



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»**

Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Αναστασίου Θ. Πανίδα

Επιβλέπων

Παντελής Κάπρος, Καθηγητής,

Τμήμα Ενεργειακής Οικονομίας και Επιχειρησιακής Έρευνας,
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, ΕΜΠ

Η σελίδα αυτή μένει κενή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΥΝΟΨΗ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
SUMMARY	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:	9
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:	13
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΛΕΥΚΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	13
3.1. Το ηλεκτρικό όχημα στην Ελλάδα – Υπάρχουσα κατάσταση – Προοπτικές έως 2030	13
3.2. Η πορεία των Λευκών Ηλεκτρικών Οικιακών Συσκευών (2011 - 2020)	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:	21
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	21
4.1. Γενικά	21
4.2. Μοντέλο διακριτής επιλογής	22
4.3. Δεδομένα για τη μοντελοποίηση ηλεκτρικών οχημάτων	24
4.4. Μοντέλο Οικιακού τομέα	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:	35
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ GAMS ΓΙΑ ΔΙΕΙΞΔΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:	39
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39
<i>Συμπεράσματα</i>	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	46
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	47
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	48

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Οικονομική Μοντελοποίηση Συμπεριφορών για την Εξοικονόμηση Ενέργειας

ΦΟΙΤΗΤΗΣ:

Αναστάσιος Πανίδης

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Παντελής Κάπρος, Καθηγητής, Τμήμα Ενεργειακής Οικονομίας και Επιχειρησιακής Έρευνας, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, ΕΜΠ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ:

2019-20

ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζονται οι οικονομικές έννοιες που διέπουν τις συμπεριφορές του καταναλωτή-τελικού χρήστη, στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την ενεργειακή απόδοση, με εξέταση της υπάρχουσας σχετικής διεθνούς βιβλιογραφίας, αλλά και της δημιουργίας μοντέλου για την ανάλυση των συμπεριφορών του καταναλωτή σε σχέση με τη διείσδυση τόσο του ηλεκτρικού οχήματος όσο και την εξέλιξη του τομέα των λευκών ηλεκτρικών συσκευών στην Ελληνική αγορά. Συγκεκριμένα, αναλύεται η υπάρχουσα κατάσταση της αγοράς ηλεκτρικού αυτοκινήτου αλλά και των λευκών ηλεκτρικών συσκευών, τα σημερινά εμπόδια και οι αδυναμίες των αγορών αυτών καθώς και οι προοπτικές έως το 2030. Τέλος, εκτιμάται ο βαθμός στον οποίο οι συνθήκες αυτές παρέχουν κίνητρο για πολιτική παρέμβαση στις αγορές των προϊόντων αυτών που καταναλώνουν ενέργεια, και απαιτείται εξοικονόμηση, με εξέταση βασικών τεχνικών χαρακτηριστικών στοιχείων τους αλλά και με το κόστος αγοράς τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματεύεται τις έννοιες που περιγράφουν τα οικονομικά μοντέλα συμπεριφορών, στο πλαίσιο της κατανάλωσης και της εξοικονόμησης ενέργειας. Τα οικονομικά μοντέλα συμπεριφορών αποτελούν κλάδο που αναπτύσσεται, καθώς ενσωματώνουν την ανθρώπινη κρίση αλλά και τη λήψη αποφάσεων, υπό αβεβαιότητα. Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια, η κατανάλωση ενέργειας και η εξοικονόμησης ενέργειας αποτελούν θέμα συζήτησης και εφαρμογής Πολιτικών για την επίτευξη στόχων μείωσης της κατανάλωσης και μείωσης των εκπομπών ρύπων, όπου η συμπεριφορά των τελικών χρηστών αποτελεί σημαντικό παράγοντα. Σκοπό της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η ανασκόπηση των εννοιών που σχετίζονται με τα θέματα που προφέρθηκαν, καθώς και η ανάπτυξη υπολογιστικών μοντέλων για την πρόβλεψη αγορών στο πλαίσιο της ελληνικής κοινωνίας. Η μοντελοποίηση βασίζεται στην θεωρία των «logit μοντέλων» για την πρόβλεψη των αγορών, μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την μοντελοποίηση προβλημάτων διακριτής επιλογής. Η πρώτη εφαρμογή μοντελοποίησης προς υλοποίηση είναι η πρόβλεψη των μεριδίων της αγοράς αυτοκινήτου, με ιδιαίτερη έμφαση στον κλάδο των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο αποτελεί κλάδο που αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια, σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς έχει την δυνατότητα να αποτελέσει ανταγωνιστική τεχνολογία απέναντι στους κλάδους των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, βενζίνη), που κυριαρχούν αυτήν τη στιγμή στην αγορά. Τα μεγάλα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τεχνολογία αυτή είναι η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και η δυνατότητα να περιορίσει σε σημαντικό βαθμό τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (greenhouse gases). Τα πλεονεκτήματα αυτά έχουν οδηγήσει διάφορες χώρες στην εφαρμογή κινήτρων, κυρίως οικονομικών, στην προσπάθεια τους να προωθήσουν τη χρήση της ηλεκτροκίνησης των οχημάτων. Τα σημαντικότερα εμπόδια (barriers) της τεχνολογίας αυτής είναι η υψηλή τιμή που έχει σήμερα, η ανάγκη υποδομών που μπορούν να εξυπηρετήσουν την τεχνολογία και η επιφυλακτικότητα των αγοραστών απέναντι σε μια τεχνολογία που δεν γνωρίζουν και δεν είναι εξοικειωμένοι. Η άλλη εφαρμογή μοντελοποίησης αφορά τον οικιακό τομέα, του οποίου η κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται σε 40% της συνολικής τελικής κατανάλωσης στην ΕΕ και όπου η εξοικονόμηση ενέργειας είναι καταλυτικής σημασίας. Από τον οικιακό τομέα, το ενδιαφέρον της μελέτης αφορά τις λευκές ηλεκτρικές οικιακές συσκευές (ψυγεία, κουζίνες, πλυντήρια ρούχων/σκευών, θερμοσιφώνων, οικιακών κλιματιστικών συσκευών) όπου αναλύεται η προώθηση επιλογών για τις οικιακές συσκευές χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Η εργασία χωρίζεται σε έξι κεφάλαια, όπου το κεφάλαιο 1 εισάγει στις έννοιες της εξοικονόμησης ενέργειας, της ευρωπαϊκής και ελληνικής πολιτικής για την επίτευξη των στόχων ΕΞΕ που έχουν τεθεί, αλλά και στην ανάγκη για ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών στα θέματα αυτά. Το Κεφάλαιο 2 έχει μια διεθνή βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω σε θέματα ενεργειακής συμπεριφοράς αλλά και των μεθοδολογικών κατηγοριών δημιουργίας μοντέλων οικονομίας. Το κεφάλαιο 3 αναλύει την υπάρχουσα κατάσταση αγοράς ηλεκτρικού οχήματος και των λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών στην Ελλάδα. Το κεφάλαιο 4 αναπτύσσει τη θεωρητική βάση του οικονομικού μοντέλου συμπεριφοράς για την ΕΞΕ. Το κεφάλαιο 5 παρουσιάζει το μοντέλο GAMS για τη διείσδυση του ηλεκτρικού οχήματος στην Ελλάδα. Τέλος, το κεφάλαιο 6 δίνει τα αποτελέσματα από την εκτέλεση του προγράμματος και τα τελικά συμπεράσματα.

POST-GRADUATE THESIS: **Economic Modelling of Behaviors for Energy Efficiency**
STUDENT: **Anastasios Panidis**
SUPERVISOR: **Pantelis Capros, Professor, School of Electrical and Computer Engineering, NTUA**
ACADEMIC YEAR: **2019-20**

ABSTRACT

This work, presents the economic concepts that govern the behaviours of the consumers - end-users, in making decisions about energy efficiency, by examining the existing relevant literature and the development of a model for the analysis of consumer behaviours in relation to the penetration of the electric vehicle and the evolution of the sector of major household appliances (white goods) in the Greek market. Specifically, it analyses the current situation of the electric vehicle and the white goods markets, the current obstacles and weakness of market prices, and analyses their prospects until 2030. Finally, the study assesses the extent to which these conditions provide an incentive for political intervention in the product markets consuming energy, and energy efficiency is required, by examining the technical characteristics of data and the existing market cost.

SUMMARY

This dissertation deals with the concepts described by economic models of behaviour, in the context of energy consumption and savings. The economic models of behaviour are developing areas, as they integrate human judgment and decision-making, under uncertainty. Meanwhile, in recent years, energy consumption and energy-saving constitute a topic of strong discussion, requiring policy implementation for achieving the reduction of energy consumption objectives, where end-user behaviour is an important factor. The purpose of this thesis is to review the concepts related to these issues as well as the development of computational models of Greek society. Modelling is based on the theory of "logit models" for market forecasting, models that have been used extensively to model discrete choice problems. The first modelling application to be implemented is the prediction of car market shares, with particular emphasis on electric cars. The electric car is a globally rapidly growing industry in recent years, as it has the potential to be a competitive technology against the conventional fuel (oil, gasoline) industries, which currently dominate the car market. The great advantages of this technology are the lower energy consumption and the ability to significantly reduce greenhouse gas emissions. These advantages have led various countries to apply incentives in their efforts to promote the use of electric vehicles. The major barriers of this technology are its today high market value, the need for infrastructure that can serve the technology, and the reluctance of buyers against a technology that they don't know and are not familiar with it. The other modelling application concerns the household sector, where energy consumption accounts for 40% of total final consumption in the EU and where energy savings are of major importance. From the household sector, the interest of the study concerns the white electric household appliances (refrigerators, kitchens, washing machines/utensils, water heaters, household air conditioners) where the promotion of options for low energy household appliances was analysed. The work is divided into six main chapters, where Chapter 1 introduces the concepts of energy saving, the European and the Greek policy to achieve the EE objectives, but also the need to analyse user behaviour in these areas; Chapter 2 has a bibliographic international review on issues regarding energy behaviour and methodological categories of creating economic models. Chapter 3 analyses the current market situation of electric vehicle and white electrical household appliances in Greece; Chapter 4 develops the theoretical basis for the economic model of behaviour for EE; Chapter 5 presents the GAMS model for the penetration of the electric vehicle in Greece and Chapter 6 gives the numerical results and the conclusions

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

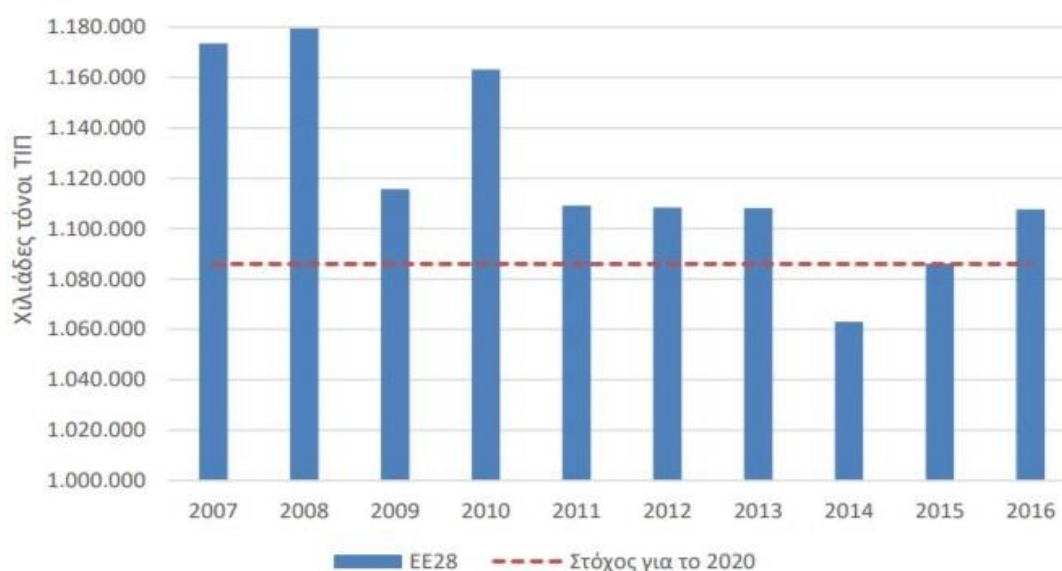
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ενεργειακή Αποδοτικότητα και η Εξοικονόμηση θεωρούνται **βασικά εργαλεία για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου** και την επίτευξη των Ευρωπαϊκών στόχων της Ενεργειακής Πολιτικής και σχετίζονται με τη συμπεριφορά της αγοράς και τις πολιτικές απαντήσεις, θέματα που έχουν προκαλέσει συζητήσεις στην οικονομική βιβλιογραφία.

Η θέσπιση, το 2008, αλλά και η υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής «20-20-20» [1] από τα Κράτη-Μέλη (Κ-Μ) της ΕΕ, απέφερε τόσο τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, όσο την αύξηση της χρήσης ΑΠΕ όσο και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, σε σχέση με το 2008. Οι εθνικές υποχρεώσεις του κάθε Κ-Μ, για την περίοδο 2014-2020, καθορίστηκαν μέσα από το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση και το Εθνικό Πρόγραμμα Ενεργειακής Απόδοσης.

Βέβαια, στο τέλος του 2020, σύμφωνα με εκτιμήσεις της Επιτροπής, αναμένεται απόκλιση περίπου 2% από την επίτευξη των στόχων [2] που είχαν τεθεί, που σημαίνει ότι, στο μέλλον, απαιτείται μεγαλύτερη και καλύτερη εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου από τα Κράτη-Μέλη.

Το Διάγραμμα 1.1 παρουσιάζει την τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ – 28, σε σχέση με τον στόχο για την ενεργειακή αποδοτικότητα, με δεδομένα από την Eurostat.



Διάγραμμα 1.1: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στην ΕΕ – 28 Πηγή: Eurostat

Το Διάγραμμα 1.2 δείχνει τη σχέση του ΑΕΠ με την τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ-28, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat.



Διάγραμμα 1. 2: ΑΕΠ ΕΕ-28 vs Τελική Κατανάλωση Ενέργειας Πηγή: Eurostat

Σήμερα, η εθνική πολιτική για την Εξοικονόμηση Ενέργειας και την αποδοτική χρήση της Ενέργειας βασίζεται στην αντίστοιχη Ευρωπαϊκή Πολιτική, κύρια στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2012/27/ΕΕ [3] για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα και στις σχετικές τροποποιήσεις της [4].

Καθώς τα κτίρια αντιπροσωπεύουν το 40% της κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ και περισσότερο από το 35% των εκπομπών CO₂, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τους έχει καταστεί βασικός στόχος Ενεργειακής Πολιτικής, με την επίτευξη μακροπρόθεσμων στόχων για το Κλίμα και τις εκπομπές αερίων ρύπων.

Η Κοινοτική Οδηγία για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, γνωστή ως EBRD, που ψηφίστηκε το 2010 έχει πλέον αναθεωρηθεί, (2018), απαιτώντας από τα Κράτη Μέλη την ανάπτυξη μακροπρόθεσμων στρατηγικών που θα υποστηρίξουν, αρχικά την ανακαίνιση δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων, σε σχεδόν μηδενικά ενεργειακά κτίρια (nZEB) το 2050, με ορόσημα το 2030 και το 2040.

Πιο αναλυτικά, η Ευρωπαϊκή Οδηγία θέτει υποχρεώσεις για την υλοποίηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης που καλύπτουν ολόκληρη το φάσμα της Ενέργειας, από την παραγωγή μέχρι την τελική χρήση της, με αναφορά στην προώθηση των ενεργειακών ελέγχων, των παρόχων ενεργειακών υπηρεσιών, των διαχειριστών ενέργειας, την ενεργειακή απόδοση στις δημόσιες αγορές, το ρόλο που θα πρέπει να διαδραματίζει ο δημόσιος τομέας, την πληροφόρηση των καταναλωτών, την απόδοση στη θέρμανση και ψύξη και την προώθηση της Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας, ΣΗΘΥΑ.

Επιπλέον, ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός για τη «Διακυβέρνηση της Ένωσης για την Ενέργεια και το Κλίμα, για το 2030» [5], καθορίζει τον σημαντικό ρόλο για την ενεργειακή αποδοτικότητα με την επίτευξη των Ευρωπαϊκών στόχων για την Ενέργεια και το Κλίμα, για την περίοδο 2021-2030, αφού τίθεται υποχρέωση για εφαρμογή της αρχής της ενεργειακής αποδοτικότητας, κατά προτεραιότητα.

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία για την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί το πλαίσιο μέσα από το οποίο καθορίστηκαν οι εθνικοί ενδεικτικοί και υποχρεωτικοί στόχοι για την ενεργειακή αποδοτικότητα, για το 2020 και το 2030, τονίζοντας τη σημασία σύνδεσης της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής με την οικονομική ανάπτυξη της.

Στο πλαίσιο αυτό δομήθηκε και η ενεργειακή στρατηγική για το 2030, που βασίζεται στην εμπειρία από την εφαρμογή της στρατηγικής «20-20-20», θεσμοθετώντας, όμως, ακόμα πιο φιλόδοξους στόχους, για το έτος 2030, που είναι οι ακόλουθοι:

- Περιορισμός των αερίων του θερμοκηπίου κατά 40%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990,
- Τουλάχιστον το 32% της ενέργειας που καταναλώνεται να προέρχεται από ΑΠΕ,
- Εξοικονόμηση Ενέργειας 32,5%, σε σχέση με το σενάριο «μη εφαρμογής μέτρων»,
- Διασύνδεση των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ τουλάχιστον 15%.

Οι εθνικοί στόχοι για την εξοικονόμηση ενέργειας για το 2030, καθώς επίσης τα μέτρα και τις πολιτικές που θα λάβει το κάθε Κράτος Μέλος για να τους επιτύχει, έχουν καθοριστεί μέσα από ένα «Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα για το 2030», που υποβάλλει το κάθε Κράτος-Μέλος και αποδέχεται η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αφορούν φόρους κατανάλωσης σε καύσιμα κίνησης, τη φορολόγηση ΗΕ (τέλος ΑΠΕ-ΕΤΜΕΑΡ), τον πιθανό καθορισμό νέων τελών κυκλοφορίας οχημάτων για τις νέες εγγραφές με βάση του εκπεμπόμενους ρύπους, τα οικονομικά κίνητρα για μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης σε κατοικίες, ΜΜ Επιχειρήσεις και τη βιομηχανία καθώς και στην επιβολή υποχρέωσης εξοικονόμησης ενέργειας σε μεγάλους διανομείς ενέργειας, τις δράσεις για πληροφόρησης του κοινού και την καλύτερη πληροφόρηση των καταναλωτών και των επιχειρήσεων, στα μέτρα ΕξΕ για τα κτίρια του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, την αντικατάσταση λαμπτήρων οδικού φωτισμού με ενεργειακά αποδοτικότερους, τύπου LED, την εθελοντική δέσμευση επιχειρήσεων για λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, κα.

Η Ελλάδα υπέβαλλε το αναθεωρημένο Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα – ΕΣΕΚ, στις αρχές του 2020, στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή [6] και όλες οι πολιτικές της σε θέματα Ενέργειας και Περιβάλλοντος είναι βασισμένες στην επίτευξη των στόχων που θέτει το ΕΣΕΚ.

Είναι κατανοητό ότι η επίτευξη όλων των Ευρωπαϊκών και Εθνικών στόχων απαιτεί έναν συνδυασμό νέων και καθιερωμένων τεχνολογιών, καινοτόμων μηχανισμών της αγοράς με σύγχρονα χρηματοοικονομικά μέσα, μακροπρόθεσμες σταθερές πολιτικές και στρατηγικές, καθώς και σημαντικές προσπάθειες για την αλλαγή συμπεριφοράς του τελικού καταναλωτή και χρήστη της Ενέργειας. Τα ζητήματα συμπεριφοράς πρέπει να ληφθούν υπόψη σε όλες τις πτυχές της ενεργειακής αυτής μετάβασης, με βελτίωση της ευαισθητοποίησης για τα οφέλη της ενεργειακής απόδοσης, με επιβεβαίωση ότι οι τεχνολογίες ΕξΕ είναι εύχρηστες και αποδοτικές, ώστε οι οικονομικές αποφάσεις να λαμβάνονται από ένα καλά ενημερωμένο τελικό χρήστη.

Τελικά, ο στόχος είναι να εξεταστεί και να αναλυθεί η αντίδραση των τελικών χρηστών στο πώς προγραμματίζουν σε μακροπρόθεσμη βάση και πώς πραγματοποιούν (παίρνουν) αποφάσεις για επενδύσεις σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Αρχικό θέμα της εργασίας αυτής αποτελεί η αποσαφήνιση της εννοιολογικής διαφοράς μεταξύ «ενεργειακής απόδοσης - energy efficiency» και «εξοικονόμησης ενέργειας - energy conservation», σε σχέση με την ενεργειακή συμπεριφορά, αφού είναι έννοιες που, συχνά, επικαλύπτονται. Πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι ενώ η ενεργειακή απόδοση αναφέρεται στην υιοθέτηση συγκεκριμένων τεχνολογιών, που, σαφώς, μειώνουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας, αλλάζοντας τις σχετικές συμπεριφορές και επιτυγχάνοντας το μέγιστο διαθέσιμες υπηρεσίες (θέρμανση, φωτισμός, ψύξη, κα), η εξοικονόμηση ενέργειας είναι απλώς μια αλλαγή στη συμπεριφορά των χρηστών. [7]

Η εργασία αυτή θεωρεί ότι ο όρος «ενεργειακή απόδοση - energy efficiency» περιλαμβάνει και ένα πλαίσιο ενεργειακής συμπεριφοράς.

Η ενεργειακή απόδοση προσδιορίζεται, λοιπόν, από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ως: *«επιτυγχάνοντας τις ίδιες υπηρεσίες και απόδοση κατά τη χρήση μιας τεχνολογίας με λιγότερη κατανάλωση ενέργειας»* και αναγνωρίζεται ως μια βασική ενεργειακή στρατηγική αλλά και ως μια βασική πολιτική μείωσης της Κλιματικής Αλλαγής. [8]

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ενεργειακή απόδοση βελτιώθηκε τα τελευταία χρόνια, με σημαντικές επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες και υλικά, που είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση κατά 15% της τελικής ενέργειας και τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 14%, το 2005 [9]. Αυτό είχε ως επιπλέον οφέλη τη μείωση των επενδύσεων στις ενεργειακές υποδομές, τη μικρότερη εξάρτηση της παγκόσμιας κοινωνίας από τα ορυκτά καύσιμα με ταυτόχρονη διεύθυνση των ΑΠΕ, την αυξημένη ανταγωνιστικότητα, αλλά και τη βελτίωση της ευημερίας των τελικών χρηστών (καταναλωτών).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει επενδύσει τα τελευταία τριάντα έτη στην έρευνα και στην υποστήριξη υλοποίησης έργων, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, ιδιαίτερα σε τομείς όπως τα κτίρια, οι ηλεκτρικές συσκευές, ο φωτισμός, οι μεταφορές, η βιομηχανία και οι εταιρείες παροχής ενέργειας. Όμως, η ΕΕ θεωρεί ότι παρόλο που η ενεργειακή απόδοση έχει βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια στην Ένωση, είναι, ακόμη, τεχνικά και οικονομικά εφικτό η ενεργειακή απόδοση να προχωρήσει περαιτέρω, χρησιμοποιώντας διαφορετικές στρατηγικές, σε όλους τους τομείς δραστηριότητας. [10]

Ερευνητές θεωρούν ότι η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να δημιουργηθεί είτε με την αγορά ή την υιοθέτηση (χρήση) νέων τεχνολογιών, είτε με τις ενεργειακές συμπεριφορές των χρηστών, είτε και με διάφορες αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών. [11]

Οι ενεργειακές συμπεριφορές είναι αυτές που οδηγούν στην κατανάλωση ενέργειας τελικής χρήσης. Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών σχετίζεται κύρια με επενδυτικές συμπεριφορές, ενώ η τακτική χρήση τεχνολογιών σχετίζεται με συνήθειες συμπεριφορές, που είναι αυτόματες και επαναλήψιμες συμπεριφορές, μέσω των οποίων οι χρήστες επαναλαμβάνονται, με αυτόματες κινήσεις, χωρίς να σταθμίζουν, συνειδητά, τα υπέρ και

τα μειονεκτήματα αυτών. Αν και οι συνήθειες αυτές συμπεριφορές είναι λειτουργικές, μπορεί να μην αποδώσουν βέλτιστα ενεργειακά αποτελέσματα, αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση.

Ένα σοβαρό θέμα που αφορά την ενεργειακή απόδοση είναι η έλλειψη για το δυναμικό που αφορά την ενεργειακή συμπεριφορά, παρότι αναφέρεται ως σημαντικός παράγοντας ισάξιος των τεχνολογικών λύσεων; αυτό οφείλεται στην έλλειψη εκτίμησης παραγόντων συμπεριφοράς, ως προαγωγών της ενεργειακής απόδοσης, ενώ είναι πιθανόν η μόχλευση των Πολιτικών, πάνω από σε αυτά τα θέματα, να μην είναι απόλυτα κατανοητή. [12]

Οι στρατηγικές και οι στόχοι Ενεργειακής Πολιτικής πρέπει, λοιπόν, να συμβαδίζουν με τα κίνητρα των μεμονωμένων χρηστών και οι πολιτικές αυτές πρέπει να ενσωματωθούν εύκολα στις καθημερινές συμπεριφορές των χρηστών για να είναι αποτελεσματικές. Αυτή η καθημερινή συμπεριφορά είναι μια μεγάλη πρόκληση, που απαιτεί κατάρτιση και ευαισθητοποίηση, ως μέτρα ανατροφοδότησης και κίνητρα, ώστε να προκαλέσουν μακροπρόθεσμες αλλαγές [13]

Η ενεργειακή συμπεριφορά λειτουργεί με στόχο την εφαρμογή της στις πολιτικές ενεργειακής απόδοσης, ώστε οι νέες παρεμβάσεις πολιτικής να έχουν υψηλό αντίκτυπο στη ενεργειακή συμπεριφορά των τελικών χρηστών.

Αναφορικά με τον οικιακό τομέα, αυτός είναι ένας σημαντικός τομέας που συμβάλλει στους διεθνώς καθορισμένους στόχους για την Κλιματική Αλλαγή και η αυξημένη υιοθέτηση πολιτικών για την Ενεργειακή Απόδοση από τα νοικοκυριά απαιτείται για τον μετριασμό από τις επιπτώσεις ενός παγκόσμιου αυξανόμενου πληθυσμού και της αυξανόμενης ενεργειακής ζήτησης. [14]

Για τον οικιακό τομέα δεν είναι απόλυτα σαφές ποιες τεχνολογίες πρέπει να υιοθετηθούν από τα νοικοκυριά, γιατί πολλοί άνθρωποι δεν υιοθετούν τις πιο αποτελεσματικές τεχνολογίες και τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να ενθαρρύνουν την υιοθέτηση πολιτικών και τεχνολογιών οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής. Ο λόγος είναι ότι υπάρχουν πολλοί τύποι εμποδίων, διαρθρωτικοί, οικονομικοί, κοινωνικοί ή συμπεριφορικοί, που εμποδίζουν τα νοικοκυριά να υιοθετήσουν τις νέες τεχνολογίες. Έτσι, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν τέτοιες πολιτικές, ώστε ο οικιακός τομέας για να γίνει πιο ενεργειακά αποδοτικός, μειώνοντας αυτά τα εμπόδια. [15]

Βασικό μέτρο πολιτικής αποτελεί η μοντελοποίηση και η προσομοίωση ώστε να αποκτηθεί εμπειρία ποιες πολιτικές αναμένεται να επηρεάσουν θετικά την ενεργειακή απόδοση των νοικοκυριών και υπό ποιες προϋποθέσεις, ώστε οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να αποφασίσουν για τις πιθανές παρεμβάσεις.

Η βιβλιογραφία αναφέρει τέσσερις κύριες μεθοδολογικές κατηγορίες δημιουργίας μοντέλων οικονομίας από κάτω προς τα πάνω: **μοντέλα προσομοίωσης**, **μοντέλα βελτιστοποίησης**, **λογιστικά μοντέλα** και **υβριδικά μοντέλα**. Από αυτά τα τέσσερα, υπάρχουν δύο δημοφιλείς μελέτες μοντελοποίησης που παρέχουν μια περιγραφική παρουσίαση της οικιακής χρήσης ενέργειας: τα **μοντέλα προσομοίωσης** και αυτά που χρησιμοποιούν **λογιστικά μοντέλα**. [16]

Τα μοντέλα προσομοίωσης είναι μοντέλα που βασίζονται σε παράγοντες (Agent-based models-ABMs), που δίνουν μια ποσοτική απεικόνιση της τεχνολογίας, στο πλαίσιο εξωγενών σεναρίων και αντιμετωπίζουν ρητά την ετερογενή φύση των νοικοκυριών, τις διαφορετικές προτιμήσεις και επιλογές που κάνουν τα νοικοκυριά και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η πολιτική ενεργειακής απόδοσης σε ένα ετερογενές σύνολο νοικοκυριών, διερευνώντας την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών από νοικοκυριά με μοντέλα λήψης αποφάσεων σε ατομικό επίπεδο. [17]

Τα λογιστικά μοντέλα βασίζονται σε εξισώσεις και επικεντρώνεται κυρίως στην κατανόηση εμπειρικών δεδομένων υιοθέτησης τεχνολογίας και συνθέτουν, όσο το δυνατόν, ακριβέστερη αναπαράσταση των τεχνολογιών, που υιοθετήθηκαν υπό την επήρεια διαφόρων παρεμβάσεων πολιτικής. Αυτά τα λογιστικά μοντέλα είναι χρήσιμα για να εξηγήσουν τα αποτελέσματα των πολιτικών, για την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών, αλλά είναι περιορισμένα στις επιλογές των νοικοκυριών και στην ετερογένειά τους. Τα λογιστικά μοντέλα μπορούν να περιγράψουν πτυχές, σε συγκεντρωτικό επίπεδο, για διαφορετικούς τύπους νοικοκυριών, όμως αυτό θα αυξήσει δραματικά τις απαιτήσεις δεδομένων και θα δημιουργήσει πολυπλοκότητα, ως προς τον υπολογισμό των αλληλεπιδράσεων, σε ατομικό επίπεδο. [18]

Ο άλλος μεγάλος πυλώνας για την εφαρμογή πολιτικών Ενεργειακής Απόδοσης – εκτός από τον κτιριακό τομέα – είναι ο τομέα των Μεταφορών. Αυτό που τεχνολογικά προκρίνεται σήμερα είναι ο εξηλεκτρισμός των μεταφορών, μέσω της μαζικής υιοθέτησης και διείσδυσης οχημάτων plug-in (PIV, π.χ. ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας, BEV και υβριδικά plug-in ηλεκτρικά οχήματα, PHEV). [19] Υπάρχουν, όμως, ανησυχίες ότι ο ρυθμός και η έκταση, που συνεπάγεται από τις μελέτες μοντελοποίησης, είναι προβληματικός και ότι η αξιολόγηση των παραγόντων των καταναλωτών αλλά και της αγοράς, έχουν επίπτωση στο μετριασμό των κλιματικών αλλαγών και έχουν σχετικά παραμεληθεί. [20]

Η εστίαση της πολιτικής πολλών Κρατών-Μελών της ΕΕ στην τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων με την υποστήριξη φορολογικών κινήτρων αντικατοπτρίζεται σε πολλά παγκόσμια μοντέλα με θέμα τον εξηλεκτρισμό των μεταφορών, που προβάλλουν, μεταξύ 40% έως και 90%, τη διείσδυση PIV στην αγορά μεταξύ 2030 και 2050. Σε πολλά από αυτά τα μοντέλα, οι μελέτες εξετάζουν την αγορά αυτοκινήτων συνολικά και βασίζονται στη βελτιστοποίηση κόστους ή στην προσομοίωση της δυναμικής της αγοράς, με βάση τεχνολογικά και οικονομικά εμπόδια και δυνατότητες απορρόφησης. [21]

Αγνοούν, όμως, σε μεγάλο βαθμό την ετερογενή και κατακερματισμένη φύση της αγοράς αυτοκινήτων, όσον αφορά την προσφορά (επιλογή οχημάτων) και ζήτηση (ιδιωτικός / στόλος, τμήματα καταναλωτών), που πρέπει να ενσωματωθεί, ώστε τα μοντέλα να γίνουν περισσότερο χρήσιμα.

Η ψυχολογία, η συμπεριφορική οικονομία και η κοινωνιολογία αποκαλύπτουν μια συνεκτική άποψη για τη σημασία της μη-οικονομικά ορθολογικής πτυχής της ανθρώπινης συμπεριφοράς, που υποδηλώνει ότι υπάρχουν δυνητικά πολλοί περισσότεροι καθοριστικοί παράγοντες που πρέπει να συμπεριληφθούν στα μοντέλα αυτά. [22]

Στο πλαίσιο της συμπεριφοράς για την επιλογή «οχημάτων χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα», ορισμένοι ερευνητές επικεντρώθηκαν πρόσφατα στα ετερογενή στοιχεία του καταναλωτή, που αφορούν στη συμπεριφορά αλλά και στα δημογραφικά του στοιχεία. [23]

Οι έρευνες καταναλωτών και αγοράς έχουν δείξει ότι οι απαιτήσεις επαναφόρτισης, εκ των προτέρων σημαίνει υψηλότερο κόστος αγοράς, η έλλειψη γνώσης / ευαισθητοποίησης και η περιορισμένη επιλογή οχημάτων είναι τα βασικά εμπόδια για την αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, ενώ άλλες μελέτες έχει δείξει ότι τα EV είναι πιο ελκυστικά σε ορισμένα τμήματα του πληθυσμού από άλλα. Επίσης, δείχνουν ότι οι γενικές στάσεις των καταναλωτών απέναντι στο PHEV είναι πολύ θετικές, αλλά οι περισσότεροι έχουν έντονες επιφυλάξεις για το BEV. Επίσης, οι δημογραφικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τις αποφάσεις αγοράς του PIV και να δημιουργήσουν αντιδράσεις σε διάφορα χαρακτηριστικά, όπως π.χ. η προθυμία να πληρώσουν για το εύρος λειτουργία ενός EV. [24]

Μελέτες δείχνουν ότι περίπου 2% των αγοραστών ιδιωτικών αυτοκινήτων (οι λεγόμενοι Plug-in-Pionners) διαφέρουν από τους κυριότερους καταναλωτές στο ότι είναι πρόθυμοι να πληρώσουν περισσότερο για οικονομικά και περιβαλλοντικά αποδεκτά καύσιμα, ενώ στο άλλο άκρο του φάσματος, οι επονομαζόμενοι «Image Conscious Rejecters», που αποτελούν το 18% του πληθυσμού, δεν θα το έκανε αυτό ποτέ. [25]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΛΕΥΚΩΝ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

3.1. Το ηλεκτρικό όχημα στην Ελλάδα – Υπάρχουσα κατάσταση – Προοπτικές έως 2030

Οι μετακινήσεις αποτελούν ένα πολύ σημαντικό παράγοντα της καθημερινότητας στην σημερινή εποχή. Οι απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας έχουν οδηγήσει τον σύγχρονο άνθρωπο στην κάλυψη μεγάλων αποστάσεων σε καθημερινή βάση, αφού για, σχεδόν, οποιαδήποτε δραστηριότητα είναι απαραίτητη η μετακίνηση του για τουλάχιστον μερικά χιλιόμετρα (εργασία, αγορά αγαθών, κα). Οι μετακινήσεις αυτές απαιτούν τη χρήση οχημάτων που, με τη σημερινή τεχνολογία, απαιτούν τη χρήση ορυκτών καυσίμων για τη λειτουργία τους, με συνέπεια υψηλές εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου, που συντελούν στο πρόβλημα της Κλιματικής Αλλαγής.

Στον τομέα της Ενέργειας, που περιλαμβάνει και τον τομέα των Μεταφορών, απαιτούνται θεμελιώδεις αλλαγές (μειώσεις) στη μελλοντική κατανάλωση της, με τη χρήση τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα, με την ταυτόχρονη διείσδυση των ΑΠΕ, για την παραγωγή «πράσινης» ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι βασικές πολιτικές στον τομέα των Μεταφορών επικεντρώνονται, σήμερα, στην υιοθέτηση των ηλεκτρικών οχημάτων (electric vehicles-EV), απαραίτητες για τη διαμόρφωση ενός εθνικού σχεδιασμού για τη χρήση της Ενέργειας στις μεταφορές, όπως άλλωστε προτρέπουν με συστάσεις τους και διεθνείς οργανισμοί πχ IEA. [26]

Τα πιο συνηθισμένα EV είναι τα ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρίες (BEV), το Plug-in hybrid Electric Οχήματα (PHEV) και ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου (FCEVs).

Τα BEV έχουν καθαρά ηλεκτρική κίνηση, αποτελούνται από ηλεκτρική μπαταρία για αποθήκευση ενέργειας, μετατροπέας DC/DC, που ρυθμίζει την τάση του ηλεκτρικού ρεύματος, ειδικό ηλεκτρονικό ελεγκτή ισχύος, που ελέγχει την ισχύ. Το πρόβλημα εύρους εμβέλειας των BEV αντιμετωπίζεται με επιτυχία με άλλο όχημα παρόμοιο με αυτό του BEV, με την προσθήκη κινητήρα εσωτερικής καύσης (MEK-ICE), που παρέχει στο σύστημα κίνησης ενέργεια κατά την εκφόρτιση.

Τα FCEV είναι οχήματα μηδενικών εκπομπών, αφού τροφοδοτούνται με ηλεκτρόλυση, που προκαλείται από υδρογόνο, με το νερό και τη θερμότητα, ως τα μόνα υποπροϊόντα αυτής της διαδικασίας. [27]

Τα πλεονεκτήματα των EV σε σύγκριση με τα συμβατικά οχήματα, που βασίζονται στην τεχνολογία μηχανών εσωτερικής καύσης (MEK-ICE), είναι τα εξής:

- (α) απαλλαγή από εκπομπές άνθρακα, αφού αξιοποιείται ΗΕ που παράγεται κύρια από ΑΠΕ ή από σταθμούς παραγωγής ΗΕ χαμηλών εκπομπών,
- (β) λιγότερη χρήση πρωτογενούς ενέργειας για τις μεταφορές,
- (γ) υψηλή ενεργειακή απόδοση, 81% της συνολικής ΗΕ που είναι αποθηκευμένη στη μπαταρία EV και μετατράπηκε σε μηχανική, σε σύγκριση με το 14% ενός συμβατικού οχήματος με MEK,

(δ) χαμηλό κόστος λειτουργίας των EV, λόγω του χαμηλότερου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας, σε σύγκριση με τη βενζίνη/πετρέλαιο ή το αέριο, αλλά και χαμηλού κόστους συντήρησης που προκύπτει από το μικρότερη ποσότητα κινούμενων μερών του EV σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα,

(ε) εξάλειψη της ηχορύπανσης, που προκύπτει από τη λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα, που είναι αθόρυβος.

Τα βασικά μειονεκτήματα των EV περιλαμβάνουν:

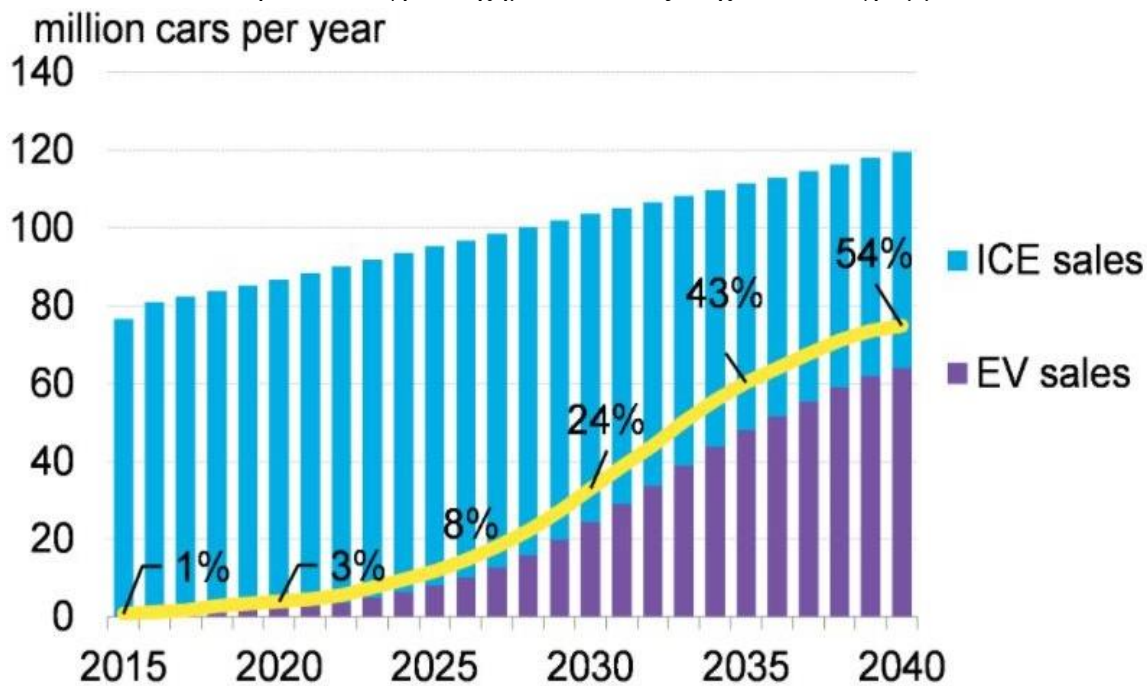
(α) υψηλό κόστος κτήσης των EV, λόγω της χαμηλής τεχνολογικής ωριμότητας, σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα

(β) περιορισμένο εύρος οδήγησης, το οποίο επηρεάζεται από την έλλειψη διαθέσιμης υποδομής χρέωσης για το κοινό,

(γ) χρόνος φόρτισης μπαταριών, που εκτείνεται από 1 έως και 40 ώρες, ανάλογα με την ισχύ εξόδου της διαθέσιμης υποδομής φόρτισης και το μέγεθος της μπαταρίας του EV.

Η βελτίωση της τεχνολογίας των μπαταριών, όσον αφορά το κόστος και την ενεργειακή απόδοση τους, η ενίσχυση για τη διασφάλιση της ανθεκτικότητας αλλά και η επέκταση του δικτύου διανομής ισχύος θα διαδραματίσουν σοβαρό ρόλο προς την κατεύθυνση διεξόδου των EV στην αγορά και αποτελούν ζωτικής σημασίας θέματα για τη βιωσιμότητα του νέου αυτού συστήματος μεταφορών.

Αναφορικά με τις προοπτικές διεξόδου των EV στην παγκόσμια αγορά, διάφορες οικονομικές μελέτες προσπάθησαν να προβλέψουν το μέλλον ηλεκτρικών οχημάτων. Το Bloomberg New Energy Finance, BNEF, στη μελέτη του με τίτλο «Electric Vehicle Outlook 2020» προβλέπει ταχεία ανάπτυξη με μείωση κόστους των μπαταριών, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 2020, και ότι τα EV θα είναι μια πιο οικονομική επιλογή από τα αυτοκίνητα βενζίνης ή ντίζελ στις περισσότερες χώρες, τα επόμενα έτη. Επιπλέον, η μελέτη [28] προβλέπει 60 εκατομμύρια νέες πωλήσεις EV, έως το 2040 που αντιστοιχούν στο 54% νέων πωλήσεων ελαφρών οχημάτων, όπως δείχνει το Διάγραμμα 3.1



Διάγραμμα 3.1: Εξέλιξης αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων (2015-2040)

Σύμφωνα με την μελέτη του IENE [29] «*μια τέτοια εξέλιξη θα αντικαθιστούσε 19 εκατ. βαρελιών αργού πετρελαίου την ημέρα στον τομέα των μεταφορών, αντικαθιστώντας τον με 10,82 TWh ηλεκτρικής ενέργειας ανά ημέρα που θα αντιστοιχούσε σε κατανάλωση 3950 TWh ετησίως, που αντιστοιχεί στο 16% του κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του 2016*».

Στην Ελλάδα, το 2017, ο τομέας των Μεταφορών κατανάλωσε μόνο το 0,8% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, κύρια για τις σιδηροδρομικές μεταφορές. Η αγορά EV στην Ελλάδα είναι στα πρώτα στάδια της και αντιπροσωπεύει μόνο 334 PEV επιβατών σε κυκλοφορία το 2017, ενώ ο τοπικός στόλος περιλαμβάνει 113 τρίκυκλα επιβατών, 124 ηλεκτρικές μοτοσικλέτες και 14 ηλεκτρικά φορτηγά (2016).

Η εμπορική διαθεσιμότητα των μοντέλων EV στην Ελλάδα είναι περιορισμένη σε σύγκριση με τις μεγαλύτερες EV αγορές στην ΕΕ. Συγκεκριμένα, στην ελληνική αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων, το 2017, υπήρχαν διαθέσιμα 7 μοντέλα BEV και 19 PHEV, σε αντίθεση, πχ, με την κινέζικη αγορά, όπου υπάρχουν 75 μοντέλα EV και θεωρείται η πλέον αναπτυσσόμενη παγκοσμίως.

Η πολιτική της Ελληνικής Πολιτείας σχετικά με την προώθηση και διείσδυση του ηλεκτρικού οχήματος κινείται με βάση τη δράση του Προγράμματος «**Κινούμαι Ηλεκτρικά**» του υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, ΥΠΕΝ, και με βάση την Κοινή Υπουργική Απόφαση για το πρόγραμμα που δημοσιεύθηκε στις 7 Αυγούστου 2020, στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ 3323 Β/7.8.2020). Η δημοσίευση της πολιτικής σημαίνει ότι οι δαπάνες για την αγορά ηλεκτρικού οχήματος είναι επιλέξιμες προς επιδότηση, με την προϋπόθεση ότι συντρέχουν οι προϋποθέσεις που θέτει ο Οδηγός του Προγράμματος. Η πλατφόρμα για την υποβολή των αιτήσεων για την επιδότηση τέθηκε σε ισχύ στις 24 Αυγούστου, ενώ ήδη έχει ενεργοποιηθεί η ιστοσελίδα του προγράμματος www.kinoumeilektrika.ypen.gr, όπου έχουν αναρτηθεί όλες οι σχετικές ανακοινώσεις, ενώ λειτουργεί καθημερινά Help Desk. Ο προϋπολογισμός του προγράμματος είναι 100 εκατ. ευρώ, ποσό που εκτιμάται ότι αρκεί για την επιδότηση αγοράς 15.000 αυτοκινήτων και 12.500 δίκυκλων (σκούτερ και ποδήλατα).

Οι επιδοτήσεις, σύμφωνα με την ανακοίνωση του ΥΠΕΝ, είναι:

- Για αυτοκίνητα με λιανική τιμή προ φόρων έως 30.000 ευρώ, η επιδότηση είναι 20% με όριο τα 6.000 ευρώ. Από 30.001 έως 50.000 ευρώ, η επιδότηση είναι 15% με όριο τα 6.000 ευρώ.
- Για δίκυκλα/τρίκυκλα, ποσοστό 20% επί της αξίας με όριο τα 800 ευρώ.
- Για ποδήλατα, ποσοστό 40% με όριο τα 800 ευρώ. Τα φυσικά πρόσωπα μπορούν να ζητήσουν επιπλέον επιδότηση 500 ευρώ για αγορά έξυπνου οικιακού φορτιστή (σε συνδυασμό με αγορά IX, όχι ποδήλατου ή σκούτερ). Με απόσυρση παλαιού οχήματος/δίκυκλου (εξαιρούνται τα ποδήλατα) παρέχεται επιπλέον μόνους 1.000 και 400 ευρώ αντίστοιχα.
- Για ταξί η επιδότηση είναι 25% επί της λιανικής τιμής προ φόρων με όριο τα 8.000 ευρώ ή, αν πρόκειται για plug-in υβριδικό μοντέλο, ποσοστό 15% με όριο τα 5.500 ευρώ. Στην περίπτωση των ταξί είναι υποχρεωτική η απόσυρση του παλιού οχήματος (παλαιότερο από την 1-1-2013), που επιδοτείται με επιπλέον 2.500 ευρώ.
- Για τις εταιρίες υπάρχει όριο αγοράς έως 3 αυτοκινήτων (6 για όσες έχουν δραστηριότητα σε νησιά) και το ποσοστό της επιδότησης είναι 15% με όριο τα 5.500

ευρώ ή 4.000 για υβριδικά. Για τα δίκυκλα η επιδότηση είναι ποσοστό 20% επί της αξίας με όριο τα 800 ευρώ.

Σε όλες τις περιπτώσεις δίνονται αυξημένες επιδοτήσεις για αγορά οχημάτων από πολύτεκνους και άτομα με ειδικές ανάγκες (1.000 ευρώ για αυτοκίνητο και 500 ευρώ για δίκυκλο/ποδήλατο).

3.2. Η πορεία των Λευκών Ηλεκτρικών Οικιακών Συσκευών (2011 - 2020)

Ως λευκές ηλεκτρικές οικιακές συσκευές θεωρούνται, κύρια:

- Κουζίνα/φούρνος
- Ψυγείο/Καταψύκτης
- Πλυντήριο/Στεγνωτήριο ρούχων
- Πλυντήριο οικιακών σκευών
- Ηλεκτρικός Θερμοσίφωνας
- Κλιματιστικές μονάδες για οικιακή χρήση (πχ split-unit heat pumps)
- Άλλες μικροσυσκευές (φούρνος μικροκυμάτων / καφετιέρες / τοστιέρες κλπ.)

Εγχώρια αγορά Λευκών Ηλεκτρικών Οικιακών Συσκευών

Ο κλάδος των λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών στηρίζεται σε μια αγορά που εξαρτάται από πολλούς εξωγενείς παράγοντες, όπως:

- + διαθέσιμο εισόδημα αγοραστών,
- + βαθμός δανεισμού των νοικοκυριών,
- + οικοδομική δραστηριότητα νέων κατοικιών και ανακαινίσεις παλαιότερων,
- + δημιουργία νέων νοικοκυριών κλπ., με χαρακτηριστικό τον έντονο ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων πώλησής τους.

Η εγχώρια αγορά λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών περιλαμβάνει αξιόλογο αριθμό επιχειρήσεων, που είναι κύρια εισαγωγικές και προμηθεύονται τα προϊόντα τους από διάφορους οίκους του εξωτερικού.

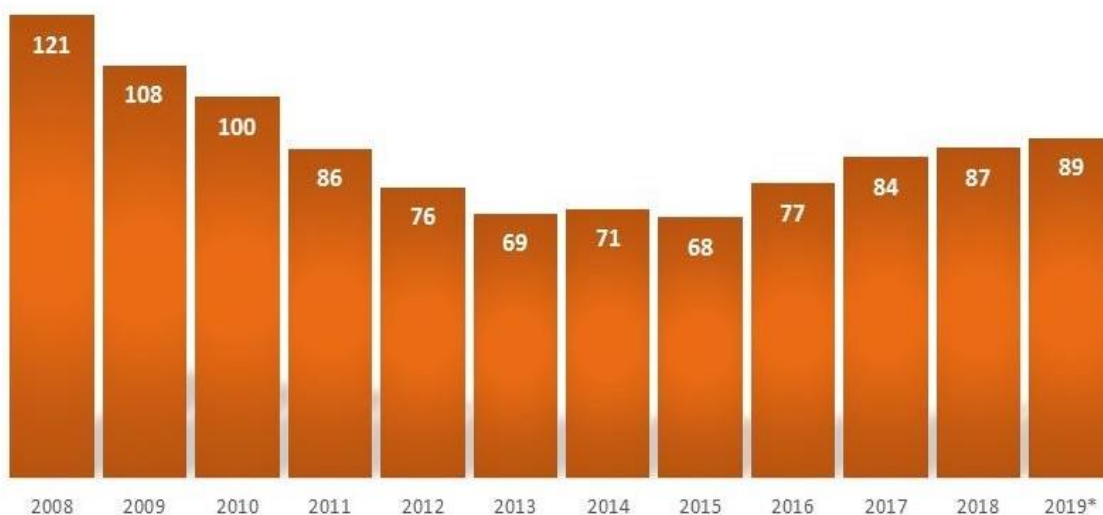
Η εγχώρια παραγωγή είναι συγκεντρωμένη σε ελάχιστες επιχειρήσεις και περιορίζεται σε ορισμένες κατηγορίες προϊόντων (ELCO – Pitsos, κλπ); είναι ένας κλάδος που αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα, ιδιαίτερα οικονομικής βιωσιμότητας, λόγω και της δεκαετούς οικονομικής κρίσης που έπληξε τη χώρα αλλά και του ανταγωνισμού από τις εισαγωγές τέτοιων προϊόντων από τρίτες χώρες, με μικρότερο κόστος παραγωγής.

Η συνολική εγχώρια αγορά των λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών (σε τεμάχια) ακολούθησε διαχρονικά ανοδική πορεία κατά τη χρονική περίοδο 1993-2008, με μέσο ετήσιο ρυθμό μεταβολής της τάξης του 4%.

Το χρονικό διάστημα 2009-2015, όλες οι κατηγορίες των εν λόγω προϊόντων ακολούθησαν φθίνουσα πορεία, ενώ από το 2016 δείχνουν σημάδια ανάκαμψης.

Η συνολική αγορά εκτιμάται ότι αυξήθηκε κατά 3% (σε ποσότητα) το 2017/18, ενώ η αξία αυτής κατά 5,6% (σε τιμές χονδρικής) την ίδια περίοδο.

Το Διάγραμμα 3.2 παρουσιάζει το δείκτη εξέλιξης της εγχώριας αγοράς Λευκών Ηλεκτρικών Οικιακών Συσκευών, για την περίοδο 2008 – 2019, όπου φαίνεται η ραγδαία μείωση (πτώση) κατά την περίοδο 2012 – 2016 και η σταθερά ανοδική πορεία από το 2017.



Διάγραμμα 3.2: Δείκτης εξέλιξης αγοράς οικιακών συσκευών * πρόβλεψη Έτος Βάσης 2010=100
Πηγή: ICAP

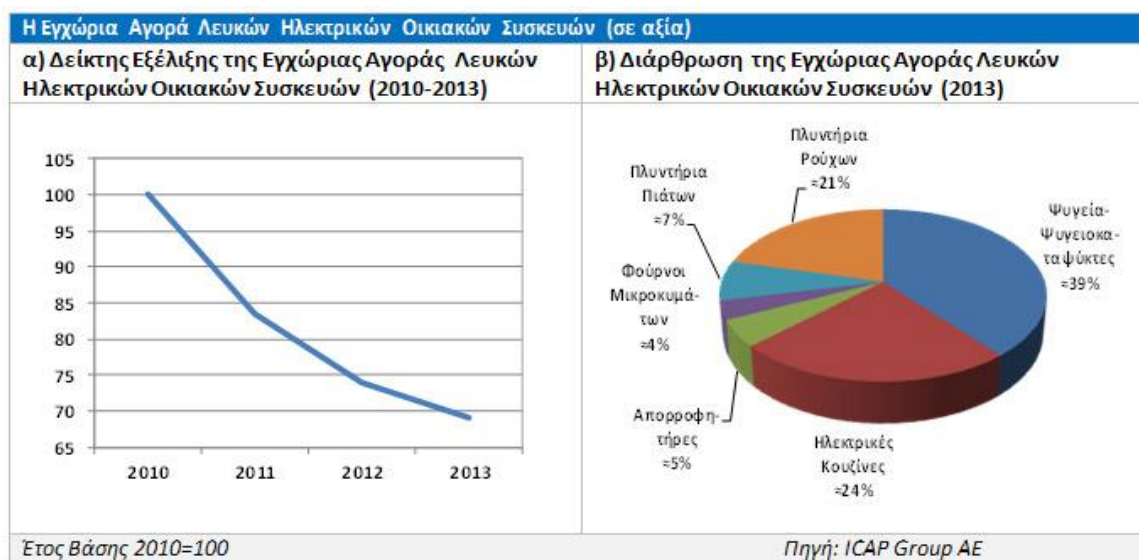
Α. Εγχώρια αγορά λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών - Περίοδος 2011-2014:

Η εγχώρια αγορά των λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών παρουσίασε μείωση, τόσο σε ποσότητα όσο και σε αξία, σε όλες τις κατηγορίες των συσκευών.

Η συνολική αξία της αγοράς λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών κινήθηκε καθοδικά και το 2013/12 εκτιμάται ότι υποχώρησε κατά 6,5% (2012/2011: -11,4%).

Η κατηγορία των ψυγείων - καταψυκτών καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής αξίας της αγοράς (39% το 2013), ενώ ακολουθούν οι ηλεκτρικές κουζίνες (24%) και τα πλυντήρια ρούχων (21%).

Σύμφωνα με την κλαδική μελέτη, που εκπόνησε η ICAP [30], η εγχώρια αγορά Λευκών Ηλεκτρικών Οικιακών Συσκευών δίνεται στο Διάγραμμα 3.3, για το 2013.



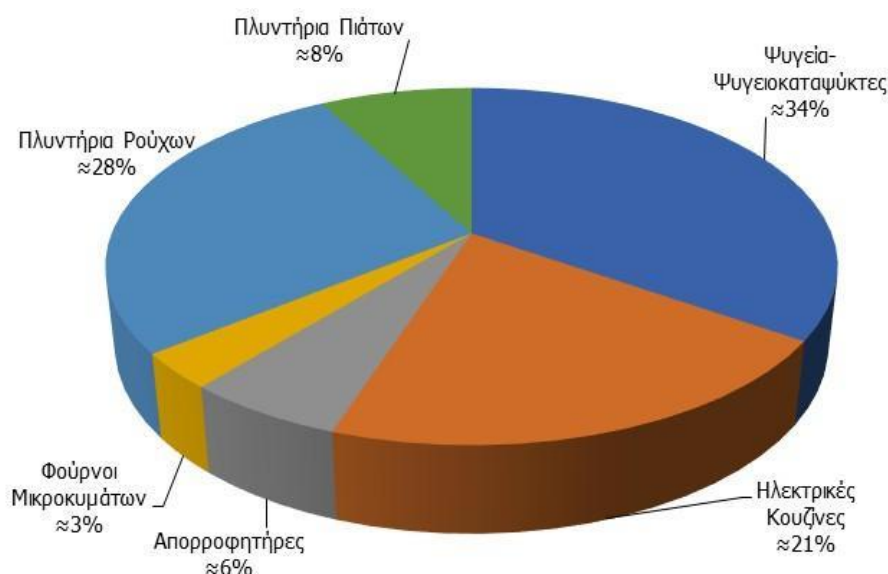
Διάγραμμα 3.3: Εγχώρια αγορά οικιακών συσκευών (2013) Πηγή: ICAP

Α. Εγχώρια αγορά λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών - Περίοδος 2015-2019:

Η εγχώρια αγορά λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών παρουσιάζει σημάδια ανάκαμψης, έπειτα από μία περίοδο συνεχούς πτώσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα

μελέτης που εκπόνησε η ICAP [31], κύρια λόγω «της σταθεροποίησης που παρουσιάζει το οικονομικό περιβάλλον το τελευταίο χρονικό διάστημα, που έχει επιδράσει θετικά στο εγχώριο χονδρικό εμπόριο; αλλά και με την αύξηση των τουριστικών καταλυμάτων (ενοικιαζόμενα δωμάτια, *airbnb*), με ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, που είχε ως αποτέλεσμα τη συγκράτηση της πτωτικής πορείας της αγοράς».

Σύμφωνα με την μελέτη, η κατηγορία των ψυγείων - ψυγείοκαταψύκτες καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής αγοράς σε αξία (34%), ενώ ακολουθούν τα πλυντήρια ρούχων (28%) και οι ηλεκτρικές κουζίνες (21%) (δες Διάγραμμα 3.4).



Διάγραμμα 3.4: Εγχώρια αγορά οικιακών συσκευών (2019) Πηγή: ICAP

Οι επιχειρήσεις του κλάδου αναμένουν το αγοραστικό ενδιαφέρον για «έξυπνες» συσκευές με υψηλή συνδεσιμότητα και αποδοτικότητα, να αυξηθεί σημαντικά, τα προσεχή έτη.

Η συνολική αγορά λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών θα συνεχίσει να κινείται ανοδικά, σε ποσοστό όμως, που δεν αναμένεται να υπερβεί το 5% σε ετήσια βάση σε αξία, τη διετία 2019-2020. Η ανοδική πορεία της αγοράς τα τελευταία χρόνια και τα μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης που διαθέτει, επιβεβαιώνεται και από τη δυναμική είσοδο μεγάλων αλυσίδων λιανικής πώλησης στο εμπόριο λευκών ηλεκτρικών οικιακών συσκευών (πχ δεσ είσοδο εταιρείας ΠΛΑΙΣΙΟ στην αγορά των λευκών οικιακών συσκευών την τελευταία διετία).

Ανάκαμψη της ζήτησης και σταθεροποίηση της αξίας της αγοράς ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών πάνω από το φράγμα των 2 δισ. ευρώ καταδεικνύουν και τα στοιχεία μελέτης της GfK, [32] για το 2019, για το λιανικό εμπόριο που περιλαμβάνει και τις οικιακές συσκευές. Η σύγκριση των στοιχείων πωλήσεων της λιανικής αγοράς, σε διαχρονική βάση δεκαετίας, αποδεικνύει τη σταδιακή αύξηση της ζήτησης από το 2017 και μετά φθάνοντας το 2019, η συνολική αξία να αγγίζει τα 2,23 δισ. ευρώ, αυξημένη κατά 2% έναντι του 2018, που όμως απέχει από τα 2,6 δισ. ευρώ που αποτελούν το ιστορικό υψηλό τζίρου και καταγράφηκε το 2010.

Αναλυτικότερα και σε ότι αφορά τις συνολικές λιανικές πωλήσεις ηλεκτρικών – ηλεκτρονικών ειδών, το 2019, στη δεύτερη θέση από άποψη τζίρου και στην πρώτη από

άποψη θετικής ποσοστιαίας μεταβολής βρίσκονται οι λευκές οικιακές συσκευές, καθώς οι πωλήσεις της κατηγορίας αυξήθηκαν κατά 10,6% στα 531 εκατ. ευρώ, ενώ στη πέμπτη θέση βρίσκονται οι μικρές ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, με τζίρο 170 εκατ. ευρώ (+7% το 2019). Σύμφωνα με τα αναλυτικά στοιχεία της GfK, σημαντικός όγκος πωλήσεων πραγματοποιείται πλέον στο δ' τρίμηνο κάθε χρονιάς, γεγονός που αποδίδεται τόσο στην υιοθέτηση της «Black Friday» από το εγχώριο λιανεμπόριο όσο και από την παραδοσιακή αύξηση της ζήτησης κατά την χριστουγεννιάτικη εορταστική περίοδο.

Κλάδος Μονάδων Κλιματισμού για οικιακή χρήση

Οι κλιματιστικές μονάδες ανάλογα με τους χώρους που καλύπτουν διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Κλιματιστικές μονάδες χώρου (split-units Heat Pumps)
2. Ημι-κεντρικές μονάδες Κλιματισμού (διαιρούμενου τύπου ή αυτοτελείς μονάδες)
3. Συστήματα Κεντρικού Κλιματισμού (ψύκτες, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, FCUs).

Αναφορικά με τον οικιακό τομέα, οι κλιματιστικές μονάδες είναι κύρια αυτές της 1^{ης} κατηγορίας και, σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, της 2^{ης} κατηγορίας.

Σύμφωνα κλαδική μελέτη που εκπόνησε η ICAP [33], η ανοδική πορεία που καταγράφει ο κλάδος του κλιματισμού, από το 2015, αναμένεται να συνεχιστεί και την τριετία 2018-2020, με ετήσιους ρυθμούς ανάπτυξης της τάξεως του 6%-7% περίπου.

Η ελληνική αγορά του κλιματισμού χαρακτηρίζεται, σύμφωνα με την προαναφερθείσα μελέτη ICAP, από «την παρουσία αξιόλογου αριθμού εισαγωγικών εταιρειών, ενώ στον παραγωγικό τομέα του κλάδου δραστηριοποιούνται λίγες εταιρείες. Μεταξύ αυτών, παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις, τόσο ως προς το μέγεθός τους, όσο και ως προς το βαθμό δραστηριοποίησής τους στον κλιματισμό».

Βασικό στοιχείο που χαρακτηρίζει τη ζήτηση για τα προϊόντα κλιματισμού είναι η εποχικότητα, αφού το μεγαλύτερο μέρος των αγορών, που αφορά στα κλιματιστικά που προορίζονται για κατοικίες, πραγματοποιείται τους θερινούς μήνες, η δε ζήτηση γνωρίζει ιδιαίτερη αύξηση κατά τις περιόδους με υψηλές θερμοκρασίες (>38 °C – συνθήκες καύσωνα).

Το συγκεκριμένο αποδίδεται και στο γεγονός ότι η αγορά ενός κλιματιστικού μηχανήματος, συνήθως, δεν προγραμματίζεται εκ των προτέρων, σε αντίθεση με άλλες λευκές ηλεκτρικές συσκευές, όπως π.χ. ψυγείο ή κουζίνα ή πλυντήριο ρούχων/πιάτων, που απαιτεί προγραμματισμό και λεπτομερή έρευνα αγοράς, ανάλογα με τα ατομικά δεδομένα του κάθε χρήστη (πχ η επιλογή ηλεκτρικής κουζίνας με ενσωματωμένο φούρνο βασίζεται στο πλάτος στο χώρο της κουζίνας ή αντίστοιχα το ίδιο ισχύει με το ύψος στο χώρο εγκατάστασης ενός ηλεκτρικού ψυγείου).

Αναφορικά με την αγορά οικιακών κλιματιστικών συσκευών, σύμφωνα με έρευνα που διεξήγαγε η GfK Hellas, προκύπτει ότι μόνο τον Ιούνιο του 2017 οι πωλήσεις κλιματιστικών στη χώρα μας ξεπέρασαν τα 50.000 κομμάτια, καταγράφοντας αύξηση 4,5%, συμπαρασύροντας και τον Ιούλιο σε αντίστοιχα επίπεδα πωλήσεων (55% αύξηση σε τεμάχια σε σχέση με τον αντίστοιχο μήνα του 2016).

Στην κορυφή των προτιμήσεων των καταναλωτών βρέθηκαν οι συσκευές των 9.000 και 12.000 Btu/h, ενώ μικρή άνοδος παρατηρήθηκε στις υψηλότερες ενεργειακές κλάσεις, όπως επίσης και στο ψυκτικό υγρό R32, το οποίο όμως βρίσκεται σε αρχικό στάδιο εισαγωγής του στην Ελληνική αγορά.

Έδαφος έχουν αρχίσει να κερδίζουν τα κλιματιστικά νέας γενιάς που διαθέτουν σύνδεση wi-fi παρέχοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να προβαίνει στη ρύθμιση και τη διαχείρισή τους δίνοντας εντολές από όπου και αν βρίσκεται.

Η μέση τιμή λιανικής των κλιματιστικών που αγοράζουν οι Έλληνες ανέρχεται στα 370 ευρώ, με το 70% εξ' αυτών να αφορά κλιματιστικά 9.000 και 12.000 Btu/h. Αναλυτική παρουσίαση τιμών αγοράς οικιακών κλιματιστικών συσκευών δίνεται στο Κεφάλαιο 4.

Να τονισθεί ότι υπάρχει σημαντική δυστοκία στην εξεύρεση στοιχείων από πωλήσεις αγοράς λευκών οικιακών συσκευών, αφού δεν καταγράφονται από τη Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, ΕΛΣΤΑΤ, π.χ. στην απογραφή του 2011. Τέτοια στοιχεία, πιθανά, να έχουν οι εταιρείες πωλήσεων αλλά δεν είναι διαθέσιμες στο κοινό. Γενικά στοιχεία για τις οικιακές συσκευές στην Ευρωπαϊκή Ένωση δίνονται στη μελέτη με τίτλο «The Home appliance industry in Europe 2017-2018» http://applia-europe.eu/statistical-report-2017-2018/documents/APPLiA_SR19.pdf όπου υπάρχουν συγκεντρωτικά στοιχεία, που παρέχονται αντί τιμήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1. Γενικά

Στην οικονομική θεωρία, τα μοντέλα διακριτής επιλογής - discrete choice models - περιγράφουν, επεξηγούν και προβλέπουν επιλογές μεταξύ δύο ή περισσότερων επιλογών, όπως την είσοδο ή όχι στην αγορά εργασίας ή την επιλογή ανάμεσα σε τρόπους μεταφοράς. Τέτοιου είδους επιλογές αντιτίθενται στην όποια ποσότητα κάθε αγαθού που καταναλώνεται, που θεωρείται ότι είναι μια συνεχής μεταβλητή.

Στην περίπτωση συνεχούς μεταβλητής, μέθοδοι υπολογισμού (όπως οι συνθήκες πρώτης τάξεως) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν την επιλογή της βέλτιστης ποσότητας, και η ζήτηση μπορεί να μοντελοποιηθεί, εμπειρικά, με την χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης.

Από την άλλη, η ανάλυση διακριτής επιλογής εξετάζει περιπτώσεις στις οποίες τα πιθανά αποτελέσματα είναι διακριτά, έτσι ώστε το βέλτιστο δεν χαρακτηρίζεται από τις κλασσικές συνθήκες πρώτης τάξεως. Επομένως, αντί να εξετάζεται το «πόσο πολύ», όπως στα προβλήματα με συνεχείς μεταβλητές, η ανάλυση διακριτής επιλογής εξετάζει το «ποιο από όλα».

Η ανάλυση διακριτών επιλογών μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει την επιλεγόμενη ποσότητα, όταν αυτή μπορεί να επιλεγεί μόνο από λίγες διακριτές επιλογές, όπως για παράδειγμα τον αριθμό των αυτοκινήτων που επιλέγει να έχει ένα νοικοκυριό ή το χρόνο (ωρών ή/και λεπτών) που επιλέγει ένας πελάτης να αγοράσει από τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών.

Τεχνικές όπως η λογιστική παλινδρόμηση και η «probit» παλινδρόμησή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εμπειρική ανάλυση της διακριτής επιλογής.

Η εκτίμηση τέτοιων μοντέλων γίνεται συνήθως μέσω παραμετρικών, ημι-παραμετρικών και μη-παραμετρικών μεθόδων μέγιστης πιθανότητας.

Τα μοντέλα διακριτής επιλογής μοντελοποιούν, θεωρητικά ή εμπειρικά, τις επιλογές που γίνονται από τους ανθρώπους ανάμεσα σε ένα πεπερασμένο πλήθος εναλλακτικών επιλογών.

Τέτοια μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί για να εξετάσουν, για παράδειγμα την επιλογή ποιου μοντέλου (τύπου) οχήματος να αγοραστεί ή ποιο μέσο μεταφοράς (αυτοκίνητο, λεωφορείο, τρένο) θα χρησιμοποιήσουμε για την εργασία μας, ανάμεσα σε άλλες εφαρμογές.

Τα μοντέλα διακριτής επιλογής χρησιμοποιούνται επίσης για να εξεταστούν επιλογές από οργανωμένους φορείς, κυβερνητικούς ή μη, και να σημειωθεί ότι ο Daniel McFadden, καθηγητής στο UC at Berkeley, USA βραβεύτηκε με το βραβείο Νόμπελ, το 2000, για την εργασία του που αφορά στην ανάπτυξη των θεωρητικών βάσεων της διακριτής επιλογής.

Το σετ (συλλογή) επιλογών αποτελεί το σετ όλων των εναλλακτικών που είναι διαθέσιμες σε κάθε άτομο. Για το μοντέλο διακριτής επιλογής, ένα τέτοιο σετ πρέπει να πληροί τις εξής προϋποθέσεις:

- Το σετ των εναλλακτικών πρέπει να είναι συγκεντρωτικά εξαντλητικό, που σημαίνει ότι το σετ συμπεριλαμβάνει όλες τις δυνατές επιλογές. Αυτή η προϋπόθεση υπονοεί ότι το άτομο αναγκαστικά επιλέγει μία εναλλακτική από το σετ επιλογών.
- Οι εναλλακτικές πρέπει να είναι αμοιβαίως αποκλειστικές, που σημαίνει ότι πάντα επιλέγεται μία και μόνο εναλλακτική.
- Το σετ πρέπει να περιλαμβάνει έναν πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών.

4.2. Μοντέλο διακριτής επιλογής

Τα μοντέλα διακριτής επιλογής και, συνεπώς, τα «logit models» έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν ατομικές και συλλογικές λήψεις αποφάσεων, αφού προσδιορίζουν την πιθανότητα ένα άτομο να επιλέξει μια εναλλακτική, ανάμεσα σε ένα πλήθος εναλλακτικών επιλογών.

Για να το επιτύχουν αυτό, τα συγκεκριμένα μοντέλα συσχετίζουν στατιστικά την επιλογή που γίνεται από το κάθε άτομο, στα χαρακτηριστικά του ατόμου και στα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών, που είναι διαθέσιμες στο συγκεκριμένο άτομο. Για παράδειγμα, η επιλογή ποιου οχήματος θα αγοράσει ένα άτομο συσχετίζεται στατιστικά τόσο με το εισόδημα του και με την ηλικία του συγκεκριμένου ατόμου, όσο και με την τιμή, την αποδοτικότητα του καυσίμου, το μέγεθος και άλλα χαρακτηριστικά του κάθε διαθέσιμου αμαξιού.

Με τον τρόπο αυτό είναι εφικτό να εκτιμηθεί η πιθανότητα που έχει ένα άτομο να επιλέξει μια συγκεκριμένη εναλλακτική. Τα μοντέλα χρησιμοποιούνται συχνά για να προβλέψουν πώς οι επιλογές των ατόμων θα αλλάξουν, όταν αλλάζουν τα δημογραφικά στοιχεία και/ή χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών.

Τα «logit models» αποτελούν πιθανώς τα πιο κοινά χρησιμοποιούμενα εργαλεία για να μοντελοποιήσουν τις πιθανοτικές προτιμήσεις των καταναλωτών, ενώ τα μοντέλα διακριτής επιλογής υπολογίζουν την πιθανότητα ενός συγκεκριμένου προϊόντος να επιλεγεί ανάμεσα σε εναλλακτικές, υπό την επίδραση αυτών των προτιμήσεων.

Πολλές έρευνες έχουν χρησιμοποιήσει αυτά τα μοντέλα επιλογής καταναλωτή - consumer choice models - για να μοντελοποιήσουν τις επιλογές αγοράς και συντήρησης αυτοκινήτου. Αυτές οι έρευνες έχουν ενσωματώσει logit μοντέλα της προτίμησης των καταναλωτών στην τεχνολογία, την κατηγορία, την μάρκα και τα χαρακτηριστικά του οχήματος. Αυτά τα μοντέλα αντλούνται συνήθως από συνδυασμούς δημογραφικών δεδομένων αγοραστών και από δεδομένα πωλήσεων αυτοκινήτων. Για τεχνολογίες όπου τέτοια δεδομένα δεν υφίστανται, όπως για PHEVs και EV, οι ευαισθησίες των αποφάσεων αγοράς στα χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων πρέπει να εκτιμηθούν, ενώ κάποια χαρακτηριστικά που εκτιμώνται στην μοντελοποίηση των προτιμήσεων των καταναλωτών συμπεριλαμβάνουν και την ελαστικότητα των παραγόντων.

Τα μοντέλα της διακριτής επιλογής περιγράφουν και προβλέπουν τις επιλογές μεταξύ διακριτών εναλλακτικών όπως στην προκειμένη περίπτωση μεταξύ επιλογών σε διαφορετικές εναλλακτικές καυσίμου αυτοκινήτου.

Η επιλογή γίνεται σύμφωνα με τη θεωρία της μέγιστης χρησιμότητας, που πρακτικά σημαίνει ότι η εναλλακτική προσφέρει, σε αυτόν που αποφασίζει, τη μέγιστη χρησιμότητα, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες διαθέσιμες επιλογές και είναι αυτή που θα έχει τη μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλεγεί.

Παρατηρείται ότι το μοντέλο της διακριτής επιλογής δέχεται ως είσοδο διάφορα κόστη και χαρακτηριστικά για τον προσδιορισμό της χρησιμότητας κάθε επιλογής. Έχοντας υπολογίσει τη χρησιμότητα κάθε επιλογής και χρησιμοποιώντας ως δεδομένο το στόχο του μοντέλου προκύπτει ένα συνολικό κόστος κάθε επιλογής (perceived cost) σύμφωνα με το οποίο προκύπτουν οι πιθανότητες κάθε επιλογής.

Από το συνολικό κόστος που προκύπτει μπορεί ο μελετητής του μοντέλου να βγάλει συμπεράσματα για τυχόν εμπόδια (barriers) που επηρεάζουν μια συγκεκριμένη επιλογή. Έχοντας διακρίνει όλες τις παραμέτρους και τα εμπόδια που μπορεί να υπάρχουν για κάθε επιλογή, τρέχοντας διάφορα σενάρια με την παραδοχή μέτρων (measures) ο διαχειριστής του μοντέλου μπορεί να παρατηρήσει πως θα κινηθεί η αγορά σύμφωνα με τις εκάστοτε παραδοχές, πως μπορεί να επηρεάσει μια συγκεκριμένη επιλογή θετικά ή αρνητικά καθώς και με ποιο τρόπο αυτό μπορεί να γίνει βέλτιστα.

Ένα τέτοιο μοντέλο διακριτής επιλογής για την παρατήρηση της συμπεριφοράς της ηλεκτροκίνησης παρουσιάζεται ενδεικτικά εδώ τις βασικές εξισώσεις (εξίσωση 4.1 – 4.7).

$$P_{i,n} = P(U_{i,n} \geq U_{j,n}, \forall j \in C_n) \quad \text{Εξίσωση 4.1}$$

$$P_{i,n} = \frac{e^{U_{i,n}}}{\sum_{j \in C_n} e^{U_{j,n}}} \quad \text{Εξίσωση 4.2}$$

$$U_i = \sum_n \beta_n * x_{i,n} + \varepsilon_i \quad \text{Εξίσωση 4.3}$$

$$\beta_n = \frac{E^{P_i} x_{i,n}}{(1-P_i) * x_{i,n}} \quad \text{Εξίσωση 4.4}$$

$$U_{i,j} = b[A_i + \sum_{l=1}^K (w_l * x_{i,l}) + \varepsilon_{i,j}] \quad \text{Εξίσωση 4.5}$$

$$p = \frac{e^{b * u_i}}{\sum_{l=1}^L e^{b * u_l}} \quad \text{Εξίσωση 4.6}$$

$$U_k = \frac{1}{b} * \ln[\sum_{i=1}^{n_k} e^{u_{i,k}}] \quad \text{Εξίσωση 4.7}$$

4.3. Δεδομένα για τη μοντελοποίηση ηλεκτρικών οχημάτων

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την μοντελοποίηση

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την μοντελοποίηση ηλεκτρικών οχημάτων είναι τα ακόλουθα:

1. Κατηγοριοποίηση (segmentation) πληθυσμού:

Ο πληθυσμός αποτελεί, ίσως, τον σημαντικότερο παράγοντα καθορισμού της αγοράς. Ο πληθυσμός της χώρας χωρίζεται σε κατηγορίες με βάση διάφορα δημογραφικά χαρακτηριστικά. Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έχει χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο διαχωρισμού μόνο το εισόδημα.

2. Καταγραφή διαθέσιμων επιλογών και ομαδοποίηση (segments of choices):

Για τη λήψη μιας απόφασης, ο επιλέγων διαφοροποιεί τις εναλλακτικές επιλογές με κάποια κριτήρια. Με σκοπό να περιγραφεί αυτό μαθηματικά, έχει θεωρηθεί ότι η συνάρτηση χρησιμότητας αποτελεί άθροισμα των κριτηρίων αυτών. Συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό της, πολλαπλασιάζεται το κάθε κριτήριο με ένα «βάρος» και στην συνέχεια προστίθενται τα γινόμενα αυτά. Το «βάρος» αυτό αντιπροσωπεύει την βαρύτητα του κάθε κριτηρίου στην τελική επιλογή. Στην υλοποίηση τέτοιων μοντέλων τα κριτήρια αυτά αντικαθίστανται από χαρακτηριστικά που εκπροσωπούν την κάθε εναλλακτική (πχ για αγορά οχήματος η τιμή απόκτησης και το κόστος καυσίμου) και τα οποία είναι σχετικά εύκολο να ποσοτικοποιηθούν. Συνεπώς, για τον υπολογισμό της συνάρτησης χρησιμότητας πρέπει να καταγραφούν στοιχεία για τις διαθέσιμες εναλλακτικές.

Για την ομαλή επίλυση εξισώσεων πολλών μεταβλητών πρέπει να γίνουν απλοποιήσεις. Για παράδειγμα, στην κατηγοριοποίηση των εναλλακτικών επιλογών μερικές φορές χρειάζεται να επιλεγεί η ομαδοποίηση τους σε κατηγορίες (segments), και όχι η αντιμετώπιση της κάθε εναλλακτικής ξεχωριστά (π.χ. μια κατηγορία για το μικρό μέγεθος αυτοκινήτου, αντί για το κάθε μοντέλο αυτοκινήτου).

Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν τα δεδομένα στα οποία δίνει αξία κάποιος όταν κάνει την συγκεκριμένη επιλογή.

3. Καταγραφή αγοράς:

Για να γίνει συσχέτιση των δύο παραπάνω κατηγοριών, δηλαδή για υπολογιστεί ποιο άτομο θα επιλέξει ποια επιλογή, χρειάζεται πρώτα να γίνει βαθμονόμηση του μοντέλου. Η βαθμονόμηση αυτή υπολογίζει τα «βάρη» (γνωστά και ως συντελεστές βήτα) του κάθε χαρακτηριστικού. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε ομάδα πληθυσμού και για κάθε χαρακτηριστικό των διαθέσιμων επιλογών, υπολογίζεται ένας συντελεστής βήτα. Ο συντελεστής αυτός δείχνει την σημαντικότητα του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού στην λήψη της απόφασης για την συγκεκριμένη ομάδα πληθυσμού.

Διαχείριση δεδομένων

Οι απαιτήσεις 1 δίνονται αναλυτικά στην ενότητα 4.4. Με βάση τις απαιτήσεις 2 & 3, τα ακόλουθα δεδομένα ευρέθηκαν, από διαδικτυακή έρευνα του ιστότοπου Gocar.gr, [34] και αφορούν τον κατασκευαστή του ηλεκτρικού επιβατικού οχήματος, τον τύπο (μοντέλο) την ισχύς και την επιτάχυνση 0-100 km/h καθώς και την αρχική τιμή αγοράς του.

Τα αναλυτικά δεδομένα τις πωλήσεις ηλεκτρικών οχημάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1

Κατασκευαστής	Έκδοση/Τύπος Μοντέλου	Ισχύς PS	Επιτάχυνση 0-100 km/h	Τιμή από €
FIAT	500e	95-118	9,5 – 9,0	24.290
	500 e cabrio	118	9,0	30.990
	500e 3+1	118	9,0	29.990
SKODA	ENYAQIV	148 - 306	11,4 – 6,2	35.200
	CitiGoeIV	83	12,3	22.300
VW	e GOLF	136	9,6	34.200
	ID.3	204	7,3	39.600
	ID.4	204	8,5	46.800
	E-Up	83	11,9	23.300
KIA	E-NIRO	136 - 204	9,8 – 7,8	42.990
	E-SOUL	136 - 204	9,9 – 7,9	36.940
MAZDA	MX-30	143	9,7	37.590
PORCHE	TAYCAN	680 - 762	3,2 – 6,8	159.400
TESLA	Model S	422 - 611	3,8 – 2,6	83.990
	Model X	422 – 611	4,6 – 2,9	89.990
	Model 3	306 - 483	5,6 – 3,4	45.990
HONDA	e	136 - 154	9,0 – 8,3	35.990
BMW	i3	170 - 184	7,3 – 6,9	41.300
	iX3	286	6,8	67.900
AUDI	e-tron	313 – 408	6,8 – 5,7	67.900
HYUNDAI	Kona electric	136 - 204	9,7 – 7,6	36.990
MINI COOPER	SE	184	7,3	33.900
JAGUAR	i-PACE	400	4,8	87.500
MERCEDES-BENZ	EQC	408	5,1	80.700
NISSAN	LEAF	150 - 217	7,9 – 6,9	33.980
PEUGOT	E-20	136	8,1	30.600
OPEL CORSA	E	136	8,1	32.230
ZHIDON	D2	41	-	19.900
	D2S	41	-	21.900
SMART FOR2		-	11,8	28490
	CABRIO	-	12,7	25675

Πίνακας 4.1: Δεδομένα ηλεκτρικών επιβατικών οχημάτων που πωλούνται στην Ελληνική αγορά

Ο Πίνακας 4.2 παρουσιάζει ενδεικτικά τις πωλήσεις συμβατικών αυτοκινήτων (μικρής κατηγορίας A&B) για την περίοδο 2014-2019, και ο Πίνακας 4.3 τα χαρακτηριστικά τους [35]

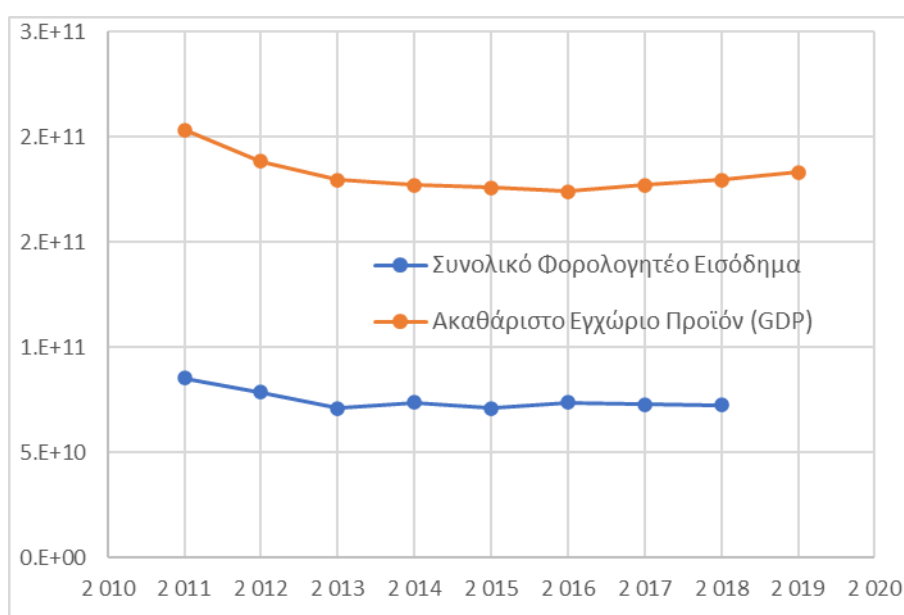
Έτος		2019		2018		2017		2016		2015		2014	
Κατασκευαστής	Μοντέλο	Όγκος πωλήσεων	Μερίδιο αγοράς	Όγκος πωλήσεων	Μερίδιο αγοράς	Όγκος πωλήσεων	Μερίδιο αγοράς	Όγκος πωλήσεων	Μερίδιο αγοράς	Όγκος πωλήσεων	Μερίδιο αγοράς	Όγκος πωλήσεων	Μερίδιο αγοράς
Fiat	Panda	3764	23,41%	3796	24,79%	3140	24,33%	2710	22,80%	1781	15,30%	1898	19,15%
Hyundai	i 10	2476	15,40%	1975	12,90%	1392	10,79%	510	4,29%	1068	9,17%	450	4,54%
Toyota	Aygo	1937	12,05%	1708	11,15%	1491	11,55%	1570	13,21%	1556	13,36%	1128	11,38%
Peugeot	108 (+107)	1412	8,78%	1054	6,88%	1007	7,80%	1192	10,03%	947	8,13%	253	2,55%
Kia motors	Picanto	1314	8,17%	1374	8,97%	419	3,25%	362	3,05%	566	4,86%	473	4,77%
Fiat	500	903	5,62%	865	5,65%	801	6,21%	761	6,40%	751	6,45%	1162	11,72%
Citroen	C1	880	5,47%	895	5,84%	758	5,87%	839	7,06%	572	4,91%	155	1,56%
Volkswagen	UP!	719	4,47%	954	6,23%	1095	8,49%	836	7,03%	768	6,60%	992	10,01%
Skoda	Citigo	663	4,12%	438	2,86%	540	4,18%	273	2,30%	567	4,87%	685	6,91%
Smart	Fortwo	643	4,00%	553	3,61%	445	3,45%	543	4,57%	406	3,49%	179	1,81%
Suzuki	Celerio	464	2,89%	833	5,44%	946	7,33%	1004	8,45%	1066	9,15%	9	0,09%
Seat	Mii	449	2,79%	388	2,53%	308	2,39%	341	2,87%	316	2,71%	600	6,05%
Renault	New twingo	188	1,17%	127	0,83%	177	1,37%	224	1,88%	256	2,20%	41	0,41%
Smart	Forfour	123	0,77%	183	1,20%	171	1,33%	272	2,29%	333	2,86%	0	0,00%
Opel	Adam	106	0,66%	137	0,89%	175	1,36%	147	1,24%	74	0,64%	112	1,13%
Abarth	500	36	0,22%	30	0,20%	37	0,29%	32	0,27%	28	0,24%	34	0,34%
Suzuki	Alto	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	20	0,17%	1026	10,35%
Chevrolet	Spark	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	83	0,70%	360	3,09%	405	4,09%
Toyota	IQ	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	66	0,67%
Nissan	Pixo	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	20	0,20%
Άλλος		1	0,01%	3	0,02%	3	0,02%	186	1,56%	209	1,79%	225	2,27%
ΣΥΝΟΛΟ		16078	100,00%	15313	100,00%	12905	100,00%	11885	100,00%	11644	100,00%	9913	100,00%

Πίνακας 4.2: Πωλήσεις συμβατικών αυτοκινήτων (μικρής κατηγορίας) για την περίοδο 2014-2019

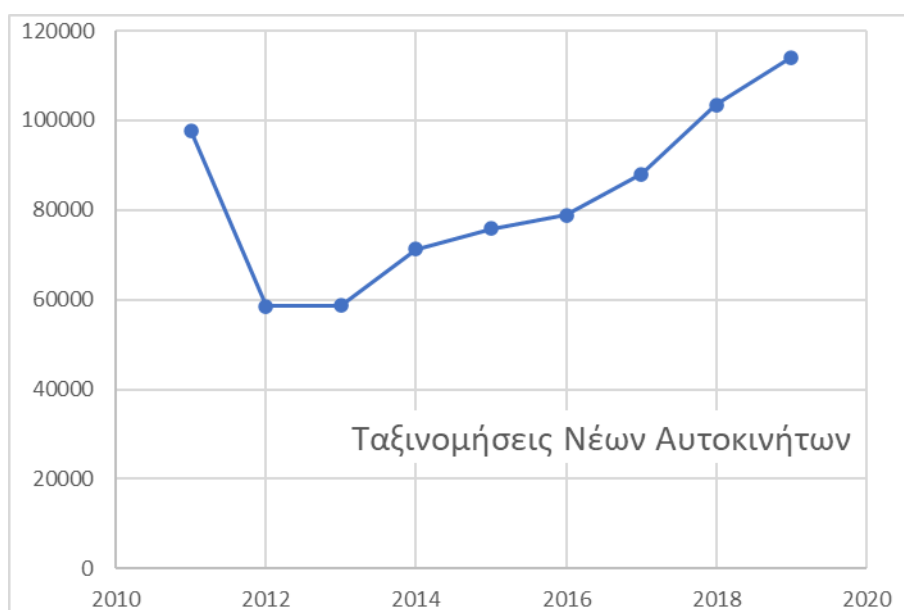
Κατηγορ	Κατασκευαστι	Model	Κωδικός	Καύσιμα	Κινητήρα	Κατανάλα	Αυτονομί	Τιμή	Τέλη κυκλοφορία
B	Audi	A1	35 TFSI	Βενζίνη	1.498	6,2	645	25.410	118
A	Citroen	C1	1.0 VTi 68 PS 5d LIVE	Βενζίνη	0,998	4,1	854	10371	86
B	Citroen	C3	1.2 PureTech 82 S&S FLAIR	Βενζίνη	1,199	4,2	1071	13500	87
A	Fiat	Panda	1.2 8V 69PS EASY	Βενζίνη	1,242	5,2	712	11150	118
A	Fiat	500	1.2 POP	Βενζίνη	1,242	5,1	686	13700	117
B	Ford	Fiesta	1.0 Ecoboost 100 PS BUSINESS	Βενζίνη	0,998	4,3	977	14866	87
B	Honda	Jazz	1.3 TREND	Βενζίνη	1,318	5,1	784	15640	115
A	Hyundai	i 10	1.0 ACTIVE	Βενζίνη	0,998	5,1	784	11190	115
B	Hyundai	i 20	1.0 TGDI 100 PS FRESH	Βενζίνη	0,998	0,0	-	13990	116
A	Kia motors	Picanto	1.0 5d INMOTION PLUS	Βενζίνη	0,998	4,4	795	10740	99
B	Kia motors	Rio	1.2 UPTOWN	Βενζίνη	1,248	5,3	849	13990	112
B	Mazda	2-series	1.5 75 PS EMOTION	Βενζίνη	1.496	4,7	936	13.719	108
B	Mini	Mini	ONE 75 PS	Βενζίνη	1.198	5,1	784	16.504	116
B	Mini	Mini	ONE D	Diesel	1.496	3,4	1.176	19.361	0
B	Mitsubishi	Space star	1.0 ENTRY	Βενζίνη	999	4	875	10.640	83
B	Nissan	Micra	1.0 T 100 PS ENERGY	Βενζίνη	0,999	4,5	911	14290	101
B	Opel	Corsa	1.2 PS EDITION	Βενζίνη	1,199	4,1	976	13580	84
B	Opel	Corsa	1.5 D 102 PS EDITION	Diesel	1,499	3,2	1281	15980	0
A	Peugeot	108	1.0 VTi 72 5d ACCESS	Βενζίνη	0,998	3,8	921	11700	0
B	Peugeot	208	1.2 PureTech 75 ACTIVE	Βενζίνη	1,199	4,1	976	14950	84
B	Renault	Clio	1.3 TCe 130 EDC DYNAMIC	Βενζίνη	1.333	5,2	808	20.790	117
B	Renault	Clio	1.5 dCi 85 PS AUTHENTIC	Diesel	1.461	3,6	1.083	14.790	86
B	Seat	Ibiza	1.0 75 PS REFERENCE	Βενζίνη	999	4,9	816	12.405	110
B	Skoda	Fabia	1.0 MPI 75 PS ACTIVE	Βενζίνη	999	4,8	938	10.980	106
A	Toyota	Aygo	1.0 3d X-CITY	Βενζίνη	0,998	4,1	854	10080	86
B	Toyota	Yaris	1.0 VVTi 72 PS ACTIVE PLUS	Βενζίνη	0,998	4,5	933	14870	99
B	Volkswagen	Polo	1.6 TDI 95 PS COMFORTLINE	Diesel	1,598	3,7	1081	17250	87

Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικά συμβατικών αυτοκινήτων (μικρής κατηγορίας)

Στα Διαγράμματα 4.1 και 4.2 φαίνεται η εξέλιξη του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Πηγή ΕΣΤΑΤ), του Συνολικού Φορολογητέου Εισοδήματος (Πηγή ΑΑΔΕ) και των Ταξινομήσεων Νέων Αυτοκινήτων (Πηγή ΣΕΑΑ), κατά τα τελευταία χρόνια. Είναι φανερό ότι αν και οι δύο πρώτες μεταβλητές παρουσιάσουν κάποια συσχέτιση, οι Ταξινομήσεις Νέων Αυτοκινήτων εμφανίζουν τάσεις που δεν είναι απολύτως συμβατές με την εξέλιξη των εισοδημάτων και επηρεάζονται σημαντικά και από άλλους παράγοντες. Ιδίως αν σε αυτά συνδυαστεί και η πανδημία του COVID-19, η οποία επηρεάζει ήδη τις τάσεις στην εξέλιξη τόσο του εισοδήματος όσο και της αγοράς, είναι κατανοητό ότι μια ρεαλιστική πρόβλεψη της εξέλιξης του συνολικού όγκου της αγοράς αυτοκινήτου είναι ιδιαίτερα δύσκολη και δεν θα επιχειρηθεί στο πλαίσιο αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας, αλλά εστιάζει στην προσπάθεια εκτίμησης του μεριδίου της αγοράς κάθε κατηγορίας αυτοκινήτου με βάση επιλεγμένα σενάρια (δες διαγράμματα 4.3 και 4.4).

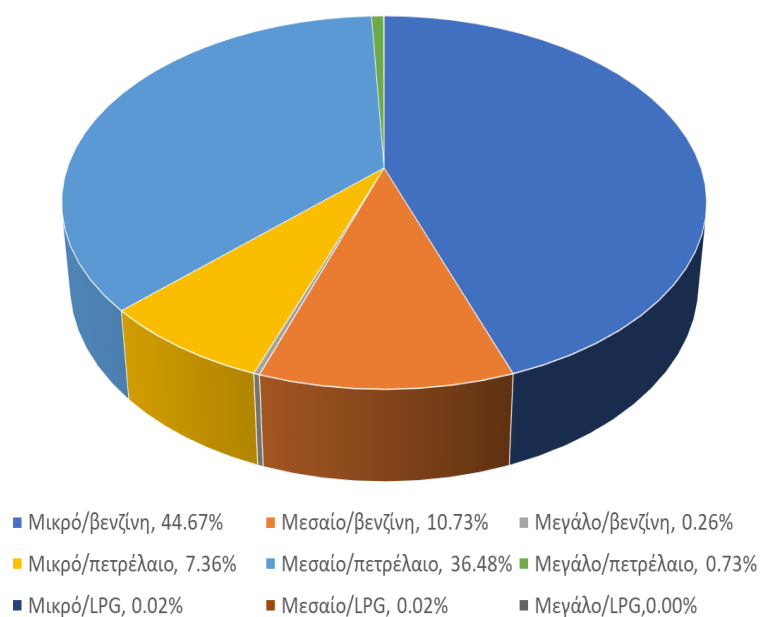


Διάγραμμα 4.1: Συν Φορολογητέο εισόδημα – ΑΕΠ

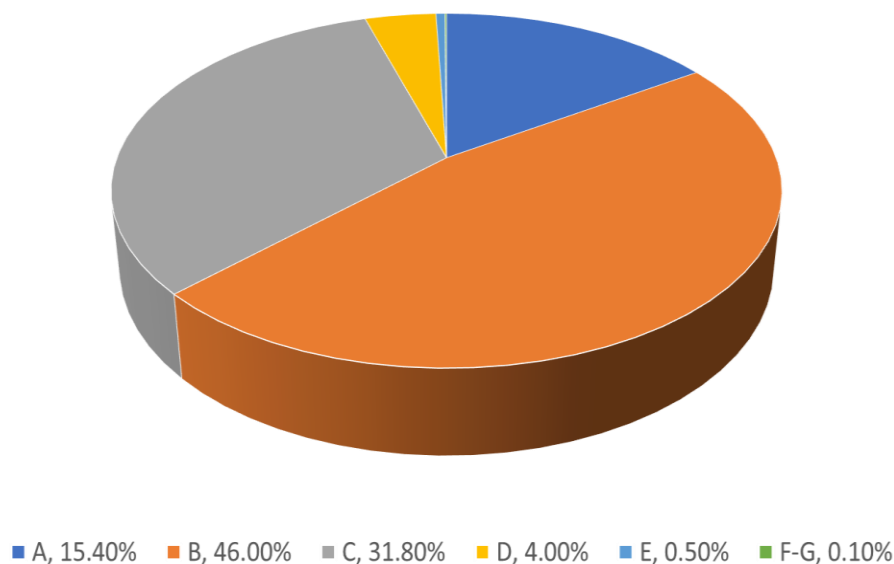


Διάγραμμα 4.2: Ταξινόμηση νέων αυτοκινήτων

Τα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζουν τα ποσοστά ταξινομήσεων των επιβατικών αυτοκινήτων κατά μέγεθος και καύσιμο (διάγραμμα 4.7) και κατά κατηγορία (διάγραμμα 4.8).

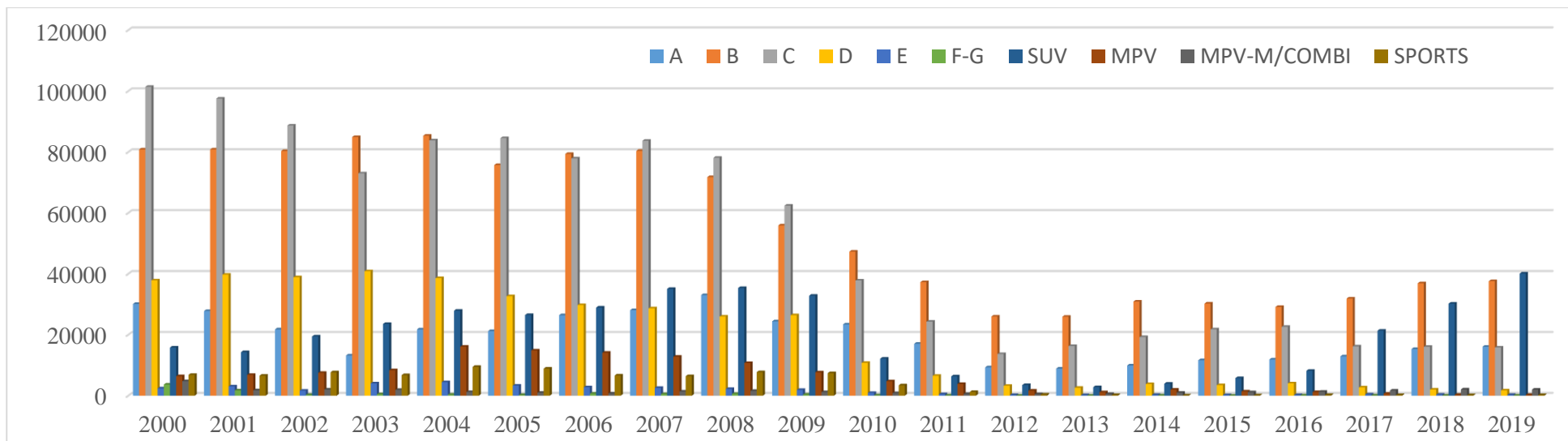


Διάγραμμα 4.3: Ταξινομήσεις καινούργιων επιβατικών αυτοκινήτων ανά κατηγορία και καύσιμο (2017)

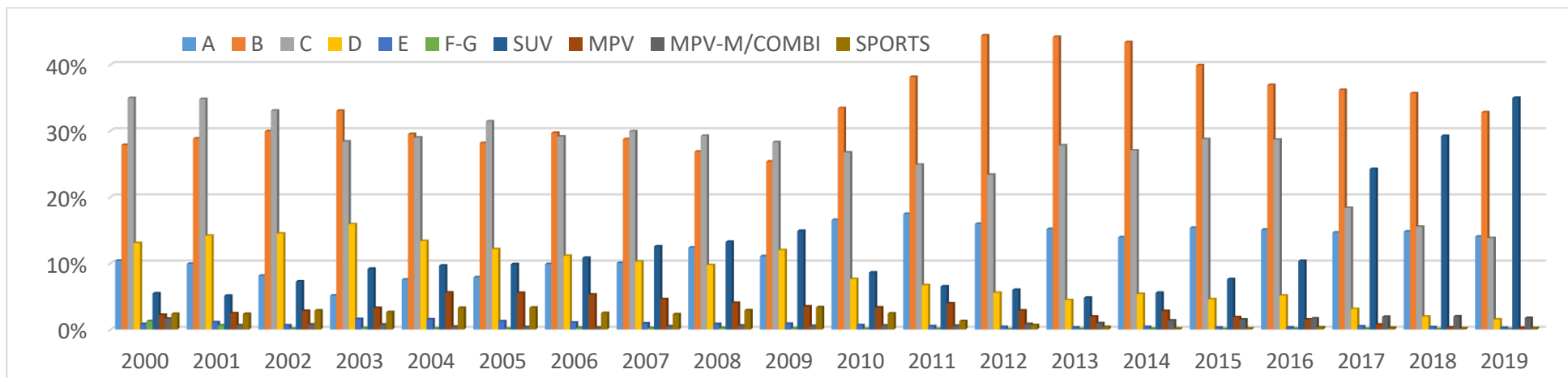


Διάγραμμα 4.4: Ταξινομήσεις καινούργιων επιβατικών αυτοκινήτων ανά κατηγορία (2019)

Τα διαγράμματα 4.5 και 4.6 παρουσιάζουν το πλήθος και το ποσοστό αντίστοιχα των ταξινομήσεων των επιβατικών αυτοκινήτων κατά κατηγορία, με πηγή τον ΣΕΑΑ.



Διάγραμμα 4.5: Πλήθος Ταξινομήσεων επιβατικών κατά κατηγορία Πηγή ΣΕΑΑ



Διάγραμμα 4.6: Ποσοστό Ταξινομήσεων επιβατικών κατά κατηγορία Πηγή ΣΕΑΑ

4.4. Μοντέλο Οικιακού τομέα

Λευκές ηλεκτρικές οικιακές συσκευές και οικιακός κλιματισμός

Θεωρώντας ότι η μοντελοποίηση του οικιακού τομέα στην Ελλάδα και ότι αφορά τις εξής κατηγορίες:

- α) λευκές ηλεκτρικές οικιακές συσκευές, που περιλαμβάνουν και τους ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες και
- β) μονάδες κλιματισμού οικιακού τομέα.

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την μοντελοποίηση είναι τα ακόλουθα:

1. Κατηγοριοποίηση (segmentation) πληθυσμού: Ο πληθυσμός της χώρας χωρίζεται σε κατηγορίες ανάλογα με το εισόδημα
2. Αγορά οικιακού τομέα, με πληροφορίες/δεδομένα όπως:
 - κόστος λευκών οικιακών συσκευών
 - πωλήσεις ηλεκτρικών λευκών συσκευών
 - πωλήσεις θερμοσιφώνων
 - πωλήσεις κλιματιστικών συσκευών για οικιακή χρήση
3. Χαρακτηριστικά λευκών συσκευών οικιακού τομέα, όπως:
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρικών λευκών συσκευών (ηλ. ισχύς, W, μέγεθος)
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρικών θερμοσιφώνων (ηλ. ισχύς, W, μέγεθος)
 - Τεχνικά χαρακτηριστικά κλιματιστικών συσκευών οικιακής χρήσης (ψυκτική ικανότητα, BTU/h, ηλ. ισχύς, W, μέγεθος)
 - Ενεργειακή κλάση σύμφωνα με την EU Ecolabel
4. Δεδομένα ενεργειακών καταναλώσεων
 - Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και ΦΑ για τον οικιακό τομέα

Διαχείριση δεδομένων

Με βάση τις απαιτήσεις 1 τα ακόλουθα δεδομένα ευρέθηκαν, από διαδικτυακή έρευνα στον ιστότοπο της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας - ΕΛΣΤΑΤ [36] και δίνονται στον Πίνακα 4.4

Στοιχεία από ΕΛΣΤΑΤ <i>Σε Ευρώ, €</i>	2010^B	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*	2019*
Συνολικός πληθυσμός στο μέσο του έτους	11,121,383	11,104,995	11,045,040	10,965,241	10,892,369	10,820,964	10,775,989	10,754,701	10,732,894	10,724,599
Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν σε αγοραίες τιμές	20,153	18,308	17,056	16,381	16,282	16,275	16,169	16,472	16,745	17,102
Ακαθάριστο εθνικό εισόδημα σε αγοραίες τιμές	19,707	17,800	17,199	16,379	16,385	16,258	16,085	16,383	16,547	16,962
Καθαρό εθνικό εισόδημα σε αγοραίες τιμές	16,345	14,587	14,112	13,422	13,566	13,538	13,443	13,788	13,980	14,439
Καθαρό εθνικό διαθέσιμο εισόδημα	16,228	14,459	14,051	13,556	13,521	13,487	13,391	13,772	13,926	14,490

*Πίνακας 4.4: Συνολικός πληθυσμός και καθαρό εθνικό διαθέσιμο εισόδημα (2010-2019) *προσωρινά στοιχεία*

Με βάση τις απαιτήσεις 2 & 3, τα ακόλουθα δεδομένα ευρέθηκαν, μετά από έρευνα σε εξειδικευμένους διαδικτυακούς τόπους, όπως skroutz, esphithas, kotsonolos, κα., [37] και αφορούν τη χωρητικότητα, την ενεργειακή κλάση αλλά και ενδεικτικό μέσο κόστος αγοράς.

1. Ηλεκτρική κουζίνα με ενσωματωμένο ηλεκτρικό φούρνο

Ελεύθερη ηλεκτρική κουζίνα με ενσωματωμένο φούρνο και κεραμικές εστίες

Πλάτος m	Χωρητικότητα, lt	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
0,5	43	A	210
	54	A	270
	66	A	255
	73	A	360
0,6	43	A	250
	54	A	300
	66	A	400
	73	A	740
0,7	105	-	900
	115	B	2.200

2. Ηλεκτρικό ψυγείο – Καταψύκτης

Δίπορτα Ηλεκτρικά ψυγεία: Επάνω κατάψυξη – κάτω συντήρηση

Ύψος, m	Χωρητικότητα, lt	Τύπος ψυγείου	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
1	110	Δίπορτο	A+	150
<1.7	207	Δίπορτο	A+	200
<1.8	330	Δίπορτο	A+	500
<1.9	507	Δίπορτο	A+	726
>1.9	577	Δίπορτο	A++	1.000

Καταψύκτες

Ύψος, m	Χωρητικότητα, lt	Τύπος καταψύκτη	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
1	103	1 πόρτα	A++	150
<1.7	185	1 πόρτα	A++	200
<1.8	312	1 πόρτα	A++	500
<1.9	325	1 πόρτα	A++	726
>1.9	410	1 πόρτα	A+++	1.000

3. Πλυντήριο ρούχων

Χωρητικότητα, kg	Στροφές (rpm)	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
5	800	A++	230
6	1000	A++	350
7	1200	A+++	380
8	1300	A+++	390
9+	1300	A+++	400

4. Πλυντήριο οικιακών σκευών

Ελεύθερο πλυντήριο –πλάτος 45 cm

Χωρητικότητα	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
Σερβίτσια 9	A+	260
	A++	450
Ελεύθερο πλυντήριο –πλάτος 60 cm		
Χωρητικότητα	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
Σερβίτσια 13	A+	300
Σερβίτσια 14	A+++	450

5. Θερμοσίφωνες ZNX – Ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες με ηλεκτρική αντίσταση 4 kW

Χωρητικότητα, lt	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
60	-	110
80	-	122
100	-	140
120	-	170

6. Κλιματιστικά μηχανήματα οικιακής χρήσης (split unit heat pumps) με inverter

Ψυκτική ισχύς BTU/hr	Βαθμός απόδοσης SEER	Ενεργειακή κλάση	Ενδεικτικό Κόστος, €
9000	6,1	A++	400
12000	6,1-6,6	A++	600
18000	6,1-6,4	A++	730
24000	6,2	A++	900

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ GAMS ΓΙΑ ΔΙΕΙΞΔΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές εξισώσεις και οι συντελεστές του μοντέλου GAMS (General Algebraic Modelling System), που αφορούν τη διείσδυση του ηλεκτρικού οχήματος, στην Ελλάδα.

Βαθμονόμηση μοντέλου για τον υπολογισμό συντελεστών βήτα, β

Παρουσιάζεται η βαθμονόμηση του μοντέλου της αγοράς αυτοκινήτου που αποσκοπεί στον υπολογισμό των συντελεστών βήτα, οι οποίοι αφού υπολογιστούν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των μεριδίων αγοράς της κάθε κατηγορίας αυτοκινήτου.

Τα σενάρια αυτά μπορούν να διαφοροποιηθούν επιπλέον, εάν διαφοροποιηθούν τα δεδομένα που εισάγονται στο πρόγραμμα.

Σενάριο A) Logit Μοντέλο ανά τμήμα οχήματος (Logit model per vehicle segment)

Βασικές Εξισώσεις

$$\max [sales_{j2,t} * \log(pA_{j2,t})] \quad \text{Εξίσωση 5.1}$$

ή

$$\min \left[\left(\frac{sales_{j2,t} - pA_{j2,t}}{sales_{j2,t}} \right)^2 \right] \quad \text{Εξίσωση 5.2}$$

$$pA_{j2,t} = \frac{\exp(UA_{j2,t})}{\sum_j \exp(UA_{j2,t})} \quad \text{Εξίσωση 5.3}$$

$$UA_{j2,t} = \sum_K (betaA_{k2} * e_{2j2,k2,t}) + betainA * GDP_t \quad \text{Εξίσωση 5.4}$$

$$pA_{j2,t} \geq 0,0000001$$

$$betaA_{k2} \leq 0$$

$$betainA \geq 0$$

Σενάριο B) Logit Μοντέλο ανά τμήμα οχήματος και ανά τμήμα πληθυσμού (Logit model per vehicle segment and per population segment)

Βασικές Εξισώσεις

$$pB_{j2,t} = \sum_l pB_{giveni_{i,j2,t}} * pi_{i,t} \quad \text{Εξίσωση 5.5}$$

$$\max [POPSALES_{i,j2,t} * \log(pB_{giveni_{i,j2,t}})] \quad \text{Εξίσωση 5.6}$$

$$pB_{giveni_{i,j,2,t}} = \frac{\exp(UB_{i,j,2,t})}{\sum_{j2} \exp(UB_{i,j,2,t})}$$

Εξίσωση 5.7

$$UB_{i,j,2,t} = \sum_{k2} (\beta_{i,k2} * e_{2,j2,k2,t}) + \beta_{i,t} * g_{2,i,t} \quad \text{Εξίσωση 5.8}$$

$$pB_{giveni_{i,j,2,t}} \geq 0,0000001$$

$$\beta_{i,k2} \leq 0$$

$$\beta_{i,t} \geq 0$$

$$p_{i,t} = \frac{g_{1,i,t}}{\sum_l g_{1,i,t}}$$

Δείκτες

i	κατηγορίες πληθυσμού με βάση το εισόδημα
j1	μοντέλα αυτοκινήτων
j2	κατηγορίες αυτοκινήτων με βάση κάποιο κριτήριο επιλογής (πχ μέγεθος)
k1	αρχικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτων
k2	(τελικά) χαρακτηριστικά αυτοκινήτων
t	χρονιές δεδομένων αγοράς αυτοκινήτου

Παράμετροι μοντέλου

Sales	πωλήσεις αυτοκινήτων ανά κατηγορία αυτοκινήτου
Popsales	πωλήσεις αυτοκινήτων ανά κατηγορία και ανά κατηγορία πληθυσμού
pX	ποσοστό πωλήσεων κατηγορίας αυτοκινήτου στις συνολικές πωλήσεις
pX _{giveni}	πιθανότητα να επιλεγεί η εναλλακτική επιλογή κατηγορίας αυτοκινήτου j στην κατηγορία πληθυσμού i
p _i	ποσοστό της I κατηγορίας πληθυσμού στον συνολικό πληθυσμό
e ₂	χαρακτηριστικά αυτοκινήτων ανά έτος και ανά κατηγορία αυτοκινήτου
g ₁	αριθμός ατόμων σε κάθε κατηγορία πληθυσμού
g ₂	μέσο εισόδημα ατόμων σε κάθε κατηγορία πληθυσμού
UX	συνάρτηση χρησιμότητας για το σενάριο X

Μεταβλητές απόφασης

betaX	συντελεστές βήτα για τα χαρακτηριστικά αυτοκινήτων για το σενάριο X
betainX	συντελεστές βήτα για το εισόδημα ή το ΑΕΠ για το σενάριο X

Δεδομένα

Τα δεδομένα που χρειάζονται για την υλοποίηση της βαθμονόμησης είναι τριών ειδών:

- Δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των μοντέλων αυτοκινήτου
- Δεδομένα για τις πωλήσεις αυτοκινήτων
- Δεδομένα για τις κατηγορίες του πληθυσμού

Τα δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των μοντέλων αυτοκινήτου έχουν αντληθεί από το site του Autotriti (www.autotriti.gr).

Έχουν καταγραφεί τα εξής χαρακτηριστικά:

- Κόστος απόκτησης (Pr)
- Κατανάλωση καυσίμου (Con)
- Αυτονομία (Ra)
- Κατασκευαστής/Μάρκα (Br)
- Είδος καυσίμου (Fu)
- Τέλη κυκλοφορίας (CTax)

Από τα χαρακτηριστικά αυτά, υπολογίζονται τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για τον υπολογισμό της συνάρτησης χρησιμότητας, τα οποία είναι:

- Κόστος απόκτησης (VP)
- Τρεχούμενα κόστη (RC)
- Αυτονομία (DR)
- Χρόνος επαναφόρτισης ή ανεφοδιασμού (C-RT)

Σε παρένθεση εμφανίζονται τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για να υποδηλώσουν κάθε χαρακτηριστικό.

Καταγραφή των δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται με σκοπό να προκύψουν τιμές για ένα αντιπροσωπευτικό μοντέλου της κάθε κατηγορίας για κάθε έτος.

Από τα αρχικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτου για κάθε μοντέλο υπολογίζονται τα τελικά του χαρακτηριστικά.

Για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών αυτών έχουν χρησιμοποιηθεί οι εξής εξισώσεις:

$$b2_{j1,VP} = b1_{j1,Pr} \quad \text{Εξίσωση 5.9}$$

$$b2_{j1,RC} = b1_{j1,CTax} + A + 1\% * b1_{j1,Pr} * \frac{B}{12000} + B * b1_{j1,Con} * \text{if} [b1_{j1,Fu} = \text{"Βενζίνη"}, PrB, b1_{j1,Fu} = \text{"Diesel"}, PrD, b1_{j1,Fu} = \text{"BEV"}, PrE, TRUE, PrPH]$$

Εξίσωση 5.10

$$b2_{j1,DR} = b1_{j1,Ra}$$
$$c2_{j1,VP,t} = \frac{b2_{j1,VP}}{(1 + x_1)^{2020-t}}$$

$$c2_{j1,RC,t} = b1_{j1,CTax} * (1 + x_3)^{2020-t} + A * (1 + x_4)^{2020-t} + 1\% * c2_{j1,VP,t} * \frac{B}{12000} + B * b1_{j1,Con} * (1 + x_2)^{2020-t} * if [b1_{j1,Con} = "Βενζίνη", PrB_t, b1_{j1,Fu} = "Diesel", PrD_t, b1_{j1,Fu} = "BEV", PrE_t, TRUE, PrPH_t] \quad \text{Εξίσωση 5.11}$$

$$c2_{j1,DR,t} = \frac{b2_{j1,DR}}{(1+x_2)^{2020-t}} \quad \text{Εξίσωση 5.12}$$

$$c2_{j1,C-RT,t} = b2_{j1,C-RT} \quad \text{Εξίσωση 5.13}$$

$$d2_{j2,k2} = \frac{\sum_{j1} b2_{j1,k2} * Sales_{j1,2019}}{\sum_{j1} Sales_{j1,2019}} \quad \text{Εξίσωση 5.14}$$

$$e2_{j2,k2,t} = \frac{\sum_{j1} c2_{j1,k2,t} * Sales_{j1,t}}{\sum_{j1} Sales_{j1,t}} \quad \text{Εξίσωση 5.15}$$

όπου

b1(j1,k1)	Αρχικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτων ανά μοντέλο
b2(j1,k2)	Τελικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτων ανά μοντέλο
c2(j1,k2,t)	Τελικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτων ανά μοντέλο και ανά έτος
d2(j2,k2)	Τελικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτων ανά κατηγορία αυτοκινήτου
e2(j2,k2,t)	Τελικά χαρακτηριστικά αυτοκινήτων ανά κατηγορία αυτοκινήτου και ανά έτος
A	τιμή που εκφράζει το ετήσιο κόστος ασφάλισης (σταθερή στα 75 ευρώ)
B	τιμή που εκφράζει την ετήσια διανυόμενη απόσταση (σταθερή στα 12.000 km)

Τα τρεχούμενα κόστη του κάθε μοντέλου υπολογίζονται από το άθροισμα των παρακάτω τεσσάρων (με σειρά εμφάνισης στην εξίσωση): α) τα τέλη κυκλοφορίας, β) το κόστος ασφάλισης, γ) το κόστος συντήρησης και δ) το κόστος καυσίμου.

Τα τέλη κυκλοφορίας προκύπτουν από την καταγραφή των (αρχικών) δεδομένων. Το κόστος ασφάλισης έχει θεωρηθεί σταθερό για όλα τα μοντέλα για το έτος 2019. Το κόστος συντήρησης θεωρείται ευθέως ανάλογο του κόστους απόκτησης του αυτοκινήτου και τίθεται ίσο με 1% στην περίπτωση που διανύονται 12.000 km ανά έτος. Το κόστος καυσίμου υπολογίζεται ως το γινόμενο της ετήσιας διανυόμενης απόστασης με την κατανάλωση και με το κόστος καυσίμου του συγκεκριμένου μοντέλου αυτοκινήτου.

Ο όρος του χρόνου επαναφόρτισης-ανεφοδιασμού προκύπτει ανάλογα με το καύσιμο του μοντέλου. Για τα συμβατικά καύσιμα ο όρος αυτός είναι 0,25h (15'), για τα ηλεκτρικά 3h και για τα plug-in hybrid ο μέσος όρος αυτών (97,5').

Στο Παράρτημα 3 παρουσιάζεται αναλυτικά το πρόγραμμα GAMS που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αποτελέσματα βαθμονόμησης:

Πραγματοποιήθηκε η βαθμονόμηση για το μοντέλο του σεναρίου Α (δες σ. 34), σύμφωνα με το κριτήριο της μέγιστης πιθανοφάνειας.

Για τις κατηγορίες αυτοκινήτων έγινε διαχωρισμός με βάση το μέγεθος, σε τρεις (3) κατηγορίες: «μικρά-μεσαία-μεγάλα».

Ο διαχωρισμός των κατηγοριών αυτοκινήτων με άλλο τρόπο επιτρέπει την δημιουργία νέων μοντέλων για βαθμονόμηση.

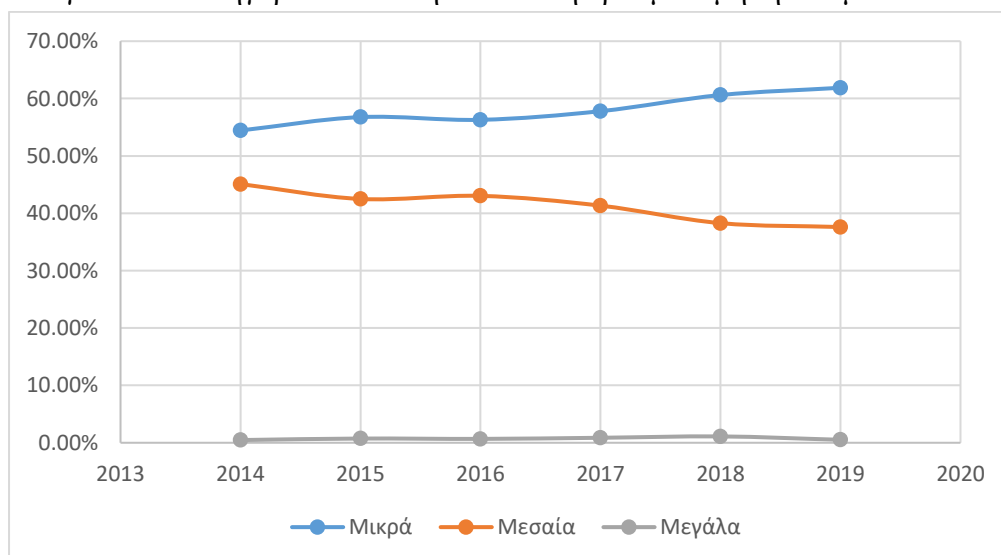
Από την προσομοίωση που έγινε εκτιμήθηκαν οι συντελεστές βήτα, β . Οι κατηγορίες αυτοκινήτων έχουν προκύψει αποκλειστικά με το μέγεθος του κάθε μοντέλου. Τα έτη επίλυσης είναι 2014-2019.

Συντελεστές βήτα

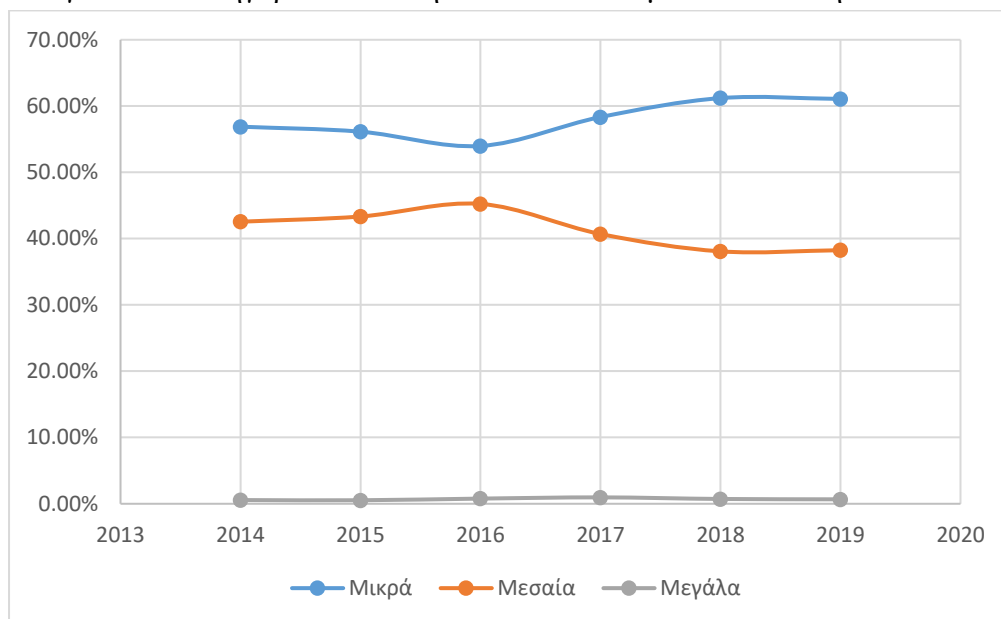
betaA2	Τιμή
VP	-5.06432E-05
RC	-0.001979149
DR	-0.001603282
C-RT	-1.683587785

Αποτελέσματα βαθμονόμησης

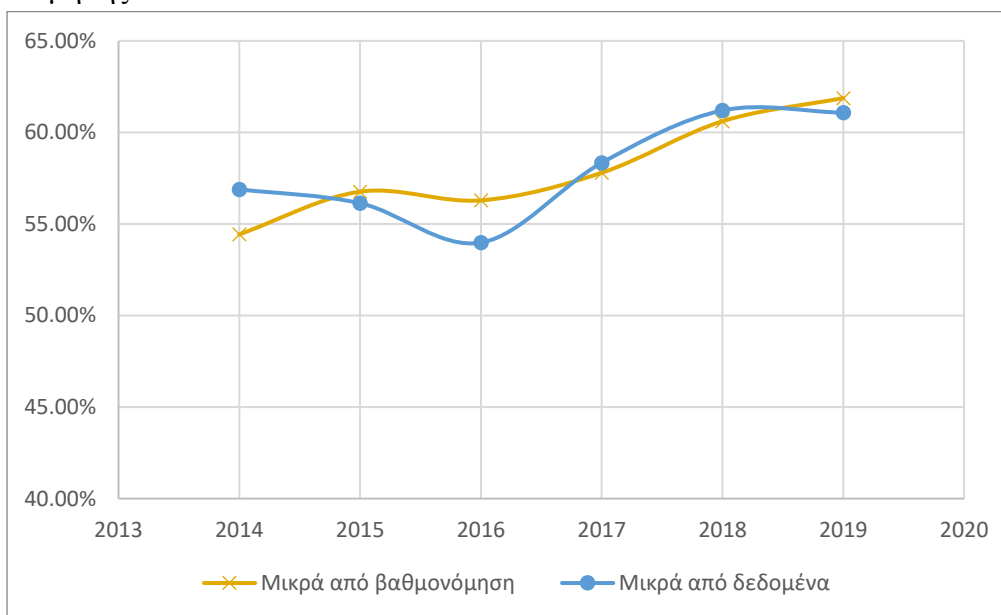
Ποσοστά για κάθε κατηγορία αυτοκινήτου από την βαθμονόμηση του μοντέλου



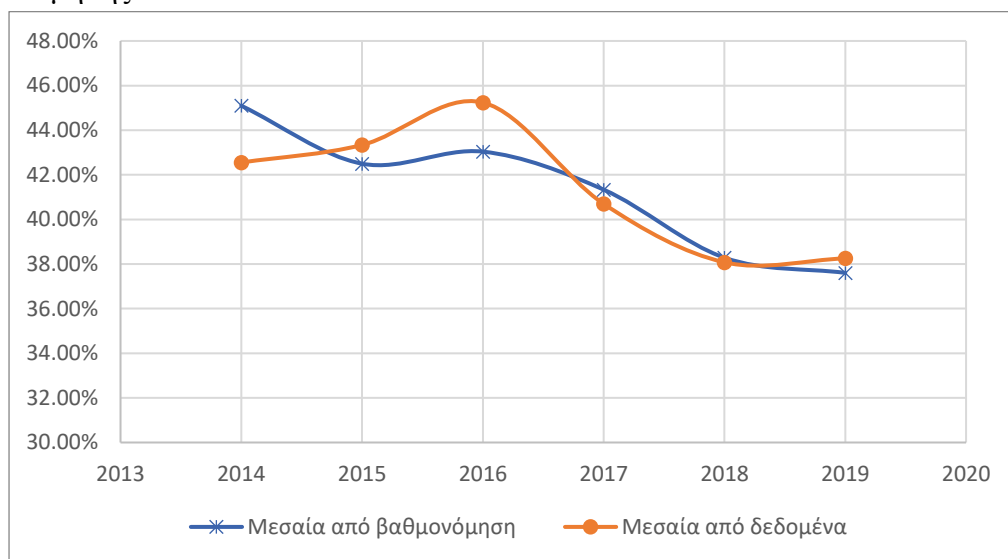
Ποσοστά για κάθε κατηγορία αυτοκινήτου από τα δεδομένα των πωλήσεων



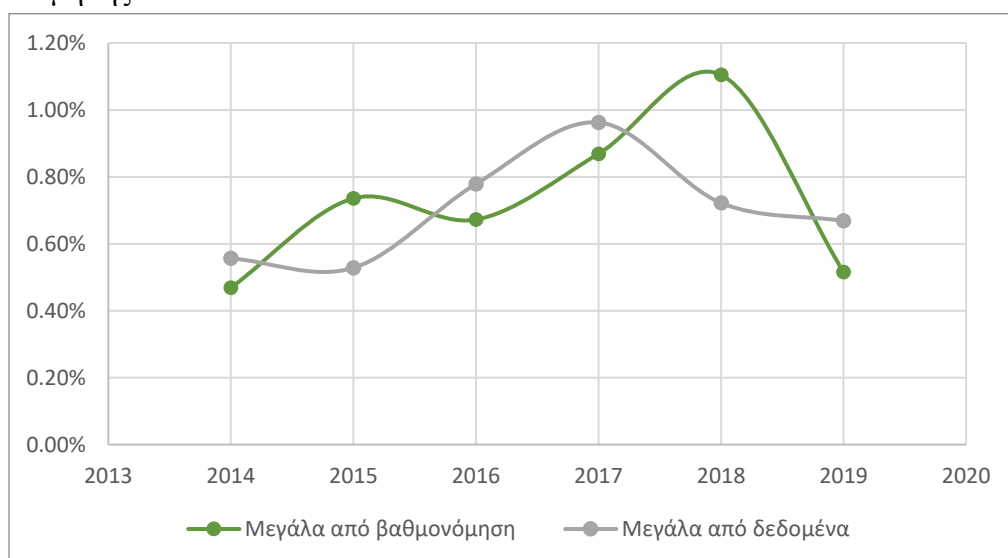
Σύγκριση στην κατηγορία μικρών αυτοκινήτων μεταξύ δεδομένων και αποτελεσμάτων βαθμονόμησης



Σύγκριση στην κατηγορία μεσαίων αυτοκινήτων μεταξύ δεδομένων και αποτελεσμάτων βαθμονόμησης



Σύγκριση στην κατηγορία μεγάλων αυτοκινήτων μεταξύ δεδομένων και αποτελεσμάτων βαθμονόμησης



Λόγος ποσοστού πωλήσεων αυτοκινήτων βαθμονόμησης προς ποσοστού δεδομένων ανά κατηγορία και ανά έτος

Κατηγ. Αυτ.	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Μικρά	95.7%	101.1%	104.3%	99.1%	99.0%	101.3%
Μεσαία	106.0%	98.1%	95.1%	101.6%	100.5%	98.3%
Μεγάλα	84.2%	139.3%	86.4%	90.2%	153.0%	77.1%

Παρατηρούμε ότι, σε γενικές γραμμές, η βαθμονόμηση αποδίδει ποσοστά πωλήσεων, τα οποία προσομοιάζουν τα πραγματικά.

Στις κατηγορίες μικρών και μεσαίων αυτοκινήτων η απόκλιση δεν ξεπερνάει το 6%, γεγονός που υπονοεί ότι οι συντελεστές βήτα στις κατηγορίες αυτές είναι ικανοί, σε ικανοποιητικό βαθμό, να αποδώσουν την πραγματικότητα.

Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις παρουσιάζονται στην κατηγορία του μεγάλου μεγέθους οχημάτων, κάτι το οποίο είναι λογικό λόγω του πολύ μικρού μεριδίου αγοράς.

Πολύ μικρό μερίδιο αγοράς σημαίνει μικρή σχετική επιρροή στην αντικειμενική συνάρτηση, ως προς την οποία έχει γίνει η μεγιστοποίηση, καθώς και της ιδιαίτερης ευαισθησίας της κατηγορίας αυτής στον αριθμό πωλήσεων (η επιπλέον πώληση μικρού αριθμού μοντέλων σε κάποιο έτος μπορεί να επηρεάσει αισθητά το σχετικό ποσοστό της κατηγορίας). Η απόκλιση αυτή, παρότι είναι σε έναν βαθμό δικαιολογημένη, αποτελεί ανησυχητικό παράγοντα για τα αποτελέσματα που θα αποδώσει το μοντέλο στην πρόβλεψη της μελλοντικής ισορροπίας της αγοράς. Ο κύριος λόγος ανησυχίας είναι το γεγονός ότι ο στόχος της πρόβλεψης είναι η εκτίμηση των μεριδίων αγοράς των ηλεκτρικών και των υβριδικών plug-in οχημάτων, μερίδια τα οποία θα είναι επίσης μικρά (τουλάχιστον τα πρώτα χρόνια).

Εκτός από την βαθμονόμηση που παρουσιάστηκε, επιχειρήθηκαν και άλλες βαθμονομήσεις με διαφορετική κατηγοριοποίηση των οχημάτων. Οι βαθμονομήσεις αυτές δεν ολοκληρώθηκαν με επιτυχία.

Η βασική προσπάθεια έγινε για την περίπτωση στην οποία οι κατηγορίες των οχημάτων συνδυάζουν μέγεθος και καύσιμο. Προέκυψαν έξι (6) κατηγορίες αυτοκινήτων, με τις προαναφερθείσες κατηγορίες μεγέθους να χωρίζονται επιπλέον σε καύσιμο βενζίνης και πετρελαίου (μικρό-βενζίνη, μικρό-πετρέλαιο κ.ο.κ.). Οι πωλήσεις για την κάθε επιμέρους κατηγορία προέκυψαν με εκτιμήσεις από ποσοστά παλαιότερης εργασίας [38]. Τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης αυτής δεν «επιστρέφουν» εκτιμήσεις για τις τιμές των συντελεστών βήτα. Συγκεκριμένα, «επιστρέφουν» τιμή μόνο για έναν εκ των συντελεστών των χαρακτηριστικών αυτοκινήτου (του κόστους απόκτησης) και όλες οι άλλες τιμές έχουν βρεθεί από το πρόγραμμα ίσες με μηδέν (0).

Αυτό εκτιμάται ότι συμβαίνει επειδή οι εκάστοτε κατηγορίες μεγέθους έχουν πολύ παρόμοια χαρακτηριστικά μεταξύ τους, ήτοι τα χαρακτηριστικά της κατηγορίας μικρό-βενζίνη είναι πολύ παρόμοια με αυτά της κατηγορίας μικρό-πετρέλαιο και οδηγεί το μοντέλο στο να μην μπορεί να διαχωρίσει τις δύο κατηγορίες και επομένως να μην μπορεί να τους αποδώσει τα (αισθητά διαφορετικά) ποσοστά που τους αντιστοιχούν.

Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να είναι η δημιουργία περισσότερων χαρακτηριστικών αυτοκινήτων, με τον διαχωρισμό για παράδειγμα του όρου τρεχούμενα κόστη στις επιμέρους συνιστώσες του.

Ο κίνδυνος που ελλοχεύει σε αυτήν την διαφοροποίηση είναι ότι μπορεί να οδηγήσει στην στρέβλωση της πραγματικότητας, με σκοπό και μόνο τον υπολογισμό συντελεστών βήτα. Έτσι, οι συντελεστές αυτοί θα φαίνεται ότι σχετίζονται, με επιτυχία, τα αποτελέσματα του προγράμματος με τα πραγματικά δεδομένα της αγοράς, χωρίς όμως αυτό να ισχύει στην πραγματικότητα.

Συμπεράσματα

Η δυνατότητα των «μοντέλων logit» να προβλέψουν προβλήματα διακριτής επιλογής απαιτεί ότι κατά την δημιουργία τέτοιων μοντέλων θα πρέπει να γίνει ιδιαίτερα προσεκτική επιλογή στα χαρακτηριστικά που απαρτίζουν τη συνάρτηση χρησιμότητας, ώστε να επιτευχθεί η ορθή απεικόνιση της εκάστοτε αγοράς.

Η παρούσα εργασία καταδεικνύει ότι, σε ό,τι αφορά την αγορά αυτοκινήτου, χρειάζεται διεύρυνση των χαρακτηριστικών, ώστε να επιτύχει το μοντέλο στον υπολογισμό ποσοστών αυτοκινήτου που προσομοιάζουν την πραγματικότητα. Τέτοια χαρακτηριστικά θα μπορούσε να είναι επιπλέον χαρακτηριστικά των διαφόρων μοντέλων που αναλύονται, αλλά και δείκτες που συσχετίζουν την συμπεριφορά των καταναλωτών απέναντι στις διαθέσιμες επιλογές. Τέτοιοι δείκτες μπορεί να σχετίζονται, για παράδειγμα, με την διαφήμιση και τη δημοτικότητα μοντέλων ή επιλογών καυσίμου ή και με την εξοικείωση και την εμπιστοσύνη που δείχνουν οι αγοραστές σε κάποιες επιλογές.

Μελλοντική εργασία και έρευνα (Future work)

Για την περαιτέρω εμβάθυνση των θεμάτων που πραγματεύεται η παρούσα εργασία θα πρέπει να υλοποιηθούν κάποιες ενέργειες, ώστε να διασφαλιστεί η σωστή πρόβλεψη στο μέλλον. Για να συμβεί αυτό πρέπει να ενσωματωθούν δείκτες που σχετίζονται άμεσα με το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Οι δείκτες αυτοί θα πρέπει να μπορούν να περιγράψουν την επιφυλακτικότητα των αγοραστών απέναντι σε μια καινούρια τεχνολογία και τους παράγοντες που δυσκολεύουν την μείωση του κόστους. Αυτοί οι δείκτες, εν συνεχεία, μπορούν να συμπεριληφθούν στην συνάρτηση χρησιμότητας.

Προτείνεται η χρήση του όρου «*άγχος αυτονομίας*», ένας όρος που δηλώνει το πόσο πιθανό είναι ο κάτοχος ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου να χρειαστεί φόρτιση, στην διάρκεια των μετακινήσεων του. Ο όρος αυτός συνοψίζει τους βασικούς παράγοντες που δυσκολεύουν στο πρακτικό κομμάτι την διείσδυση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, καθώς λαμβάνει υπόψη του παράγοντες όπως είναι ο αριθμός σταθμών φόρτισης (διαθεσιμότητα φορτιστή), το κόστος παράκαμψης, ο ρυθμός φόρτισης και η αυτονομία του.

Επιπλέον, χρειάζεται να ενσωματωθεί ένας όρος που να αντιπροσωπεύει την αποδοχή και την εξοικείωση της κοινωνίας με την τεχνολογία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Το πιο ουσιώδες κομμάτι μιας τέτοιας μοντελοποίησης είναι να δειχθεί η ευαισθησία της διείσδυσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου από θεμελιώδεις παράγοντες, δηλαδή τους παράγοντες αυτούς που την επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό. Τέτοιοι παράγοντες είναι επί το πλείστον ο αριθμός των σημείων φόρτισης, η διαφορά τιμής απόκτησης μεταξύ ηλεκτρικού αυτοκινήτου και αυτοκινήτων συμβατικών καυσίμων, οι τιμές των διαφόρων καυσίμων, η αυτονομία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου και οι επιδοτήσεις και ελαφρύνσεις που παρέχει το κράτος σε συνδυασμό με την ενημερότητα των αγοραστών για την τεχνολογία.

Η ανάλυση αυτή, μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μοντέλου, θα αποδείξει ότι μπορεί να προσφέρει ασφαλή και ορθά αποτελέσματα, με την διαφοροποίηση των διαφόρων παραγόντων που προαναφέρθηκαν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52008DC0781:EL:HTML>
- [2] https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_eec_ia_adopted_part1_0.pdf
- [3] Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Text with EEA relevance
- [4] ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2002 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 σχετικά με την τροποποίηση της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή αποδοτικότητα
- [5] https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/energy-union_en%20-%20regulation-on-the-governance-of-the-energy-union-and-climate-action
- [6] ΦΕΚ 4893/31.12.2019
- [7] Oikonomou V, Becchis F., Steg L., Russolillo D., Energy saving and energy efficiency concepts for policy making , Energy Policy 2009; 37 (11): 4787-4896
- [8] https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-directive-and-rules/eu-targets-energy-efficiency_en#documents
- [9] OECD/IEA Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency: Key insights from IEA indicator Analysis – in support of the G8 plan of Action. Paris, 2008: p.94
- [10] CEC, Action plan for energy efficiency; realizing the potential; Commission of EC; 2006, p.25
- [11] Stephenson J., Barton B., et al Energy cultures: a framework for understanding energy behaviors, Energy Policy 2010; 38(10): 6120-6129
- [12] Jonsson D.K., Gustafsson S., et al Energy at your service: highlighting energy usage systems in the context of energy efficiency analysis. Energy Efficiency, 2010
- [13] Interreg Europe/EU/ERDF Behavior change for energy efficiency – A Policy brief from the Policy learning Platform on Low-carbon economy; December 2018
- [14] Hesselink L.X.W., Chapin E.J.L., Renewable and Sustainable Energy Reviews 99 (2019) p. 29-41
- [15] όπως [14]
- [16] Mundara L., Neij L., et al Evaluating energy efficiency policies with energy-economy models, Annu Rev Environ Resour., 2010; 35 p. 305-344
- [17] όπως [16]
- [18] Moglia M., Cook S., et al., Engineering advance a review of AGM of technology diffusion with special reference to residential energy efficiency Sustain Cities Soc 2017; 31; 173-182
- [19] Al-Alawi B., Bradley T., Review of hybrid, plug-in hybrid and electric vehicle market modelling studies Renewable and Sustainable energy Reviews 21 (2013) p 190-203
- [20] Leinert S., Daly H., et al Co-benefits? Not always: Quantifying the negative effect of a CO₂-reducing car taxation policy on NO_x emissions Energy Policy 2013 p. 1151-1159
- [21] IEA Energy Efficiency 2018 Analysis and outlooks to 2040, 2018

- [22] Scuitema G., Anable J., et al The role of instrumental, hedonic and symbolic attributes in the intention to adopt electric vehicles *Transp. Res.: Part A Pol Pract.* 48 p. 39-49
- [23] Brand C., Cluzel C., Anable J., Modelling the uptake of plug-in vehicles in a heterogeneous car market using a consumer segmentation approach *Transportation Research Part A* 97 (2017) 121-136
- [24] όπως [23]
- [25] όπως [23]
- [26] Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) , (2017), “Global EV outlook 2017”, *ΟΟΣΑ / IEA 2017*, Διαθέσιμο στο διαδίκτυο στη διεύθυνση:
<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook2017.pdf>
- [27] IENE Working Paper No 24 “Prospects for the Electric Vehicle Market and Business Opportunities with Special Reference to SE Europe and Greece” September 2018
- [28] BNEF “Electric Vehicle Outlook 2020”
<https://about.bnef.com/blog/electric-vehicles-accelerate-54-new-car-sales-2040/>
- [29] όπως [27] p.28
- [30] <https://www.nextdeal.gr/epikairota/koinonia/70971/meleti-icap-se-ptosi-oi-leykes-oikiakes-syskeyes> (13.10.2014)
- [31] <https://www.sofokleousin.gr/meleti-icap-simadia-anakampsis-parousiazeti-i-agora-leykon-ilektri> (9.3.2020)
- [32] <https://www.euro2day.gr/news/economy/article/2008238/sta-223-dis-eyro-o-tziros-ths-agoras-hlektrikon-to.html> (14.2.2020)
- [33] <https://emea.gr/epilogi-syntakton/557375/icap-group-se-anodiki-trochia-eos-to-2020/> (31.10.2018)
- [34] www.gocar.gr/new-models/electric.html?c=
- [35] www.seaa.gr
- [36] [https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM03/-](https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SAM03/)
- [37] www.skoutz.gr - www.kostovolos.gr - www.espithas.gr
- [38] Καλοκύρης Θ., Μοντελοποίηση συμπεριφοράς αγοράς ηλεκτρικών αυτοκινήτων, Διπλωματική εργασία Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ, 2019

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΠΛΗΘΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΠΛΗΘΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A	24403	23401	17045	9326	8896	9913	11644	11885	12905	15313	16078
B	55894	47289	37262	25981	25919	30898	30252	29130	31875	36900	37598
C	62386	37811	24299	13669	16307	19252	21798	22613	16182	16056	15816
D	26418	10774	6534	3243	2599	3819	3465	4047	2730	2014	1726
E	1897	912	482	216	166	263	188	221	409	344	265
F-G	350	98	62	10	25	64	27	78	66	39	55
SUV	32828	12172	6355	3497	2811	3945	5766	8170	21353	30228	40092
MPV	7662	4718	3849	1670	1141	1987	1404	1182	654	313	277
MPV- M/COMBI	1179	831	543	485	554	967	1137	1304	1689	2052	1987
SPORTS	7395	3411	1238	379	216	86	108	239	210	162	212
Rechargeable											478
TOTAL	220412	141417	97669	58476	58634	71194	75789	78869	88073	103421	114584

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΩΝ ΕΠΙΒΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A	11,07%	16,55%	17,45%	15,95%	15,17%	13,92%	15,36%	15,07%	14,65%	14,81%	14,03%
B	25,36%	33,44%	38,15%	44,43%	44,20%	43,40%	39,92%	36,93%	36,19%	35,68%	32,81%
C	28,30%	26,74%	24,88%	23,38%	27,81%	27,04%	28,76%	28,67%	18,37%	15,52%	13,80%
D	11,99%	7,62%	6,69%	5,55%	4,43%	5,36%	4,57%	5,13%	3,10%	1,95%	1,51%
E	0,86%	0,64%	0,49%	0,37%	0,28%	0,37%	0,25%	0,28%	0,46%	0,33%	0,23%
F-G	0,16%	0,07%	0,06%	0,02%	0,04%	0,09%	0,04%	0,10%	0,07%	0,04%	0,05%
SUV	14,89%	8,61%	6,51%	5,98%	4,79%	5,54%	7,61%	10,36%	24,24%	29,23%	34,99%
MPV	3,48%	3,34%	3,94%	2,86%	1,95%	2,79%	1,85%	1,50%	0,74%	0,30%	0,24%
MPV- M/COMBI	0,53%	0,59%	0,56%	0,83%	0,94%	1,36%	1,50%	1,65%	1,92%	1,98%	1,73%
SPORTS	3,36%	2,41%	1,27%	0,65%	0,37%	0,12%	0,14%	0,30%	0,24%	0,16%	0,19%
										0,42%	
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%