα μετατρέπει την κινητική και θερμική ενέργεια σε ηλεκτρική (Gerdes, 2014).



Εικόνα 5. Toyota Prius (2003). Το πρώτο ευρείας παραγωγής αυτοκίνητο υβριδικής τεχνολογίας από το 1997. Εδώ απεικονίζεται η δεύτερη γενιά και περισσότερο αναγνωρίσιμη, ειδικά στην Ελλάδα ([www.global.toyota](http://www.global.toyota))

#### **1.4. Επαναφορτιζόμενο Υβριδικό αυτοκίνητο**

Το αυτοκίνητο που διαθέτει μηχανή εσωτερικής καύσης και ηλεκτρικό κινητήρα ο οποίος φορτίζεται από εξωτερική πηγή, είναι μια μορφή υβριδικού και ορίζεται ως επαναφορτιζόμενο υβριδικό όχημα ή PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) [εικόνα 6]. Τα PHEV συνδυάζουν την αμιγώς ηλεκτρική κίνηση, μηδενικών εκπομπών ρύπων, από τον ηλεκτροκινητήρα και την αυτονομία κίνησης του βενζινοκινητήρα. Η φόρτιση της μπαταρίας πραγματοποιείται από εξωτερική πηγή ρεύματος και από την ανάκτηση ενέργειας του κινητήρα εσωτερικής καύσης που συνεργάζεται με το δυναμό (Gerdes, 2014).

Τα επαναφορτιζόμενα υβριδικά έχουν ακριβώς την ίδια φιλοσοφία μετάδοσης της ισχύος και παραγωγής της κίνησης με τα συμβατικά υβριδικά, όπως είδαμε και πιο πάνω. Η κύρια διαφορά εντοπίζεται στο γεγονός ότι ο ηλεκτροκινητήρας, λόγω των επαναφορτιζόμενων μπαταριών, μπορεί να αναλάβει αποκλειστικά την κίνηση του αυτοκινήτου για αρκετά χιλιόμετρα (περίπου 40-60 χλμ.) (Gerdes, 2014).



Εικόνα 6. Δεύτερο ντεπόζιτο, αλλά μόνο για φόρτιση του ηλεκτροκινητήρα, σε επιβατικό PHEV μοντέλο της BMW ([www.bmw.de](http://www.bmw.de))

Επομένως, στην υποκατηγορία των ηλεκτρικών οχημάτων θα συμπεριλάβουμε και τα είδη των υβριδικών αυτοκινήτων και κυρίως των Plug-in υβριδικών που θα απασχολήσουν και περισσότερο στο μέλλον, μιας και η τεχνολογία αυτή, παρόλο που βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, φαίνεται αρκετά αξιόλογη και διαρκώς αναπτυσσόμενη.

Επιπλέον, τα υβριδικά αυτοκίνητα διαθέτουν ηλεκτροκινητήρα που είναι ικανός να κινήσει από μόνος του το όχημα, καταναλώνουν σαφώς λιγότερο καύσιμο από ένα αυτοκίνητο με ΜΕΚ και οι ρύποι τους είναι πολύ περιορισμένοι.

## 1.5. Ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Η ιστορία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου ξεκίνησε από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και συγκεκριμένα το 1894, όταν ο χημικός Pedro Salom και ο εφευρέτης Henry Morris παρουσίασαν στην Φιλαδέλφεια της Πενσυλβάνιας το Electrobat [εικόνα 7]. Το Electrobat ήταν από τις πρώτες αξιόλογες προσπάθειες για την κατασκευή ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Το αυτοκίνητο ζύγιζε γύρω στους δύο τόνους, εκ των οποίων τα 700 περίπου κιλά αφορούσαν την μπαταρία του. Η αυτονομία του ήταν εξωπραγματική για τα δεδομένα της εποχής καθώς διένυε 40 χιλιόμετρα με μία φόρτιση. Επιπλέον, με βάση μια αναφορά της εποχής, εκείνη τη δεκαετία στη Νέα Υόρκη το ένα τρίτο των αυτοκινήτων που κυκλοφορούσαν ήταν ηλεκτρικά.

Ο Ferdinand Porsche κατασκεύασε ένα είδος υβριδικού οχήματος το 1901 που ονομαζόταν Lohner. Αυτό, συνδύαζε τον θερμικό κινητήρα με έναν ηλεκτρικό.

Εκείνη την εποχή, λόγω της εξάπλωσης των πετρελαιοειδών, τα ηλεκτρικά έμειναν πίσω από τον ανταγωνισμό των αυτοκινήτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης, όπου ανεφοδίαζαν γρήγορα και είχαν πολύ μεγαλύτερη αυτονομία κίνησης.

Ο Henry Ford κατά τη δεκαετία του 1910, ξεκίνησε τη μαζική παραγωγή του βενζινοκινήτου Model T και τα αυτοκίνητα με MEK εδραιώθηκαν στην αγορά. Επιπλέον, ο Ford συνεργάστηκε στενά με τον Thomas Edison σχεδιάζοντας οχήματα μπαταρίας μηδενικών ρύπων. Όμως, την επόμενη δεκαετία μετά την κατακόρυφη πτώση της τιμής του πετρελαίου λόγω της ανακάλυψης μεγάλων αποθεμάτων, αποθαρρύνθηκε από το εγχείρημα αυτό.

Κατά την πετρελαϊκή κρίση το 1973 με το εμπάργκο του OPEC (Οργανισμός Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγών Χωρών) η αγορά στράφηκε σε μικρούς και οικονομικούς σε καύσιμο κινητήρες. Εξετάστηκε, επίσης, έντονα η προοπτική

των ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά τα αρνητικά τους όπως το μεγάλο βάρος, η μικρή αυτονομία και η ακριβή τιμή τους δεν ώθησαν κανέναν κατασκευαστή να επενδύσει σε αυτά.

Το 1996 έγινε ένα σημαντικό βήμα από την General Motors, παρουσιάζοντας το EV1 [εικόνα 8], ένα σύγχρονο ηλεκτρικό αυτοκίνητο με αυτονομία γύρω στα 100 χιλιόμετρα και τελική ταχύτητα έως τα 130 χλμ./ώρα. Ήταν η μοναδική απόπειρα κατασκευής ηλεκτρικού αυτοκινήτου εκείνη την εποχή και λόγω της ξαφνικής διακοπής της παραγωγής του το 1999 και της απόσυρσής του από τους δρόμους το 2003, πολλοί μίλησαν για πιθανό σκάνδαλο των πετρελαϊκών εταιρειών περί χειραγώγησης του παγκόσμιου ενεργειακού ιστού γύρω από το πετρέλαιο. Η Toyota, το 1997, έφτιαξε το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο, το μοντέλο Prius.

Τη δεκαετία του 2000 έγιναν προσπάθειες για την προώθηση FCEV οχημάτων που έχουν κυψέλες καυσίμου με υδρογόνο, αλλά οι δυσκολίες στην μεταφορά και αποθήκευση του H<sub>2</sub> ναυάγησαν το εγχείρημα αυτό.

Το 2006 έκανε την εμφάνιση της η αμερικανική Tesla του Elon Musk, με το ηλεκτρικό διθέσιο Roadster. Η Tesla τάρραξε τα νερά της αγοράς του αυτοκινήτου, καθώς η τεχνολογία της ήταν πρωτοποριακή και πολλά υποσχόμενη για το μέλλον.

Το 2010 η Nissan ξεκίνησε την παραγωγή του Leaf, του πρώτου πετυχημένου εμπορικά ηλεκτρικού αυτοκινήτου στον κόσμο. Ακολούθησε η Chevrolet με το επαναφορτιζόμενο υβριδικό Volt και έπειτα η BMW με το μοντέλο i3 (Burton, 2013).



Εικόνα 7. Electrobat ([www.autoblog.com](http://www.autoblog.com))



Εικόνα 8. General Motors EV1 ([www.gm.com](http://www.gm.com))

## 1.6. Λειτουργία Ηλεκτρικού Αυτοκινήτου

Τα σημερινά ΗΑ δύνανται να έχουν ένα, δύο ή τέσσερα ηλεκτρικά μοτέρ. Έναν κινητήρα έχουν τα αυτοκίνητα μικρότερης κατηγορίας, στον μπροστινό ή στον πίσω άξονα. Στις μεγαλύτερες και ακριβότερες κατηγορίες υπάρχουν δύο ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι τοποθετούνται και στους δύο άξονες. Οι πιο σπορ

και δυνατές σε ισχύ κατασκευές διαθέτουν τέσσερις ηλεκτροκινητήρες που βρίσκονται πάνω από κάθε τροχό. Στην τελευταία περίπτωση, επειδή ο κινητήρας δίνει την κατάλληλη δύναμη στον κάθε τροχό ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο οδόστρωμα και το στυλ οδήγησης του χρήστη, εξασφαλίζεται η μέγιστη ακρίβεια στο χειρισμό και ο απόλυτος έλεγχος της πρόσφυσης χωρίς να απαιτούνται άξονες ή διαφορικά όπως στα συμβατικά αυτοκίνητα.

Η ισχύς του ηλεκτρικού κινητήρα πηγάζει από τις μπαταρίες που βρίσκονται στο κάτω μέρος του οχήματος. Αυτές φορτίζουν μέσω σύνδεσης είτε σε οικιακό ρεύμα με την πρίζα ή σε σταθμούς φόρτισης. Η ενέργεια των μπαταριών περνάει στο controller, το οποίο ρυθμίζει τη ροή αυτής της ενέργειας που παρέχεται, ελέγχοντας την ταχύτητα και τη ροπή του ηλεκτρικού κινητήρα. Με αυτό τον τρόπο, λοιπόν, γίνεται η περιστροφή των τροχών και το όχημα κινείται.

Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά τη λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων, τα είδη μπαταριών που υπάρχουν και τη διαδικασία της φόρτισης (Larminie & Lowry, 2012).

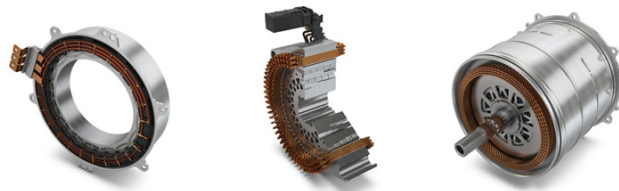
### *1.6.1. Ηλεκτρικός κινητήρας*

Ο ηλεκτροκινητήρας στο όχημα λειτουργεί ως μετατροπέας ενέργειας. Από τη μία, δίνει την κίνηση στο όχημα μέσω της ηλεκτρικής ενέργειας και από την άλλη, γίνεται το αντίστροφο λειτουργώντας ως γεννήτρια. Στη δύναμη Lorentz στηρίζεται η λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα, καθώς οι ρευματοφόροι αγωγοί αναπτύσσουν μεταξύ τους δυνάμεις δημιουργώντας περιστροφική κίνηση (Janocha & Nomikos, 2014).

Στην αυτοκινητοβιομηχανία υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες ηλεκτρικών κινητήρων. Αυτοί που λειτουργούν με συνεχές ρεύμα (DC) και αυτοί που λειτουργούν με εναλλασσόμενο (AC). Ο κάθε κατασκευαστής επιλέγει το είδος



του κινητήρα που θα χρησιμοποιήσει με γνώμονα την τεχνογνωσία και τις μελέτες που έχει κάνει και την κατηγορία που εντάσσεται το όχημα γενικότερα (μικρό, μεγάλο, βαρύ επαγγελματικό, κ.λπ.). Για παράδειγμα η Tesla χρησιμοποιεί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος, ενώ η Nissan συνεχούς. Και οι δύο εταιρείες του παραδείγματος, θεωρούνται από τις μεγαλύτερες στο χώρο της ηλεκτροκίνησης. Ας δούμε αυτές τις κατηγορίες αναλυτικότερα. Οι μηχανές που διαρρέονται από συνεχές ρεύμα, καλούνται, φυσικά, μηχανές συνεχούς ρεύματος. Ο έλεγχος τους είναι απλός, καθορίζοντας μόνο την παροχή του ρεύματος. Ο στάτορας κυκλικού σχήματος, είναι ακίνητος δημιουργώντας μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του. Μέσα στο στάτορα τοποθετείται ο περιστρεφόμενος ρότορας, ο οποίος αντλεί την κίνησή του από την αλληλοεπίδραση με το φορτίο του στάτορα σε συνδυασμό με το ρεύμα που τον διαρρέει [εικόνα 9] (Scott, n.d.).



Εικόνα 9. Στάτορας και ρότορας (www.schaeffler.com)

Για την επεξήγηση της λειτουργίας του εναλλασσόμενου κινητήρα, λαμβάνεται ως παράδειγμα το μοντέλο Model S της Tesla [εικόνα 10], που κυκλοφορεί στην αγορά από το 2012, χρησιμοποιώντας τριφασικό τετραπολικό επαγωγικό κινητήρα. Αυτός ο κινητήρας αποτελείται από δύο κύρια μέρη, έναν στάτορα και έναν ρότορα. Ο στάτορας έχει τρία μέρη, τον πυρήνα, ένα αγωγίμο σύρμα και ένα πλαίσιο. Ο πυρήνας του στάτορα είναι μια ομάδα από

χαλύβδινους δακτυλίους που μονώνονται ο ένας από τον άλλο και στη συνέχεια ελασματοποιούνται μαζί. Αυτοί οι δακτύλιοι περιλαμβάνουν εγκοπές στο εσωτερικό τους που το αγώγιμο σύρμα θα τυλίξει για να σχηματίσει τα πηνία στάτορα. Με απλά λόγια, σε έναν τριφασικό επαγωγικό κινητήρα, υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι καλωδίων. Κάθε τύπος σύρματος τυλίγεται γύρω από τις εγκοπές στις αντίθετες πλευρές του εσωτερικού του πυρήνα. Μόλις το αγώγιμο σύρμα τοποθετηθεί εντός του πυρήνα του στάτορα, ο πυρήνας τοποθετείται στο πλαίσιο.

Η λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα ξεκινά με την μπαταρία του αυτοκινήτου που είναι συνδεδεμένη σε αυτόν, δίνοντας στον στάτορα ηλεκτρική ενέργεια. Τα πηνία μέσα στον στάτορα (κατασκευασμένα από το αγώγιμο σύρμα) είναι διατεταγμένα στις αντίθετες πλευρές του πυρήνα και ενεργούν, κατά κάποιο τρόπο, ως μαγνήτες. Επομένως, όταν η ηλεκτρική ενέργεια από την μπαταρία του αυτοκινήτου παρέχεται στον κινητήρα, τα πηνία δημιουργούν περιστρεφόμενα μαγνητικά πεδία που τραβούν τις αγώγιμες ράβδους στο εξωτερικό του ρότορα κατά μήκος, πίσω από αυτό. Ο περιστρεφόμενος ρότορας είναι αυτός που δημιουργεί τη μηχανική ενέργεια που απαιτείται για τη στροφή των γραναζιών του αυτοκινήτου, η οποία, με τη σειρά της, περιστρέφει τους τροχούς. Σε ένα τυπικό αυτοκίνητο, δηλαδή μη ηλεκτρικό, υπάρχει και ένας κινητήρας και ένας εναλλάκτης. Η μπαταρία τροφοδοτεί τον κινητήρα, ο οποίος τροφοδοτεί τα γρανάζια και τους τροχούς. Η περιστροφή των τροχών είναι αυτό που στη συνέχεια τροφοδοτεί τον εναλλάκτη στο αυτοκίνητο και ο εναλλάκτης επαναφορτίζει την μπαταρία. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ένα αυτοκίνητο που έχει να κινηθεί καιρό, πρέπει να οδηγηθεί για αρκετή ώρα. Η μπαταρία πρέπει να επαναφορτιστεί πλήρως για να λειτουργεί σωστά.

Στα ΗΑ δεν υπάρχει εναλλάκτης, η επαναφόρτιση της μπαταρίας πραγματοποιείται από τον ίδιο τον κινητήρα που αναλαμβάνει παράλληλα το ρόλο του εναλλάκτη. Αυτό οφείλεται στην εναλλασσόμενη φύση του ρεύματος

που επιτρέπει την τάση να αυξάνεται ή να μειώνεται εύκολα, σε διαφορετικές τιμές. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η μπαταρία ξεκινά τον κινητήρα, ο οποίος παρέχει ενέργεια στα γρανάζια του κιβωτίου, περιστρέφοντας τους τροχούς. Όταν πιέζουμε το γκάζι του αυτοκινήτου, ο ρότορας «τραβιέται» μαζί με το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο, απαιτώντας όλο και περισσότερη ροπή για την κίνηση. Όταν αφήνουμε το πόδι από το πεντάλ του γκαζιού, το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο σταματά και ο ρότορας αρχίζει να περιστρέφεται γρηγορότερα (σε αντίθεση με το «τράβηγμα» του μαγνητικού πεδίου). Όταν ο ρότορας περιστρέφεται γρηγορότερα από το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο στο στάτορα, δημιουργείται ενέργεια που επαναφορτίζει την μπαταρία, όπως γίνεται στην περίπτωση του εναλλάκτη των συμβατικών αυτοκινήτων (Janocha & Nomikos, 2014; Scott, n.d.).



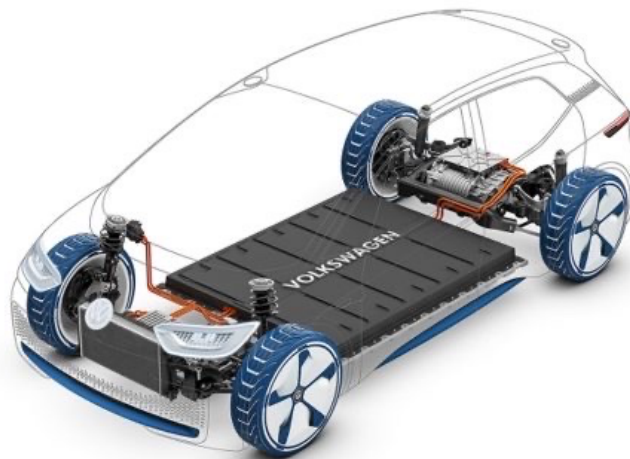
Εικόνα 10. Tesla Model S ([www.tesla.com](http://www.tesla.com))

### *1.6.2. Συσσωρευτές ηλεκτρικού αυτοκινήτου*

Ενώ τα αυτοκίνητα με ΜΕΚ παίρνουν ενέργεια από την καύση της βενζίνης ή του ντίζελ, ένα ηλεκτρικό όχημα παίρνει τη δύναμή του απευθείας, από ένα μεγάλο σύστημα μπαταριών [εικόνα 11]. Θα μπορούσε να παρομοιαστεί με την

μπαταρία ιόντων λιθίου (Li-ion) που χρησιμοποιείται στα κινητά τηλέφωνα. Μόνο που στην περίπτωση των αυτοκινήτων, υπάρχουν κατά χιλιάδες περισσότερα ιόντα λιθίου που συνεργάζονται συνεχώς μεταξύ τους. Κατά τη διάρκεια της φόρτισης, ο ηλεκτρισμός που τροφοδοτεί το όχημα έχει σκοπό να πραγματοποιήσει χημικές αλλαγές στις μπαταρίες. Αυτές οι αλλαγές αντιστρέφονται όταν το όχημα βρίσκεται στο δρόμο, δηλαδή παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για την κίνηση.

Ο συνηθέστερος τύπος μπαταρίας που χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία, σήμερα, είναι η ιόντων λιθίου (Li-ion) όπως προαναφέρθηκε στο παράδειγμα. Χρησιμοποιούνται αυτές, λόγω της μεγάλης ενεργειακής πυκνότητας που έχουν. Χρησιμοποιούνται, επίσης, μπαταρίες μεταλλικού υβριδίου του νικελίου (NiMH), οι οποίες είναι μεν πιο οικονομικές, αλλά έχουν μικρότερη ισχύ προς βάρος, σε σχέση με τις Li-ion. Η έρευνα που γίνεται στο κομμάτι αυτό, θα συνεχίσει να απασχολεί και στο μέλλον τις αυτοκινητοβιομηχανίες, καθώς πρέπει με τον καιρό να γίνει μεγαλύτερη περικοπή στο βάρος τους, για μεγαλύτερη αποδοτικότητα.



Εικόνα 11. Το σύστημα μπαταριών του Volkswagen ID.3 ([www.volkswagen.de](http://www.volkswagen.de))

Όσον αφορά στην αυτονομία ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, αυτή εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως για παράδειγμα τον τύπο μπαταρίας, το στυλ οδήγησης και τη χρήση γενικότερα, το βάρος του οχήματος, τις καιρικές συνθήκες. Σήμερα ένα αυτοκίνητο πόλης έχει αυτονομία από 150 έως περίπου 250 χιλιόμετρα, ένα μεσαίας κατηγορίας ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπορεί να φτάσει έως τα 450 κατά προσέγγιση ενώ τα πιο ακριβά και μεγαλύτερης κατηγορίας μπορεί να φτάσουν και τα 650 χιλιόμετρα με μία φόρτιση (Briec & Müller, 2014).

### *1.6.3. Φόρτιση ηλεκτρικού αυτοκινήτου και κόστος*

Η διαδικασία της φόρτισης του αυτοκινήτου μπορεί να γίνει είτε στο σπίτι με χρήση οικιακού ρεύματος, είτε σε σταθμό φόρτισης.

Η οικιακή φόρτιση πραγματοποιείται με δύο τρόπους. Ο πρώτος, είναι με τη χρήση απλής πρίζας τύπου σούκο, με ισχύ φόρτισης έως τα 2,6kW [εικόνα 12]. Παρόλο που ως διαδικασία είναι απλή, μία πλήρης φόρτιση μπορεί να διαρκέσει και πάνω από 10 ώρες, ανάλογα τον τύπο του οχήματος. Η καλύτερη λύση, είναι ο δεύτερος τρόπος φόρτισης στο σπίτι, με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού (πχ. WallBox) που έχει ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου και προστασίας και παροχή στα 16 ή 32 A, με ισχύ φόρτισης έως τα 22 kW [εικόνα 13]. Στην περίπτωση αυτή μία πλήρης επαναφόρτιση της μπαταρίας μπορεί να διαρκέσει περίπου από 3 έως 7 ώρες, ανάλογα φυσικά τον τύπο οχήματος. Το κόστος υπολογίζεται ανά kWh και σύμφωνα με το τελευταίο επίσημο τιμολόγιο της ΔΕΗ ανέρχεται στα 0,11058 € για την ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και στα 0,07897 € για τη νυχτερινή. Υπολογίζοντας και τον ΦΠΑ ύψους 6%, συν άλλες χρεώσεις, οι τελικές τιμές διαμορφώνονται περίπου στα 17 λεπτά του ευρώ για το ημερήσιο ρεύμα και στα 11 λεπτά για το νυχτερινό. Χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα ένα αυτοκίνητο μικρομεσαίας κατηγορίας με χωρητικότητα

μπαταρίας 50 kWh, υπολογίζουμε ότι το κόστος της φόρτισης ανέρχεται σε 8,5 € με το ημερήσιο τιμολόγιο και σε 5,5 € με το νυχτερινό. Η φόρτιση δίνει περίπου αυτονομία 300 χιλιόμετρα, επομένως το κόστος ανά 100 χιλιόμετρα είναι 2,8 € και 1,8 € αντίστοιχα (ΔΕΗ, n.d.)

Υπάρχουν δύο είδη σταθμών φόρτισης, αυτοί που πραγματοποιούν ημιταχεία φόρτιση και αυτοί που πραγματοποιούν ταχυφόρτιση. Η ημιταχεία φόρτιση γίνεται σε φορτιστές που βρίσκονται συνήθως σε σημεία όπως πεζοδρόμια, οργανωμένους χώρους στάθμευσης, supermarkets. Ο σταθμός παρέχει εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) με ισχύ φόρτισης από 3,7 έως 22 kW. Η ταχεία φόρτιση παρέχει είτε συνεχές ρεύμα (DC) έντασης έως 50 kW, σύντομα στο μέλλον θα έχουμε και 150 kW, είτε εναλλασσόμενο με ισχύ έως 44 kW [εικόνα 14]. Ανάλογα τον τύπο οχήματος, ο ταχυφορτιστής μπορεί να δώσει το 80% της μπαταρίας σε 20 με 35 λεπτά. Αυτοί βρίσκονται σε συγκεκριμένα εξειδικευμένα σημεία, όπως στις αντιπροσωπίες αυτοκινήτων ή στους ΣΕΑ των αυτοκινητοδρόμων. Η χρήση της υπηρεσίας του σταθμού φόρτισης κοστολογείται με βάση το χρόνο φόρτισης. Στην Ελλάδα το κόστος ανέρχεται στα 0,25 € ανά λεπτό, συν 2,5 € πάγια χρέωση. Κάποιοι κοινόχρηστοι φορτιστές χαμηλής ισχύος δεν έχουν καμία χρέωση προς το παρόν. Άλλος τρόπος πληρωμής είναι μέσω συνδρομής σε κάποια εταιρία που έχει φορτιστές και η διαδικασία ενεργοποιείται με ειδική κάρτα ή application στο κινητό (Fortisis, n.d.).



Εικόνα 12. Απλή οικιακή φόρτιση ([www.evbite.com](http://www.evbite.com))



Εικόνα 13. Οικιακή φόρτιση με Wallbox ([www.i3guide.com](http://www.i3guide.com))



Εικόνα 14. Φόρτιση με ταχυφορτιστή στον αυτοκινητόδρομο ([www.4troxoi.gr](http://www.4troxoi.gr))

## 1.7. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ενώ έχουν κάνει άλματα προόδου τα τελευταία χρόνια και είναι πιο δημοφιλή και προηγμένα από ποτέ, αρκετοί οδηγοί εξακολουθούν να διστάζουν να κάνουν τη μετάβαση σε αυτά. Παρότι έχουν μειονεκτήματα, τα οφέλη από την κατοχή ενός ηλεκτροκίνητου είναι αρκετά και σημαντικά (Sayaloune, χ.χ.) (Braun, 2021):

### **Πλεονεκτήματα**

- Είναι φιλικότερα στο περιβάλλον, καθώς δεν εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα ρύπους.
- Η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή της βενζίνης. Ενδεικτικά, για την κάλυψη 100 χιλιομέτρων με ένα ηλεκτροκίνητο και ένα βενζινοκίνητο όχημα, το κόστος προσεγγιστικά είναι 2,5 € και 12 €, αντίστοιχα.
- Η συντήρηση του ηλεκτρικού είναι λιγότερο συχνή και πιο οικονομική. Αυτό συμβαίνει διότι το σύστημα του ηλεκτροκινήτηρα μαζί με τις μπαταρίες έχουν ελάχιστα κινούμενα μέρη και υγρά σε σχέση με τη ΜΕΚ.
- Είναι σχεδόν αθόρυβα.
- Φορολογικά συμφέρουν περισσότερο.

### **Μειονεκτήματα**

- Η αυτονομία με μία φόρτιση είναι μικρότερη σε σχέση με ένα βενζινοκίνητο.
- Η διαδικασία της φόρτισης είναι χρονοβόρα.
- Η αρχική τιμή τους είναι υψηλή.
- Οι σταθμοί φόρτισης, ειδικά στην Ελλάδα, είναι περιορισμένοι.
- Παρόλο που όλο και περισσότερες εταιρίες επενδύουν στην ηλεκτροκίνηση με νέα μοντέλα, η ποικιλία αυτών παραμένει μικρή.



## **Κεφάλαιο 2.** Η ηλεκτροκίνηση παγκόσμια

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζεται η ηλεκτροκίνηση σε παγκόσμια κλίμακα. Παρουσιάζονται τα στατιστικά των πωλήσεων των τριών βασικών αγορών, της Ευρώπης, της Κίνας και της Αμερικής, καθώς και τα κίνητρα που δίνουν αυτές για την αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

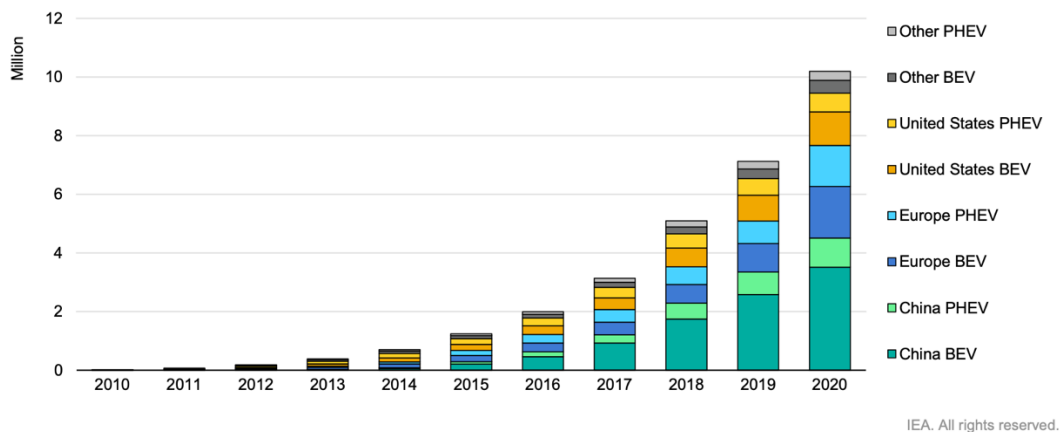
Η χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων διαφέρει ανά χώρα και εξαρτάται από τις καταναλωτικές ανάγκες, τις τιμές, τις υποδομές και τη νομοθεσία. Η ηλεκτροκίνηση έγινε πιο δημοφιλής και επεκτάθηκε ραγδαία την τελευταία δεκαετία, μέσω των επιδοτήσεων που δόθηκαν από τις εκάστοτε κυβερνήσεις και λόγω της συνεχούς εξέλιξης των μπαταριών. Η αύξηση της αυτονομίας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, σε συνδυασμό με τη μείωση της τιμής των μπαταριών, συνέβαλε στην εγκαθίδρυση των ηλεκτρικών και στην παγκόσμια αγορά του αυτοκινήτου και στη συνείδηση του καταναλωτή.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA - International Energy Agency) και την έκθεση του για την ηλεκτροκίνηση στο 2021 (IEA, 2021), οι πωλήσεις το 2020 ανήλθαν σε 3 εκατομμύρια, φτάνοντας στο σύνολο των 10 εκατομμυρίων ηλεκτρικών αυτοκινήτων παγκοσμίως. Το ποσοστό των πωλήσεων για το 2020 ήταν 4,6%, πολύ μεγαλύτερο, σχεδόν διπλάσιο, από το αντίστοιχο του 2019 (2,6%). Παρότι η συνολική αγορά των αυτοκινήτων μειώθηκε κατά 1/3 λόγω της πανδημίας του Covid-19, η μερίδα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων όλο και αυξάνεται.

Η τεχνολογική πρόοδος στην ηλεκτροκίνηση θα επηρεάσει άμεσα και την αγορά των δίκυκλων - τρίκυκλων, των λεωφορείων και των επαγγελματικών οχημάτων γενικότερα. Έτσι, αναμένεται σημαντική επέκταση της αγοράς των ηλεκτρικών τα επόμενα χρόνια.

Σημαντικό ρόλο στην αύξηση αυτή, είχαν οι πολιτικές τοποθετήσεις, τα ρυθμιστικά και διαρθρωτικά μέτρα κάθε κυβέρνησης κυρίως μέσω άμεσων επιδοτήσεων και οι νέες αυστηρότερες νομοθεσίες περί ρύπων, όπου τόνωσαν τη διαθεσιμότητα ηλεκτρικών αυτοκινήτων στις μεγάλες αγορές.

Από τη στιγμή που τα ηλεκτρικά μπηκάν δυναμικά στην αγορά, περίπου στα μέσα της προηγούμενης δεκαετίας, η ζήτησή τους αυξάνεται με αμείωτους ρυθμούς. Ενδεικτικά, το 2010 υπήρχαν παγκόσμια 17.000 ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ενώ σήμερα έχουν ξεπεράσει τα 10 εκατομμύρια. Η Κίνα έχει τα ηνία στην αγορά των ηλεκτρικών με 4,5 εκατομμύρια συνολικά στους δρόμους της. Ακολουθεί η Ευρώπη με 3,2 εκατομμύρια, έχοντας το 2020 τη μεγαλύτερη ετήσια αύξηση από ποτέ, ταξινομώντας 1,4 εκατομμύρια καινούρια ηλεκτρικά [εικόνα 15]. Πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στην αύξηση αυτή, αλλά ο κύριος είναι ότι πλέον τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, σε πολλές χώρες, γίνονται πιο ανταγωνιστικά στο συνολικό κόστος ιδιοκτησίας (IEA, 2021).



Εικόνα 15. Σύνολο των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, 2010-2020 (IEA - Global EV Outlook 2021)

## 2.1. Ευρώπη

### 2.1.1. Πωλήσεις

Το συνολικό μερίδιο των ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2020 ανήλθε στο 10% με 1,4 εκατομμύρια πωλήσεις, όπως είδαμε και πιο πάνω. Η πιο μεγάλη αγορά είναι αυτή της Γερμανίας, με 587.000 συνολικά αμιγώς ηλεκτρικά και plug-in υβριδικά αυτοκίνητα, εκ των οποίων τα 360.000 ταξινομήθηκαν το 2020 (Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), 2021). Ακολουθεί η Γαλλία με 185.000 νέα ηλεκτρικά το 2020, φτάνοντας τα 505.000 συνολικά (Avere France, 2021). Το Ηνωμένο Βασίλειο διπλασίασε τις ταξινομήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε σχέση με το προηγούμενο έτος (2019), έχοντας 176.000 νέες ταξινομήσεις. Συνολικά κυκλοφορούν στους δρόμους του 495.000 ηλεκτρικά (Lilly, 2021). Ενδιαφέρον παρουσιάζει η αγορά της Νορβηγίας όπου το 2020 το 75% των νέων αυτοκινήτων ήταν ηλεκτρικά. Αντίστοιχα, τέτοια μεγάλα ποσοστά παρατηρούνται στην Ισλανδία με 50%, στη Σουηδία με 30% και στην Ολλανδία με 25%. Για να γίνει κατανοητό το μέγεθος αυτών των αριθμών, αξίζει να αναφέρουμε ότι το αντίστοιχο ποσοστό για την Ελληνική αγορά το ίδιο έτος ήταν στο 2,6%.

Η αύξηση των ταξινομήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη, παρά την οικονομική ύφεση, αντικατοπτρίζει δύο βασικά μέτρα πολιτικής. Πρώτον, το 2020 ήταν το έτος στόχος για τα πρότυπα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που περιορίζουν τις μέσες εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά χιλιόμετρο για τα νέα αυτοκίνητα. Δεύτερον, πολλές ευρωπαϊκές κυβερνήσεις αύξησαν τις επιδοτήσεις για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ως μέρος των πακέτων τόνωσης της αγοράς, για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της πανδημίας Covid-19 και της επίτευξης των στόχων για την αντιμετώπιση της κλιματικής μεταβολής.

Η σύγκριση του συνολικού αποθέματος των ηλεκτρικών αυτοκινήτων κάθε χώρας με τις πωλήσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2020 γίνεται για να δείξει τη δυναμική που έχει η αγορά των ηλεκτρικών. Το μέλλον, όπως φαίνεται, μας επιφυλάσσει νέα δεδομένα στην αυτοκίνηση και η αρχή αυτών διαδραματίζεται τώρα.

### 2.1.2. Οικονομικά Κίνητρα - Επιδότησεις

Η ηλεκτροκίνηση και η σταδιακή ανάπτυξή της είναι ένας από τους κύριους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αρκετές χώρες δίνουν κίνητρα μέσω άμεσων επιδοτήσεων σε εταιρίες και ιδιώτες, ενώ άλλες παρέχουν φορολογικές ελαφρύνσεις ή κίνητρα χωρίς χρηματική επιδότηση.

Τα μέτρα αυτά εφαρμόζονται και για τον περιορισμό των ρύπων που εκπέμπουν συνολικά τα αυτοκίνητα στην Ευρώπη. Οι νέοι αυστηρότεροι περιορισμοί, προβλέπουν στις εταιρίες αυτοκινήτων μέσο όρο εκπομπών 95 g CO<sub>2</sub>/km στα μοντέλα που διαθέτουν στην αγορά. Για αυτό οι περισσότερες, έχουν στραφεί στα ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα που εκπέμπουν ελάχιστα, ώστε να γλυτώσουν τα μεγάλα πρόστιμα που θα είχαν αν ξεπερνούσαν το όριο αυτό.

Στον παρακάτω πίνακα [πίνακας 1] παρουσιάζονται τα κίνητρα που προσφέρουν Ευρωπαϊκές χώρες για την απόκτηση αμιγώς ηλεκτρικού ή plug-in υβριδικού αυτοκινήτου. Δε συμπεριλαμβάνεται η Ελλάδα, καθώς θα αναλυθεί εκτενέστερα στο κεφάλαιο 3.

Πίνακας 1. Χώρες της ΕΕ και τα κίνητρα που δίνουν για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου

<b>Χώρα</b>	<b>Κίνητρα</b>
Αυστρία	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3.000 € για BEV</li><li>• 1.250 € για PHEV</li></ul>

Γαλλία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έως 7.000 € για οχήματα με εκπομπές μέχρι 20 g CO<sub>2</sub> / km</li> <li>• Έως 5.000 € για μεταχειρισμένο ή καινούριο όχημα με εκπομπές μέχρι 50 g CO<sub>2</sub> και τιμή κάτω από 60.000 €, με πρόγραμμα απόσυρσης</li> </ul>
Γερμανία	<p>Για οχήματα με τιμή έως 40.000 €</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9.000 € για BEV</li> <li>• 6.750 € για PHEV</li> </ul> <p>Για οχήματα με τιμή πάνω από 40.000 €</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7.500 € για BEV</li> <li>• 5.625 € για PHEV</li> </ul>
Εσθονία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.000 € για EV με τιμή κάτω από 50.000 €</li> </ul>
Ιρλανδία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έως 5.000 € για BEV και PHEV που εκλύουν έως 50 g CO<sub>2</sub> / km</li> </ul>
Ισπανία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έως 5.000 € για BEV</li> <li>• Έως 2.600 € για PHEV</li> </ul>
Ιταλία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έως 6.000 € για οχήματα με εκπομπές μέχρι 70 g CO<sub>2</sub> / km και τιμή έως 50.000 €</li> <li>• Επιβάρυνση έως 2.500 € για αυτοκίνητα που εκπέμπουν πάνω από 250 g CO<sub>2</sub> / km</li> </ul>
Κροατία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9.200 € για BEV</li> <li>• 4.600 € για PHEV</li> </ul>
Λουξεμβούργο	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επιστροφή ετήσιων φόρων ύψους 5.000 € για BEV</li> <li>• Επιστροφή ετήσιων φόρων ύψους 2.500 € για PHEV που εκπέμπουν έως 50 g CO<sub>2</sub> / km</li> </ul>
Μ. Βρετανία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.000 £ για οχήματα μηδενικών εκπομπών, με τιμή έως 50.000 £</li> </ul>
Ολλανδία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σχέδιο επιδοτήσεων (SEPP) για αγορά ή μίσθωση καινούριων ή μεταχειρισμένων EV</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μεγαλύτερες αποσβέσεις μέσω του συστήματος περιβαλλοντικών επενδύσεων</li> </ul>
Ουγγαρία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7.350 € για EV με τιμή έως 32.000 €</li> <li>• 1.500 € για EV με τιμή από 32.000 € έως 44.000 €</li> </ul>
Πολωνία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8.400 € για EV με τιμή έως 28.000 €</li> <li>• 20.000 € για FCEV με τιμή έως 67.000 €</li> </ul>
Πορτογαλία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έως 3.000 € για EV</li> </ul>
Ρουμανία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10.000 € για BEV</li> <li>• 4.250 € για PHEV που εκλύουν έως 50 g CO<sub>2</sub> / km</li> <li>• 1.250 € για απόσυρση παλιού αυτοκινήτου</li> </ul>
Σλοβακία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8.000 € για BEV</li> <li>• 5.000 € για PHEV</li> </ul>
Σλοβενία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7.500 € για BEV</li> <li>• 4.500 € για PHEV</li> </ul>
Σουηδία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έως 5.800 € για BEV</li> <li>• 960 € για PHEV που εκλύουν έως 70 g CO<sub>2</sub> /km</li> </ul>
Τσεχία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κίνητρα μόνο σε εταιρείες</li> </ul>
Φινλανδία	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.000 € για EV με τιμή έως 50.000 €</li> </ul>

Πηγή: (Αποστολόπουλος, 2020)

## 2.2. Κίνα

Τις τελευταίες δεκαετίες, η ταχεία οικονομική ανάπτυξη της Κίνας επέτρεψε σε όλο και περισσότερους καταναλωτές να αγοράζουν αυτοκίνητα, η πλειοψηφία των οποίων κατασκευάζονταν στην ίδια τη χώρα. Το αποτέλεσμα ήταν η βελτιωμένη κινητικότητα και η ανάπτυξη αυτής της αγοράς ως της μεγαλύτερης του κόσμου, αλλά και η σοβαρή αστική ατμοσφαιρική ρύπανση, οι υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και η αυξανόμενη ζήτηση εισαγόμενου πετρελαίου.

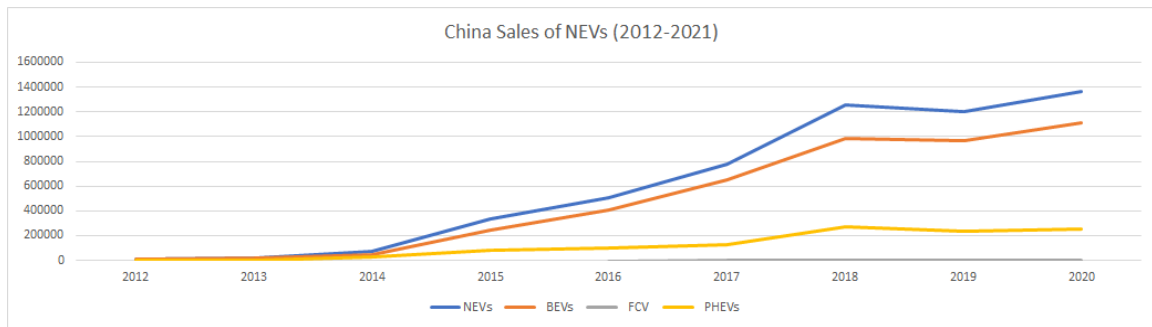
Για να εξουδετερώσει αυτές τις ανοδικές τάσεις, η κινεζική κυβέρνηση επέβαλε πολιτικές για την υιοθέτηση της φιλοσοφίας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, δίνοντας από το 2009 γενναιόδωρες επιδοτήσεις για την αγορά τους. Επειδή όμως ο αριθμός των καταναλωτών που έλαβαν την επιδότηση ήταν μεγάλος, όπως εξίσου μεγάλη ήταν και η διαφορά στην τιμή μεταξύ συμβατικού και ηλεκτρικού, όλο αυτό αποδείχθηκε για την κυβέρνηση εξαιρετικά δαπανηρό.

Ως αποτέλεσμα, η κινεζική κυβέρνηση μείωσε το ποσό των επιδοτήσεων και τις φοροαπαλλαγές και στοχεύει στην κατάργησή τους μέχρι το τέλος του 2022. Αντ' αυτού, θα επιβάλλει στους εγχώριους κατασκευαστές αυτοκινήτου να παράγουν ένα ορισμένο ποσοστό οχημάτων τα οποία θα τροφοδοτούνται με μπαταρία. Κύριος στόχος τους είναι, το 2030 το 40% όλων των πωλήσεων αυτοκινήτων να είναι ηλεκτρικά.

Αυτή η κίνηση θα έχει μεγάλο αντίκτυπο σε όλους τους κατασκευαστές αυτοκινήτων παγκοσμίως. Σύμφωνα με τον Καθηγητή του MIT William H. Green, του τμήματος Χημικών Μηχανικών «...Αυτή είναι μια από τις ισχυρότερες εντολές για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παγκοσμίως και επιβάλλεται στη μεγαλύτερη αγορά αυτοκινήτων στον κόσμο. Θα υπάρξει μια τεράστια αύξηση στην κατασκευή ηλεκτροκίνητων και στην παραγωγή μπαταριών για αυτά, μειώνοντας το κόστος και των δύο διεθνώς...» (MIT, 2020).

Τα νέα ηλεκτρικά για το 2020 ανήλθαν σε 1,3 εκατομμύρια, αντιπροσωπεύοντας το 5,7% των συνολικών πωλήσεων. Το 80% αυτών αφορούσε τα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Επίσης με τον όρο NEV ( New Energy Vehicles ) που βλέπουμε στην κάτωθι εικόνα [εικόνα 16], καλείται το σύνολο των αυτοκινήτων στην Κίνα που χρησιμοποιούν μπαταρίες για την κίνησή τους (China Association of Automobile Manufacturers, 2021).





Εικόνα 16. Πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Κίνα από το 2012 έως το 2020.  
(China Association of Automobile Manufacturers)

Τα κίνητρα για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου που παρέχει η κινεζική κυβέρνηση για το έτος 2021 διαμορφώνονται ως εξής (Ministry of Finance of the People's Republic of China, χ.χ.):

- 13.000 yuan (  $\approx$  1.660 € ) για BEV με αυτονομία από 300 έως 400 χιλιόμετρα
- 18.000 yuan (  $\approx$  2.300 € ) για BEV με αυτονομία πάνω από 400 χιλιόμετρα
- 6.800 yuan (  $\approx$  870 € ) για PHEV

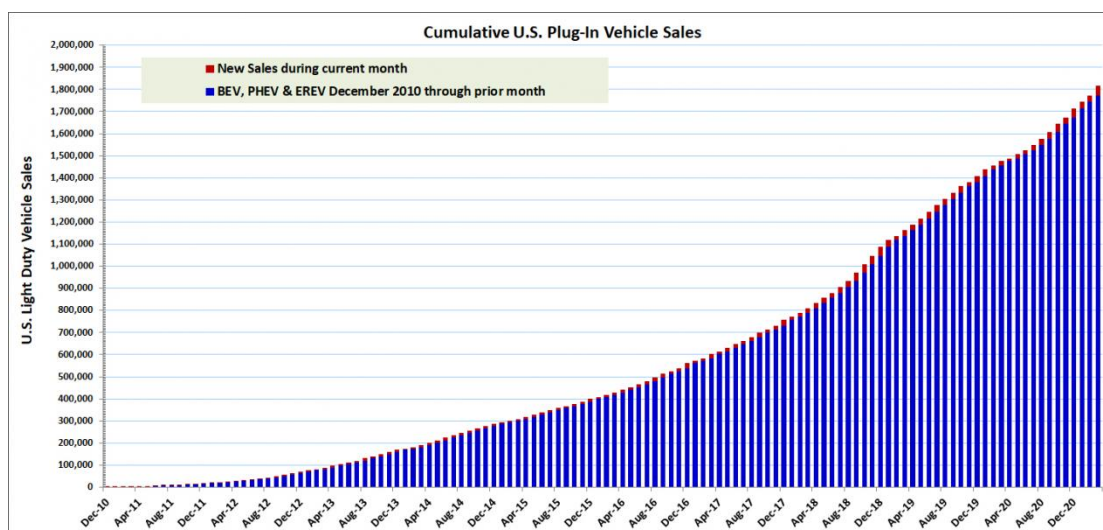
### 2.3. Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Παρότι η ηλεκτροκίνηση στις ΗΠΑ αναπτύσσεται διαρκώς, καθιστώντας την αγορά της την τρίτη πιο δυνατή στον κόσμο στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα ποσοστά πωλήσεων παραμένουν ακόμη μικρά. Για τους οδηγούς στην Αμερική καθοριστικός παράγοντας στην επιλογή αυτοκινήτου είναι η αυτονομία του, καθώς οι αποστάσεις που δύνανται να καλυφθούν είναι τεράστιες. Επομένως, τα ηλεκτρικά που δεν παρέχουν, ακόμη, αυτονομία κίνησης ισάξια με αυτή των αυτοκινήτων με ΜΕΚ, δεν είναι ανταγωνιστικά. Επιπλέον, η τιμή των ορυκτών καυσίμων στις ΗΠΑ είναι πολύ χαμηλή.

Ωστόσο, με τη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας στο κομμάτι των μπαταριών, τόσο σε θέμα αυτονομίας, όσο και κόστους, οι προβλέψεις πωλήσεων δείχνουν ανοδική πορεία τα επόμενα χρόνια (Stark, 2018).

Το 2020 ταξινομήθηκαν στην αμερικανική αγορά 295.000 νέα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, των οποίων το 78% ήταν αμιγώς ηλεκτρικά. Το μερίδιο τους στις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων, ήταν 1,8% (IHS Markit, 2021).

Συνολικά από το 2010, κυκλοφορούν στους δρόμους των ΗΠΑ πάνω από 1,7 εκατομμύρια ηλεκτρικά αυτοκίνητα [εικόνα 17] (Argonne National Laboratory, n.d.).



Εικόνα 17. Η εξέλιξη των πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην αγορά των ΗΠΑ από το 2010 (Argonne National Laboratory)

Όσον αφορά στα κίνητρα που δίνει η αμερικανική κυβέρνηση, αυτά δίνονται ως μείωση στον ετήσιο φόρο εισοδήματος. Το ποσό της μείωσης αυτής ποικίλει και εξαρτάται από την χωρητικότητα της μπαταρίας που τροφοδοτεί το όχημα. Το μέγιστο ποσό μείωσης φόρου φτάνει τα 7.500 \$. Επιπλέον, ισχύουν και έξτρα κίνητρα από κρατικούς και τοπικούς φορείς της κάθε πολιτείας (U.S. Department of Energy - Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, n.d.).

## **Κεφάλαιο 3.** Η ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα και εξετάζεται η σχέση της χώρας με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τις υποδομές της, τα κίνητρα που δίνει η κυβέρνηση στους πολίτες καθώς και την εξέλιξη των πωλήσεων τα τελευταία χρόνια.

Η ηλεκτρική κινητικότητα στην Ελλάδα ήρθε στο προσκήνιο προς τα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας, όταν η τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων και των μπαταριών εξελίχθηκε περισσότερο και η γκάμα των μοντέλων μεγάλωσε. Ειδικότερα το τελευταίο διάστημα, με τις επιδοτήσεις της κυβέρνησης από το 2020, ολοένα και πιο πολλοί καταναλωτές και εταιρίες στρέφονται στην ηλεκτροκίνηση. Εντούτοις, τα επίπεδα των πωλήσεων παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα παρά τη σημαντική αύξηση των τελευταίων χρόνων. Οι λόγοι για τις μικρές πωλήσεις ποικίλουν, με κύριο την οικονομική κρίση που βιώνει η χώρα τα τελευταία χρόνια. Οι υποδομές για την ηλεκτροκίνηση, επίσης, είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο.

Ο στόλος των ελληνικών οχημάτων που κυκλοφορούν στους δρόμους είναι πολύ παλιός με μέσο όρο ηλικίας τα 15 έτη, ένας από τους πιο υψηλούς στην Ευρώπη. Οι εκπομπές καυσαερίων από τα παλιά αυτοκίνητα είναι πολύ μεγάλες και επιβλαβείς για την ατμόσφαιρα, ειδικά στα κέντρα μεγάλων πόλεων. Τα πρότυπα ασφαλείας αυτών των αυτοκινήτων, επίσης, είναι παρωχημένα. Η συντήρησή τους, πολλές φορές, είναι ελλιπής. Για αυτό και η μετάβαση στα νέα πρότυπα της αυτοκίνησης είναι επιτακτική, αρχίζοντας με μικρά και σημαντικά βήματα.

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με στοιχεία από την έρευνα “Mobility Insights Report - EVs and Sustainability Edition, February 2021” της Leaseplan σε συνεργασία με την Ipsos (Leaseplan, 2021), οι Έλληνες οδηγοί είναι θερμοί στην ηλεκτροκίνηση και στην αγορά ηλεκτρικού οχήματος, με προϋπόθεση την περαιτέρω μείωση της αρχικής τιμής τους και την αύξηση των υποδομών φόρτισης.

Το 84% των ερωτώμενων Ελλήνων βλέπουν θετικά τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ποσοστό το οποίο ανέβηκε 55% κατά την τελευταία τριετία. Το 80% θα χρησιμοποιούσε ηλεκτρικό αυτοκίνητο στην καθημερινότητα τους, με το 44% αυτών να δηλώνει πως είναι σχεδόν βέβαιη η μετάβαση σε ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο και το 36% πιθανόν να το πραγματοποιήσει.

Το χαμηλότερο κόστος χρήσης είναι ο κορυφαίος λόγος αγοράς με 67%, ακολουθούν τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> με 65% και τέλος οι φορολογικές ελαφρύνσεις με 48%. Στον αντίποδα, ο κύριος ανασταλτικός παράγοντας για την αγορά τους, είναι η υψηλότερη τιμή σε σχέση με ένα συμβατικό αυτοκίνητο, όπως ανέφερε το 65%, ακολουθούν οι περιορισμένες υποδομές με 47% και τέλος η μικρότερη αυτονομία των ηλεκτρικών με 31% (Leaseplan, 2021).

Επομένως, παρά τις δυσκολίες, το μέλλον της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα είναι ευοίωνο, κρίνοντας και από τις απόψεις των ειδικών που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα. Περαιτέρω αναφορά στο κεφάλαιο 7, όπου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας.

### 3.1. Η σχέση της Ελλάδας με την ηλεκτροκίνηση

#### 3.1.1. Enfield 8000



Εικόνα 18. Enfield 8000 (www.news247.gr)

Η πρώτη ελληνική προσπάθεια για τη δημιουργία ηλεκτρικού αυτοκινήτου έγινε πριν από περίπου 50 χρόνια και ήταν από τις πρώτες παγκοσμίως. Πρόκειται για το μοντέλο 8000 της εταιρείας Enfield [εικόνα 18] η οποία άνηκε στον εφοπλιστή Γιάννη Γουλανδρή, με έδρα το Isle of Wight της Μεγάλης Βρετανίας. Η πετρελαϊκή κρίση της εποχής, έκανε τις αυτοκινητοβιομηχανίες να στραφούν σε εναλλακτικές μορφές κίνησης των αυτοκινήτων, με κύρια την ηλεκτροκίνηση. Η Enfield κέρδισε έναν διαγωνισμό στα τέλη της δεκαετίας του '60 για ένα συμβόλαιο με το Συμβούλιο Ηλεκτρικής Ενέργειας της Αγγλίας, για την κατασκευή 120 οχημάτων.

Ο σχεδιασμός του αυτοκινήτου έγινε στο Ηνωμένο Βασίλειο από μια ομάδα εμπειρων Ελλήνων και Βρετανών, με επικεφαλής τον μηχανικό Κωνσταντίνο Αδρακτά. Η παραγωγή του ξεκίνησε στο εργοστάσιο της Αγγλίας αλλά έπειτα από διαφορές των εργαζόμενων με τον Γουλανδρή μεταφέρθηκε στο Νεώριο της Σύρου, στις παλιές εγκαταστάσεις ενός νηματοουργείου. Το προσωπικό του

εργοστασίου απαρτιζόταν από ντόπιους τεχνίτες και μαραγκούς που εργάζονταν κυρίως σε ναυπηγεία [εικόνα 19].

Το Enfield 8000 κατασκευάστηκε το 1973 και διέθετε ηλεκτροκινητήρα 12 volt, ισχύος 8 ίππων. Είχε αυτονομία περίπου 60 χιλιομέτρων και τελική ταχύτητα τα 64 χλμ. / ώρα. Η αεροδυναμική του ήταν αξιοσημείωτη για την εποχή και το εσωτερικό του πολυτελές με δερμάτινα καθίσματα. Το μήκος του ήταν μόλις 2,7 μέτρα και το βάρος του στα 965 κιλά, από τα οποία τα 300 ήταν της μπαταρίας.

Μετά την κατασκευή των 120 αυτοκινήτων η παραγωγή του σταμάτησε, διότι το ελληνικό κράτος κατά την εποχή της χούντας και της μεταπολίτευσης δεν χορηγούσε τις απαραίτητες άδειες για την κατασκευή του και η κυκλοφορία του θεωρούταν απαγορευμένη, καθώς οι επίσημοι φορείς δεν έδιναν έγκριση. Όσα μοντέλα κατασκευάστηκαν, πουλήθηκαν στο εξωτερικό.

Σήμερα, το μοναδικό Enfield 8000 που έχει απομείνει στην Ελλάδα φιλοξενείται στο βιομηχανικό μουσείο της Σύρου (Μηχανή του Χρόνου, n.d.) (Ομιλώ, n.d.) (Wikipedia, n.d.).



Εικόνα 19. Οι ντόπιοι εργάτες με το Enfield 8000 (A tale of two isles)

### 3.1.2. Astypalea: Smart, sustainable island



Εικόνα 20. Η όψη της Αστυπάλαιας υπό το πρίσμα του Volkswagen Group  
([www.volkswagenag.com](http://www.volkswagenag.com))

Στα τέλη του 2020 η Ελληνική κυβέρνηση συμφώνησε με το Volkswagen Group στη δημιουργία ενός πρότυπου συστήματος κινητικότητας, που θα αφορά το νησί της Αστυπάλαιας [εικόνα 20]. Μακροπρόθεσμα, το μικρό νησί του Αιγαίου μέσω της ηλεκτροκίνησης, θα καταστεί μία περιοχή πρότυπο για την κλιματικά ουδέτερη κινητικότητα, με μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα οχήματα που θα κυκλοφορούν εκεί.

Σταδιακά, όλα τα οχήματα που κυκλοφορούν εκεί θα αντικατασταθούν από ηλεκτρικά. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα ιδιωτικά αυτοκίνητα, ο στόλος των εταιρειών ενοικίασης, τα δημόσια και τοπικής αυτοδιοίκησης οχήματα καθώς και τα λεωφορεία του νησιού. Ταυτόχρονα, θα δημιουργηθεί ένα μεγάλο δίκτυο ιδιωτικών και δημόσιων σταθμών φόρτισης. Επιπλέον, θα ξεκινήσει να εφαρμόζεται ένα μοντέλο διαμοιρασμού οχημάτων (ride sharing) και κοινής χρήσης διαδρομών για τη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας. Εκτός από



αυτοκίνητα κοινής χρήσης, θα υπάρχουν και ηλεκτρικά ποδήλατα και ηλεκτρικά σκούτερ.

Η κύρια πηγή ηλεκτρισμού στην Αστυπάλαια σήμερα προέρχεται από γεννήτριες που χρησιμοποιούν ντίζελ καύσιμο. Μελλοντικά, αυτές θα αντικατασταθούν εξ' ολοκλήρου από συστήματα αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Έτσι ο ηλεκτρικός στόλος οχημάτων του νησιού θα τροφοδοτείται αποκλειστικά από πράσινη ανανεώσιμη ενέργεια.

Η επιλογή του Volkswagen Group για το νησί της Αστυπάλαιας έγινε, διότι προσφέρει ιδανικές συνθήκες για την υλοποίηση αυτού το έργου. Αφενός μεν, είναι μια κλειστή περιοχή χωρίς να την επηρεάζουν εξωτερικοί παράγοντες και αφετέρου, το μέγεθος του νησιού είναι ιδανικό για τον αποτελεσματικό έλεγχο των συστημάτων μεταφοράς. Τέλος, και πολύ σημαντικό, οι κάτοικοι της Αστυπάλαιας είναι ιδιαίτερα πεπεισμένοι για αυτό το εγχείρημα από την αρχή και έχουν μια γενικότερη ευαισθησία στα περιβαλλοντικά ζητήματα (Volkswagen AG, 2020) (Volkswagen Greece, n.d.).

### *3.1.3. Next e.GO Mobile*

Στο πλαίσιο της εκδήλωσης «Electric Cars e.GO Made in Greece» που έλαβε μέρος το Δεκέμβριο του 2020, ανακοινώθηκε η συνεργασία του οργανισμού Enterprise Greece με την εταιρεία Next e.GO Mobile SE.

Πρόκειται για μια αυτοκινητοβιομηχανία μικρών ηλεκτρικών οχημάτων που εδρεύει στο Aachen της Γερμανίας. Ιδρύθηκε το 2015, αλλά λόγω οικονομικών προβλημάτων που προέκυψαν στην πορεία, ανήκει από το 2020 στον ολλανδικό επενδυτικό όμιλο ND Industrial.

Σε αρχική φάση, το ύψος της επένδυσης εκτιμάται γύρω στα 100 εκατ. € και προβλέπεται να απασχολήσει 1.000 υπαλλήλους άμεσα, ενώ έμμεσα οι θέσεις εργασίας θα φτάσουν στις 5.500. Οι επενδύσεις αυτές αποβλέπουν στη

δημιουργία εργοστασίου στην Ελλάδα για την παραγωγή μεταλλικών εξαρτημάτων, εξωτερικής θερμοδιαμόρφωσης, τελικής συναρμολόγησης οχημάτων και ποιοτικού ελέγχου. Οι εργαζόμενοι που θα απασχολούνται εκεί, θα εξειδικεύονται και θα καταρτίζονται στις κεντρικές εγκαταστάσεις της Next e.GO στο Aachen. Παράλληλα, προβλέπεται η ίδρυση ενός campus τεχνολογίας και καινοτομίας με στόχο τη σύνδεση της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας με την παραγωγή.

Τα οφέλη αυτής της κίνησης για την Ελλάδα είναι πολύ σημαντικά. Αφενός μεν, η οικονομία της χώρας θα τονωθεί, θα δημιουργηθούν ισχυρά δίκτυα μεταξύ ντόπιων προμηθευτών υλικών και εργοστασίου, θα μεταφερθεί τεχνογνωσία πρωτοποριακής τεχνολογίας από τη Γερμανία και ίσως γίνει προσέλκυση επενδυτικού ενδιαφέροντος και από άλλα μεγάλα brand name του χώρου. Επιπλέον, η πρόσβαση στην ηλεκτροκίνηση προσιτού κόστους θα γίνει πιο εύκολη για τον Έλληνα καταναλωτή. Αφετέρου, η επένδυση αυτή προάγει την κυκλική οικονομία καθώς η παραγωγική διαδικασία θα είναι βιώσιμη με χαμηλές εκπομπές CO<sub>2</sub> και τα υλικά που θα χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο είναι ανθεκτικά και φιλικά προς το περιβάλλον. Με κύριο υλικό κατασκευής το αλουμίνιο, η στρατηγική συνεργασία με την εγχώρια βιομηχανία αλουμινίου είναι, επίσης, πιθανή (Enterprise Greece, 2020).

Η e.GO κατασκευάζει ένα μόνο μοντέλο, το Life [εικόνα 21], το οποίο είναι μικρών διαστάσεων αυτοκίνητο πόλης με χώρους για 4 άτομα. Η μπαταρία του προσφέρει αυτονομία 132 περίπου χιλιομέτρων και έχει τελική ταχύτητα τα 130 km/h (e.GO Mobile, n.d.).



Εικόνα 21. e.GO Life (www.e-go-mobile.com)

### 3.2. Κίνητρα και στατιστικά πωλήσεων

#### 3.2.1. Κινούμαι Ηλεκτρικά

Το καλοκαίρι του 2020, το Ελληνικό κράτος και συγκεκριμένα το Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας σε συνεργασία με τη Γενική Γραμματεία Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών, ανακοίνωσε την έναρξη του προγράμματος επιδότησης «Κινούμαι Ηλεκτρικά». Το πρόγραμμα αυτό επιδιώκει την σταδιακή ανανέωση του παλιού στόλου ιδιωτικών και επαγγελματικών οχημάτων. Η επιδότηση χορηγείται σε ιδιώτες καταναλωτές, επαγγελματίες για εταιρικά οχήματα, οδηγούς ταξί, καθώς και για την αγορά ηλεκτρικών δίκυκλων, τρίκυκλων και ποδηλάτων. Για την πρώτη διετία 2020-2021 το συνολικό ποσό της επιδότησης που θα διατεθεί ανέρχεται στα 100 εκ. €. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα κίνητρα για κάθε κατηγορία (Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, χ.χ.):

#### *Φυσικά Πρόσωπα για αγορά ΙΧ*

- Για αυτοκίνητα με ΛΤΠΦ (Λιανική τιμή προ φόρων) έως 30.000 €, επιδοτείται το 20% με όριο τα 6.000 €.

- Για αυτοκίνητα με ΛΤΠΦ από 30.001 € έως 50.000 € επιδοτείται το 15% με όριο τα 6.000 €.
- Μπόνους απόσυρσης παλιού αυτοκινήτου 1.000 €.
- Επιδότηση οικιακού φορτιστή 500 €.
- Επιπλέον 1.000 € σε ΑΜΕΑ και πολύτεκνους.

#### *Νομικά πρόσωπα για αγορά επαγγελματικών οχημάτων*

- Για αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα, επιδοτείται το 15% με όριο τα 5.500€.
- Για plug-in υβριδικά οχήματα με εκπομπές CO<sub>2</sub> έως 50 g/km, επιδοτείται το 15% με όριο τα 4.000 €.
- Μπόνους απόσυρσης παλιού αυτοκινήτου 1.000 €.

#### *Ιδιοκτήτες ταξί*

- Για αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα, επιδοτείται το 25% με όριο τα 10.500 €.
- Για plug-in υβριδικά οχήματα με εκπομπές CO<sub>2</sub> έως 50 g/km, επιδοτείται το 15% με όριο τα 8.000 €.
- Υποχρεωτική απόσυρση του παλιού ταξί με μπόνους 2.500 €.
- Επιπλέον 1.000 € σε ΑΜΕΑ και πολύτεκνους.

#### *Ηλεκτρικά δίκυκλα και τρίκυκλα (Αφορά φυσικά και νομικά πρόσωπα.)*

- 20% επιδότηση με όριο τα 800€.
- Μπόνους απόσυρσης 400€.
- Επιπλέον 500€ σε ΑΜΕΑ και πολύτεκνους.

#### *Ηλεκτρικά ποδήλατα (Μόνο για φυσικά πρόσωπα.)*

- 40% επιδότηση με όριο τα 800 €.
- Επιπλέον 500€ σε ΑΜΕΑ και πολύτεκνους.

### 3.2.2. Στατιστικά πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Η αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα ξεκίνησε να αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια. Από την έλευση τους στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας, μέχρι το 2018, οι ετήσιες πωλήσεις τους περιορίζονταν σε λίγες σχετικά μονάδες. Το 2019 παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση και το 2020 η αγορά ηλεκτρικών σημείωσε ρεκόρ για τα Ελληνικά δεδομένα. Σημαντικό ρόλο για αυτό, σίγουρα έπαιξαν οι επιδοτήσεις του προγράμματος «Κινούμαι Ηλεκτρικά», καθώς και ο εμπλουτισμός της γκάμας των μοντέλων κάθε εταιρίας με περισσότερα ηλεκτρικά οχήματα.

Συγκεκριμένα, και σύμφωνα με τον ΣΕΑΑ (Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων), το 2019 ταξινομήθηκαν συνολικά 478 ηλεκτρικά και plug-in υβριδικά αυτοκίνητα, καταλαμβάνοντας μερίδιο 0,42% στις συνολικές πωλήσεις. Το 2020 η χρονιά έκλεισε με 2.135 πωλήσεις και μερίδιο στην συνολική αγορά 2,64% (ΣΕΑΑ, n.d.).

Οι αριθμοί αυτοί δείχνουν ότι τα δείγματα εξέλιξης της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα είναι ενθαρρυντικά και το μέλλον της ευοίωνο.

## **Κεφάλαιο 4.** Μέθοδοι έρευνας

Στο κεφάλαιο αυτό, αναλύονται οι δύο μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα για την εξαγωγή των συμπερασμάτων αναφορικά με την εξέλιξη της αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα, ήτοι η μέθοδος Delphi και η μέθοδος των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών.

## 4.1. Μέθοδος Delphi

### 4.1.1. Εισαγωγή στη μέθοδο Delphi

Η μέθοδος Delphi, είναι μια δομημένη τεχνική επικοινωνίας και μέθοδος αξιολόγησης που βασίζεται στη συνολική άποψη μιας επιλεγμένης ομάδας εμπειρογνομώνων. Έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για επιχειρηματικές, κυρίως, προβλέψεις και εμφανίζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με αντίστοιχες μεθόδους (Dalkey & Helmer, 1963).

Βασίζεται στην αρχή ότι οι αποφάσεις-προβλέψεις από μία δομημένη ομάδα ατόμων είναι πιο ακριβείς από εκείνες που προέρχονται από μη δομημένες ομάδες. Οι ειδικοί που επιλέγονται να συμμετάσχουν στην έρευνα απαντούν σε ερωτηματολόγια δύο ή περισσότερων γύρων. Στο τέλος κάθε γύρου ο συντονιστής της έρευνας συλλέγει και επεξεργάζεται τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων και τα τροφοδοτεί εκ νέου στους συμμετέχοντες, αναγράφοντας επιπλέον τη συνολική άποψη των υπόλοιπων ειδικών σε κάθε ερώτημα. Με αυτό τον τρόπο, οι εμπειρογνώμονες έχουν την ευκαιρία να αναθεωρήσουν τις προηγούμενες απαντήσεις τους με βάση με αυτά που απάντησαν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Είναι γεγονός, ότι όσο προχωράει η διαδικασία με επαναλαμβανόμενους γύρους το εύρος των απαντήσεων μειώνεται και η ομάδα θα συγκλίνει προς μία κοινή απάντηση για κάθε ερώτημα. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται όταν επιτευχθεί η μέγιστη συμφωνία μεταξύ

των ειδικών, με το μέσο όρο των απαντήσεων των τελικών γύρων να καθορίζει τα αποτελέσματα.

Για τη διαμόρφωση μιας σωστής ερευνητικής διαδικασίας με τη μέθοδο Delphi, οι ερωτήσεις πρέπει να είναι άρτια δομημένες και κατανοητές, καθώς και η ομάδα των ειδικών να καθορίζεται με αυστηρά κριτήρια επί του θέματος που εξετάζεται. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της έρευνας (Rowe & Wright, 1999).

#### *4.1.2. Η ιστορία της μεθόδου Delphi*

Το όνομα της μεθόδου προέρχεται από το ομώνυμο Μαντείο στην περιοχή των Δελφών, καθώς η μέθοδος έχει χαρακτήρα μελλοντικής πρόβλεψης αποτελέσματος, όπως ακριβώς γινόταν στο Μαντείο κατά τη μυθολογία.

Η μέθοδος Delphi αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου για να προβλέψει το αντίκτυπο που θα είχε η αναπτυσσόμενη τεχνολογία των οπλικών συστημάτων στους μελλοντικούς πολέμους. Έγινε το 1944, έπειτα από διαταγή του στρατηγού H. Arnold για τον αμερικανικό στρατό.

Στην αρχή πραγματοποιήθηκαν διάφορες προσεγγίσεις της μεθόδου, χωρίς κάποιο επιτυχημένο και αξιόπιστο αποτέλεσμα. Η τελική μορφή της Delphi αναπτύχθηκε τη δεκαετία του '50 από τη RAND Corporation με επικεφαλής τους επιστήμονες O. Helmer, N. Dalkey, και N. Rescher. Με εξαίρεση μικρές τροποποιήσεις που έγιναν στην πορεία, η Delphi της RAND χρησιμοποιείται σχεδόν αυτούσια και σήμερα (Adler & Ziglio, 1996).

#### *4.1.3. Βασικά χαρακτηριστικά της Delphi*

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι τα ακόλουθα (Dalkey & Helmer, 1963):



- **Ανωνυμία των ειδικών επί του θέματος**

Κατά βάση όλοι οι συμμετέχοντες παραμένουν ανώνυμοι. Αυτό γίνεται, διότι η προσωπικότητα, το κύρος ή η υπόσταση του καθενός μπορεί να επηρεάσει την άποψη των υπολοίπων. Επιπλέον, η ανωνυμία απελευθερώνει την άποψη των συμμετεχόντων, χωρίς να έχουν στο μυαλό τους τη σωστή ή λάθος απάντηση και τις προσωπικές προκαταλήψεις. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η ελεύθερη έκφραση απόψεων, η ανοιχτή κριτική και διευκολύνεται η αποδοχή σφαλμάτων κατά την αναθεώρηση προηγούμενων αποφάσεων.

- **Συνεχής έλεγχος των πληροφοριών**

Ο υπεύθυνος ερευνητής λαμβάνει άμεσα τις απαντήσεις και τα σχόλια των ειδικών που συμμετέχουν στην έρευνα. Ελέγχει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, επεξεργάζεται τις πληροφορίες φιλτράροντας μόνο τα σημαντικά κομμάτια και απορρίπτοντας όσα είναι ουτοπικά ή εκτός θέματος. Έτσι, αποφεύγονται άμεσα πιθανά προβλήματα που μπορούν να αλλοιώσουν ολοκληρωτικά το αποτέλεσμα της έρευνας.

- **Ανατροφοδότηση**

Οι συμμετέχοντες έχουν τη δυνατότητα να σχολιάσουν και να επεξεργαστούν τις απαντήσεις των άλλων, συγκρίνοντάς τες με τις δικές τους απαντήσεις. Κατόπιν, μπορούν να αναθεωρήσουν τις προβλέψεις τους στον επόμενο γύρο ερωτήσεων.

- **Ο ρόλος του ερευνητή-συντονιστή**

Ο ερευνητής που συντονίζει τη διαδικασία της μεθόδου Delphi, λειτουργεί ουσιαστικά ως διαμεσολαβητής μεταξύ των ειδικών που επιλέχθηκαν, καθοδηγώντας τους μεθοδικά σε όλα τα σκέλη της έρευνας. Λαμβάνει απαντήσεις και λοιπές πληροφορίες, ανατροφοδοτεί με νέα ερωτηματολόγια, στέλνει σχετικά άρθρα και επεξεργάζεται αναλυτικά όλα τα δεδομένα για αποφυγή σφαλμάτων. Τέλος, αν δεν προκύψει η μέγιστη δυνατή συμφωνία

μεταξύ των ειδικών, ορίζει μέτρα και όρια για τη μέτρηση του βαθμού συναίνεσης ή διαφωνίας φτάνοντας στο ζητούμενο αποτέλεσμα.

#### *4.1.4. Εφαρμογές της μεθόδου Delphi*

- **Προβλέψεις**

Η μέθοδος Delphi στην αρχή χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο πρόβλεψης της μελλοντικής επιστήμης και τεχνολογίας. Στόχος της μεθόδου ήταν ο συνδυασμός απόψεων των εμπειρογνομώνων σχετικά με την πιθανότητα και τον αναμενόμενο χρόνο ανάπτυξης μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας. Το 1964 οι Gordon και Helmer εκπόνησαν μία από τις πρώτες ολοκληρωμένες εκθέσεις, αξιολογώντας την κατεύθυνση των τάσεων στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας (Gordon & Helmer-Hirschberg, 1964). Κάλυψαν θέματα για τις επιστημονικές ανακαλύψεις, τον έλεγχο του πληθυσμού, την αυτοματοποίηση στην παραγωγική διαδικασία, την πρόοδο στη διαστημική τεχνολογία, την πρόληψη πολέμων και τα οπλικά συστήματα. Άλλες προβλέψεις που έγιναν στο τεχνολογικό κομμάτι, αφορούσαν τους αυτοκινητοδρόμους και τις μετακινήσεις οχημάτων, τα βιομηχανικά ρομπότ, το διαδίκτυο, τις ευρυζωνικές συνδέσεις και την χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

Στην πορεία, η Delphi χρησιμοποιήθηκε και σε άλλους τομείς που σχετίζονται με ζητήματα δημόσιας πολιτικής, όπως οικονομικές τάσεις, υγεία και εκπαίδευση. Εφαρμόστηκε, επίσης, σε επιχειρηματικές προβλέψεις με επιτυχία και υψηλή ακρίβεια. Για παράδειγμα, οι Basu και Schroeder το 1977 προέβλεψαν με τη μέθοδο της Delphi, τις πωλήσεις ενός προϊόντος για τα επόμενα δύο χρόνια και εν τέλει έπεσαν μέσα στις πραγματικές πωλήσεις, με μικρή απόκλιση 3-4%. Οι ποσοτικές μέθοδοι παρουσίαζαν απόκλιση 10-15% και οι παραδοσιακές μη δομημένες προβλέψεις έφταναν στο 20% (Basu & Schroeder, 1977).

Η μέθοδος Delphi έχει, επίσης, χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την εφαρμογή προσεγγίσεων στη χάραξη πολιτικής των αναπτυσσόμενων χωρών. Οι

κυβερνήσεις της Λατινικής Αμερικής και της Καραϊβικής έχουν κάνει επιτυχή χρήση της μεθόδου για την αναπτυξιακή τους πολιτική (Hilbert, Miles, & Othmer, 2009). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η Delphi να έχει αναγνωριστεί ευρέως από πολλές κυβερνήσεις, δίνοντας περαιτέρω βάση στη συλλογική κρίση των ειδικών επί του κάθε θέματος.

- **Χρήση στην αναγνώριση διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας**

Ο Jackie Awerman τη δεκαετία του '80 σχεδίασε μια τροποποιημένη εκδοχή της μεθόδου Delphi, εισάγοντας κατάλληλους συντελεστές για την αξιολόγηση προϊόντων που ήταν υποψήφια για το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια από τις επιτροπές αυτών των διπλωμάτων, για τον προσδιορισμό του ποσοστού κατανομής μόνους στο κάθε μέλος της ομάδας που ήταν υπεύθυνο στη δημιουργία τους προϊόντος (Terrell, 2019).

- **Χάραξη πολιτικής**

Από τη δεκαετία του '70 η μέθοδος της Delphi χρησιμοποιείται στη χάραξη πολιτικής από κυβερνήσεις και τότε εισήχθη μια σειρά από μεθοδολογικές καινοτομίες. Πιο συγκεκριμένα, η ανάγκη να διερευνηθούν διάφοροι τύποι προβλημάτων, εκτός από προβλέψεις, οδήγησε στην εισαγωγή νέων κλιμάκων αξιολόγησης, διαφορετικών από αυτών που χρησιμοποιούνται στην κλασική Delphi. Αυτές οι κλίμακες περιλαμβάνουν έννοιες όπως, η επιθυμία, η σκοπιμότητα και η πιθανότητα, με τις οποίες οι ερευνητές περιγράφουν διαφορετικά σενάρια. Το επιθυμητό σενάριο από την επιθυμία, το πιθανό σενάριο από τη σκοπιμότητα και το αναμενόμενο σενάριο από την πιθανότητα (Linstone & Turoff, 2002).

- **Online Delphi**

Πολλές καινοτομίες προήλθαν από τη χρήση της Delphi μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και αργότερα μέσω ίντερνετ. Αντί για την κλασική επαναληπτική μέθοδο ερωτηματολογίων που έχει η Delphi, ο υπολογιστής βοήθησε ώστε η

διαδικασία να τρέχει συνεχόμενα, επιτρέποντας στους εμπειρογνώμονες να αλλάζουν τις απαντήσεις τους ανά πάσα στιγμή. Τα στατιστικά δεδομένα ενημερώνονταν άμεσα σε κάθε προσθήκη ή αλλαγή, για να έχει καλύτερη εικόνα η ομάδα. Για παράδειγμα στην χάραξη πολιτικής, η διαδικτυακή μορφή της Delphi, προσφέρει δύο επιπλέον δυνατότητες στη χρήση της στα πολιτικά και δημοκρατικά ζητήματα. Αρχικά, δίνεται η δυνατότητα συμμετοχής μεγάλου αριθμού ειδικών και η ομαδοποίηση τους ανάλογα με το αξίωμά τους, δηλαδή αν είναι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, ειδικοί στα θέματα πολιτικής και πολίτες. Όλες οι διαφορετικές ομάδες, μπορούν να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου. Για παράδειγμα, οι συμμετέχοντες που είναι υπεύθυνοι στα πολιτικά ζητήματα, όπως πολιτικοί, νομοθέτες και εμπειρογνώμονες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τις πληροφορίες που λαμβάνουν σε πραγματικό χρόνο από μία εικονική κοινότητα πολιτών. Αυτή η μορφή διαδικτυακής επικοινωνίας στη Delphi, ονομάζεται Hyperdelphi και σχεδιάστηκε για να κάνει τη μέθοδο, σύμφωνα με τον Bolognini, «πιο ρευστή και προσαρμοσμένη στην υπερκειμενική και διαδραστική φύση της ψηφιακής επικοινωνίας» (Bolognini, 2001).

#### 4.1.5. Παραλλαγές της μεθόδου Delphi

Παραδοσιακά, η μέθοδος Delphi έχει ως στόχο την πιθανή πρόβλεψη ενός μελλοντικού αποτελέσματος. Μία παραλλαγή της μεθόδου είναι η *Policy Delphi* που βασίζεται στην υποστήριξη αποφάσεων, στοχεύοντας στη δόμηση και τη συζήτηση των διαφορετικών απόψεων (Adler & Ziglio, 1996). Στην Ευρώπη, διαδικτυακά πειράματα χρησιμοποίησαν τη μέθοδο Delphi ως τεχνική επικοινωνίας για διαδραστική λήψη αποφάσεων σε θέματα ηλεκτρονικής δημοκρατίας (Bolognini, 2001). Άλλη παραλλαγή είναι η περίπλοκη *Argument Delphi*, που αναπτύχθηκε από τον Osmo Kuusi, με σκοπό να επικεντρώνεται στη συνεχόμενη συζήτηση και στην εύρεση κατάλληλων επιχειρημάτων, αντί στην

εξαγωγή συμπερασμάτων. Η δυσκολία της έγκειται στο γεγονός ότι υπάρχει μεγάλος όγκος πληροφοριών που πρέπει να αναλυθούν και να αξιολογηθούν (Kuusi, 1999). Υπάρχει και η *Disaggregative Policy Delphi*, που αναπτύχθηκε από τον Petri Tarjo, χρησιμοποιώντας τη συσταδοποίηση (cluster analysis) ως εργαλείο κατασκευής διάφορων πιθανών σεναρίων στον τελευταίο γύρο ερωτήσεων. Ο ερωτώμενος ειδικός καλείται να απαντήσει ποιο είναι το πιθανό και ποιο το προτιμώμενο αποτέλεσμα της έρευνας. Οι απαντήσεις του, αυτές, λαμβάνονται ως ξεχωριστές περιπτώσεις μελέτης (Tarjo, 2003).

#### 4.1.6. Ακρίβεια της Delphi

Η μέθοδος Delphi είναι ένα ευρέως αποδεκτό ερευνητικό εργαλείο πρόβλεψης και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για χιλιάδες μελέτες σε διάφορους τομείς. Από την πολιτική, στην πρόβλεψη της μελλοντικής τεχνολογίας έως και την κατάχρηση των ναρκωτικών (Linstone & Turoff, 2002). Βέβαια, υπήρχαν και οι περιπτώσεις που τα αποτελέσματά της ήταν εντελώς λανθασμένα. Ορισμένοι επιστήμονες και συγγραφείς αποδίδουν αυτό το αποτέλεσμα σε κακή εφαρμογή της μεθόδου και όχι σε πιθανές αδυναμίες της. Αυτό που πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι ότι, στους τεχνολογικούς και επιστημονικούς τομείς ο βαθμός αβεβαιότητας είναι τόσο μεγάλος λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης, με αποτέλεσμα να αναμένεται υψηλός βαθμός σφάλματος.

Επίσης, μια ιδιαίτερη αδυναμία της μεθόδου είναι η άγνοια και η λάθος ενημέρωση των εμπειρογνομόνων της έρευνας. Εάν δεν έχουν την κατάλληλη πληροφόρηση θα δώσουν λάθος προβλέψεις, καταστρέφοντας το αποτέλεσμα της.

Ένα από τα αρχικά προβλήματα της Delphi ήταν η αδυναμία της στις σύνθετες προβλέψεις με πολλούς παράγοντες. Τα πιθανά μελλοντικά αποτελέσματα που

προβλέπονταν από την έρευνα δεν είχαν καμία αλληλοεπίδραση μεταξύ τους. Στην πορεία, αναπτύχθηκαν αρκετές επεκτάσεις στη μέθοδο για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, όπως η ανάλυση διασταυρούμενων επιπτώσεων, η οποία λαμβάνει υπόψη την πιθανότητα ότι η εμφάνιση ενός συμβάντος μπορεί να αλλάξει τις πιθανότητες άλλων συμβάντων που καλύπτονται στην έρευνα. Ωστόσο, η μέθοδος Delphi μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγαλύτερη επιτυχία στην πρόβλεψη μεμονωμένων κλιματικών δεικτών (Green, Armstrong, & Graefe, 2007).

## **4.2. Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες**

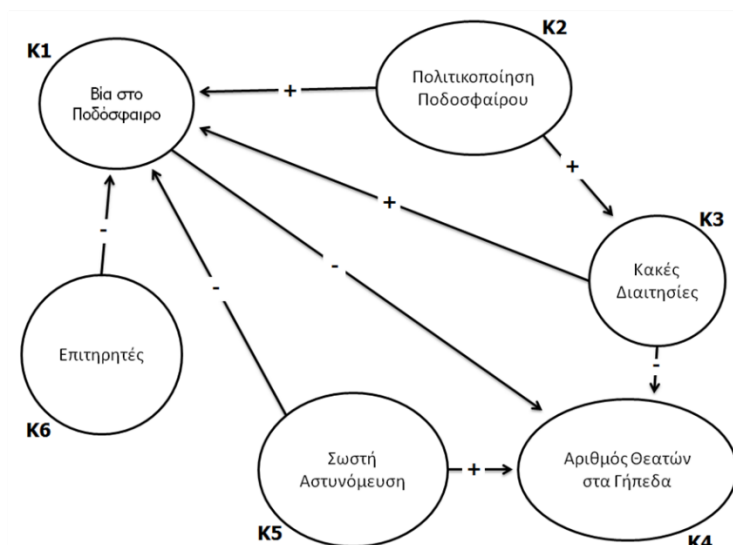
### *4.2.1. Γνωστικοί Χάρτες*

Οι Γνωστικοί Χάρτες (Cognitive Maps) είναι ένας τύπος νοητικής αναπαράστασης ενός συστήματος που βοηθάει τον επιστήμονα στην απόκτηση, κωδικοποίηση, αποθήκευση, ανάκληση και αποκωδικοποίηση πληροφοριών σχετικά με το αντικείμενο μελέτης του. Η ιδέα των Γνωστικών Χαρτών εισήχθη από τον επιστήμονα Edward Tolman το 1948 (Tolman, 1948). Η έννοια αυτών των χαρτών, χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να περιγράψει τη συμπεριφορά των αρουραίων που μάθαιναν τη χωρική διάταξη ενός λαβύρινθου, ενώ στη συνέχεια εφαρμόστηκε και σε άλλα ζώα, πριν αξιοποιηθεί σε έρευνες με ανθρώπινα υποκείμενα (Ungar, 2005). Ορισμένοι ερευνητές αργότερα γενίκευσαν τον όρο, ειδικά στον τομέα της επιχειρησιακής έρευνας, όπου οι Γνωστικοί Χάρτες αναφέρονται ως ένα είδος σημασιολογικού δικτύου που αντιπροσωπεύει τις προσωπικές γνώσεις και τις σχέσεις που έχουν αυτές μεταξύ τους (Fiol & Huff, 1992). Το 1976 ο πολιτικός επιστήμονας Robert Axelrod εισήγαγε την τελική και πιο ολοκληρωμένη μορφή των Γνωστικών Χαρτών, αναπαριστώντας την επιστημονική κοινωνική γνώση για τη διευκόλυνση λήψης

αποφάσεων στα κοινωνικοπολιτικά ζητήματα (Axelrod, 1976). Οι Γνωστικοί Χάρτες έχουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς, όπως ψυχολογία, εκπαίδευση, αρχαιολογία, γεωγραφία, χαρτογραφία, αρχιτεκτονική, πολεοδομία, ιστορία, management, κ.ά.

Οι Γνωστικοί Χάρτες είναι κατευθυνόμενα και διασυνδεδεμένα γραφήματα που περιέχουν ακμές και κόμβους, που αποσκοπούν στην ανάλυση ατομικών ή ομαδικών απόψεων και στη διερεύνηση των αιτιωδών σχέσεων μεταξύ αυτών των απόψεων (Kandasamy & Smarandache, 2003). Έχουν ως βάση τη Θεωρία Γράφων που εισήγαγε ο μαθηματικός Euler το 1736. Οι απόψεις - μεταβλητές αναπαρίστανται από τους κόμβους και οι αιτιώδεις σχέσεις από τα βέλη (ακμές). Η μία μεταβλητή με την άλλη συνδέεται είτε θετικά είτε αρνητικά. Δηλαδή, αν η μεταβλητή A συνδέεται θετικά με τη μεταβλητή B, σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η A αυξάνεται και η B, ενώ αντίθετα όταν η μεταβλητή A συνδέεται αρνητικά με τη B, σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η A τόσο μειώνεται η B. Συνεπώς, υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης δυαδικής φόρμας σύγκρισης του χάρτη, στην οποία συγκρίνεται η κάθε μεταβλητή με τις υπόλοιπες σύμφωνα με αιτιώδεις σχέσεις.

Στο παράδειγμα της εικόνας που ακολουθεί [εικόνα 22], εξετάζεται η βία στο ποδόσφαιρο και ποιοι παράγοντες την επηρεάζουν.



Εικόνα 22. Γνωστικός Χάρτης περί της βίας στο ποδόσφαιρο (Μεσσάρης, 2018)

Βλέπουμε ότι μεταξύ του κόμβου 1 που αφορά τη βία στο ποδόσφαιρο και του κόμβου 3, για παράδειγμα, που αναφέρονται οι κακές διαιτησίες, υπάρχει θετική ακμή. Αυτό σημαίνει πως όσο οι κακές διαιτησίες υπάρχουν, νευρικότητα και αίσθημα αδικίας θα διακατέχει τους οπαδούς, δημιουργώντας βίαιες συμπεριφορές. Έτσι, η βία στο ποδόσφαιρο θα συνεχίσει να υπάρχει. Αντίθετα, βλέπουμε ότι ο κόμβος 5 που αφορά την αστυνόμευση, έχει αρνητική ακμή προς τον κεντρικό μας κόμβο. Δηλαδή, όσο υπάρχει καλή αστυνόμευση, τα φαινόμενα βίας θα εξαλείφονται.

Το παραπάνω γράφημα, απεικονίζεται ως πίνακας γειτνιάσεως με την εξής μορφή.

Πίνακας 2. Πίνακας γειτνιάσεως του σχήματος 4-1

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
<b>K1</b>	0	0	0	-1	0	0
<b>K2</b>	+1	0	+1	0	0	0
<b>K3</b>	+1	0	0	-1	0	0
<b>K4</b>	0	0	0	0	0	0
<b>K5</b>	-1	0	0	+1	0	0
<b>K6</b>	-1	0	0	0	0	0

Ο πίνακας είναι της μορφής  $A=[a_{ij}]$ ,  $n \times n$  τάξης, στον οποίο κάθε στοιχείο παίρνει τις τιμές -1, 0 και +1 για το αν η ακμή μεταξύ των κόμβων είναι αρνητική, ανύπαρκτη ή θετική αντίστοιχα.

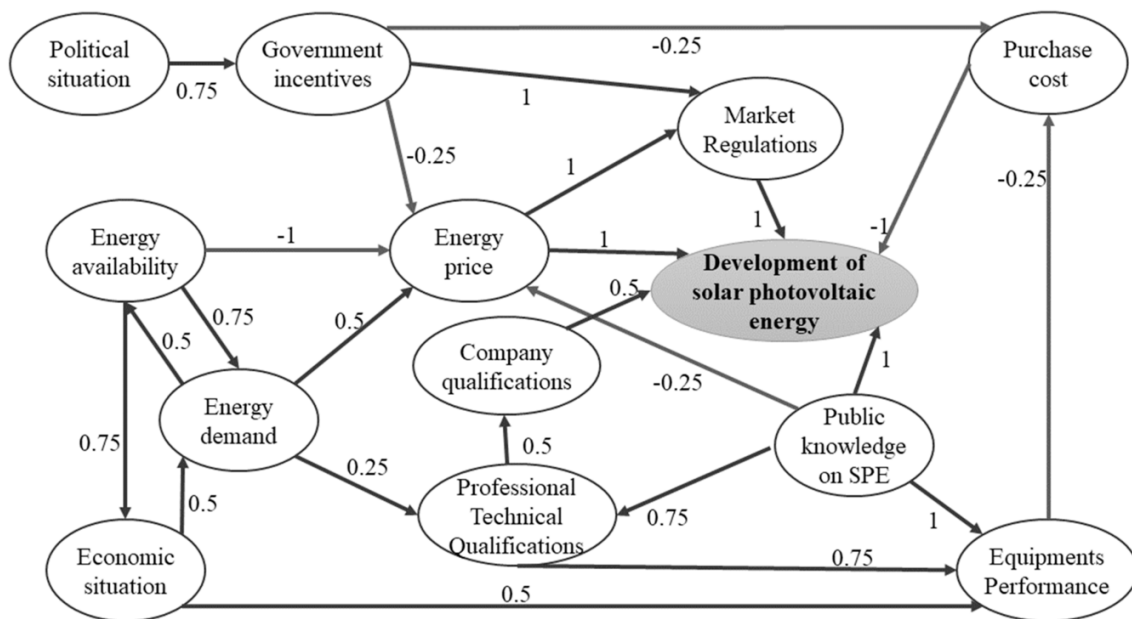


#### 4.2.2. Εισαγωγή στους Ασαφείς Γνωστικούς Χάρτες

Οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες (Fuzzy Cognitive Maps) δημιουργήθηκαν από τη σύζευξη των γνωστικών χαρτών και της Ασαφούς Λογικής, με σκοπό την οριοθέτηση των παραμέτρων που τίθενται υπό μελέτη. Αυτοί εισήχθησαν το 1986 από τον επιστήμονα Bark Kosko, συνδυάζοντας επί της ουσίας την Ασαφή Λογική και τα Νευρωνικά Δίκτυα. Δηλαδή, κατευθυνόμενα γραφήματα που αναπαριστούν τη συλλογιστική πορεία των αιτιών - μεταβλητών και την υπολογιστική επεξεργασία εξαγωγής συμπερασμάτων, εκμεταλλευόμενα μία συμβολική αναπαράσταση για την περιγραφή και μοντελοποίηση ενός συστήματος (Kosko, 1986) (Μπέσης, 2016).

Η Ασαφής Λογική, παρουσιάστηκε το 1965 από τον Lotfi Zadeh δίνοντας τη δυνατότητα στις έννοιες να μην είναι απόλυτα ακριβείς, αλλά σωστά συνδεδεμένες μέσα στο ασαφές σύνολο (Zadeh, 1965). Τα ασαφή σύνολα βασίζονται στην κλασσική θεωρία συνόλων, αποτελώντας ουσιαστικά μια επέκτασή τους.

Οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες έχουν ακριβώς την ίδια μορφή με τους Γνωστικούς Χάρτες, δηλαδή είναι κατευθυνόμενα διασυνδεδεμένα γραφήματα με κόμβους και ακμές, με τη διαφορά τους να εντοπίζεται στο ότι οι τιμές της γραφικής παράστασης είναι ασαφείς και μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή στο διάστημα  $[-1,1]$  [εικόνα 23]. Με την ίδια λογική λοιπόν, οι θετικές τιμές δηλώνουν θετική αιτιότητα μεταξύ των κόμβων, οι αρνητικές τιμές σημαίνουν αρνητική αιτιότητα, ενώ η μηδενική τιμή δείχνει πως δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των κόμβων. Όσο πιο μεγάλη είναι η απόλυτη τιμή που δίνεται στη σχέση μεταξύ των κόμβων, τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει ο ένας στον άλλον και το αντίστροφο αν τιμή είναι μικρότερη. Τέλος, σχεδιάζεται ο πίνακας γειτνίασης, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που είδαμε πιο πάνω στους Γνωστικούς Χάρτες.



Εικόνα 23. Ασαφής Γνωστικός Χάρτης στην εξέλιξη της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας (www.mdpi.com)

Ενώ οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες εισήχθησαν αρχικά από τις κοινωνικές επιστήμες, σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως στις εφαρμογές πολλών τομέων, όπως είναι οι παρακάτω.

- Στις επιχειρήσεις, για τον προϊόντικό σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων (Jetter, 2005).
- Στις οικονομικές επιστήμες, υποστηριζόμενη από τη χρήση της Θεωρίας Παιγνίων (Niskanen, 2006).
- Στην εκπαίδευση, στη χρήση των συστημάτων διαχείρισης μάθησης (Salmeron J. , 2009).
- Στις ιατρικές εφαρμογές, για παροχή διάγνωσης και ιατρικών εκτιμήσεων (Georgopoulos, Malandraki, & Stylios, 2003).
- Στη μηχανική, για έλεγχο των σύνθετων συστημάτων (Stylios & Groumpos, 2004).
- Στη ρομποτική, υποστηρίζοντας τις μηχανές στην ανάπτυξη ασαφών μοντέλων για τη λήψη σωστών αποφάσεων (Böhlen , 2000).

- Στην τηλεκπαίδευση, ελέγχοντας μέσω του Η/Υ αν οι μαθητές κατανοούν τα μαθήματά τους (Juliano & Bandler, 1996).
- Στην πληροφορική, με μεθοδολογία που οδηγεί σε επιτυχή αποτελέσματα ανάλυσης και εκτίμησης κινδύνου (Salmeron & Lopez, 2012).

#### 4.2.3. Κατασκευή Ασαφών Γνωστικών Χαρτών

Ένας Ασαφής Γνωστικός Χάρτης σχεδιάζεται με βάση τις πληροφορίες που παρέχουν οι συμμετέχοντες. Αρχικά καθορίζεται ο αριθμός των εννοιών που θα χρησιμοποιηθούν, το είδος τους και στη συνέχεια εξετάζεται η κάθε διασύνδεση που υπάρχει μεταξύ των κόμβων από τα λεγόμενα του ειδικού που συμμετέχει. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας, ο ειδικός βαθμολογεί την αιτιότητα μεταξύ των εννοιών με βάση την κλίμακα που έχει οριστεί (Parageorgiou & Kontogianni, 2012).

Όταν όλοι οι ατομικοί χάρτες συγκεντρωθούν, αυτοί συσσωματώνονται κατάλληλα σε έναν χάρτη ο οποίος ονομάζεται «συλλογικός» ή «ομαδικός».

#### 4.2.4. Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες και Θεωρία Γράφων

Οι δομικές ιδιότητες ενός Γνωστικού Χάρτη αναλύονται με βάση τη Θεωρία των Γράφων (Özesmi & Özesmi, 2004). Ο κάθε χάρτης ξεχωριστά, εξετάζεται ως προς τον αριθμό των εννοιών, των συνδέσεων, του λόγου της σύνδεσης προς την έννοια και την πυκνότητα. Κατόπιν, για να υπάρχει μια ολοκληρωμένη εικόνα, αναλύεται το πεδίο ορισμού και η κεντρικότητα. Ως κύριους δείκτες για την ανάλυση του Ασαφούς Γνωστικού Χάρτη, χρησιμοποιούνται η πυκνότητα, ο βαθμός εισόδου, ο βαθμός εξόδου, η πολυπλοκότητα, η κεντρικότητα και η ιεραρχία.

### **Πυκνότητα (D)**

Η πυκνότητα εκφράζει το πόσο συνδεδεμένοι ή σποραδικοί είναι οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες που εξετάζονται (Hage & Harary, 1983):

$$D = \frac{C}{N(N-1)} \text{ ή } D = \frac{C}{N^2}$$

Όπου, C ο αριθμός των συνδέσεων μεταξύ των κόμβων και N ο μέγιστος αριθμός δυνατών συνδέσεων των μεταβλητών.

### **Βαθμός εισόδου - indegree [id(v<sub>i</sub>)]**

Ο βαθμός εισόδου υπολογίζεται από το άθροισμα των απολύτων τιμών των στηλών για μία μεταβλητή, με βάση τον πίνακα γειτνίασης του χάρτη (Parageorgiou & Kontogianni, 2012):

$$id(v_i) = \sum_{k=1}^N \bar{a}_{ki}$$

N, ο συνολικός αριθμός των μεταβλητών.

### **Βαθμός εξόδου - outdegree [od(v<sub>i</sub>)]**

Ο βαθμός εξόδου είναι το άθροισμα των απολύτων τιμών των σειρών για μία μεταβλητή και υπολογίζεται με βάση τον πίνακα γειτνίασης του χάρτη (Parageorgiou & Kontogianni, 2012):

$$od(v_i) = \sum_{k=1}^N \bar{a}_{ki}$$

N, ο συνολικός αριθμός των μεταβλητών.

## **Πολυπλοκότητα**

Ως πολυπλοκότητα, ορίζουμε το δείκτη που εκφράζει το λόγο του δέκτη σε μεταβλητές - πομπούς. Οι μεταβλητές - πομποί είναι μεταβλητές στις οποίες ο βαθμός εξαγωγής είναι θετικός και ο βαθμός εισαγωγής τους είναι μηδενικός. Οι μεταβλητές - δέκτες, αντίθετα, έχουν θετικό βαθμό εισαγωγής και μηδενικό βαθμό εξαγωγής. Όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των μεταβλητών - δεκτών, τόσο περισσότερες είναι οι εκβάσεις και οι επιπλοκές που λαμβάνουν χώρα στον Ασαφή Γνωστικό Χάρτη που μελετάται (Özesmi & Özesmi, 2004).

## **Κεντρικότητα ( $c_i$ )**

Σημαντικός δείκτης που δείχνει την πολυπλοκότητα των χαρτών. Ισούται με το άθροισμα των βαθμών εισόδου και εξόδου της μεταβλητής. Αναπαριστά, επίσης, τη σύνδεση της κάθε μεταβλητής με τις άλλες και την αθροιστική δύναμη αυτών των συνδέσεων (Parageorgiou & Kontogianni, 2012):

$$c_i = td(v_i) = od(v_i) + id(v_i)$$

## **Ιεραρχία ( $h$ )**

Αποτελεί μια συνάρτηση που περιέχει τον βαθμό εξόδου και τον αριθμό των μεταβλητών, για τον χαρακτηρισμό του συστήματος ως «ιεραρχικό» ή «δημοκρατικό». Πλήρως ιεραρχικός χάρτης είναι αυτός που η τιμή του δείκτη ιεραρχίας ισούται με τη μονάδα. Αν ένας χάρτης είναι δημοκρατικός η τιμή του δείκτη ιεραρχίας είναι μηδέν. Σε αυτή την περίπτωση ο χάρτης είναι πιο ευπροσάρμοστος στις αλλαγές, λόγω του υψηλού επιπέδου ενσωμάτωσης και εξάρτησης (Özesmi & Özesmi, 2004):

$$h = \frac{12\sigma_{od}^2}{n^2 - 1}$$

Όπου,

$$\sigma_{od}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (od_i - \mu_{od})^2}{n}$$

και

$$\mu_{od} = \frac{\sum_{i=1}^n od_i}{n}$$

## **Κεφάλαιο 5.** Εφαρμογή της μεθόδου Delphi

### **5.1. Η ομάδα των ειδικών**

Πριν την έναρξη της μεθόδου, επιλέχθηκε η ομάδα των ειδικών που θεωρήθηκαν κατάλληλοι για τους σκοπούς της έρευνας και κατόπιν κλήθηκαν να συμμετάσχουν σε αυτήν. Τα δύο βασικά κριτήρια επιλογής των ειδικών ήταν, πρώτον και πιο γενικό, να εργάζονται στο χώρο του αυτοκινήτου και δεύτερον και πιο σημαντικό, να έχουν γνώση των πωλήσεων και της εξυπηρέτησης πελατών. Επιλέχθηκαν δέκα (10) συνολικά ειδικοί, εκ των οποίων, πέντε υπεύθυνοι πωλήσεων από εταιρείες που πωλούν και ηλεκτρικά μοντέλα, δύο διευθυντικά στελέχη του τμήματος Marketing, ένας τεχνικός εκπαίδευσης με εμπειρία και γνώση της ηλεκτροκίνησης, ένας έγκριτος δημοσιογράφος του Ειδικού Τύπου και ένας διευθυντής αντιπροσωπίας αυτοκινήτων.

Μετά την πρώτη επικοινωνία και την αποδοχή τους στο να συμμετάσχουν, πραγματοποιήθηκε εκτενής ενημέρωση της ερευνητικής διαδικασίας αναφορικά με το αντικείμενο και τους σκοπούς της. Τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν είτε ηλεκτρονικά, μέσω email, είτε με απευθείας συνέντευξη στο χώρο του ειδικού, συζητώντας ταυτόχρονα θέματα σχετικά με την αυτοκίνηση.

### **5.2. Ερωτηματολόγια**

Δημιουργήθηκαν δύο ερωτηματολόγια για την εφαρμογή της μεθόδου Delphi, για τον πρώτο και το δεύτερο γύρο ερωτήσεων. Και τα δύο βρίσκονται Παράρτημα της διπλωματικής εργασίας.

Το 1<sup>ο</sup> ερωτηματολόγιο αποτελείται από 9 ερωτήσεις, οι οποίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Από τα κριτήρια που επιλέγεται ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, τις τιμές αγοράς, ως και τα στατιστικά



πωλήσεων. Βασικές έννοιες, δηλαδή, που μας διευκολύνουν στην «πρόβλεψη» του μέλλοντος της ηλεκτροκίνησης. Παρακάτω αναλύεται κάθε ερώτηση.

- 1)** Με ποιο κριτήριο επιλέγει ο καταναλωτής ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, με το κόστος ή το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Μια ερώτηση γενικής φύσεως που μας βοηθάει να κατανοήσουμε το κίνητρο του αγοραστή.
- 2)** Ποιο είναι το ποσοστό των καταναλωτών που επιλέγουν ηλεκτρικό αυτοκίνητο με βάση τα περιβαλλοντικά κριτήρια. Έχει σημασία, για να σκιαγραφήσουμε το προφίλ των καταναλωτών και να εξετάσουμε ποια είναι η βαρύτητα της περιβαλλοντικής συνείδησης.
- 3)** Η τιμή ενός ηλεκτρικού είναι υψηλότερη σε σχέση με το αντίστοιχο συμβατικό αυτοκίνητο. Πόσο υψηλότερη όμως είναι η τιμή αυτή, σε ποσοστιαίες μονάδες; Σε αυτή την ερώτηση, όπως αντίστοιχα και στις ερωτήσεις 4 και 6 έγινε διαχωρισμός της έννοιας «ηλεκτρικό», σε αμιγώς ηλεκτρικό (BEV) και Plug-in υβριδικό (PHEV) με σκοπό να εξετάσουμε πιο αναλυτικά τις δύο αυτές σημαντικές κατηγορίες.
- 4)** Το κόστος χρήσης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι χαμηλότερο σε σχέση με το αντίστοιχο συμβατικό που φέρει ΜΕΚ. Ο ανεφοδιασμός του αυτοκινήτου με ρεύμα είναι οικονομικότερος σε σχέση με τη βενζίνη, τα μηχανικά μέρη ενός ηλεκτροκινητήρα είναι πολύ λιγότερα σε σχέση με έναν βενζινοκινητήρα, άρα έχει φθηνότερη συντήρηση, και επιπλέον το κράτος φορολογεί λιγότερο τα «πράσινα» αυτοκίνητα. Σε τι χρονικό διάστημα, λοιπόν, μπορούν να αποσβεστούν τα επιπλέον χρήματα που κοστίζει η αγορά ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Αυτό υπολογίζεται με βάση έναν ρεαλιστικό μέσο όρο χιλιομέτρων ανά έτος, που είναι τα 15.000 χλμ.
- 5)** Η κυβέρνηση, στην Ελλάδα, δίνει κίνητρα για την αγορά ηλεκτροκίνητου οχήματος μέσω του προγράμματος «Κινούμαι Ηλεκτρικά». Είναι αυτά τα

- κίνητρα ικανά να ωθήσουν τους υποψήφιους αγοραστές στην επιλογή ηλεκτρικού αυτοκινήτου;
- 6)** Αν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είχαν χαμηλότερη τιμή πώλησης, σίγουρα θα τόνωναν τις πωλήσεις τους. Οι ειδικοί καλούνται να κρίνουν με βάση την εμπειρία τους, για το πόσο χαμηλότερη σε ποσοστιαίες μονάδες θα έπρεπε να είναι ιδανικά η τιμή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων ώστε να καθίσταται ως μία ελκυστική εναλλακτική επιλογή έναντι των συμβατικών βενζινοκίνητων αυτοκινήτων.
  - 7)** Η ερώτηση αυτή είναι ίσως η σημαντικότερη του ερωτηματολογίου. Με βάση το ποσοστό πωλήσεων του 2020 που ανήλθε στο 2,64% και με τη γνώση της αγοράς του αυτοκινήτου και των νέων τεχνολογιών η ομάδα των ειδικών καλείται να προβλέπει το ποσοστό των πωλήσεων ηλεκτρικών και Plug-in υβριδικών οχημάτων για τα έτη 2025 και 2030.
  - 8)** Σε μία παρόμοιας φύσεως ερώτηση με την 7, οι ειδικοί καλούνται να προσδιορίσουν ένα ποσοστό πωλήσεων για τα αντίστοιχα έτη, με την υπόθεση ότι τα κίνητρα που παρείχε το κράτος με το πρόγραμμα «Κινούμαι Ηλεκτρικά» θα ήταν ακόμα πιο ελκυστικά για τον καταναλωτή.
  - 9)** Με την τεχνολογία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων να προχωράει ταχύτατα και με τον άμεσο «εξηλεκτρισμό» των περισσότερων εταιρειών, η ηλεκτροκίνηση θα καταλαμβάνει όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά. Θα καταφέρει ποτέ ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο να έχει την ίδια χαμηλή τιμή με ένα αυτοκίνητο με ΜΕΚ; Αν ναι, οι ειδικοί θα απαντήσουν σε ποια χρονική περίοδο (ορίστηκε ένα εύρος τριετίας, π.χ. 2025-2027) θα επιτευχθεί αυτό.

Το ερωτηματολόγιο του 2<sup>ου</sup> γύρου, επανεξετάζει ουσιαστικά τις ερωτήσεις που είχαν απαντήσεις με τη μορφή ποσοστού. Δηλαδή, συμπεριλαμβάνονται οι ερωτήσεις 2, 3, 4, 6, 7, 8 σε ένα ανασχεδιασμένο ερωτηματολόγιο. Οι ειδικοί

ενημερώνονται από το μέσο όρο των απαντήσεων κάθε ερώτησης και καλούνται να αναθεωρήσουν τη δική τους απάντηση, αν φυσικά το κρίνουν σκόπιμο.

### 5.3. Αποτελέσματα της μεθόδου

Η μέθοδος ολοκληρώθηκε μετά το πέρας του 2<sup>ου</sup> γύρου ερωτήσεων. Και ολοκληρώθηκε εκεί, διότι ο μέσος όρος των απαντήσεων του 2<sup>ου</sup> γύρου ήταν ελάχιστα διαφορετικός από αυτόν του 1<sup>ου</sup>. Η διεξαγωγή της έρευνας έγινε χωρίς προβλήματα ή παρερμηνεύσεις, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες κατανόησαν το ερευνητικό κομμάτι εξ αρχής και οι απαντήσεις τους κυμαίνονταν σε ένα φυσιολογικό εύρος μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας, ξεκινώντας με τις ποιοτικές ερωτήσεις που δεν συμπεριλαμβάνονταν στο ερωτηματολόγιο του 2<sup>ου</sup> γύρου, είναι τα ακόλουθα:

- Σε ότι αφορά τα κριτήρια που επιλέγει ο καταναλωτής ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, ομόφωνα όλοι οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι γίνεται με βάση τα οικονομικά κριτήρια, λόγω χαμηλότερου κόστους χρήσης.
- Οκτώ (8) στους δέκα (10) ειδικούς θεωρούν ότι τα κίνητρα που δίνει το κράτος μέσω του προγράμματος «Κινούμαι Ηλεκτρικά» είναι ικανοποιητικά, ενώ οι άλλοι δύο (2) δήλωσαν το αντίθετο. Μάλιστα, έπειτα από συζήτηση πάνω σε αυτό το ζήτημα με έναν από τους δύο ειδικούς, καθώς η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε μέσω προσωπικής συνέντευξης, δήλωσε ότι τα κίνητρα θα μπορούσαν να είναι πιο μεγάλα καθώς ο στόλος των αυτοκινήτων στην Ελλάδα είναι κατά μέσο όρο πολύ παλιότερος, σε σχέση με άλλα κράτη της ΕΕ και η αντικατάστασή τους θεωρεί ότι είναι επιτακτική. Επιπλέον, δύο συμμετέχοντες που ενώ πιστεύουν ότι τα κίνητρα είναι ικανοποιητικά, είπαν ότι επιβάλλεται να γίνει κάτι με το δίκτυο φόρτισης, καθώς είναι μικρό για να μπορέσει να δεχθεί όλο τον αριθμό ηλεκτρικών αυτοκινήτων που θα κυκλοφορούν από εδώ

και στο εξής. Ήδη, όπως δήλωσε ο ένας εξ αυτών, κάποιοι πελάτες του δυσκολεύονται αρκετά στο κομμάτι αυτό, ειδικά όσοι μένουν στην επαρχία.

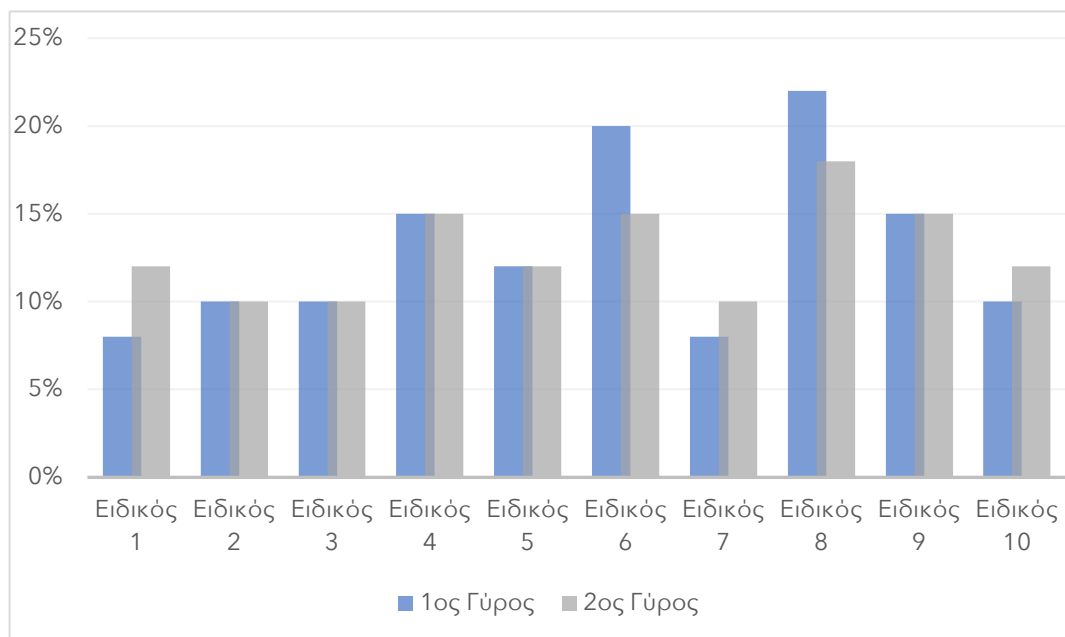


Γράφημα 1. Ποσοστό των ειδικών που έκριναν ικανοποιητικά ή όχι τα κίνητρα που δίνει το κράτος

- Για το αν θα εξισορροπηθεί η τιμή του ηλεκτρικού με το συμβατικό αυτοκίνητο, οκτώ (8) ειδικοί δήλωσαν ότι κάτι τέτοιο θα επιτευχθεί και με βάση τα χρονικά διαστήματα που έδωσαν σαν απάντηση, υπολογίστηκε ότι αυτό θα γίνει περίπου το 2028. Το πιο μικρό χρονικό διάστημα που δηλώθηκε ήταν από το 2024 έως το 2026 και έγινε από έναν ειδικό, ενώ το μεγαλύτερο ήταν από το 2029 έως το 2031, πάλι από έναν συμμετέχοντα. Δύο (2) ειδικοί, πιστεύουν ότι η τιμή του ηλεκτρικού δεν θα εξισορροπηθεί με την τιμή του αντίστοιχου συμβατικού, αν δε δοθούν από το κράτος ακόμα καλύτερα κίνητρα.

Ακολούθως περιγράφονται τα αποτελέσματα αναφορικά με τις ποσοτικές ερωτήσεις της έρευνας. Όπως αναφέρθηκε, τα τελικά αποτελέσματα προέκυψαν από δύο επαναληπτικούς γύρους.

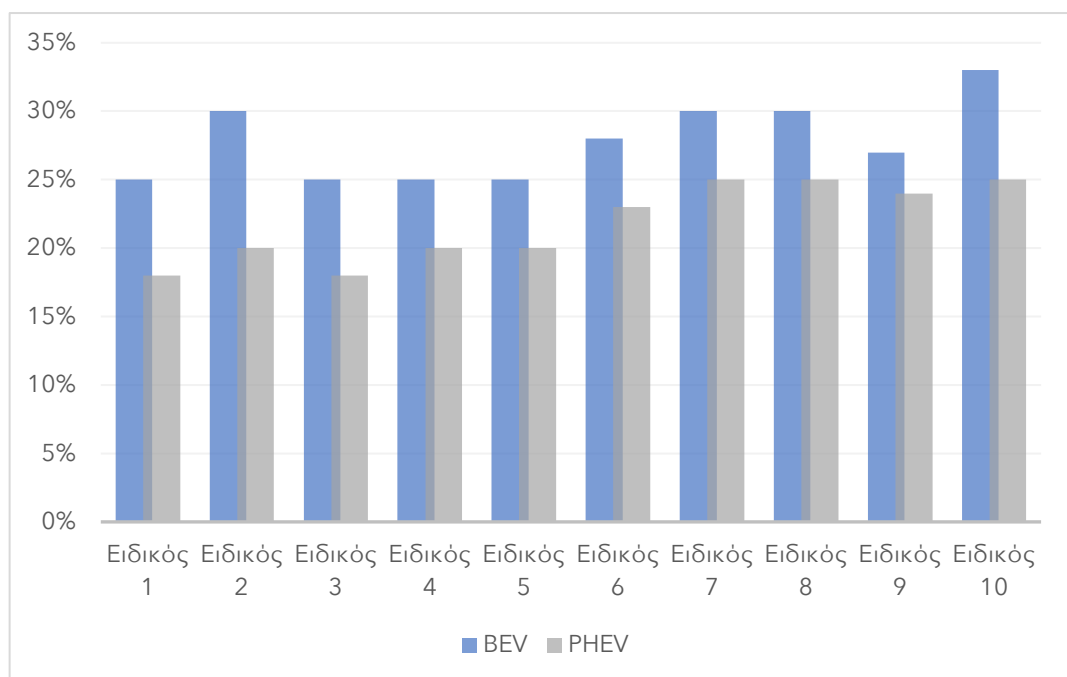
- Το ποσοστό των καταναλωτών που αγοράζουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο κυρίως για περιβαλλοντικούς λόγους, ανέρχεται, σύμφωνα με την εκτίμηση των ειδικών, στο 12,9%. Το ελάχιστο ποσοστό εκτιμήθηκε στο 7,3% % και το μέγιστο στο 22,6%.



Γράφημα 2. Ποσοστό επιλογής ηλεκτρικού αυτοκινήτου με περιβαλλοντικά κριτήρια όπως διαμορφώθηκε και από τους δύο γύρους ερωτήσεων

- Στην ερώτηση σχετικά με το πόσο υψηλότερη είναι η τιμή ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου σε σχέση με το αντίστοιχο συμβατικό, υπήρξε στον πρώτο γύρο μια απόκλιση στα αποτελέσματα που έδινε ο κάθε ειδικός. Για παράδειγμα, ένας ειδικός είπε το ηλεκτρικό είναι 15% ακριβότερο, ενώ άλλος 40%. Εν ολίγοις, σχεδόν ο καθένας από αυτούς αναφερόταν στις τιμές της εταιρείας αυτοκινήτων που εργαζόταν. Αφού διευκρινίστηκε ότι το ποσοστό αυτό αναφέρεται, γενικότερα, για τη συνολική αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, τα ποσοστά αναθεωρήθηκαν στο δεύτερο γύρο ερωτήσεων και η απόκλιση του εύρους των απαντήσεων μειώθηκε. Ωστόσο, ο μέσος όρος των

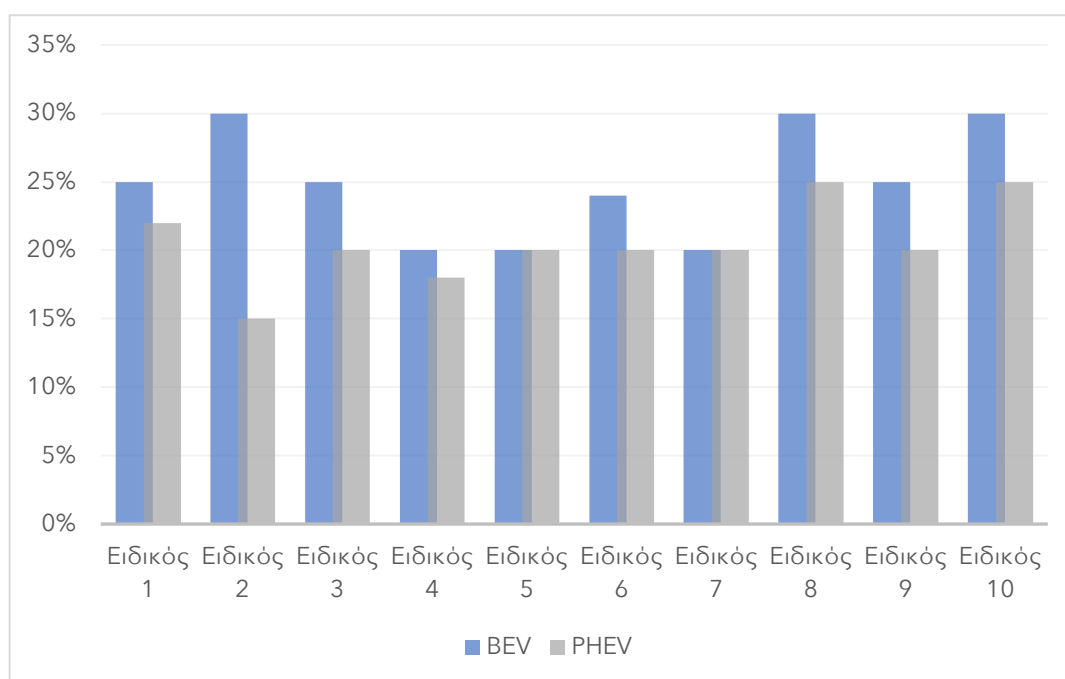
συνολικών απαντήσεων ήταν σχεδόν αμετάκλητος. Η πιθανότερη διαφορά στην τιμή, υπολογίστηκε στο 27,8% για τα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα (BEV). Το ελάχιστο ποσοστό ήταν 16% , ενώ το μέγιστο 47,6%. Όσον αφορά τα Plug-in υβριδικά (PHEV) μοντέλα, οι ειδικοί εκτίμησαν ότι η πιθανότερη τιμή αγοράς τους είναι 21,8% υψηλότερη σε σχέση με το αντίστοιχο συμβατικό. Η ελάχιστη διαφορά στην τιμή ήταν 12,5% και η μέγιστη στο 35,3%.



Γράφημα 3. Απαντήσεις του 2ου γύρου ερωτήσεων σχετικά με το κατά πόσο ακριβότερο είναι πιθανά ένα BEV και PHEV σε σχέση το συμβατικό αυτοκίνητο

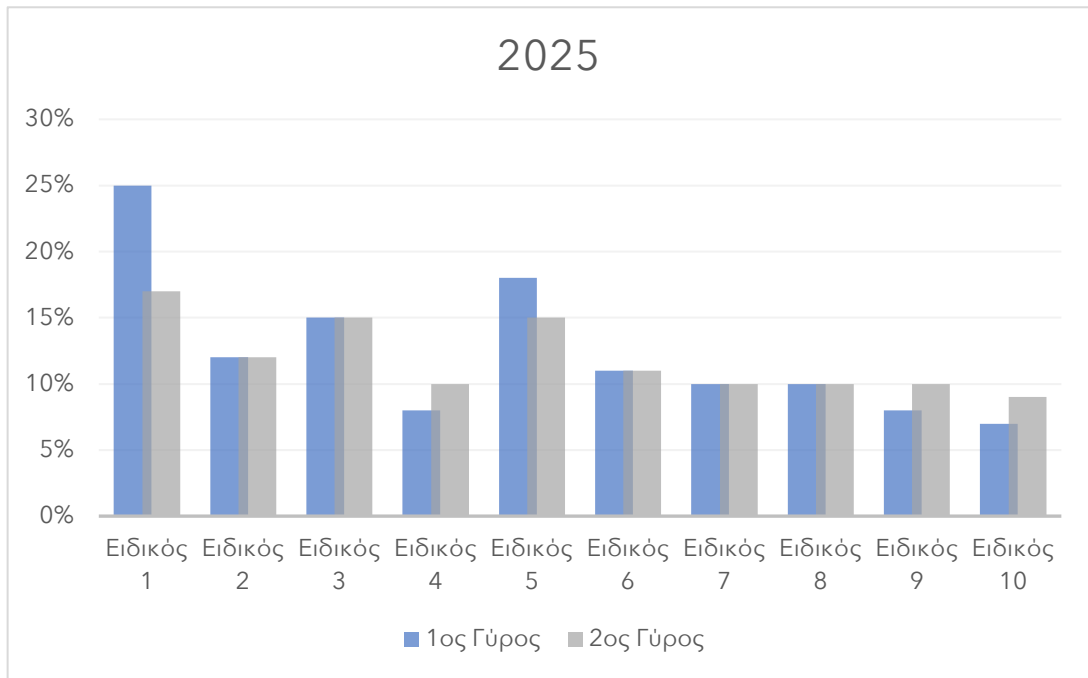
- Για το χρονικό διάστημα που απαιτείται ώστε να αποσβεστεί η υψηλότερη τιμή αγοράς του ηλεκτρικού (BEV), με μέσο όρο 15.000 χλμ./έτος, οι ειδικοί εκτίμησαν ότι αυτό πιθανώς θα πραγματοποιηθεί σε περίπου 4,2 έτη. Τα ελάχιστα χρόνια που μπορεί να γίνει η απόσβεση υπολογίστηκαν σε 2,5, ενώ τα μέγιστα σε 5,9. Για τα Plug-in υβριδικά (PHEV) τα αντίστοιχα πιθανά έτη εκτιμήθηκαν σε 3,1, τα ελάχιστα σε 1,6 και τα μέγιστα σε 4,8.

- Οι συμμετέχοντες εκτίμησαν ότι τα ηλεκτρικά (BEV) θα έπρεπε να είναι 24,9% φθηνότερα στην τιμή, για να μπορέσουν να γίνουν πιο ανταγωνιστικά στην αγορά του αυτοκινήτου. Η ελάχιστη τιμή ανήλθε στο 14,8% και η μέγιστη στο 36,4%. Για να γίνει ένα Plug-in υβριδικό (PHEV) πιο ανταγωνιστικό, θεωρήθηκε ότι θα έπρεπε να είναι 20,5% οικονομικότερο. Τα αντίστοιχα ποσοστά σε ελάχιστη και μέγιστη τιμή, εκτιμήθηκαν σε 14,1% και 28%.

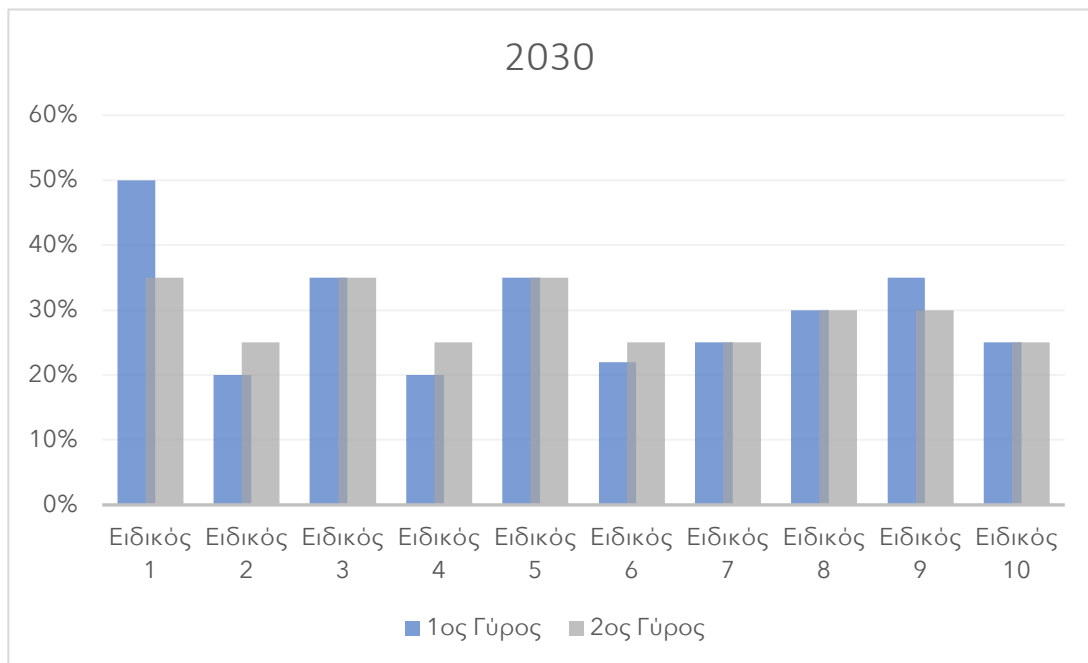


Γράφημα 4. Απαντήσεις του 2ου γύρου ερωτήσεων σχετικά με το κατά πόσο φθηνότερο θα έπρεπε να είναι πιθανά ένα BEV και PHEV σε σχέση το συμβατικό αυτοκίνητο, ώστε να είναι ανταγωνιστικό στην αγορά

- Το πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα το 2025, εκτιμήθηκε ότι θα προσεγγίζει το 11,9%. Το ελάχιστο ποσοστό που υπολογίστηκε είναι 6,9% και το μέγιστο 17,7%. Για το 2030, οι ειδικοί πιθανολόγησαν ότι το ποσοστό θα αγγίξει το 29%, με το ελάχιστο ποσοστό να είναι 18,1% και το μέγιστο 42%.



Γράφημα 5. Πιθανό ποσοστό πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2025 όπως διαμορφώθηκε και από τους δύο γύρους ερωτήσεων



Γράφημα 6. Πιθανό ποσοστό πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων το 2025 όπως διαμορφώθηκε και από τους δύο γύρους ερωτήσεων



- Αν το κράτος έδινε ισχυρότερα κίνητρα στην αγορά και χρήση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου το αντίστοιχο πιθανό ποσοστό πωλήσεων για το 2025 θα διαμορφωνόταν σε 20,4%. Το ελάχιστο ποσοστό σε 13% και το μέγιστο σε 29,1%. Για το 2030, το πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων με καλύτερα κίνητρα εκτιμήθηκε ότι φτάσει το 48%. Το ελάχιστο ποσοστό υπολογίστηκε σε 31,7% και το μέγιστο σε 63,5%.

Σχετικά με τη διεθνή αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, μέσα από συζητήσεις με τους ειδικούς και ανάλυση των στοιχείων της διεθνούς πραγματικότητας, προέκυψε ότι στα περισσότερα ανεπτυγμένα κράτη, ειδικά της Ευρώπης, η ηλεκτροκίνηση καταλαμβάνει σημαντικότερο μερίδιο της αγοράς. Ρόλο σε αυτό διαδραματίζουν αρκετοί παράγοντες, όπως η οικονομική κατάσταση των καταναλωτών, η ικανοποιητική παρουσία υποδομών φόρτισης, τα φορολογικά κίνητρα και μπόνους των κατόχων ηλεκτρικού αυτοκινήτου κ.ά.

## **Κεφάλαιο 6.** Εφαρμογή της μεθόδου των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών

## 6.1. Γενικά για την έρευνα

Η ερευνητική διαδικασία με τη χρήση των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών, έγινε συμπληρωματικά με τη μέθοδο Delphi, με σκοπό να διερευνηθεί ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σήμερα.

Ερευνήθηκαν τόσο οι παράγοντες, όσο και οι μεταξύ τους σχέσεις, αξιοποιώντας τη γνώση και την εμπειρία των πέντε (5) συμμετεχόντων ειδικών από αυτούς που συμμετείχαν στη μέθοδο Delphi, όλοι από το χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας.

Η κατασκευή των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών έλαβε χώρα την περίοδο Ιουλίου - Αυγούστου 2021 και πραγματοποιήθηκε με προσωπικές συνεντεύξεις. Οι τρεις από αυτές έγιναν στα επαγγελματικά γραφεία των ειδικών, ενώ οι άλλες δύο ηλεκτρονικά μέσω της πλατφόρμας Zoom.

Χρησιμοποιώντας ως κύριο κόμβο την αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, οι παράγοντες που την επηρεάζουν ήταν πάνω κάτω συγκεκριμένοι, σύμφωνα με όσα δήλωσαν οι ειδικοί.

Οι ειδικοί όρισαν τη δύναμη της επιρροής την έννοιας  $C_i$  στην έννοια  $C_j$ , χρησιμοποιώντας το εξής λεκτικό:

*«Η δύναμη της επιρροής της έννοιας  $C_i$  στην έννοια  $C_j$  είναι  $T$  (επιρροή)».*

Η μεταβλητή  $T$ , δηλώνει τις αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ των εννοιών, χρησιμοποιώντας μια ασαφή γλωσσική μεταβλητή. Χρησιμοποιήθηκαν δεκατρείς γλωσσικές μεταβλητές για να περιγράψουν την επιρροή της μίας έννοιας στην άλλη, οι οποίες είναι οι εξής (Papageorgiou & Kontogianni, 2012):

- Αρνητικά πάρα πολύ ισχυρή (-1)
- Αρνητικά πολύ ισχυρή (-0,9)

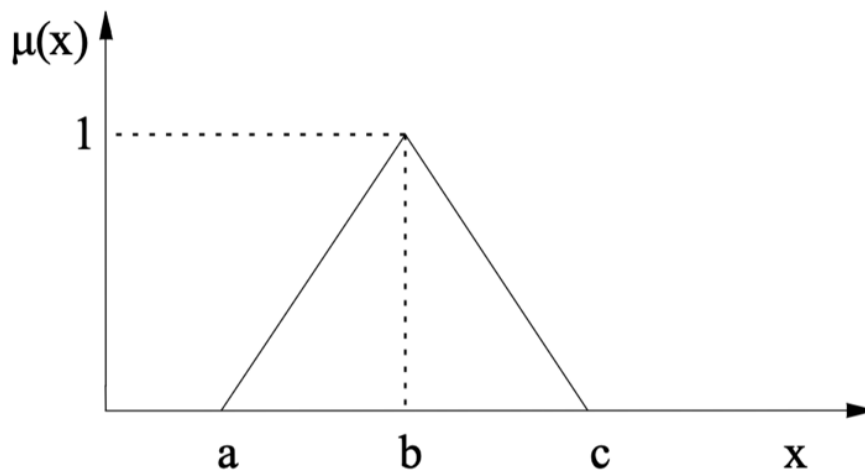
- Αρνητικά ισχυρή (-0,7)
- Αρνητικά μέση (-0,5)
- Αρνητικά αδύναμη (-0,3)
- Αρνητικά πολύ αδύναμη (-0,1)
- Μηδέν (0)
- Θετικά πολύ αδύναμη (+0,1)
- Θετικά αδύναμη (+0,3)
- Θετικά μέση (+0,5)
- Θετικά ισχυρή (+0,7)
- Θετικά πολύ ισχυρή (+0,9)
- Θετικά πάρα πολύ ισχυρή (+1)

Οι γλωσσικές μεταβλητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν προσεγγιστικά στο πλαίσιο της θεωρίας των ασαφών συνόλων για να γίνει πιο αποτελεσματική η καταγραφή της αμφιβολίας που ενέχει η αξιολόγηση δεδομένων. Στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν τριγωνικοί ασαφείς αριθμοί για να χαρακτηρίσουν τις ασαφείς τιμές των γλωσσικών όρων που υιοθετήθηκαν. Ένας τριγωνικός ασαφής αριθμός  $T$  με συνάρτηση συμμετοχής  $\mu_A(x)$  ορίζεται στο  $R$  από το ελάχιστο, το κεντρικό (το πιο πιθανό) και τη μέγιστη τιμή, ως εξής (Parageorgiou & Kontogianni, 2012; Μπέσης, 2016):

$$T = \left\{ \begin{array}{c} x - \frac{a}{b} - \alpha \\ x - \frac{c}{b} - c \\ 0 \end{array} \right\}$$

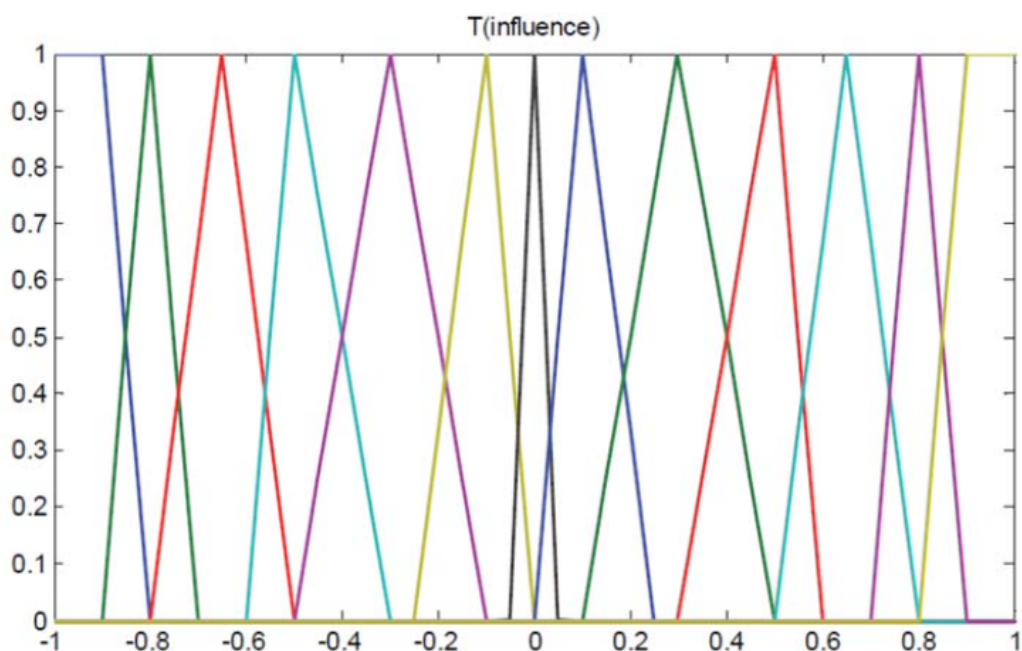
Όπου,  $a \leq x \leq b$  και  $b \leq x \leq c$

Στην εικόνα που φαίνεται παρακάτω [εικόνα 24], το  $[a,c]$  είναι το στηρικτικό διάστημα και το σημείο  $(b,1)$  είναι η ακμή - κορυφή.



Εικόνα 24. Η συνάρτηση συμμετοχής  $\mu$  ενός τριγωνικού ασαφούς αριθμού (Μπέσης, 2016)

Οι συναρτήσεις συμμετοχής για τους όρους που χρησιμοποιούνται στην έρευνα, φαίνονται στην παρακάτω εικόνα [εικόνα 25].



Εικόνα 25. Οι συναρτήσεις συμμετοχής που περιγράφουν την T (Parageorgiou & Kontogianni, 2012)

Οι γλωσσικές προσεγγίσεις μετατράπηκαν σε αριθμητική τιμή εντός του εύρους  $[-1,1]$ , χρησιμοποιώντας τη θεωρία ενσωμάτωσης και τα ασαφή σύνολα

(Liu, Nissim, & Thomas, 2002) (Bojadziew & Bojadziew, 2007). Το κέντρο βάρους  $C_B$  του τριγωνικού αριθμού  $B=(a,b,c)$  υπολογίστηκε με τον εξής τύπο:

$$C_B = \frac{a + b + c}{3}$$

Μετά την κατασκευή των ατομικών Ασαφών Γνωστικών Χαρτών, δημιουργήθηκε ο συλλογικός με βάση την προσέγγιση του Ασαφούς Μέσου Όρου. Οι ειδικοί που συμμετείχαν δήλωσαν  $n$  τριγωνικούς αριθμούς  $A_i = (a_1^{(i)}, a_m^{(i)}, a_2^{(i)})$ , με  $i=1,2,\dots,n$ . Ο τριγωνικός μέσος όρος  $A_{ave}=(m_1, m_M, m_3)$  όλων των  $A_i$  υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση:

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_m^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)} \right)$$

Η κατασκευή τόσο των ατομικών όσο και του συλλογικού ΑΓΧ πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Mental Modeler (διατίθεται ελεύθερα στην ιστοσελίδα: <http://www.mentalmodeler.org>) (Gray, Gray, Cox, & Henly-Shepard, 2013). Επίσης, με τη βοήθεια του ίδιου λογισμικού πραγματοποιήθηκε διερεύνηση διαφόρων σεναρίων μέσω της μοντελοποίησης του συστήματος. Η σιγμοειδής συνάρτηση μεταφοράς χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα με το μαθηματικό της τύπο να είναι ο εξής (Bueno & Salmeron, 2008):

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}}$$

όπου  $\lambda$ , ένας πραγματικός θετικός αριθμός που συνήθως ισούται με 1 και  $x$ , η τιμή  $A_i^{(k)}$  στο σημείο ισορροπίας.

## 6.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ο συνολικός αριθμός παραγόντων και συνδέσεων των πέντε συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν.

Πίνακας 3. Ο συνολικός αριθμός παραγόντων και συνδέσεων των συμμετεχόντων

	<b>Συνολικός αριθμός παραγόντων</b>	<b>Συνολικός αριθμός συνδέσεων</b>
<b>Συμμετέχων 1</b>	6	11
<b>Συμμετέχων 2</b>	6	14
<b>Συμμετέχων 3</b>	7	16
<b>Συμμετέχων 4</b>	6	15
<b>Συμμετέχων 5</b>	6	12

Ακολουθούν, αναλυτικά οι παράγοντες, ο πίνακας γειτνίασης και ο Ασαφής Γνωστικός Χάρτης του κάθε ειδικού.

### **Ειδικός 1**

Ο πρώτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε ότι, η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K1) συνδέεται με πέντε παράγοντες, οι οποίοι είναι:

- Η μόδα, ή αλλιώς trend της εποχής του να κατέχεις ηλεκτρικό αυτοκίνητο, που ορίστηκε ως παράγοντας K2.
- Η άνεση που προσφέρει το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, που ορίστηκε ως παράγοντας K3.
- Η περιβαλλοντική ευαισθησία του αγοραστή, που ορίστηκε ως παράγοντας K4.
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K5.

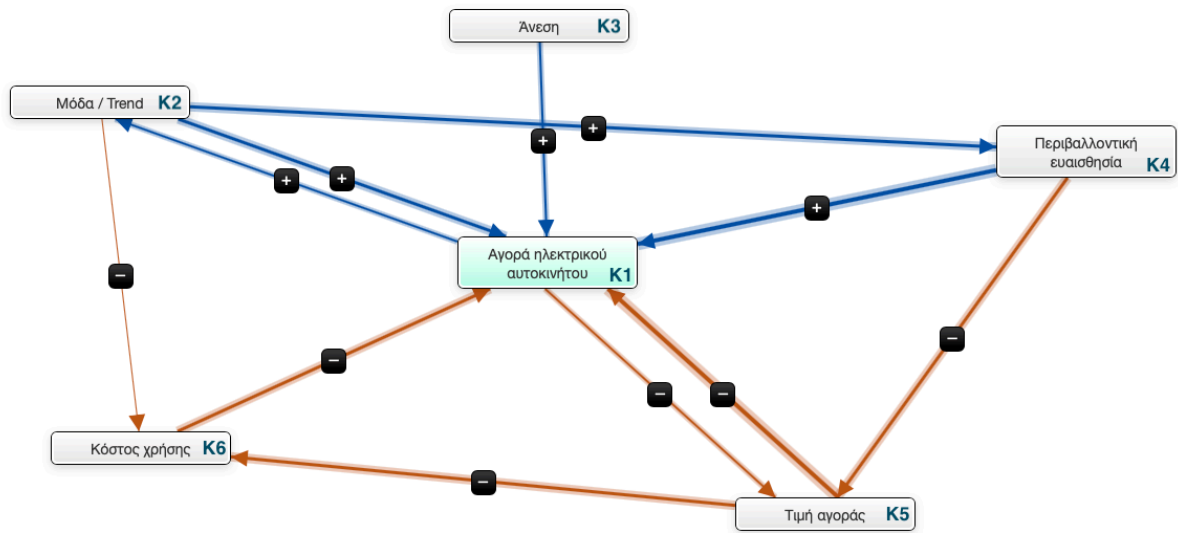
- Το κόστος χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K6.

Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα γειτνίασης.

Πίνακας 4. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 1

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
<b>K1</b>	0	+0,3	0	0	-0,3	0
<b>K2</b>	+0,7	0	0	+0,7	0	-0,1
<b>K3</b>	+0,3	0	0	0	0	0
<b>K4</b>	+1	0	0	0	-0,5	0
<b>K5</b>	-0,9	0	0	0	0	-0,7
<b>K6</b>	-0,7	0	0	0	0	0

Ο Ασαφής Γνωστικός Χάρτης του πρώτου ειδικού είναι ο εξής [εικόνα 26]:



Εικόνα 26. Ο ΑΓΧ του ειδικού 1 (www.mentalmodeler.com)



## Ειδικός 2

Ο δεύτερος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε ότι, η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K1) συνδέεται με πέντε παράγοντες, οι οποίοι είναι:

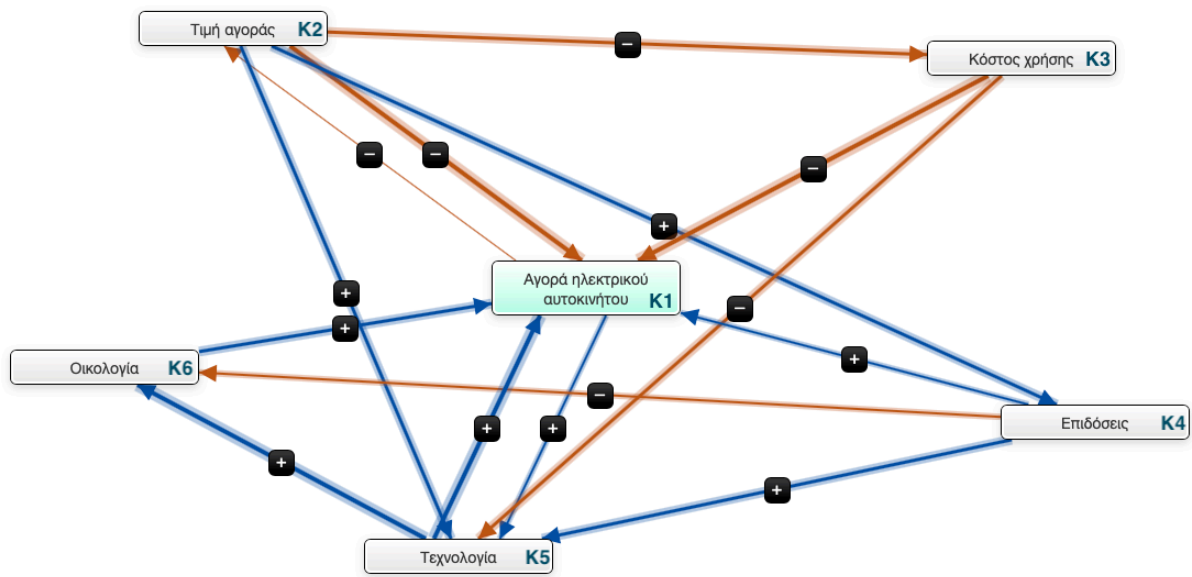
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K2.
- Το κόστος χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K3.
- Οι επιδόσεις του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκαν ως παράγοντας K4.
- Η τεχνολογία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, που ορίστηκε ως παράγοντας K5.
- Η οικολογία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K6.

Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα γειτνίασης.

Πίνακας 5. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 2

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
<b>K1</b>	0	-0,1	0	0	+0,3	0
<b>K2</b>	-1	0	-0,5	+0,5	+0,5	0
<b>K3</b>	-0,9	0	0	0	-0,7	0
<b>K4</b>	+0,3	0	0	0	+0,5	-0,3
<b>K5</b>	+0,9	0	0	0	0	+0,9
<b>K6</b>	+0,7	0	0	0	0	0

Ο Ασαφής Γνωστικός Χάρτης του δεύτερου ειδικού είναι ο εξής [εικόνα 27]:



Εικόνα 27. Ο ΑΓΧ του ειδικού 2 (www.mentalmodeler.com)

### Ειδικός 3

Ο τρίτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε ότι, η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K1) συνδέεται με έξι παράγοντες, οι οποίοι είναι:

- Τα κίνητρα που προσφέρει το κράτος για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκαν ως παράγοντας K2.
- Το κόστος χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K3.
- Οι περιβαλλοντικοί λόγοι που συμβάλουν στην αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκαν ως παράγοντας K4.
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K5.
- Τα φορολογικά κίνητρα που έχει ο αγοραστής με τη χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκαν ως παράγοντας K6.

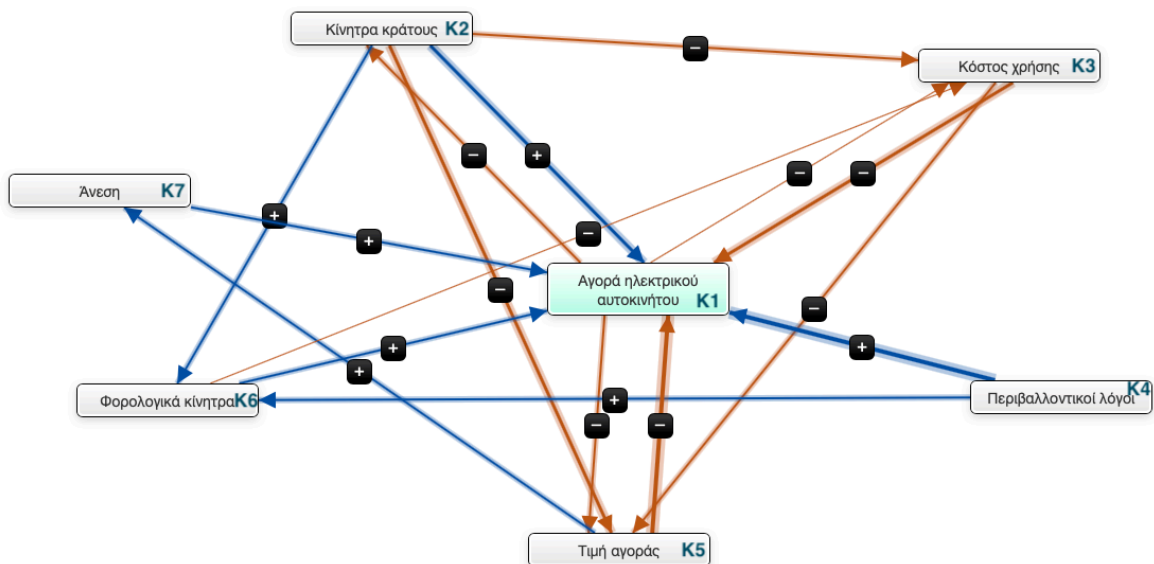
- Η άνεση που προσφέρει το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, που ορίστηκε ως παράγοντας K7.

Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα γειτνίασης.

Πίνακας 6. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 3

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>	<b>K7</b>
<b>K1</b>	0	-0,3	-0,1	0	-0,3	0	0
<b>K2</b>	+0,7	0	-0,3	0	-0,7	+0,3	0
<b>K3</b>	-0,7	0	0	0	-0,3	0	0
<b>K4</b>	+0,9	0	0	0	0	+0,3	0
<b>K5</b>	-1	0	0	0	0	0	+0,3
<b>K6</b>	+0,3	0	-0,1	0	0	0	0
<b>K7</b>	+0,3	0	0	0	0	0	0

Ο Ασαφής Γνωστικός Χάρτης του τρίτου ειδικού είναι ο εξής [εικόνα 28]:



Εικόνα 28. Ο ΑΓΧ του ειδικού 3 (www.mentalmodeler.com)

#### Ειδικός 4

Ο τέταρτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε ότι, η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K1) συνδέεται με πέντε παράγοντες οι οποίοι είναι:

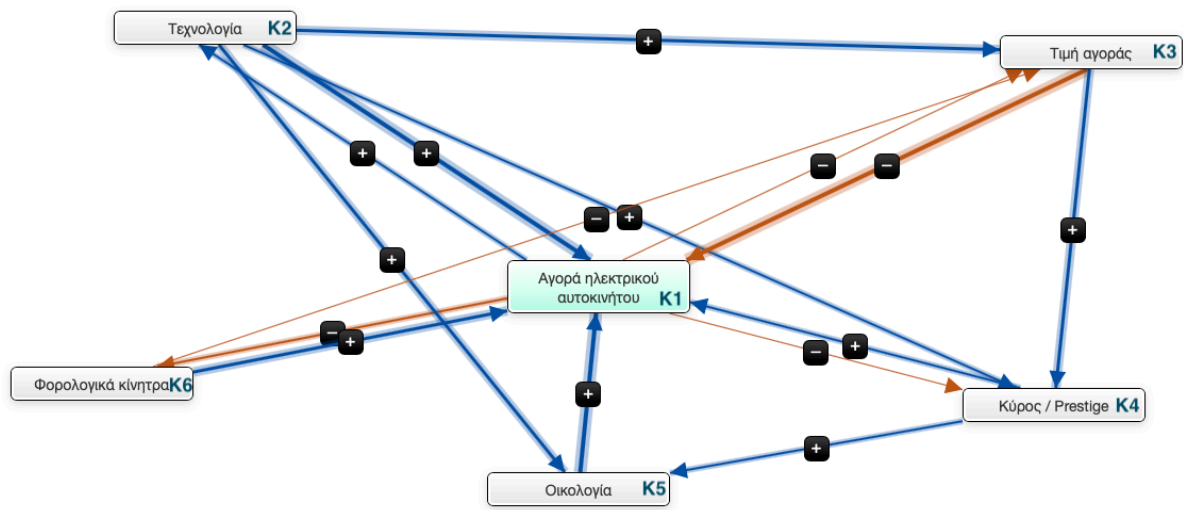
- Η τεχνολογία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, που ορίστηκε ως παράγοντας K2.
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K3.
- Το κύρος, δηλαδή το prestige του να κατέχεις ηλεκτρικό αυτοκίνητο, που ορίστηκε ως παράγοντας K4.
- Η οικολογία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K5.
- Τα φορολογικά κίνητρα που έχει ο αγοραστής με τη χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκαν ως παράγοντας K6.

Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα γειτνίασης.

Πίνακας 7. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 4

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
<b>K1</b>	0	+0,3	-0,1	-0,1	0	-0,3
<b>K2</b>	+1	0	+0,5	+0,3	+0,7	0
<b>K3</b>	-0,9	0	0	+0,7	0	0
<b>K4</b>	+0,3	0	0	0	+0,3	0
<b>K5</b>	+0,9	0	0	0	0	0
<b>K6</b>	+0,5	0	-0,1	0	0	0

Ο Ασαφής Γνωστικός Χάρτης του τέταρτου ειδικού είναι ο εξής [εικόνα 29]:



Εικόνα 29. Ο ΑΓΧ του ειδικού 4 (www.mentalmodeler.com)

## Ειδικός 5

Ο πέμπτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε ότι, η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K1) συνδέεται με πέντε παράγοντες οι οποίοι είναι:

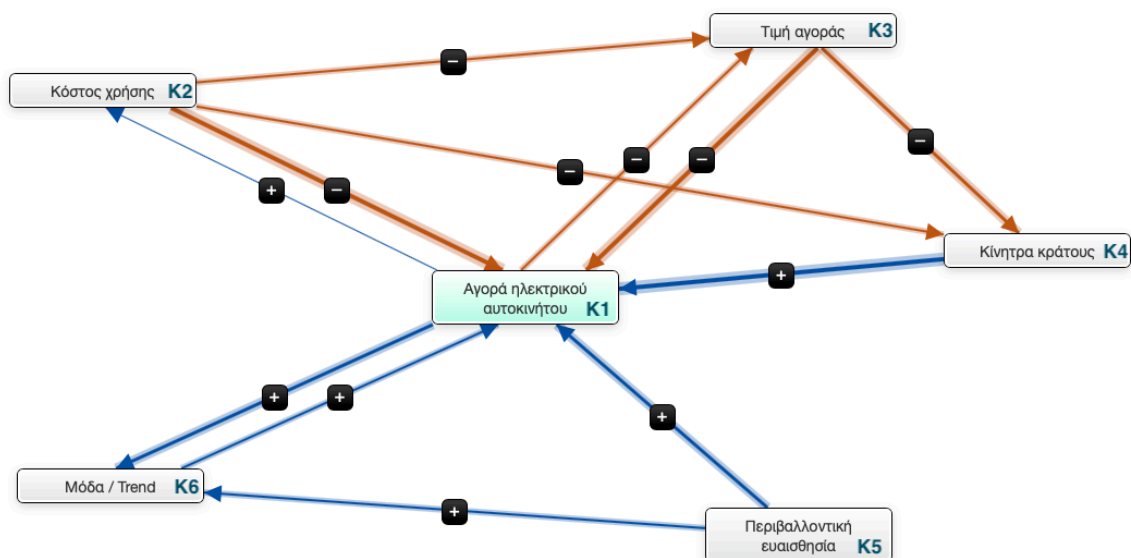
- Το κόστος χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K2.
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκε ως παράγοντας K3.
- Τα κίνητρα που προσφέρει το κράτος για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, που ορίστηκαν ως παράγοντας K4.
- Η περιβαλλοντική ευαισθησία του αγοραστή, που ορίστηκε ως παράγοντας K5.
- Η μόδα, ή αλλιώς trend της εποχής του να κατέχεις ηλεκτρικό αυτοκίνητο, που ορίστηκε ως παράγοντας K6.

Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα γειτνίασης.

Πίνακας 8. Πίνακας γειτνίασης του ειδικού 5

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
<b>K1</b>	0	+0,1	-0,3	0	0	+0,5
<b>K2</b>	-0,9	0	-0,3	-0,3	0	0
<b>K3</b>	-1	0	0	-0,7	0	0
<b>K4</b>	+0,9	0	0	0	0	0
<b>K5</b>	+0,5	0	0	0	0	+0,3
<b>K6</b>	+0,3	0	0	0	0	0

Ο Ασαφής Γνωστικός Χάρτης του πέμπτου ειδικού είναι ο εξής [εικόνα 30]:



Εικόνα 30. Ο ΑΓΧ του ειδικού 5 (www.mentalmodeler.com)

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει συγκεντρωτικά τις τιμές των δεικτών της θεωρίας Γράφων, που προέκυψαν μετά από τη δομική ανάλυση των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών.

Πίνακας 9. Δείκτες των ΑΓΧ

	Πυκνότητα	Δείκτης ιεραρχίας	Συνολικός αριθμός παραγόντων	Συνολικός αριθμός συνδέσεων	Αριθμός «πομπών»	Αριθμός κανονικών παραγόντων	Συνδέσεις / Παράγοντες
<b>Ειδικός 1</b>	0,3666	0,3175	6	11	1	5	1,8333
<b>Ειδικός 2</b>	0,4666	0,5521	6	14	0	6	2,3333
<b>Ειδικός 3</b>	0,381	0,2327	7	16	1	6	2,2857
<b>Ειδικός 4</b>	0,5	0,4356	6	15	0	6	2,5
<b>Ειδικός 5</b>	0,4	0,2972	6	12	1	5	2
<b>Μέσος όρος</b>	<b>0,4228</b>	<b>0,367</b>	<b>6,2</b>	<b>13,6</b>	<b>0,6</b>	<b>5,6</b>	<b>2,19</b>

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, υπάρχουν κατά μέσο όρο 6,2 παράγοντες (factors) που επηρεάζουν την αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Οι συνδέσεις μεταξύ των παραγόντων (connections), υπολογίστηκαν στις 13,6 κατά μέσο όρο, με την μικρότερη τιμή να είναι 11 και η μεγαλύτερη 16. Ο αριθμός των «πομπών» παραγόντων (transmitter), που επηρεάζουν ανεξάρτητα το σύστημα, είναι κατά μέσο όρο 0,6 και αριθμός των κανονικών παραγόντων 5,6. Το πηλίκο των συνδέσεων προς τον αριθμό των παραγόντων (connections/factors) υπολογίστηκε κατά μέσο όρο σε 2,19, με τις τιμές να κυμαίνονται από 1,8333 έως 2,5. Η μέση πυκνότητα (density), είναι ίση με 0,4228, με τον αριθμό αυτόν να δείχνει το πόσο συνδεδεμένοι ή ασύνδετοι είναι μεταξύ τους οι χάρτες. Οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,3666 έως 0,5. Ο δείκτης ιεραρχίας, που αντικατοπτρίζει το πόσο «δημοκρατικό» ή «ιεραρχικό» είναι ένα σύστημα, είναι κατά μέσο 0,367, κυμαινόμενος από 0,2327 μέχρι 0,5521.

Έπειτα από περαιτέρω ανάλυση, διαπιστώθηκε πως κάποιοι παράγοντες είναι κοινοί για τους περισσότερους συμμετέχοντες, όπως η τιμή αγοράς ή το κόστος χρήσης του ηλεκτρικού. Παράγοντες όπως για παράδειγμα, η περιβαλλοντική ευαισθησία, οικολογία, περιβαλλοντικοί λόγοι ενσωματώθηκαν σε μία ομάδα. Άλλοι παράγοντες ομαδοποιήθηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά τους και από πού προέρχονται. Η άνεση και οι επιδόσεις που προσφέρει το ηλεκτρικό αυτοκίνητο ομαδοποιήθηκαν με την τεχνολογία. Το κύρος και η μόδα εντάχθηκαν σε μία νέα ομάδα/παράγοντα που είναι το image του καταναλωτή. Ο συνολικός Ασαφής Γνωστικός Χάρτης που δημιουργήθηκε έχει συνολικά 8 παράγοντες που είναι οι εξής:

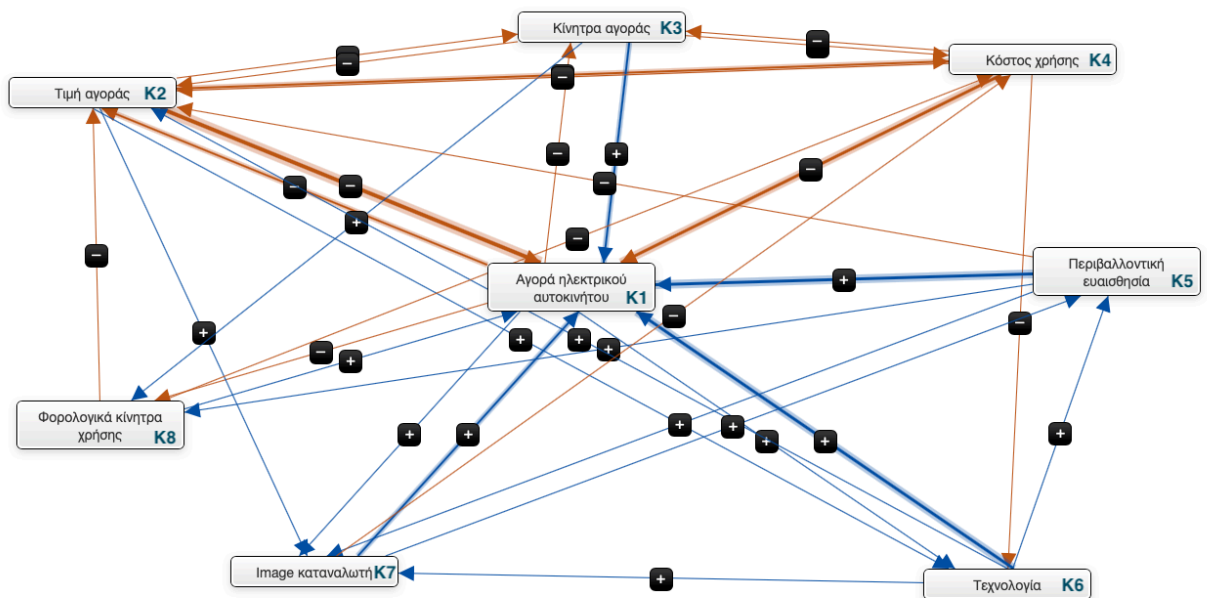
- Η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K1)
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K2)
- Τα κίνητρα του κράτους στην αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K3)
- Το κόστος χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K4)
- Η περιβαλλοντική ευαισθησία του καταναλωτή (παράγοντας K5)
- Η τεχνολογία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου (παράγοντας K6)
- Το image του καταναλωτή (παράγοντας K7)
- Τα φορολογικά κίνητρα που έχουν οι κάτοχοι στη χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων (παράγοντας K8)



Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται στον παρακάτω πίνακα γειτνίασης και τον συνολικό Ασαφή Γνωστικό Χάρτη [εικόνα 31].

Πίνακας 10. Πίνακας γειτνίασης του συνολικού ΑΓΧ

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>	<b>K7</b>	<b>K8</b>
<b>K1</b>	0	-0,22	-0,024	0	0	0,024	0,06	-0,024
<b>K2</b>	-0,96	0	-0,056	-0,192	0	0,108	0,028	0
<b>K3</b>	0,32	-0,16	0	-0,048	0	0	0	0,024
<b>K4</b>	-0,64	-0,12	-0,024	0	0	-0,056	0	0
<b>K5</b>	0,8	-0,1	0	0	0	0	0,024	0,024
<b>K6</b>	0,56	0,06	0	0	0,104	0	0,012	0
<b>K7</b>	0,26	0	0	-0,016	0,08	0	0	0
<b>K8</b>	0,16	0	0	-0,016	0	0	0	0



Εικόνα 31. Ο συλλογικός ΑΓΧ (www.mentalmodeler.com)

### 6.3. Διερεύνηση σεναρίων μέσω του συλλογικού Ασαφής Γνωστικού Χάρτη

Με τη βοήθεια του λογισμικού “Mental Modeler” (Gray, Gray, Cox, & Henly-Shepard, 2013), με το οποίο σχεδιάστηκαν και οι παραπάνω Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες, διερευνήθηκαν διάφορα πιθανά σενάρια εξέλιξης της αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, επηρεάζοντας έναν ή περισσότερους παράγοντες, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση που έχουν στο συνολικό σύστημα. Μέσω αυτού του λογισμικού, κατασκευάζονται ποιοτικά εννοιολογικά μοντέλα, αναπτύσσονται σενάρια και επανεξετάζεται το μοντέλο βάσει των αποτελεσμάτων που δίνει η δυναμική ανάλυση.

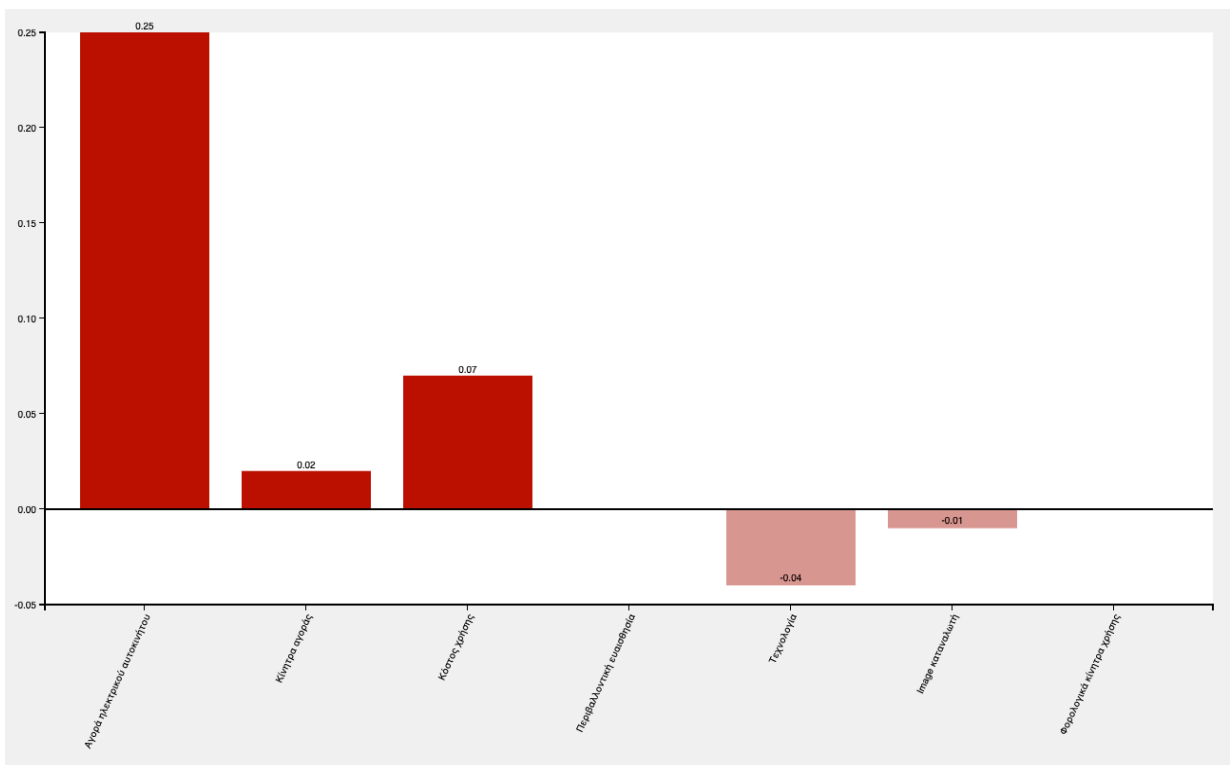
Στην προκειμένη έρευνα, διερευνήθηκαν έξι σενάρια που έχουν να κάνουν καθαρά με τα οικονομικά κριτήρια στην επιλογή του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, διότι εκεί εστίασαν κυρίως όλοι οι ειδικοί. Τα σενάρια είναι τα εξής:

- Δύο σενάρια για την τιμή αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου, ένα για χαμηλότερη και ένα για υψηλότερη τιμή.
- Δύο σενάρια στα κίνητρα που δίνει το κράτος για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Το πρώτο για πιο ισχυρά κίνητρα και το δεύτερο για σχεδόν καθόλου κίνητρα.
- Δύο σενάρια για το κόστος χρήσης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Ένα για την περαιτέρω μείωση του κόστους χρήσης και ένα για την αύξηση του.

Τα αποτελέσματα περιγράφονται στις ενότητες που ακολουθούν.

## 1. Χαμηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου

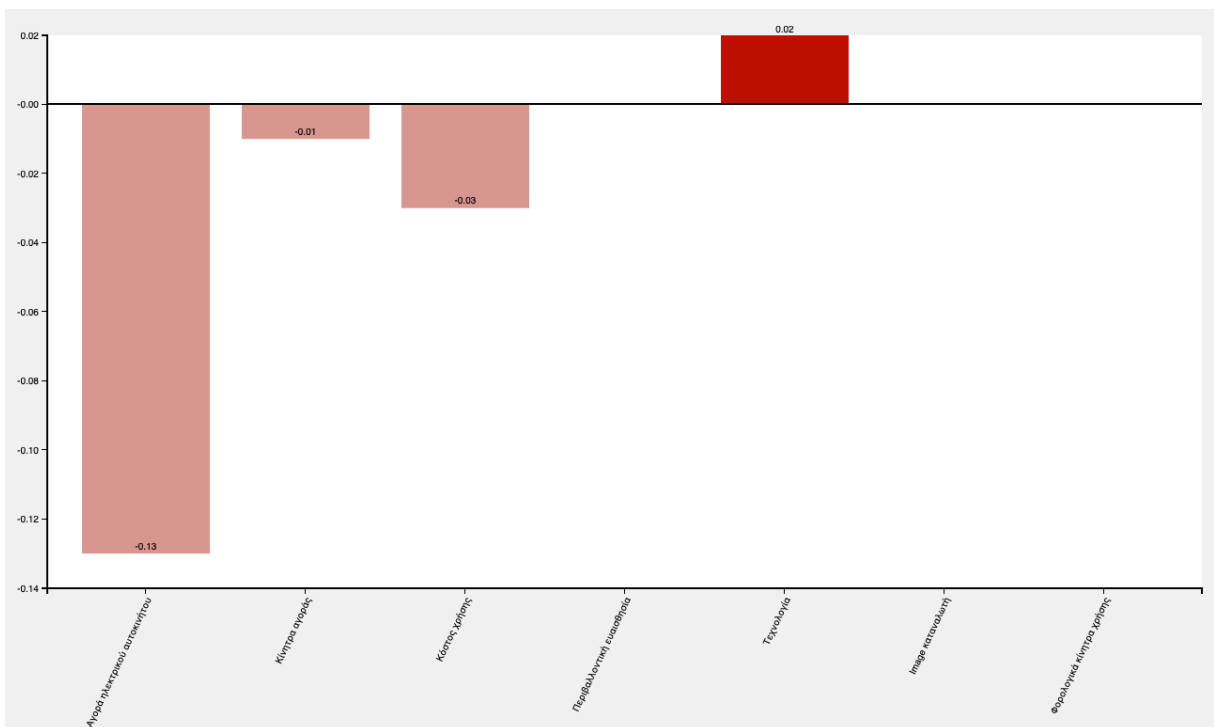
Το σενάριο μιας χαμηλότερης τιμής στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα είχε παρά πολύ μεγάλο αντίκτυπο στη συνολική αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, η οποία θα ανέβαινε σημαντικά. Θα ανέβαινε, όμως, αρκετά και το κόστος χρήσης αυτών. Μικρή αύξηση θα παρατηρούνταν στα κίνητρα του κράτους ως προς την αγορά τους. Στον αντίποδα, η χαμηλότερη τιμή απόκτησης, θα είχε επιπτώσεις στην τεχνολογία, ενώ θα επηρεαζόταν αρνητικά και το image των καταναλωτών [εικόνα 32].



Εικόνα 32. Οι μεταβολές σε μια χαμηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου  
([www.mentalmodeler.com](http://www.mentalmodeler.com))

## 2. Υψηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου

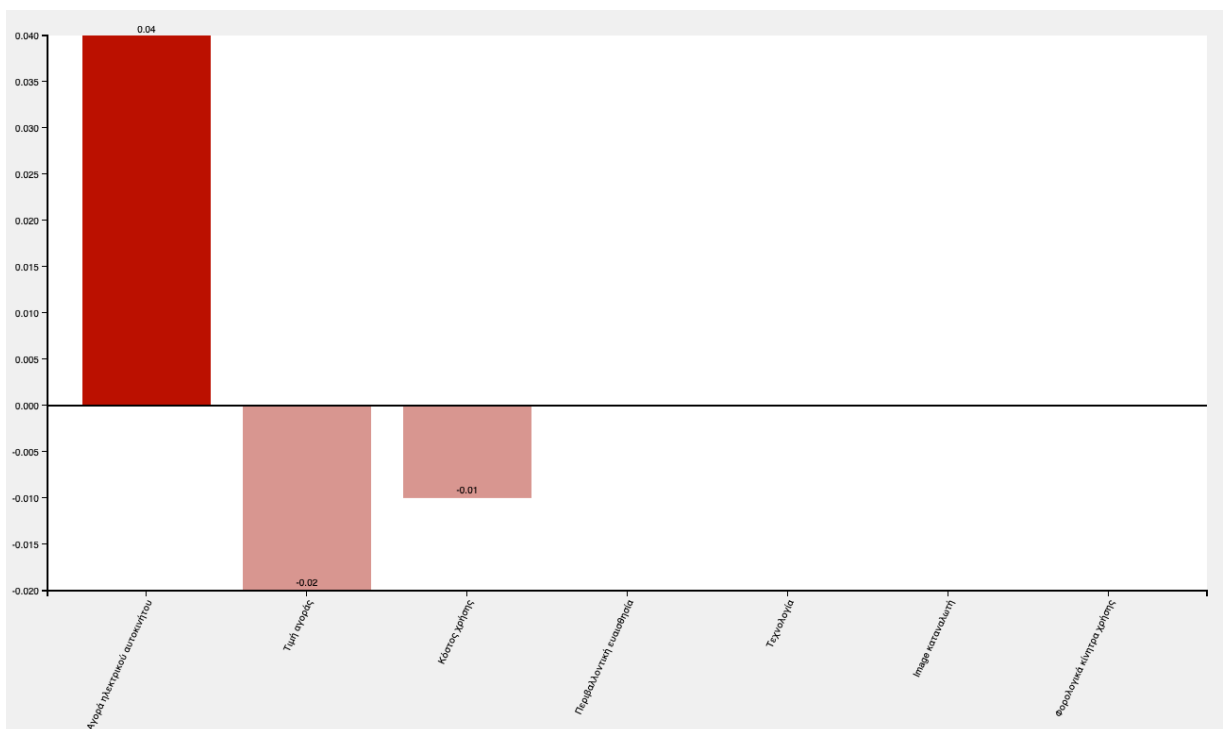
Στο σενάριο της αύξησης της τιμής των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, η αγορά τους συνολικά θα έπεφτε αρκετά, λιγότερο όμως αναλογικά με την άνοδο που παρατηρήθηκε στην υποθετική πτώση της τιμής. Το κόστος χρήσης όπως και τα κίνητρα του κράτους στην αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα ήταν ελάχιστα μειωμένα. Από την άλλη, μια υψηλότερη τιμή απόκτησης θα είχε ως συνέπεια την ανάπτυξη καλύτερης τεχνολογίας [εικόνα 33].



Εικόνα 33. Οι μεταβολές σε μια υψηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού αυτοκινήτου  
([www.mentalmodeler.com](http://www.mentalmodeler.com))

### 3. Αύξηση των κινήτρων που δίνει το κράτος για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου

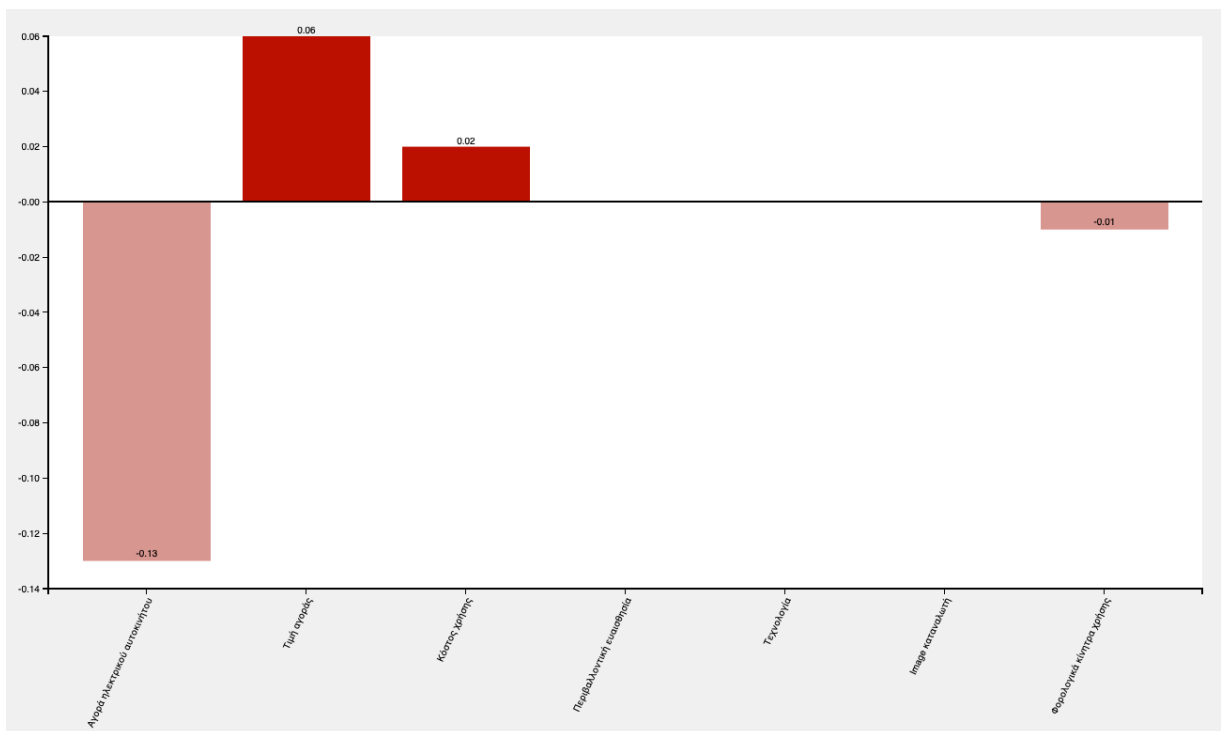
Η βελτίωση των κινήτρων για την απόκτηση ηλεκτρικού αυτοκινήτου από την πλευρά του κράτους, θα είχε ως αποτέλεσμα την άνοδο της συνολικής αγοράς, σε μικρότερο όμως βαθμό αναλογικά με τη μείωση της τιμής αγοράς. Όπως αναμένεται, με την αύξηση των κινήτρων, η τιμή αγοράς θα μειωνόταν, όπως επίσης και το κόστος χρήσης αυτών [εικόνα 34].



Εικόνα 34. Οι μεταβολές στην αύξηση των κινήτρων του κράτους για αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου (www.mentalmodeler.com)

#### 4. Μείωση των κινήτρων που δίνει το κράτος για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου

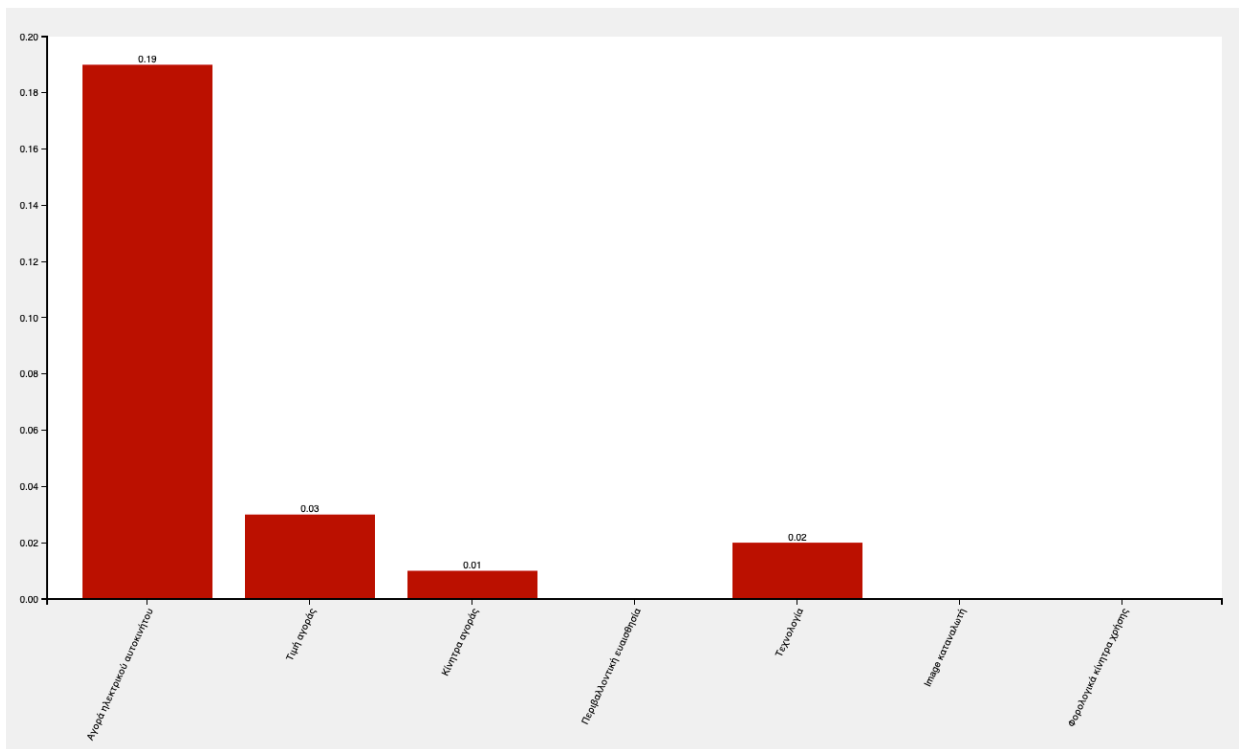
Στο σενάριο της μείωσης των κινήτρων, από την πλευρά του κράτους, για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, θα παρατηρούνται τα αντίθετα αποτελέσματα, σε σύγκριση με την αύξηση των κινήτρων. Δηλαδή, από τη μία σημαντική μείωση της συνολικής αγοράς (αντίστοιχης με αυτή που παρατηρείται στην άνοδο της τιμής) και από την άλλη, αύξηση της τιμής των ηλεκτρικών και μικρότερη συγκριτικά αύξηση στο κόστος χρήσης. Επιπλέον, θα υπήρχε μια μικρή μείωση στα φορολογικά κίνητρα που έχει ο κάτοχος για τη χρήση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου [εικόνα 35].



Εικόνα 35. Οι μεταβολές στη μείωση των κινήτρων για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου  
([www.mentalmodeler.com](http://www.mentalmodeler.com))

## 5. Μείωση του κόστους χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Το σενάριο της μείωσης τους κόστους χρήσης που έχει το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, θα επιφέρει σημαντική αύξηση στην αγορά του, μικρότερη ωστόσο με αυτήν που παρατηρήθηκε κατά τη διερεύνηση της πτώσης της τιμής. Η τιμή αγοράς θα σημειώσει μια μικρή άνοδο και λίγο μικρότερη τα κίνητρα που δίνει το κράτος. Επίσης, θα αυξηθεί ως ένα βαθμό και η τεχνολογία που θα έχουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα [εικόνα 36].

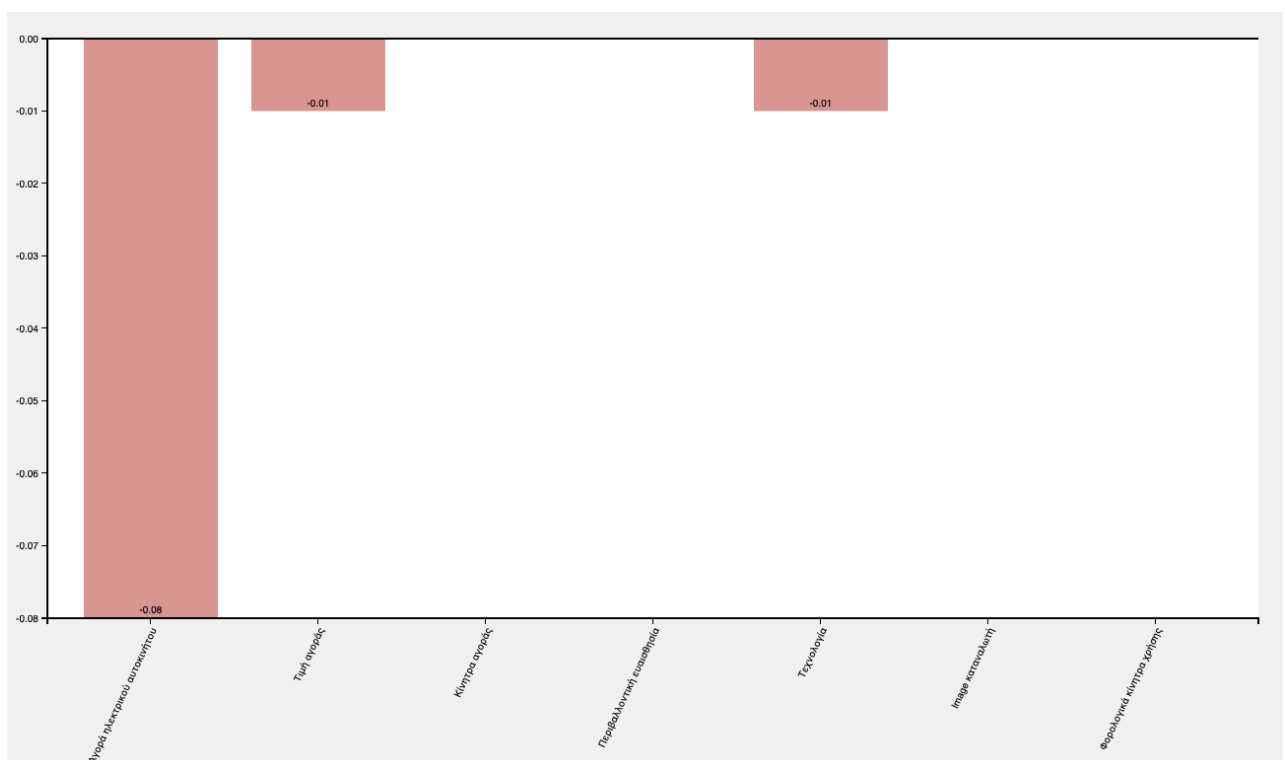


Εικόνα 36. Οι μεταβολές στη μείωση του κόστους χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

([www.mentalmodeler.com](http://www.mentalmodeler.com))

## 6. Αύξηση του κόστους χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Στο σενάριο της αύξησης του κόστους χρήσης ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, παρατηρείται μείωση της συνολικής αγοράς του, αλλά σαφώς χαμηλότερης σε σχέση με την αύξηση της τιμής αγοράς. Πολύ μικρή μεταβολή (μείωση) παρατηρείται επίσης στους παράγοντες της τιμής αγοράς και της τεχνολογίας [εικόνα 37].



Εικόνα 37. Οι μεταβολές στην αύξηση του κόστους χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων  
([www.mentalmodeler.com](http://www.mentalmodeler.com))



## **Κεφάλαιο 7.** Συμπεράσματα

Η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι ταχύτατα αναπτυσσόμενη και εξελισσόμενη τα τελευταία χρόνια. Οι νέες τεχνολογίες εξυπηρετούν τον οδηγό σε θέματα επιδόσεων, άνεσης, ευκολίας χρήσης, ασφάλειας και ταυτόχρονα εξασφαλίζουν πολύ χαμηλό κόστος χρήσης. Επιπλέον, είναι φιλικά για το περιβάλλον καθώς δεν εκπέμπουν ρύπους κατά την κίνησή τους.

Σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες του εξωτερικού η αγορά τους αυξάνεται με αμείωτους ρυθμούς, κάτι που δεν συμβαίνει τόσο έντονα στη χώρα μας. Οι λόγοι είναι αρκετοί, με κύριο, την οικονομική κρίση.

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι προκειμένου να διερευνηθεί η εξέλιξη της εγχώριας αγοράς του ηλεκτρικού αυτοκινήτου τα επόμενα χρόνια, με τη συμμετοχή δέκα εμπειρογνομώνων του κλάδου της αυτοκίνησης. Με τη μέθοδο Delphi, έγινε μια γενικότερη ποσοτική ανάλυση της αγοράς και δόθηκε μια «πρόβλεψη» για το τι μέλλει γενέσθαι. Με τη μέθοδο των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών, προσδιορίστηκαν οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την αγορά.

Η μέθοδος Delphi έδωσε τα εξής αποτελέσματα. Οι καταναλωτές επιλέγουν ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με βάση τα οικονομικά κριτήρια και το χαμηλότερο κόστος χρήσης που έχουν έναντι των συμβατικών, ενώ 13% περίπου αυτών να επιλέγουν το ηλεκτρικό αυτοκίνητο για περιβαλλοντικούς λόγους. Τα αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι περίπου 28% πιο ακριβά από τα συμβατικά και τα Plug-in υβριδικά 22%. Η πιθανότερη απόσβεση του υψηλότερου κόστους αγοράς εκτιμάται ότι γίνεται σε 4 και 2,5 χρόνια, αντίστοιχα. Το 2028, πιθανόν, θα γίνει η εξισορρόπηση της τιμής των ηλεκτρικών με τα συμβατικά αυτοκίνητα. Για την πλειονότητα των εμπειρογνομώνων, τα κίνητρα που προσφέρει το κράτος για την αγορά ηλεκτρικού, θεωρούνται ικανοποιητικά από τους ειδικούς. Το ποσοστό πωλήσεων που αναμένεται το 2025 θα προσεγγίζει το 12% και το 2030 το 29%, ενώ από την άλλη αν υπήρχαν ακόμα πιο ισχυρά κίνητρα το ποσοστό αυτό θα διαμορφωνόταν σε 20% και 48%, αντίστοιχα.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα που έδωσε η μέθοδος των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών, η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου επηρεάζεται από τους κάτωθι παράγοντες. Πρώτος και κύριος, είναι η τιμή αγοράς που διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο. Έπειτα το κόστος χρήσης, που είναι μικρότερο σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα και αποτελεί ισχυρό κίνητρο για να επιλέξει κάποιος ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Σημαντικός παράγοντας είναι και η περιβαλλοντική ευαισθησία των καταναλωτών. Το κράτος επηρεάζει, επίσης, την αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, με τα κίνητρα που δίνει για την αγορά και τις φορολογικές ελαφρύνσεις που έχουν οι κάτοχοι. Η τεχνολογία των ηλεκτρικών είναι ένας, επίσης, παράγοντας που παίζει ρόλο, διότι έχουν αυξημένη απόδοση, άνεση στην κύλιση, είναι αθόρυβα και δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τέλος, ρόλο διαδραματίζει και το γεγονός ότι είναι μια μόδα της εποχής και προσφέρει μια μορφή κύρους σε αυτούς που το επιλέγουν.

Κλείνοντας, κύριο συμπέρασμα από την παρούσα έρευνα είναι ότι η αγορά του ηλεκτρικού αυτοκινήτου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από οικονομικά κριτήρια. Συνεπώς, αν τα οικονομικά κίνητρα που προσφέρονται ήταν πιο ευνοϊκά θα είχαν μεγάλο αντίκτυπο στην περαιτέρω ανάπτυξη της ηλεκτροκίνησης στην Ελλάδα. Παρόλα αυτά, η αγορά τείνει να μεγαλώνει και με βάση το αισιόδοξο σενάριο των ειδικών που συμμετείχαν, μπορεί, το 2030, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να καταλαμβάνουν πάνω από το 40% στη συνολική μερίδα της αγοράς αυτοκινήτου.

## Βιβλιογραφία

- Ομιλώ. (χ.χ.). *Ομιλώ*. Ανάκτηση από <https://omilo.com/el/το-ηλεκτρικό-αυτοκίνητο-της-σύρου/>
- Özesmi, U., & Özesmi, S. (2004). *Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach*. Elsevier.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας. (χ.χ.). *Κινούμαι Ηλεκτρικά*. Ανάκτηση από <https://kinoumeilektrika.gov.gr/info>
- ΣΕΑΑ. (χ.χ.). *Σύνδεσμος Εισαγωγέων Αντιπροσώπων Αυτοκινήτων*. Ανάκτηση από <https://seaa.gr/>
- Adler, M., & Ziglio, E. (1996). *Gazing into the Oracle: The Delphi Method and its application to Social Policy and Public Health*. Jessica Kingsley Publishers.
- Argonne National Laboratory. (χ.χ.). *Argonne National Laboratory*. Ανάκτηση από <https://www.anl.gov/es/light-duty-electric-drive-vehicles-monthly-sales-updates>
- Avere France. (2021, March 4). *Avere France*. Ανάκτηση από [http://www.aver-france.org/Site/Article/?article\\_id=7972&from\\_espace\\_adherent=0](http://www.aver-france.org/Site/Article/?article_id=7972&from_espace_adherent=0)
- Axelrod, R. (1976). *Structure of Decision. The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton Legacy Library.
- Böhlen, M. (2000). *More Robots in Cages: Exploring Interactions Between Animals and Robots*. New York.
- Basu, S., & Schroeder, R. (1977). Incorporating Judgments in Sales Forecasts: Application of the Delphi Method at American Hoist & Derrick. *Interfaces*.
- Bojadziev, G., & Bojadziev, M. (2007). *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management 2nd Edition*. World Scientific.
- Bolognini, M. (2001). *Democrazia elettronica. Metodo Delphi e politiche pubbliche*. Rome: Carocci Editore.
- Braun, S. (2021, March 22). *Earth911*. Ανάκτηση από <https://earth911.com/eco-tech/pros-cons-electric-vehicles/>
- Briec, E., & Müller, B. (2014). *Electric Vehicle Batteries: Moving from Research towards Innovation*. Springer.
- Bueno, S., & Salmeron, J. (2008). TAM-based success modeling in ERP. *Interacting with Computers*.
- Burton, N. (2013). *A History of Electric Cars*. The Crowood Press Ltd.

- China Association of Automobile Manufacturers. (2021). CAAM. Ανάκτηση από <http://en.caam.org.cn/Index/show/catid/38/id/1717.html>
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). *An Experimental Application of the Delphi Method to use of experts*. Management Science .
- Durant, B. (2014). *Electric Cars: The Ultimate Guide for Understanding the Electric Car and What You Need to Know*.
- e.GO Mobile. (χ.χ.). *e.GO Mobile*. Ανάκτηση από <https://e-go-mobile.com/>
- Enterprice Greece. (2020). *Enterprice Greece*. Ανάκτηση από <https://www.enterprisegreece.gov.gr/nea/συνεντεύξεις/electric-cars-e-go-made-in-greece>
- Fiol, M., & Huff, A. (1992). Maps for managers: Where are we? Where do we go from here? *Journal of Managment Studies*, 267-285.
- Fortisis. (χ.χ.). Ανάκτηση από [www.fortisis.eu](http://www.fortisis.eu)
- Georgopoulos, V., Malandraki, G., & Stylios, C. (2003). A fuzzy cognitive map approach to differential diagnosis of specific language impairment. *Artificial Intelligence in Medicine*.
- Gerdes, L. I. (2014). *Hybrid and Electric Cars*. Greenhaven Publishing.
- Gordon, T., & Helmer-Hirschberg, O. (1964). *Report on a Long-Range Forecasting Study*. RAND Corporation.
- Gray, S., Gray, S., Cox, L., & Henly-Shepard, S. (2013). *Mental Modeler*. Ανάκτηση από [www.mentalmodeler.com](http://www.mentalmodeler.com)
- Green, K., Armstrong, J., & Graefe, A. (2007). Methods to elicit forecasts from groups: Delphi and prediction markets compared. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting* .
- Hage, H., & Harary, F. (1983). *Structural models in antropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hilbert, M., Miles, I., & Othmer, J. (2009). Foresight tools for participative policy-making in inter- governmental processes in developing countries: Lessons learned from the eLAC Policy Priorities Delphi. *Technological Forecasting and Social Change*.
- IEA. (2021). Global EV Outlook 2021.
- IHS Markit. (2021, February 19). *IHS Markit*. Ανάκτηση από [https://news.ihsmarket.com/prviewer/release\\_only/slug/bizwire-2021-2-19-electric-vehicle-share-in-the-us-reaches-record-levels-in-2020-according-to-ihs-markit](https://news.ihsmarket.com/prviewer/release_only/slug/bizwire-2021-2-19-electric-vehicle-share-in-the-us-reaches-record-levels-in-2020-according-to-ihs-markit)

- Janocha, P. I., & Nomikos, S. (2014). *Ανάλυση δομής και λειτουργίας ηλεκτρικού οχήματος*. Αθήνα: Τ.Ε.Ι. Πειραιά.
- Jetter, A. (2005). *Produktplanung im Fuzzy Front End*. Deutscher Universitätsverlag; 2005th edition.
- Juliano, B., & Bandler, W. (1996). *Tracing Chains-of-Thought: Fuzzy Methods in Cognitive Diagnosis*. Physica-Verlag Heidelberg.
- Kandasamy, W., & Smarandache, F. (2003). *Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Maps*.
- Kosko, B. (1986). Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 65-75.
- Kraftfahrt-Bundesamt (KBA). (2021). *Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)*. Ανάκτηση από [https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/Fahrzeugzulassungen/pm02\\_2021\\_n\\_12\\_20\\_pm\\_komplett.html](https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/Fahrzeugzulassungen/pm02_2021_n_12_20_pm_komplett.html)
- Kuusi, O. (1999). *Expertise in the future use of generic technologies: Epistemic and methodological considerations concerning Delphi studies (Acta Universitatis Oeconomicae Helsingiensis)*. Helsinki: Helsinki School of Economics and Business Administration.
- Larminie, J., & Lowry, J. (2012). *Electric Vehicle Technology Explained*. Wiley.
- Leaseplan. (2021). *Mobility Insights Report - EVs and Sustainability Edition*.
- Lilly, C. (2021). *next green car*. Ανάκτηση από <https://www.nextgreencar.com/electric-cars/statistics/>
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (2002). *The Delphi Method: Techniques and Applications*.
- Liu, J., Nissim, D., & Thomas, J. (2002). Equity Valuation Using Multiples. *Journal of Accounting Research*.
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (χ.χ.). *Ministry of Finance of the People's Republic of China*. Ανάκτηση από <http://www.mof.gov.cn/en/>
- MIT. (2020). Energy Futures. 44.
- Niskanen, V. (2006). Application of fuzzy linguistic cognitive maps to prisoner's dilemma. *International journal of innovative computing, information & control: IJICIC* .
- Papageorgiou, E., & Kontogianni, A. (2012). Using Fuzzy Cognitive Mapping in Environmental Decision Making an Management: A Methological Primer and an Application. *International Perspectives on Global Environmental Change*.
- Rowe, & Wright. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting*.

- Salmeron, J. (2009). Augmented fuzzy cognitive maps for modelling LMS critical success factors. *Knowledge-Based Systems*.
- Salmeron, J., & Lopez, C. (2012). *Forecasting Risk Impact on ERP Maintenance with Augmented Fuzzy Cognitive Maps*. Seville: IEEE Transactions on Software Engineering.
- Sayaloune, D. (χ.χ.). *Car and Driver*. Ανάκτηση από <https://www.caranddriver.com/research/a32758614/electric-cars-pros-and-cons/>
- Scott, J. (χ.χ.). *Electric Motor Engineering*. Ανάκτηση από <https://www.electricmotorengineering.com/an-electric-motor-works-car/>
- Stark, A. (2018, May 25). *Spot Light Metal*. Ανάκτηση από <https://www.spotlightmetal.com/analysis-of-electromobility-in-six-countries-where-to-invest-next-a-718387/>
- Stylios, C., & Groumpos, P. (2004). *Modeling Complex Systems Using Fuzzy Cognitive Maps*. IEEE.
- Tarpio, P. (2003). *Disaggregative Policy Delphi: Using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation*. Technological Forecasting and Social Change.
- Terrell, C. (2019). *Predictions in Time Series Using Regression Models*. ED - Tech Press.
- Tolman, E. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 189-208.
- U.S. Department of Energy - Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. (χ.χ.). *Fuel Economy*. Ανάκτηση από <https://fueleconomy.gov/feg/taxevb.shtml>
- Ungar, S. (2005). Cognitive maps. *Encyclopedia of the City*.
- Volkswagen AG. (2020, November 11). *Volkswagen AG*. Ανάκτηση από <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2020/11/astypalea-smart-sustainable-island.html#>
- Volkswagen Greece. (χ.χ.). *Volkswagen Greece*. Ανάκτηση από [https://www.volkswagen.gr/el/Volkswagen\\_News/astypalea-smart--sustainable-island.html](https://www.volkswagen.gr/el/Volkswagen_News/astypalea-smart--sustainable-island.html)
- Wikipedia. (χ.χ.). *Wikipedia*. Ανάκτηση από [https://en.wikipedia.org/wiki/Enfield\\_8000](https://en.wikipedia.org/wiki/Enfield_8000)
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 338-353.
- Αποστολόπουλος, Χ. (2020, Σεπτέμβριος 11). *4Τροχοί*. Ανάκτηση από <https://www.4troxoi.gr/epikairotita/ti-kinitra-dinoyn-oi-chores-tis-eyropaikis-enosis-gia-tin-agera-ilektrokiniton-aytokiniton/>
- ΔΕΗ. (χ.χ.). Ανάκτηση από [www.dei.gr](http://www.dei.gr)

- Μηχανή του Χρόνου. (χ.χ.). *Μηχανή του Χρόνου*. Ανάκτηση από <https://www.mixanitouxronou.gr/to-proto-ilektriko-aytokinito-mazikis-paragogis-kataskeyastike-sti-syro-apo-ton-efoplisti-gianni-goylandri/>
- Μεσσάρης, Γ. (2018). *Ανάλυση επιπτώσεων στο τοπίο από τη μεταλλευτική δραστηριότητα με χρήση Ασαφών Γνωστικών Χαρτών*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μπέσης, Π. -Α. (2016). *Η χρήση των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών στη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.



# Παράρτημα



## Ερωτηματολόγιο της μεθόδου Delphi

### Round 1

- 1) Η αγορά ενός "πράσινου" αυτοκινήτου από τον Έλληνα καταναλωτή, θεωρείτε ότι γίνεται κυρίως με βάση περιβαλλοντικά ή οικονομικά κριτήρια;

Περιβαλλοντικά	
Οικονομικά	

- 2) Ποιο πιστεύετε είναι το ποσοστό των αγοραστών που επιλέγει ένα ηλεκτρικό ή plug-in υβριδικό αυτοκίνητο, με γνώμονα τα περιβαλλοντικά κριτήρια;

Ελάχιστο ποσοστό (%)	Πιθανό ποσοστό (%)	Μέγιστο ποσοστό (%)

- 3) Πόσο υψηλότερη, σε ποσοστιαίες μονάδες, είναι η τιμή απόκτησης ενός ηλεκτρικού και ενός plug-in υβριδικού οχήματος, σε σχέση με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο της ίδιας κατηγορίας ή και της ίδιας εταιρείας;

	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Ηλεκτρικό (BEV)			
Υβριδικό (PHEV)			

- 4) Τα επιπλέον χρήματα που απαιτούνται για την αγορά ηλεκτρικού και plug-in υβριδικού αυτοκινήτου σε σχέση με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο, σε πόσα χρόνια μπορούν να αποσβεστούν για ένα όχημα που διανύει κατά μέσο όρο 15.000 χιλιόμετρα το χρόνο; Να ληφθούν υπόψη παράμετροι όπως η ακριβότερη τιμή του καυσίμου σε σχέση με το ρεύμα, οι φορολογικές επιβαρύνσεις και η ακριβότερη συντήρηση του αυτοκινήτου που φέρει κινητήρα βενζίνης.

	Ελάχιστη τιμή (έτη)	Πιθανότερη τιμή (έτη)	Μέγιστη τιμή (έτη)
Ηλεκτρικό (BEV)			
Υβριδικό (PHEV)			

- 5) Πιστεύετε ότι τα κίνητρα που δίνει το κράτος για την αγορά οικολογικού αυτοκινήτου μέσω του προγράμματος «Κινούμαι Ηλεκτρικά», είναι ικανοποιητικά για τον υποψήφιο αγοραστή;

Ναι	
Όχι	

- 6) Μια χαμηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού και plug-in υβριδικού αυτοκινήτου είναι πολύ πιθανόν να ανέβαζε το ποσοστό των πωλήσεων τους. Κατά την άποψή σας, ποια θα έπρεπε να είναι η διαφορά, σε ποσοστιαίες μονάδες, στην τιμή απόκτησης ενός ηλεκτρικού και ενός plug-in υβριδικού οχήματος, σε σχέση με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο της ίδιας κατηγορίας ή και της ίδιας εταιρείας, ώστε να καθίσταται ως μια ελκυστική εναλλακτική επιλογή;

	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Ηλεκτρικό (BEV)			
Υβριδικό (PHEV)			

- 7) Το ποσοστό των ηλεκτρικών και plug-in υβριδικών στις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων του 2020, ήταν 2,64%. Σύμφωνα με τις δικές σας εκτιμήσεις, ποιο πιστεύετε θα είναι το αντίστοιχο ποσοστό τα έτη 2025 και 2030, χωρίς να αλλάξουν τα κίνητρα που δίνει το πρόγραμμα «Κινούμαι Ηλεκτρικά»;

	Ελάχιστο ποσοστό πωλήσεων (%)	Πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων (%)	Μέγιστο ποσοστό πωλήσεων (%)
2025			
2030			

- 8) Αν το κράτος παρείχε πιο ελκυστικά κίνητρα, πώς θα διαμορφωνόταν το ποσοστό αυτό, κατά την άποψή σας, για τα αντίστοιχα έτη;

	Ελάχιστο ποσοστό πωλήσεων (%)	Πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων (%)	Μέγιστο ποσοστό πωλήσεων (%)
2025			
2030			

**9)** Όλοι σχεδόν οι κατασκευαστές αυτοκινήτου σήμερα, επενδύουν το μεγαλύτερο τους κεφάλαιο στον εξηλεκτισμό της γκάμας των μοντέλων που θα διαθέτουν στην αγορά. Ποια χρονική περίοδο\* πιστεύετε, η τιμή των ηλεκτροκίνητων θα εξισορροπηθεί με την τιμή των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων;

\*Ως χρονική περίοδο θεωρείστε ένα εύρος τριετίας (π.χ. 2021-2023).

**A.** Δεν πρόκειται να εξισορροπηθεί η τιμή ενός ηλεκτρικού και ενός βενζινοκίνητου χωρίς κάποιοι τύπου επιδότηση από το κράτος ή χωρίς αντκίνητρα για τα βενζινοκίνητα οχήματα.

**B.** Θα εξισορροπηθεί η τιμή περίπου τη χρονική περίοδο:



## Ερωτηματολόγιο της μεθόδου Delphi

### Round 2

- 1) Ποιο πιστεύετε είναι το ποσοστό των αγοραστών που επιλέγει ένα ηλεκτρικό ή plug-in υβριδικό αυτοκίνητο, με γνώμονα τα περιβαλλοντικά κριτήρια;

	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Μέσος Όρος	<b>7,2</b>	<b>13</b>	<b>23</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

- 2) Πόσο υψηλότερη, σε ποσοστιαίες μονάδες, είναι η τιμή απόκτησης ενός ηλεκτρικού και ενός plug-in υβριδικού οχήματος, σε σχέση με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο της ίδιας κατηγορίας ή και της ίδιας εταιρείας;

Ηλεκτρικό (BEV)	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Μέσος Όρος	<b>16,6</b>	<b>28</b>	<b>47,6</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

Υβριδικό (PHEV)	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Μέσος Όρος	<b>13,2</b>	<b>20,7</b>	<b>34,8</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

- 3) Τα επιπλέον χρήματα που απαιτούνται για την αγορά ηλεκτρικού και plug-in υβριδικού αυτοκινήτου σε σχέση με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο, σε πόσα χρόνια μπορούν να αποσβεστούν για ένα όχημα που διανύει κατά μέσο όρο 15.000 χιλιόμετρα το χρόνο; Να ληφθούν υπόψη παράμετροι όπως η ακριβότερη τιμή του καυσίμου σε σχέση με το ρεύμα, οι

φορολογικές επιβαρύνσεις και η ακριβότερη συντήρηση του αυτοκινήτου που φέρει κινητήρα βενζίνης.

<b>Ηλεκτρικό (BEV)</b>	Ελάχιστη τιμή (έτη)	Πιθανότερη τιμή (έτη)	Μέγιστη τιμή (έτη)
Μέσος Όρος	<b>2,6</b>	<b>4,2</b>	<b>6</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

<b>Υβριδικό (PHEV)</b>	Ελάχιστη τιμή (έτη)	Πιθανότερη τιμή (έτη)	Μέγιστη τιμή (έτη)
Μέσος Όρος	<b>1,7</b>	<b>3,1</b>	<b>4,8</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

- 4) Μία χαμηλότερη τιμή απόκτησης ηλεκτρικού και plug-in υβριδικού αυτοκινήτου είναι πολύ πιθανόν να ανέβαζε το ποσοστό των πωλήσεων τους. Κατά την άποψή σας, ποια θα έπρεπε να είναι η διαφορά, σε ποσοστιαίες μονάδες, στην τιμή απόκτησης ενός ηλεκτρικού και ενός plug-in υβριδικού οχήματος, σε σχέση με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο της ίδιας κατηγορίας ή και της ίδιας εταιρείας, ώστε να καθίσταται ως μία ελκυστική εναλλακτική επιλογή;

<b>Ηλεκτρικό (BEV)</b>	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Μέσος Όρος	<b>15,3</b>	<b>24,9</b>	<b>36</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

<b>Υβριδικό (PHEV)</b>	Ελάχιστη διαφορά τιμής (%)	Πιθανότερη διαφορά τιμής (%)	Μέγιστη διαφορά τιμής (%)
Μέσος Όρος	<b>14,4</b>	<b>20,4</b>	<b>27,6</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

- 5) Το ποσοστό των ηλεκτρικών και plug-in υβριδικών στις συνολικές πωλήσεις αυτοκινήτων του 2020, ήταν 2,64%. Σύμφωνα με τις δικές σας εκτιμήσεις, ποιο πιστεύετε θα είναι το αντίστοιχο ποσοστό τα έτη 2025 και 2030, χωρίς να αλλάξουν τα κίνητρα που δίνει το πρόγραμμα «Κινούμαι Ηλεκτρικά»;

<b>2025</b>	Ελάχιστο ποσοστό πωλήσεων (%)	Πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων (%)	Μέγιστο ποσοστό πωλήσεων (%)
Μέσος Όρος	<b>7,1</b>	<b>12,4</b>	<b>18,2</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

<b>2030</b>	Ελάχιστο ποσοστό πωλήσεων (%)	Πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων (%)	Μέγιστο ποσοστό πωλήσεων (%)
Μέσος Όρος	<b>18,8</b>	<b>29,7</b>	<b>42</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

- 6) Αν το κράτος παρέιχε πιο ελκυστικά κίνητρα, πώς θα διαμορφωνόταν το ποσοστό αυτό, κατά την άποψή σας, για τα αντίστοιχα έτη;

<b>2025</b>	Ελάχιστο ποσοστό πωλήσεων (%)	Πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων (%)	Μέγιστο ποσοστό πωλήσεων (%)
Μέσος Όρος	<b>13,5</b>	<b>20,1</b>	<b>29,6</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			

<b>2030</b>	Ελάχιστο ποσοστό πωλήσεων (%)	Πιθανότερο ποσοστό πωλήσεων (%)	Μέγιστο ποσοστό πωλήσεων (%)
Μέσος Όρος	<b>32,2</b>	<b>47,5</b>	<b>63,5</b>
Αρχική εκτίμηση			
Διαφορά από ΜΟ			
Νέα εκτίμηση			