



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΟΥΣ
ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βασίλειος Δ. Οικονόμου

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΟΥΣ
ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Βασίλειος Δ. Οικονόμου

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Δούκας

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 16^η Ιουλίου 2021

.....

Δημήτριος Ασκούνης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Χρυσόστομος Δούκας

Αναπληρωτής καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2021

.....
Βασίλειος Δ. Οικονόμου

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

Copyright ©Βασίλειος Δ. Οικονόμου, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020 – 2021 στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης του τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π. Επιβλέπων καθηγητής ήταν ο κ. Χρυσόστομος Δούκας, αναπληρωτής καθηγητής του Ε.Μ.Π στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Καραμανέα Αναστάσιο για την εξαιρετική συνεργασία την οποία είχαμε καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής συνεργασίας, και για τον χρόνο που διέθεσε για να με βοηθήσει και να με καθοδηγήσει.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τους γονείς, φίλους και συγγενείς οι οποίοι με στήριξαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π.

Οικονόμου Βασίλειος

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία έχει σκοπό την μελέτη του οικιακού τομέα της Ελλάδας και την διερεύνηση διάφορων σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτόν, εξετάζοντας τόσο τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις αλλά και την βιωσιμότητά τους σε κρατικό επίπεδο. Τα σενάρια αυτά εξετάζονται εντός ενός ευρύτερου πλαισίου αλλαγής της ενεργειακής πολιτικής της χώρας, καθώς σε συνδυασμό με την αλλαγή του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής και την στροφή από τα ορυκτά καύσιμα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ο οικιακός τομέας δύναται να συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσα από μια σειρά δράσεων αλλαγής των καταναλώσεων και εξοικονόμησης ενέργειας. Η μελέτη διεξάγεται με το λογισμικό LEAP στο οποίο εισάγονται ως δεδομένα η τωρινή κατάσταση του εκάστοτε τομέα και μοντελοποιούνται τα διάφορα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα σενάρια αυτά εξετάζονται σε διάστημα 34 ετών, δηλαδή από το 2016 ως το 2050, σε δύο στάδια, αρχικά βραχυπρόθεσμα δηλαδή από το 2016 ως το 2030 και σε ένα πιο μακροπρόθεσμο σχεδιασμό μέχρι το 2050. Μέσω του LEAP υπολογίζεται η διαμόρφωση του ενεργειακού μείγματος αλλά και της μεταβολής των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Εξετάζοντας τα αρχικά μεμονωμένα και εν συνεχεία συνδυάζοντάς τα εξετάζεται κατά πόσο μια συγκεκριμένη σειρά δράσεων μπορεί να επιφέρει μια σημαντική μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα συνεισφέροντας στην επίτευξη του στόχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για κλιματική ουδετερότητα ως το 2050.

Λέξεις Κλειδιά

Εξοικονόμηση ενέργειας, μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, λογισμικό LEAP, οικιακός τομέας, Ελλάδα

Abstract

This diploma thesis aims to analyze the household energy sector of Greece and look into several energy saving scenarios, examining their environmental effects as well as their sustainability. These scenarios are being analyzed as part of a national policy with the purpose to reduce carbon emissions by changing the energy mix, increasing the use of renewable energy sources and taking action to reduce energy consumption. This study is performed with the use of a software called LEAP, in which data regarding the current state of the Greek household energy sector and the energy saving scenarios are used as input.

The scenarios are being examined for a period of 34 years, from 2016 to 2050 in two discrete periods: short term, from 2016 to 2030 and long term, until 2050. LEAP calculates the energy mix along with the carbon emissions produced. The scenarios are first analyzed one by one and then combined, in order to conclude whether or not a specific combination of energy saving actions can result in a drastic reduction of carbon emissions, contributing to the target of climate neutrality, set by the European Union.

Keywords

Energy saving, Reduction of emissions of Carbon Dioxide, LEAP software, Greece, residential sector

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	20
1.1	Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της.....	20
1.2	Τα ορυκτά καύσιμα και η πρόκληση της απαλλαγής από αυτά.....	23
1.3	Οι εκπομπές Διοξειδίου του άνθρακα ανά κράτος και οικονομικό τομέα.....	26
1.4	Οι στόχοι για το κλίμα και η συμφωνία του Παρισιού	28
1.5	Τα πλαίσια της κλιματικής και ενεργειακής πολιτικής 2020 και 2030.....	30
1.6	Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία	30
2	Η κατάσταση στην Ελλάδα	33
2.1	Κλιματολογικό προφίλ της Ελλάδας.....	33
2.2	Η κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα και η στάση των Ελλήνων.....	35
2.3	Το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος.....	37
2.4	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα.....	40
2.5	Το μείγμα ηλεκτροπαραγωγής	42
2.6	Μελλοντικοί στόχοι Ελλάδας.....	44
3	Ο οικιακός τομέας της Ελλάδος	48
3.1	Χαρακτηριστικά των κατοικιών στην Ελληνική επικράτεια	48
3.2	Η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα της Ελλάδος	52
3.3	Χρήσεις ενέργειας στον οικιακό τομέα της Ελλάδος	56
4	Το λογισμικό LEAP.....	62
4.1	Παρουσίαση του λογισμικού.....	62
4.2	Η χρήση του LEAP για την ανάλυση ενεργειακών συστημάτων και την προσομοίωση σεναρίων εξοικονόμησης.....	62
4.3	Αποτελέσματα προσομοιώσεων.....	68
4.4	Συνοψεις.....	71
5	Σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας	72
5.1	Γενικές πληροφορίες.....	72
5.2	Το σενάριο αναφοράς (base scenario).....	72
5.3	Θερμομόνωση (Insulation).....	74

5.4	Αλλαγή κουφωμάτων (Doors – Windows)	74
5.5	Εγκατάσταση Τεντών (Tents)	75
5.6	Ηλιακοί Θερμοσίφωνες (Solar Water Heaters).....	75
5.7	Συστήματα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης συνδεδεμένα με την κεντρική θέρμανση (Boiler Water Heaters)	76
5.8	Θέρμανση με Φυσικό Αέριο (Natural Gas)	76
5.9	Θέρμανση με Αντλίες θερμότητας (Heat Pumps).....	78
5.10	Αλλαγή Λαμπτήρων (Lightning)	78
5.11	Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Συσκευών (Appliances).....	79
5.12	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών στις στέγες (Solar Panels)	80
5.13	Έξυπνα Σπίτια (Smart Houses)	80
5.14	Ευαισθητοποίηση (Sensitization).....	81
5.15	Συνδυαστικό Σενάριο (Combination)	81
6	Αποτελέσματα σεναρίων	82
6.1	Τρόπος υπολογισμού και παρουσίασης αποτελεσμάτων	82
6.2	Αποτελέσματα σεναρίου αναφοράς	83
6.2.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αναφοράς	83
6.2.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αναφοράς	86
6.3	Αποτελέσματα σεναρίου θερμομονώσεων.....	90
6.3.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο θερμομονώσεων.....	90
6.3.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο θερμομονώσεων.....	92
6.3.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου θερμομονώσεων	93
6.4	Αποτελέσματα σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων	94
6.4.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων	94
6.4.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων ..	96
6.4.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων	97
6.5	Αποτελέσματα σεναρίου τεντών	98
6.5.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο τεντών	98
6.5.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο τεντών	99
6.5.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου τεντών.....	100
6.6	Αποτελέσματα σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων	101

6.6.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων	101
6.6.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων 102	
6.6.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων	103
6.7	Αποτελέσματα σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση	104
6.7.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση	104
6.7.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση.....	105
6.8	Αποτελέσματα σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο	107
6.8.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο	107
6.8.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο 109	
6.8.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο	112
6.9	Αποτελέσματα σεναρίου αντλιών θερμότητας	113
6.9.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αντλιών θερμότητας	113
6.9.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αντλιών θερμότητας....	116
6.9.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αντλιών θερμότητας	119
6.10	Αποτελέσματα σεναρίου αντικατάστασης λαμπτήρων.....	120
6.10.1	Κατανάλωση ενέργειας στο αντικατάστασης λαμπτήρων.....	120
6.10.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων 121	
6.10.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αλλαγής λαμπτήρων	122
6.11	Αποτελέσματα σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών.....	123
6.11.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών 123	
6.11.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών	125
6.11.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών 127	
6.12	Αποτελέσματα σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες	128
6.12.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες	128

6.12.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες	129
6.12.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες	131
6.13	Αποτελέσματα σεναρίου ευαισθητοποίησης	132
6.13.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο ευαισθητοποίησης.....	132
6.13.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο ευαισθητοποίησης.....	134
6.14	Αποτελέσματα σεναρίου έξυπνων σπιτιών	136
6.14.1	Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο έξυπνων σπιτιών	136
6.14.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο έξυπνων σπιτιών	138
6.14.3	Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου έξυπνων σπιτιών.....	140
6.15	Αποτελέσματα συνδυαστικού σεναρίου	140
6.15.1	Κατανάλωση ενέργειας στο συνδυαστικό σενάριο	140
6.15.2	Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο συνδυαστικό σενάριο	146
6.15.3	Οικονομική επιβάρυνση συνδυαστικού σεναρίου	151
7	Συμπεράσματα.....	153

Λίστα εικόνων

Εικόνα 1.1:	Μεταβολές στην μέση θερμοκρασία της γης από 500 εκατομμύρια χρόνια πριν μέχρι σήμερα.....	20
Εικόνα 1.2:	Μεταβολές στην μέση θερμοκρασία της γης από το έτος 1850 μέχρι σήμερα	21
Εικόνα 1.3:	Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα της Γης 800 χιλιάδες χρόνια μέχρι σήμερα.....	21
Εικόνα 1.4:	Περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης που απειλούνται λόγω της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας μέχρι το έτος 2100	22
Εικόνα 1.5:	Παγκόσμια παραγόμενη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα.....	25
Εικόνα 1.6:	Εξέλιξη τιμής αργού πετρελαίου, 1861 – 2014.....	26
Εικόνα 1.7:	Εκπομπές CO ₂ ανά κράτος	27
Εικόνα 1.8:	Εκπομπές CO ₂ ανά οικονομικό τομέα.....	27

Εικόνα 1.9: Ποσοστό των πολιτών ανά κράτος που αξιολογούν την κλιματική αλλαγή ως ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα.	29
Εικόνα 2.1: Μέση θερμοκρασία και ύψος βροχοπτώσεων ανά μήνα στην Ελλάδα.....	33
Εικόνα 2.2: Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδας	34
Εικόνα 2.3: Εξέλιξη της μέσης θερμοκρασίας και του μέσου ύψους βροχοπτώσεων στην Ελλάδα	36
Εικόνα 2.4: Το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας, 1965 – 2019.....	37
Εικόνα 2.5: Τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ανά οικονομικό τομέα, 1990 – 2015.....	40
Εικόνα 2.6: Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα, 1900 – 2018 ...	41
Εικόνα 2.7: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα ανά οικονομικό τομέα 1990 – 2016.....	42
Εικόνα 2.8: Ενεργειακό Μείγμα Ηλεκτροπαραγωγής 2019	43
Εικόνα 2.9: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα Ηλεκτροπαραγωγής 2019.....	44
Εικόνα 2.10: Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα και μελλοντικές επεκτάσεις.....	46
Εικόνα 3.1: Δομικά Υλικά κατοικιών ανά κλιματική ζώνη.	48
Εικόνα 3.2: Αριθμός κατοικιών με εγκατεστημένες μονώσεις ανά χρονολογία κατασκευής	52
Εικόνα 3.3: Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα της Ελλάδος 2000 – 2016.....	53
Εικόνα 3.4: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και αερίων του θερμοκηπίου του οικιακού τομέα της Ελλάδας, 1995 – 2015.....	54
Εικόνα 3.5: Κατανάλωση Ενέργειας ανά πηγή στον οικιακό τομέα, 2007 – 2015	55
Εικόνα 3.6: Ποσοστά κατανομής πηγών ενέργειας στον οικιακό τομέα, 2000 – 2016....	56
Εικόνα 3.7: Πηγές παραγωγής θερμικής ενέργειας του Ελληνικού οικιακού τομέα	57
Εικόνα 3.8: Καταναλώσεις Ηλεκτρικής Ενέργειας του Οικιακού τομέα στην Ελλάδα... ..	57
Εικόνα 3.9: Τύπος θέρμανσης αναλόγως του έτους κατασκευής της πολυκατοικίας	58
Εικόνα 3.10: Ώρες λειτουργίας συστήματος ψύξης κατοικιών τους θερινούς μήνες.....	60
Εικόνα 3.11: Πηγές παραγωγής ενέργειας του Οικιακού τομέα σε Αστικές και Αγροτικές περιοχές.....	61
Εικόνα 3.12: Σύγκριση καταναλώσεων κατοικιών Αστικών και Αγροτικών περιοχών ..	61
Εικόνα 4.1: Ο κλάδος των key assumptions	63

Εικόνα 4.2: Ο κλάδος της ηλεκτροπαραγωγής.....	63
Εικόνα 4.3: Βαθμοί απόδοσης των ηλεκτροπαραγωγών μονάδων.....	64
Εικόνα 4.4: Καταχώρηση ποσοστών συμμετοχής των μονάδων ηλεκτροπαραγωγή στο τελικό μείγμα	64
Εικόνα 4.5: Καταχώρηση απωλειών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.....	64
Εικόνα 4.6: Εισαγωγή επιπέδου δραστηριότητας.....	65
Εικόνα 4.7: Εισαγωγή των ποσοστών χρησιμοποίησης	65
Εικόνα 4.8: Εισαγωγή της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά νοικοκυριό.....	65
Εικόνα 4.9: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω μαγειρέματος με υγραέριο.....	65
Εικόνα 4.10: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω ηλεκτροπαραγωγής.....	66
Εικόνα 4.11: Παράθυρο διαλόγου δημιουργίας σεναρίων	66
Εικόνα 4.12: Παράθυρο διαλόγου εισαγωγής συναρτήσεων	67
Εικόνα 4.13: Χρήση και σύνταξη της συνάρτησης “Interp”	67
Εικόνα 4.14: Σύνταξη της συνάρτησης “Annualized Cost”	68
Εικόνα 4.15: Διάγραμμα ενεργειακής ζήτησης ανά έτος	68
Εικόνα 4.16: Διάγραμμα παραγόμενων εκπομπών ανά έτος.....	69
Εικόνα 4.17: Διάγραμμα εξέλιξης κόστους ανά έτος	69
Εικόνα 4.18: Διάγραμμα διαφορών μεταξύ σεναρίων.....	70
Εικόνα 4.19: Διάγραμμα αντιπαραβολής μεταξύ σεναρίων	70
Εικόνα 4.20: Η καρτέλα “Summaries” του LEAP.....	71
Εικόνα 5.1: Το Δίκτυο Φυσικού Αερίου της Ελλάδας	77
Εικόνα 5.2: Σύγκριση Λαμπτήρων διάφορων τεχνολογιών	79
Εικόνα 6.1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας του οικιακού τομέα και ανάλυσή της ανά χρήση σε Mtoe στο σενάριο αναφοράς.....	83
Εικόνα 6.2: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά πηγή σε Mtoe στο σενάριο αναφοράς.....	84
Εικόνα 6.3: Κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς	85
Εικόνα 6.4: Κατανάλωση ενέργειας για μαγείρεμα ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς.....	86

Εικόνα 6.5: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανάλυσή τους ανά χρήση σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς ..	87
Εικόνα 6.6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς	88
Εικόνα 6.7: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς.....	89
Εικόνα 6.8: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς	90
Εικόνα 6.9: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου θερμομονώσεων σε Mtoe	91
Εικόνα 6.10: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου θερμομόνωσης σε ktoe.....	91
Εικόνα 6.11: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου θερμομονώσεων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	92
Εικόνα 6.12: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου θερμομονώσεων και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	93
Εικόνα 6.13: Κοινωνικά κόστη σεναρίου θερμομονώσεων σε εκατομμύρια ευρώ	94
Εικόνα 6.14: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων σε Mtoe	95
Εικόνα 6.15: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων σε ktoe.....	95
Εικόνα 6.16: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	96
Εικόνα 6.17: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	97
Εικόνα 6.18: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων σε εκατομμύρια ευρώ	98
Εικόνα 6.19: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου τεντών σε Mtoe.....	99

Εικόνα 6.20: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου τεντών και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	100
Εικόνα 6.21: Κοινωνικά κόστη σεναρίου τεντών σε εκατομμύρια ευρώ.....	101
Εικόνα 6.22: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων σε ktoe.....	102
Εικόνα 6.23: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	103
Εικόνα 6.24: Κοινωνικά κόστη σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων σε εκατομμύρια ευρώ	104
Εικόνα 6.25: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση σε ktoe...	105
Εικόνα 6.26: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	106
Εικόνα 6.27: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	107
Εικόνα 6.28: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe	108
Εικόνα 6.29: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe	109
Εικόνα 6.30: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	110
Εικόνα 6.31: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	110

Εικόνα 6.32: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	111
Εικόνα 6.33: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	112
Εικόνα 6.34: Κοινωνικά κόστη σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο σε εκατομμύρια ευρώ	113
Εικόνα 6.35: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντλιών θερμότητας σε Mtoe	114
Εικόνα 6.36: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe	115
Εικόνα 6.37: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe.....	116
Εικόνα 6.38: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	117
Εικόνα 6.39: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	117
Εικόνα 6.40: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	118
Εικόνα 6.41: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	119
Εικόνα 6.42: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αντλιών θερμότητας σε εκατομμύρια ευρώ .	120
Εικόνα 6.43: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντικατάστασης λαμπτήρων σε Mtoe	121
Εικόνα 6.44: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αντικατάστασης λαμπτήρων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	122
Εικόνα 6.45: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αλλαγής λαμπτήρων σε εκατομμύρια ευρώ .	123

Εικόνα 6.46: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών σε Mtoe	124
Εικόνα 6.47: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών σε ktoe	125
Εικόνα 6.48: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	126
Εικόνα 6.49: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αλλαγής ηλεκτρικών συσκευών και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	127
Εικόνα 6.50: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών ανά χρήση σε εκατομμύρια ευρώ	128
Εικόνα 6.51: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες σε Mtoe	129
Εικόνα 6.52: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	130
Εικόνα 6.53: Κοινωνικά κόστη σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες σε εκατομμύρια ευρώ	131
Εικόνα 6.54: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου ευαισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε Mtoe	133
Εικόνα 6.55: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου ευαισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe.....	133
Εικόνα 6.56: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου ευαισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	135
Εικόνα 6.57: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου ευαισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	135
Εικόνα 6.58: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου έξυπνων σπιτιών σε Mtoe.....	137
Εικόνα 6.59: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου έξυπνων σπιτιών και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe	137

Εικόνα 6.60: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου έξυπνων σπιτιών και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	139
Εικόνα 6.61: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου έξυπνων σπιτιών και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	139
Εικόνα 6.62: Κοινωνικά κόστη σεναρίου έξυπνων σπιτιών σε εκατομμύρια ευρώ.....	140
Εικόνα 6.63: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε Mtoe	142
Εικόνα 6.64: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe.....	142
Εικόνα 6.65: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe	143
Εικόνα 6.66: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe.....	144
Εικόνα 6.67: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για μαγείρεμα ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe	145
Εικόνα 6.68: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	147
Εικόνα 6.69: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	147
Εικόνα 6.70: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα.....	149
Εικόνα 6.71: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	150
Εικόνα 6.72: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα	151
Εικόνα 6.73: Κοινωνικά κόστη σεναρίου έξυπνων σπιτιών σε δισεκατομμύρια ευρώ..	152

Λίστα πινάκων

Πίνακας 2.1: Οι νομοί κάθε κλιματικής ζώνης.....	35
Πίνακας 2.2: Εγχώριο και Υπολειπόμενο Μείγμα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας 2019	42
Πίνακας 2.3: Στόχοι εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ σε GW	45
Πίνακας 2.4: Στόχοι παραγωγής ΑΠΕ σε TWh.....	45
Πίνακας 3.1: Όρια συντελεστών θερμοπερατότητας σε παλαιό και νέο ΚΕΝΑΚ.....	49
Πίνακας 3.2: Όρια πάχους μονώσεως σε παλαιό και νέο ΚΕΝΑΚ.....	50
Πίνακας 3.3: Απαιτήσεις σε ιδιότητες κουφωμάτων ανά κλιματική ζώνη.....	50
Πίνακας 3.4: Τύπος θερμομόνωσης ελληνικών νοικοκυριών	52
Πίνακας 3.5: Ενεργειακές πηγές Ελληνικών νοικοκυριών, Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012.....	54
Πίνακας 3.6: Κατανομή χρήσης ενέργειας στα Ελληνικά Νοικοκυριά.....	56
Πίνακας 3.7: Κατανομή χρήσης Θερμικής ενέργειας.....	57
Πίνακας 3.8: Συσκευές μαγειρέματος ελληνικών νοικοκυριών	59
Πίνακας 3.9: Ηλεκτρικές συσκευές ελληνικών νοικοκυριών.....	59
Πίνακας 5.1: Διαμόρφωση μείγματος ηλεκτροπαραγωγής 2030 – 2050	73
Πίνακας 5.2: Τελική κατανάλωση Ενέργειας Οικιακού τομέα ανά καύσιμο σε ktoe για τα έτη 2030 και 2050.....	73
Πίνακας 5.3: Τελική κατανάλωση Ενέργειας Οικιακού τομέα ανά χρήση σε ktoe για τα έτη 2030 και 2050	73
Πίνακας 6.1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας του οικιακού τομέα και ανάλυσή της ανά χρήση σε ktoe στο σενάριο αναφοράς	83
Πίνακας 6.2: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς.....	84
Πίνακας 6.3: Κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς	85
Πίνακας 6.4: Κατανάλωση ενέργειας για μαγείρεμα ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς.....	85

Πίνακας 6.5: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του οικιακού τομέα και ανάλυσή τους ανά χρήση σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς.....	86
Πίνακας 6.6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς	88
Πίνακας 6.7: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς .	88
Πίνακας 6.8: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς	89
Πίνακας 6.9: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε κτοε στο σενάριο θερμομονώσεων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	90
Πίνακας 6.10: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και ψύξη σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θερμομονώσεων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	92
Πίνακας 6.11: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε κτοε στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	94
Πίνακας 6.12: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και ψύξη σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	96
Πίνακας 6.13: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για ψύξη σε κτοε στο σενάριο τεντών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	98
Πίνακας 6.14: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για ψύξη σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο τεντών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	99
Πίνακας 6.15: Κοινωνικά κόστη σε εκατομμύρια ευρώ σεναρίου τεντών.....	100
Πίνακας 6.16: Κατανάλωση ηλιακής και ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτοε στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	101
Πίνακας 6.17: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές λόγω χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	102
Πίνακας 6.18: Κατανάλωση πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτοε στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού	

νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	104
Πίνακας 6.19: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές λόγω χρήσης πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	105
Πίνακας 6.20: Κατανάλωση πετρελαίου και φυσικού αερίου για θέρμανση σε ktce στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	108
Πίνακας 6.21: Κατανάλωση πετρελαίου και φυσικού αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε ktce στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	108
Πίνακας 6.22: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	109
Πίνακας 6.23: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση λόγω χρήσης πετρελαίου και φυσικού αερίου σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	110
Πίνακας 6.24: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης λόγω χρήσης πετρελαίου και φυσικού αερίου σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	111
Πίνακας 6.25: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε ktce στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	114
Πίνακας 6.26: Κατανάλωση πετρελαίου, βιομάζας και ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση σε ktce στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	114
Πίνακας 6.27: Κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε ktce στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	115
Πίνακας 6.28: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα για το σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	116
Πίνακας 6.29: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω χρήσης πετρελαίου, βιομάζας και ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	118

Πίνακας 6.30: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω χρήσης πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	118
Πίνακας 6.31: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό σε κτοε στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	120
Πίνακας 6.32: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για φωτισμό σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	121
Πίνακας 6.33: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση που μεταβάλλεται σε κτοε στο σενάριο αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	123
Πίνακας 6.34: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές λόγω χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση που μεταβάλλεται σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αλλαγής ηλεκτρικών συσκευών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	125
Πίνακας 6.35: Κοινωνικά κόστη για αντικατάσταση συσκευών σε εκατομμύρια ευρώ	127
Πίνακας 6.36: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε κτοε στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	129
Πίνακας 6.37: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εξοικονόμηση εκπομπών λόγω παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	130
Πίνακας 6.38: Κοινωνικά κόστη σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες σε εκατομμύρια ευρώ	131
Πίνακας 6.39: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση που μεταβάλλεται σε κτοε στο σενάριο ευαισθητοποίησης και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	132
Πίνακας 6.40: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές ανά χρήση που μεταβάλλεται σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο ευαισθητοποίησης και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	134
Πίνακας 6.41: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση σε κτοε στο σενάριο έξυπνων σπιτιών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	136
Πίνακας 6.42: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές ανά χρήση που μεταβάλλεται σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο έξυπνων σπιτιών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	138

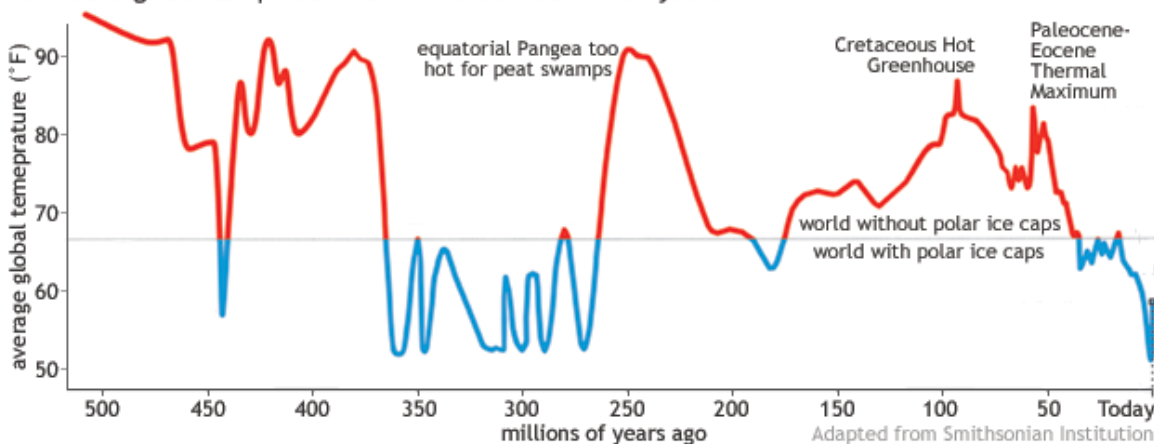
Πίνακας 6.43: Συνολική κατανάλωση ενέργειας και ανάλυσή της ανά χρήση σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	141
Πίνακας 6.44: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά πηγή σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	143
Πίνακας 6.45: Κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς.....	144
Πίνακας 6.46: Κατανάλωση ενέργειας για μαγείρεμα ανά πηγή σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	145
Πίνακας 6.47: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανάλυση τους ανά χρήση σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	146
Πίνακας 6.48: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	148
Πίνακας 6.49: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	149
Πίνακας 6.50: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς	150
Πίνακας 6.51: Κοινωνικά κόστη συνδυαστικού σεναρίου σε εκατομμύρια ευρώ	151
Πίνακας 7.1: Σύνοψη οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων σεναρίων	156

1 Εισαγωγή

1.1 Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις την οποία αντιμετωπίζει στις μέρες μας η ανθρωπότητα είναι η μάχη ενάντια στην κλιματική αλλαγή και τη συνεχή υπερθέρμανση του πλανήτη. Γενικά με τον όρο κλιματική αλλαγή ορίζεται οποιαδήποτε μεταβολή στην τυπική η μέση καιρική κατάσταση μιας περιοχής, όπως για παράδειγμα τη μέση θερμοκρασία ή το μέσο ύψος βροχόπτωσης ή χιονόπτωσης μιας περιοχής, μιας ηπείρου ή και εν γένει ολόκληρου του πλανήτη. Το κλίμα του πλανήτη συνεχώς αλλάζει επηρεαζόμενο από παράγοντες κυρίως αστρονομικούς όπως οι αλλαγές στην τροχιά του πλανήτη, η αλλαγή διεύθυνσης του άξονα περιστροφής της γης, οι οποίοι μεταβάλλουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει στην γη, αλλά και γεωλογικές όπως οι θέσεις των ηπείρων και η ηφαιστειακή δραστηριότητα. Στην ιστορία της γης έχουν καταγραφεί τόσο θερμότερες και ψυχρότερες περιόδους όπως η εποχή των παγετώνων 600-700 εκατομμύρια χρόνια πριν στην οποία το κλίμα της γης ήταν ιδιαίτερα κρύο και τεράστιες εκτάσεις της γης καλύπτονταν από παγετώνες, όπως και περιόδους που το κλίμα ήταν θερμότερο, όπως παραδείγματος χάριν κατά την μεσοζωική εποχή όταν και στην γη ζούσαν οι δεινόσαυροι. Για να παρατηρηθεί όμως μια σημαντική αλλαγή στο κλίμα της γης απαιτούνται από εκατοντάδες ως χιλιάδες και εκατομμύρια χρόνια.

Estimated global temperature over the last 500 million years



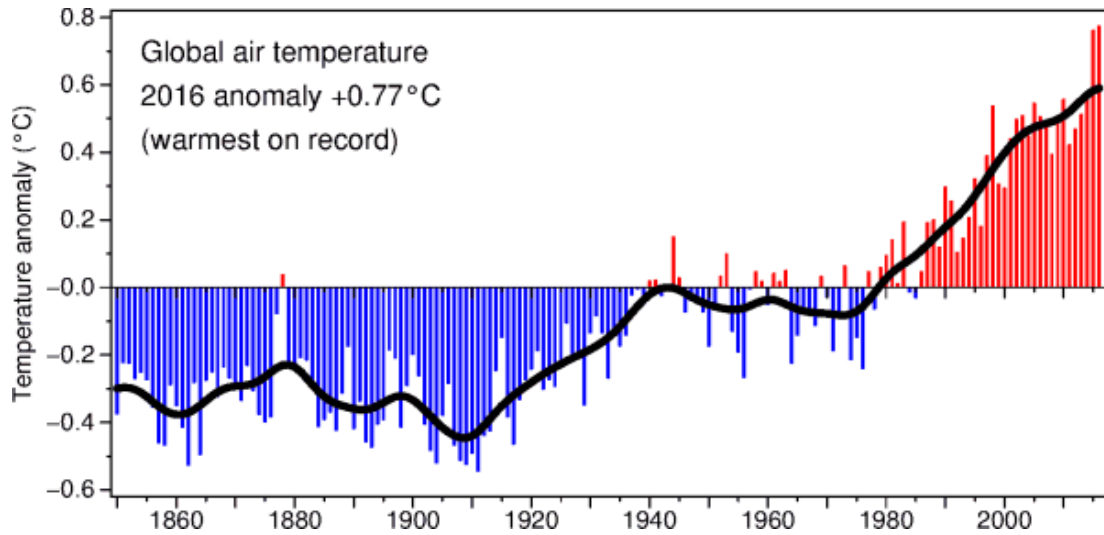
Εικόνα 1.1: Μεταβολές στην μέση θερμοκρασία της γης από 500 εκατομμύρια χρόνια πριν μέχρι σήμερα

Πηγή: *What's the hottest Earth's ever been?* | NOAA Climate.gov

<https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/whats-hottest-earths-ever-been>

Όμως ενώ το κλίμα της γης αλλάζει συνεχώς, από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα παρατηρείται μια σημαντική αύξηση στη θερμοκρασία του πλανήτη η οποία σύμφωνα με τους επιστήμονες είναι αδύνατο να οφείλεται μόνο σε φυσικά φαινόμενα [1]. Η εκτεταμένη χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας απελευθερώνει τεράστια ποσά θερμότητας και αέρια του θερμοκηπίου με κυριότερο το διοξείδιο του άνθρακα αλλά και

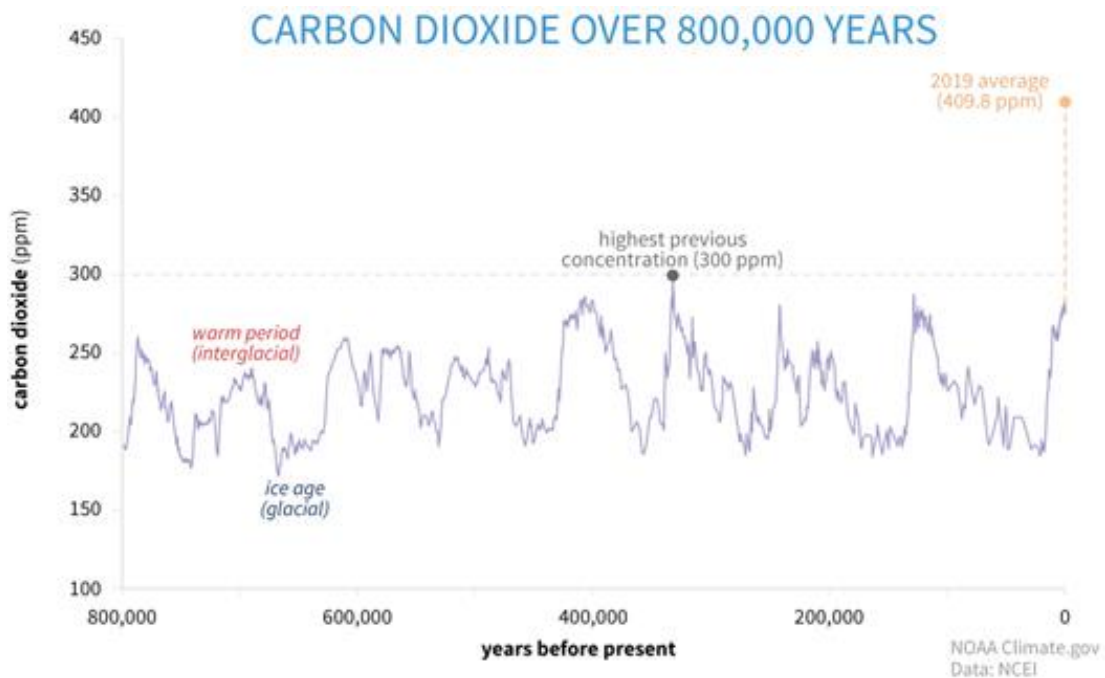
άλλα όπως οξείδια του αζώτου και του θείου τα οποία εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου οδηγώντας σε πολύ γρήγορη υπερθέρμανση του πλανήτη. Επιστημονικές μελέτες, κάνοντας χρήση μοντέλων πρόγνωσης της κλιματικής αλλαγής, αναφέρουν ότι η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μέσα στον αιώνα που διανύουμε μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 5,8 °C [2].



Εικόνα 1.2: Μεταβολές στην μέση θερμοκρασία της γης από το έτος 1850 μέχρι σήμερα

Πηγή: Sun-Earth by Natalie Krivova

https://www2.mps.mpg.de/projects/sun-climate/glch_body.html

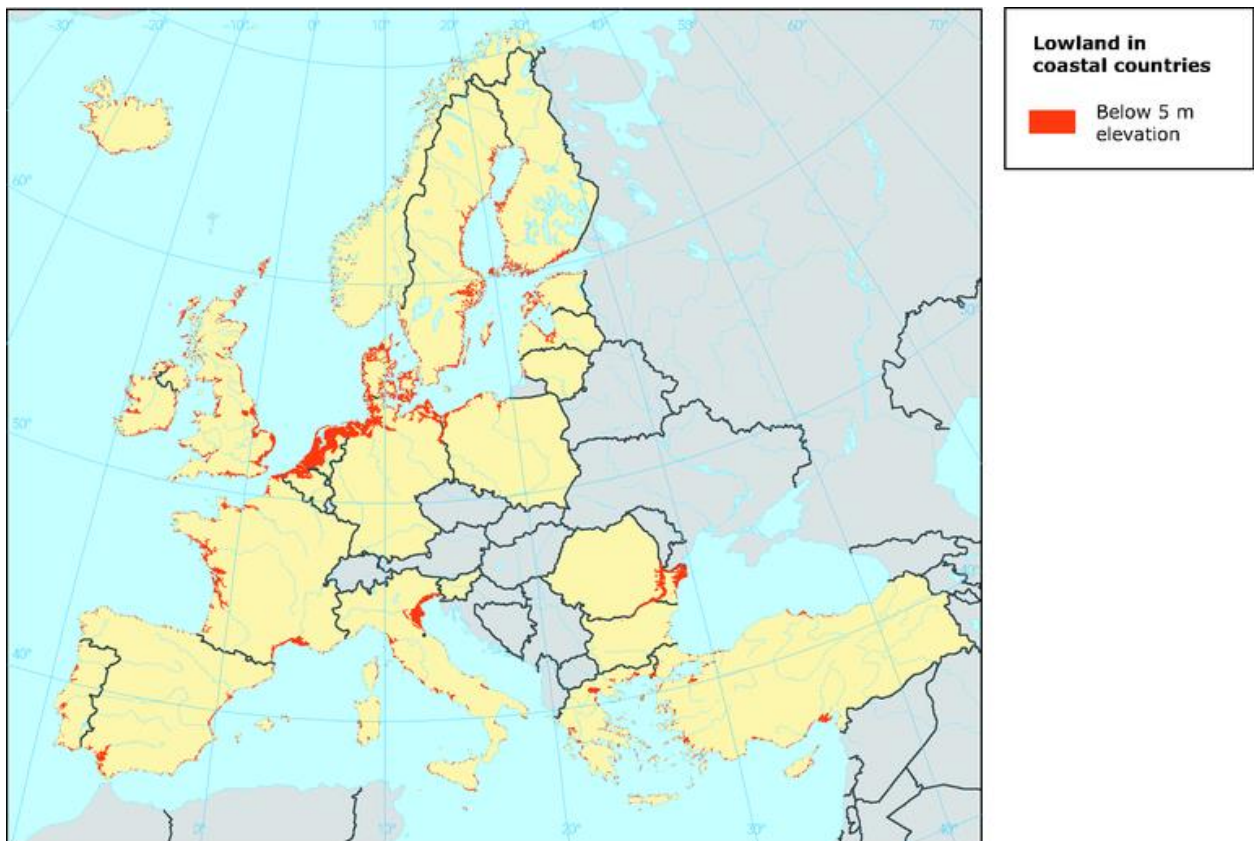


Εικόνα 1.3: Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα της Γης 800 χιλιάδες χρόνια μέχρι σήμερα

Πηγή: Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide | NOAA Climate.gov

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον πλανήτη είναι πολυποίκιλες, δημιουργώντας έτσι μια σειρά από περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Η σημαντικότερη επίπτωση είναι η τήξη των πάγων, της αρκτικής και της ανταρκτικής. Τις τελευταίες δεκαετίες ο πάγος ο οποίος καλύπτει τις περιοχές αυτές μειώνεται συνεχώς κάτι που τα τελευταία χρόνια έχει ενταθεί καθώς έχουν καταγραφεί ακόμη και θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 0 °C στον βόρειο πόλο [3]. Το συνεχές λιώσιμο των πάγων δημιουργεί μια σειρά από σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς με τη σειρά του συνεισφέρει επιπλέον στην υπερθέρμανση του πλανήτη καθώς οι παγετώνες αντανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει στη γη, δημιουργώντας έτσι ένα φαύλο κύκλο. Επιπλέον το λιώσιμο των πάγων αλλάζει τα θαλάσσια ρεύματα των ωκεανών αλλάζοντας πολύ τις καιρικές συνθήκες σε περιοχές όπως η Βόρεια Αμερική και η Βόρεια Ευρώπη [4]. Επιπλέον η τήξη των πάγων επιφέρει άνοδο της στάθμης της θάλασσας καθώς συνεχώς νερό από τους παγετώνες απελευθερώνεται στη θάλασσα. Επιπλέον η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε διαστολή του νερού αυξάνοντας έτσι την στάθμη των θαλασσών [5].



Εικόνα 1.4: Περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης που απειλούνται λόγω της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας μέχρι το έτος 2100

Πηγή: European coastal lowlands most vulnerable to sea level rise

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/european-coastal-lowlands-most-vulnerable-to-sea-level-rise>

Όλα τα παραπάνω επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις τόσο στα οικοσυστήματα του πλανήτη, όσο και στην κοινωνική και οικονομική δραστηριότητα των ανθρώπων. Αρχικά στα οικοσυστήματα, ζώα όπως οι πολικές αρκούδες, οι λεοπαρδάλεις του χιονιού ή οι πιγκουίνοι τα οποία ζουν σε πολικές συνθήκες ή σε υψηλά υψόμετρα απειλούνται άμεσα σε εξαφάνιση καθώς αναγκάζονται συνεχώς να μεταναστεύουν συνεχώς βορειότερα ενώ τα εδάφη και οι πόροι συνεχώς λιγοστεύουν [6]. Επιπλέον ζώα και φυτά τα οποία επιβιώνουν σε εύκρατο κλίμα μεταναστεύουν συνεχώς προς τους πόλους και υφίστανται αλλαγές στον κύκλο ζωής τους. Επιπλέον ζώα και φυτά τα οποία ζουν στην τροπική ζώνη, όπως αλιγάτορες ή και διάφορα ψάρια των τροπικών θαλασσών, μεταναστεύουν προς τις εύκρατες περιοχές διαταράσσοντας τα οικοσυστήματα. Στην περίπτωση της Ελλάδας χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εγκατάσταση μεγάλων πληθυσμών του τοξικού λαγοκέφαλου (επιστημονική ονομασία *Lagocerphalus sceleratus*) στις θάλασσες της Κρήτης και του Νοτίου Αιγαίου. Το συγκεκριμένο είδος συναντάται στον Ινδικό και στον Ειρηνικό Ωκεανό και πέρασε στην Μεσόγειο από την διώρυγα του Σουέζ. Λόγω της απουσίας φυσικών εχθρών αυξάνει συνεχώς τον πληθυσμό του μειώνοντας αυτούς των ντόπιων ψαριών ενώ συνιστά απειλή για όποιον το καταναλώσει καθώς οι ιστοί του περιέχουν τετροδοτοξίνη μια ουσία της οποίας η κατανάλωση μπορεί να επιφέρει μέχρι και θάνατο [7]. Όσον αφορά τους ανθρώπους, η αύξηση της στάθμης των θαλασσών απειλεί νησιά και περιοχές χαμηλού υψόμετρου με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα την Ολλανδία καθώς η αύξηση της στάθμης της θάλασσας απειλεί να τις βυθίσει. Τα καλοκαίρια γίνονται συνεχώς θερμότερα και ξηρότερα, γεγονός το οποίο ευνοεί την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα της πυρκαγιές εντός του αρκτικού κύκλου στην Σιβηρία, τις μεγάλες πυρκαγιές της Αυστραλίας που εκδηλώθηκαν το τελευταίο έτος (2020) [8] αλλά και αντίστοιχες μεγάλες πυρκαγιές στην Ελλάδα με χαρακτηριστικότερη αυτή στο Μάτι Αττικής το 2018 που στοίχισε 100 ζωές [9]. Τα καιρικά φαινόμενα όπως τυφώνες, τροπικές καταιγίδες και ισχυρές βροχοπτώσεις γίνονται ολοένα και συχνότερα, δημιουργώντας πλημμύρες οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα θανάτους, σημαντικές υλικές ζημιές και υποβάθμιση της ποιότητας του πόσιμου νερού και περιορισμό των υδάτινων πόρων.

Συνοψίζοντας λοιπόν η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή μέσω της συνεχόμενης υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι μια από τις σημαντικότερες μάχες τις οποίες καλείται να δώσει η ανθρωπότητα. Ο περιορισμός των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, και κατά συνέπεια ο περιορισμός της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης, είναι απαραίτητοι για την προστασία του πλανήτη και την αειφόρο ανάπτυξη.

1.2 Τα ορυκτά καύσιμα και η πρόκληση της απαλλαγής από αυτά

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο κυριότερος παράγοντας που προκαλεί την ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο είναι επίπτωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με το κυριότερο από αυτά να είναι το διοξείδιο του άνθρακα. Το αέριο αυτό είναι το κυριότερο προϊόν της καύσης ενώσεων οι

οποίες περιέχουν άνθρακα με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Τα ορυκτά καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως σήμερα είναι ο άνθρακας, το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο με όλα τα υποπροϊόντα του όπως η βενζίνη ή το υγραέριο (LPG).

Παρότι έχουν αναφερθεί χρήσεις των ορυκτών καυσίμων στην αρχαιότητα κυρίως για θέρμανση ή φωτισμό [10], η εκτεταμένη χρήση τους άρχισε την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης, δηλαδή από τα μέσα του 18ου αιώνα. Με την εφεύρεση της ατμομηχανής, η οποία χρησιμοποιούσε ως καύσιμο το κάρβουνο, η οικονομία αντί για το νερό, τον αέρα και την μυϊκή δύναμη άλλαξε πηγή ενέργειας με αποτέλεσμα την βιομηχανική επανάσταση που ακολούθησε με την εκβιομηχάνιση της παραγωγής και τη δημιουργία των πρώτων σιδηρόδρομων που έκαναν τις μεταφορές ταχύτερες από ποτέ. Εν συνεχεία η ανάπτυξη του ηλεκτρισμού και η εξάπλωση των ηλεκτρικών δικτύων σε κάθε σπίτι δημιούργησε την ανάγκη παραγωγής όλο και μεγαλύτερων ποσών ενέργειας. Από τα μέσα του 19ου αιώνα οι τεχνολογίες εξόρυξης πετρελαίου βελτιώθηκαν αυξάνοντας κατακόρυφα την παραγωγή πετρελαίου το οποίο άρχισε να χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την παραγωγή ενέργειας. Η ανάπτυξη επίσης του κινητήρα εσωτερικής καύσης στα τέλη του αιώνα έφερε επανάσταση στον τομέα των μεταφορών καθώς άρχισαν να αναπτύσσονται τα πρώτα αυτοκίνητα, δημιουργώντας έτσι ακόμη μεγαλύτερες ανάγκες για την παραγωγή ενέργειας. Στις αρχές του 20ου αιώνα η κατανάλωση ενέργειας συνέχισε να αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό, όμως από το τέλος του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου το 1945 και μετά, η ζήτηση ενέργειας αυξήθηκε ραγδαία. Αυτό οφείλεται αφενός στη συνεχή εξάπλωση της τεχνολογίας σε ολόκληρο τον πλανήτη και αφετέρου στους παγκοσμίως υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης που παρατηρήθηκαν τις δεκαετίες που ακολούθησαν τον πόλεμο. Η αύξηση αυτή στην ζήτηση οδήγησε στην ολοένα και εντονότερη παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, ενώ από τα μέσα της δεκαετίας του '60 άρχισε να χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας και το φυσικό αέριο, ένα νέο πιο αποδοτικό και οικολογικό καύσιμο, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η ρύπανση στα αστικά κέντρα λόγω της εκτεταμένης χρήσης του άνθρακα.

Η πρώτη ενεργειακή κρίση παρατηρήθηκε την δεκαετία του '70 όταν εξαιτίας της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης πετρελαίου και μιας σειράς από γεωπολιτικούς παράγοντες, με κυριότερο τον τέταρτο αραβοϊσραηλινό πόλεμο, σημειώθηκε στα τέλη του 1973 η πρώτη πετρελαϊκή κρίση. Από τον Σεπτέμβριο μέχρι τον Δεκέμβριο του έτους η τιμή του αργού πετρελαίου τριπλασιάστηκε. Το 1979 εξαιτίας της δεύτερης πετρελαϊκής κρίσης η οποία ξέσπασε ως αποτέλεσμα της ιρανικής επανάστασης, οι τιμές κατέγραψαν αντίστοιχη άνοδο, βάζοντας έτσι τέλος στο όνειρο της “φθηνής ενέργειας” [11]. Εν συνεχεία οι συνεχώς αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες, η άνοδος της τιμής του πετρελαίου παγκοσμίως, η οποία παρά την ανάκαμψη που ακολούθησε τις δεκαετίες του '80 και του '90 αυξήθηκε ραγδαία στις αρχές του 21ου αιώνα, καθώς και οι φόβοι για την κλιματική αλλαγή και τη συνεχή υπερθέρμανση του πλανήτη οδήγησαν στην ανάγκη αξιοποίησης νέων πηγών ενέργειας πιο φιλικών προς το περιβάλλον καθώς έγινε σαφές ότι τα αποθέματα πετρελαίου δεν είναι άφθονα, και δεν μπορεί η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση

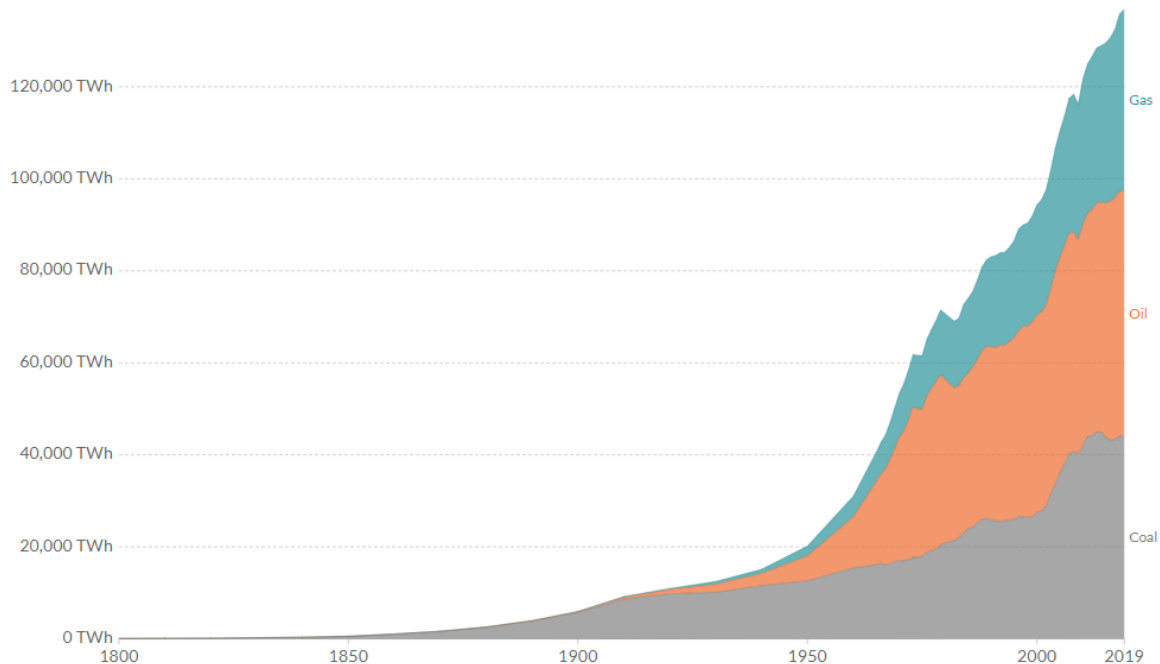
να καλύπτεται από τα ορυκτά καύσιμα. Νέες μορφές ενέργειας όπως η πυρηνική, η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα άρχισαν να αναπτύσσονται με σκοπό τη συνεχή μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων μέχρι τον τελικό στόχο που είναι μια πλήρης απανθρακοποίηση του ενεργειακού μείγματος, δηλαδή να μην γίνεται καθόλου χρήση καυσίμων τα οποία περιέχουν άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας σε όλους τους τομείς.

Global fossil fuel consumption

Global primary energy consumption by fossil fuel source, measured in terawatt-hours (TWh).

Our World
in Data

□ Relative



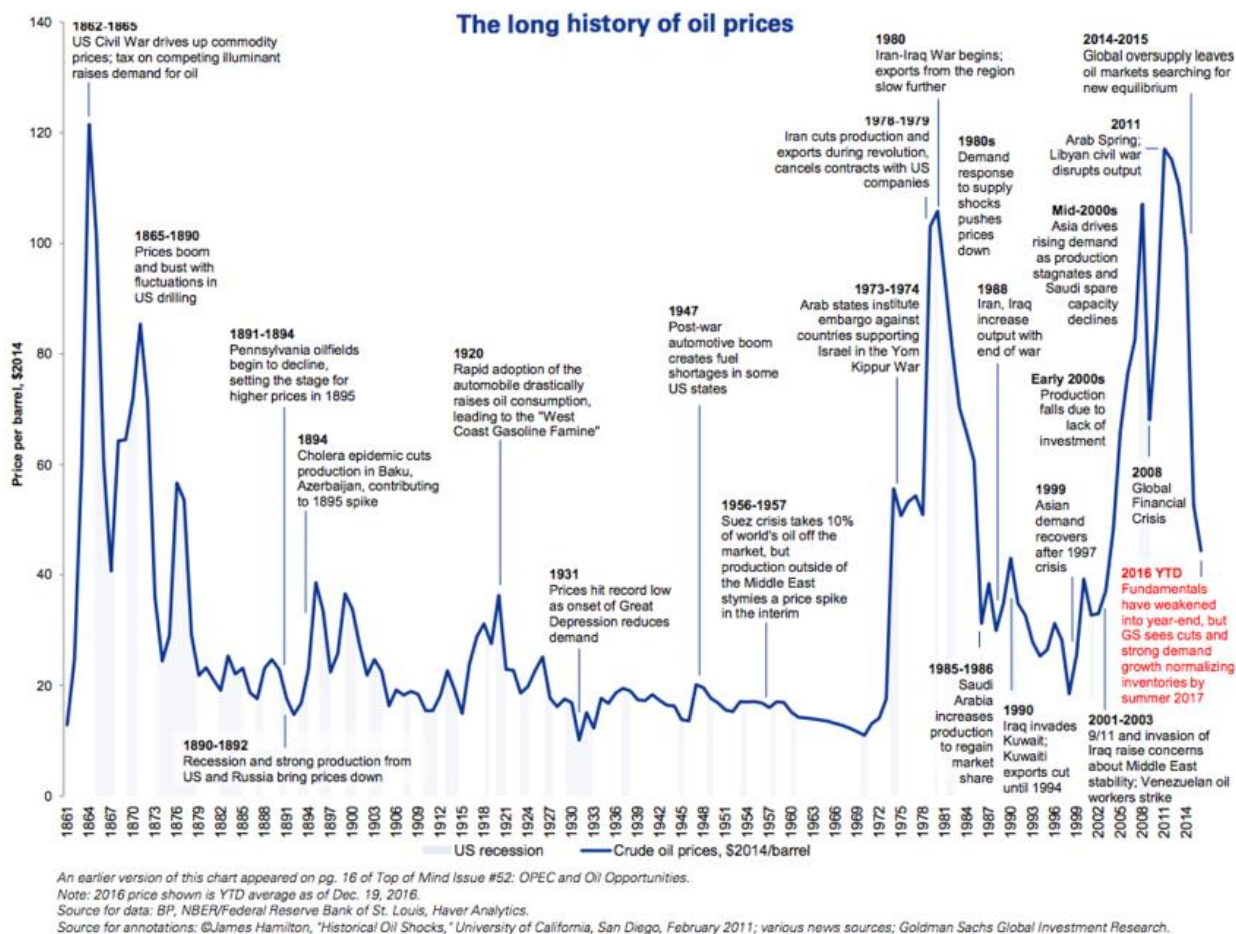
Source: Vaclav Smil (2017). Energy Transitions: Global and National Perspective & BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/fossil-fuels/ • CC BY

Εικόνα 1.5: Παγκόσμια παραγόμενη ενέργεια από ορυκτά καύσιμα.

Πηγή: Fossil Fuels

<https://ourworldindata.org/fossil-fuels>



Εικόνα 1.6: Εξέλιξη τιμής αργού πετρελαίου, 1861 – 2014

Πηγή: 155 years of oil prices - in one chart

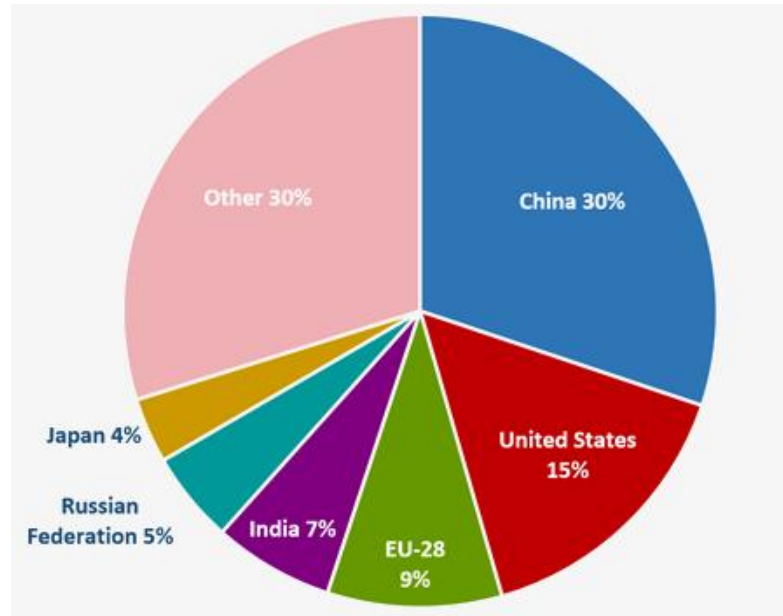
<https://www.weforum.org/agenda/2016/12/155-years-of-oil-prices-in-one-chart/>

1.3 Οι εκπομπές Διοξειδίου του άνθρακα ανά κράτος και οικονομικό τομέα

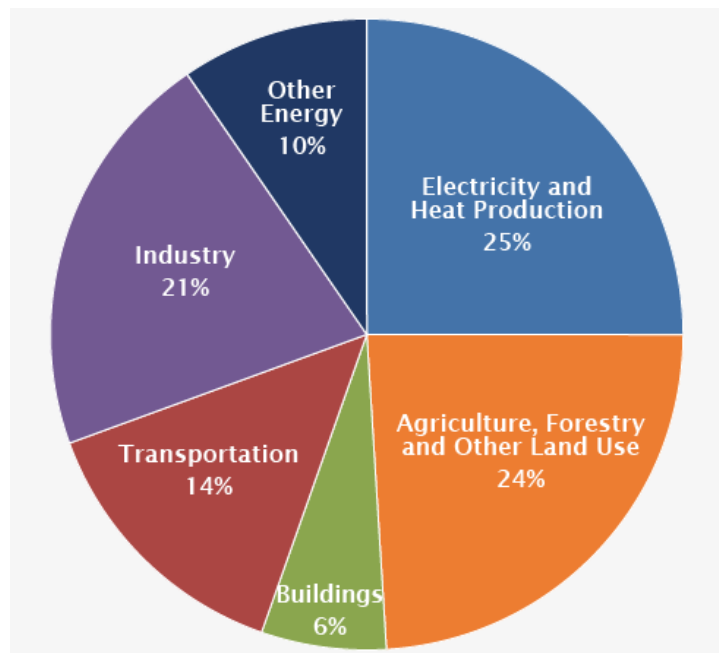
Στην Εικόνα 1.7 παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂ ανά κράτος. Είναι πολύ ενθαρρυντικό ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση λόγω της δράσης των κρατών της ενάντια στην κλιματική αλλαγή, το έτος 2014 συνείσφερε μόνο το 9% της παγκόσμιας εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα ενώ είναι μια από τις πιο αναπτυγμένες οικονομίες του πλανήτη αντίθετα με χώρες όπως η Κίνα ή οι Ηνωμένες Πολιτείες των οποίων η συνεισφορά είναι πολύ μεγαλύτερη. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα μέτρα τα οποία έχουν ληφθεί από τα κράτη – μέλη για τον περιορισμό των εκπομπών.

Εν συνεχεία, βλέπουμε στην Εικόνα 1.8 την κατανομή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά οικονομικό τομέα για το έτος 2015. Παρατηρούμε ότι ο κτηριακός τομέας συμβάλει μόλις στο 6% των παγκόσμιων εκπομπών, όμως η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας συμβάλει σε ένα βαθμό 25% στις εκπομπές και μεγάλο μέρος της ενέργειας αυτής καταναλώνεται στα νοικοκυριά οπότε γίνεται σαφές ότι η

εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό τομέα θα συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών άρα και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 1.7: Εκπομπές CO2 ανά κράτος
Πηγή: Global Greenhouse Gas Emissions Data | US EPA
<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>



Εικόνα 1.8: Εκπομπές CO2 ανά οικονομικό τομέα
Πηγή: Global Greenhouse Gas Emissions Data | US EPA
<https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>

1.4 Οι στόχοι για το κλίμα και η συμφωνία του Παρισιού

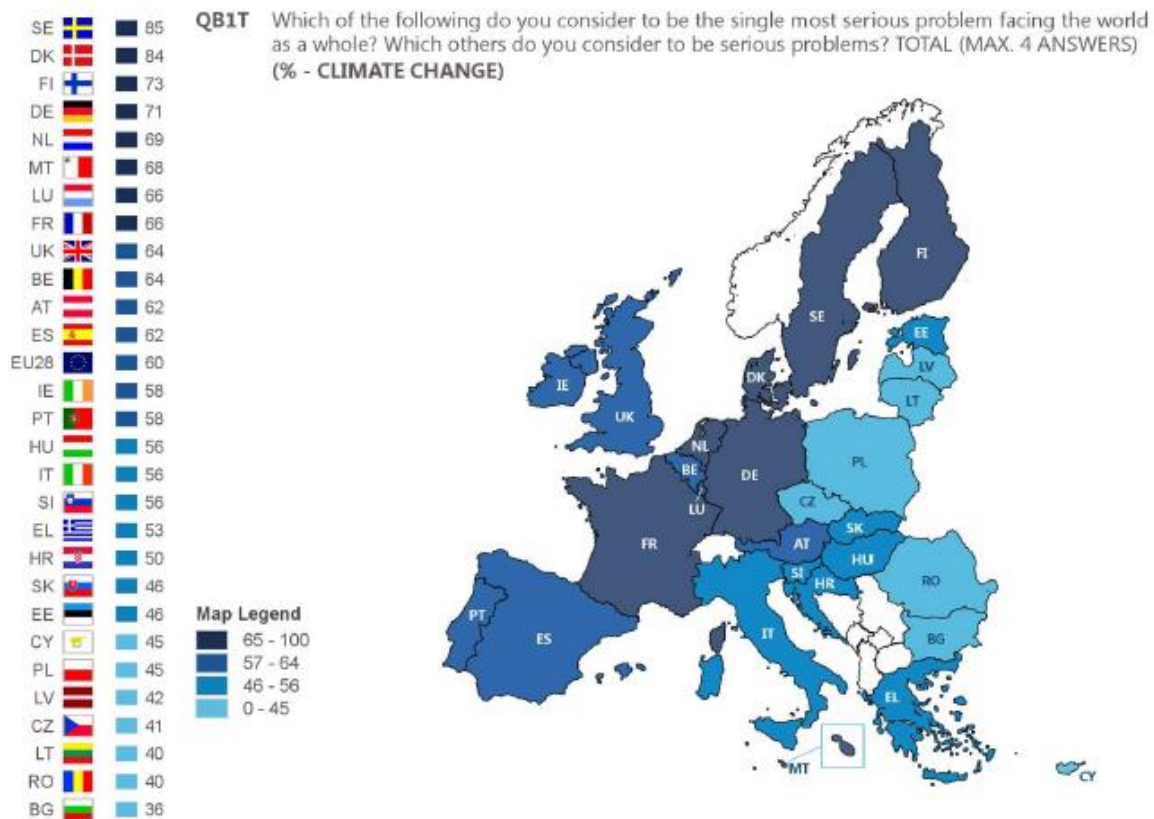
Στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στις 12 Δεκεμβρίου του 2015 στο Παρίσι υπογράφηκε από 195 χώρες ανάμεσα στις οποίες βρίσκονται όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, άρα και η Ελλάδα, η παγκόσμια συμφωνία για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της. Η συμφωνία τέθηκε σε ισχύ από τον Νοέμβριο του 2016 όταν και επικυρώθηκε από 55 χώρες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55% των παγκόσμιων εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου.

Ο κύριος στόχος της συμφωνίας αυτής είναι η διατήρηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη αρκετά κάτω από τους 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και την συνέχεια της προσπάθειας ώστε η αύξηση να περιοριστεί κάτω από 1,5°C καθώς μια τέτοια αύξηση θα μειώσει σημαντικά τους κινδύνους από την κλιματική αλλαγή. Επιπλέον στόχοι είναι η αύξησης της ικανότητας προσαρμογής στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και η ενίσχυση της ανθεκτικότητας στις κλιματικές μεταβολές και της ανάπτυξης με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα ανωτέρω οφείλουν να πραγματοποιηθούν με τρόπο τέτοιο, ο οποίος δεν απειλεί την παραγωγή τροφίμων και καθιστά τις χρηματοδοτικές ροές συμβατές με την κατεύθυνση προς την ανάπτυξη με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την ανθεκτικότητα στις κλιματικές μεταβολές. Για την επίτευξη της συμφωνίας οι κυβερνήσεις συμφώνησαν ανά 5 χρόνια να γνωστοποιούν τις συνεισφορές τους για τον επανακαθορισμό των στόχων, να γνωστοποιούν μεταξύ τους και να δημοσιεύουν την πρόοδο τους με σκοπό την εξασφάλιση της διαφάνειας αλλά και την καλή εποπτεία της προόδου. Στα πλαίσια επίτευξης της συμφωνίας η Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και οι υπόλοιπες ανεπτυγμένες χώρες δεσμεύονται να παρέχουν χρηματοδότηση στις αναπτυσσόμενες προκειμένου να τις βοηθήσουν να μειώσουν και αυτές τις εκπομπές τους χωρίς να ανακοπεί ο ρυθμός ανάπτυξης αλλά και να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν η πρώτη μεγάλη οικονομία η οποία στόχευσε την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου βάσει της συμφωνίας του Παρισιού. Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 40% μέχρι το 2030 συγκριτικά με τα επίπεδα της δεκαετίας του '90. Πρόσφατα μάλιστα, τον Νοέμβριο του 2019, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ζήτησε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να αναθεωρήσει τον στόχο αυτό σε 55% μείωση των εκπομπών ως το 2030 με μακροχρόνιο στόχο μια κλιματικά ουδέτερη Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι το 2050 [12].

Σύμφωνα με την έρευνα του Ευρωβαρομέτρου που διενεργήθηκε τον Απρίλιο του 2019 έδειξε ότι 93% των κατοίκων της Ευρωπαϊκής Ένωσης θεωρούν την κλιματική αλλαγή σοβαρό πρόβλημα, 79% των πολιτών ότι είναι ένα πολύ σοβαρό θέμα ενώ 23% των πολιτών ανέδειξε την κλιματική ως το σοβαρότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα στις μέρες μας, ποσοστό που αυξήθηκε κατά 11 ποσοστιαίες μονάδες από την προηγούμενη μέτρηση πριν από 2 χρόνια. Στον ακόλουθο χάρτη φαίνεται το ποσοστό

των κατοίκων οι οποίοι θεωρούν την κλιματική αλλαγή ως πολύ σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης.



Εικόνα 1.9: Ποσοστό των πολιτών ανά κράτος που αξιολογούν την κλιματική αλλαγή ως ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα.

Πηγή: Ec.europa.eu

https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/support/docs/report_2019_en.pdf

Στην ερώτηση για το ποιος είναι υπεύθυνος για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής οι πολίτες της Ευρωπαϊκής ένωσης κατέδειξαν στην πρώτη θέση τις εθνικές κυβερνήσεις σε ποσοστό 55%, στη δεύτερη την βιομηχανία και τις επιχειρήσεις σε ποσοστό 51%, ενώ ακολουθούν η Ευρωπαϊκή Ένωση σε ποσοστό 49%, και τους εαυτούς τους σε ποσοστό 36%. Σε επόμενη ερώτηση, για το κατά πόσο οι ίδιοι έχουν καταβάλει κάποια προσπάθεια προσωπικά για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, έξι στους δέκα ευρωπαίους πολίτες απάντησαν θετικά, αυξάνοντας έτσι το ποσοστό κατά 11 μονάδες από την προηγούμενη έρευνα. Τέλος στην ερώτηση για τις δράσεις στις οποίες έχουν προβεί, 75% δηλώνει ότι έχει προσπαθήσει να μειώσει τα απόβλητα και να αυξήσει αυτά που ανακυκλώνει, 62% να μειώσει την κατανάλωση αντικειμένων μιας χρήσης ιδίως πλαστικών, 48% να αντικαταστήσει οικιακές συσκευές με πιο αποδοτικές, 37% να μειώσει τη χρήση του αυτοκινήτου με πιο οικολογικές εναλλακτικές επιλογές και 24% να βελτιώσει την μόνωση του σπιτιού του για να μειώσει τις ανάγκες κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό.

Από τα δεδομένα όλων των προηγούμενων ενοτήτων προκύπτει ότι ο οικιακός και κτηριακός τομέας μπορεί να μην συνεισφέρει στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου το μεγαλύτερο μέρος, παρόλα αυτά η συνεισφορά του είναι σημαντική καθώς και ότι η δράση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής δεν είναι χρέος μόνο των κυβερνήσεων ή της βιομηχανίας αλλά και του κάθε πολίτη ξεχωριστά. Επίσης το ευρωβαρόμετρο κατέδειξε ότι οι πολίτες της ΕΕ είναι ευαισθητοποιημένοι και πρόθυμοι να αλλάξουν τις συνήθειες και την καθημερινότητά τους προκειμένου να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή, οπότε με στοχευόμενες παραινέσεις και επιδοτήσεις υπάρχει η δυνατότητα τα νοικοκυριά στην Ευρωπαϊκή Ένωση να συνεισφέρουν σημαντικά στη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

1.5 Τα πλαίσια της κλιματικής και ενεργειακής πολιτικής 2020 και 2030

Η πολιτική της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια διαρθρώνεται γύρω από τρεις κύριους πρωταρχικούς στόχους που αφορούν τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από τα επίπεδα του 1990, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Για το έτος 2020, ο στόχος σε επίπεδο ΕΕ για καθέναν από τους τρεις βασικούς στόχους είναι το 20%. Οι στόχοι μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι δεσμευτικοί για τα κράτη μέλη, ενώ ο στόχος ενεργειακής απόδοσης είναι ενδεικτικός μόνο. Το πλαίσιο αυτό, που εγκρίθηκε το 2007, έχει εφαρμοστεί μέσω τριών οδηγιών (σχετικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και με την ενεργειακή απόδοση) και μια μέθοδο επιμερισμού των προσπαθειών σχετικά με τους στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου των κρατών μελών [13]. Η απόφαση επιμερισμού της προσπάθειας αφορά τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου στους τομείς των μεταφορών (εκτός των αερομεταφορών), των κτιρίων, της γεωργίας και των απόβλητων.

Το πλαίσιο που αφορά το 2030 βασίζεται και αναπτύσσει περαιτέρω τους στόχους του 2020. Ο στόχος μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αυξήθηκε σε τουλάχιστον 40% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται μέσω της αναθεωρημένης οδηγίας (Οδηγία 2018/410) και ενός κανονισμού επιμερισμού των προσπαθειών (Κανονισμός 2018/842) που καλύπτει περισσότερους τομείς. Ο στόχος για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξήθηκε σε τουλάχιστον 32% (Οδηγία 2018/2001) και αυτός για την ενεργειακή απόδοση σε τουλάχιστον 32,5% (Οδηγία 2018/2002).

Ο στόχος για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι δεσμευτικός σε επίπεδο Ένωσης, αλλά, σε αντίθεση με το πλαίσιο 2020, οι δεσμευτικοί στόχοι για κάθε κράτος μέλος δεν καθορίζονται πλέον. Ο στόχος ενεργειακής απόδοσης παραμένει ενδεικτικός.

1.6 Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Από την αρχή της θητείας της τον Δεκέμβριο του 2019, η νέα Ευρωπαϊκή Επιτροπή με επικεφαλής την πρόεδρο Ursula von der Leyen κήρυξε την πολιτική για το κλίμα ως

κορυφαία προτεραιότητα. Σε επίπεδο ρητορικής, σε κάποιο βαθμό, το διαφοροποιεί από την προηγούμενη Επιτροπή, η οποία έδωσε μεγαλύτερη έμφαση στην ασφάλεια του εφοδιασμού μετά την κρίση της Ουκρανίας του 2014 και τις εντάσεις με τη Ρωσία [14]. Πολλοί παράγοντες είναι πιθανό να συνέβαλαν στην ιεράρχηση της πολιτικής για το κλίμα.

Η κλιματική κρίση έχει γίνει ολοένα και πιο εμφανής τόσο στην Ευρώπη όσο και παγκοσμίως, όπως φαίνεται από τις επανειλημμένες υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και του χειμώνα, την τήξη των παγετώνων, καθώς και γεγονότα υψηλής σημασίας όπως οι καταστροφικές δασικές πυρκαγιές στη Σουηδία, τη Σιβηρία και την Αυστραλία το 2018 –2019. Όλοι αυτοί οι παράγοντες ενθάρρυναν την Επιτροπή, με επικεφαλής την πρόεδρο Von der Leyen να αναλάβει την πρωτοβουλία και να προσανατολίσει το προφίλ της Ένωσης στην παγκόσμια δράση για το κλίμα.

Το πρώτο βήμα ήταν να δοθεί εκ νέου προτεραιότητα στην πολιτική για το κλίμα τόσο στον επίσημο διάλογο όσο και στα έγγραφα, επεκτείνοντας τη νομοθεσία, τους στόχους και τις πολιτικές που έχει ήδη θέσει η Επιτροπή το 2016-2018 για το κλίμα και την ενέργεια. Στις 11 Δεκεμβρίου 2019, η Επιτροπή παρουσίασε την ανακοίνωση για την ευρωπαϊκή πράσινη συμφωνία, με στόχο την παροχή ενός αρχικού χάρτη πορείας των απαραίτητων βασικών πολιτικών και μέτρων. Η ανακοίνωση επισημαίνει την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με το κλίμα και το περιβάλλον ως «καθοριστικό καθήκον αυτής της γενιάς». Επίσης περιγράφει την Πράσινη Συμφωνία ως απάντηση σε αυτές τις προκλήσεις αλλά και ως: *«μια νέα αναπτυξιακή στρατηγική που στοχεύει να μετατρέψει την ΕΕ σε μια δίκαιη και ευημερούσα κοινωνία, με μια σύγχρονη, οικονομικά αποδοτική και ανταγωνιστική οικονομία όπου δεν υπάρχουν καθαρές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου το 2050 και όπου η οικονομική ανάπτυξη αποσυνδέεται από τη χρήση πόρων»*. [15]

Η επιδίωξη μιας δίκαιης και χωρίς αποκλεισμούς μετάβασης, συμπεριλαμβανομένης της συνεργασίας με διεθνείς εταίρους, παρουσιάζεται ως βασικό στοιχείο της Πράσινης Συμφωνίας.

Η επίτευξη μηδενικών καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2050 είναι αναμφισβήτητα ο πιο κεντρικός, φιλόδοξος και ρηξικέλευθος στόχος που ορίζεται στην ανακοίνωση. Πράγματι, το έγγραφο της πράσινης συμφωνίας τονίζει αυτόν τον στόχο και δηλώνει ότι η Επιτροπή θα προτείνει «τον πρώτο ευρωπαϊκό νόμο για το κλίμα», προκειμένου να κατοχυρωθεί στη νομοθεσία ο στόχος του 2050 για την κλιματική ουδετερότητα. Επιπλέον, προτείνει την αύξηση του στόχου μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ το 2030 σε τουλάχιστον 50% και προς 55% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 μέσω της αναθεώρησης των μέσων πολιτικής που σχετίζονται με το κλίμα [16]. Από πολιτική άποψη, ο στόχος του 2030 είναι ιδιαίτερα σημαντικός επειδή απαιτεί από τους φορείς (δηλαδή τις κυβερνήσεις) να αναλάβουν άμεση δράση.

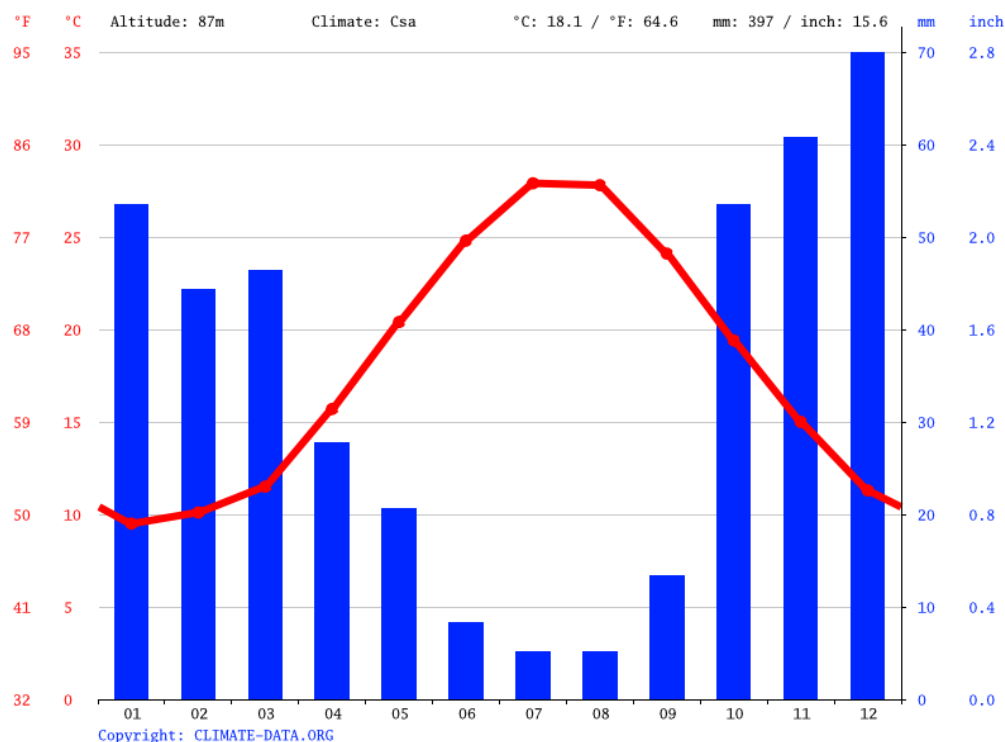
Για την κάλυψη του υψηλότερου κόστους της ενεργειακής μετάβασης για περιφέρειες και κράτη μέλη που εξαρτώνται περισσότερο από τον άνθρακα ή τα ορυκτά καύσιμα, η ανακοίνωση για την Πράσινη Συμφωνία προτείνει επίσης έναν δίκαιο

μηχανισμό μετάβασης και ένα δίκαιο ταμείο μετάβασης. Αυτό αναπτύχθηκε περαιτέρω στα μέσα Ιανουαρίου όταν η Επιτροπή υπέβαλε κανονισμό για τη σύσταση του Ταμείου «Just Transition Fund» [17].

2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

2.1 Κλιματολογικό προφίλ της Ελλάδας

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεσογειακό κλίμα, δηλαδή χαρακτηρίζεται από ζεστά και άνυδρα καλοκαίρια, εκτεταμένη ηλιοφάνεια κατά την διάρκεια του έτους ενώ οι χειμώνες είναι ήπιοι και βροχεροί. Το έτος δηλαδή χωρίζεται σε δύο κύριες περιόδους: Τη ζεστή και ξερή περίοδο η οποία εκτείνεται ανάμεσα στους μήνες Απρίλιο και Οκτώβριο και την κρύα και βροχερή η οποία εκτείνεται ανάμεσα στον Νοέμβριο και τον Μάρτιο. Φυσικά εντός της χώρας διακρίνονται και άλλοι κλιματικοί τύποι, πάντα στα πλαίσια του μεσογειακού κλίματος λόγω της επίδρασης παραγόντων όπως το υψόμετρο στις πιο ορεινές περιοχές ή τις ατμοσφαιρικές μάζες οι οποίες προέρχονται από πηγές υγρασίας στην κεντρική Μεσόγειο [18].



Εικόνα 2.1: Μέση θερμοκρασία και ύψος βροχοπτώσεων ανά μήνα στην Ελλάδα
Πηγή: Climate Greece: Average Temperature, Weather by Month & Weather for Greece – Climate Data.org

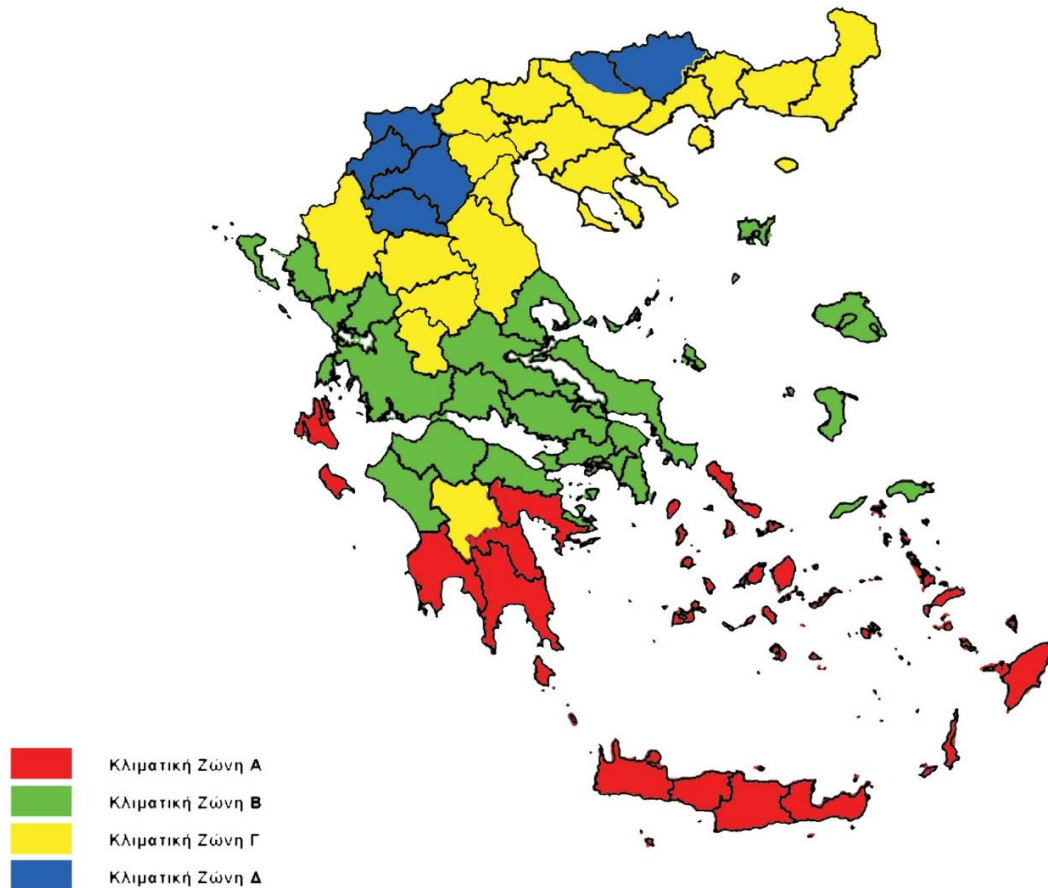
<https://en.climate-data.org/europe/greece-173/>

Η ξερή και άνυδρη περίοδος γενικά χαρακτηρίζεται από σταθερές καιρικές συνθήκες, ηλιοφάνεια χωρίς νεφοκαλύψη και βροχοπτώσεις. Η θερμότερη περίοδο εμφανίζεται ανάμεσα στα μέσα Ιουλίου και τα μέσα Αυγούστου όταν η μέση μέγιστη θερμοκρασία βρίσκεται ανάμεσα στους 29 και τους 35 βαθμούς Κελσίου. Στη νότια Ελλάδα κατά κανόνα παρατηρούνται υψηλότερες θερμοκρασίες από ό,τι στη βόρεια. Κατά

τη διάρκεια της περιόδου αυτής οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες μειώνονται τοπικά εξαιτίας των ισχυρών βόρειων – βορειοανατολικών ανέμων του Αιγαίου, και της θαλασσινής αύρας στις παραθαλάσσιες περιοχές. Τέλος σπανιότερα παρατηρούνται καταιγίδες και έντονες βροχοπτώσεις κυρίως στις ηπειρωτικές περιοχές της χώρας. [19]

Η ψυχρή περίοδος χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες στις πεδινές περιοχές ενώ σπάνια παρατηρούνται χιονοπτώσεις ή παγετός. Η ψυχρότερη περίοδος παρατηρείται από τα μέσα Δεκεμβρίου μέχρι τα μέσα Φεβρουαρίου με την μέση ελάχιστη θερμοκρασία να είναι κατά μέσο όρο ανάμεσα στους 0 και 5 βαθμούς κελσίου στην ηπειρωτική χώρα και ανάμεσα στους 5 και 10 βαθμούς κελσίου στις παραθαλάσσιες περιοχές. Γενικά στην Ελλάδα ακόμη και την ψυχρή περίοδο δεν είναι συχνές μεγάλες περιοδοί με διαδοχικές συνεφιασμένες ή βροχερές ημέρες [19].

Η χώρα διαιρείται σε 4 κλιματικές ζώνες, με την ζώνη Α να είναι η πιο θερμή και την ζώνη Δ την πιο ψυχρή. Στον επόμενο χάρτη και πίνακα παρατίθενται αναλυτικά οι νομοί που ανήκουν σε κάθε κλιματική ζώνη.



Εικόνα 2.2: Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

Πηγή: Κλιματικές Ζώνες και όρια Συντελεστή Θερμοπερατότητας

<https://www.monodomiki.gr/Arthra-kai-symvoyles/Genika-Themata-Monoseon/Klimatikes-zones-kai-oria-syntelesti-thermoperatoititas>

Πίνακας 2.1: Οι νομοί κάθε κλιματικής ζώνης

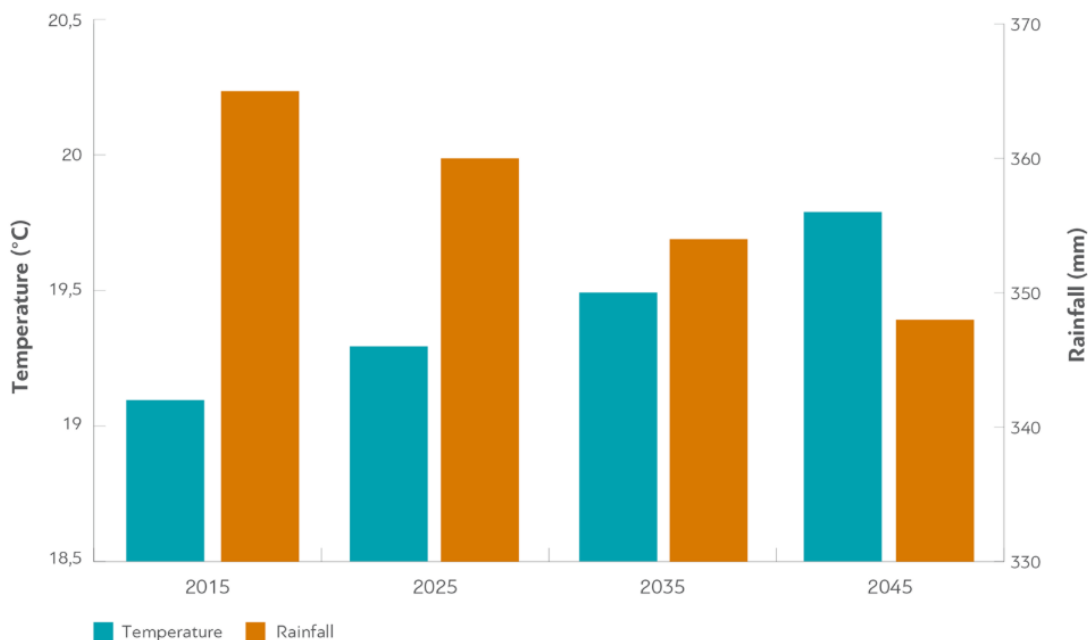
Ζώνη Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
Ζώνη Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φοκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
Ζώνη Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
Ζώνη Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Πηγή: Άρθρο 6 – Κλιματικές ζώνες | Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας
<http://www.opengov.gr/minenv/?p=189>

2.2 Η κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα και η στάση των Ελλήνων

Τα τελευταία χρόνια, λόγω της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής, παρατηρήθηκαν πολύ υψηλές θερμοκρασίες τους θερινούς μήνες, σε ορισμένες περιοχές μεγαλύτερες των 43°C, παρατεταμένα διαστήματα έντονης ξηρότητας τα οποία σε συνδυασμό με τους ισχυρούς θερινούς ανέμους είχαν ως αποτέλεσμα αυξημένο αριθμό δασικών πυρκαγιών. Αντίστοιχα τον χειμώνα παρατηρήθηκαν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες στα ορεινά και ηπειρωτικά της χώρας και ημέρες με έντονες βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις και παγετό [20].

Μελλοντικά οι προβλέψεις είναι δυσοίωνες. Η μέση θερμοκρασία από το 2000 ως το 2015 κατά τους θερινούς μήνες αυξήθηκε κατά 2°C. Οι προβλέψεις αναφέρουν ότι η μέση θερμοκρασία στο τέλος του αιώνα που διανύουμε θα αυξηθεί ως και 6°C, ιδίως κατά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες. Συνέπεια θα είναι συχνότεροι και μεγαλύτερη σε διάρκεια καύσωνες και αντίστοιχα λιγότερες οι κρύες μέρες τον χειμώνα. Πιο συγκεκριμένα, στην θερινή περίοδο αναμένεται στα ηπειρωτικά κατά 35 με 40 ημέρες ετησίως περισσότερες από ό,τι τώρα κατά τις οποίες η μέγιστη θερμοκρασία θα είναι μεγαλύτερη των 35°C. Επίσης ο αριθμός των τροπικών νυκτών, δηλαδή οι νύχτες τις οποίες η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από τους 20°C αναμένεται να αυξηθούν κατά 50 μέρες ετησίως. Αυτό θα επιφέρει εντονότερη ξηρασία το καλοκαίρι οι οποίες θα ευνοούν τις συνθήκες εξάπλωσης δασικών πυρκαγιών αλλά και μείωση των αποθεμάτων νερού και των υδάτινων πόρων. Τέλος, τον χειμώνα προβλέπεται οι νύχτες στις οποίες παρατηρείται παγετός να ελαττωθούν σημαντικά, δηλαδή κατά 30 – 40 ημέρες ετησίως ιδίως στην Βόρεια Ελλάδα [20].



Εικόνα 2.3: Εξέλιξη της μέσης θερμοκρασίας και του μέσου ύψους βροχοπτώσεων στην Ελλάδα
 Πηγή: *The Impact of Climate Change on the Greek Economy* | Dianeosis
<https://www.dianeosis.org/en/2017/08/impact-climate-change-greek-economy/>

Δυσοίωνες επίσης είναι οι προβλέψεις για τα ακραία καιρικά φαινόμενα των οποίων τόσο η ένταση όσο και η συχνότητα τους θα αυξηθεί. Αυτή θα είναι μια εκ των σημαντικότερων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, καθώς τα φαινόμενα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα πλημμύρες και υλικές ζημιές λόγω των έντονων ανέμων. Αποτέλεσμα είναι να υπάρχουν τόσο υλικές ζημιές όσο και να χάνονται ανθρώπινες ζωές με χαρακτηριστικότερα παραδείγματα τις πλημμύρες στην Μάνδρα Αττικής το 2018 με 24 νεκρούς [21] ή τις πλημμύρες του 2020 στην Εύβοια που στοίχισαν 8 ανθρώπινες ζωές [22].

Το πρόσφατο ευρωβαρόμετρο που διενεργήθηκε τον Απρίλιο του 2019 έδειξε ότι οι Έλληνες πολίτες είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό ανήσυχοι και ευαίσθητοποιημένοι για την κλιματική αλλαγή. Τα ποσοστά μπορεί εν γένει να είναι μικρότερα από άλλα κράτη –μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως η Δανία ή η Σουηδία που εμφανίζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά, παρόλα αυτά είναι ιδιαίτερος υψηλά.

Πιο συγκεκριμένα, 90% των Ελλήνων θεωρεί την κλιματική αλλαγή ως ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης. Στην ερώτηση για το ποιόν θεωρούν υπεύθυνο για την αντιμετώπισή της, 67% υπέδειξε τις εθνικές κυβερνήσεις των κρατών – μελών της ένωσης, 64% την βιομηχανία και τις επιχειρήσεις, 56% την Ευρωπαϊκή Ένωση και 32% τους ίδιους, αυξάνοντας το ποσοστό αυτό κατά 15% από την προηγούμενη μέτρηση του 2017. Εν συνεχεία, 54% των Ελλήνων δήλωσαν ότι έχουν προσπαθήσει να αλλάξουν τις συνήθειες τους για να καταπολεμήσουν την κλιματική αλλαγή. Συγκεκριμένα, 71% αυτών δήλωσε ότι προσπαθεί να κάνει τακτικά ανακύκλωση, 60% να μειώσει την χρήση πλαστικών μιας χρήσης, 39% να αλλάξει τις συσκευές με πιο

οικολογικές, 29% να μειώσει την χρήση του αυτοκινήτου, 24% μόνωσε το σπίτι του για να μειώσει την καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση και κλιματισμό και τέλος 15% των Ελλήνων να εγκαταστήσει ηλιακούς συλλέκτες.

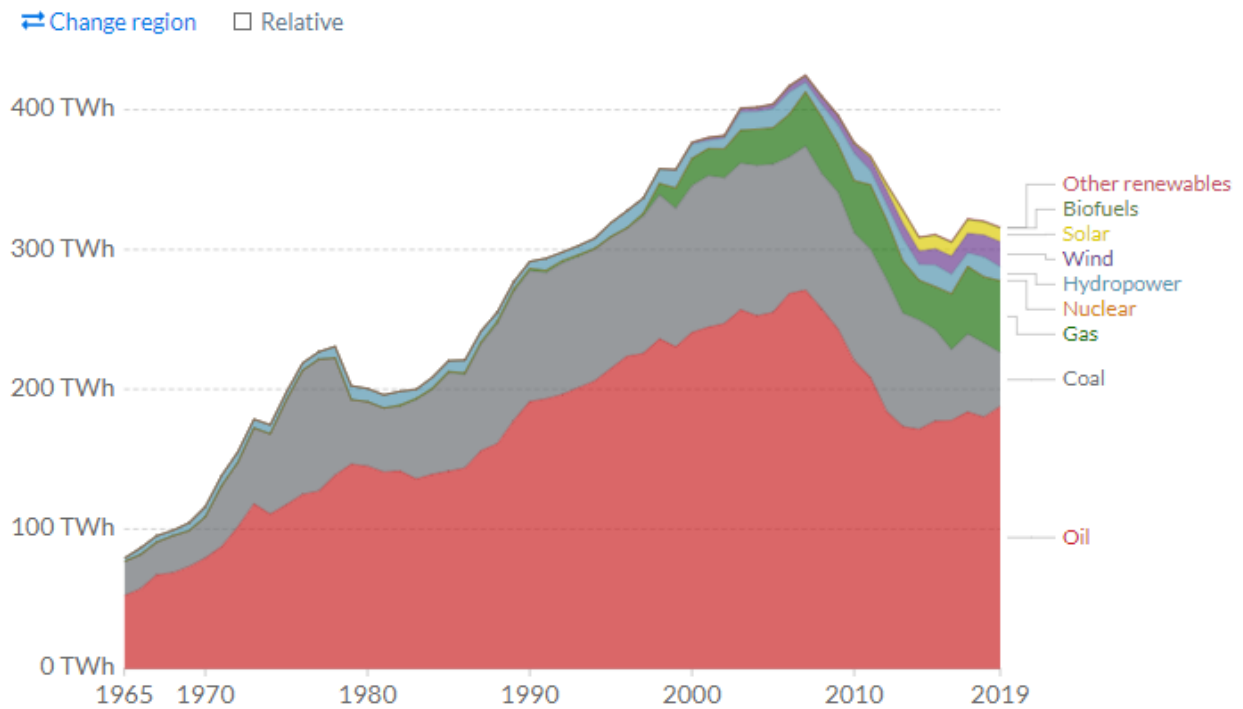
Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι σημαντικό ποσοστό των Ελλήνων είναι διατεθειμένοι να αλλάξουν την καθημερινότητά τους και να επενδύσουν στις κατοικίες τους για την εξοικονόμηση ενέργειας συμβάλλοντας έτσι στην μάχη κατά της κλιματικής αλλαγής. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι ο οικιακός τομέας στην Ελλάδα μέσω κατάλληλων προγραμμάτων οικονομικής ενίσχυσης τα οποία θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα αλλά και ενημέρωσης για προτεινόμενες δράσεις μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου.

2.3 Το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος

Στο επόμενο γράφημα απεικονίζεται το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδος από το 1965 μέχρι το 2019. Σε αυτό φαίνεται τόσο η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια της χώρας όσο και οι πηγές από τις οποίες προέρχεται.

Energy consumption by source, Greece

Primary energy consumption is measured in terawatt-hours (TWh). Here an inefficiency factor (the 'substitution' method) has been applied for fossil fuels, meaning the shares by each energy source give a better approximation of final energy consumption.



Εικόνα 2.4: Το ενεργειακό μείγμα της Ελλάδας, 1965 – 2019

Πηγή: Energy consumption by source

<https://ourworldindata.org/grapher/energy-consumption-by-source-and-region?stackMode=absolute&time=earliest..latest&country=~GRC>

Παρατηρείται αρχικά ότι η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια από την αρχή του γραφήματος μέχρι το 2007 είχε συνεχώς αυξητική τάση λόγω των υψηλών ρυθμών οικονομικής ανάπτυξης, με εξαίρεση μια μικρή περίοδο μείωσης στα τέλη της δεκαετίας του '70 η οποία οφείλεται στις πετρελαϊκές κρίσεις και τις οικονομικές επιπτώσεις τους. Από το 2007 όπου η κατανάλωση ενέργειας σημείωσε την μέγιστη τιμή της, μέχρι το έτος 2016 εμφανίζεται μια απότομη μείωση στην κατανάλωση ενέργειας η οποία κυρίως οφείλεται στην σφοδρή οικονομική κρίση που έπληξε την χώρα το διάστημα εκείνο η οποία μείωσε την κατανάλωση ενέργειας. Σε δεύτερο βαθμό έπαιξε ρόλο και η προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας με σκοπό την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Από το 2016 μέχρι το 2019 παρατηρείται μια σταθεροποίηση στην κατανάλωση ενέργειας.

Όσον αφορά την σύσταση του μείγματος παρατηρείται ότι μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '90 αποκλειστικές πηγές ενέργειας ήταν ο άνθρακας και το πετρέλαιο ενώ υπήρχε και μια μικρή παραγωγή προερχόμενη από υδροηλεκτρική ενέργεια. Ο άνθρακας ως το μοναδικό εγχώρια παραγόμενο ορυκτό καύσιμο στην Ελλάδα έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο στην οικονομία της πατρίδας καθώς ανέκαθεν αποτελούσε μια φθηνή και σταθερά διαθέσιμη πηγή ενέργειας, η οποία είχε την δυνατότητα να εξασφαλίσει την ενεργειακή αυτονομία της χώρας όσον αφορά τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Χαρακτηριστικό είναι ότι η Ελλάδα κατατάσσεται στην 26η θέση παγκοσμίως όσον αφορά τα αποθέματα λιγνίτη [23]. Παρόλα αυτά όμως λόγω της προσπάθειας μείωσης εκπομπών και του ολοένα και μεγαλύτερου κόστους αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατέστη αναγκαία η μείωση χρήσης του λιγνίτη και η αντικατάστασή του από πηγές πιο φιλικές προς το περιβάλλον όπως το φυσικό αέριο και οι ανανεώσιμες πηγές. Τον Σεπτέμβριο του 2019 η Ελληνική κυβέρνηση ανακοίνωσε το κλείσιμο μέχρι το 2023 όλων των λιγνιτικών μονάδων με εξαίρεση την νεότερη μονάδα Πτολεμαΐδα V η οποία θα ενταχθεί το 2022 και είτε θα αποσυρθεί το 2028, ενώ εξετάζεται και το ενδεχόμενο να χρησιμοποιεί άλλο καύσιμο όπως φυσικό αέριο ή βιομάζα [24] [25].

Το πετρέλαιο επίσης αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας με πολλαπλές χρήσεις. Η κυριότερη χρήση του είναι στις μεταφορές όμως χρησιμοποιείται και για θέρμανση στα νοικοκυριά, στην βιομηχανία και για ηλεκτροπαραγωγή στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα της Δ.Ε.Η. των νησιών. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.4 από τα μέσα της δεκαετίας του 2000 μειώθηκε ραγδαία η παραγόμενη ενέργεια από το πετρέλαιο λόγω της μεγάλης αύξησης που παρουσίασε η τιμή του το διάστημα αυτό, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.6. Επίσης λόγω του αυξημένου κόστους της παραγωγής ηλεκτρισμού από πετρέλαιο κατέστη η ανάγκη διασύνδεσης όλων των νησιών με την ηπειρωτική Ελλάδα αφενός για την μείωση του κόστους της ηλεκτροπαραγωγής και αφετέρου για την αξιοποίηση του υψηλού αιολικού δυναμικού των νησιών. Επίσης στον οικιακό τομέα το πετρέλαιο για τη θέρμανση αντικαθίσταται συνεχώς με φυσικό αέριο καθώς είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον καθώς και πιο οικονομικό καύσιμο. Στον τομέα των μεταφορών επίσης γίνεται προσπάθεια εισαγωγής της ηλεκτροκίνησης προς αντικατάσταση του πετρελαίου, όμως ακόμη το ποσοστό διείσδυσης είναι μικρό καθώς αποτελεί καινούρια τεχνολογία με

σημαντικές προκλήσεις. Παρόλα αυτά το πετρέλαιο αποτελεί μια από τις βασικότερες πηγές ενέργειας της χώρας μας [26][27].

Το φυσικό αέριο αποτελεί μια πηγή ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιούμενη κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή αλλά και στην θέρμανση του κτηριακού τομέα. Αποτελεί μεν ορυκτό καύσιμο, αλλά οι εκπομπές του είναι πολύ μικρότερες από το πετρέλαιο και τον άνθρακα. Επίσης είναι ιδιαίτερα αποδοτικό στην ηλεκτροπαραγωγή καθώς οι μονάδες φυσικού αερίου συνδυασμένου κύκλου έχουν βαθμό απόδοσης ο οποίος κυμαίνεται ανάμεσα στο 50% και 60%, ο οποίος είναι πολύ υψηλότερος από τις αντίστοιχες λιγνιτικές και πετρελαϊκές μονάδες των οποίων ο βαθμός απόδοσης δεν υπερβαίνει το 30% [28].

Η υδροηλεκτρική ενέργεια επίσης είναι μια σταθερή πηγή ενέργειας για τη χώρα μας όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή όμως το δυναμικό της χώρας έχει ήδη στον μεγαλύτερο βαθμό εξαντληθεί οπότε μελλοντικά και τα περιθώρια περαιτέρω αξιοποίησής της [29].

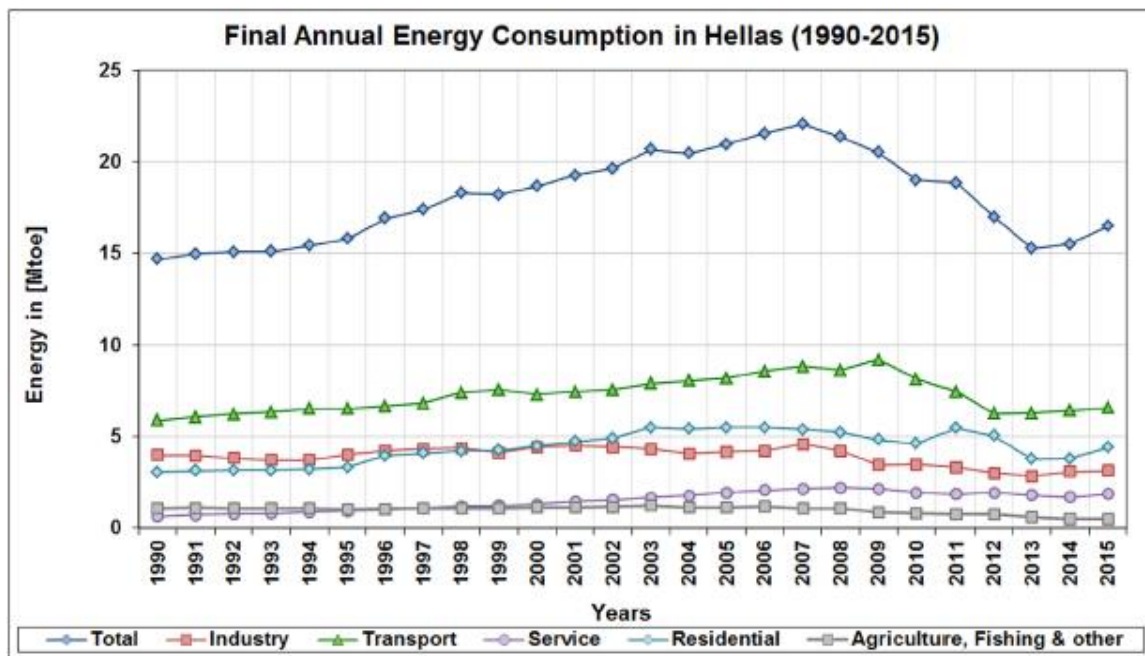
Μια ιδιαίτερα σημαντική πηγή για την Ελλάδα που χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο είναι η ηλιακή ενέργεια. Δεδομένου ότι η χώρα μας όπως αναλύθηκε και παραπάνω έχει ιδιαίτερα αυξημένο αριθμό ημερών με ηλιοφάνεια, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά ποσά στο ενεργειακό μείγμα. Οι κυριότερες χρήσεις της είναι αφενός η ηλεκτροπαραγωγή μέσω φωτοβολταϊκών πάνελ αλλά και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κυρίως στον οικιακό τομέα με την χρήση ηλιακών θερμοσίφωνων όπου η Ελλάδα βρίσκεται στην 5η θέση παγκοσμίως [30]. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας είναι ότι ως ανανεώσιμη πηγή δεν δημιουργεί καθόλου εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα μειονεκτήματα της όμως είναι ότι η παραγωγή ενέργειας περιορίζεται μόνο την ημέρα, είναι εξαρτώμενη από τις καιρικές συνθήκες ενώ και η συγκέντρωση ισχύος είναι χαμηλή καθώς απαιτείται σημαντική δέσμευση εκτάσεων για παραγωγή μικρών ποσοτήτων ενέργειας [31].

Η αιολική ενέργεια επίσης έχει ξεκινήσει να αξιοποιείται ολοένα και περισσότερο στην Ελλάδα για την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της εγκατάστασης ανεμογεννητριών και αιολικών πάρκων. Το αιολικό δυναμικό της χώρας ιδίως στα νησιά είναι υψηλό και μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά ποσά ισχύος. Η αιολική ενέργεια παρουσιάζει αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με την ηλιακή ενέργεια, έχει όμως επιπλέον το πλεονέκτημα της πιο σταθερής παραγωγής ενέργειας κατά την διάρκεια του 24ώρου, όμως επιπλέον έχει το μειονέκτημα της σημαντικής αλλοίωσης των φυσικών τοπίων καθώς οι ανεμογεννήτριες είναι συνήθως μεγάλες σε μέγεθος το οποίο σε κάποιες τουριστικές περιοχές δεν είναι επιθυμητό. Επιπλέον, συνήθως υψηλό αιολικό δυναμικό έχουν απομακρυσμένες περιοχές ή νησιά, μακριά από τις πόλεις με την υψηλή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι είναι απαραίτητη η ύπαρξη υποσταθμού υψηλής τάσης ώστε να μεταφερθεί η ηλεκτρική ενέργεια. Τέλος οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν θάνατο ορισμένων πτηνών τα οποία πέφτουν πάνω σε αυτές [32].

Η βιομάζα επίσης αποτελεί πηγή ενέργειας η οποία παραδοσιακά χρησιμοποιούταν στα νοικοκυριά για την παραγωγή θερμότητας μέσω της μορφής καυσόξυλων ενώ πλέον χρησιμοποιείται και για ηλεκτροπαραγωγή ή και στις μεταφορές μέσω της ανάπτυξης

βιοκαυσίμων όπως το βιοντίζελ. Η βιομάζα παρότι κατά την καύση της δημιουργεί εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας καθώς κατά την παραγωγή της δεσμεύει αντίστοιχα από την ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα. Παρουσιάζει όμως μειονεκτήματα με κυριότερα το σημαντικά χαμηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο που έχει σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα καθώς και λόγω της διασποράς και εποχιακής παραγωγής της παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης [33][34].

Στο επόμενο γράφημα παρουσιάζεται η τελική κατανάλωση ενέργειας ανά οικονομικό τομέα για τα έτη 1990 – 2015. Παρατηρείται ότι ο οικιακός τομέας σταθερά βρίσκεται στην δεύτερη θέση μετά τις μεταφορές καταναλώνοντας σημαντικό ποσοστό ενέργειας ενώ παρουσιάζει μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από τομείς όπως η βιομηχανία, ο τομέας των υπηρεσιών και ο πρωτογενής τομέας της οικονομίας. Συνεπώς η ελάττωση της κατανάλωσής του είναι λογικό να συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως θα αναλυθεί περαιτέρω στην επόμενη παράγραφο.

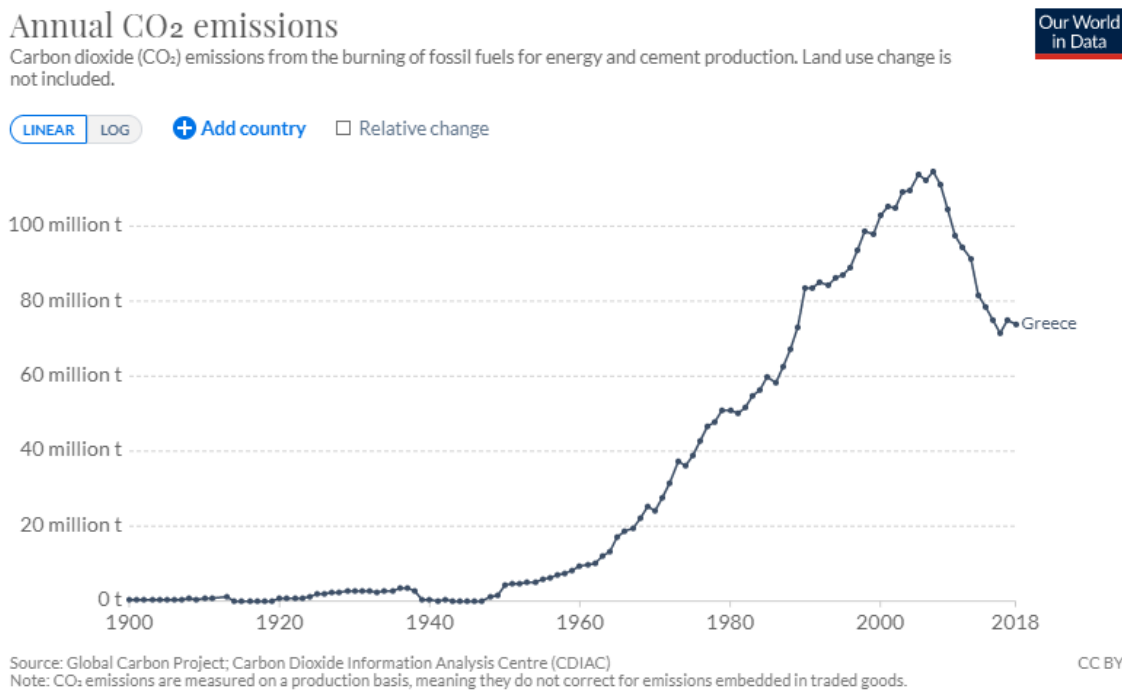


Εικόνα 2.5: Τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα ανά οικονομικό τομέα, 1990 – 2015
Πηγή: [35]

2.4 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα.

Στο επόμενο γράφημα απεικονίζονται οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα κατά τον 20ο και 21ο αιώνα. Παρατηρούμε ότι η ραγδαία αύξηση των εκπομπών ξεκίνησε μεταπολεμικά την δεκαετία του '50 και ακολούθησε μια συνεχής αύξηση των εκπομπών μέχρι τις αρχές του 21ου αιώνα ανάλογη τόσο της αύξησης στην κατανάλωσης ενέργειας η οποία φαίνεται στην

Εικόνα 2.4, αλλά και της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας. Παρατηρούμε ότι από το 2007 όπου οι εκπομπές έφτασαν την μέγιστη τιμή τους δηλαδή 114.58 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2016 οι εκπομπές μειώθηκαν σε 71.37 εκατομμύρια τόνους, δηλαδή μείωση ίση με 37,71%. Η συγκεκριμένη μεταβολή οφείλεται αφενός στην οικονομική κρίση αλλά και στην αντικατάσταση των ρυπογόνων λιγνιτικών και πετρελαϊκών μονάδων με μονάδες φυσικού αερίου και ανανεώσιμων πηγών πιο φιλικές προς το περιβάλλον.



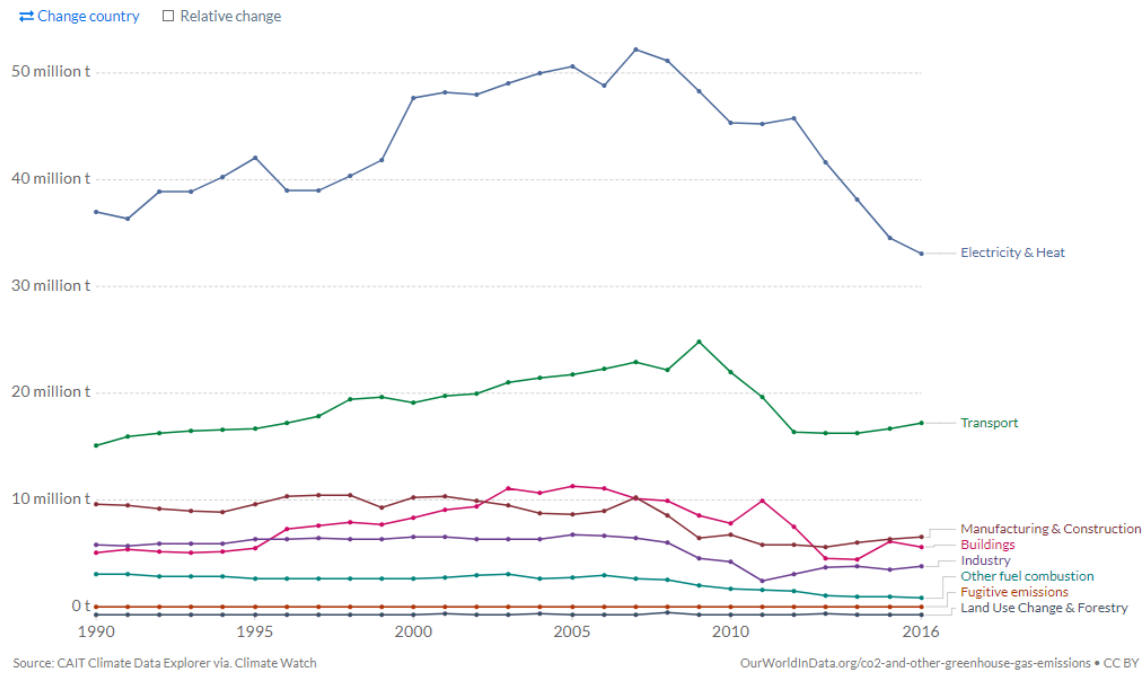
Εικόνα 2.6: Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα, 1900 – 2018

Πηγή: Annual CO₂ emissions

<https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-percountry?tab=chart&time=earliest..2017&country=~GRC@ion=World>

Εξετάζοντας τις εκπομπές ανά οικονομικό τομέα στην Ελλάδα παρατηρούμε από την Εικόνα 2.7 ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας σταθερά ευθύνεται για το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα λαμβάνοντας τη μέγιστη τιμή της το 2007, όμως από τότε και μετά παρουσιάζει μια σταθερά πτωτική πορεία. Ο κλάδος των μεταφορών εμφανίζεται σταθερά στην 2^η θέση με ένα ποσοστό χωρίς ιδιαίτερες διακυμάνσεις. Εν συνεχεία σημαντικά μερίδια συνεισφορών έχουν ο κλάδος των κατασκευών, η βιομηχανία και ο κτηριακός τομέας. Το ποσοστό της τελικής συνεισφοράς διοξειδίου του άνθρακα του οικιακού τομέα για το έτος 2014 ισούται με 21,5%. Δεδομένου ότι σημαντικό ποσοστό της ενέργειας που παράγεται με την μορφή ηλεκτρισμού και θερμότητας καταναλώνεται στον οικιακό τομέα όπως αναλύθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο προκύπτει και από εδώ ότι η εξοικονόμηση ενέργειας στα νοικοκυριά μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση εκπομπών.

CO₂ emissions by sector, Greece



Εικόνα 2.7: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα ανά οικονομικό τομέα 1990 – 2016

Πηγή: CO₂ emissions by sector

<https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-by-sector?tab=chart&stackMode=absolute&time=1990..latest&country=-GRC@ion=World>

2.5 Το μείγμα ηλεκτροπαραγωγής

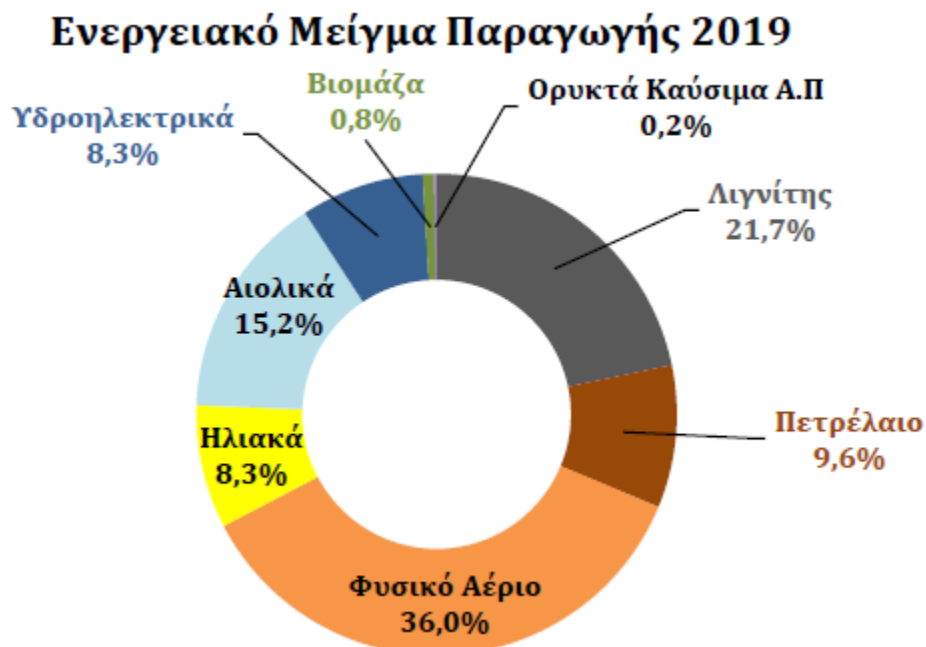
Προκειμένου να εξετασθεί η αποτελεσματικότητα των τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας που θα παρουσιασθούν στις επόμενες ενότητες είναι απαραίτητο η ηλεκτρική ενέργεια να αναλυθεί στις πρωτογενείς πηγές παραγωγής της, ώστε να διερευνηθεί η μεταβολή των εκπομπών μέσω του λογισμικού LEAP το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την διερεύνηση των σεναρίων.

Σύμφωνα με την ΔΑΠΕΕΠ (Διαχειριστής ΑΠΕ & Εγγυήσεων Προέλευσης) το εγχώριο μείγμα παραγωγής, δηλαδή η εγχώρια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, και το οριστικό υπολειπόμενο μείγμα, δηλαδή η τελικώς καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια αναλύομενη στις πηγές παραγωγής της, είναι η ακόλουθη [36]. Να σημειωθεί ότι στην στήλη «εισαγωγή εξαγωγή» το αρνητικό πρόσημο σημαίνει εξαγωγή ενέργειας, ενώ το θετικό εισαγωγή.

Πίνακας 2.2: Εγχώριο και Υπολειπόμενο Μείγμα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας 2019

	Εγχώριο Μείγμα Παραγωγής		Υπολειπόμενο Μείγμα Παραγωγής		Εισαγωγή Εξαγωγή
	TWh	Ποσοστό	TWh	Ποσοστό	TWh
Λιγνίτης	10,42	21,72%	10,53	19,06%	0,11
Λιθάνθρακας	0,00	0,00%	4,45	8,05%	4,45
Πετρέλαιο	4,59	9,57%	4,64	8,40%	0,05
Φυσικό αέριο	17,29	36,04%	19,37	35,05%	2,08
Ορυκτά Καύσιμα Α.Π.	0,07	0,15%	0,38	0,69%	0,31
Σύνολο Ορυκτών καυσίμων	32,38	67,50%	39,36	71,23%	6,98
Πυρηνική	0,00	0,00%	3,23	5,85%	3,23
Ηλιακή	3,97	8,28%	3,88	7,02%	-0,09
Αιολική	7,28	15,18%	4,30	7,78%	-2,98
Υδροηλεκτρική	3,98	8,30%	3,93	7,11%	-0,05
Βιομάζα	0,37	0,77%	0,49	0,89%	0,12
Γεωθερμία	0,00	0,00%	0,08	0,14%	0,08
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Α.Π.	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00
Σύνολο Ανανεώσιμων Πηγών	15,60	32,52%	12,67	22,93%	-2,93
Σύνολο	47,97	100,00%	55,26	100,00%	7,29

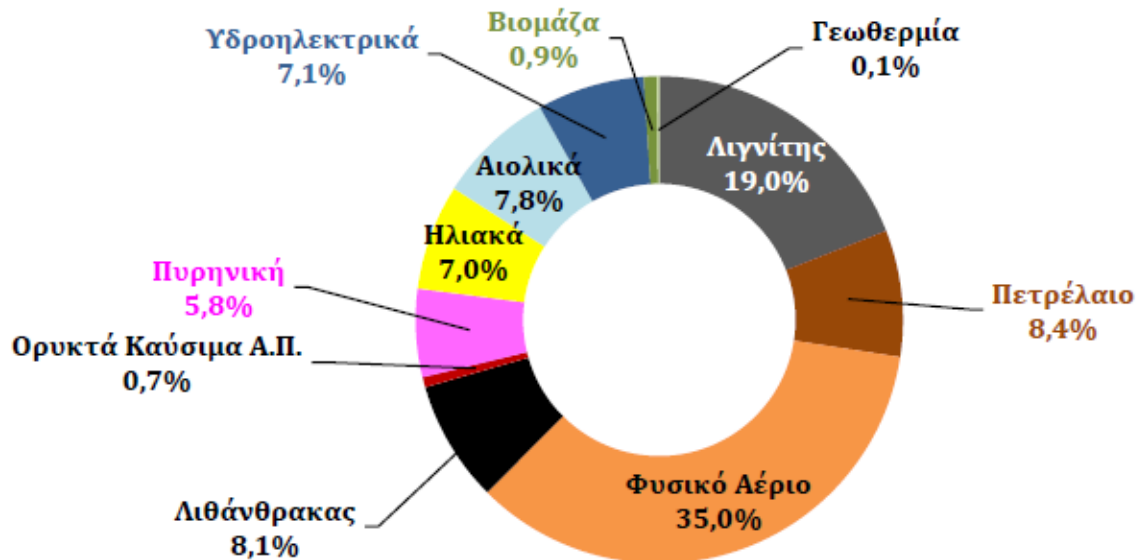
Πηγή: [36]



Εικόνα 2.8: Ενεργειακό Μείγμα Ηλεκτροπαραγωγής 2019

Πηγή: [36]

Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2019



Εικόνα 2.9: Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα Ηλεκτροπαραγωγής 2019
Πηγή: [36]

2.6 Μελλοντικοί στόχοι Ελλάδας

Τον Νοέμβριο του 2019 η Ελληνική Κυβέρνηση εκπόνησε το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) [37]. Το σχέδιο αυτό αποτελεί ένα στρατηγικό σχέδιο για τα θέματα της ενέργειας και του κλίματος και περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο σχέδιο με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων ενεργειακών στόχων μέχρι το 2030. Πιο συγκεκριμένα το σχέδιο αυτό θέτει ως στόχους για το 2030 τους ακόλουθους:

Πρώτον, την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με μείωση η οποία ανέρχεται σε 42% σε σχέση με τις εκπομπές του έτους 1990 και σε πάνω από 55% σε σχέση με τις εκπομπές του 2005, ποσοστό το οποίο εναρμονίζεται με τους κεντρικούς Ευρωπαϊκούς στόχους που αναφέρονται και στην παράγραφο 1.4. Οι στόχοι αυτοί είναι απαραίτητοι ώστε να καταστεί δυνατή η μετάβαση σε οικονομία κλιματικής ουδετερότητας μέχρι το 2050. Συγκεκριμένα η μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου για το έτος 2019, υπερβαίνει το 32% σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, ποσοστό πολύ μεγαλύτερο από 16% που αποτελεί την εθνική δέσμευση. Αντίστοιχα για τους τομείς και τις χρήσεις οι οποίες εντάσσονται στο σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων η εκτιμώμενη μείωση ανέρχεται σε ποσοστό 70% σε σχέση με το 2005. Τα μέτρα τα οποία λαμβάνονται προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός είναι επιγραμματικά η πλήρης απολιγνιτοποίηση μέχρι το 2028, δράσεις για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, δράσεις για τη μείωση των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών, τη μείωση των εκπομπών φθοριούχων αερίων, τη μείωση των εκπομπών στον αγροτικό τομέα, τη

διαχείριση των αποβλήτων, την κυκλική οικονομία, τις αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις και τις έξυπνες πόλεις.

Δεύτερον προβλέπει την αυξημένη συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αφού τίθεται ως στόχος κατ' ελάχιστον συμμετοχή 35% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, στόχος επίσης υψηλότερος από τον κεντρικό Ευρωπαϊκό στόχο για τις ΑΠΕ που προβλέπει μερίδιο συμμετοχής 35%. Για την Ηλεκτροπαραγωγή συγκεκριμένα προβλέπεται το μερίδιο συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας να υπερβεί το 60%. Επιπλέον τίθεται στόχος για την προώθηση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών στα κτήρια και συστημάτων διεσπαρμένης παραγωγής. Προβλέπεται συγκεκριμένα μέχρι το 2030 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των συστημάτων αυτών να φθάσει το 1GW ικανά να καλύψουν τις μέσες ηλεκτρικές καταναλώσεις τουλάχιστον 330.000 νοικοκυριών. Στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές οι κυριότερες εφαρμογές για την επίτευξη των στόχων είναι τα φωτοβολταϊκά και αιολικά πάρκα. Επιπλέον όσον αφορά την διείσδυση και συμμετοχή ΑΠΕ για την κάλυψη θερμικών αναγκών αναμένεται σημαντική συμμετοχή των αντλιών θερμότητας ειδικά στον τριτογενή τομέα, αυξημένη συμμετοχή των θερμικών ηλιακών συστημάτων και της γεωθερμίας καθώς και σταθερή συνεισφορά της βιομάζας. Επίσης προβλέπεται σε ένα μικρό μερίδιο συνεισφορά από δίκτυα τηλεθέρμανσης από Ανανεώσιμες Πηγές αξιοποιώντας γεωθερμική ενέργεια και βιομάζα. Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται ο στόχος της εγκατεστημένης ισχύος και της παραγωγής από ΑΠΕ μέχρι το 2030.

Πίνακας 2.3: Στόχοι εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ σε GW

	2020	2022	2025	2027	2030
Βιομάζα & Βιοαέριο	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Υδροηλεκτρικά	3,4	3,7	3,7	3,7	3,7
Αιολικά	3,6	4,2	5,2	6	7
Φωτοβολταϊκά	3	3,9	5,3	6,3	7,7
Ηλιοθερμικοί Σταθμοί	0	0	0,1	0,1	0,1
Γεωθερμία	0	0	0	0	0,1
Σύνολο	10,1	11,9	14,4	16,3	18,9

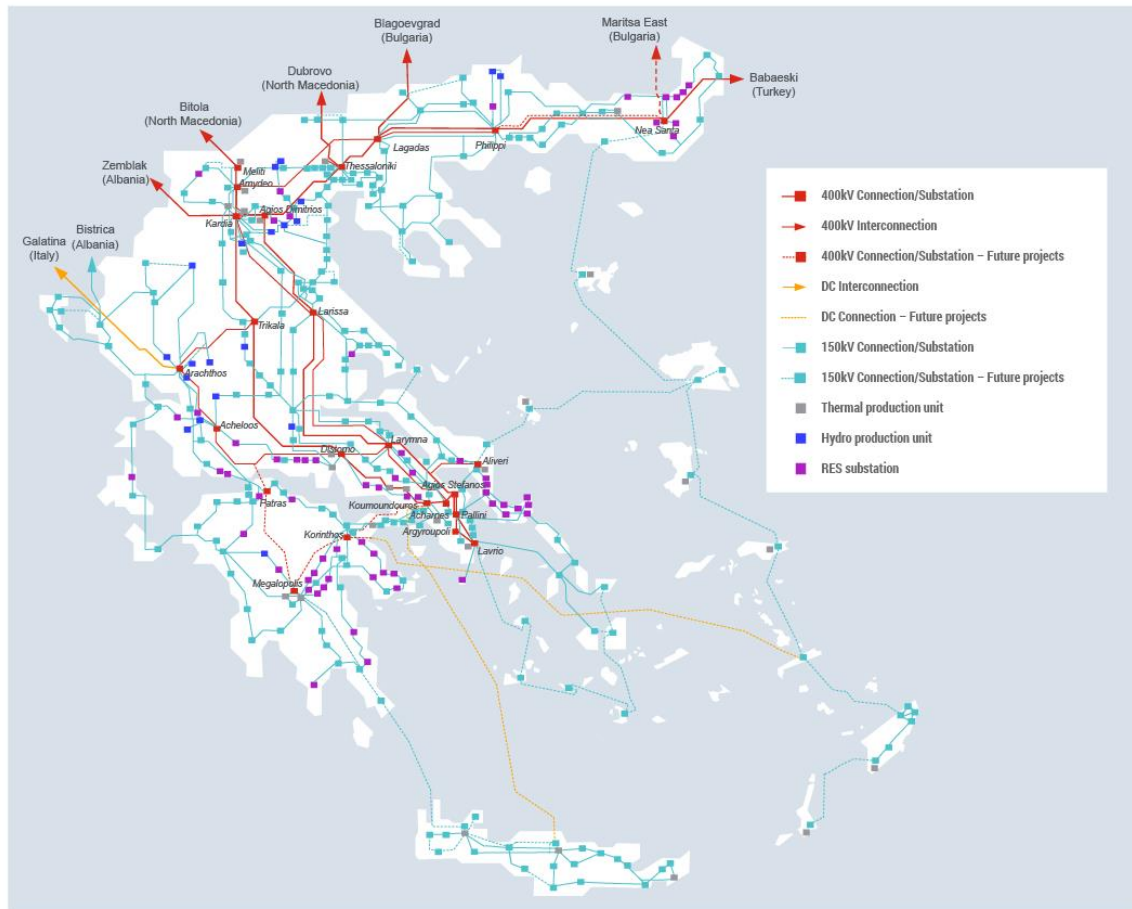
Πηγή: [37]

Πίνακας 2.4: Στόχοι παραγωγής ΑΠΕ σε TWh

	2020	2022	2025	2027	2030
Βιομάζα & Βιοαέριο	0,4	0,5	0,8	1	1,6
Υδροηλεκτρικά	5,5	6,2	6,3	6,3	6,4
Αιολικά	7,2	10	12,5	14,3	17,1
Φωτοβολταϊκά	4,6	6,3	8,5	10	12,1
Ηλιοθερμικοί Σταθμοί	0	0	0,3	0,3	0,3
Γεωθερμία	0	0	0	0	0,6
Σύνολο	17,7	23	28,4	31,9	38,1

Πηγή: [37]

Για την προώθηση της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών πολύ σημαντικό ρόλο το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, διότι η συνεχής βελτίωση και επέκτασή του επιτρέπει αυξανόμενη διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα. Παράλληλα, η ανάπτυξη διασυνδέσεων με χώρες του εξωτερικού είναι εξίσου σημαντική ώστε να απορροφείται αλλά και να αποδίδεται ηλεκτρική ενέργεια όταν μια χώρα έχει έλλειμμα και μια άλλη έχει περίσσεια αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο, μακροχρόνια ελαττώνεται η ενέργεια από συμβατικές μονάδες, δεδομένου ότι αξιοποιείται εξ ολοκλήρου η παραγόμενη ενέργεια από τις ΑΠΕ είτε για την κάλυψη των αναγκών της ίδιας της χώρας είτε για την κάλυψη των αναγκών μιας γειτονικής μέσω της διασύνδεσης.



Εικόνα 2.10: Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα και μελλοντικές επεκτάσεις

Πηγή: About us | IPTO

<https://www.admie.gr/en/company/about-us>

Όσον αφορά τις διασυνδέσεις με χώρες του εξωτερικού, το μοναδικό εν εξελίξει έργο είναι η δεύτερη διασύνδεση Ελλάδας – Βουλγαρίας η οποία αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2023, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς η Βουλγαρία είναι μια χώρα με υψηλό δυναμικό ηλεκτροπαραγωγής λόγω των πυρηνικών σταθμών της. Επιπλέον σχεδιάζονται οι διασυνδέσεις Ελλάδας – Κύπρου – Ισραήλ η οποία εκτός από αγωγό φυσικού αερίου προβλέπει και ηλεκτρική διασύνδεση μεταξύ των χωρών, η οποία

θα γίνει μέσω της διασύνδεσης της Κρήτης και επιπλέον εξετάζεται η αναβάθμιση των διασυνδέσεων με τη Βόρεια Μακεδονία. Στο εγχώριο δίκτυο, σήμερα υπάρχουν 29 αυτόνομα νησιωτικά ηλεκτρικά συστήματα τα οποία βασίζονται στο πετρέλαιο για την ηλεκτροπαραγωγή. Στόχος είναι μέχρι το 2030 η πλειονότητα των νησιών αυτών να έχει διασυνδεθεί επιτυχάνοντας έτσι τόσο την μείωση του κόστους της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης θα συμβάλλει στην περεταίρω αξιοποίηση του δυναμικού των νησιών αυτών σε Ανανεώσιμες Πηγές το οποίο είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Τρίτον, τίθεται ως στόχος η τελική κατανάλωση ενέργειας το 2030 να είναι χαμηλότερη από αυτή του 2017, δηλαδή να μην υπερβεί τα 16,5 Mtoe. Για τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης προβλέπεται βελτίωσή του κατά 38%, ποσοστό μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο κεντρικό ευρωπαϊκό στόχο ο οποίος ανέρχεται στο 32,5%. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται ικανοποιητική επίδοση στους σχετικούς δείκτες αξιολόγησης σχετικά με τον στόχο εξοικονόμησης ενέργειας για το 2020 (18,4 Mtoe) λαμβάνοντας υπόψη και την αύξηση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας την οποία επιφέρει η ανάπτυξη που ακολουθεί την ύφεση των τελευταίων ετών. Το ποσοστό αυτό είναι ακόμη μεγαλύτερο όταν ανάγεται σε επίπεδο πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας και ανέρχεται σε 44%. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι ο συνολικός στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ολόκληρου του ενεργειακού συστήματος, επιτυγχάνοντας ιδιαίτερα υψηλή βελτίωση στον τρόπο διάθεσης της ενέργειας προς κατανάλωση.

Σε ό,τι αφορά τον οικιακό τομέα, κρίνεται αναγκαία η ανακαίνιση του κτηριακού δυναμικού της χώρας καθώς με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων για τους πολίτες αλλά επίσης θα βελτιωθεί η άνεση, η ασφάλεια και η υγεία τους κατά την χρήση των κτηρίων αυτών. Για τον σκοπό αυτό έχει καθοριστεί ένας κεντρικός στόχος ανακαίνισης και αποκατάστασης κτηρίων κατοικίας με νέα σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης, το οποίο δύναται να ανέλθει σε 15 - 20% του συνόλου των κατοικιών μέχρι το 2030. Αυτό σημαίνει να αναβαθμίζονται ενεργειακά η να ανακαινίζονται ετησίως κατά μέσο όρο 60.000 κτήρια. Ο στόχος αυτός θα συμβάλλει σημαντικά στην αναβάθμιση του γερασμένου κτηριακού αποθέματος και θα προσφέρει σημαντικά λειτουργικά και οικονομικά οφέλη στα ελληνικά νοικοκυριά.

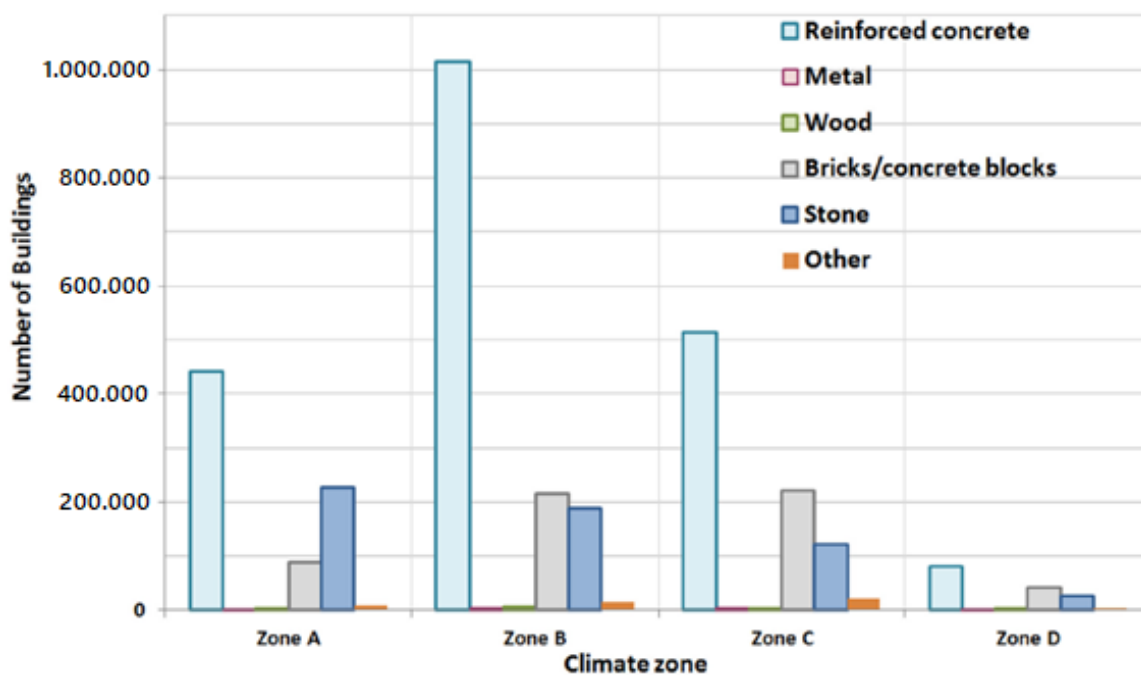
Τέλος, στόχος είναι η διεύρυνση της χρήσης του φυσικού αερίου ως καύσιμο στην τελική κατανάλωση. Το φυσικό αέριο αποτελεί ένα ενδιάμεσο καύσιμο για την μετάβαση σε ένα μοντέλο χαμηλών εκπομπών στην τελική κατανάλωση αλλά και την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και σε χαμηλότερο ενεργειακό κόστος συγκριτικά με τις άλλες συμβατικές τεχνολογίες. Στόχος είναι το φυσικό αέριο σε όλους τους τομείς να αντικαταστήσει μέρος της κατανάλωσης πετρελαϊκών προϊόντων. Για τον οικιακό τομέα αναγκαία είναι η ανάπτυξη των υποδομών μεταφοράς και διανομής για να δοθεί η δυνατότητα πρόσβασης στη χρήση φυσικού αερίου σε περισσότερα νοικοκυριά.

3 Ο οικιακός τομέας της Ελλάδος

3.1 Χαρακτηριστικά των κατοικιών στην Ελληνική επικράτεια

Σύμφωνα με την απογραφή των κτηρίων το 2011 [38] τα κτήρια της Ελλάδας με καθαρά οικιακό ή μεικτό χαρακτήρα αποτελούν το 79,1% των κτηρίων της Ελληνικής επικράτειας και ανέρχονται σε 3.246.008 κτήρια, 20,8% στην κλιματική ζώνη Α, 47,3% στην κλιματική ζώνη Β, 27,3% στην κλιματική ζώνη Γ και μόνο 4,6% στην κλιματική ζώνη Δ. Σύμφωνα με την απογραφή, 70,4% των οικιακών κτηρίων είναι μονοκατοικίες, 15% οικίες δυο οικογενειών και 14,6% πολυκατοικίες. Όμως η κατανομή διαφοροποιείται σημαντικά στην Αττική και τη Θεσσαλονίκη όπου το ποσοστό των μονοκατοικιών είναι 48% και 53% αντίστοιχα. Το ποσοστό των οικιών που χρησιμοποιούνται ως κύρια κατοικία ανέρχεται σε 64,7%, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό αποτελεί εξοχικές κατοικίες.

Η απογραφή κατέδειξε επίσης κάποια ποιοτικά τεχνικά χαρακτηριστικά της εξέλιξης των κτηρίων. Τα δομικά υλικά των κατοικιών είναι κυρίως ενισχυμένο σκυρόδεμα, τούβλα ή τσιμεντόλιθοι και πέτρα, ενώ 57,2% των κατοικιών έχουν κεκλιμένη οροφή αποτελούμενη από κεραμίδια. Το ποσοστό αυτό είναι στις κλιματικές ζώνες Γ και Δ μεγαλύτερο από 70% λόγω των πολύ συχνότερων χιονοπτώσεων, ενώ στην ζώνη Α αντίθετα το ποσοστό τους είναι μικρότερο από 30%.



Εικόνα 3.1: Δομικά Υλικά κατοικιών ανά κλιματική ζώνη.
Πηγή: [35]

Ο πρώτος κανονισμός για τη θερμομόνωση των κτηρίων εφαρμόστηκε το 1979 ο οποίος έθεσε τα κριτήρια για την θερμοπερατότητα και τον συνολικό συντελεστή

μεταφοράς θερμότητας των κτηρίων αλλά και τους κανόνες δόμησης ανά κλιματική ζώνη. Ο κανονισμός αυτός αναθεωρήθηκε το 2010 [39] και εναρμονίζεται με την οδηγία 91/2002 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και έχει επιβάλλει αυστηρότερες προδιαγραφές για την θερμοπερατότητα των κτηρίων από 14% έως και 43% ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Ο νέος αναθεωρημένος KENAK δημοσιεύθηκε την 12η Ιουλίου 2017 [40] σε αντικατάσταση του υφιστάμενου Κανονισμού εκδόσεως 2010. Η αναθεώρηση αυτή ήταν υποχρεωτική από τον νόμο 3661/2013 και έγινε προς συμμόρφωση του εν λόγω Κανονισμού με τις απαιτήσεις της νέας Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2010/30/ΕΕ) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων η οποία αντικατέστησε την αρχική Οδηγία του 2002 για το θέμα αυτό, αλλά και καθυστερημένη με αποτέλεσμα η χώρα μας να καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό δικαστήριο για την καθυστέρηση αυτή. Οι βασικές αλλαγές μεταξύ των δυο κανονισμών αναλύονται ακολούθως. Με τον KENAK 2017 επέρχονται πολλές συμπληρώσεις, βελτιώσεις και προσθήκες ως προς τον KENAK 2010, χωρίς όμως να μεταβάλουν ουσιαστικά τις ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές υλικών και εγκαταστάσεων και χωρίς να μειώνουν το κόστος των τεχνικών παρεμβάσεων, τόσο σε ανακαινίσεις υφιστάμενων κτιρίων όσο και στην υλοποίηση νέων κατασκευών.

Αρχικά όσον αφορά τις απαιτήσεις για τη θερμομόνωση των κτηρίων παρατηρούνται ελαφρώς αυξημένες απαιτήσεις για τις εκάστοτε κλιματικές ζώνες οι οποίες παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 3.1: Όρια συντελεστών θερμοπερατότητας σε παλαιό και νέο KENAK

Δομικό στοιχείο	Κλιματική ζώνη				Κλιματική ζώνη				KENAK
	A	B	Γ	Δ	A	B	Γ	Δ	
	Μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας για δομικά στοιχεία [W/(m ² K)]				Ποσοστιαία Διαφορά				
Οροφή	0,45	0,4	0,35	0,3	-11,11%	-10,00%	-14,29%	-16,67%	2017
	0,5	0,44	0,4	0,35					2010
Εξωτερικός τοίχος	0,55	0,45	0,4	0,35	-9,09%	-11,11%	-12,50%	-14,29%	2017
	0,6	0,5	0,45	0,4					2010
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,3	0,9	0,7	0,65	-15,38%	-11,11%	-14,29%	-7,69%	2017
	1,5	1	0,8	0,7					2010
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,3	0,9	0,7	0,65	-15,38%	-11,11%	-14,29%	-7,69%	2017
	1,5	1	0,8	0,7					2010
Δάπεδο επί πιλοτής	0,45	0,4	0,35	0,3	-11,11%	-10,00%	-14,29%	-16,67%	2017
	0,5	0,44	0,4	0,35					2010

Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,1	0,8	0,65	0,6	-9,09%	-12,50%	-15,38%	-16,67%	2017
	1,2	0,9	0,75	0,7					2010

Πίνακας 3.2: Όρια πάχους μονώσεως σε παλαιό και νέο ΚΕΝΑΚ

Δομικό στοιχείο	Τυπικό πάχος θερμομόνωσης (cm), αντίστοιχο στα ανωτέρω όρια θερμοπερατότητας				ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΑΦΟΡΑΣ				ΚΕΝΑΚ
					Κλιματική ζώνη				
					A	B	Γ	Δ	
Οροφή	7,4	8,5	9,9	11,8	12,16%	10,59%	14,14%	16,10%	2017
	6,5	7,6	8,5	9,9					2010
Εξωτερικός τοίχος	5,7	7,4	8,5	9,9	10,53%	12,16%	12,94%	14,14%	2017
	5,1	6,5	7,4	8,5					2010
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,5	2,9	4,2	4,6	26,67%	13,79%	16,67%	8,70%	2017
	1,1	2,5	3,5	4,2					2010
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,5	2,9	4,2	4,6	26,67%	13,79%	16,67%	8,70%	2017
	1,1	2,5	3,5	4,2					2010
Δάπεδο επί πιλοτής	7,4	8,5	9,9	11,8	12,16%	10,59%	14,14%	16,10%	2017
	6,5	7,6	8,5	9,9					2010
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	2,1	3,5	4,6	5,1	14,29%	17,14%	17,39%	17,65%	2017
	1,8	2,9	3,8	4,2					2010

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρείται ότι τα όρια για τον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμομόνωσης διαφόρων δομικών στοιχείων μειώθηκαν ελαφρώς κατά περίπου 12,5%. Επίσης από τον πίνακα διαπιστώνεται ότι το απαιτούμενο ελάχιστο πάχος θερμομόνωσης αυξήθηκε κατά 14,7%, λόγω αυστηροποίησης των ορίων θερμοπερατότητας.

Πίνακας 3.3: Απαιτήσεις σε ιδιότητες κουφωμάτων ανά κλιματική ζώνη

	Κλιματική Ζώνη				Ποσοστιαία Διαφορά				ΚΕΝΑΚ
					Κλιματική Ζώνη				
	A	B	Γ	Δ	A	B	Γ	Δ	
Θερμοπερατότητα (W/m ² K)	2,8	2,6	2,4	2,2	-14,29%	-15,38%	-16,67%	-18,18%	2017
	3,2	3	2,8	2,6					2010

Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τον βαθμό απόδοσης του λέβητα θερμάνσεως δεν καθορίζονται από την υπουργική απόφαση για τον ΚΕΝΑΚ αλλά από την αντίστοιχη Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου (ΤΟΤΕΕ-1). Βάσει όμως της νέας ΤΟΤΕΕ-1, αυτή τη φορά όμως οι απαιτήσεις αυτές εκφράζονται με τον εποχιακό βαθμό απόδοσης

του λέβητα έναντι του στιγμιαίου βαθμού απόδοσης υπό πλήρες φορτίο του KENAK 2010. Συγκριτικά όμως οι απαιτήσεις αυτές παραμένουν πρακτικά οι ίδιες. Π.χ. ενώ για λέβητα 100 έως 200 kW η παλαιά απαίτηση βαθμού αποδόσεως λέβητα-καυστήρα ήταν 93,4%, η νέα απαίτηση εποχιακού βαθμού αποδόσεως είναι 85%. Σημειώνεται ότι αυτές οι νέες απαιτήσεις του KENAK 2017 είναι κατώτερες από τις απαιτήσεις του νέου Κανονισμού 813/2013 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (ΕΕ) για τον οικολογικό σχεδιασμό λεβήτων, με τις οποίες προβλέπεται ως ελάχιστος εποχιακός βαθμός απόδοσης για νέους λέβητες ισχύος > 70 kW: για μεν λέβητες πετρελαίου: 99,3%, για δε λέβητες αερίου: 103,9%. Τέτοιου είδους αποδόσεις επιτυγχάνονται μόνο από την νέα τεχνολογία λεβήτων συμπυκνώσεως, δηλαδή λέβητες χαμηλής θερμοκρασίας καυσαερίων, είτε αερίου είτε πετρελαίου.

Εδώ οι απαιτήσεις του νέου KENAK για τον εποχιακό βαθμό απόδοσης των αντλιών θερμότητας (SCOP) κατά την θέρμανση είναι ακριβώς οι ίδιες με τις αντίστοιχες απαιτήσεις του KENAK 2010 :

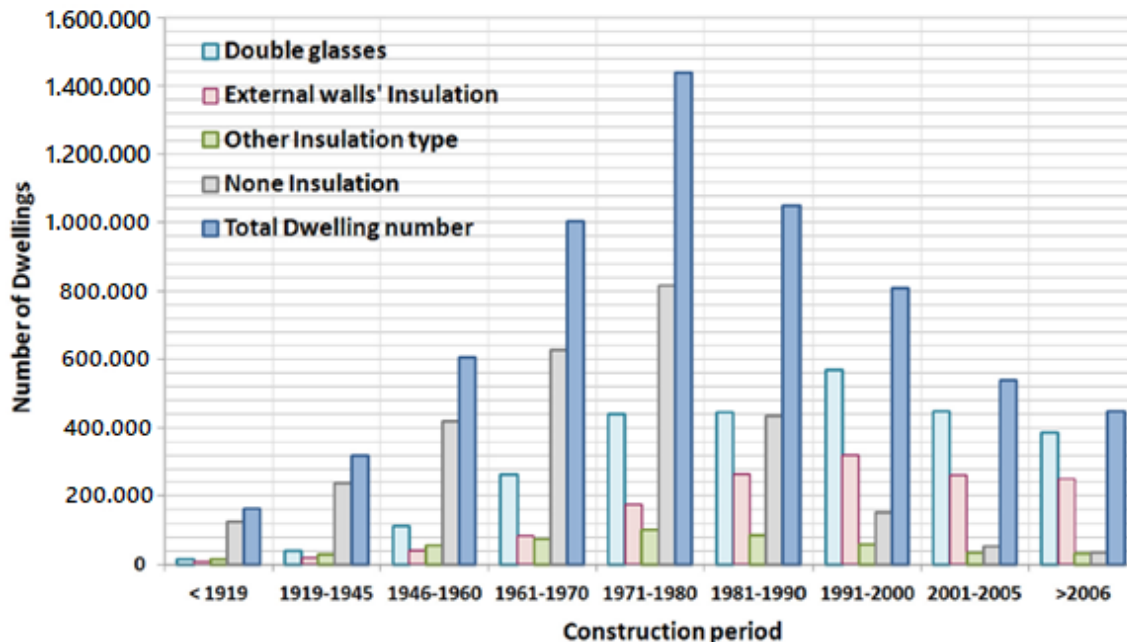
- Για αερόψυκτες αντλίες θερμότητας : SCOP = 3,2
- Για υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας : SCOP = 4,3
- Για αντλίες θερμότητας υδρόψυκτες με θαλασσίνο νερό ή γεωθερμικό εναλλάκτη : SCOP=3,5

Οι απαιτήσεις αυτές για το βαθμό απόδοσης (SCOP) όμως ικανοποιούνται ανέτως από τις νέες αντλίες θερμότητας με ρυθμιστή στροφών (inverter) όπου αυτός προσεγγίζει άνετα το 3,8 (για τις αερόψυκτες μονάδες).

Όμοια και για την ψύξη οι απαιτήσεις μεταξύ των δύο εκδόσεων KENAK 2010 και 2017 για τον εποχιακό βαθμό απόδοσης ψυκτών SEER του κτιρίου αναφοράς είναι οι ίδιες χωρίς ο Κανονισμός ΕΕ για τον οικολογικό σχεδιασμό να θέτει άλλες ειδικότερες απαιτήσεις.

Παρόλα αυτά πολλές κατοικίες κατασκευασμένες μετά το 1980 δεν έχουν κάποια μόνωση. Συγκεκριμένα μόνο το 22,4% αυτών έχει μόνωση στους εξωτερικούς τοίχους και μόνο το 42,7% διπλά τζάμια. Το ποσοστό των σπιτιών χωρίς κανενός είδους μόνωσης κυμαίνεται ανάμεσα στο 45 – 55% στις τρεις πρώτες κλιματικές ζώνες ενώ στο 25% στην τέταρτη. [35]

Σύμφωνα με μελέτη της Ελληνικής στατιστικής αρχής, η οποία μελέτησε τις καταναλώσεις του οικιακού τομέα στην Ελλάδα το διάστημα μεταξύ Οκτωβρίου 2011 και Σεπτεμβρίου 2012 [41], καταγράφηκαν τα δεδομένα καταναλώσεων αλλά και τα χαρακτηριστικά των κατοικιών οι οποίες χρησιμοποιούνται περισσότερους από έξι μήνες τον χρόνο. Σύμφωνα με αυτή, το 52,2% των κατοικιών δεν διαθέτει κάποια μόνωση, το 42,1% διαθέτει ενώ στο υπόλοιπο 5,7% ο κάτοικος δεν γνώριζε για την ύπαρξη ή μη θερμομόνωσης. Τα είδη της θερμομόνωσης φαίνονται στον Πίνακα 3.4:



Εικόνα 3.2: Αριθμός κατοικιών με εγκατεστημένες μονώσεις ανά χρονολογία κατασκευής
Πηγή:[35]

Πίνακας 3.4: Τύπος θερμομόνωσης ελληνικών νοικοκυριών

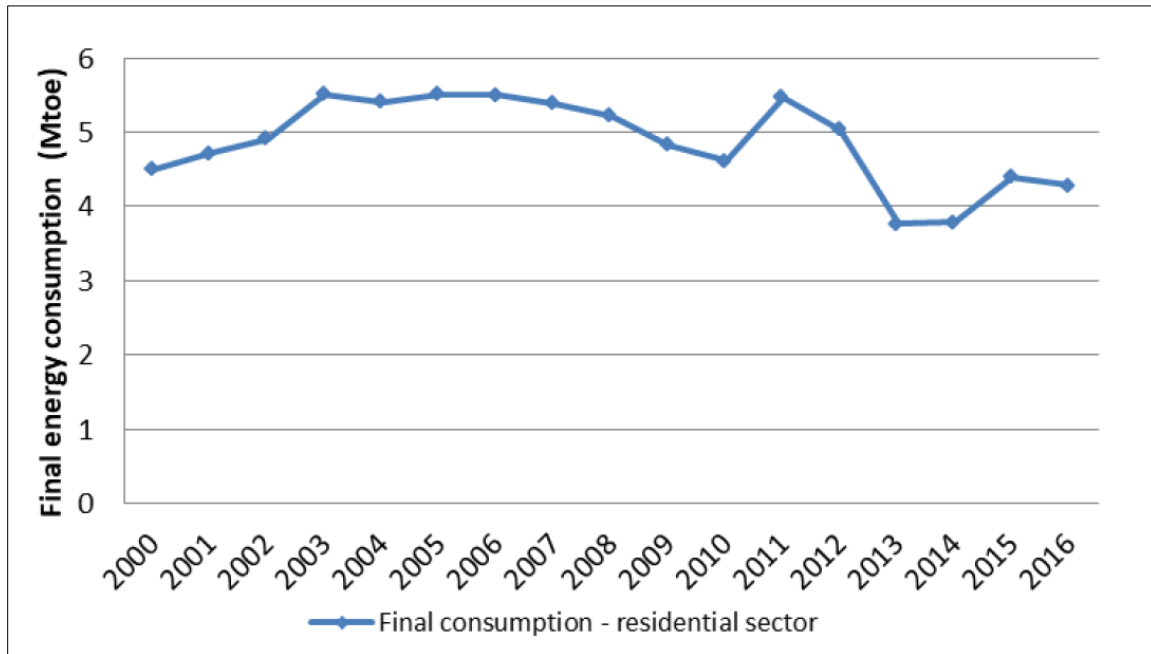
Τύπος	Ποσοστό
Στη στέγη/δώμα	38,5%
Στο δάπεδο	2,9%
Στην τοιχοποιία εξωτερικά	77,8%
Στην τοιχοποιία εσωτερικά	31,3%
Στον φέροντα οργανισμό	18,3%
Άλλη μόνωση	0,5%
Δεν γνωρίζω τον τύπο	1,4%

Πηγή: [41]

3.2 Η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα της Ελλάδος

Όπως αναλύθηκε και παραπάνω ο οικιακός τομέας παρουσιάζει σχετικά μικρότερες διακυμάνσεις από άλλους τομείς όπως οι μεταφορές και η βιομηχανία. Στην Εικόνα 3.3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι εκπομπές του οικιακού τομέα από το 2000 μέχρι το 2016. Είναι εμφανές ότι από το 2000 όπου η τελική καταναλισκόμενη ενέργεια στα νοικοκυριά ήταν 4,5 Mtoe συνολικά μειώθηκε κατά 5% μέχρι το 2016. Παρόλο που, , μέχρι το 2006 η κατανάλωση αυξανόταν σταθερά, μετά ακολούθησε μείωση καθώς ο οικιακός τομέας ήταν από τους πρώτους τομείς όπου εφαρμόστηκαν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας από το 2007 και μετά μειώνοντας την τελική κατανάλωση. Μια σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε κατά το έτος 2011 όπου λόγω του δριμύ χειμώνα η κατανάλωση αυξήθηκε. Από το 2012 όμως και μετά παρατηρήθηκε σημαντική πτώση λόγω κυρίως της

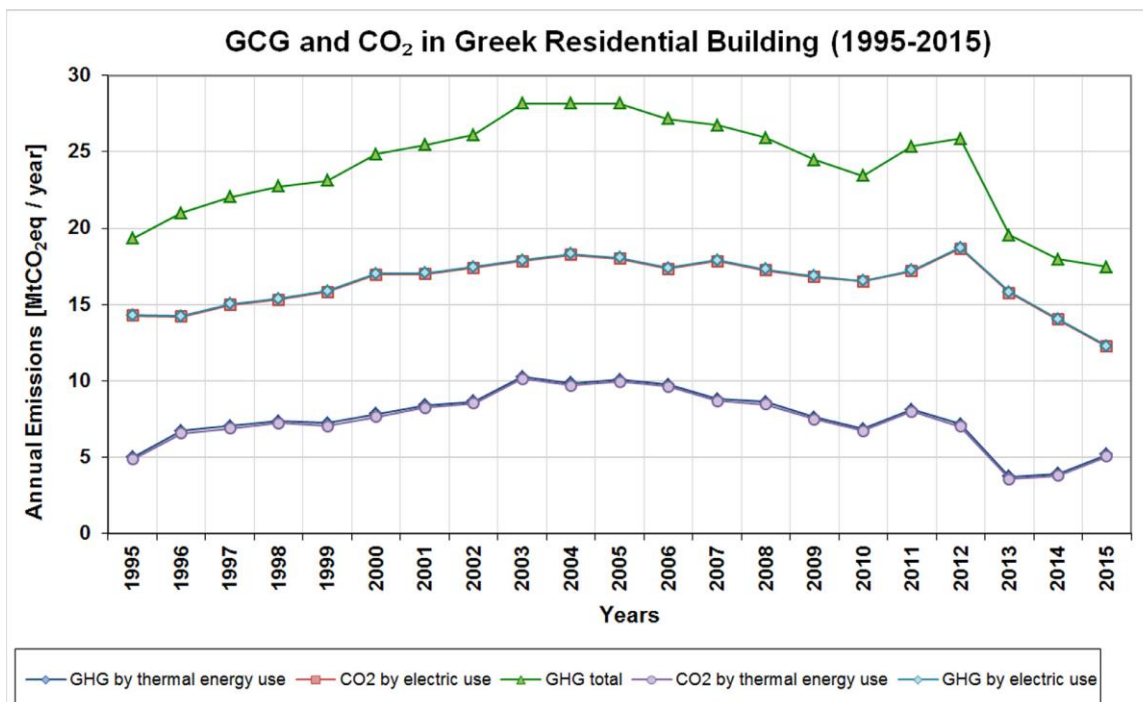
οικονομικής κρίσης που έπληξε την χώρα αλλά και του φόρου που επιβλήθηκε στο πετρέλαιο θέρμανσης αυξάνοντας την τιμή του κατά 50% [42]. Συνολικά στο διάστημα αυτό, η τελική κατανάλωση από 5,3 Mtoe το 2007 μειώθηκε σε 3,8 Mtoe το 2013. Από το 2013 και μετά παρατηρείται αύξηση το 2015 σε 4,4 Mtoe και μικρή μείωση σε 4,2 Mtoe το 2016.



*Εικόνα 3.3: Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα της Ελλάδος 2000 – 2016
Πηγή: [43]*

Παρόμοια τάση ακολουθούν και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με το διοξείδιο του άνθρακα να είναι και εδώ το κυριότερο αέριο που εκπέμπεται, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.4. Από το 1995 ως το 2005 τόσο οι εκπομπές που οφείλονται στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και της παραγωγής θερμικής ενέργειας στα νοικοκυριά αυξανόταν σταθερά και ακολούθησε μια ήπια πτωτική τάση μέχρι το 2010. Ακολούθησε μια αύξηση το 2011 και 2012 και έπειτα ραγδαία πτώση από το 2012 στο 2013 εξαιτίας της σημαντικής μείωσης της κατανάλωσης. Έπειτα στο διάστημα 2013 – 2016 παρατηρείται αύξηση στις εκπομπές θερμικής ενέργειας αλλά μείωση στις εκπομπές που οφείλονται στην ηλεκτρική ενέργεια λόγω της στροφής του μείγματος προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ελάττωση χρήσης του λιγνίτη οδηγώντας έτσι σε μείωση των συνολικών εκπομπών.

Την τάση για τη μείωση στην κατανάλωση ενέργειας δείχνει και η διακύμανση του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας του οικιακού τομέα, καθώς στην περίοδο 2000 – 2016 ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (ODEX) του οικιακού τομέα της Ελλάδος παρουσίασε αύξηση της τάξης του 30% δηλαδή μια μέση τιμή 2% ετησίως. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η ενέργεια στον οικιακό τομέα αξιοποιείται 30% αποδοτικότερα γεγονός το οποίο δείχνει την τάση για εξοικονόμηση ενέργειας [43].



Εικόνα 3.4: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και αερίων του θερμοκηπίου του οικιακού τομέα της Ελλάδας, 1995 – 2015

Πηγή: [35]

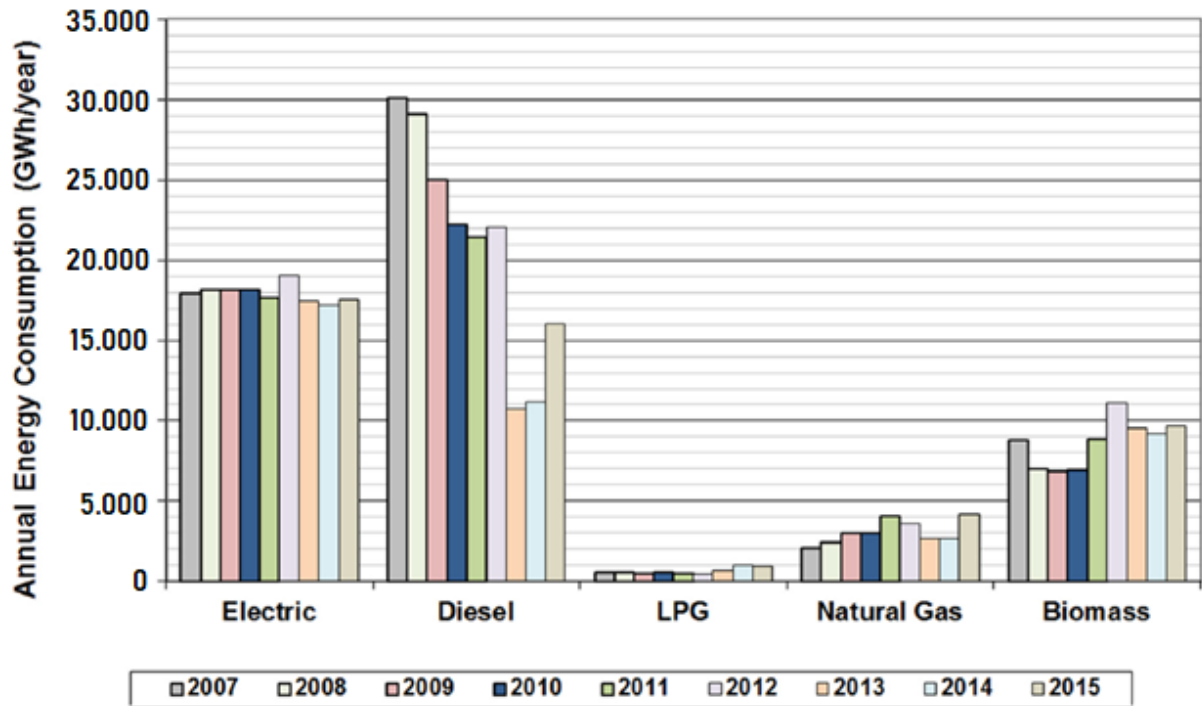
Οι κυριότερες πηγές ενέργειας για τα νοικοκυριά είναι το πετρέλαιο και η ηλεκτρική ενέργεια. Σύμφωνα με την μελέτη της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής, στο διάστημα ανάμεσα στον Οκτώβριο του 2011 και τον Σεπτέμβριο του 2012 η μέση ετήσια κατανάλωση στα Ελληνικά Νοικοκυριά ανήλθε σε 13.994 kWh που ισούνται με 1,203 toe. Τα ευρήματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.5: Ενεργειακές πηγές Ελληνικών νοικοκυριών, Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012

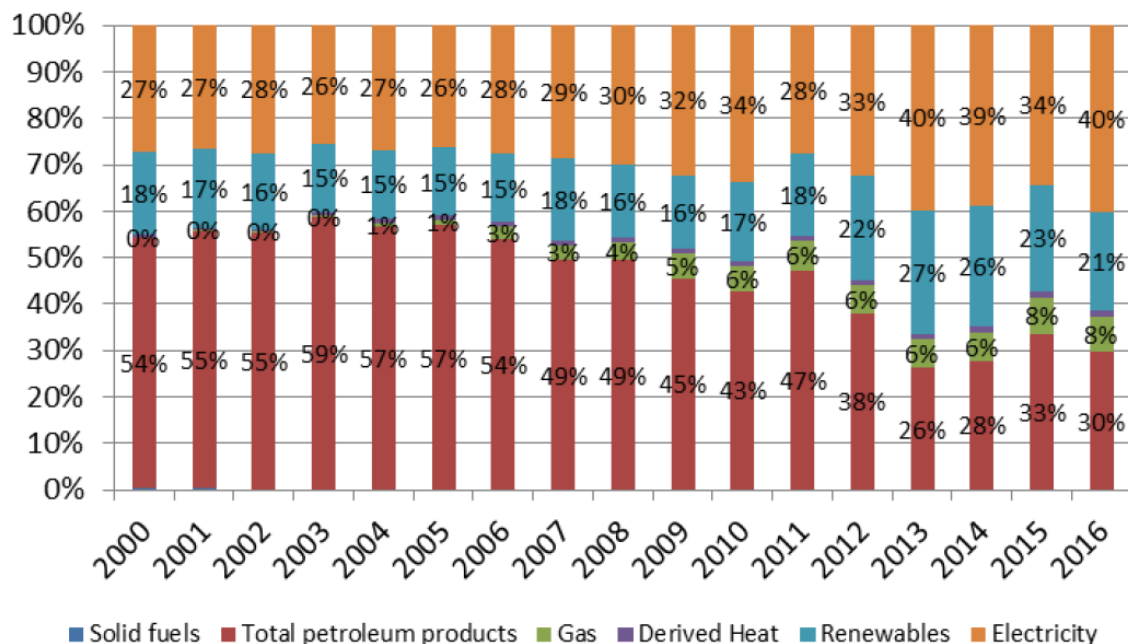
Πηγή	Ποσοστό	KWh	toe
Πετρέλαιο Θέρμανσης	44,1%	6171	0,531
Ηλεκτρισμός	26,8%	3750	0,322
Καυσόξυλα	17,4%	2435	0,209
Φυσικό Αέριο	5,4%	756	0,065
Θερμική ενέργεια από τον ήλιο	2,9%	406	0,035
Υγραέριο	1,8%	252	0,022
Τηλεθέρμανση	0,5%	70	0,006
Πέλλετες	0,5%	70	0,006
Κηροζίνη	0,3%	42	0,004
Πυρήνας	0,3%	42	0,004
Σύνολο	100,0%	13.994	1,203

Πηγή: [41]

Οι μεταβολές των ποσοστών για το διάστημα 2006 – 2016 παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.6 για κάθε μία από τις κυριότερες πηγές ενέργειας. Από τις Εικόνα 3.6 και Εικόνα 3.5 είναι εμφανές ότι από το 2000 ως το 2006 το πετρέλαιο θέρμανσης ήταν η κυριότερη πηγή ενέργειας, με ποσοστό μεγαλύτερο από 50%, όμως από τότε και μετά η εισαγωγή του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μείγμα των νοικοκυριών επέφερε μείωση στην χρήση του πετρελαίου, οδηγώντας σε αύξηση του ποσοστού άλλων πηγών ενέργειας όπως η ηλεκτρική αλλά και η βιομάζα κυρίως με την χρήση καυσόξυλων. Όμως όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.5 η παραγωγή ενέργειας από τις πηγές αυτές δεν αυξήθηκε ανάλογα με την μείωση της χρήσης του πετρελαίου θέρμανσης του οποίου η πτώση ήταν ραγδαία.



Εικόνα 3.5: Κατανάλωση Ενέργειας ανά πηγή στον οικιακό τομέα, 2007 – 2015
 Πηγή: [35]



Εικόνα 3.6: Ποσοστά κατανομής πηγών ενέργειας στον οικιακό τομέα, 2000 – 2016
Πηγή: [43]

3.3 Χρήσεις ενέργειας στον οικιακό τομέα της Ελλάδος

Σύμφωνα με την μελέτη της Ελληνικής στατιστικής αρχής το διάστημα Οκτώβριος 2011 – Σεπτέμβριος 2012 η μέση κατανάλωση των 13.994 kWh επιμερίζεται κατά 10.244 kWh σε θερμική ενέργεια και 3.750 kWh σε ηλεκτρική. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή της ανά χρήση.

Πίνακας 3.6: Κατανομή χρήσης ενέργειας στα Ελληνικά Νοικοκυριά

Χρήση	Ποσοστό
Θέρμανση Χώρου	63,7%
Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης	5,7%
Μαγείρεμα	17,3%
Ψύξη χώρου	1,3%
Φωτισμός	1,7%
Ηλεκτρικές/Ηλεκτρονικές Συσκευές	10,2%

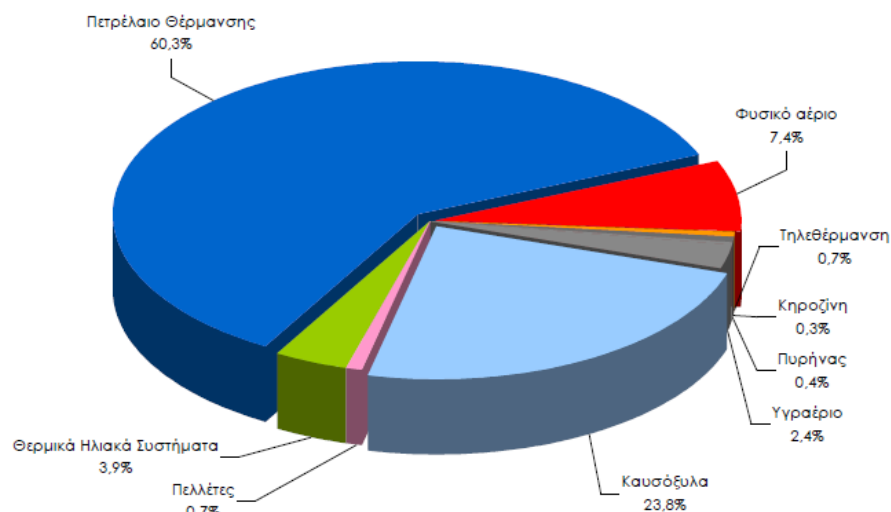
Πηγή: [41]

Η κατανάλωση θερμικής ενέργειας αφορά τις τρεις πρώτες δραστηριότητες του παραπάνω πίνακα, θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και μαγείρεμα. Αναλύοντας μόνο τις χρήσεις της θερμικής ενέργειας προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας με την ποσοστιαία κατανομή της ανά χρήση. Σύμφωνα με τη μελέτη το κύριο καύσιμο για την παραγωγή θερμικής ενέργειας είναι το πετρέλαιο θέρμανσης σε ποσοστό 60,3% ενώ ακολουθούν τα καυσόξυλα σε ποσοστό 27,3%. Η αναλυτική κατανομή ανά τύπο καυσίμου φαίνεται στην Εικόνα 3.7.

Πίνακας 3.7: Κατανομή χρήσης Θερμικής ενέργειας

Χρήση	Ποσοστό
Θέρμανση Χώρου	85,9%
Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης	4,4%
Μαγείρεμα	9,7%

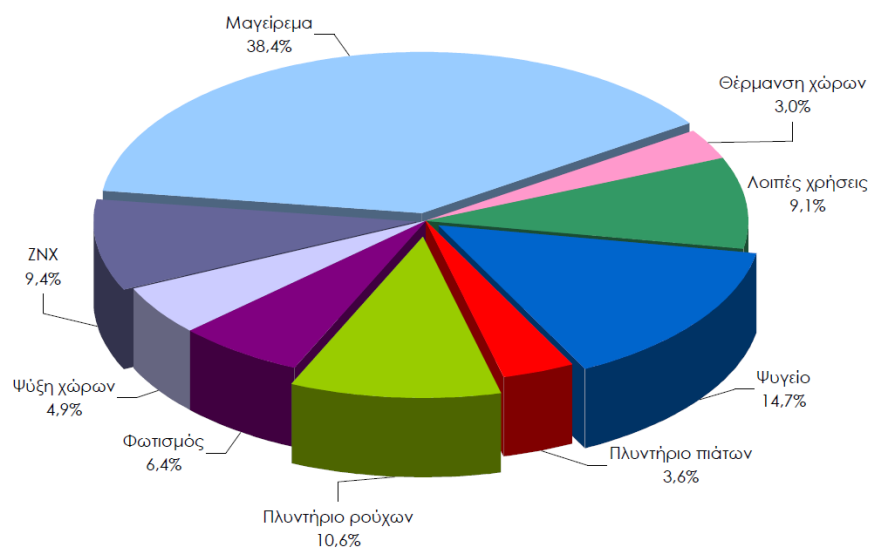
Πηγή: [41]



Εικόνα 3.7: Πηγές παραγωγής θερμικής ενέργειας του Ελληνικού οικιακού τομέα

Πηγή: [41]

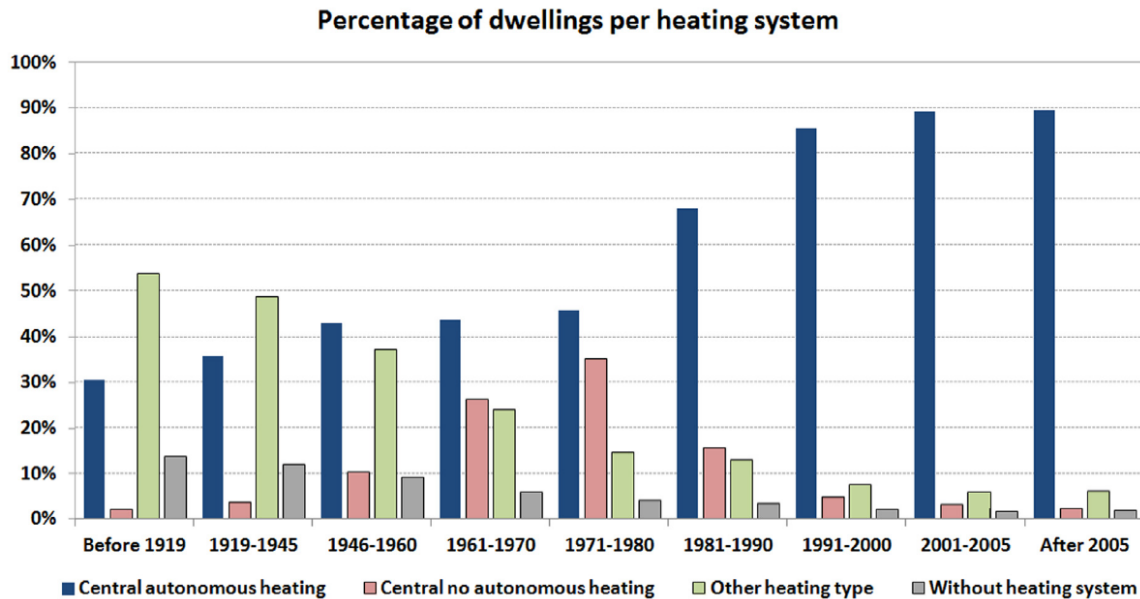
Η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας ανά τελική κατανάλωση παρουσιάζεται στο ακόλουθο γράφημα. Παρατηρείται ότι η κυριότερη χρήση της είναι το μαγείρεμα σε ποσοστό 38,4% ενώ άλλες σημαντικές χρήσεις αποτελούν το ψυγείο με ποσοστό 14,7%, το πλυντήριο ρούχων με ποσοστό 10,6% και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με ποσοστό 9,4%.



Εικόνα 3.8: Καταναλώσεις Ηλεκτρικής Ενέργειας του Οικιακού τομέα στην Ελλάδα

Πηγή: [41]

Εξετάζοντας το σύστημα θέρμανσης παρατηρούμε από την Εικόνα 3.8, η οποία μας δείχνει τον τύπο του εγκατεστημένου συστήματος θέρμανσης ανά δεκαετία κατασκευής του κτηρίου, παρατηρείται ότι η πλειονότητα των κατοικιών έχουν κεντρική αυτόνομη θέρμανση. Οικίες με άλλα συστήματα θέρμανσης ήταν πολύ διαδεδομένες πριν το 1960 αλλά το ποσοστό τους μειώνεται συνεχώς ενώ από το 1960 μέχρι το 1980 σημαντικό ποσοστό των κατοικιών είχε κεντρική μη αυτόνομη θέρμανση η οποία συνεχώς μειώνεται από τότε και μετά. Το ποσοστό των νοικοκυριών χωρίς κανένα σύστημα θέρμανσης δεν ήταν ιδιαίτερα υψηλό και μετά το 1960 συνεχώς μειώνεται.



*Εικόνα 3.9: Τύπος θέρμανσης αναλόγως του έτους κατασκευής της πολυκατοικίας
Πηγή: [35]*

Η έρευνα της ΕΛΣΤΑΤ κατέδειξε ότι το 98,8% των νοικοκυριών έχουν κάποιο σύστημα ή εξοπλισμό θέρμανσης. Πιο συγκεκριμένα το 50,8% των κατοικιών χρησιμοποιούν ως κύριο σύστημα θέρμανσης κάποιο κεντρικό σύστημα, το 48,6% κάποιο αυτόνομο σύστημα θέρμανσης και το 0,6% τηλεθέρμανση. Το ποσοστό των νοικοκυριών το οποίο διαθέτει διακόπτη αυτονομίας του συστήματος θέρμανσης ανέρχεται σε 65,3% ενώ το υπόλοιπο 34,7% δεν διαθέτει. Εξετάζοντας τον τύπο καυσίμου για το κύριο σύστημα θέρμανσης, το κυριότερο καύσιμο είναι το πετρέλαιο θέρμανσης σε ποσοστό 63,8%, ακολουθούν με 12,4% και 12% ο ηλεκτρισμός και η βιομάζα ενώ το ποσοστό του φυσικού αερίου περιορίζεται στο 8,7%.

Εν συνεχεία, η έρευνα κατέγραψε τους τύπους εστιών μαγειρέματος, δραστηριότητα η οποία αποτελεί μία από τις κυριότερες καταναλώσεις ενέργειας. Επίσης, η ίδια έρευνα κατέγραψε και τους τύπους των διάφορων τύπων ηλεκτρικών συσκευών που διαθέτουν τα ελληνικά νοικοκυριά. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στους ακόλουθους πίνακες. Παρατηρείται ότι στην συντριπτική τους πλειοψηφία τα ελληνικά νοικοκυριά

χρησιμοποιούν ηλεκτρικές κουζίνες και φούρνους για το μαγείρεμα, ενώ η χρήση εστιών άλλης πηγής ενέργειας είναι ιδιαίτερα περιορισμένη.

Πίνακας 3.8: Συσκευές μαγειρέματος ελληνικών νοικοκυριών

Συσκευή	Ποσοστό
Ηλεκτρική κουζίνα	93,2%
Κουζίνα υγραερίου	8,9%
Κουζίνα φυσικού αερίου	0,4%
Ηλεκτρικός φούρνος	89,1%
Φούρνος υγραερίου	1,2%
Φούρνος φυσικού αερίου	0,3%
Φούρνος μικροκυμάτων	38,6%
Ξυλόσομπα	5,2%
Τζάκι	10,5%

Πηγή: [41]

Πίνακας 3.9: Ηλεκτρικές συσκευές ελληνικών νοικοκυριών

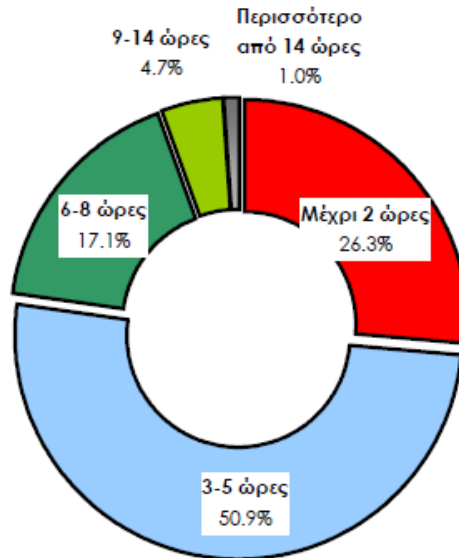
Συσκευή	Ποσοστό
Ψυγείο	99,9%
Πλυντήριο πιάτων	33,2%
Πλυντήριο ρούχων	95,8%
Ηλεκτρικό σίδερο	95,6%
Ηλεκτρική Σκούπα	81,1%
Κονσόλα Ηλεκτρονικών παιχνιδιών	8,8%
Τηλεόραση	99,1%
Ηλεκτρονικός υπολογιστής	54,1%
Συσκευές ίντερνετ	49,8%

Πηγή: [41]

Σε ό,τι αφορά το ζεστό νερό χρήσης η έρευνα έδειξε ότι 98,6% διαθέτει κάποιο σύστημα ή εξοπλισμό για την παραγωγή του. Συγκεκριμένα, 74,5% των νοικοκυριών διαθέτει ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, 37,6% ηλιακό θερμοσίφωνα και το 25,2% κάποιο σύστημα συνδεδεμένο με την κεντρική θέρμανση. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες κατοικίες διαθέτουν περισσότερα από ένα συστήματα καθώς δεν είναι όλα τα συστήματα κατάλληλα για όλη την διάρκεια του χρόνου, όπως για παράδειγμα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες τον χειμώνα λόγω των περιορισμένων ωρών ηλιοφάνειας.

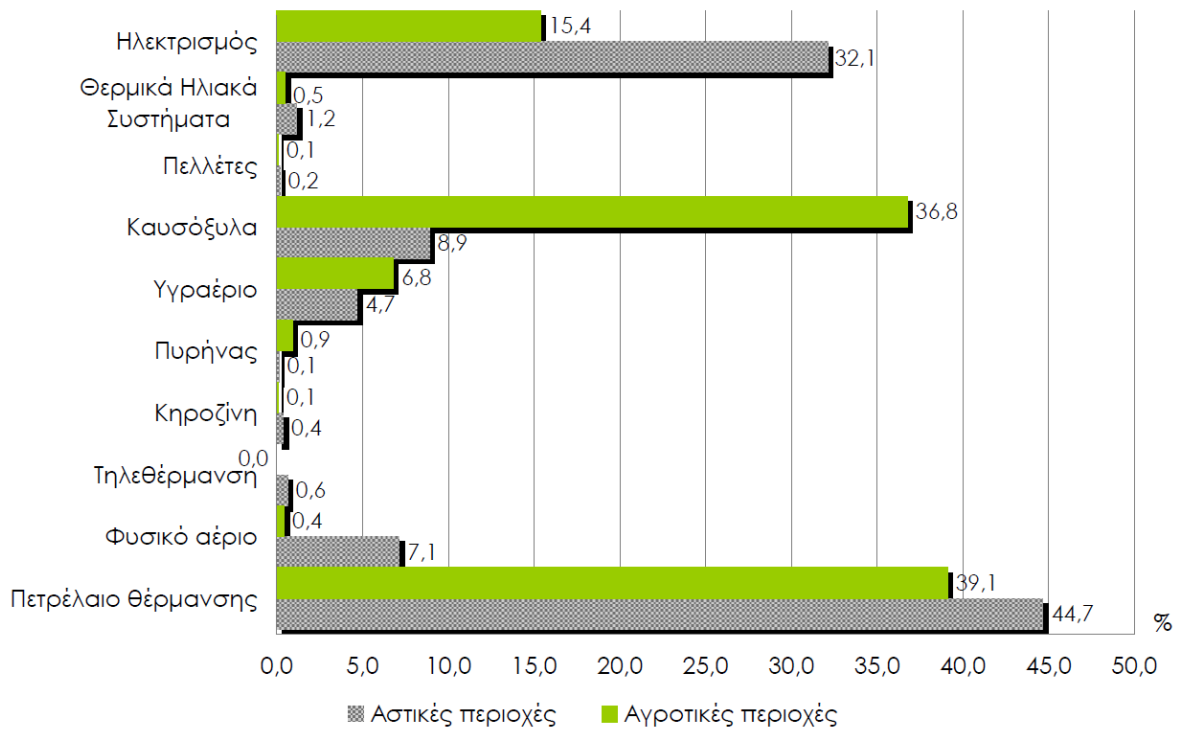
Μια διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη των Ελληνικών νοικοκυριών λόγω της κλιματικής αλλαγής είναι η ψύξη. Η έρευνα κατέδειξε ότι 59,5% των κατοικιών διαθέτουν εξοπλισμό ψύξης κατοικίας τους. Σε συντριπτική πλειονότητα, δηλαδή σε ποσοστό 99,7% διαθέτουν κλιματιστικές μονάδες τύπου split, ενώ το υπόλοιπο 0,3% διαθέτει κεντρικά συστήματα ψύξης (VRF). Το 66,1 των νοικοκυριών κάνει χρήση κλιματισμού 2-4 μήνες τον χρόνο, ενώ 30,9% λιγότερο από 2 μήνες. Ένα πολύ μικρό ποσοστό 3,1% τα χρησιμοποιεί σε διάστημα 5-6 μηνών. Τέλος σε ότι αφορά την μέση ημερήσια χρήση τους

η πλειοψηφία των κατοικιών κάνει χρήση τους από 3 έως 8 ώρες ημερησίως. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στην Εικόνα 3.9.

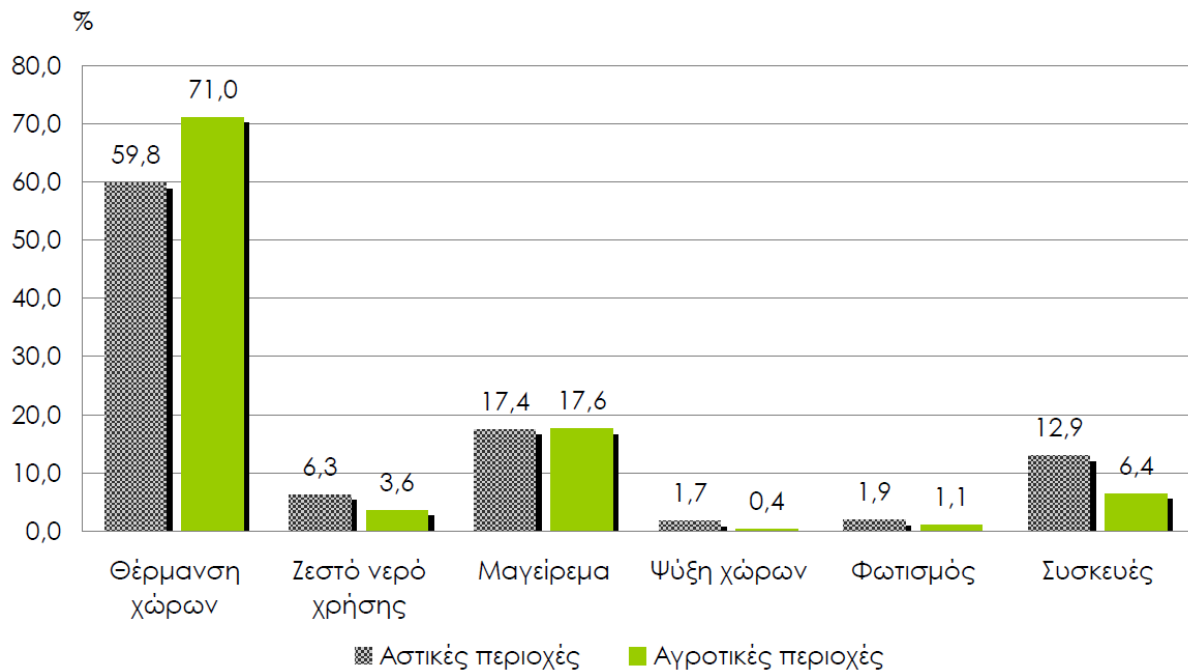


*Εικόνα 3.10: Ώρες λειτουργίας συστήματος ψύξης κατοικιών τους θερινούς μήνες
Πηγή: [41]*

Τέλος, η έρευνα παρουσιάζει τις διαφορές στην κατανάλωση μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών. Σύμφωνα με την Εικόνα 3.10 σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στη χρήση ηλεκτρισμού η οποία στα αστικά κέντρα είναι μεγαλύτερη από διπλάσια σε σχέση με τις αγροτικές περιοχές ενώ σημαντική διαφορά της τάξης του 5% παρατηρείται στη χρήση του πετρελαίου θέρμανσης. Επιπλέον παρατηρούμε ότι το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται μόνο στις αστικές περιοχές καθώς μόνο εκεί υπάρχει δίκτυο διανομής φυσικού αερίου. Αντίθετα στις αγροτικές περιοχές η χρήση καυσόξυλων είναι πολύ μεγαλύτερη από τις αστικές περιοχές λόγω της μεγαλύτερης διαθεσιμότητάς τους αλλά και της ευκολίας αποθήκευσής τους, αλλά και η χρήση του υγραερίου είναι ελαφρά πιο διαδεδομένη στις αγροτικές περιοχές. Η έρευνα κατέδειξε επίσης ότι στις χρήσεις της ενέργειας οι διαφορές είναι μικρές με την κυριότερη διαφορά να είναι ότι στις αστικές περιοχές η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων είναι μεγαλύτερη ενώ αντίθετα στις αστικές περιοχές η κατανάλωση ενέργειας σε ηλεκτρικές συσκευές είναι μεγαλύτερη. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.11.



Εικόνα 3.11: Πηγές παραγωγής ενέργειας του Οικιακού τομέα σε Αστικές και Αγροτικές περιοχές
Πηγή: [41]



Εικόνα 3.12: Σύγκριση καταναλώσεων κατοικιών Αστικών και Αγροτικών περιοχών
Πηγή: [41]

4 Το λογισμικό LEAP

4.1 Παρουσίαση του λογισμικού

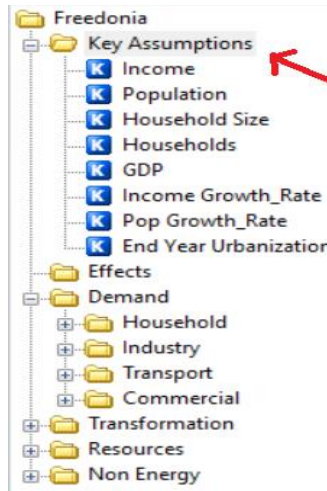
Τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας και τα αποτελέσματά τους θα προσομοιωθούν με τη χρήση του λογισμικού “LEAP” (Long-range Energy Alternatives Planning system). Το “LEAP” είναι ένα πρόγραμμα που επιτρέπει στον χρήστη να προσδιορίζει με ακρίβεια όλες τις παραμέτρους ενός ενεργειακού συστήματος τόσο στατικά, στην τρέχουσα δηλαδή κατάσταση, όσο και δυναμικά υπό τη μορφή σεναρίων. Στην πρώτη περίπτωση εισάγονται από το χρήστη τα δεδομένα που προσδιορίζουν την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας ενώ στη δεύτερη προσδιορίζεται επιπλέον και ο τρόπος και ρυθμός μεταβολής των δεδομένων αυτών στην πάροδο του χρονικού διαστήματος που προσομοιώνεται. Το πρόγραμμα στη συνέχεια διενεργεί αυτόματα τους απαιτούμενους υπολογισμούς και εξάγει αποτελέσματα για τα ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά μεγέθη του συστήματος. Τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης στο πρόγραμμα είναι: τα επίπεδα δραστηριότητας των επιμέρους καταναλώσεων της ζήτησης ενέργειας (Activity Level), την ειδική ενεργειακή ζήτηση κάθε κατανάλωσης (Energy Intensity), το ενεργειακό μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής (Transformation), και τα κόστη που συνδέονται με τις δράσεις και τις δραστηριότητες του συστήματος.

Πρόκειται για ένα ευέλικτο και εύχρηστο υπολογιστικό εργαλείο, που προσφέρει ταχύτητα στους απαιτούμενους υπολογισμούς ενώ έχει διττό ρόλο, αυτόν της βάσης δεδομένων όπου είναι καταγεγραμμένες συγκεντρωτικά όλες οι πληροφορίες του υπό μελέτη ενεργειακού συστήματος και των πολιτικών υπό διερεύνηση, και αυτόν του προγνωστικού εργαλείου που δίνει τη δυνατότητα διερεύνησης της εξέλιξης των παραμέτρων του συστήματος σε βάθος χρόνου.

4.2 Η χρήση του LEAP για την ανάλυση ενεργειακών συστημάτων και την προσομοίωση σεναρίων εξοικονόμησης

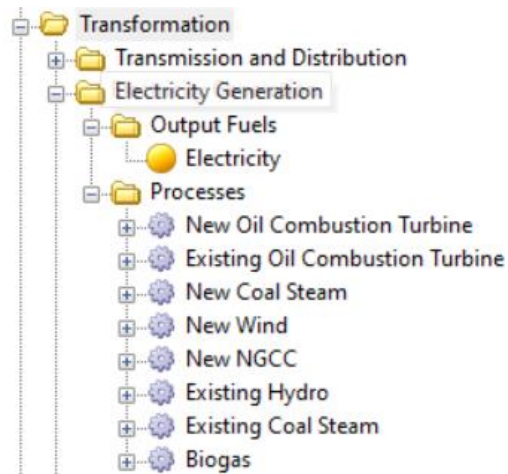
Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστεί λεπτομερώς ο τρόπος με τον οποίο το LEAP μοντελοποιεί τις παραμέτρους και τα σενάρια εξοικονόμησης ενός ενεργειακού συστήματος. Η παρούσα διπλωματική πραγματεύεται τον οικιακό τομέα, στον οποίο θα δοθεί και η μεγαλύτερη έμφαση. Για το σκοπό της παράθεσης των λειτουργιών του λογισμικού θα γίνει χρήση του προεπιλεγμένου ενεργειακού συστήματος της υποθετικής χώρας “Freedonia” που έχει σαν παράδειγμα το λογισμικό από την εγκατάστασή του.

Το πρόγραμμα δομεί όλες τις παραμέτρους του με τη μορφή δομής δεδομένων δέντρου. Αρχικά, εισάγονται βασικές πληροφορίες όπως: ο πληθυσμός, το εισόδημα, ο αριθμός των νοικοκυριών κ.λ.π.



Εικόνα 4.1: Ο κλάδος των key assumptions

Εν συνεχεία, παρακάτω στον κλάδο «Transformation» εισάγονται όλες οι μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν στο ενεργειακό σύστημα. Στην παρούσα διπλωματική θα αποτελέσει αντικείμενο μελέτης μόνο η ηλεκτροπαραγωγή (Electricity Generation).



Εικόνα 4.2: Ο κλάδος της ηλεκτροπαραγωγής

Στον υποκλάδο «Processes» εισάγονται όλα τα μέσα ηλεκτροπαραγωγής (Συμβατικά και ΑΠΕ). Επιπροσθέτως, για κάθε ένα από αυτά τα μέσα εισάγονται ο βαθμός απόδοσης και το ποσοστό συμμετοχής τους στο τελικό μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής.

Branch	2010 Value	Expression
▶ New Oil Combustion...	30.00	30
Existing Oil Combust...	25.00	25
New Coal Steam	35.00	35
New Wind	100.00	100
New NGCC	55.00	55
Existing Hydro	100.00	100
Existing Coal Steam	30.00	30
Biogas	30.00	30

Εικόνα 4.3: Βαθμοί απόδοσης των ηλεκτροπαραγωγών μονάδων

Branch	Expression
New Oil Combustion...	15
Existing Oil Combust...	10
New Coal Steam	25
New Wind	5
New NGCC	5
Existing Hydro	15
Existing Coal Steam	24
▶ Biogas	1
Total:	100.00

Εικόνα 4.4: Καταχώρηση ποσοτών συμμετοχής των μονάδων ηλεκτροπαραγωγή στο τελικό μείγμα

Τέλος εισάγεται η παράμετρος απωλειών του συστήματος μεταφοράς και διανομής.

Branch	Fuel	Expression
▶ Electricity	Electricity	15

Εικόνα 4.5: Καταχώρηση απωλειών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Κατόπιν εισάγονται τα δεδομένα που αφορούν τη ζήτηση. Για την ακρίβεια εισάγονται οι διάφορες καταναλώσεις του οικιακού τομέα (Demands), οι ενεργειακές απαιτήσεις τους (Energy Intensity) καθώς και η κατανομή τους στις διάφορες πηγές ενέργειας (Percentage Share).

Branch	Expression	Scale	Units	Per
Household	8	Million	Household	of Households
Urban	30	Percent	Share	of Households
Rural	Remainder(100)	Percent	Share	of Households

Εικόνα 4.6: Εισαγωγή επιπέδου δραστηριότητας

Branch	Expression	Scale	Units	Per
Household	8	Million	Household	of Households
Urban	30	Percent	Share	of Households
Electrified	100	Percent	Saturation	of Households
Refrigeration	95	Percent	Saturation	of Households
Existing	Remainder(100)	Percent	Share	of Households
Efficient	0	Percent	Share	of Households

Εικόνα 4.7: Εισαγωγή των ποσοστών χρησιμοποίησης

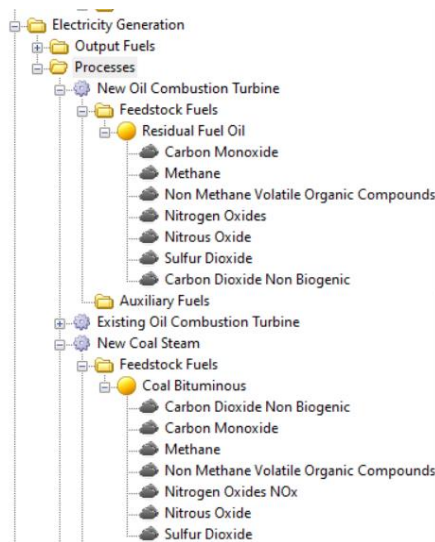
Branch	Fuel	Expression	Scale	Units	Per
Existing	Electricity	500	Kilowatt-Hour	per Household	
Efficient	Electricity	380	Kilowatt-Hour	per Household	

Εικόνα 4.8: Εισαγωγή της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά νοικοκυριό

Τέλος, το LEAP παρέχει άλλη μια σημαντική δυνατότητα στο χρήστη, αυτή του αυτόματου υπολογισμού των παραγόμενων εκπομπών από τα καταναλισκόμενα καύσιμα. Οι συντελεστές εκπομπών πρέπει να προστεθούν από τη χρήστη στο σημείο που αυτές λαμβάνουν χώρα. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τους συντελεστές αυτούς το πρόγραμμα τους αντλεί από την βάση TED. Στην περίπτωση του οικιακού τομέα οι εκπομπές του ηλεκτρισμού καταλογίζονται στην ηλεκτροπαραγωγή ενώ στα σπίτια καταλογίζονται οι εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων μέσα σε αυτά, όπως για παράδειγμα στο μαγείρεμα με υγραέριο ή την θέρμανση με πετρέλαιο.

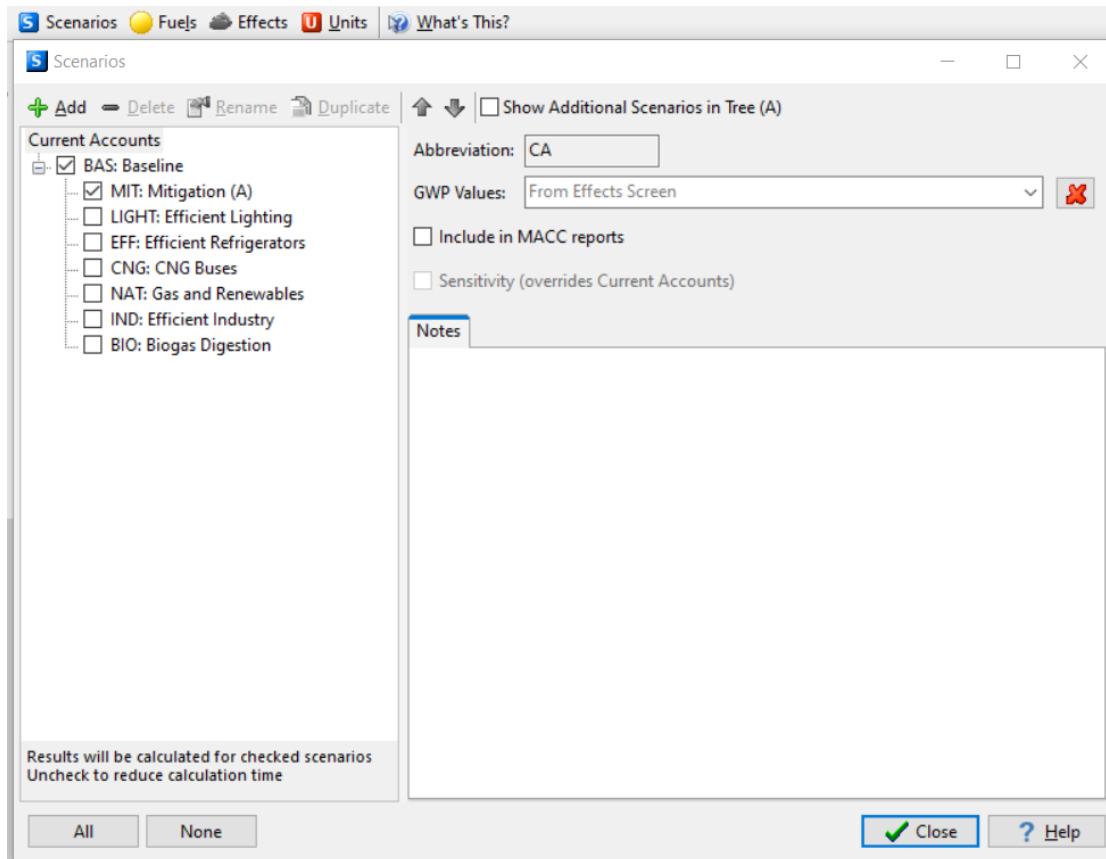


Εικόνα 4.9: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω μαγειρέματος με υγραέριο



Εικόνα 4.10: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω ηλεκτροπαραγωγής

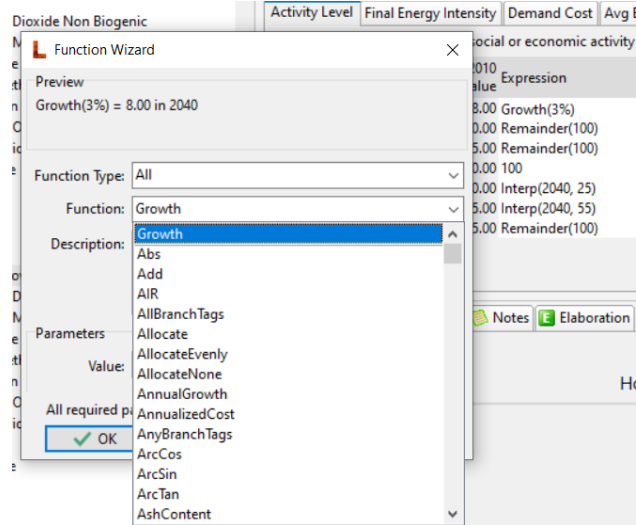
Μετά τον προσδιορισμό των προαναφερθεισών παραμέτρων, έπεται η δημιουργία σεναρίων εξοικονόμησης προς μελέτη. Αρχικά, δημιουργούνται τα σεσνάρια μέσα από το κατάλληλο παράθυρο διαλόγου, και εν συνεχεία προσδιορίζεται ο τρόπος μεταβολής των παραμέτρων δυναμικά ως προς το χρόνο στο εκάστοτε σεσνάριο.



Εικόνα 4.11: Παράθυρο διαλόγου δημιουργίας σεναρίων

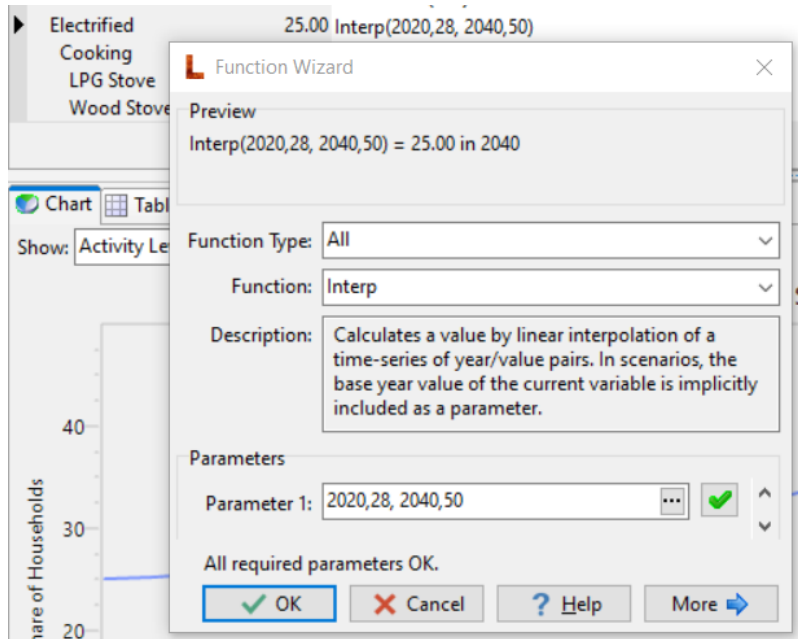
Τα σενάρια έχουν βάση όποιο σενάριο επιθυμεί ο χρήστης. Συνήθως γίνεται χρήση του μοντέλου τρέχουσας κατάστασης (Current Accounts).

Ο καθορισμός παραμέτρων στα σενάρια γίνεται ευκολότερος μέσω των συναρτήσεων που παρέχει το λογισμικό.



Εικόνα 4.12: Παράθυρο διαλόγου εισαγωγής συναρτήσεων

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται εκτενώς η συνάρτηση της γραμμικής παρεμβολής (Interp) που καθορίζει την τιμή μιας παραμέτρου κάθε έτος γραμμικοποιώντας τον ρυθμό μεταβολής της από την προηγούμενη γνωστή τιμή της ως την επόμενη.



Εικόνα 4.13: Χρήση και σύνταξη της συνάρτησης "Interp"

Μια ακόμα συνάρτηση της οποίας γίνεται χρήση στα κόστη των δράσεων είναι η "Annualized Cost", η οποία έχει την εξής σύνταξη:

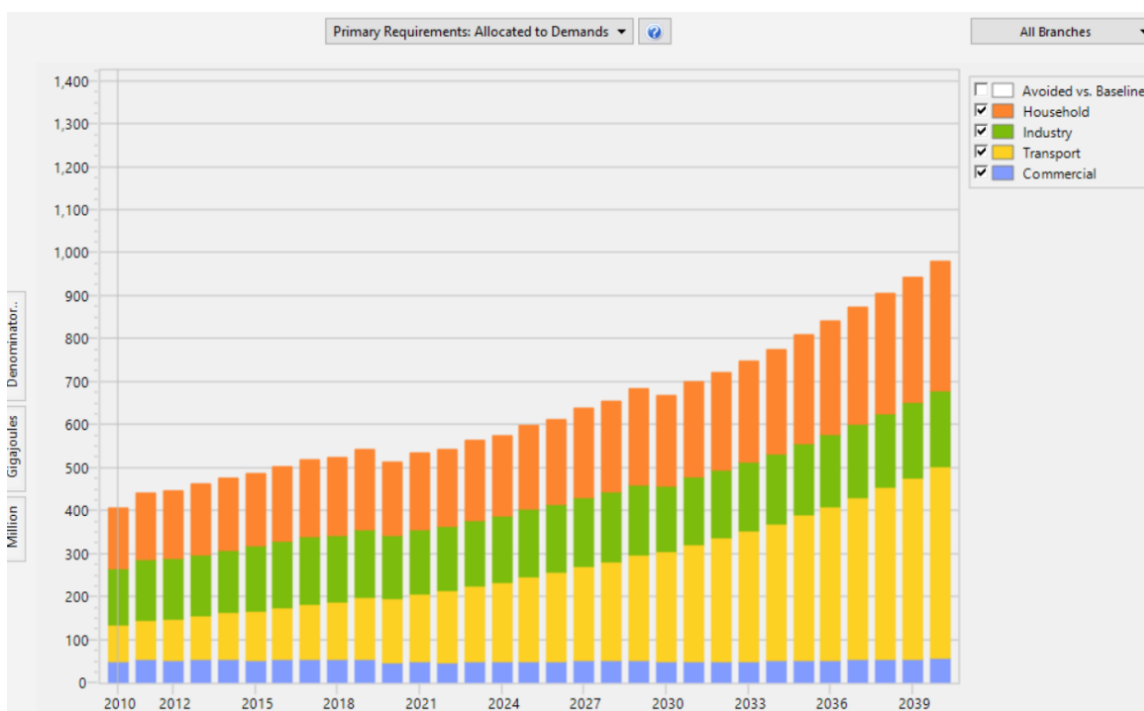
Annualized Cost(Capital Cost, Life, Rate, O&M Cost)

Εικόνα 4.14: Σύνταξη της συνάρτησης “Annualized Cost”

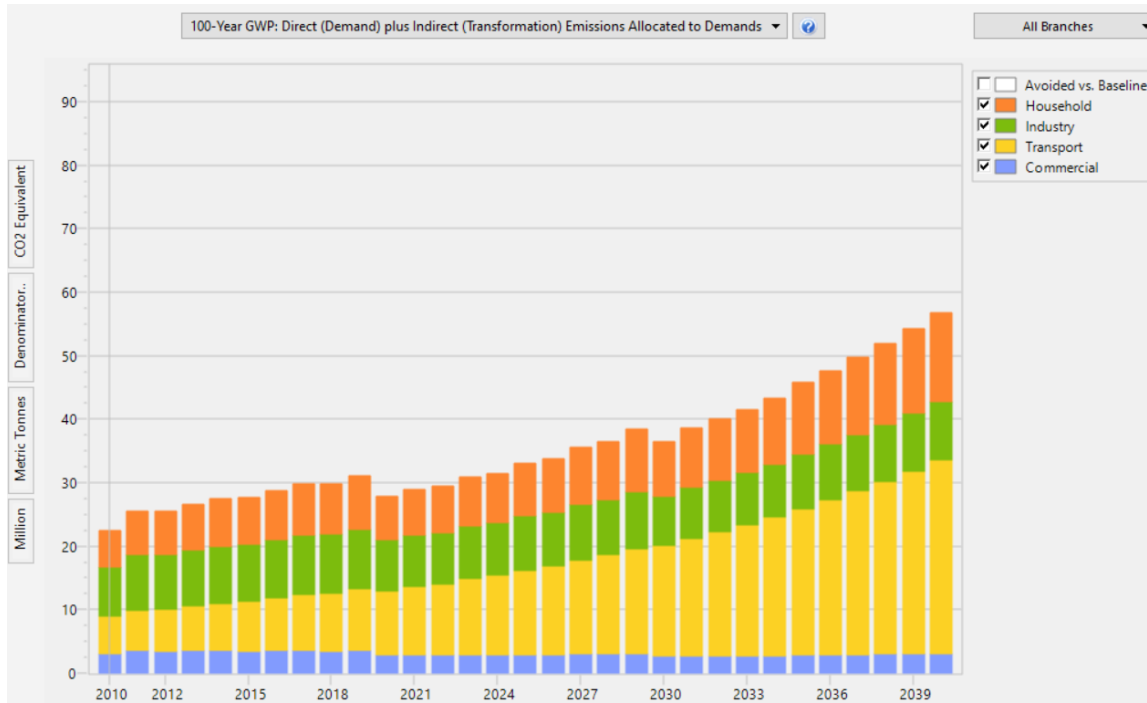
Όπου “Capital Cost” είναι το κόστος της μελετώμενης δράσης, “Life” είναι η διάρκεια ζωής την επένδυσης της δράσης, “Rate” είναι το επιτόκιο αναγωγής και “O&M Cost” είναι τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης της επένδυσης. Η συνάρτηση επιστρέφει ως αποτέλεσμα το κόστος της δράσης σε ετήσια βάση.

4.3 Αποτελέσματα προσομοιώσεων

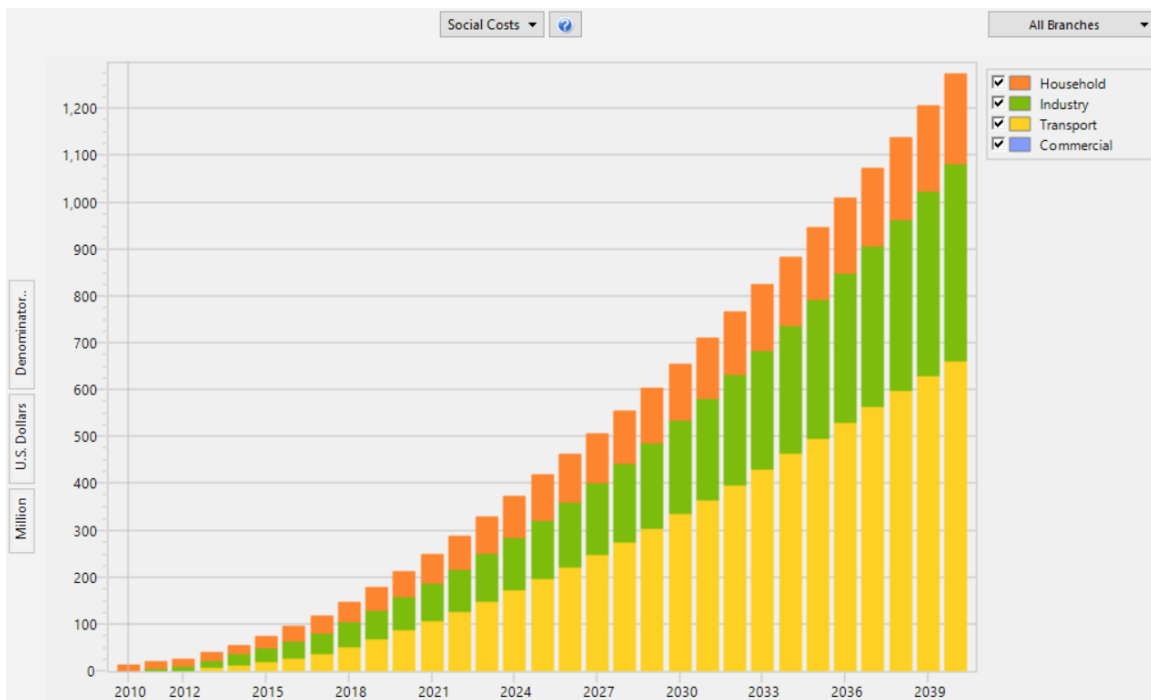
Μετά την καταχώρηση όλων των προαναφερθέντων δεδομένων για τις παραμέτρους του ενεργειακού συστήματος και των σεναρίων του, το πρόγραμμα θα υπολογίσει τα αποτελέσματα για κάθε έτος. Τα αποτελέσματα προβάλλονται μέσω της καρτέλας “Results” στην αριστερή πλευρά του κεντρικού παραθύρου του λογισμικού. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται είτε με τη μορφή πινάκων είτε με τη μορφή διαγραμμάτων. Τα τρία βασικά αποτελέσματα που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εργασία είναι: Η Ενεργειακή ζήτηση, Οι Παραγόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και Τα Κόστη. Δίνεται επίσης η δυνατότητα να επιλεγούν: τα επίπεδα εξέτασης, δηλαδή αν εξετάζεται συνολικά ο οικιακός τομέας, οι καταναλώσεις ανά χρήση, είτε οι καταναλώσεις ανά χρήση και πηγή ενέργειας, οι μονάδες μέτρησης, η συχνότητα εμφάνισης (ανά έτος, ανά 5 έτη κλπ.) και το απεικονιζόμενο σενάριο. Τέλος, υπάρχει και η επιλογή σύγκρισης σεναρίων, τόσο σαν διάγραμμα διαφοράς, όσο και σαν διάγραμμα αντιπαραβολής.



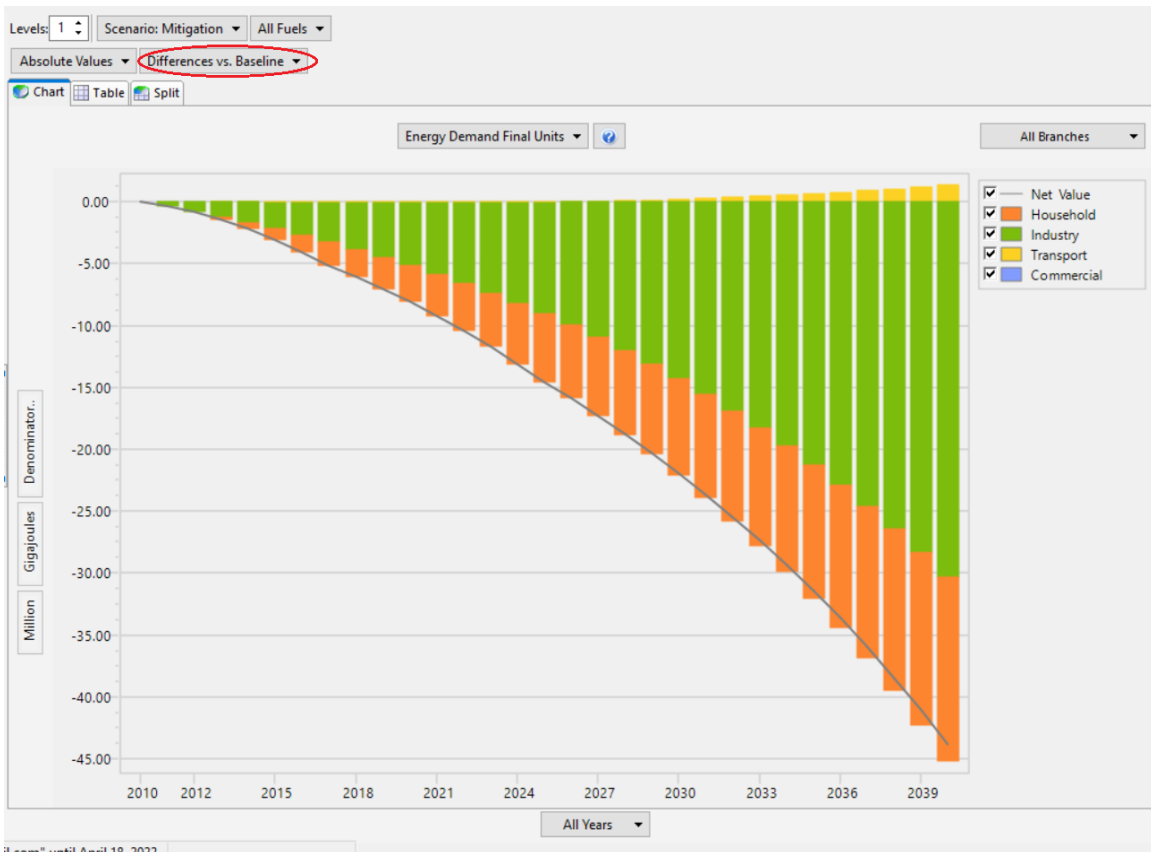
Εικόνα 4.15: Διάγραμμα ενεργειακής ζήτησης ανά έτος



Εικόνα 4.16: Διάγραμμα παραγόμενων εκπομπών ανά έτος.

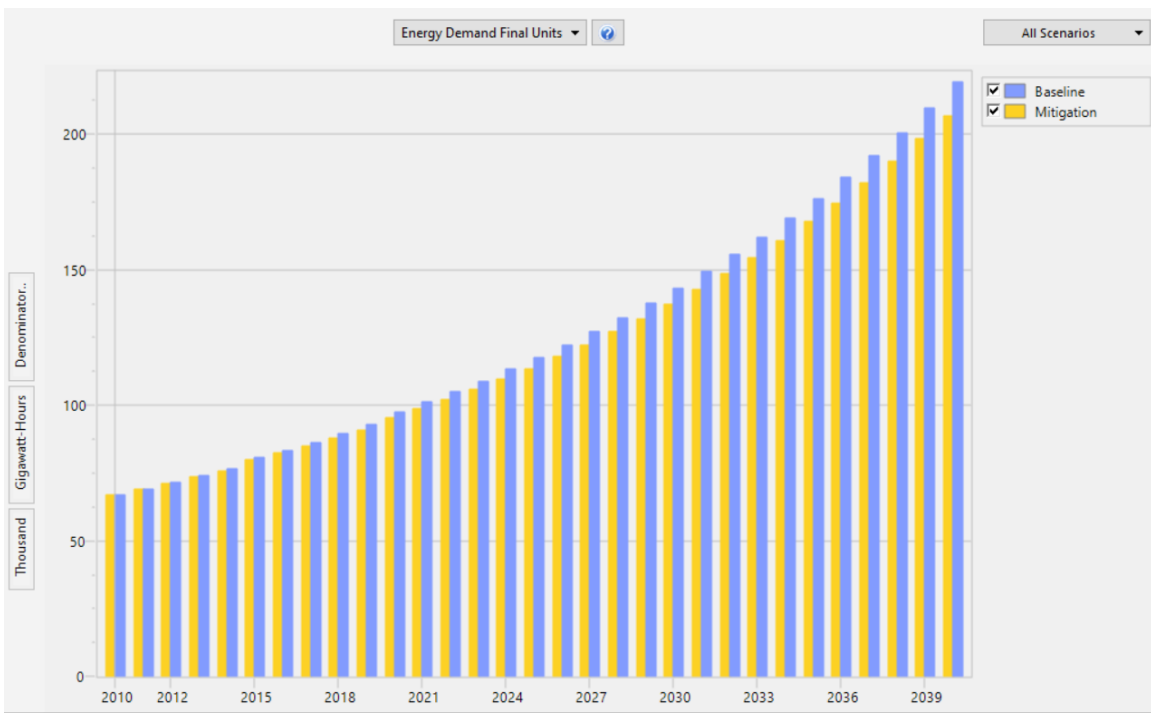


Εικόνα 4.17: Διάγραμμα εξέλιξης κόστους ανά έτος



il.com" until April 18, 2022

Εικόνα 4.18: Διάγραμμα διαφορών μεταξύ σεναρίων



Εικόνα 4.19: Διάγραμμα αντιπαραβολής μεταξύ σεναρίων

Τα αποτελέσματα των σεναρίων στο LEAP παρουσιάζονται με τρόπο εποπτικό και αναλυτικό, κάτι που κάνει τη σύγκριση και το σχολιασμό των σεναρίων και των επιμέρους παραμέτρων τους εύκολο και σαφή.

4.4 Συνόψεις

Μια ακόμα δυνατότητα που παρέχεται από το LEAP είναι η απεικόνιση συνόψεων των οικονομικών και περιβαλλοντικών μεγεθών, σε όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης. Αυτή η προβολή εμφανίζεται στην καρτέλα “Summaries”.

Cumulative Costs ,Benefits: 2010-2040. Relative to Scenario: Baseline. Discounted at 5.0% to year 2010. Units: Million 2010 European Euro							
Sector	Mitigation	Efficient Lighting	Efficient Refrigerators	CNG Buses	Gas and Renewables	Efficient Industry	Biogas Digestion
Demand	4,995.49	179.59	548.76	2,564.48	-	1,702.66	-
Household	728.35	179.59	548.76	-	-	-	-
Industry	1,702.66	-	-	-	-	1,702.66	-
Transport	2,564.48	-	-	2,564.48	-	-	-
Commercial	-	-	-	-	-	-	-
Transformation	-3,478.64	-257.63	-181.12	-	-2,829.64	-570.79	120.31
Transmission and Distribution	-	-	-	-	-	-	-
Electricity Generation	-3,478.64	-257.63	-181.12	-	-2,829.64	-570.79	120.31
Charcoal Production	-	-	-	-	-	-	-
Oil Refining	-	-	-	-	-	-	-
Coal Mining	-	-	-	-	-	-	-
Resources	-	-	-	-	-	-	-
Production	-2,481.31	-88.83	-64.02	-	-2,480.65	-185.31	-4.69
Imports	2,042.69	-341.92	-357.54	-242.60	4,012.54	-855.76	-62.73
Exports	-	-	-	-	-	-	-
Other Costs							
Unmet Requirements	-	-	-	-	-	-	-
Environmental Externalities	-	-	-	-	-	-	-
Non Energy Sector Costs	-	-	-	-	-	-	-
Total Net Present Value	1,078.23	-508.80	-53.93	2,321.89	-1,297.75	90.79	52.89
GHG Savings (Mill Tonnes CO2e)	490.54	29.72	23.88	3.27	420.51	65.41	17.52
Cost of Avoided GHGs (EUR/Tonne CO2e)	2.20	-17.12	-2.26	711.05	-3.09	1.39	3.02

Εικόνα 4.20: Η καρτέλα “Summaries” του LEAP

Στον ανωτέρω πίνακα είναι ορατά αναλυτικά τα κόστη που δαπανήθηκαν η εξοικονομήθηκαν σε κάθε τομέα για κάθε σενάριο συγκριτικά με το σενάριο αναφοράς. Στο τέλος παρουσιάζεται η καθαρή παρούσα αξία του κάθε σεναρίου που δείχνει ουσιαστικά το τελικό οικονομικό του αποτέλεσμα, καθώς και η ποσότητα εξοικονομούμενων εκπομπών. Οι τιμές αυτές εν συνεχεία διαιρούνται μεταξύ τους και έτσι προκύπτει το κόστος που απαιτείται για την εξοικονόμηση κάθε τόνου διοξειδίου του άνθρακα. Όσον αφορά το πρόσημο της καθαρής παρούσας αξίας, αυτό υποδηλώνει αν επιπροσθέτως της αποφυγής εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου επιτυγχάνεται και πρόσθετο οικονομικό όφελος. Οι αρνητικές καθαρές παρούσες αξίες δηλώνουν ακριβώς αυτό, ενώ οι θετικές εκφράζουν το κόστος που δαπανάται για να επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών.

5 Σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας

5.1 Γενικές πληροφορίες

Όλα τα σενάρια που θα παρουσιασθούν σε αυτή την ενότητα περιλαμβάνουν προτεινόμενες δράσεις οι οποίες εφαρμοζόμενες είτε καθολικά είτε σε ένα σημαντικό ποσοστό νοικοκυριών, ανάλογα την παλαιότητα, την κλιματική ζώνη, το μέγεθος και τον τύπο του μπορούν να επιφέρουν μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας του συνόλου του οικιακού τομέα και ακολούθως μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, εξετάζονται σενάρια τα οποία αφορούν τοπική παραγωγή ενέργειας στα νοικοκυριά ή και απλοί τρόποι αλλαγής της καθημερινότητας των πολιτών ώστε να συνεισφέρουν στον στόχο της μείωσης εκπομπών. Τα σενάρια αυτά εξετάζονται στο πλαίσιο μιας ευρύτερης πολιτικής, αλλαγής του ενεργειακού μείγματος της χώρας ώστε να εξετασθεί κατά πόσο σε συνδυασμό με την αλλαγή στην ενεργειακή πολιτική της χώρας μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης των εκπομπών κατά 80% με σκοπό την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας το 2050.

Προκειμένου να μοντελοποιηθούν και να εξετασθούν τα σενάρια στο LEAP η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η εξής: Αρχικά διαμορφώθηκε το μοντέλο της τωρινής κατάστασης βάσει των δεδομένων της Ενότητας 3. Ως έτος αναφοράς επιλέχθηκε το έτος 2016 καθώς τα νεότερα στοιχεία που αφορούσαν τις καταναλώσεις, τις πηγές ενέργειας και τις εκπομπές του οικιακού τομέα αφορούσαν το συγκεκριμένο έτος. Τα σενάρια εξετάζονται σε βάθος 34 ετών σε δύο στάδια, αρχικά βραχυπρόθεσμα δηλαδή από το 2016 ως το 2030 και εν συνεχεία μακροπρόθεσμα δηλαδή στην εικοσαετία 2030 – 2050. Αρχικά δημιουργείται ένα σενάριο αναφοράς (base scenario) στο οποίο εισάγεται η πρόβλεψη για τη διαμόρφωση του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής η οποία επηρεάζει έμμεσα τις εκπομπές που οφείλονται στον οικιακό τομέα αλλά και κάποιες προβλέψεις για το πώς αναμένεται να εξελιχθούν οι πηγές ενέργειας και οι καταναλώσεις του οικιακού τομέα χωρίς την διενέργεια κάποιων εκτεταμένων δράσεων. Εν συνεχεία όλα τα σενάρια συγκρίνονται με το σενάριο αναφοράς για να φανεί η αποτελεσματικότητά τους. Τέλος όσα σενάρια επιφέρουν βελτίωση στις εκπομπές συνδυάζονται μεταξύ τους για να εξετασθεί η συνολική μείωση εκπομπών που μπορεί να επιτευχθεί.

5.2 Το σενάριο αναφοράς (base scenario)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το συγκεκριμένο σενάριο αποτελεί την βάση με την οποία θα συγκριθούν όλα τα σενάρια που αφορούν δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Καταρχάς δεδομένου του υψηλού ποσοστού χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και της απαίτησης πολλών σεναρίων για αύξηση της χρήσης της στον οικιακό τομέα το σενάριο αυτό περιλαμβάνει μια πρόβλεψη της διαμόρφωσης του μείγματος του εγχώριου μείγματος

ηλεκτροπαραγωγής για τα έτη 2030 και 2050 βάσει του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα [37]. Η πρόβλεψη αυτή παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.1: Διαμόρφωση μείγματος ηλεκτροπαραγωγής 2030 – 2050

	2016	2019	2030	2050
Λιγνίτης	34,77%	21,87%	0,00%	0,00%
Πετρέλαιο	10,24%	9,58%	1,46%	0,92%
Φ.Α	27,57%	36,04%	31,94%	27,02%
Ηλιακά	7,24%	8,28%	21,30%	23,80%
Αιολικά	9,48%	15,17%	30,11%	34,89%
Υδροηλεκτρικά	10,20%	8,29%	11,27%	9,91%
Βιομάζα	0,50%	0,77%	2,82%	2,48%
Γεωθερμία	0,00%	0,00%	1,11%	0,98%

Επιπλέον, στο σενάριο αυτό εισάγονται οι αναμενόμενες μεταβολές των καταναλώσεων του οικιακού τομέα της Ελλάδας. Συγκεκριμένα βάσει του μακροχρόνιου σχεδιασμού για το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας της W.W.F. [44] διαμορφώνεται μια πρόβλεψη για τις καταναλώσεις και τις πηγές ενέργειας του οικιακού τομέα. Συνοπτικά προβλέπεται μείωση της χρήσης του πετρελαίου θέρμανσης και αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου και της βιομάζας ως καύσιμα για την θέρμανση, αύξηση της χρήσης ηλιακών θερμοσιφώνων για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, σημαντική αύξηση της ζήτησης για ψύξη λόγω της κλιματικής αλλαγής και αύξηση της χρήσης ηλεκτρισμού για μαγείρεμα και μείωση του υγραερίου. Οι ζητήσεις παρατίθενται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 5.2: Τελική κατανάλωση Ενέργειας Οικιακού τομέα ανά καύσιμο σε ktoe για τα έτη 2030 και 2050

	2015	2030	2050
Στερεά	5	5	1
Ντίζελ	2280	1459	1201
Άλλα Πετρελαϊκά Προϊόντα	53	78	11
Φυσικό Αέριο	255	449	409
Βιομάζα – Απορρίμματα	581	696	635
Ηλιακά και άλλες ΑΠΕ	140	259	256
Ηλεκτρισμός	1519	1359	1555
Ατμός Συμπαγωγής	31	31	31
Σύνολο	4351	4336	4100

Πίνακας 5.3: Τελική κατανάλωση Ενέργειας Οικιακού τομέα ανά χρήση σε ktoe για τα έτη 2030 και 2050

	2015	2030	2050
Θέρμανση	2805	2750	2327

Μαγείρεμα	298	331	365
Ζεστό Νερό Χρήσης	624	629	619
Κλιματισμός	132	190	299
Συσκευές και Φωτισμός	493	437	490
Σύνολο	4351	4336	4100

5.3 Θερμομόνωση (Insulation)

Το σενάριο αυτό εξετάζει την εφαρμογή θερμομόνωσης σε κτήρια παλιάς κατασκευής τα οποία δεν διαθέτουν. Όπως αναλύθηκε και στην Παράγραφο 3.1, περισσότερα από τα μισά ελληνικά νοικοκυριά δεν διαθέτουν καμία θερμομόνωση. Η μη ύπαρξη θερμομόνωσης αυξάνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη δεδομένης της υψηλής θερμοπερατότητας που έχουν οι τοίχοι και η οροφή του κτηρίου. Μέσω της εγκατάστασης υλικών με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας όπως η εξηλασμένη πολυστερίνη, η διογκωμένη πολυστερίνη ή ο πετροβάμβακας επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της θερμοπερατότητας των δομικών υλικών της κατασκευής επιτυγχάνοντας έτσι εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη. Η συγκεκριμένη δράση προτείνεται σε όλες τις κλιματικές ζώνες και τύπους σπιτιού καθώς ανεξαρτήτως των κλιματικών συνθηκών η εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ σημαντική. [45]

Συγκεκριμένα εξετάζεται η εφαρμογή θερμομόνωσης στο 60% των νοικοκυριών ως εξής: το 75% των οικημάτων τα οποία πρόκειται να μονωθούν θα προβούν στην δράση αυτή μέχρι το 2030 και το υπόλοιπο 25% μέχρι το 2050.

5.4 Αλλαγή κουφωμάτων (Doors – Windows)

Μια ακόμα σημαντική δράση η οποία συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση των αναγκών σε θέρμανση και ψύξη είναι η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων. Τα παλαιά κουφώματα παρουσιάζουν τόσο το πρόβλημα ότι δεν εφαρμόζουν αεροστεγώς επιτρέποντας σε ανεπιθύμητο είτε θερμό είτε ψυχρό αέρα ανάλογα την εποχή να εισέλθει στον χώρο όσο και του υψηλού συντελεστή θερμοπερατότητας που διαθέτουν. Τα νέας τεχνολογίας κουφώματα εφαρμόζουν αεροστεγώς, έχουν σημαντικά χαμηλότερη θερμοπερατότητα ενώ βελτιώνουν και την αισθητική του χώρου επιλύοντας το πρόβλημα της ηχορύπανσης το οποίο στα αστικά κέντρα είναι συνήθως έντονο. Η δράση αυτή προτείνεται σε όλα τα κτήρια τα οποία διαθέτουν παλαιά κουφώματα ανεξαρτήτως του μεγέθους τους ή της κλιματικής ζώνης [46].

Συγκεκριμένα ομοίως με το προηγούμενο σενάριο εξετάζεται η αντικατάσταση των κουφωμάτων στο 60% των κατοικιών, με το 75% αυτών να προβαίνει στην δράση αυτή μέχρι το 2030 και το υπόλοιπο 25% μέχρι το 2050.

5.5 Εγκατάσταση Τεντών (Tents)

Στο συγκεκριμένο σενάριο εξετάζεται η εγκατάσταση τεντών στα ελληνικά νοικοκυριά. Δεδομένου του θερμού κλίματος που έχει η Ελλάδα και του αυξημένου αριθμού ημερών ηλιοφάνειας, η ύπαρξη τεντών ιδίως στις δυτικές πλευρές των κτηρίων επιφέρει σημαντική μείωση των αναγκών σε ψύξη καθώς οι τέντες δεν αφήνουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στον χώρο μειώνοντας τόσο τη διείσδυση θερμότητας λόγω ακτινοβολίας από τους υαλοπίνακες όσο και την πρόσπτωση ακτινοβολίας στους τοίχους ανεβάζοντας την θερμοκρασία τους [47]. Η δράση αυτή προτείνεται σε όλα τα νοικοκυριά τα οποία κατοικούνται κατά τους θερινούς μήνες σε όλες τις κλιματικές ζώνες της χώρας.

Σε αυτό το σενάριο συγκεκριμένα εξετάζονται τα αποτελέσματα της εγκατάστασης τεντών στα μισά ελληνικά νοικοκυριά με το 75% αυτών να προβαίνουν στην δράση αυτή μέχρι το 2030 και το εναπομείναν 25% στο διάστημα ανάμεσα στο 2030 και το 2050.

5.6 Ηλιακοί Θερμοσίφωνες (Solar Water Heaters)

Το σενάριο αυτό εξετάζει την εγκατάσταση ηλιακών θερμοσίφωνων. Όπως αναλύθηκε και στην παράγραφο 3.3, ηλιακό θερμοσίφωνα έχει το 37,6% των νοικοκυριών. Δεδομένου του υψηλού αριθμού ημερών ηλιοφάνειας ιδιαίτερα τους θερινούς αλλά και τους χειμερινούς μήνες ένας ηλιακός θερμοσίφοντας μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Συγκεκριμένα το καλοκαίρι οι απαιτήσεις σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ελάχιστες μόνο σε σπάνια περίπτωση που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια, ενώ και το φθινόπωρο και την άνοιξη επίσης επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση [48]. Τον χειμώνα ένας ηλιακός λόγω των λιγότερων ημερών με ηλιοφάνεια αλλά και της μικρής διάρκειας της ημέρας, έχει μειωμένη απόδοση, παρόλα αυτά και τότε συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς τις μέρες με ηλιοφάνεια προθερμαίνει το νερό του δικτύου απαιτώντας έτσι μικρότερη δαπάνη ενέργειας για να έρθει στην επιθυμητή θερμοκρασία. Εξοικονόμηση επιτυγχάνεται σχεδόν σε απόλυτο βαθμό στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας και όχι στο πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο δεδομένου ότι τα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης που είναι συνδεδεμένα με την κεντρική θέρμανση λειτουργούν μόνο όταν η κεντρική θέρμανση είναι σε λειτουργία και ένας ηλιακός θερμοσίφοντας τον χειμώνα δεν έχει την δυνατότητα παραγωγής τόσο μεγάλης ποσότητας ζεστού νερού κατάλληλης για την θέρμανση μιας κατοικίας. Η εγκατάσταση ενός ηλιακού προτείνεται για όλες τις κατοικίες ανεξαρτήτως παλαιότητας, γεωγραφικής θέσης ή μεγέθους. Μόνο στην περίπτωση που μια κατοικία περιβάλλεται από εμπόδια όπως ψηλότερα κτήρια η δέντρα και η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας είναι μειωμένη κρίνεται ως μη συμφέρουσα [49].

Στην προσομοίωση εξετάζεται η αύξηση του ποσοστού των σπιτιών που έχει ηλιακό θερμοσίφωνα να αυξηθεί στο 90% μέχρι το 2030, με το 75% να τον εγκαθιστά μέχρι το 2030 και το υπόλοιπο 25% στο διάστημα 2030 – 2050.

5.7 Συστήματα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης συνδεδεμένα με την κεντρική θέρμανση (Boiler Water Heaters)

Το σενάριο αυτό μελετά την αύξηση της εγκατάστασης συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένα με την κεντρική θέρμανση. Δεδομένου ότι τους χειμερινούς μήνες η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης από ηλιακούς θερμοσίφωνες είναι μειωμένη, η δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή του είναι μεγάλη. Λαμβάνοντας υπόψη την ταυτόχρονη κατανάλωση πετρελαίου ή φυσικού αερίου για τη θέρμανση της κατοικίας εξετάζεται αν η χρήση τέτοιων συστημάτων θα επιφέρει μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από εναλλάκτες νερού – νερού όπου μέσω του ζεστού νερού που παράγεται για την κεντρική θέρμανση παράγεται και ζεστό νερό χρήσης. Η απόδοσή τους μπορεί να θεωρηθεί ίση με την μονάδα διότι αφενός οι απώλειες είναι πολύ μικρές (κάτω από 5%) και αφετέρου αυτές παραμένουν στο κύκλωμα του ζεστού νερού για θέρμανση οπότε αξιοποιούνται από τα σώματα του καλοριφέρ [50]. Για τον λόγο αυτό θεωρείται ότι επιπλέον ποσότητα ενέργειας πετρελαίου ή φυσικού αερίου που δαπανάται είναι ίση με την εξοικονομούμενη ηλεκτρική ενέργεια. Η δράση αυτή έχει νόημα να εξετασθεί σε όλες τις οικίες που κατοικούνται τους χειμερινούς μήνες και έχουν ήδη εγκατεστημένο κεντρικό σύστημα θέρμανσης [51].

Εξετάζεται λοιπόν η μείωση στο μισό της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία δαπανάται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και η αντικατάστασή της σε ποσοστό 2/3 από πετρέλαιο θέρμανσης και 1/3 από φυσικό αέριο.

5.8 Θέρμανση με Φυσικό Αέριο (Natural Gas)

Το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο του οποίου η χρήση αυξάνεται συνεχώς. Δεδομένου ότι είναι πολύ πιο οικονομικό από το πετρέλαιο θέρμανσης αλλά και πολύ πιο οικολογικό καθώς έχει σημαντικά χαμηλότερο συντελεστή εκπομπών προτιμάται από ολοένα και περισσότερα νοικοκυριά για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών. Το δίκτυο του φυσικού αερίου εξαπλώνεται συνεχώς σε ολοένα και περισσότερες πόλεις και συνοικίες ανά την ελληνική επικράτεια καθιστώντας το έτσι προσιτό σε περισσότερα νοικοκυριά. Για την αλλαγή του συστήματος θέρμανσης από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο απαιτείται αντικατάσταση του καυστήρα, χωρίς να είναι κάποια άλλη αλλαγή απαραίτητη στο σύστημα θέρμανσης. Στην περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης είναι παλιό εκτός από τον καυστήρα συνίσταται να γίνει αλλαγή του λέβητα καθώς οι παλιοί λέβητες έχουν μειωμένη απόδοση, όμως αυτό δεν είναι απαραίτητο καθώς στην περίπτωση που το σύστημα θέρμανσης είναι σχετικά καινούριο ο λέβητας θα έχει καλή απόδοση οπότε δεν απαιτείται αντικατάσταση του. Στο σενάριο αυτό θα εξετασθεί μόνο η αλλαγή του καυστήρα και όχι του λέβητα του συστήματος θέρμανσης, οπότε δεδομένου ότι οι καυστήρες πετρελαίου και αερίου έχουν μικρή διαφορά στην απόδοση, η οποία καθορίζεται κυριότερα από τον λέβητα, και τις σωληνώσεις, θεωρείται ότι δεν αλλάζει η απόδοση, άρα όση ενέργεια εξοικονομείται από το πετρέλαιο αντικαθίσταται από φυσικό

αέριο [52]. Η συγκεκριμένη δράση έχει νόημα βέβαια να εξεταστεί μόνο στις αστικές περιοχές της Ελλάδας καθώς σε αγροτικές περιοχές είναι δύσκολη και δαπανηρή η εγκατάσταση δικτύου φυσικού αερίου [53].

Σε αυτό το σενάριο εξετάζεται ο διπλασιασμός της παραγόμενης ενέργειας για θέρμανση από το φυσικό αέριο αντικαθιστώντας ενέργεια η οποία προέρχεται από το πετρέλαιο θέρμανσης. Σε ό,τι αφορά το ζεστό νερό χρήσης αναλογικά η μείωση του πετρελαίου αντικαθίσταται επίσης από φυσικό αέριο.



Εικόνα 5.1: Το Δίκτυο Φυσικού Αερίου της Ελλάδας
 Πηγή: <https://www.desfa.gr/national-natural-gas-system/transmission>

5.9 Θέρμανση με Αντλίες θερμότητας (Heat Pumps)

Μια καινούρια και ιδιαίτερα αποδοτική τεχνολογία για τη θέρμανση των χώρων είναι η χρήση αντλιών θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας είτε αυτές είναι κλιματιστικά τύπου split τα οποία λειτουργούν για θέρμανση αντιστρέφοντας τον ψυκτικό κύκλο, είτε είναι κεντρικά συστήματα δηλαδή αποτελούνται από μία εξωτερική μονάδα η οποία τροφοδοτεί περισσότερες εσωτερικές, αποτελεί μια ιδιαίτερα αποδοτική μέθοδο θέρμανσης. Δεδομένου ότι οι μονάδες αυτές πέρα από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο συμπιεστής απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον την οποία αποδίδουν στον χώρο είναι πολύ πιο αποδοτικές από τα συστήματα θέρμανσης με καλοριφέρ ή τα ωμικά ηλεκτρικά σώματα. Ο βαθμός απόδοσης σε λειτουργία θέρμανσης είναι της τάξης μεγέθους του 300% ενώ υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να φθάσει και μέχρι 400% [54]. Όμως αυτός εξαρτάται σημαντικά από την εξωτερική θερμοκρασία καθώς σε περίπτωση που αυτή είναι πολύ χαμηλή, δηλαδή κοντά στους 0°C μειώνεται σημαντικά λόγω της συχνής απαίτησης για απόψυξη των εξωτερικών μονάδων. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο στις χώρες της βόρειας Ευρώπης όπου το μεγαλύτερο μέρος του χειμώνα επικρατούν θερμοκρασίες τόσο χαμηλές δεν προτιμώνται. Στο εύκρατο όμως κλίμα της Ελλάδας όπου οι θερμοκρασίες αυτές δεν είναι συχνές αποτελούν μια πολύ αποδοτική λύση, ιδιαίτερα στις κλιματικές Ζώνες Α και Β. Για τις κλιματικές Ζώνες Γ και Δ προτείνεται η εγκατάσταση και η χρήση τους όμως όχι σαν αποκλειστικό σύστημα θέρμανσης καθώς η ύπαρξη τέτοιων θερμοκρασιών δεν είναι ιδιαίτερα σπάνια όπως στις κλιματικές ζώνες Α και Β [55].

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η υποκατάσταση πετρελαίου και βιομάζας με την χρήση αντλιών θερμότητας. Συγκεκριμένα το 50% της παραγόμενης θερμότητας από πετρέλαιο και το 20% αυτής από βιομάζα αντικαθίσταται από αντλίες θερμότητας μέχρι το 2030 και εν συνεχεία τα ποσοστά αυτά αυξάνονται σε 65% και 25% αντίστοιχα. Ο τρέχων βαθμός απόδοσης των συστημάτων ηλεκτρικής θέρμανσης λαμβάνεται ίσως με 1,5 δεδομένου ότι μεγάλο μέρος αυτών είναι ωμικά στοιχεία και αυξάνεται σε 2,5 μέχρι το 2030 και σε 3 μέχρι το 2050. Τέλος μειώνεται αντίστοιχα το ποσοστό της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης από πετρέλαιο θέρμανσης και υποκαθίσταται από ηλεκτρική ενέργεια.

5.10 Αλλαγή Λαμπτήρων (Lightning)

Μια σημαντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα σπίτια είναι ο φωτισμός. Τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στην εξοικονόμηση ενέργειας με σύγχρονους λαμπτήρες, αρχικά με τους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL), γνωστούς και ως λάμπες οικονομίας και τους ακόμα πιο οικονομικούς λαμπτήρες LED οι οποίοι σε σχέση με τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως και αλογόνου απαιτούν πολύ λιγότερη ενέργεια για την παραγωγή της ίδιας φωτεινής ισχύος [56].

Στο σενάριο αυτό γίνεται η υπόθεση ότι το τρέχον μείγμα φωτισμού αποτελείται από 30% λαμπτήρες πυρακτώσεως και 70% λαμπτήρες οικονομίας και μέχρι το 2030 θα έχουν αντικατασταθεί εξολοκλήρου από LED.

	YOU USED TO BUY		CONSIDER	
	LEAST EFFICIENT			MOST EFFICIENT
	Incandescent	Halogen	CFL	LED
450 lumens	40W	29W	9W	7W
800 lumens	60W	43W	14W	10W
1,100 lumens	75W	53W	19W	17W
1,600 lumens	100W	72W	23W	20W

Εικόνα 5.2: Σύγκριση Λαμπτήρων διάφορων τεχνολογιών

Πηγή: <https://www.homeelectrical.com/cfls-vs-halogen-vs-fluorescent-vs-incandescent-vs-led.6.html>

5.11 Αντικατάσταση Ηλεκτρικών Συσκευών (Appliances)

Μια ακόμα σημαντική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών είναι οι διάφορες ηλεκτρικές συσκευές. Οι παλιές ηλεκτρικές συσκευές όπως τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων είναι ιδιαίτερα δαπανηρές. Αντίστοιχα δαπανηρά είναι και τα παλιά ψυγεία. Επίσης, τα κλιματιστικά παλαιάς τεχνολογίας έχουν μειωμένους συντελεστές απόδοσης τόσο στη θέρμανση και στην ψύξη. Η αντικατάσταση των πλυντηρίων και ψυγείων με σύγχρονες ηλεκτρικές συσκευές ενεργειακής κλάσης A++ και A+++ και των κλιματιστικών με σύγχρονα τεχνολογίας Inverter, μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος οι παλιοί φούρνοι οι οποίοι είτε δεν διέθεταν καλή θερμομόνωση είτε με την πάροδο των ετών έχει μειωθεί η αποτελεσματικότητά της οπότε απαιτείται περισσότερη ενέργεια για να επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία [57].

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η βραχυπρόθεσμη αντικατάσταση των παλιών ηλεκτρικών συσκευών με πιο σύγχρονες μέχρι το 2030 επιφέροντας την μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

5.12 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών στις στέγες (Solar Panels)

Όπως αναλύθηκε και παραπάνω η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στρέφεται συνεχώς στις ανανεώσιμες πηγές με κυριότερες την αιολική και την ηλιακή. Στα πλαίσια αυτά μια δράση η οποία μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά ποσά στη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες των κατοικιών. Μια τέτοια εγκατάσταση αποτελείται από φωτοβολταϊκά στοιχεία και συνήθως κάποια συσκευή αποθήκευσης ενέργειας όπως μπαταρίες και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη καταναλώσεων της ίδιας της κατοικίας ή σε περιπτώσεις πιο μεγάλων εγκαταστάσεων να πουληθεί και ενέργεια προς τον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας. Η δράση αυτή προτείνεται κατά κανόνα για όλα τα σπίτια τα οποία έχουν μεγάλη επιφάνεια στη σκεπή και πρόσπτωση ηλιοφάνειας δηλαδή δεν σκιάζονται από δέντρα ή ψηλότερα κτήρια [58].

Εξετάζεται λοιπόν η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες από το 10% των σπιτιών στο διάστημα 2016-2030 και εν συνεχεία στο διάστημα μέχρι το 2050 το ποσοστό αυτό να αυξηθεί σε 30%.

5.13 Έξυπνα Σπίτια (Smart Houses)

Μια καινούρια τεχνολογία η οποία διεισδύει συνεχώς στις κατοικίες και συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι η εγκατάσταση “έξυπνων συστημάτων” στις κατοικίες. Τα συστήματα αυτά αφορούν αυτόματους αισθητήρες, οι οποίοι ρυθμίζουν αυτόματα τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού επιτυγχάνοντας την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου. Επιπλέον υπάρχουν συστήματα τα οποία ανάλογα τις καιρικές συνθήκες και τον φυσικό φωτισμό του χώρου ρυθμίζουν κατάλληλα τις λάμπες ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή φωτεινότητα του χώρου εξοικονομώντας ενέργεια. Ακόμη υπάρχουν “έξυπνες συσκευές” οι οποίες απενεργοποιούνται αυτόματα όταν βρίσκονται παρατεταμένα σε κατάσταση αναμονής ή οι έξυπνοι ρευματοδότες οι οποίοι διακόπτουν την τροφοδοσία τους. Επιπλέον τα συστήματα αυτά έχουν την δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου μέσω εφαρμογών ηλεκτρονικών υπολογιστών ή κινητών τηλεφώνων έτσι ώστε να μπορούν να ρυθμιστούν κατάλληλα οι συνθήκες του χώρου ενώ ο κάτοικος του σπιτιού απουσιάζει. Τέτοια συστήματα εγκαθίστανται στην πλειονότητα των καινούριων κατασκευών και συνιστάται η εγκατάσταση τους στις περισσότερες πιο νέες κατοικίες, καθώς στις παλαιότερες είναι πιο απαραίτητες δράσεις όπως θερμομονώσεις, αλλαγές κουφωμάτων ώστε να βελτιστοποιηθεί η απόδοση των συστημάτων αυτών [59][60].

Το σενάριο εξετάζει την αύξηση του ποσοστού των smarthouses αρχικά κατά 10% μέχρι το έτος 2030 και συνολικά κατά 25% μέχρι το 2050.

5.14 Ευαισθητοποίηση (Sensitization)

Το σενάριο αυτό εξετάζει το κατά πόσο μέσω απλών καθημερινών κινήσεων των πολιτών όπως το να μην αφήνουν τις ηλεκτρικές συσκευές παρατεταμένα σε κατάσταση αναμονής, να γίνεται οικονομία στη χρήση της θέρμανσης χαμηλώνοντας τον θερμοστάτη σε ώρες ύπνου ή ώρες που απουσιάζουν όλοι από το οίκημα, το καλοκαίρι να γίνεται συνετή χρήση του κλιματισμού ρυθμίζοντας τον θερμοστάτη σε όχι πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία από την εξωτερική, η μη χρήση φωτιστικών τις ώρες της ημέρας όταν αρκεί η ηλιοφάνεια ή τέλος κατά το μαγείρεμα να απενεργοποιούνται οι φούρνοι και οι εστίες θερμότητας λίγο πριν το φαγητό είναι έτοιμο, ώστε να εκμεταλλευθεί η ήδη υψηλή θερμοκρασία που έχουν οι ίδιες οι συσκευές και διαφορετικά δεν θα αξιοποιούταν μπορεί να επιφέρει κάποια μείωση των εκπομπών [61].

Η εφαρμογή του σεναρίου αυτού εξετάζεται άμεσα, δηλαδή κατά τον πρώτο χρόνο των σεναρίων δεδομένου ότι δεν απαιτεί κάποιο κόστος ή δράση παρά μόνο την αλλαγή καθημερινών συνηθειών.

5.15 Συνδυαστικό Σενάριο (Combination)

Στο σενάριο αυτό αφού έχουν πρώτα επεξεργαστεί τα αποτελέσματα του κάθε σεναρίου μεμονωμένα εξετάζεται η μείωση εκπομπών η οποία μπορεί να επιτευχθεί αν όλα όσα από τα παραπάνω σενάρια επιτυγχάνουν μείωση εκπομπών, εφαρμοστούν συνδυαστικά.

6 Αποτελέσματα σεναρίων

6.1 Τρόπος υπολογισμού και παρουσίασης αποτελεσμάτων

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας αρχικά γενικά δηλαδή πως η κάθε δράση επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας ή την τοπική παραγωγή στα νοικοκυριά αλλά και τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες προτείνεται μια δράση όπως η παλαιότητα, το μέγεθος και η τοποθεσία του νοικοκυριού. Εν συνεχεία παρουσιάζεται ο τρόπος μοντελοποίησης στο LEAP δηλαδή το χρονικό πλαίσιο στο οποίο εξετάζεται να υλοποιηθεί η κάθε δράση αλλά και το ποσοστό των νοικοκυριών στα οποία εφαρμόζεται η κάθε δράση ή σε κάποιες δράσεις απευθείας θεωρήθηκε μια συγκεκριμένη αλλαγή στο ενεργειακό μείγμα.

Το λογισμικό ακολούθως υλοποιεί τους υπολογισμούς των σεναρίων και υπολογίζει τα εξής αποτελέσματα: τη μεταβολή στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και κυριότερα του διοξειδίου του άνθρακα, την διαμόρφωση της συνολικής αλλά και των επιμέρους καταναλώσεων του οικιακού τομέα αλλά και η οικονομική βιωσιμότητα του εκάστοτε σεναρίου. Το σημαντικότερο από όλα αυτά είναι το περιβαλλοντικό αποτύπωμα δηλαδή η μεταβολή στις εκπομπές καθώς ο στόχος της μελέτης είναι η διενέργεια δράσεων για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Η οικονομική βιωσιμότητα σε επίπεδο χώρας εξετάζεται ως εξής: Η κάθε δράση επιφέρει αλλαγή στο ενεργειακό μείγμα οπότε συγκρίνοντας το κόστος της παραγωγής ενέργειας με το κόστος της κάθε δράσης υπολογίζεται η οικονομική επίπτωση του κάθε σεναρίου. Ο συγκεκριμένος υπολογισμός γίνεται μόνο για όσα σενάρια επιφέρουν μείωση εκπομπών καθώς αν ένα σενάριο δεν είναι περιβαλλοντικά συμφέρον δεν εξετάζεται το κατά πόσο είναι οικονομικά βιώσιμο.

Στην ενότητα λοιπόν των αποτελεσμάτων παρουσιάζεται αρχικά το σενάριο αναφοράς καθώς με αυτό θα συγκριθούν όλα τα επιμέρους σενάρια. Στο σενάριο αναφοράς δεν έχουν υπολογισθεί κόστη καθώς θεωρείται ότι οι δράσεις αυτές θα γίνουν ούτως η αλλιώς. Μετέπειτα όλα τα σενάρια μεμονωμένων δράσεων συγκρίνονται σε σχέση με το σενάριο αναφοράς για να φανεί η επίπτωση του καθενός. Τέλος το συνδυαστικό σενάριο συγκρίνεται επίσης με το σενάριο αναφοράς με σκοπό να φανεί ποια μπορεί να είναι η συνολική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές. Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι στο σύνολο του παρόντος κεφαλαίου η αύξηση στις εκπομπές ή την καταναλισκόμενη ενέργεια παρουσιάζεται με κόκκινη γραμματοσειρά ενώ η μείωση με πράσινη.

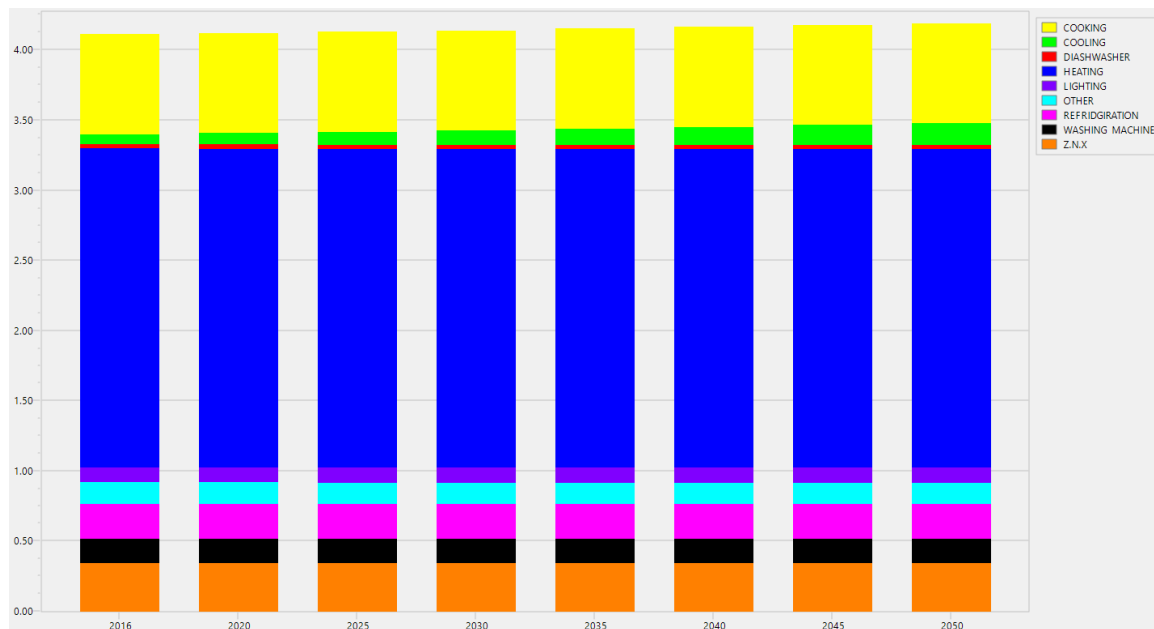
6.2 Αποτελέσματα σεναρίου αναφοράς

6.2.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αναφοράς

Στο σενάριο αναφοράς εξετάζεται η αναμενόμενη μεταβολή των καταναλώσεων και των πηγών ενέργειας του οικιακού τομέα. Αρχικά εξετάζεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας του οικιακού τομέα και αναλύεται ανά χρήση.

Πίνακας 6.1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας του οικιακού τομέα και ανάλυσή της ανά χρήση σε ktοε στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Μαγείρεμα	708,8	708,8	708,8	708,8	708,1	707,4	706,8	706,1
Ψύξη	72,8	80,2	90,0	100,3	114,7	129,1	143,5	157,9
Πλυντήριο πιάτων	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2
Θέρμανση	2.270,7	2.270,7	2.270,7	2.270,7	2.270,1	2.269,5	2.269,0	2.268,4
Φωτισμός	107,5	107,5	107,5	107,5	107,5	107,5	107,5	107,5
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	152,9	152,9	152,9	152,9	152,9	152,9	152,9	152,9
Ψυγείο	247,5	247,2	246,9	246,6	246,6	246,6	246,6	246,6
Πλυντήριο Ρούχων	174,6	174,1	173,4	172,6	172,6	172,6	172,6	172,6
Ζεστό Νερό Χρήσης	347,7	347,7	347,7	347,7	347,7	347,7	347,7	347,7
Σύνολο	4.112,7	4.119,4	4.128,1	4.137,4	4.150,5	4.163,6	4.176,8	4.189,9

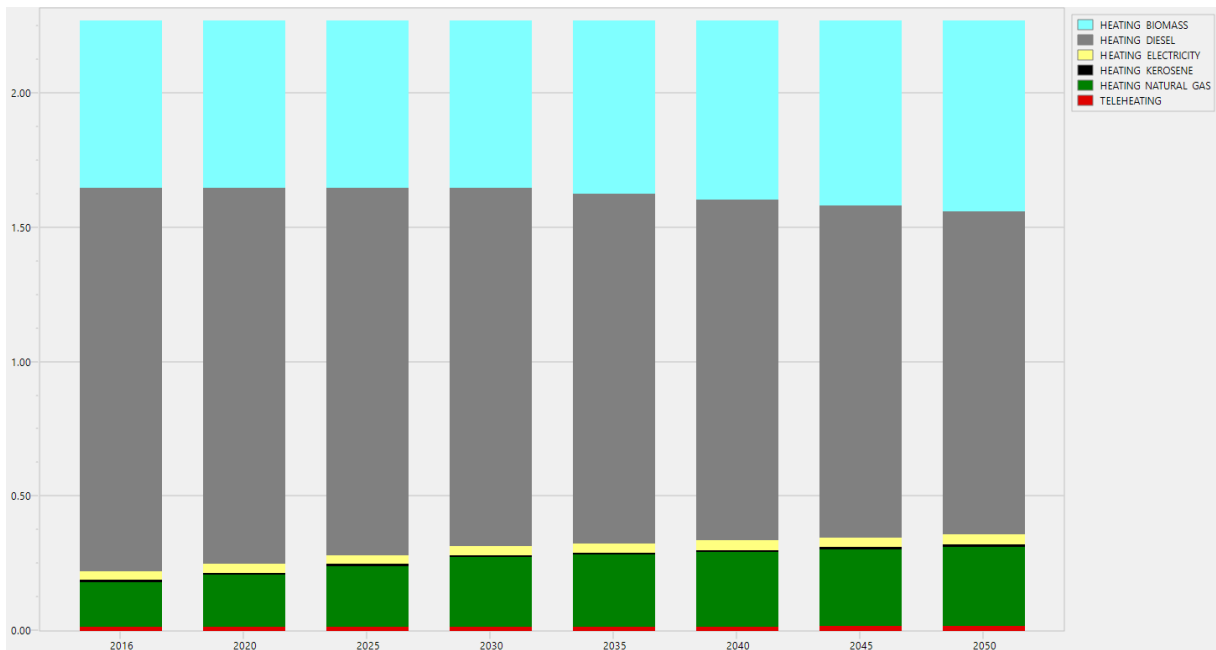


Εικόνα 6.1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας του οικιακού τομέα και ανάλυσή της ανά χρήση σε Mtoe στο σενάριο αναφοράς

Παρατηρείται ότι η συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια του οικιακού τομέα αναμένεται να παρουσιάσει μια μικρή αύξηση ωστόσο αυτή δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Πρακτικά μπορεί να θεωρηθεί σταθερή. Εν συνεχεία αναλύοντας τις επιμέρους καταναλώσεις παρατηρείται ότι αναμένεται σημαντική αύξηση των αναγκών για ψύξη η οποία οφείλεται κυριότερα στην κλιματική αλλαγή και την αύξηση της θερμοκρασίας τους θερινούς μήνες η οποία κάνει απαραίτητη την ολοένα και μεγαλύτερη εξάπλωση και χρήση των κλιματιστικών. Από τις υπόλοιπες καταναλώσεις καμία δεν παρουσιάζει αξιοσημείωτες μεταβολές οπότε επίσης μπορούν πρακτικά να θεωρηθούν αμετάβλητες. Από τις καταναλώσεις αυτές η θέρμανση, το ζεστό νερό χρήσης και το μαγειρέμα αποτελούνται από περισσότερες από μια πηγές ενέργειας οπότε εν συνεχεία αναλύονται ανά πηγή. Αντίθετα οι υπόλοιπες καταναλώσεις έχουν ως πηγή μόνο την ηλεκτρική ενέργεια.

Πίνακας 6.2: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Βιομάζα	620,6	620,5	620,4	620,3	642,2	664,0	685,9	707,7
Πετρέλαιο	1.427,5	1.401,1	1.368,1	1.335,1	1.301,6	1.268,0	1.234,4	1.200,9
Ηλεκτρισμός	33,2	33,3	33,3	33,3	34,5	35,6	36,8	38,0
Κηροζίνη	7,8	7,6	7,3	7,0	7,4	7,7	8,1	8,5
Φυσικό Αέριο	166,1	192,7	225,9	259,2	268,3	277,3	286,4	295,5
Τηλεθέρμανση	15,6	15,6	15,7	15,8	16,3	16,8	17,3	17,8

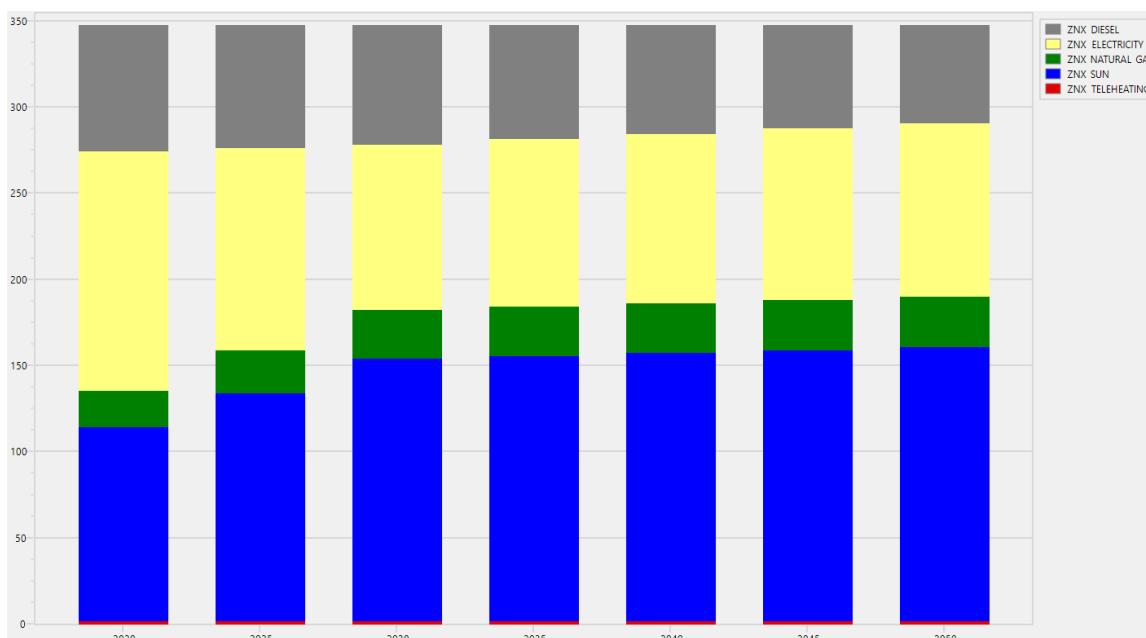


Εικόνα 6.2: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά πηγή σε Mtoe στο σενάριο αναφοράς

Σε ό,τι αφορά τις πηγές ενέργειας της θέρμανσης αναμένεται σημαντική μείωση της κατανάλωσης του πετρελαίου, αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου και μικρή αύξηση της χρήσης του ηλεκτρισμού και της βιομάζας.

Πίνακας 6.3: Κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	74,9	73,2	71,1	69,0	66,0	62,9	59,8	56,8
Ηλεκτρισμός	155,7	138,7	117,4	96,2	97,2	98,3	99,4	100,5
Φυσικό Αέριο	18,4	21,2	24,7	28,3	28,6	28,9	29,2	29,5
Ήλιος	96,9	112,8	132,6	152,2	154,2	155,8	157,5	159,2
Τηλεθέρμανση	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7



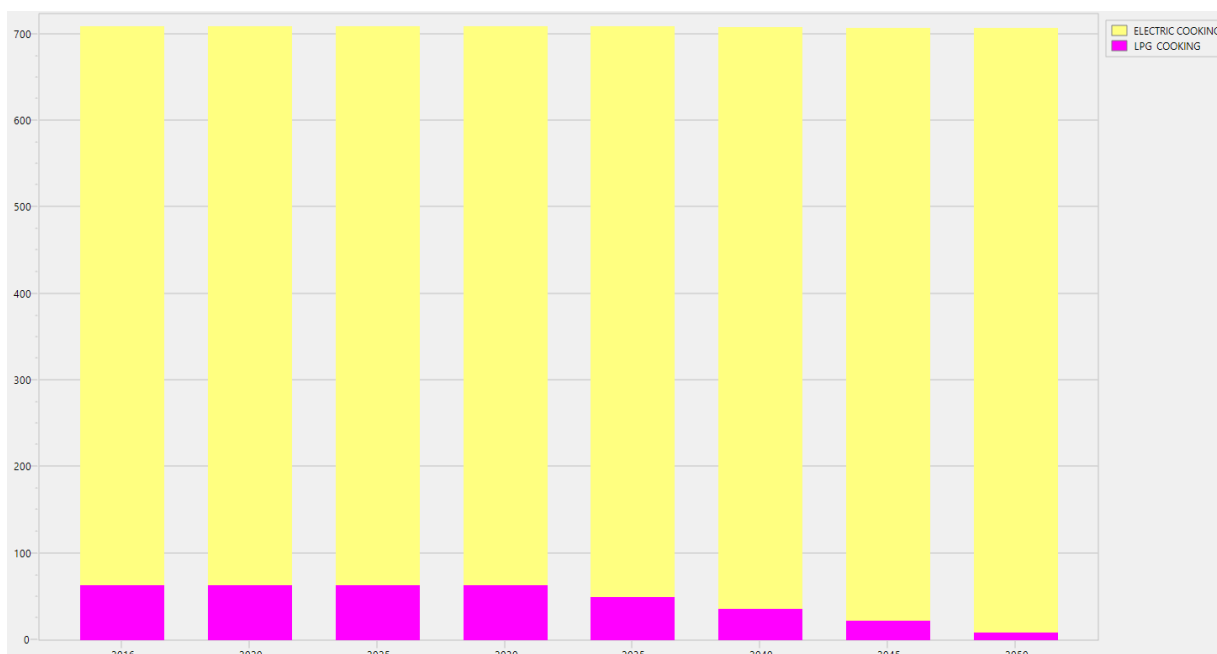
Εικόνα 6.3: Κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης αναμένεται σημαντική αύξηση στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης από ηλιακή ενέργεια καθώς ολοένα και περισσότερα νοικοκυριά εγκαθιστούν ηλιακούς θερμοσίφωνες. Επιπλέον αντίστοιχα με τη θέρμανση μειώνεται η χρήση του πετρελαίου και αυξάνεται του φυσικού αερίου, καθώς όσα σπίτια αλλάζουν καυστήρα από πετρελαίου σε φυσικού αερίου και έχουν σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένο με την κεντρική θέρμανση αλλάζουν καύσιμο και για το ζεστό νερό χρήσης.

Πίνακας 6.4: Κατανάλωση ενέργειας για μαγείρεμα ανά πηγή σε ktoe στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ηλεκτρισμός	645,1	645,1	645,1	645,1	658,1	671,1	684,1	697,1

Υγραέριο	63,7	63,7	63,7	63,7	50,0	36,3	22,7	9,0
-----------------	------	------	------	------	------	------	------	-----



Εικόνα 6.4: Κατανάλωση ενέργειας για μαγείρεμα ανά πηγή σε ktce στο σενάριο αναφοράς

Για τις πηγές ενέργειας του μαγειρέματος μέχρι το 2030 δεν αναμένεται κάποια ιδιαίτερη μεταβολή, όμως μετέπειτα από το 2030 μέχρι το 2050 αναμένεται σημαντική μείωση της χρήσης του υγραερίου και αντικατάστασή του με ηλεκτρική ενέργεια.

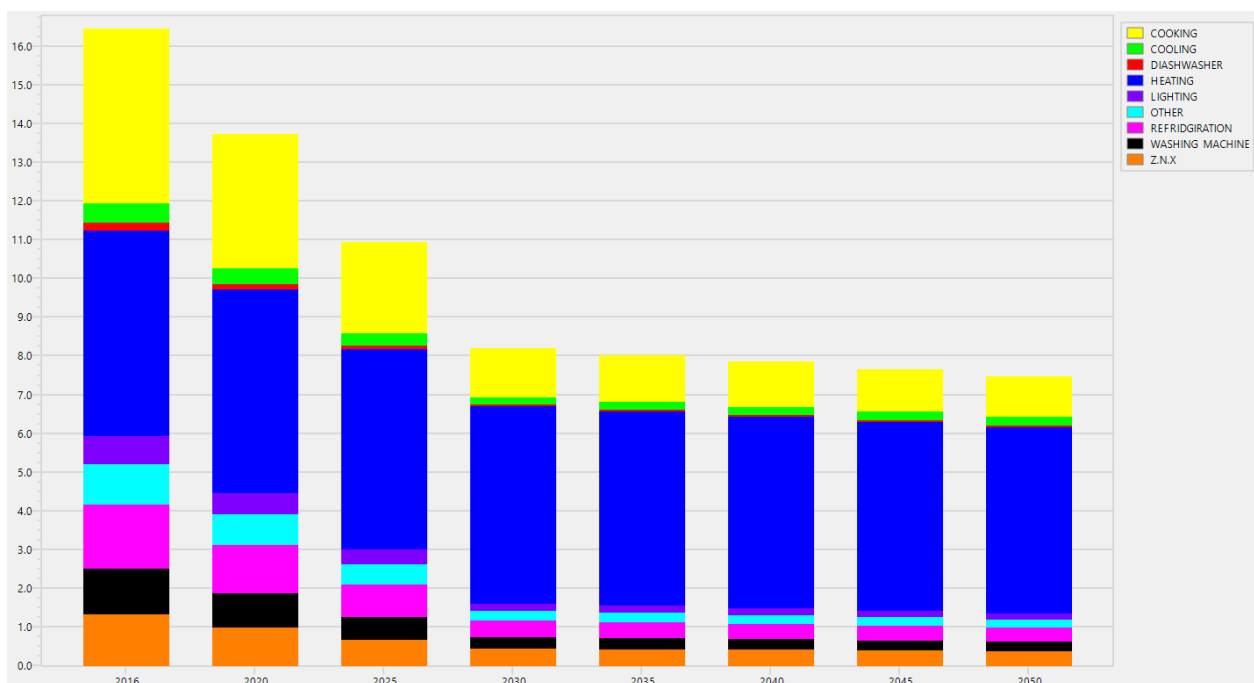
6.2.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αναφοράς

Ομοίως με την παράγραφο της καταναλισκόμενης ενέργειας αρχικά παρουσιάζονται η εξέλιξη των συνολικών εκπομπών του οικιακού τομέα και η ανάλυσή τους ανά χρήση. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα.

Πίνακας 6.5: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του οικιακού τομέα και ανάλυσή τους ανά χρήση σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Μαγείρεμα	4.503,5	3.445,0	2.352,0	1.259,0	1.201,3	1.141,8	1.080,3	1.017,0
Ψύξη	491,1	409,8	307,3	172,6	189,0	203,3	215,4	225,5
Πλυντήριο πιάτων	204,1	154,5	103,3	52,0	49,8	47,6	45,4	43,2
Θέρμανση	5.328,6	5.255,4	5.175,6	5.095,7	5.026,4	4.957,0	4.887,3	4.817,5
Φωτισμός	725,7	549,3	367,1	185,0	177,1	169,3	161,5	153,6

Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	1.031,9	781,0	522,0	263,0	251,9	240,7	229,6	218,4
Ψυγείο	1.670,4	1.263,1	843,1	424,3	406,3	388,3	370,3	352,3
Πλυντήριο Ρούχων	1.178,6	889,2	591,9	297,0	284,4	271,8	259,2	246,7
Ζεστό Νερό Χρήσης	1.330,5	989,6	683,8	450,0	436,2	422,2	408,0	393,7
Σύνολο	16.464,5	13.736,9	10.946,1	8.198,6	8.022,4	7.841,9	7.657,1	7.467,9



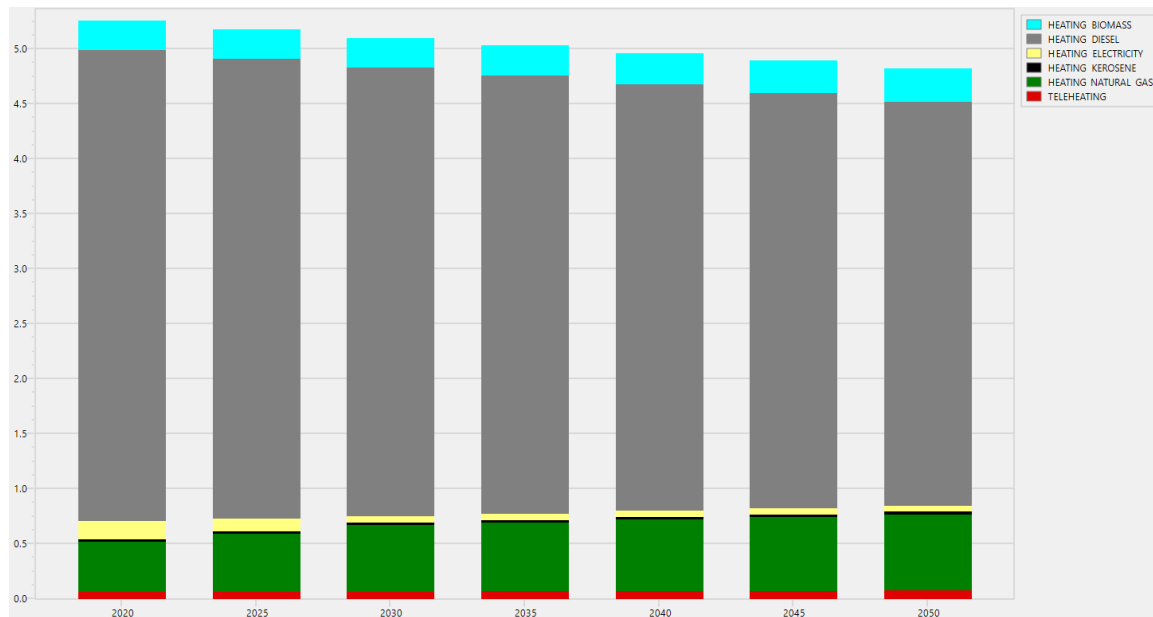
Εικόνα 6.5: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανάλυσή τους ανά χρήση σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

Παρατηρείται ότι από το 2016 μέχρι το 2030 αναμένεται υποδιπλασιασμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ενώ στο διάστημα από το 2030 μέχρι το 2050 επίσης αναμένεται μείωση η οποία όμως είναι σημαντικά μικρότερη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μέχρι το 2030 προβλέπεται σημαντική μείωση στην αλλαγή του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής, όπως αναλύθηκε και εκτενώς στην Ενότητα 2.6. Από το 2030 μέχρι το 2050 οι αλλαγές στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής δεν είναι σημαντικές και οι καταναλώσεις επίσης δεν μεταβάλλονται ιδιαίτερα, οπότε και η μείωση των εκπομπών είναι πολύ μικρότερη. Αναλύοντας τις εκπομπές ανά χρήση παρατηρούμε ότι όλες οι καταναλώσεις που έχουν αποκλειστικά ως πηγή ενέργειας την ηλεκτρική μειώνονται σημαντικά εξαιτίας της αλλαγής του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής. Για την θέρμανση δεν αναμένεται σημαντική μείωση των εκπομπών, ενώ για το ζεστό νερό χρήσης και το

μαγείρεμα η μείωση είναι πιο έντονη. Για τις τρεις χρήσεις αυτές θα γίνει εκτενής ανάλυση των εκπομπών τους ανά πηγή ενέργειας.

Πίνακας 6.6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Βιομάζα	261,4	261,3	261,3	261,3	270,5	279,7	288,9	298,1
Πετρέλαιο	4.363,6	4.282,9	4.182,0	4.081,2	3.978,5	3.875,9	3.773,3	3.670,7
Ηλεκτρισμός	224,4	169,9	113,6	57,3	56,8	56,1	55,3	54,2
Κηροζίνη	23,8	23,1	22,3	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9
Φυσικό Αέριο	389,1	451,4	529,3	607,2	628,5	649,8	671,1	692,4
Τηλεθέρμανση	66,4	66,7	67,1	67,4	69,6	71,8	74,0	76,2

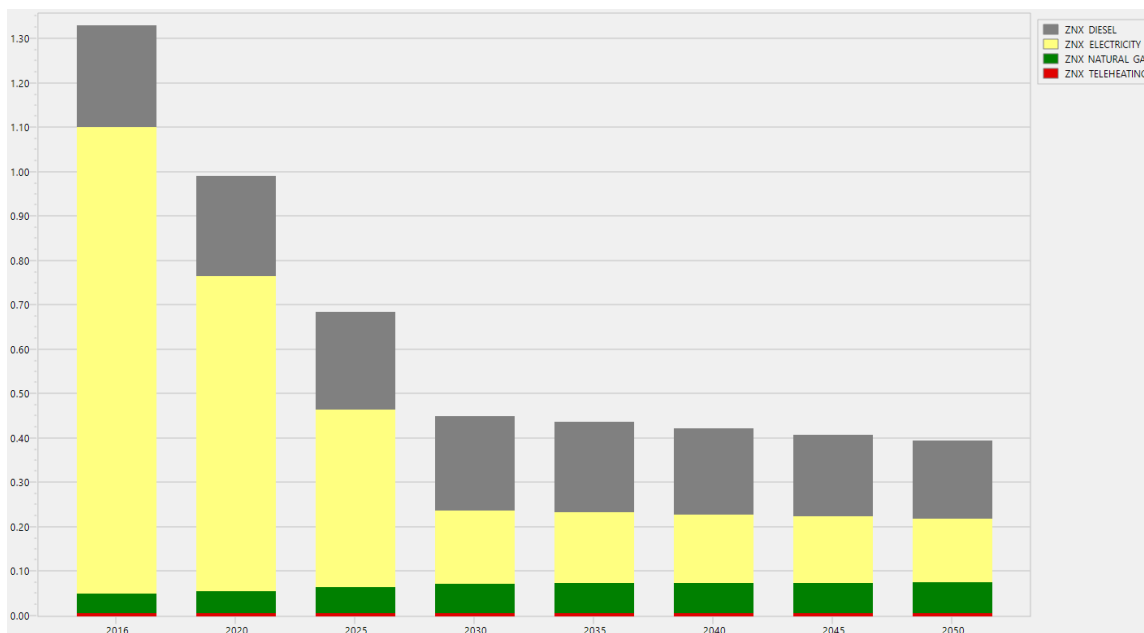


Εικόνα 6.6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

Παρατηρείται ότι αναμένεται μικρή μείωση των εκπομπών που οφείλονται στην θέρμανση. Αναλύοντας την ανά πηγή, αναμένεται μείωση των εκπομπών που οφείλονται στο πετρέλαιο λόγω μείωσης της χρήσης του καθώς και έντονη μείωση στις εκπομπές που οφείλονται στην ηλεκτρική ενέργεια λόγω της αλλαγής του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής. Αντίθετα οι εκπομπές που οφείλονται στο φυσικό αέριο και την βιομάζα αυξάνονται λόγω της μεγαλύτερης διείσδυσης τους στο μείγμα της θέρμανσης.

Πίνακας 6.7: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	229,0	223,9	217,4	210,9	201,6	192,2	182,9	173,5
Ηλεκτρισμός	1.051,0	708,6	401,0	165,4	160,2	154,8	149,3	143,5
Φυσικό Αέριο	43,1	49,7	58,0	66,2	67,0	67,7	68,4	69,2
Ήλιος	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
Τηλεθέρμανση	1.330,5	989,6	683,8	450,0	436,2	422,2	408,0	393,7



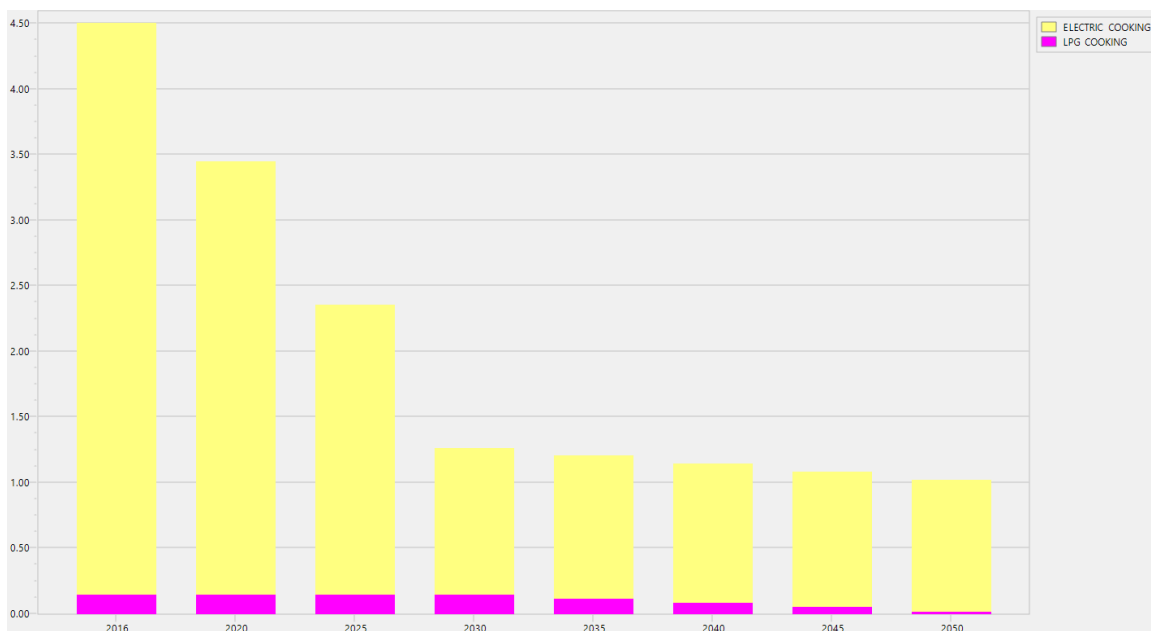
Εικόνα 6.7: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

Για το ζεστό νερό χρήσης αναμένεται υποτριπλασιασμός των εκπομπών από το 2016 έως το 2030 και εν συνεχεία μια μικρή ακόμα μείωση των εκπομπών μέχρι το 2050. Αυτή αρχικά οφείλεται στην επέκταση των ηλιακών θερμοσίφωνων, οπότε συνεχώς μεγαλύτερο ποσό από την απαιτούμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παράγεται από τον ήλιο. Εν συνεχεία πολύ μεγάλη μείωση αναμένεται στις εκπομπές που οφείλονται στην χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας αφενός διότι όπως αναλύθηκε και παραπάνω αναμένεται μείωση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης αλλά κυριότερα στην αλλαγή του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής. Μείωση αναμένεται και στις εκπομπές που οφείλονται στο πετρέλαιο λόγω του περιορισμού της χρήσης του, ενώ αντίστοιχα λόγω αύξησης της χρήσης του φυσικού αερίου παρατηρείται μια μικρή αύξηση των εκπομπών που οφείλονται στο φυσικό αέριο.

Πίνακας 6.8: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ηλεκτρισμός	4.354,4	3.295,9	2.202,9	1.109,9	1.084,2	1.056,7	1.027,2	995,9
Υγραέριο	149,1	149,1	149,1	149,1	117,1	85,1	53,1	21,1

Σύνολο	4.503,5	3.445,0	2.352,0	1.259,0	1.201,3	1.141,8	1.080,3	1.017,0
---------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------



Εικόνα 6.8: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αναφοράς

Σε ό,τι αφορά το μαγείρεμα αναμένεται σημαντική μείωση των εκπομπών και συγκεκριμένα υποτετραπλασιασμός των εκπομπών μέχρι το 2030 και μια μικρή περαιτέρω μείωση μέχρι το 2050. Μείωση παρατηρείται τόσο στις εκπομπές που οφείλονται στο υγραέριο καθώς μετά το 2030 η χρήση του περιορίζεται σημαντικά αλλά και σε αυτές που οφείλονται στην χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς παρά την μικρή αύξηση στην καταναλισκόμενη ενέργεια για μαγείρεμα, λόγω της μεταβολής του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής οι εκπομπές μειώνονται σημαντικά.

6.3 Αποτελέσματα σεναρίου θερμομονώσεων

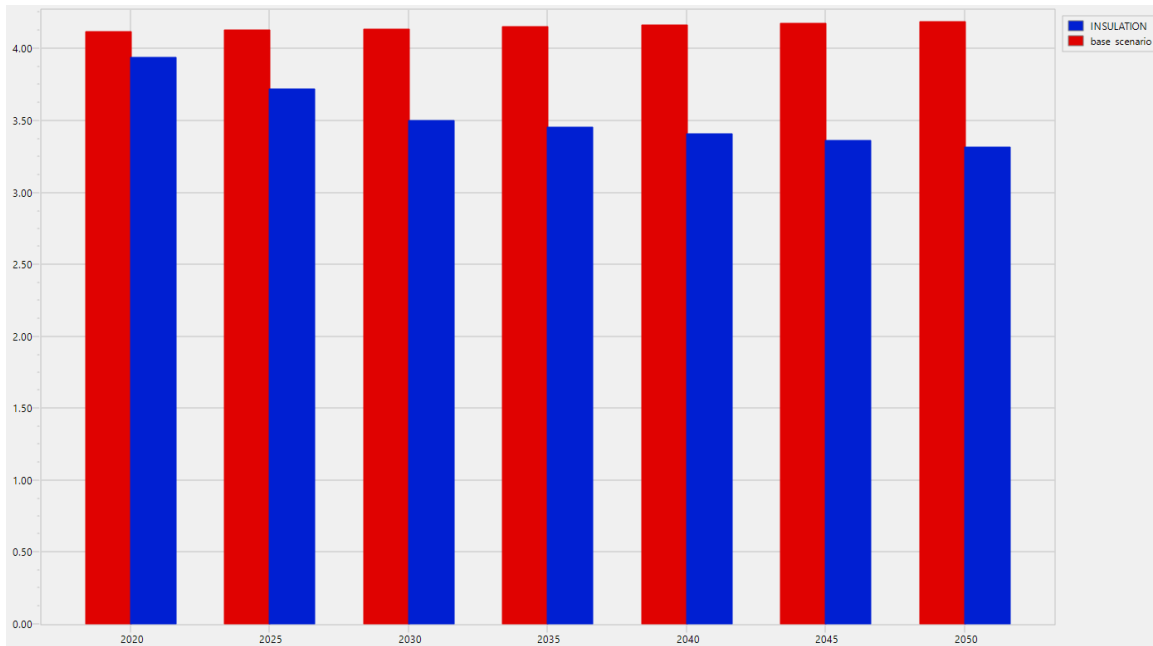
6.3.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο θερμομονώσεων

Στο σενάριο των θερμομονώσεων εξετάζεται η επίδραση που θα έχει η μόνωση των κτηρίων στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη και εν συνεχεία οι εκπομπές που οφείλονται στις παραπάνω καταναλώσεις. Η ανάλυση δεν γίνεται ανά τύπο καυσίμου αλλά μόνο ανά χρήση στο σενάριο αυτό καθώς η θερμομόνωση επιδρά μόνο στις ανάγκες θέρμανσης ανεξαρτήτως πηγής ενέργειας.

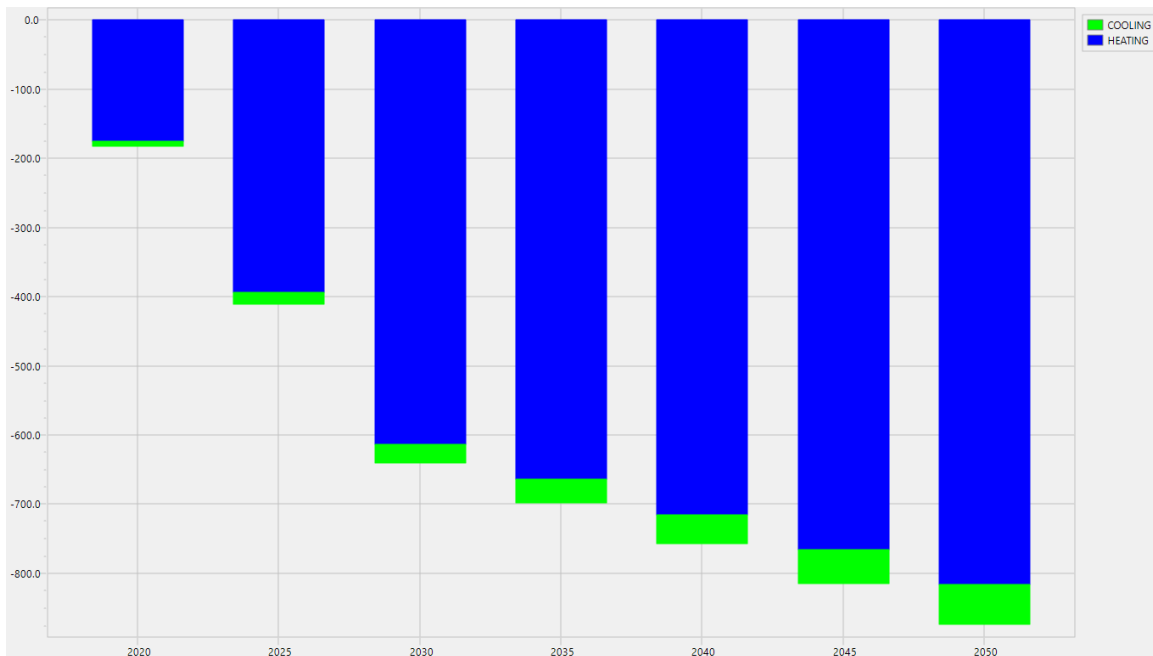
Πίνακας 6.9: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ktoe στο σενάριο θερμομονώσεων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ψύξη	73,1	73,3	73,2	80,2	87,1	94,1	101,0
	7,1	16,7	27,1	34,5	42,0	49,4	56,8

Θέρμανση	2.095,6	1.876,6	1.657,6	1.606,1	1.554,6	1.503,2	1.451,8
	175,2	394,1	613,1	664,0	714,9	765,8	816,6
Σύνολο	3.937,1	3.717,3	3.497,2	3.452,0	3.406,8	3.361,6	3.316,4
	182,3	410,8	640,2	698,5	756,9	815,2	873,4



Εικόνα 6.9: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου θερμομονώσεων σε Mtoe



Εικόνα 6.10: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου θερμομόνωνσεων σε ktoe

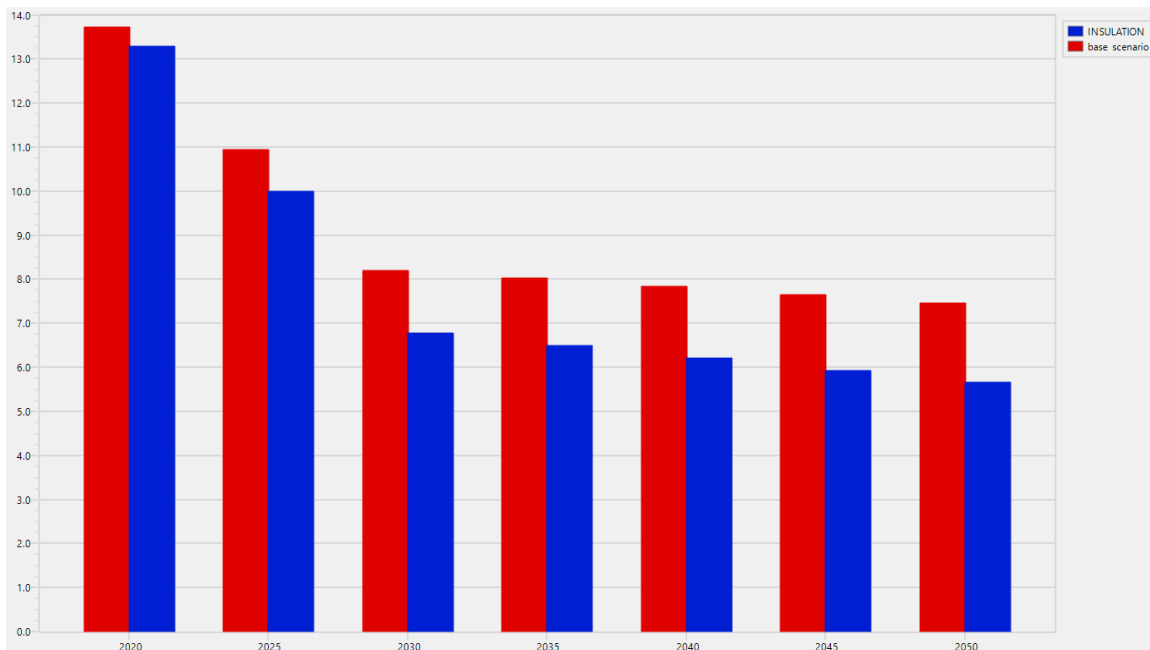
Παρατηρείται ότι στο συγκεκριμένο σενάριο υπάρχει σημαντική μείωση των απαιτήσεων για ψύξη και θέρμανση, η οποία ανέρχεται στο 15,47% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2030 και στο 20,85% για το 2050. Η πιο έντονη μείωση η οποία παρατηρείται μέχρι το 2030, οφείλεται στο γεγονός ότι στο σενάριο προβλέπεται ότι το 75% των νοικοκυριών θα έχει μονωθεί μέχρι το συγκεκριμένο έτος και το υπόλοιπο 25% στο διάστημα 2030 – 2050.

6.3.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο θερμομονώσεων

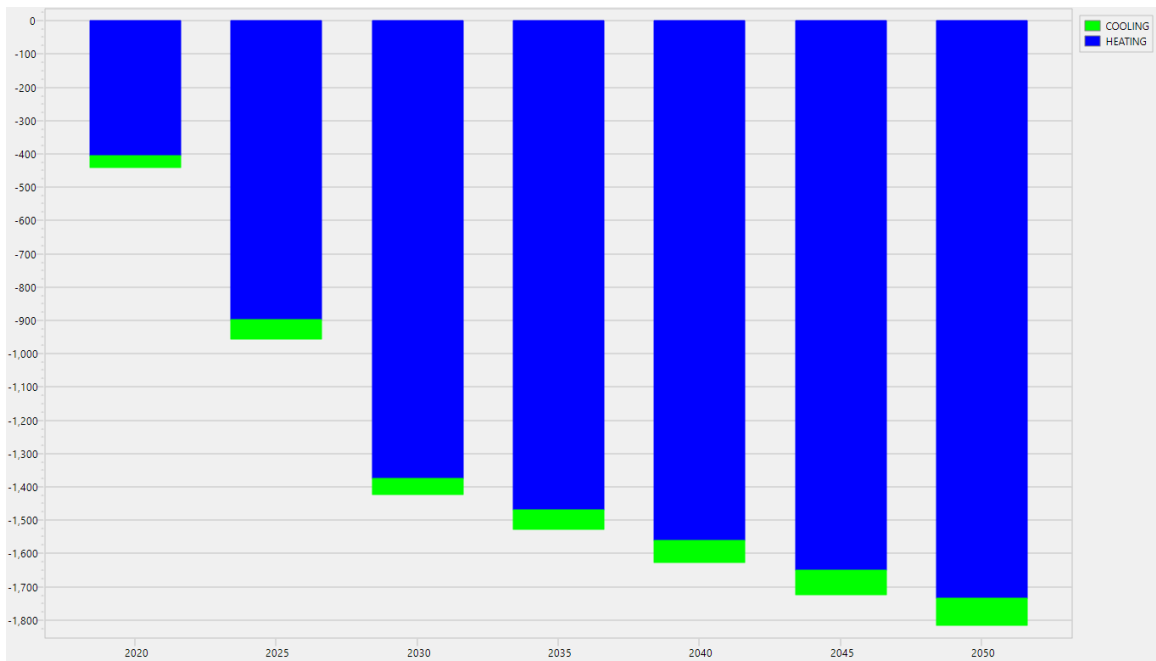
Σε ότι αφορά τη μείωση των εκπομπών ομοίως με την ενότητα της ανάλυσης των καταναλώσεων δεν εξετάζονται οι εκπομπές ανά πηγή αλλά μόνο ανά χρήση καθώς στο σενάριο των θερμομονώσεων το ενεργειακό μείγμα της θέρμανσης είναι ίδιο με το σενάριο αναφοράς και αλλάζουν μόνο οι απαιτήσεις της θέρμανσης και της ψύξης.

Πίνακας 6.10: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και ψύξη σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θερμομονώσεων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ψύξη	373,6	250,3	126,0	132,1	137,2	141,3	144,3
	36,2	57,0	46,6	56,9	66,1	74,2	81,2
Θέρμανση	4.849,9	4.277,2	3.719,9	3.556,2	3.395,5	3.237,8	3.083,2
	405,4	898,3	1.375,9	1.470,2	1.561,4	1.649,5	1.734,3
Σύνολο	13.295,2	9.990,8	6.776,2	6.495,3	6.214,4	5.933,4	5.652,4
	441,6	955,3	1.422,4	1.527,1	1.627,5	1.723,6	1.815,5



Εικόνα 6.11: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου θερμομονώσεων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.12: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου θερμομονώσεων και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τόσο για θέρμανση όσο και ψύξη. Συγκεκριμένα, σε σχέση με τις εκπομπές που προτείνει το σενάριο αναφοράς η μείωση εκπομπών ανέρχεται σε 17,35% μέχρι το 2030 και 24,31% μέχρι το 2050.

6.3.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου θερμομονώσεων

Για το σενάριο των θερμομονώσεων προκύπτει σταθερή οικονομική επιβάρυνση η οποία είναι ίση με 989,4 εκατομμύρια ευρώ ανά έτος. Αυτό φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα το οποίο παρουσιάζει τα κοινωνικά κόστη.



Εικόνα 6.13: Κοινωνικά κόστη σεναρίου θερμομονώσεων σε εκατομμύρια ευρώ

Παρατηρείται πως τα κόστη του σεναρίου είναι αυξημένα δεδομένου αφενός ότι η θερμομόνωση είναι μια δράση της οποίας το κόστος είναι σημαντικό και αφετέρου ότι το ποσοστό των νοικοκυριών που εγκαθιστούν θερμομόνωση είναι μεγάλο.

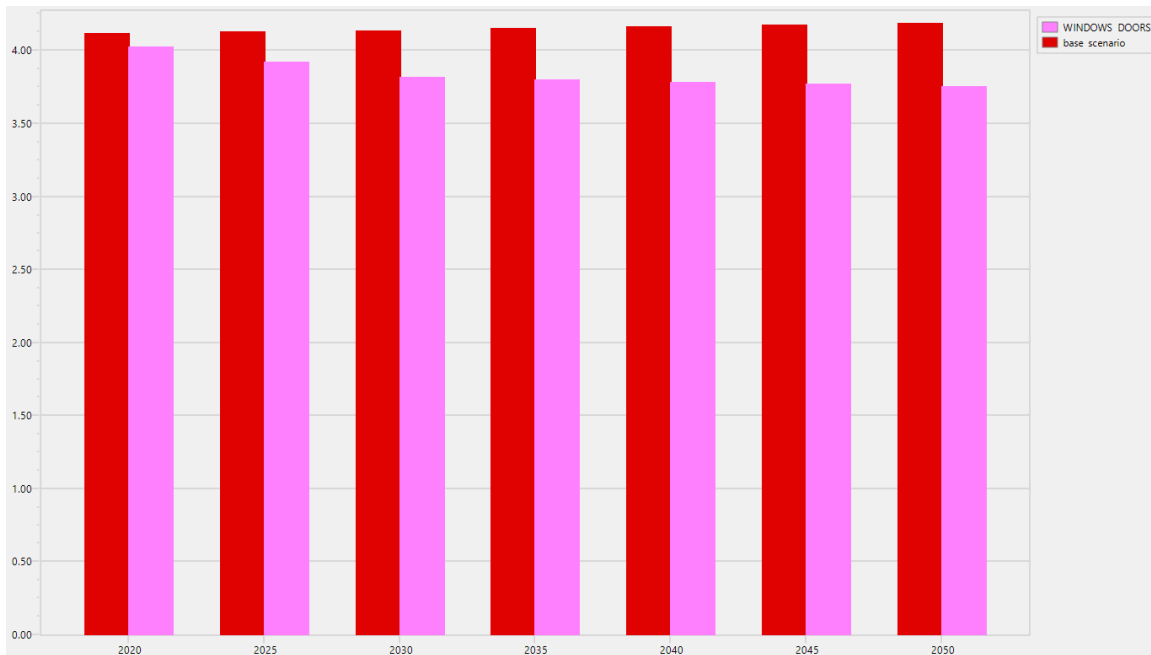
6.4 Αποτελέσματα σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων

6.4.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων

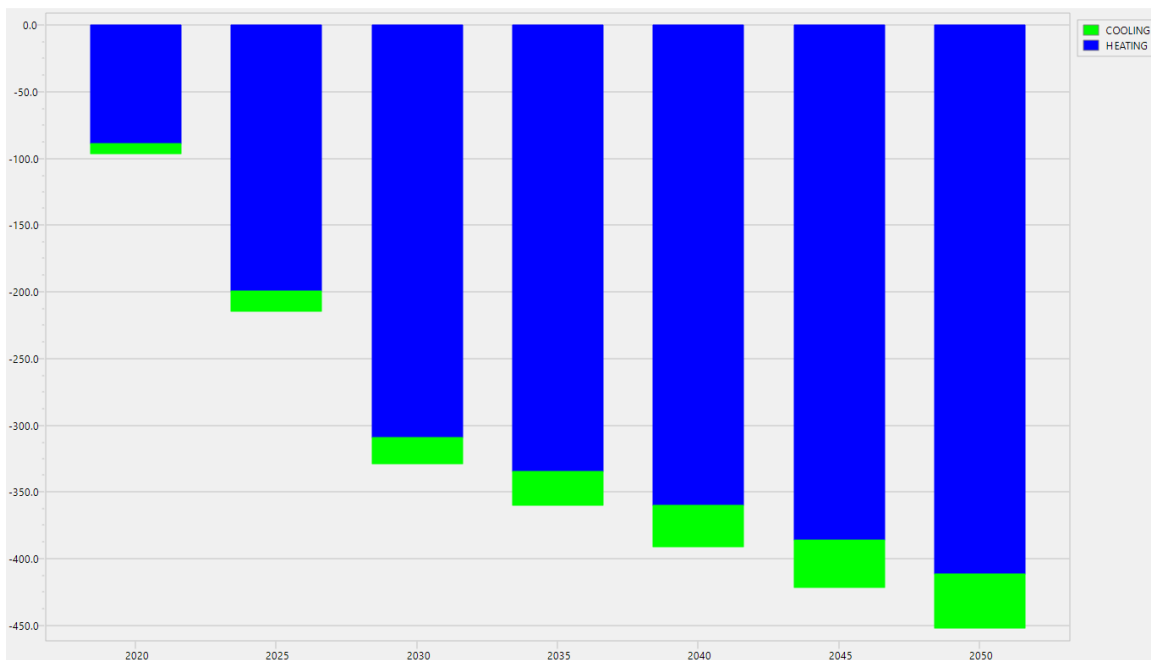
Στο σενάριο της αλλαγής κουφωμάτων εξετάζεται ακριβώς όπως και στο σενάριο των θερμομονώσεων η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χωρίς να εξετάζεται ανά πηγή καθώς ομοίως με πριν η αλλαγή κουφωμάτων δεν μεταβάλλει το ενεργειακό μείγμα της θέρμανσης αλλά μόνο τις ανάγκες σε θέρμανση.

Πίνακας 6.11: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε ktoe στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ψύξη	76,7	81,7	86,8	97,4	108,1	118,8	129,5
	3,5	8,3	13,5	17,3	21,0	24,7	28,4
Θέρμανση	2.183,1	2.073,7	1.964,2	1.938,1	1912,1	1.886,1	1.860,1
	87,6	197,1	306,5	332,0	357,5	382,9	408,3
Σύνολο	4.028,2	3.922,7	3.817,3	3.801,3	3.785,2	3.769,2	3.753,2
	91,1	205,4	320,1	349,3	378,4	407,6	436,7



Εικόνα 6.14: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων σε Mtoe



Εικόνα 6.15: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων σε ktoe

Παρατηρείται ότι επιτυγχάνεται εξοικονόμηση στις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη, η οποία ανέρχεται στο 7,74% της συνολικής ενέργειας που προβλέπεται στο σενάριο αναφοράς για το 2030 και εν συνεχεία ανέρχεται σε 10,42% για το 2050. Ομοίως με το σενάριο θερμομονώσεων η μείωση είναι πιο έντονη μέχρι το 2030

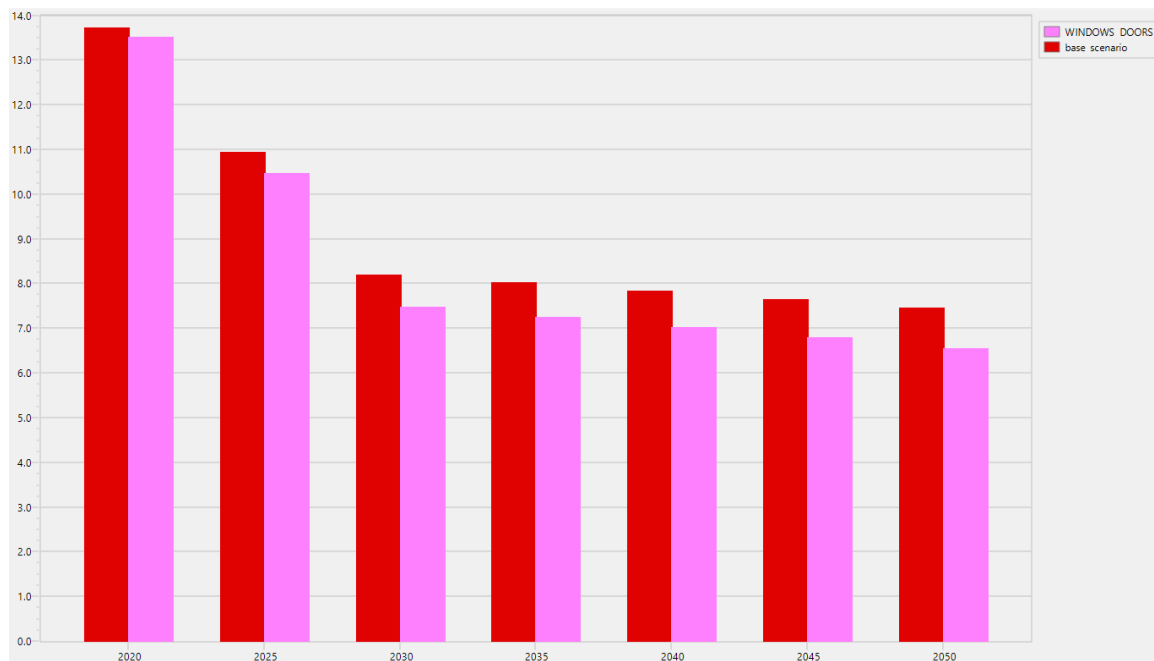
και εν συνεχεία πιο αργή δεδομένου ότι στο σενάριο θεωρήθηκε ότι το 75% των νοικοκυριών θα αλλάξει κουφώματα μέχρι το 2030 και το υπόλοιπο 25% μέχρι το 2050.

6.4.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων

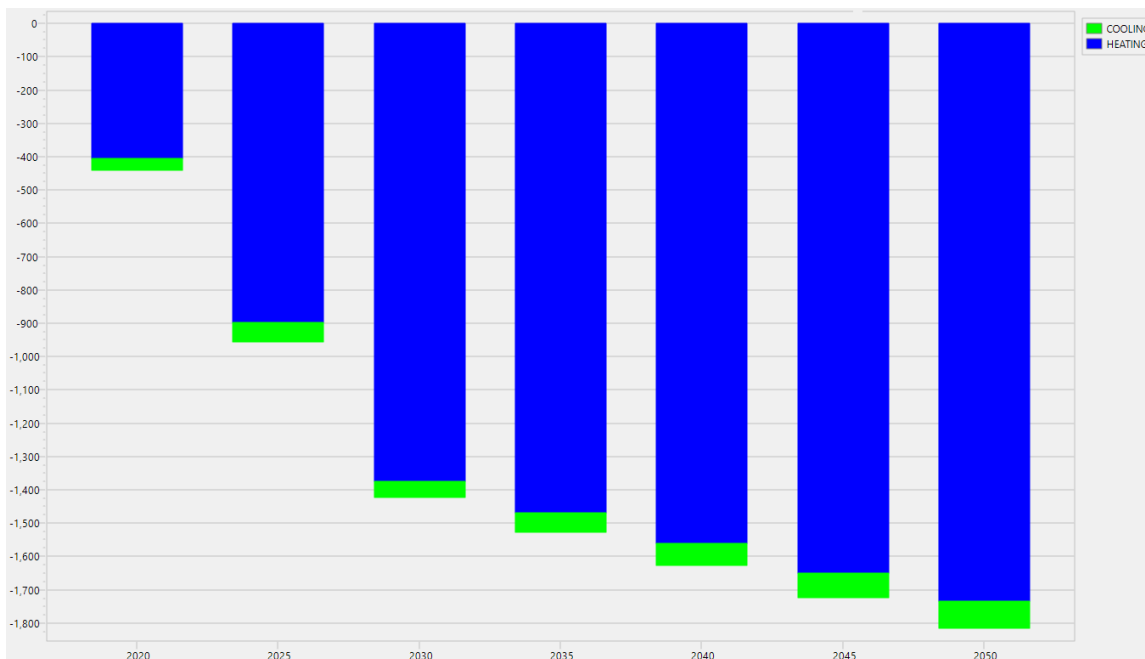
Για τις εκπομπές, ομοίως με το σενάριο των θερμομονώσεων δεν εξετάζονται οι εκπομπές ανά πηγή αλλά μόνο ανά χρήση καθώς και στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων το ενεργειακό μείγμα της θέρμανσης είναι ίδιο με το σενάριο αναφοράς και αλλάζουν μόνο οι απαιτήσεις της θέρμανσης και της ψύξης.

Πίνακας 6.12: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και ψύξη σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αλλαγής κουφωμάτων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ψύξη	391,7	278,8	149,3	160,5	170,2	178,4	184,9
	18,1	28,5	23,3	28,4	33,0	37,1	40,6
Θέρμανση	5.052,7	4.726,4	4.407,8	4.291,3	4.176,2	4.062,6	3.950,4
	202,7	449,2	687,9	735,1	780,7	824,7	867,2
Σύνολο	13.516,1	10.468,5	7.487,4	7.258,9	7.028,2	6.795,2	6.560,2
	220,8	477,6	711,2	763,5	813,8	861,8	907,7



Εικόνα 6.16: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.17: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται ότι στο συγκεκριμένο σενάριο ομοίως με το προηγούμενο επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου εντονότερη στο διάστημα 2016 – 2030 και πιο ομαλή εν συνεχεία. Συγκεκριμένα για το έτος 2030 επιτυγχάνεται μείωση 8,67% σε σχέση με το σενάριο αναφοράς, ενώ το 2050 η ποσοστιαία μείωση είναι 12,15%.

6.4.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων

Από την ανάλυση του LEAP προκύπτει επίσης ότι η οικονομική επιβάρυνση του σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων είναι σταθερή για κάθε έτος και ίση με 1.374,2 εκατομμύρια ευρώ. Αυτό φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα στο οποίο φαίνονται τα κοινωνικά κόστη.



Εικόνα 6.18: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αλλαγής κουφωμάτων σε εκατομμύρια ευρώ

Ομοίως με το σενάριο των θερμομονώσεων προκύπτουν σημαντικές οικονομικές επιβαρύνσεις για τα νοικοκυριά καθώς και η αλλαγή κουφωμάτων έχει αυξημένο κόστος αλλά και το μερίδιο των νοικοκυριών που προβαίνουν στη δράση αυτή είναι μεγάλο.

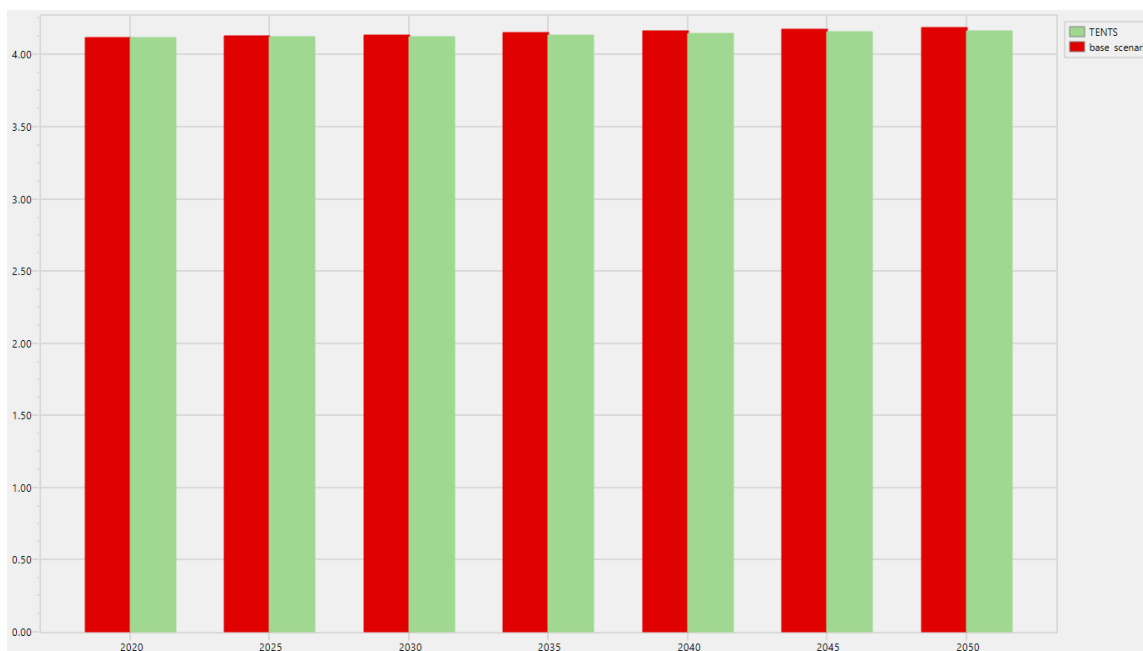
6.5 Αποτελέσματα σεναρίου τεντών

6.5.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο τεντών

Το σενάριο τεντών εξετάζει την επίδραση που θα έχει η εγκατάσταση τεντών στη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη. Οπότε είναι προφανές πως εφόσον δεν επηρεάζεται καμία άλλη κατανάλωση ή το ενεργειακό μείγμα, η μεταβολή στη συνολική κατανάλωση ενέργειας θα είναι ίση με την μείωση των αναγκών ψύξης.

Πίνακας 6.13: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για ψύξη σε ktoe στο σενάριο τεντών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ψύξη	77,3	83,0	89,0	100,3	111,6	122,9	134,2
	3,0	6,9	11,3	14,4	17,5	20,6	23,7
Σύνολο	4.116,4	4.121,2	4.126,1	4.136,1	4.146,2	4.156,2	4.166,2
	3,0	6,9	11,3	14,4	17,5	20,6	23,7



Εικόνα 6.19: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου τεττών σε Mtoe

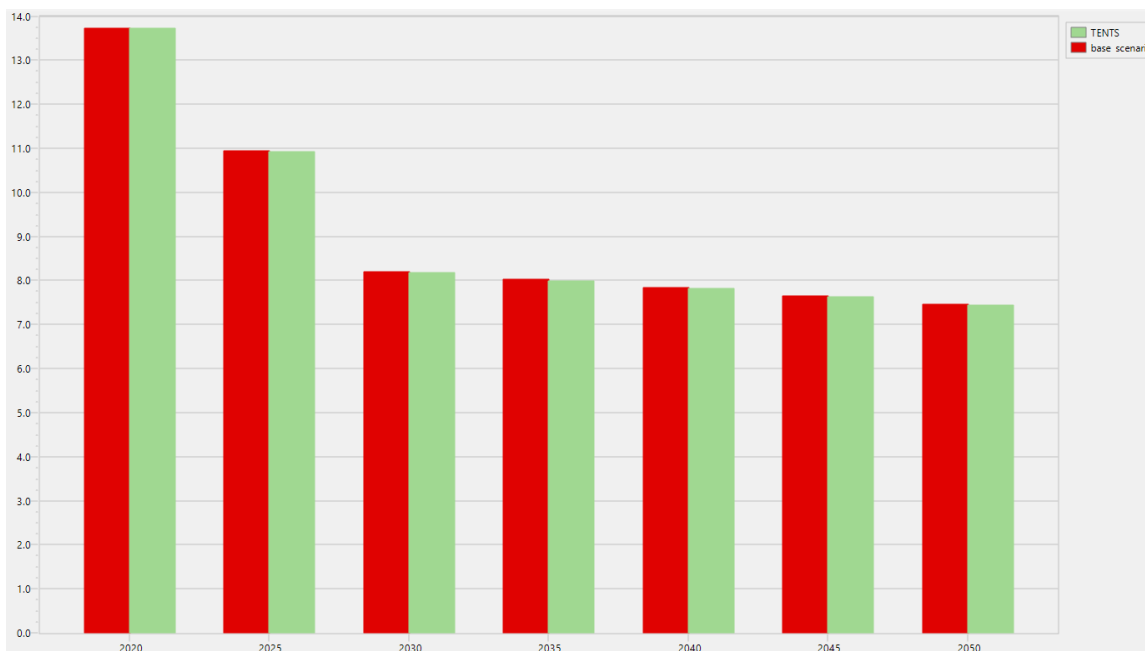
Παρατηρείται μια αισθητή μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για ψύξη, η οποία όμως σε σχέση με το σύνολο του οικιακού τομέα είναι πολύ μικρή, καθώς οι απαιτήσεις ψύξης αποτελούν μικρό μέρος της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Η μείωση αυτή ανέρχεται σε 0,27% για το 2030 και σε 0,57% για το 2050.

6.5.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο τεττών

Σε ό,τι αφορά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταβολή επιτυγχάνεται μόνο λόγω της μείωσης των απαιτήσεων ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, οπότε ομοίως με την παράγραφο της καταναλισκόμενης ενέργειας η συνολική μείωση εκπομπών είναι ίση με τη μείωση εκπομπών λόγω μειωμένων αναγκών για ψύξη.

Πίνακας 6.14: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για ψύξη σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο τεττών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ψύξη	394,7	283,6	153,2	165,3	175,7	184,5	191,7
	15,1	23,7	19,4	23,7	27,5	30,9	33,8
Σύνολο	13.721,8	10.922,4	8.179,2	7.998,7	7.814,4	7.626,2	7.434,1
	15,1	23,7	19,4	23,7	27,5	30,9	33,8



Εικόνα 6.20: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου τεντών και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Όπως αναμενόταν και από τα αποτελέσματα της καταναλισκόμενης ενέργειας επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών η οποία όμως είναι πολύ μικρή. Συγκεκριμένα η μείωση των εκπομπών για το 2030 ανέρχεται σε 0,24% ενώ για το 2050 μόλις στο 0,45%. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες, αφενός στο γεγονός ότι παρόλο που οι απαιτήσεις για ψύξη μειώνονται αισθητά, η μείωση αυτή είναι πολύ μικρή σε σχέση με την συνολική και αφετέρου στο γεγονός ότι εξοικονομείται ηλεκτρική ενέργεια, η οποία λόγω της αλλαγής του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής όσο περνούν τα χρόνια έχει συνεχώς μειούμενο συντελεστή εκπομπών.

6.5.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου τεντών

Το αποτέλεσμα που προκύπτει για τα κοινωνικά κόστη του σεναρίου τεντών είναι ότι αρχικά είναι αυξανόμενο στο διάστημα 2016 – 2030 και εν συνεχεία παραμένει σταθερό. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα και διάγραμμα.

Πίνακας 6.15: Κοινωνικά κόστη σε εκατομμύρια ευρώ σεναρίου τεντών

2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
216,4	226,3	236,2	236,2	236,2	236,2	236,2



Εικόνα 6.21: Κοινωνικά κόστη σεναρίου τεντών σε εκατομμύρια ευρώ

Το σενάριο αυτό προκύπτει ότι έχει μικρό κόστος το οποίο δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές με το πέρασ των ετών. Η αύξηση που παρατηρείται στο διάστημα 2016 – 2030 οφείλεται στο γεγονός ότι το ποσοστό των σπιτιών που εγκαθιστούν τέντες στο διάστημα αυτό είναι αυξανόμενο, ενώ μετά το 2030 θεωρήθηκε σταθερό. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η εγκατάσταση τεντών δεν αποτελεί ακριβή δράση για τα νοικοκυριά και δεδομένου ότι τα περισσότερα νοικοκυριά έχουν ήδη τέντες, το ποσοστό των κατοικιών που τις εγκαθιστούν στο σενάριο αυτό δεν είναι μεγάλο.

6.6 Αποτελέσματα σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων

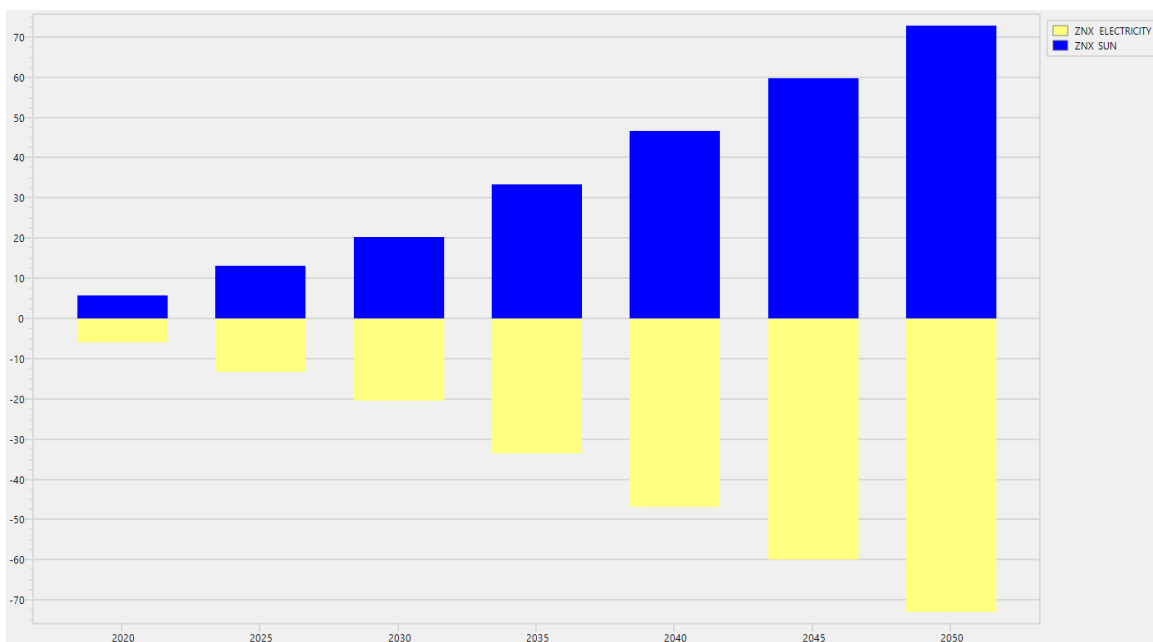
6.6.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων

Το σενάριο αυτό εξετάζει την περαιτέρω επέκταση των ηλιακών θερμοσιφώνων για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης αντικαθιστώντας τη χρήση ηλεκτρική ενέργεια. Συνεπώς η αύξηση της ηλιακής ενέργειας θα είναι ίση με τη μείωση της ηλεκτρικής. Επομένως, τόσο η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης όσο και η συνολική κατανάλωση ενέργειας του οικιακού τομέα παραμένουν σταθερές.

Πίνακας 6.16: Κατανάλωση ηλιακής και ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτοε στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ηλεκτρισμός	132,9	104,4	75,9	63,8	51,8	39,7	27,7
	5,8	13,1	20,3	33,4	46,5	59,7	72,8

Ήλιος	118,6	145,7	172,8	187,6	202,4	217,1	231,9
	5,8	13,1	20,3	33,4	46,5	59,7	72,8



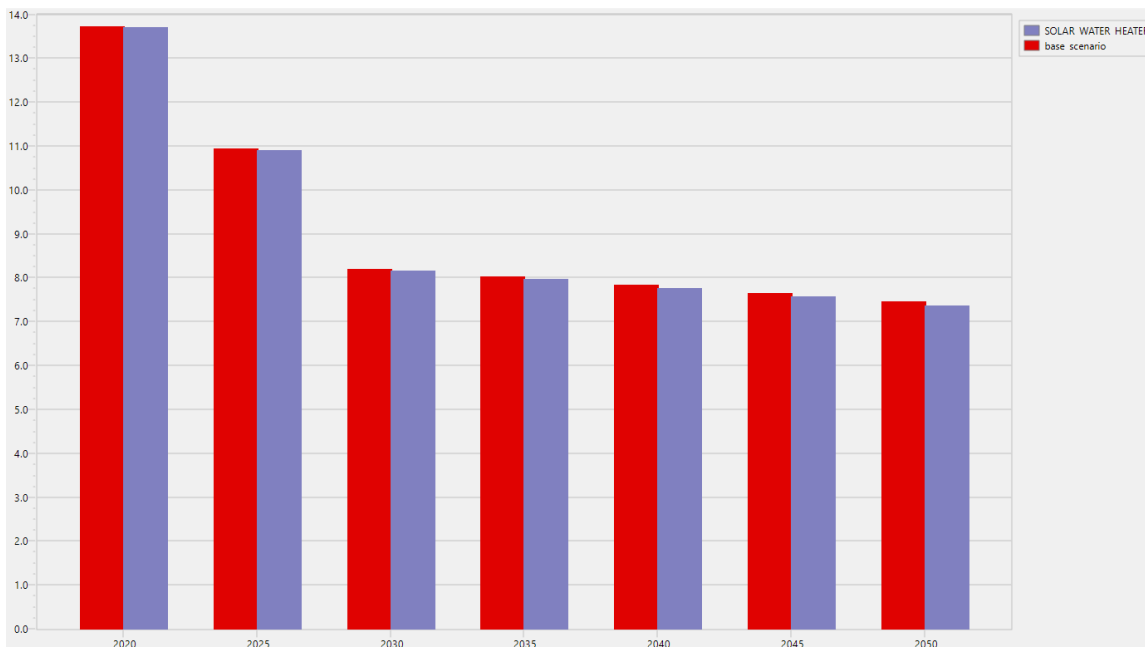
Εικόνα 6.22: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων σε κτοε

6.6.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων

Εφόσον η ηλιακή ενέργεια ως ανανεώσιμη πηγή δεν επιφέρει κάποια αύξηση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου η μοναδική μεταβολή που επιτυγχάνεται οφείλεται στη μείωση της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 6.17: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές λόγω χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στο σενάριο ηλιακών θερμοσιφώνων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ηλεκτρισμός	678,9	356,4	130,5	105,1	81,5	59,7	39,6
	29,6	44,6	34,9	55,1	73,3	89,6	104,0
Σύνολο	13.707,2	10.901,5	8.163,7	7.967,4	7.768,6	7.567,5	7.364,0
	29,6	44,6	34,9	55,1	73,3	89,6	104,0



Εικόνα 6.23: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται ότι επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών η οποία όμως είναι σχεδόν αμελητέα. Συγκεκριμένα για το 2030 προβλέπεται μείωση εκπομπών 0,43% ενώ για το 2050 προβλέπεται μείωση 1,39%. Αυτό οφείλεται αφενός στο ότι σε σχέση με τη συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια, η μείωση στη χρήση της ηλεκτρικής που επιτυγχάνεται δεν είναι σημαντική αλλά και στο γεγονός ότι, όπως αναφέρθηκε και στο σενάριο τεττών, η ηλεκτρική ενέργεια λόγω αλλαγής του μείγματος της ηλεκτροπαραγωγής με το πέρας των ετών συνεισφέρει όλο και λιγότερο στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

6.6.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου ηλιακών θερμοσιφώνων

Από την ανάλυση των οικονομικών επιβαρύνσεων για το κοινωνικό σύνολο προκύπτει ότι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες έχουν σταθερό κόστος το οποίο ανέρχεται σε 542,5 εκατομμύρια ευρώ ανά έτος



Εικόνα 6.24: Κοινωνικά κόστη σεναρίου ηλιακών θερμοσίφωνων σε εκατομμύρια ευρώ

Τα κόστη που προκύπτουν για τους ηλιακούς θερμοσίφωνες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αφενός μεγάλο ποσοστό των νοικοκυριών έχει ήδη εγκαταστήσει ηλιακούς θερμοσίφωνες και αφετέρου στο ότι οι τιμές τους μειώνονται τα τελευταία χρόνια δεδομένων των καλύτερων τεχνολογιών που παρατείνουν την διάρκεια ζωής τους.

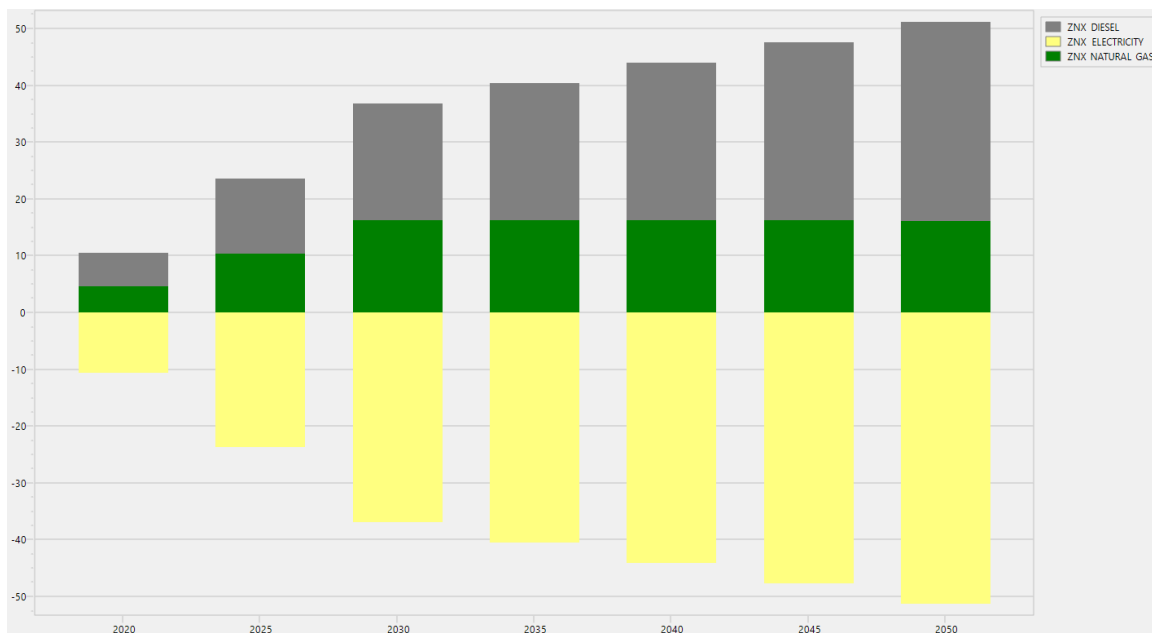
6.7 Αποτελέσματα σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση

6.7.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση

Ομοίως με το σενάριο των ηλιακών θερμοσίφωνων και στο σενάριο αυτό μεταβάλλεται το ενεργειακό μείγμα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Συγκεκριμένα αυξάνονται η χρήση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου και μειώνεται η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Για τους λόγους που αναλύθηκαν και στην παράγραφο 5.7, δηλαδή ότι η απόδοση όλων των συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού είναι ίδια, δεν μεταβάλλεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας αλλά αλλάζει μόνο το μείγμα του ζεστού νερού χρήσης.

Πίνακας 6.18: Κατανάλωση πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε ktoe στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	79,0	84,2	89,3	89,9	90,5	91,0	91,6
	5,8	13,1	20,3	23,9	27,6	31,2	34,8
Φυσικό Αέριο	25,9	35,3	44,7	45,0	45,2	45,5	45,8
	4,7	10,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,3
Ηλεκτρισμός	128,2	93,8	59,5	56,9	54,4	51,9	49,4
	10,5	23,6	36,7	40,3	43,9	47,5	51,1



Εικόνα 6.25: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση σε κτοε

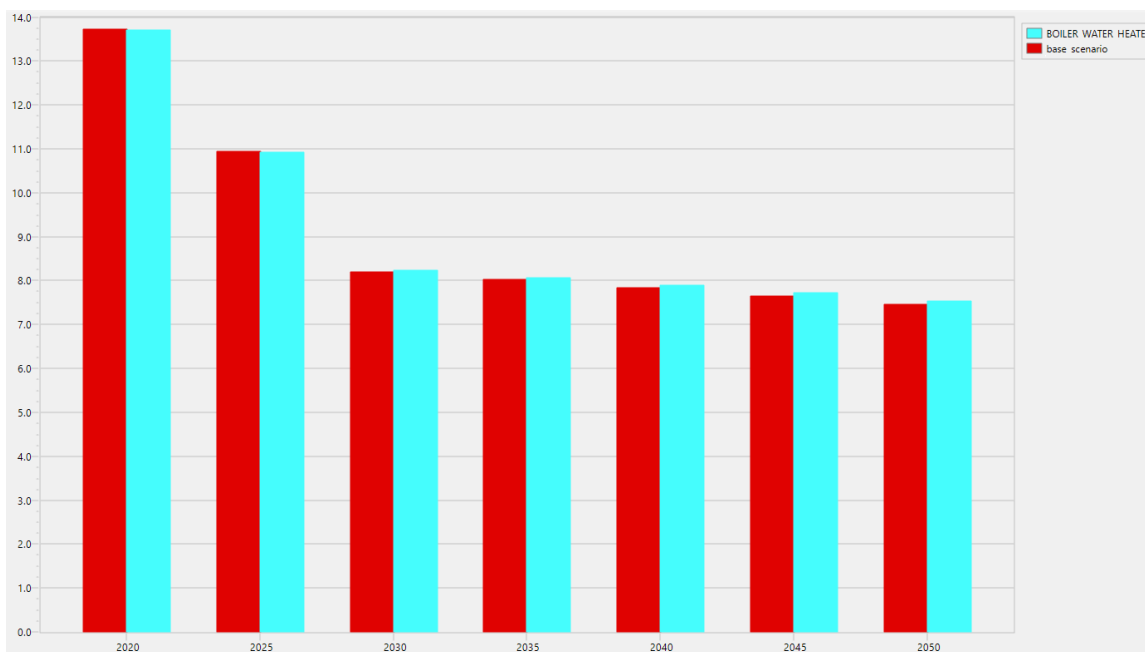
6.7.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση

Στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται μείωση στις εκπομπές λόγω μείωσης χρήσης του ηλεκτρισμού αλλά αύξηση τους λόγω της χρήσης πετρελαίου και φυσικού αερίου.

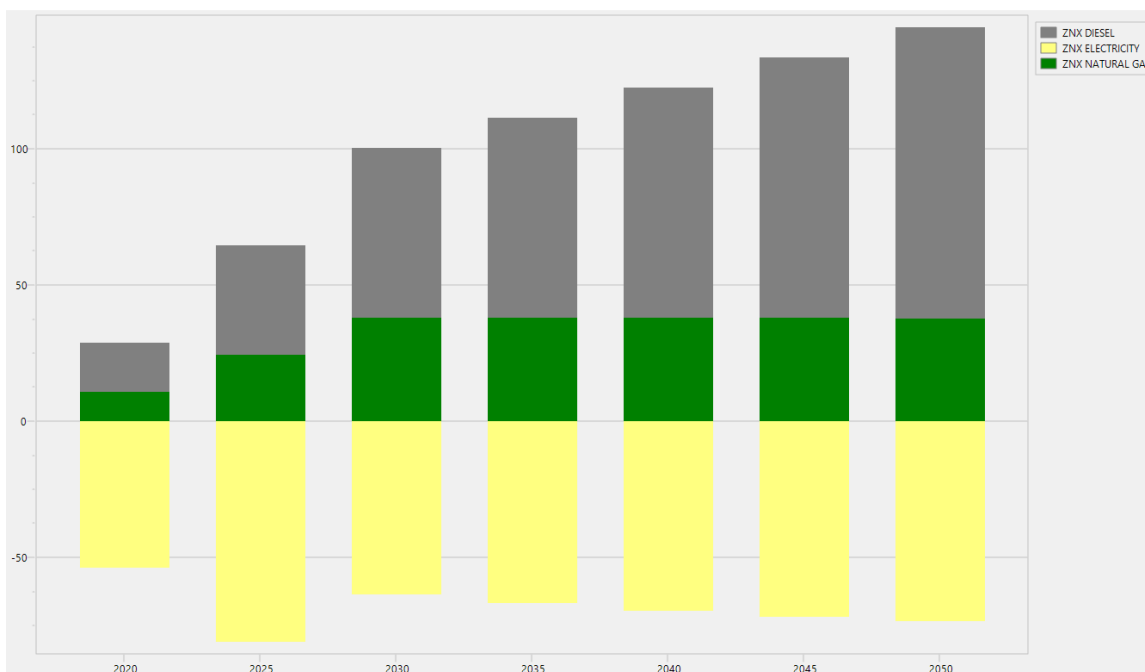
Πίνακας 6.19: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές λόγω χρήσης πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	241,6	257,3	273,0	274,8	276,5	278,3	280,0
	17,7	39,9	62,1	73,2	84,3	95,4	106,5
Φυσικό Αέριο	60,7	82,7	104,7	105,3	106,0	106,6	107,3
	11,0	24,7	38,4	38,4	38,3	38,2	38,1

Ηλεκτρισμός	655,0	320,4	102,3	93,8	85,7	77,9	70,5
	53,6	80,6	63,2	66,4	69,1	71,3	73,0
Σύνολο	13.712,0	10.930,1	8.236,0	8.067,5	7.895,3	7.719,3	7.539,5
	24,9	16,0	37,3	45,1	53,4	62,2	71,6



Εικόνα 6.26: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.27: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται ότι ενώ αρχικά επέρχεται μείωση των εκπομπών, το 2027 οι εκπομπές του σεναρίου είναι ίδιες με του σεναρίου αναφοράς και μετά επέρχεται αύξηση των εκπομπών αντί για μείωση. Αυτό συμβαίνει διότι όσο το μείγμα ηλεκτροπαραγωγής περιέχει λιγνίτη η αντικατάσταση ηλεκτρισμού με πετρέλαιο και φυσικό αέριο επιφέρει μείωση εκπομπών. Όμως μετά την απολιγνιτοποίηση της ηλεκτροπαραγωγής και τη διείσδυση μεγαλύτερου ποσοστού ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής η αντικατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας από πετρέλαιο και φυσικό αέριο αυξάνει τις εκπομπές. Οπότε το σενάριο αυτό κρίνεται ως μη φιλικό προς το περιβάλλον και γι' αυτό δεν εξετάζεται και από άποψη κόστους αλλά ούτε συμπεριλαμβάνεται στο συνδυαστικό σενάριο.

6.8 Αποτελέσματα σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο

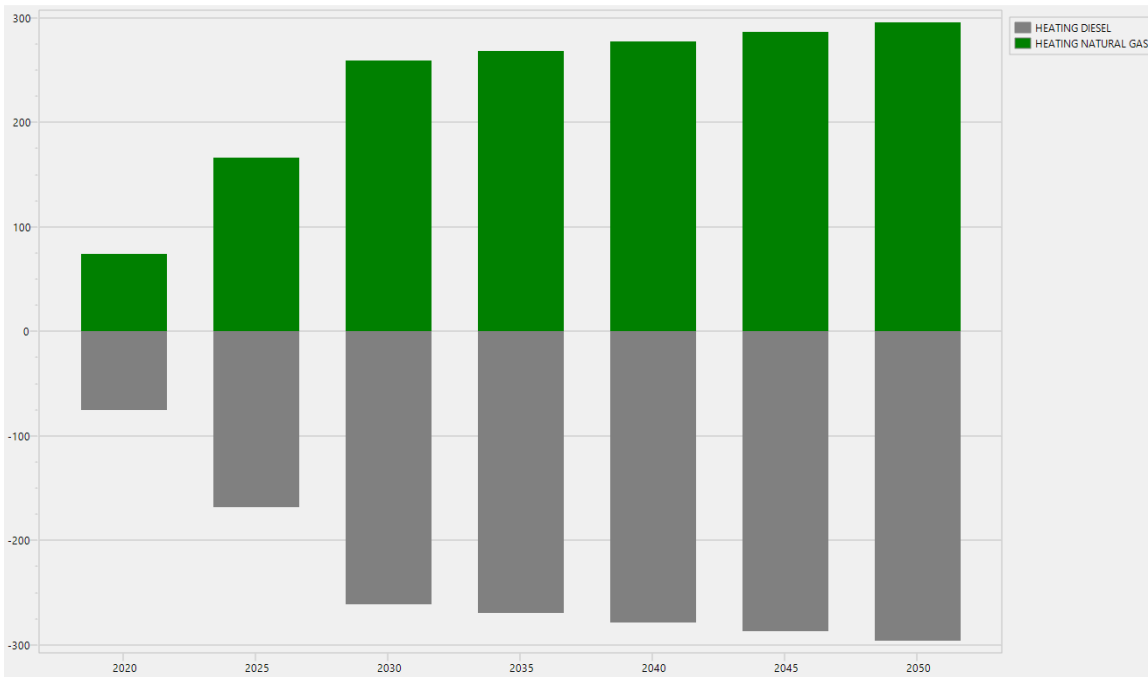
6.8.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο

Στο συγκεκριμένο σενάριο εξετάζεται η επέκταση της χρήσης του φυσικού αερίου για θέρμανση και αντικατάσταση του πετρελαίου. Επιπλέον επηρεάζεται και το μείγμα του ζεστού νερού χρήσης καθώς όσα νοικοκυριά διαθέτουν σύστημα παραγωγής ζεστού νερού συνδεδεμένο με την κεντρική θέρμανση και αλλάζουν τον καυστήρα τους από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο αντίστοιχα θα παράγουν και ζεστό νερό χρήσης με φυσικό αέριο. Όπως αναλύθηκε και στην παράγραφο 5.8, δεδομένου ότι αλλάζει μόνο ο καυστήρας και όχι κάποιο άλλο εξάρτημα του συστήματος θέρμανσης δεν μεταβάλλεται η απόδοση, άρα

ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια δεν έχουμε μεταβολή στην συνολική ενέργεια που δαπανάται για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης, αλλά μόνο στην σύσταση του μείγματος.

Πίνακας 6.20: Κατανάλωση πετρελαίου και φυσικού αερίου για θέρμανση σε κτοε στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

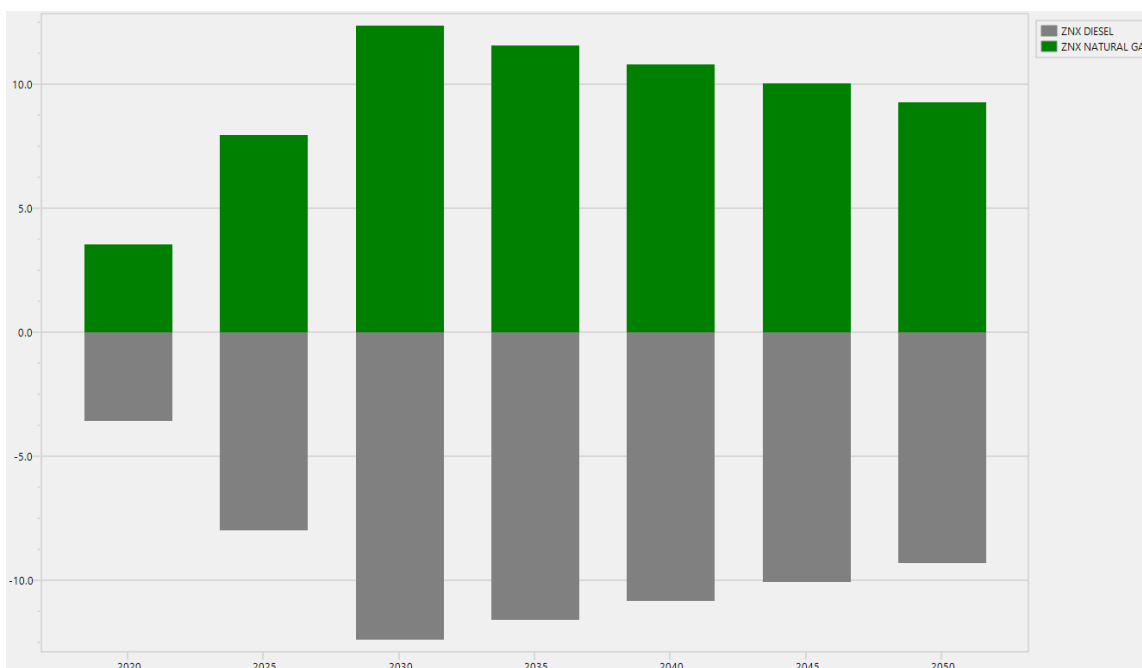
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	1.326,6	1.200,8	1.075,0	1.032,7	990,4	948,1	905,8
	74,0	166,6	259,2	268,3	277,3	286,4	295,5
Φυσικό Αέριο	266,7	392,5	518,3	536,5	554,7	572,9	591,1
	74,0	166,6	259,2	268,3	277,3	286,4	295,5



Εικόνα 6.28: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε κτοε

Πίνακας 6.21: Κατανάλωση πετρελαίου και φυσικού αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτοε στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	69,7	63,2	56,7	54,4	52,1	49,8	47,5
	3,5	7,9	12,3	11,6	10,8	10,0	9,2
Φυσικό Αέριο	24,7	32,7	40,6	40,1	39,7	39,2	38,8
	3,5	7,9	12,3	11,6	10,8	10,0	9,2



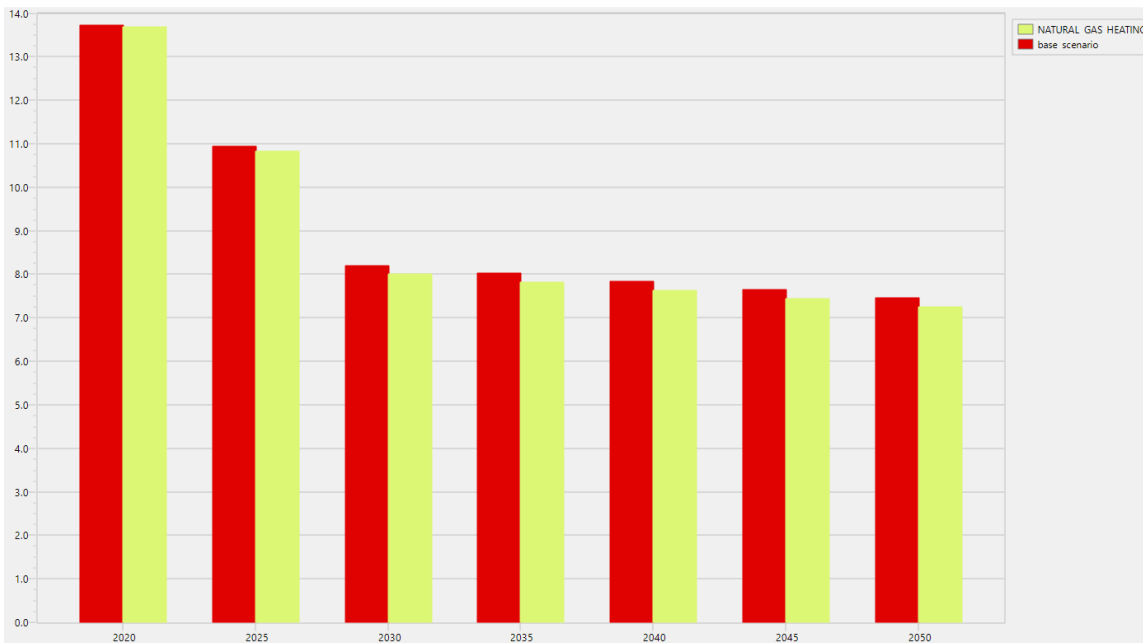
Εικόνα 6.29: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε κτοε

6.8.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο

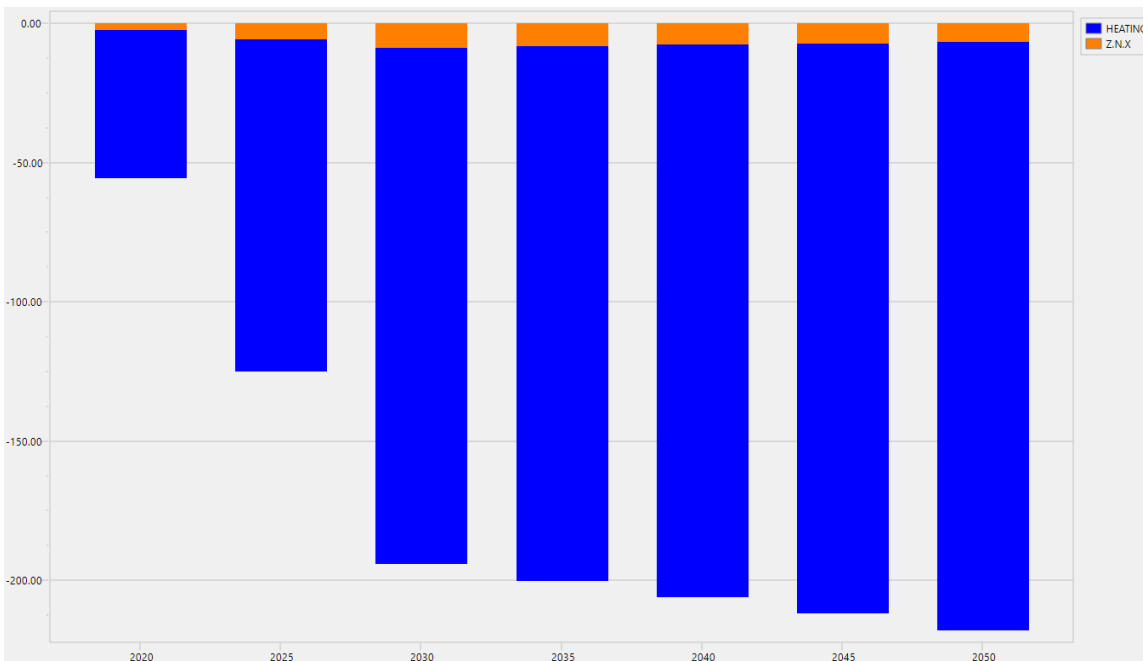
Στο σενάριο αυτό όπως είναι προφανές αναμένεται αύξηση των εκπομπών που οφείλονται στη χρήση του φυσικού αερίου και μείωση αυτών που οφείλονται στο πετρέλαιο. Αρχικά εξετάζονται οι συνολικές εκπομπές και αναλύονται ανά χρήση και εν συνεχεία οι χρήσεις αναλύονται ανά πηγή.

Πίνακας 6.22: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	5.202,5	5.056,6	4.910,7	4.834,9	4.759,0	4.682,8	4.606,5
	52,9	118,9	185,0	191,5	198,0	204,5	211,0
Ζεστό Νερό Χρήσης	987,1	678,1	441,2	427,9	414,5	400,8	387,1
	2,5	5,7	8,8	8,3	7,7	7,2	6,6
Σύνολο	13.681,5	10.821,5	8.004,8	7.822,7	7.636,2	7.445,4	7.250,3
	55,4	124,6	193,8	199,8	205,7	211,6	217,6



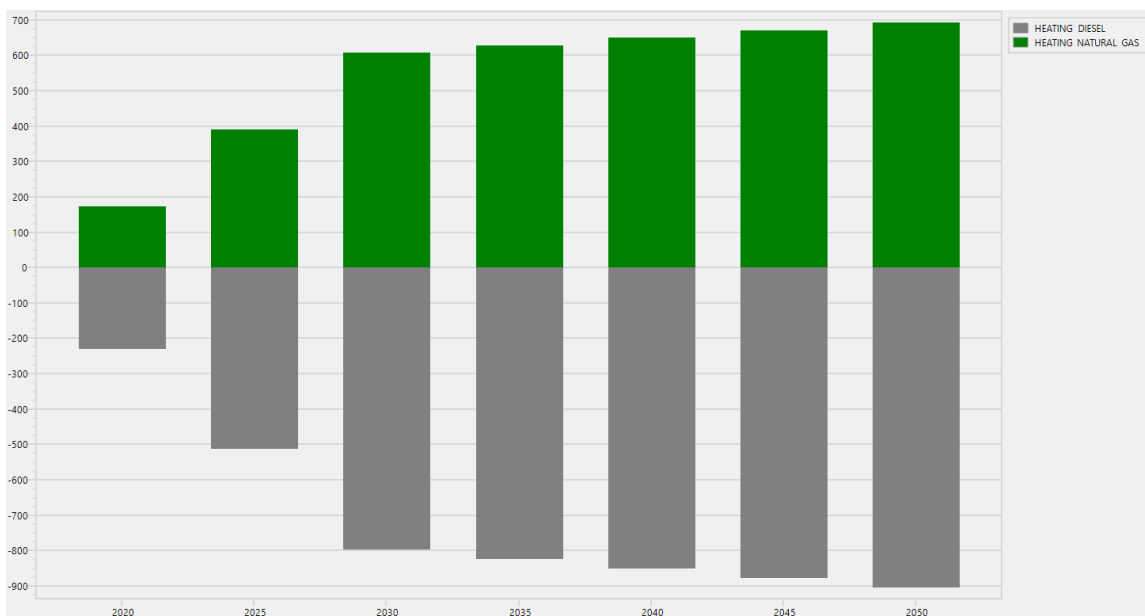
Εικόνα 6.30: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.31: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Πίνακας 6.23: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση λόγω χρήσης πετρελαίου και φυσικού αερίου σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

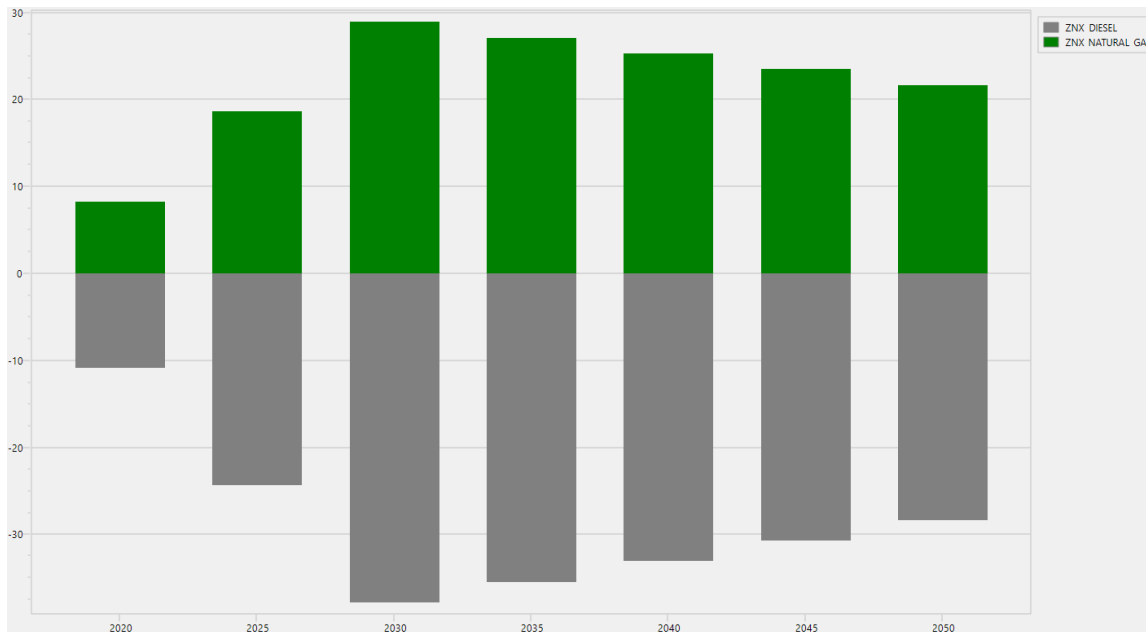
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	4.055,2	3.670,6	3.286,0	3.156,7	3.027,4	2.898,1	2.768,8
	227,7	511,4	795,2	821,9	848,6	875,3	902,0
Φυσικό Αέριο	624,8	919,6	1.214,3	1.256,9	1.299,5	1.342,1	1.384,7
	173,5	390,3	607,2	628,5	649,8	671,1	692,4



Εικόνα 6.32: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Πίνακας 6.24: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης λόγω χρήσης πετρελαίου και φυσικού αερίου σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	213,1	193,1	173,2	166,2	159,2	152,3	145,3
	10,8	24,3	37,7	35,4	33,0	30,6	28,3
Φυσικό Αέριο	58,0	76,5	95,1	94,1	93,0	91,9	90,8
	8,3	18,6	28,9	27,1	25,3	23,5	21,7



Εικόνα 6.33: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρούμε ότι επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών η οποία οφείλεται στο ότι το φυσικό αέριο έχει σαφώς μικρότερο συντελεστή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η μείωση οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θέρμανση ενώ ελάχιστα συνεισφέρει και η αλλαγή του μείγματος ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Η μείωση εκπομπών ανέρχεται σε 2,36% για το 2030 και σε 2,91% για το 2050. Αυτή δεν είναι πολύ μεγάλη, καθώς η αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου είναι μικρή σε σχέση με το σύνολο του ενεργειακού μείγματος θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης, ενώ δεν μεταβάλλονται καθόλου οι ανάγκες για τις δύο αυτές χρήσεις αλλά μόνο η σύσταση του μείγματος, χωρίς η αύξηση του φυσικού αερίου να είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με το σύνολο.

6.8.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο

Τα κοινωνικά κόστη για το σενάριο θέρμανσης με φυσικό αέριο είναι επίσης σταθερά και ανέρχονται σε 289,9 εκατομμύρια ευρώ ανά έτος. Αυτό φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 6.34: Κοινωνικά κόστη σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο σε εκατομμύρια ευρώ

Παρατηρούμε ότι το κόστος δεν είναι ιδιαίτερα ψηλό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν πρόκειται για νέα εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης παρά μόνο του καυστήρα, σύστημα το οποίο δεν είναι ιδιαίτερα ακριβό. Επίσης η δράση αυτή περιορίζεται στις κατοικίες μόνο των αστικών κέντρων και όχι στην επαρχία οπότε ο αριθμός των νοικοκυριών είναι σχετικά περιορισμένος. Εδώ βέβαια πρέπει να αναφερθεί ότι έχει υπολογισθεί μόνο το κόστος αλλαγής καυστήρα και όχι το κόστος της περαιτέρω επέκτασης του δικτύου φυσικού αερίου δηλαδή θεωρήθηκε ότι σε όλα τα σπίτια που θα προβούν στην αλλαγή καυστήρα υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο φυσικού αερίου.

6.9 Αποτελέσματα σεναρίου αντλιών θερμότητας

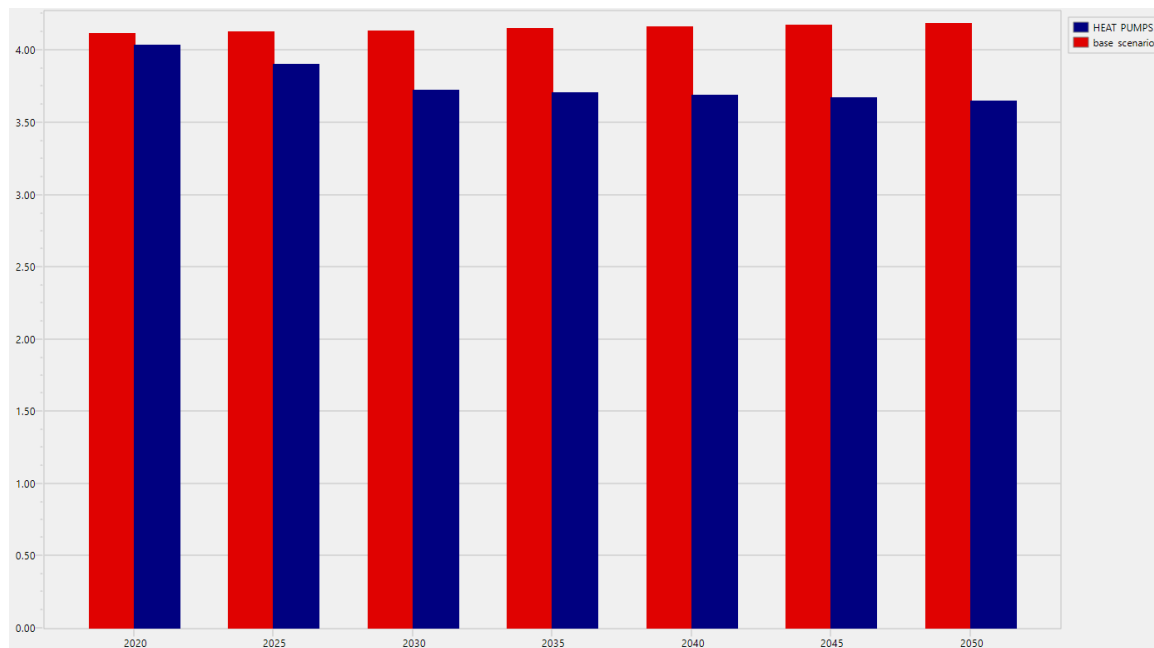
6.9.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αντλιών θερμότητας

Το σενάριο αυτό εξετάζει τη χρήση αντλιών θερμότητας για θέρμανση αντικαθιστώντας τη χρήση πετρελαίου και βιομάζας. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα σενάρια που αντικαθιστούν μια πηγή ενέργειας με κάποια άλλη και η συνολική ενέργεια έμμενε σταθερή, στο συγκεκριμένο μειώνεται δεδομένου ότι λόγω του αυξημένου βαθμού απόδοσης που έχουν οι αντλίες θερμότητας, κάθε επιπλέον ktoe ηλεκτρισμού που καταναλώνεται αντικαθιστά περισσότερα από ένα ktoe πετρελαίου και βιομάζας. Επιπλέον μεταβάλλεται το μείγμα παραγωγής του ζεστού νερού χρήσης καθώς όσα νοικοκυριά αντικαταστήσουν το σύστημα θέρμανσης πετρελαίου με αντλία θερμότητας δεν θα χρησιμοποιούν πετρέλαιο για την παραγωγή ζεστού νερού αλλά ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες οι οποίοι αποτελούνται από ωμικά στοιχεία άρα έχουν απόδοση 1. Οπότε η

συνολική μεταβολή στην κατανάλωση ενέργειας οφείλεται αποκλειστικά στη θέρμανση και όχι στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Πίνακας 6.25: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση σε κτοε στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

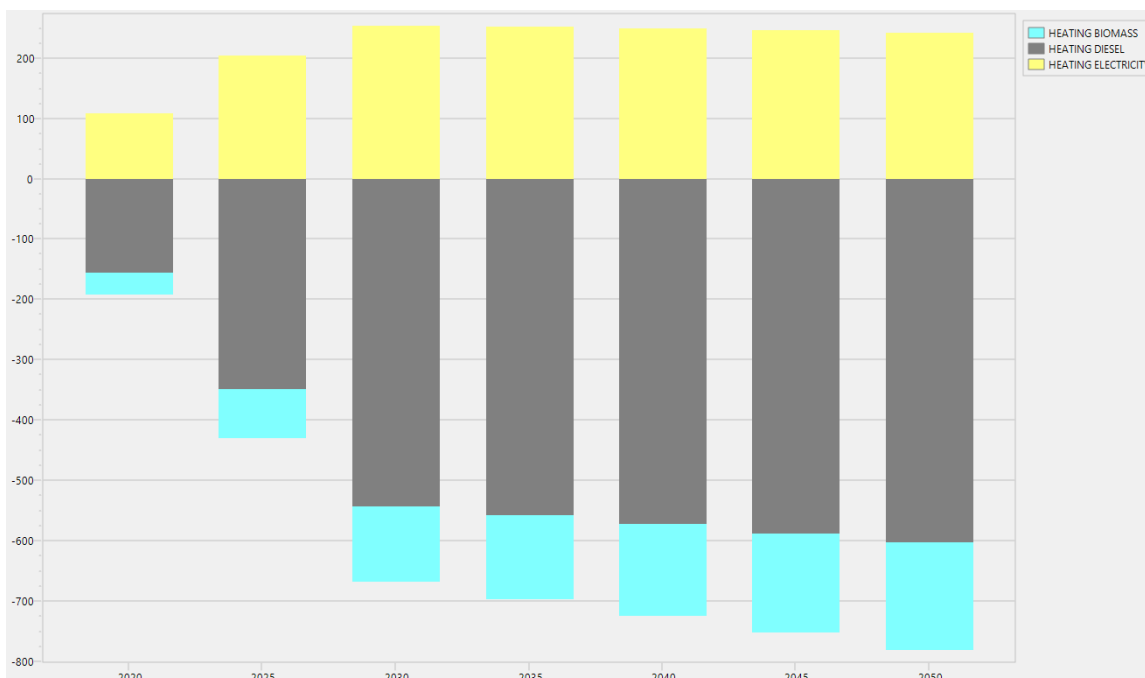
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	2.189,0	2.046,1	1.857,8	1.827,2	1.795,5	1.762,9	1.729,2
	81,7	224,7	412,9	443,0	474,0	506,1	539,1
Σύνολο	4.037,6	3.903,4	3.724,5	3.707,6	3.689,6	3.670,7	3.650,8
	81,7	224,7	412,9	443,0	474,0	506,1	539,1



Εικόνα 6.35: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντλιών θερμότητας σε Mtoe

Πίνακας 6.26: Κατανάλωση πετρελαίου, βιομάζας και ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση σε κτοε στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

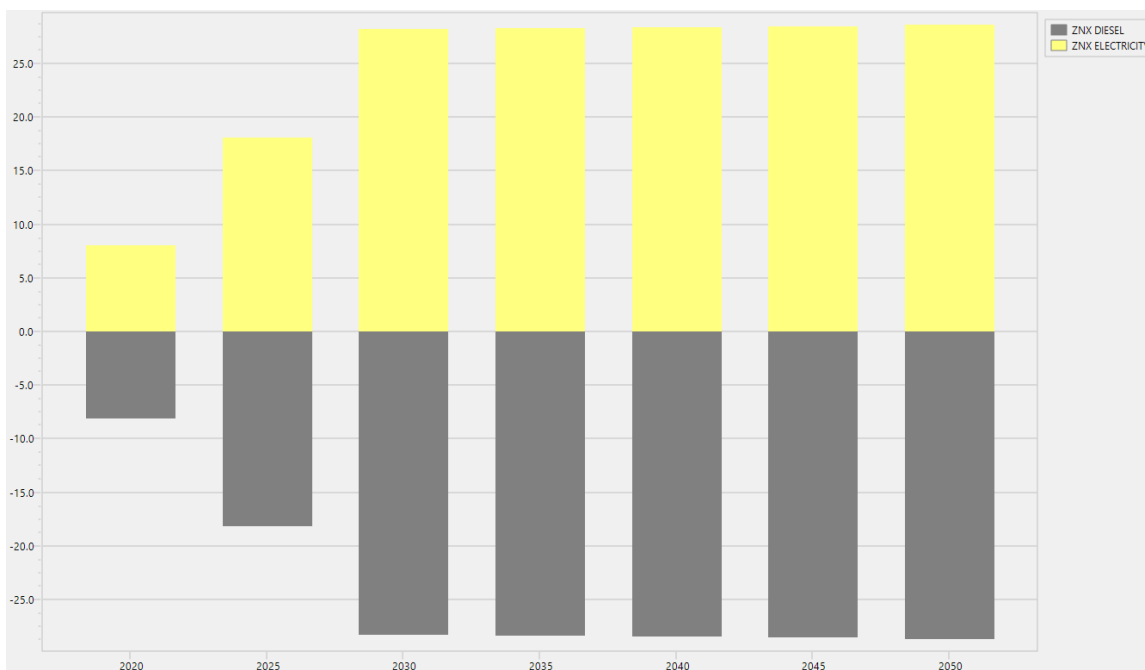
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	1.245,8	1.019,0	792,1	743,6	695,1	646,6	598,1
	155,3	349,2	543,0	557,9	572,9	587,8	602,7
Βιομάζα	585,1	540,7	496,4	504,9	513,5	522,1	530,7
	35,4	79,7	124	137,2	150,5	163,8	177
Ηλεκτρισμός	141,8	236,8	286,4	286,1	284,7	282,4	279,1
	109,0	204,2	254,1	252,2	249,4	245,5	240,6



Εικόνα 6.36: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

Πίνακας 6.27: Κατανάλωση πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε ktoe στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	65,2	53,0	40,9	37,7	34,5	31,4	28,2
	8,0	18,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6
Ηλεκτρισμός	146,7	135,5	124,3	125,5	126,7	127,9	129,1
	8,0	18,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6



Εικόνα 6.37: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε κτοε

Παρατηρείται ότι επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας για θέρμανση η οποία γίνεται εντονότερη με το πέρασμα των ετών λόγω της αύξησης του βαθμού απόδοσης των αντλιών θερμότητας όσο εγκαθίστανται νέες. Επιτυγχάνεται πιο έντονη μείωση στην χρήση πετρελαίου θέρμανσης και μικρότερη στην χρήση της βιομάζας. Η συνολική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το σενάριο αναφοράς προκύπτει ίση με 9,98% για το 2030 και εν συνεχεία ίση με 12,87% για το 2050.

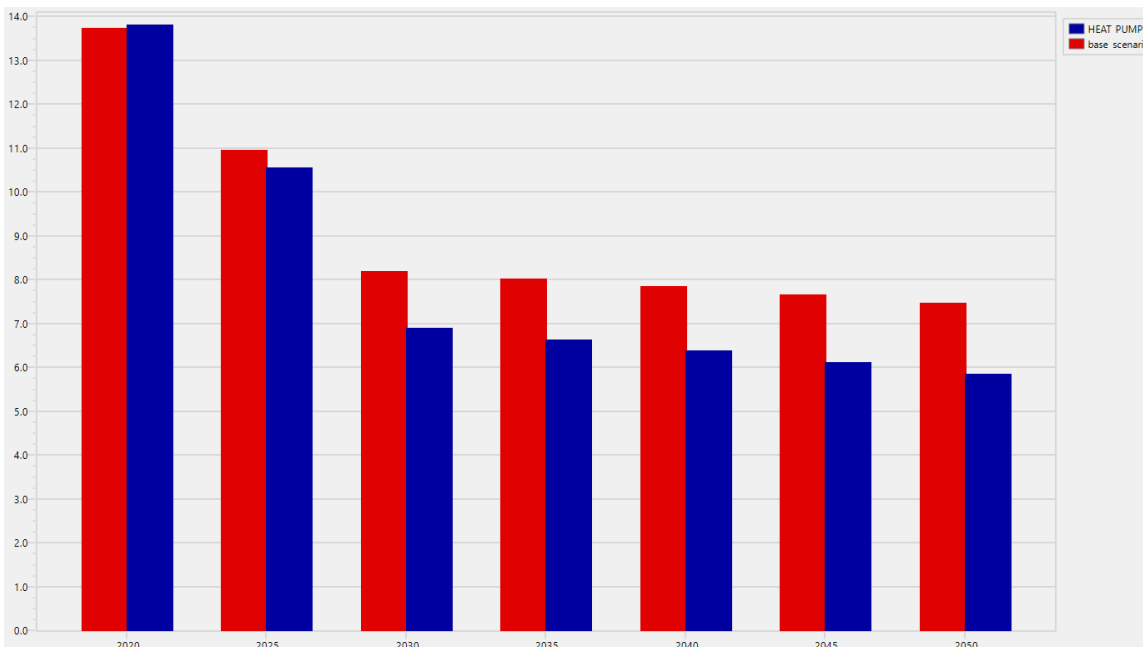
6.9.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αντλιών θερμότητας

Στο σενάριο αυτό αναμένεται αύξηση στις εκπομπές που οφείλονται στη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης αλλά ταυτόχρονα μείωση σε αυτές που οφείλονται στο πετρέλαιο για ζεστό νερό και θέρμανση καθώς και τη βιομάζα αποκλειστικά για θέρμανση.

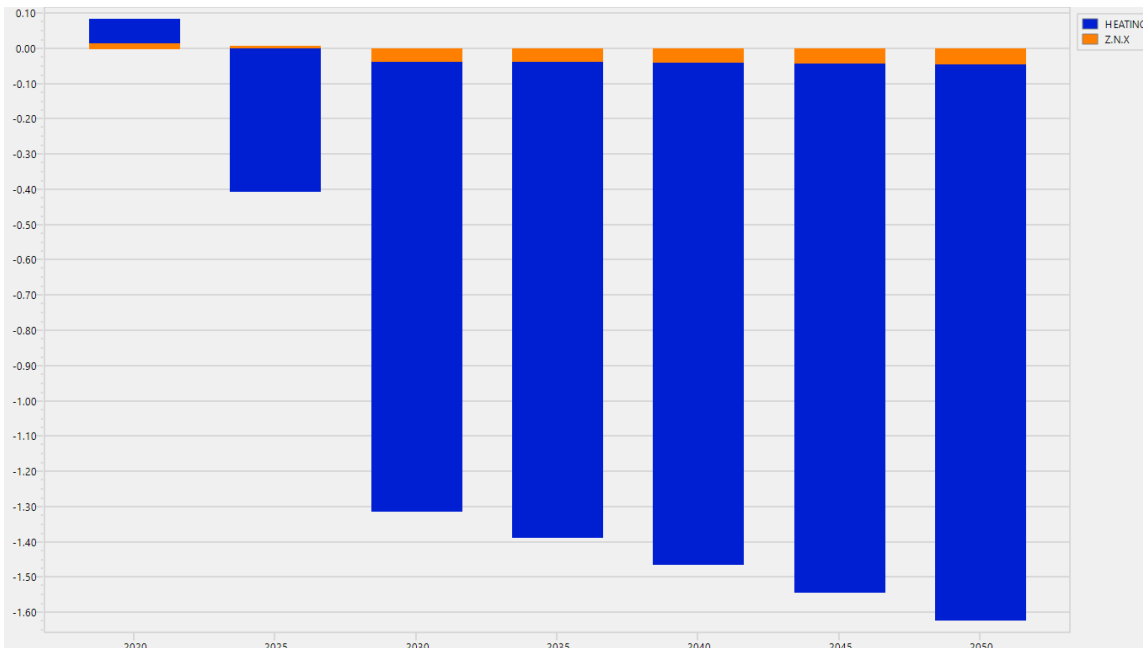
Πίνακας 6.28: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα για το σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	5.321,7	4.771,7	3.822,0	3.679,5	3.535,5	3.390,1	3.243,6
	66,3	403,9	1.273,7	1.346,9	1.421,5	1.497,2	1.573,9
Ζεστό Νερό Χρήσης	1.006,1	690,2	412,4	396,3	380,1	363,7	347,1
	16,5	6,5	37,6	39,8	42,1	44,3	46,5

Σύνολο	13.819,7	10.548,7	6.887,3	6.635,7	6.378,4	6.115,6	5.847,5
	82,8	397,4	1.311,3	1.386,7	1.463,5	1.541,5	1.620,4



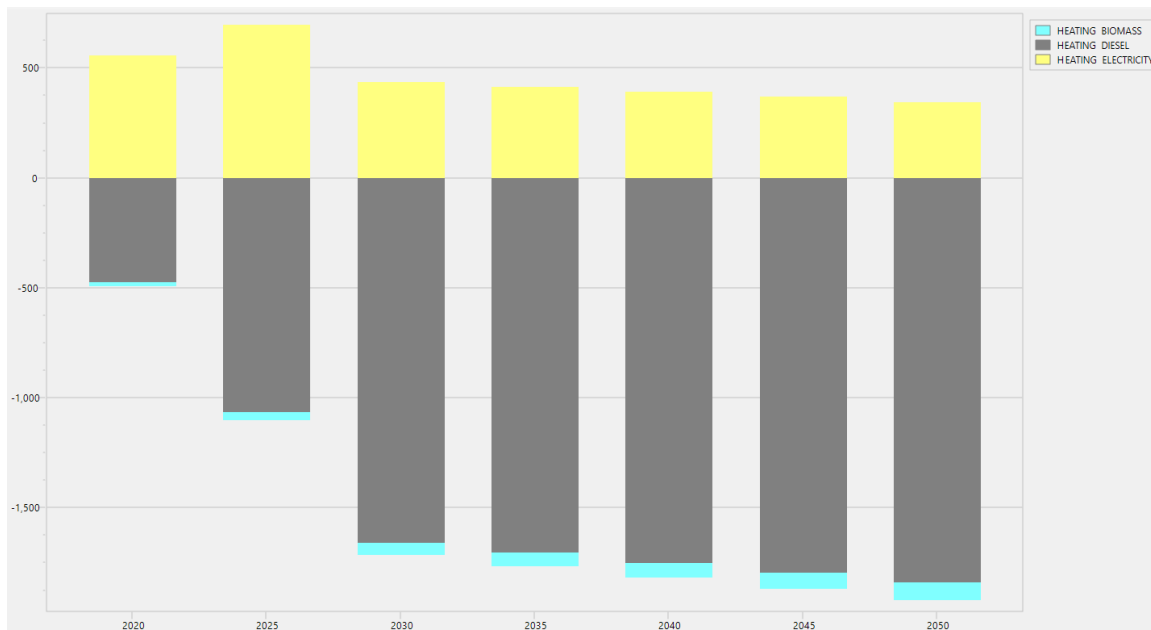
Εικόνα 6.38: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.39: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Πίνακας 6.29: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω χρήσης πετρελαίου, βιομάζας και ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

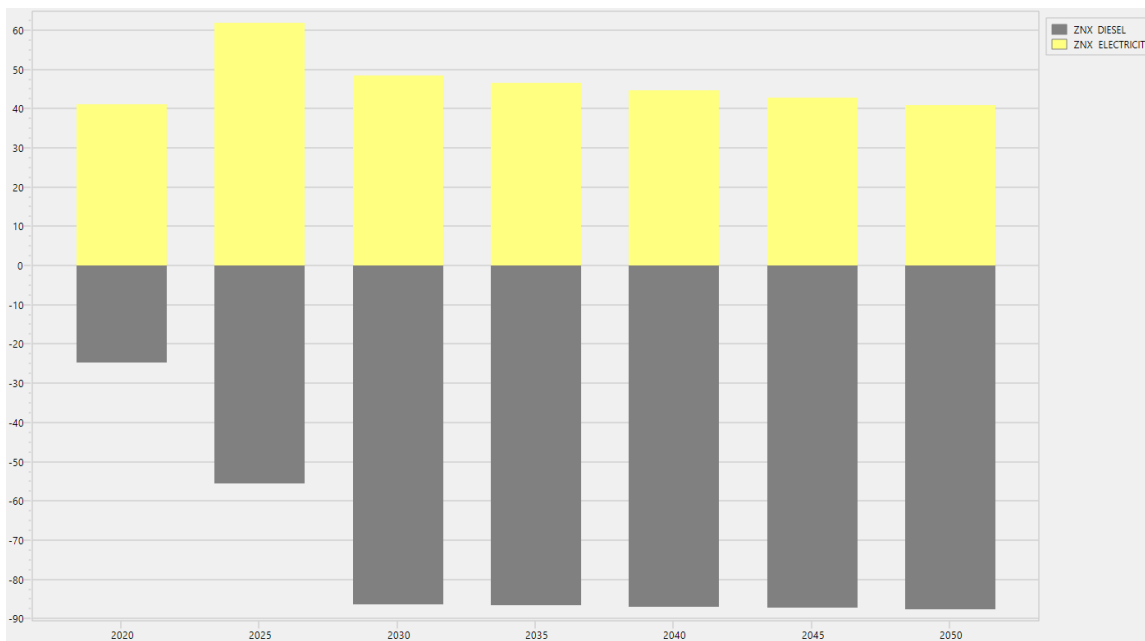
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	3.808,2	3.114,7	2.421,3	2.273,1	2.124,8	1.976,6	1.828,4
	14,9	33,6	52,2	57,8	63,4	69,0	74,6
Βιομάζα	246,4	227,7	209,1	212,7	216,3	219,9	223,5
	474,7	1.067,3	1.659,9	1.705,5	1.751,1	1.796,7	1.842,4
Ηλεκτρισμός	724,5	808,4	492,7	471,3	448,3	424,1	398,7
	556,0	697,0	438,4	416,4	393,0	368,5	343,0



Εικόνα 6.40: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου αντλιών θερμότητας και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Πίνακας 6.30: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω χρήσης πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αντλιών θερμότητας και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	199,3	162,1	124,9	115,2	105,5	95,9	86,2
	24,6	55,3	86,1	86,4	86,7	87,0	87,4
Ηλεκτρισμός	749,7	462,8	213,9	206,8	199,5	192,0	184,4
	41,1	61,8	48,4	46,6	44,7	42,8	40,8



Εικόνα 6.41: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του σεναρίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Στο συγκεκριμένο σενάριο παρατηρείται αρχικά μια μικρή αύξηση των εκπομπών τόσο για το ζεστό νερό χρήσης όσο και για την θέρμανση. Εν συνεχεία σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς παρατηρείται μείωση των εκπομπών για θέρμανση αλλά οριακά αύξηση για ζεστό νερό χρήσης. Όμως μετά το 2030 και για τις δύο χρήσεις παρατηρείται μείωση των εκπομπών ή οποία για την θέρμανση είναι εντονότερη. Η μεταβολή αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η αντικατάσταση πετρελαίου και βιομάζας από ηλεκτρισμό όσο το μείγμα ηλεκτροπαραγωγής περιλαμβάνει λιγνίτη αλλά και υψηλά ποσοστά ορυκτών καυσίμων είναι ασύμφορη περιβαλλοντικά, όμως όσο το μείγμα στρέφεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ο συντελεστής εκπομπών της ηλεκτρικής ενέργειας μειώνεται επιτυγχάνεται συνεχώς μεγαλύτερη μείωση εκπομπών. Για τη θέρμανση επιτυγχάνεται γρηγορότερα λόγω της υψηλής απόδοσης που έχουν οι αντλίες θερμότητας οπότε η προστιθέμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρότερη από τη μείωση των ορυκτών καυσίμων, ενώ για το ζεστό νερό χρήσης που η αναλογία είναι 1 προς 1 επιτυγχάνεται αργότερα μείωση. Συνολικά η μείωση εκπομπών ανέρχεται σε 15,99% για το 2030 και σε 21,70% για το 2050.

6.9.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αντλιών θερμότητας

Για τις αντλίες θερμότητας ομοίως η αναγωγή του κόστους στο κοινωνικό σύνολο είναι σταθερή ανά έτος και ίση με 1.034,7 εκατομμύρια ευρώ.



Εικόνα 6.42: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αντλιών θερμότητας σε εκατομμύρια ευρώ

Παρατηρούμε ότι το κόστος για τις αντλίες θερμότητας είναι σημαντικό και αυτό συμβαίνει καθώς για να θερμανθεί ένα σπίτι αποκλειστικά με αυτές χωρίς άλλο σύστημα απαιτείται η εγκατάσταση πολλών μονάδων και των αντίστοιχων υποδομών όπως σωληνώσεις βάσεις κλπ. Επιπλέον τα συστήματα αντλιών θερμότητας έχουν σημαντικό κόστος συντήρησης ανά έτος.

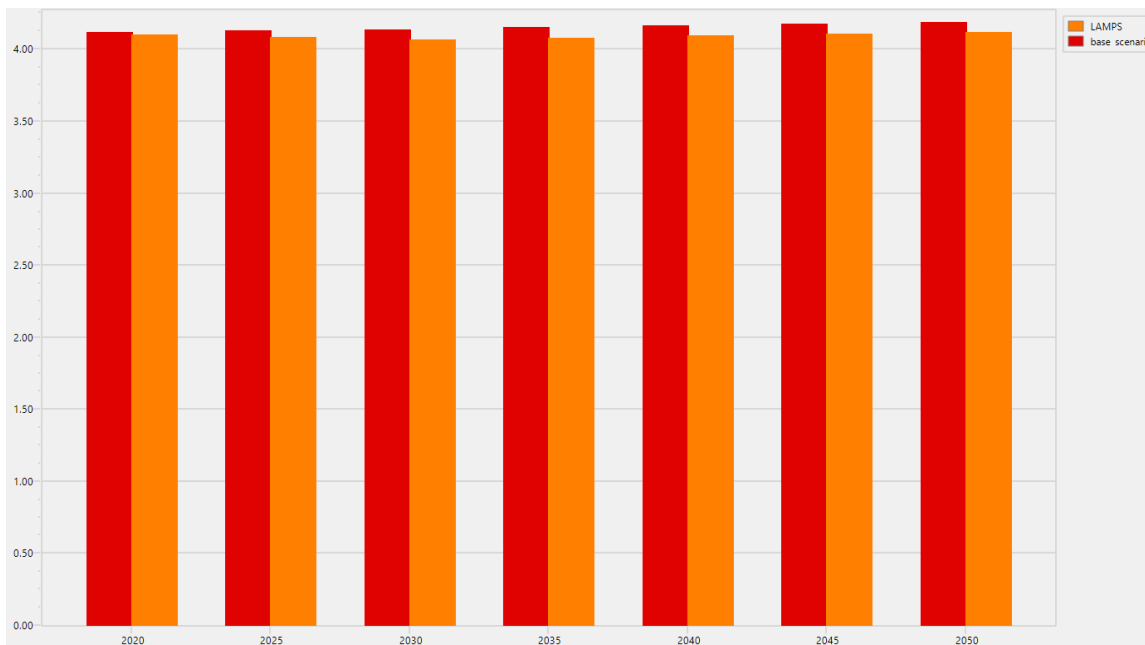
6.10 Αποτελέσματα σεναρίου αντικατάστασης λαμπτήρων

6.10.1 Κατανάλωση ενέργειας στο αντικατάστασης λαμπτήρων

Στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων εξετάζεται η επίδραση που θα έχει η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως και συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού στη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό. Οπότε είναι προφανές πως εφόσον δεν επηρεάζεται καμία άλλη κατανάλωση ή αλλαγή του ενεργειακού μείγματος, η μεταβολή στη συνολική κατανάλωση ενέργειας θα είναι ίση με τη μείωση των αναγκών για φωτισμό.

Πίνακας 6.31: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό σε κτοε στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Φωτισμός	87,4	62,2	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1
	20,1	45,3	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4
Σύνολο	4.099,2	4.082,8	4.067,0	4.080,1	4.093,2	4.106,3	4.119,4
	20,1	45,3	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4



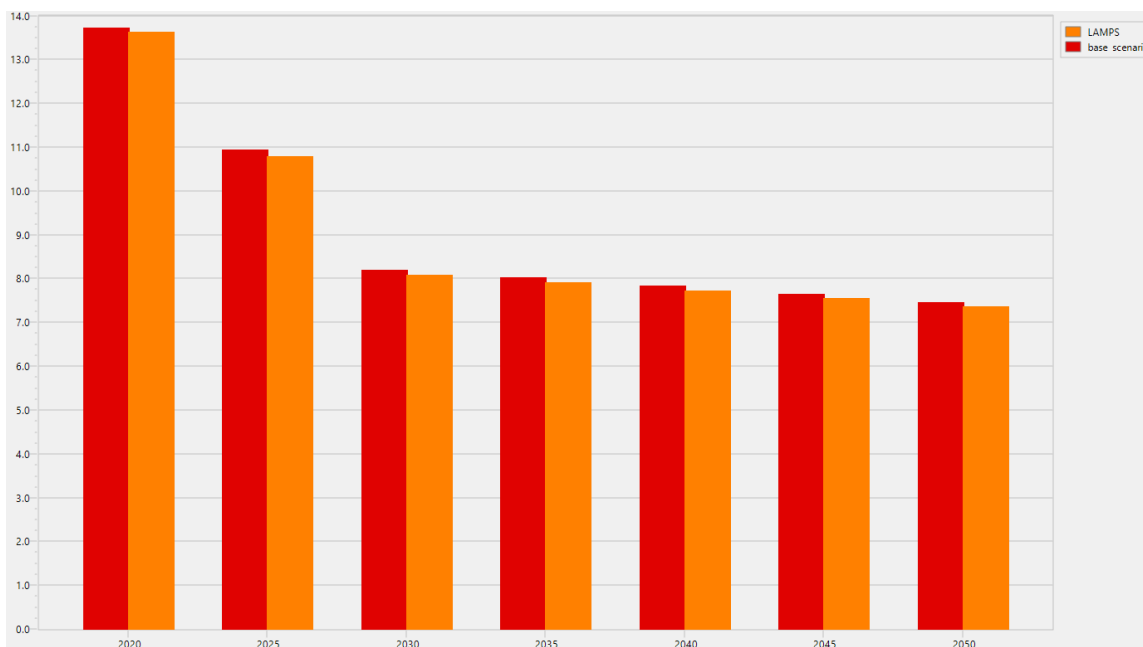
Εικόνα 6.43: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντικατάστασης λαμπτήρων σε Mtoe

Παρατηρείται πολύ σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας σε ό,τι αφορά τον φωτισμό, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή απόδοση των λαμπτήρων. Σε σύγκριση βέβαια με τη συνολική ενέργεια η εξοικονόμηση δεν είναι υψηλή δεδομένου ότι ο φωτισμός δεν αποτελεί ιδιαίτερη σημαντική πηγή κατανάλωσης ενέργειας του οικιακού τομέα. Συγκεκριμένα, επιτυγχάνεται μείωση 1,70% για το 2030 και 1,68% για το 2050. Ο λόγος που η εξοικονόμηση για το 2050 προκύπτει οριακά μικρότερη αυτή του 2030 είναι διότι όπως αναλύθηκε και στην Παράγραφο 5.10 το σενάριο αυτό ολοκληρώνεται το 2030. Οπότε από το 2030 και μετά η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό μένει σταθερή, ενώ η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια στο σενάριο αναφοράς μειώνεται. Οπότε το ποσοστό εξοικονόμησης είναι οριακά μικρότερο για το 2050 από ότι για το 2030

6.10.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων

Πίνακας 6.32: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές για φωτισμό σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Φωτισμός	446,5	212,5	63,8	61,1	58,4	55,7	53,0
	102,8	154,6	121,2	116,1	110,9	105,8	100,6
Σύνολο	13.634,0	10.791,5	8.077,4	7.906,4	7.731,0	7.551,3	7.367,3
	102,8	154,6	121,2	116,1	110,9	105,8	100,6



Εικόνα 6.44: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αντικατάστασης λαμπτήρων και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται ότι το σενάριο αυτό μειώνει πολύ έντονα τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα οι οποίες οφείλονται στον φωτισμό. Ιδίως τα πρώτα χρόνια όπου η ηλεκτρική ενέργεια έχει υψηλό συντελεστή εκπομπών, η μείωση εκπομπών είναι πολύ έντονη και μετά μειώνεται παραμένοντας όμως σημαντική. Σε σχέση βέβαια με τις συνολικές εκπομπές αυτή δεν είναι ιδιαίτερη σημαντική δεδομένου ότι όπως και στην καταναλισκόμενη ενέργεια πολύ μικρό ποσοστό των εκπομπών οφείλονται στη χρήση του φωτισμού. Συγκεκριμένα επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών κατά 1,48% το 2030 και 1,35% το 2050.

6.10.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αλλαγής λαμπτήρων

Στο σενάριο αντικατάστασης λαμπτήρων παρατηρούνται επίσης σταθερά κόστη ανά έτος τα οποία ανέρχονται σε 15 εκατομμύρια ευρώ όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 6.45: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αλλαγής λαμπτήρων σε εκατομμύρια ευρώ

Τα κοινωνικά κόστη για την αντικατάσταση λαμπτήρων είναι ιδιαίτερα χαμηλά και για την ακρίβεια πολύ χαμηλότερα από όλα τα υπόλοιπα σενάρια. Αυτό συμβαίνει καθώς οι λαμπτήρες LED συνεχώς γίνονται οικονομικότεροι, έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής οπότε δεν απαιτείται σύντομα επόμενη αλλαγή, ούτε έχουν ανάγκη από συντήρηση.

6.11 Αποτελέσματα σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών

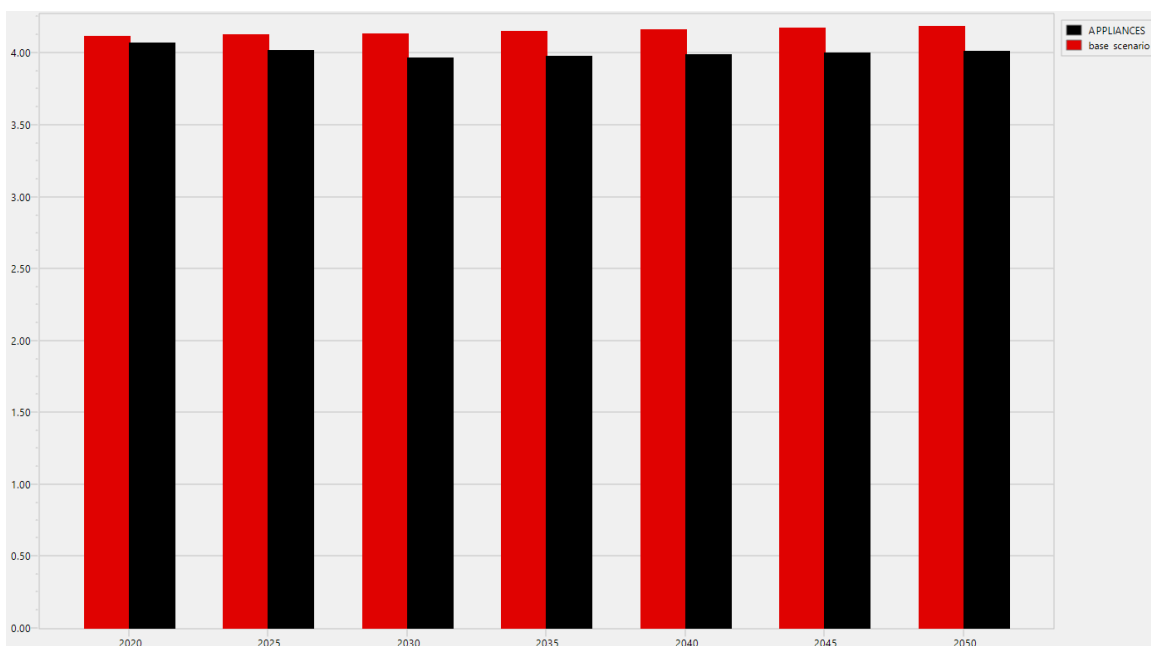
6.11.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών

Το σενάριο αυτό εξετάζει τη μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας την οποία μπορεί να επιφέρει η αντικατάσταση των παλιών ηλεκτρικών συσκευών. Επομένως στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζεται η μεταβολή της καταναλισκόμενης ενέργειας για όλες τις χρήσεις που αυτή επιτυγχάνεται.

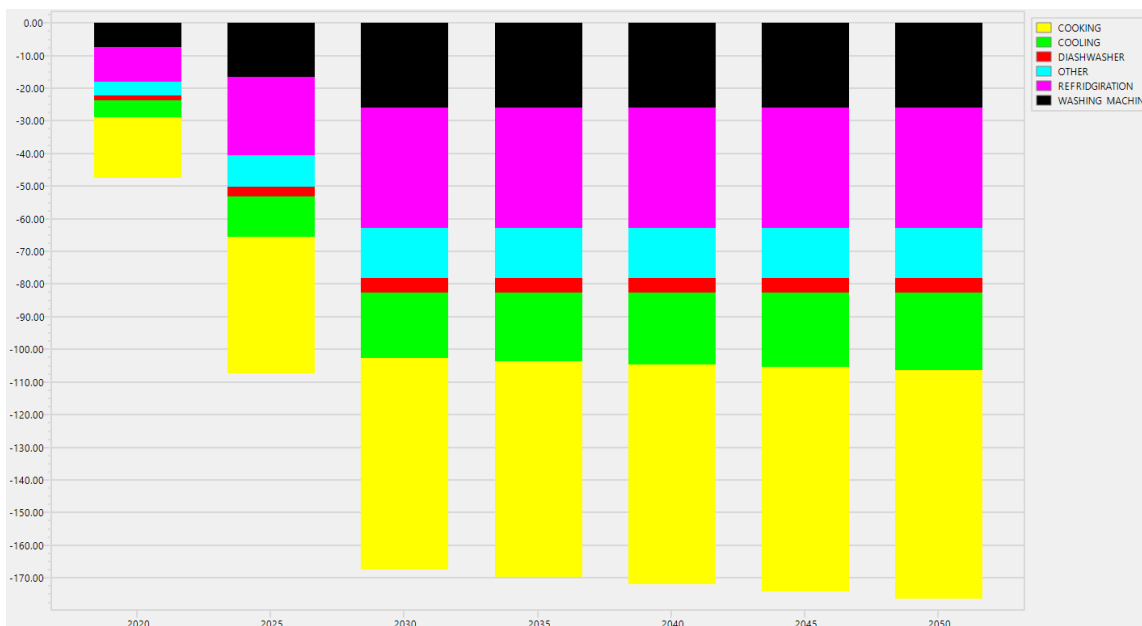
Πίνακας 6.33: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση που μεταβάλλεται σε ktοε στο σενάριο αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Μαγειρέμα	626,7	603,7	580,6	592,3	604,0	615,7	627,4
	18,4	41,5	64,5	65,8	67,1	68,4	69,7
Ψύξη	75,0	77,6	80,2	93,7	107,2	120,7	134,2
	5,3	12,4	20,1	21,0	21,9	22,8	23,7
Πλυντήριο Πιάτων	28,9	27,3	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7
	1,3	2,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

Άλλες Συσκευές	148,5	143,1	137,6	137,6	137,6	137,6	137,6
	4,4	9,8	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
Ψυγείο	236,7	223,1	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6
	10,6	23,8	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Πλυντήριο Ρούχων	166,7	156,7	146,8	146,8	146,8	146,8	146,8
	7,4	16,6	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
Σύνολο	4.072,0	4.021,1	3.970,1	3.981,0	3.992,0	4.002,9	4.013,8
	47,3	107,0	167,3	169,5	171,7	173,9	176,1



Εικόνα 6.46: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών σε Mtoe



Εικόνα 6.47: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών σε ktoe

Παρατηρείται μια σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια η οποία είναι μεγαλύτερη στο μαγείρεμα, καθώς το μαγείρεμα με ηλεκτρική ενέργεια απαιτεί σημαντικά ποσά ενέργειας οπότε η αλλαγή των παλιών συσκευών επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση. Επιπλέον στην ψύξη η εξοικονόμηση είναι σημαντική καθώς το ψυγείο είναι μια συσκευή η οποία λειτουργεί όλο το 24ωρο οπότε η εξοικονόμηση είναι σημαντική. Μικρότερη εξοικονόμηση επιτυγχάνεται με την αλλαγή πλυντηρίων ρούχων, κλιματιστικών και λοιπών ηλεκτρικών συσκευών ενώ την μικρότερη επιτυγχάνει η αλλαγή πλυντηρίων πιάτων. Η συνολική εξοικονόμηση σε σχέση με το σενάριο αναφοράς ανέρχεται σε 4,04% για το 2030 και εν συνεχεία σε 4,2% για το 2050.

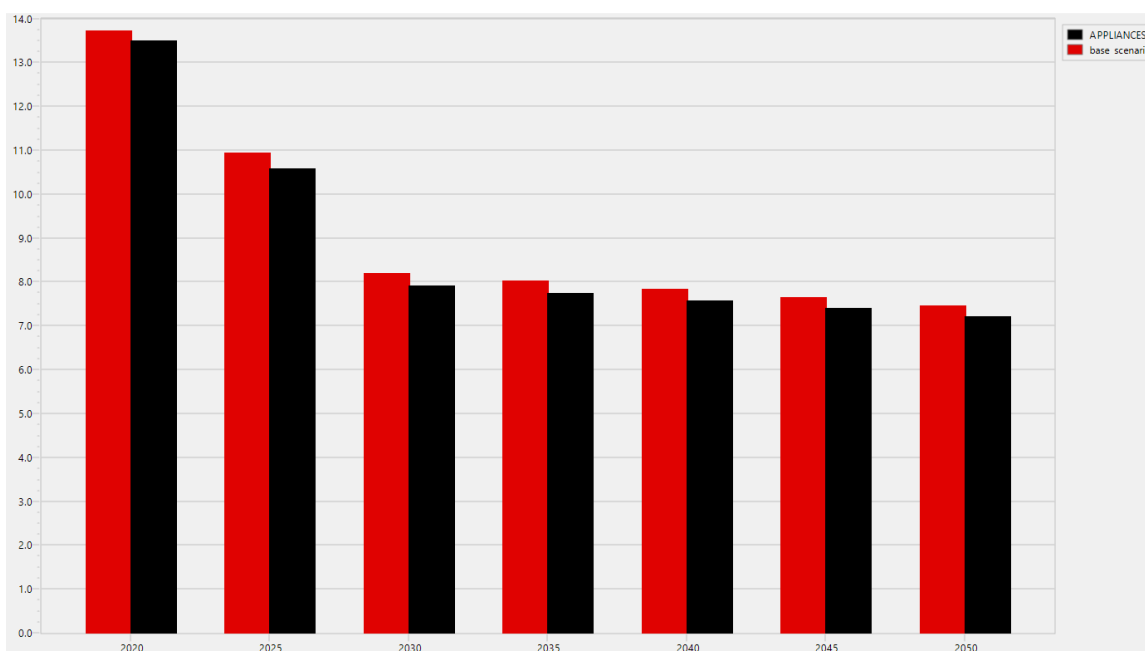
6.11.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών

Στους παρακάτω πίνακες και διαγράμματα παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το σενάριο αλλαγής ηλεκτρικών συσκευών καθώς και η διαφορά τους από το σενάριο αναφοράς.

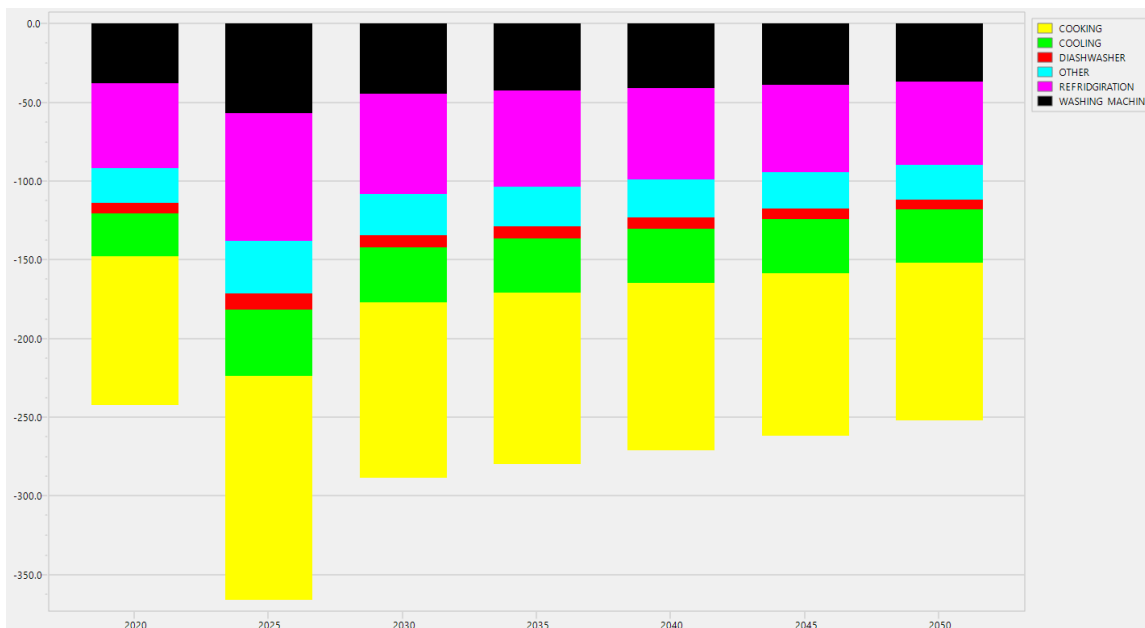
Πίνακας 6.34: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές λόγω χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση που μεταβάλλεται σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο αλλαγής ηλεκτρικών συσκευών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Μαγείρεμα	4.354,4	3.201,7	2.061,3	998,9	975,8	951,0	924,5
	94,2	141,6	111,0	108,4	105,7	102,7	99,6

Ψύξη	382,9	265,1	138,1	154,4	168,8	181,2	191,7
	26,8	42,2	34,5	34,5	34,4	34,2	33,8
Πλυντήριο Πιάτων	147,9	93,3	44,2	42,4	40,5	38,6	36,7
	6,6	9,9	7,8	7,5	7,1	6,8	6,5
Άλλες Συσκευές	758,7	488,5	236,7	226,7	216,6	206,6	196,6
	22,3	33,6	26,3	25,2	24,1	23,0	21,8
Ψυγείο	1209,1	761,9	360,6	345,3	330,1	314,8	299,5
	54,0	81,2	63,6	60,9	58,2	55,5	52,8
Πλυντήριο Ρούχων	851,4	535,1	252,5	241,8	231,1	220,4	209,7
	37,8	56,8	44,6	42,7	40,8	38,9	37,0
Σύνολο	13.495,1	10.580,8	7.910,8	7.743,2	7.571,6	7.395,9	7.216,3
	241,7	365,4	287,8	279,2	270,3	261,1	251,6



Εικόνα 6.48: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.49: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου αλλαγής ηλεκτρικών συσκευών και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται ότι η μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση είναι αντίστοιχη με την καταναλισκόμενη ενέργεια της προηγούμενης ενότητας. Επιπλέον παρατηρείται ότι η μείωση των εκπομπών είναι πολύ έντονη μέχρι το 2026 και εν συνεχεία γίνεται μικρότερη. Αυτό οφείλεται στην αλλαγή του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής, καθώς όσο το μείγμα βασίζεται στα ορυκτά καύσιμα η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας δημιουργεί πολύ έντονη μείωση εκπομπών ενώ όσο το μείγμα στρέφεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η μείωση εκπομπών λόγω της εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται μικρότερη. Συγκεκριμένα η μείωση εκπομπών για το έτος 2030 ανέρχεται σε 3,51% και το 2050 σε 3,37%.

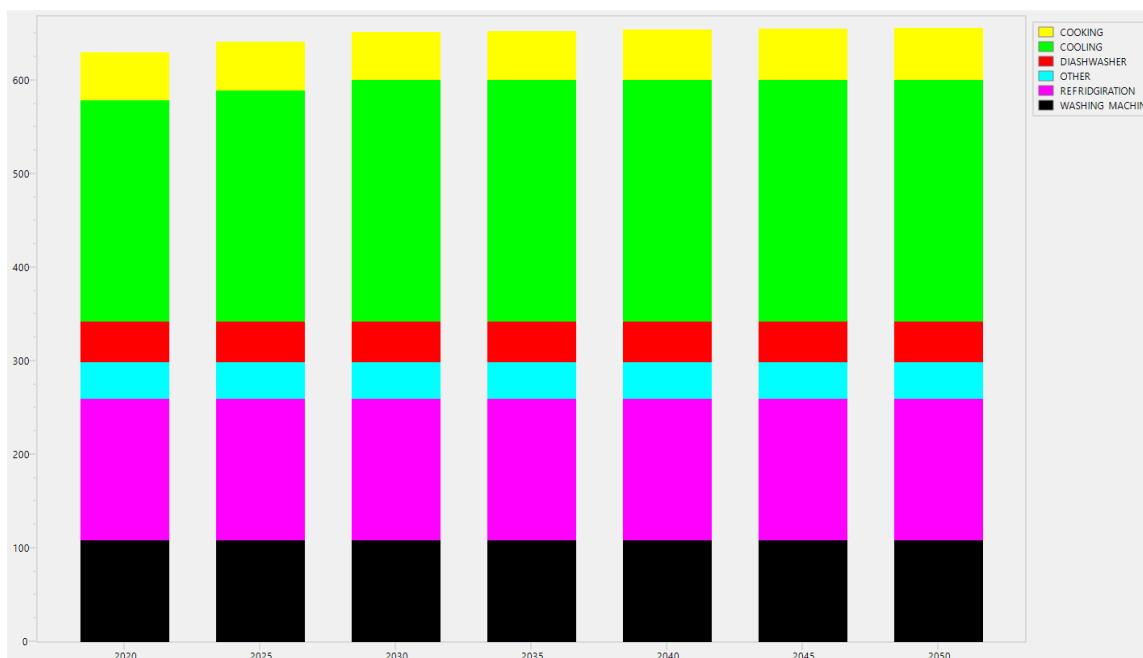
6.11.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών

Στο σενάριο αυτό τα κόστη αναλύονται ανά χρήση δεδομένου ότι κάθε χρήση αντιπροσωπεύει την αντικατάσταση από μια συσκευή, για παράδειγμα το μαγείρεμα την αλλαγή φούρνων. Τα κόστη για αντικατάσταση ψυγείων, πλυντηρίων πιάτων και ρούχων και άλλες ηλεκτρικές συσκευές προκύπτουν σταθερά ανά έτος, ενώ για κλιματιστικά και φούρνους προκύπτουν να αυξάνονται με το πέρας των ετών. Αναλυτικά τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.35: Κοινωνικά κόστη για αντικατάσταση συσκευών σε εκατομμύρια ευρώ

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Φούρνοι	50,8	50,8	50,8	51,8	52,9	53,9	54,9
Κλιματιστικά	236,5	247,3	258,2	258,2	258,2	258,2	258,2
Πλυντήρια πιάτων	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3

Άλλες Συσκευές	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0	39,0
Ψυγεία	151,5	151,5	151,5	151,5	151,5	151,5	151,5
Πλυντήρια ρούχων	108,6	108,6	108,6	108,6	108,6	108,6	108,6
Σύνολο	629,8	640,6	651,5	652,5	653,5	654,5	655,5



Εικόνα 6.50: Κοινωνικά κόστη σεναρίου αντικατάστασης ηλεκτρικών συσκευών ανά χρήση σε εκατομμύρια ευρώ

Από την ανάλυση των τιμών των ηλεκτρικών συσκευών προκύπτει ότι οι ακριβότερες συσκευές προς αντικατάσταση είναι τα κλιματιστικά με σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες. Αυτό δικαιολογείται καθώς έχουν το υψηλότερο κόστος αγοράς. Κόστος συντήρησης δεν έχει υπολογισθεί δεδομένου ότι και τα παλιά κλιματιστικά έχουν αντίστοιχα κόστη συντήρησης. Εν συνεχεία αυξημένα κόστη παρατηρούνται για τα ψυγεία και τα πλυντήρια ρούχων, ενώ μικρότερο είναι το κόστος για φούρνους, πλυντήρια πιάτων και άλλες ηλεκτρικές συσκευές γεγονός που οφείλεται στις τιμές αγοράς τους δεδομένου ότι δεν απαιτούνται κόστη συντήρησης.

6.12 Αποτελέσματα σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες

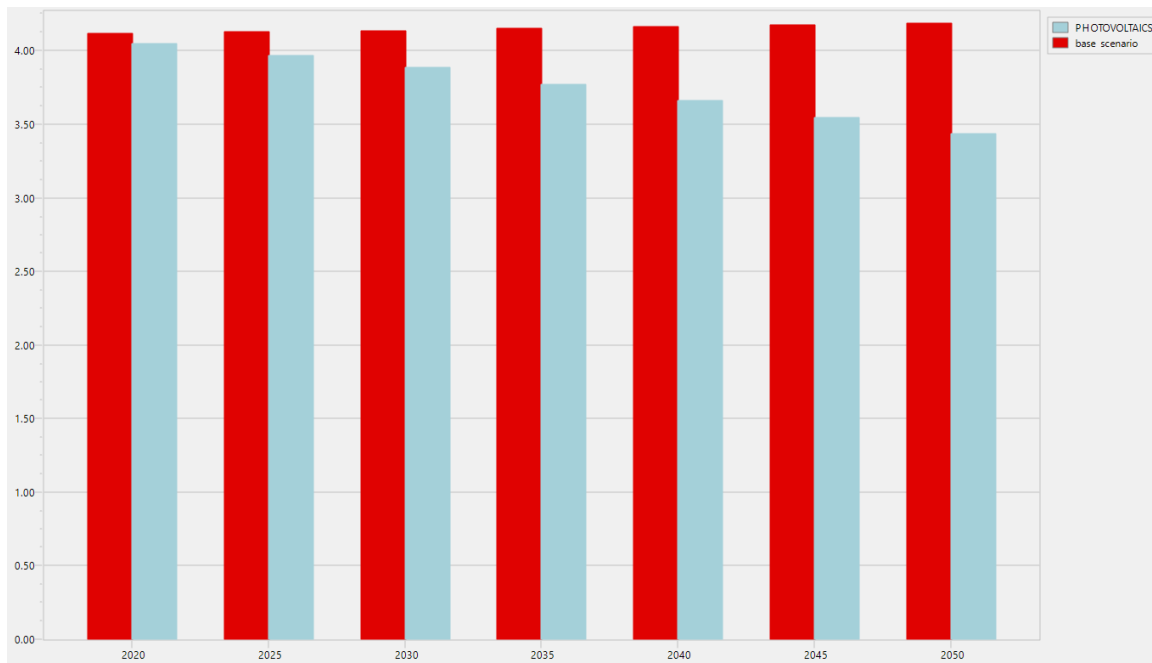
6.12.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες

Το σενάριο αυτό δεν επηρεάζει καθόλου τις καταναλώσεις του οικιακού τομέα ούτε τη σύσταση του ενεργειακού μείγματος των καταναλώσεων. Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η δυνατότητα διεσπαρμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες των κατοικιών. Οπότε για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας η παραγωγή αυτή μοντελοποιείται στο LEAP ως εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Για τον λόγο αυτό είναι προφανές ότι η συνολική μείωση στην

καταναλισκόμενη ενέργεια θα είναι ίση με την ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά.

Πίνακας 6.36: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε κτοε στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Φωτοβολταϊκά	71,9	161,7	251,5	377,3	503,0	628,8	754,5
Σύνολο	4.047,5	3.966,4	3.885,9	3.773,3	3.660,6	3.548,0	3.435,4
	71,9	161,7	251,5	377,3	503,0	628,8	754,5



Εικόνα 6.51: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες σε Mtoe

Παρατηρείται ότι τα φωτοβολταϊκά έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν μια σημαντική πηγή ενέργειας του οικιακού τομέα, συνεισφέροντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας. Δεδομένου ότι με το πέρασ των χρόνων η διείσδυσή τους αυξάνεται ενώ ταυτόχρονα η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια μειώνεται (ιδίως άλλων πηγών ενέργειας), το ποσοστό ενέργειας που θα παράγεται από τα φωτοβολταϊκά θα είναι συνεχώς μεγαλύτερο. Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στις στέγες υπολογίζεται ίση με 6,08% για το 2030 και το ποσοστό της το 2050 γίνεται ίσο με 18,01%.

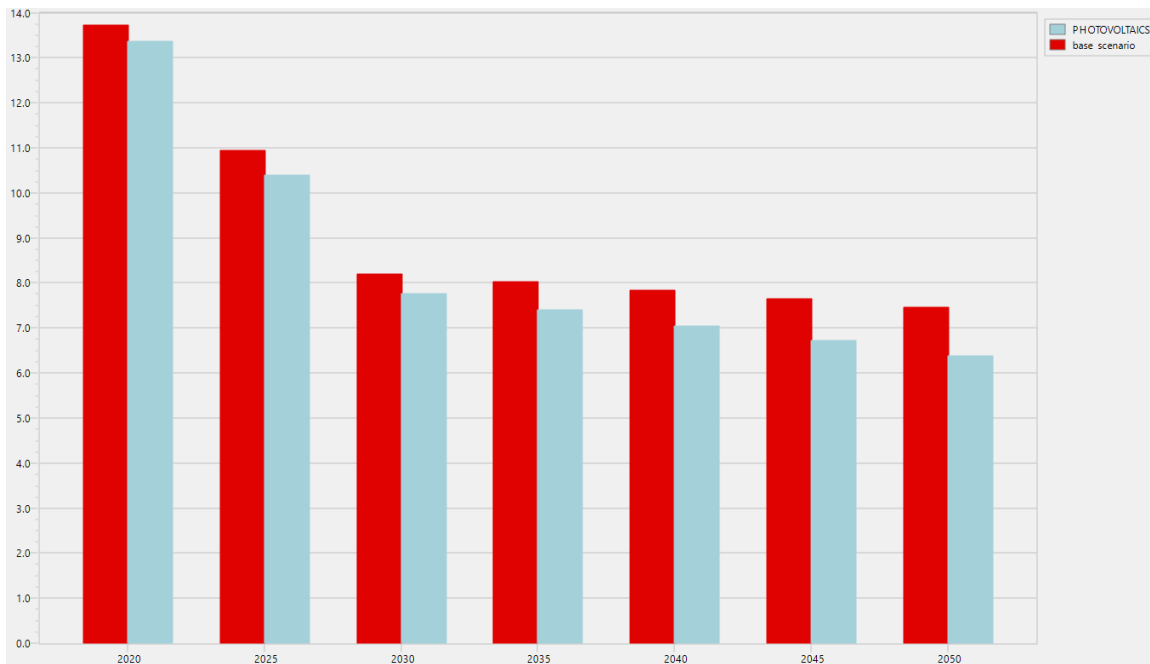
6.12.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες

Στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου λόγω της τοπικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις κατοικίες. Όπως αναφέρθηκε και στην

παραπάνω παράγραφο η τοπική αυτή παραγωγή μοντελοποιήθηκε στο LEAP ως μείωση στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, οπότε στα αποτελέσματα αυτής της παραγράφου εξετάζεται η μείωση των εκπομπών που επιφέρει η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 6.37: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εξοικονόμηση εκπομπών λόγω παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο φωτοβολταϊκών στις στέγες και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Φωτοβολταϊκά	367,1	552,1	432,7	621,5	792,0	944,1	1.078,0
Σύνολο	13.369,8	10.394,1	7.765,9	7.400,9	7.049,9	6.712,9	6.390,0
	367,1	552,1	432,7	621,5	792,0	944,1	1.078,0



Εικόνα 6.52: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

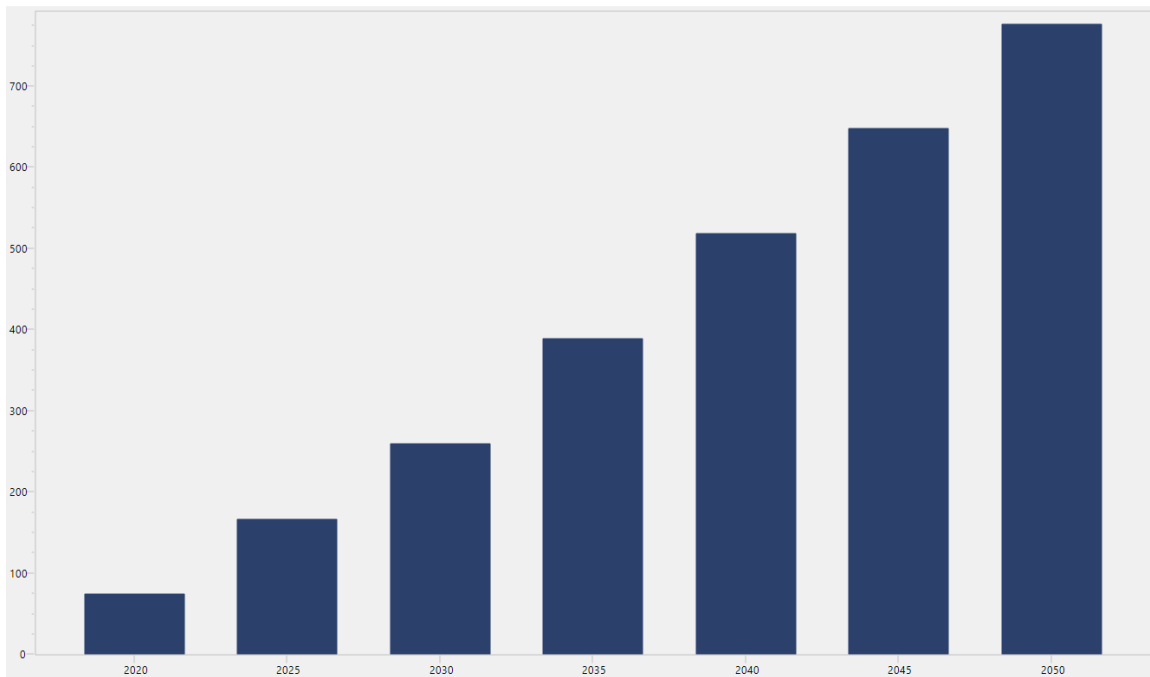
Παρατηρείται ότι στο σενάριο των φωτοβολταϊκών στις στέγες επιτυγχάνει αξιοσημείωτη μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η μείωση εκπομπών ανέρχεται σε 5,28% μέχρι το 2030 και εν συνεχεία σε 14,43% μέχρι το 2050. Η εξοικονόμηση είναι σημαντική και στα δυο χρονικά πλαίσια για τους εξής λόγους: Αρχικά στο διάστημα μεταξύ του 2016 και του 2030 η διεύθυνση είναι μικρή αλλά λόγω του υψηλού συντελεστή εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής η μείωση στις εκπομπές είναι σημαντική. Εν συνεχεία στο διάστημα 2030 – 2050, ο συντελεστής εκπομπών είναι σαφώς μικρότερος αλλά επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών λόγω της μεγαλύτερης διεύθυνσης των φωτοβολταϊκών.

6.12.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες

Από την ανάλυση του LEAP προκύπτει ότι το κόστος της δράσης της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στις στέγες με την πάροδο των ετών είναι αυξανόμενο. Τα αναλυτικά κόστη παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα και το αντίστοιχο γράφημα.

Πίνακας 6.38: Κοινωνικά κόστη σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες σε εκατομμύρια ευρώ

2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
73,9	166,3	258,7	388,1	517,5	646,9	776,2



Εικόνα 6.53: Κοινωνικά κόστη σεναρίου φωτοβολταϊκών στις στέγες σε εκατομμύρια ευρώ

Προκύπτει ότι το κόστος της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στις στέγες ενώ στην αρχή δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό εν συνεχεία αυξάνεται σημαντικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών είναι μεν σημαντικό λόγω του ακριβού εξοπλισμού που απαιτείται καθώς και του κόστους συντήρησης, αλλά στην αρχή το ποσοστό των σπιτιών που τα εγκαθιστά είναι χαμηλό και αυξάνεται με το πέρασ των ετών.

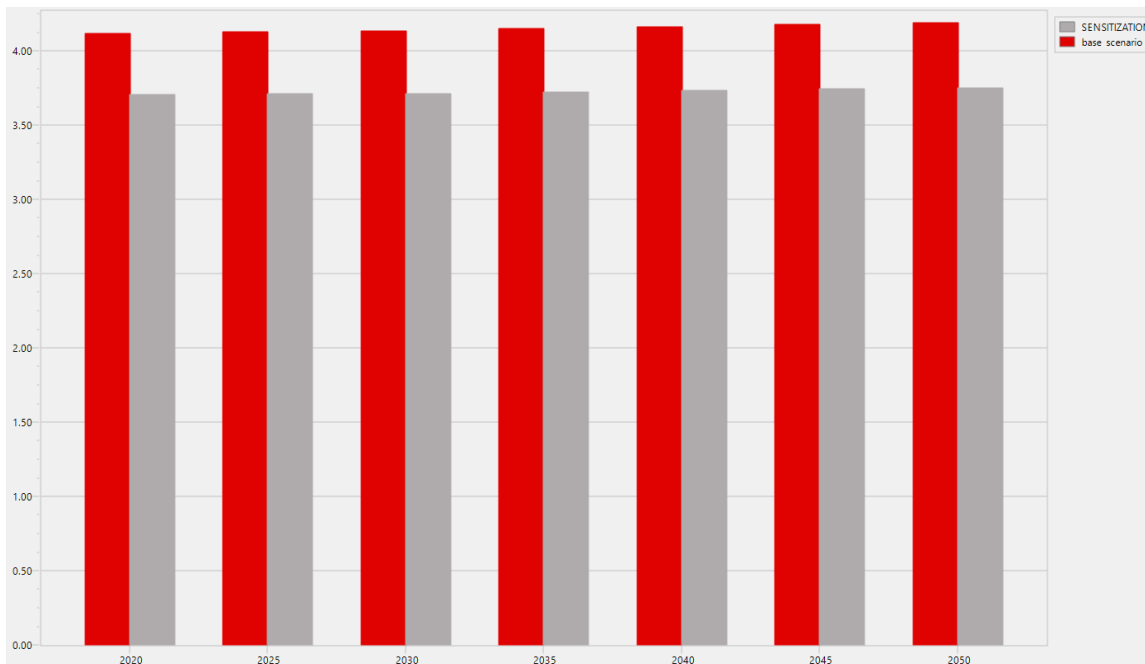
6.13 Αποτελέσματα σεναρίου ευαισθητοποίησης

6.13.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο ευαισθητοποίησης

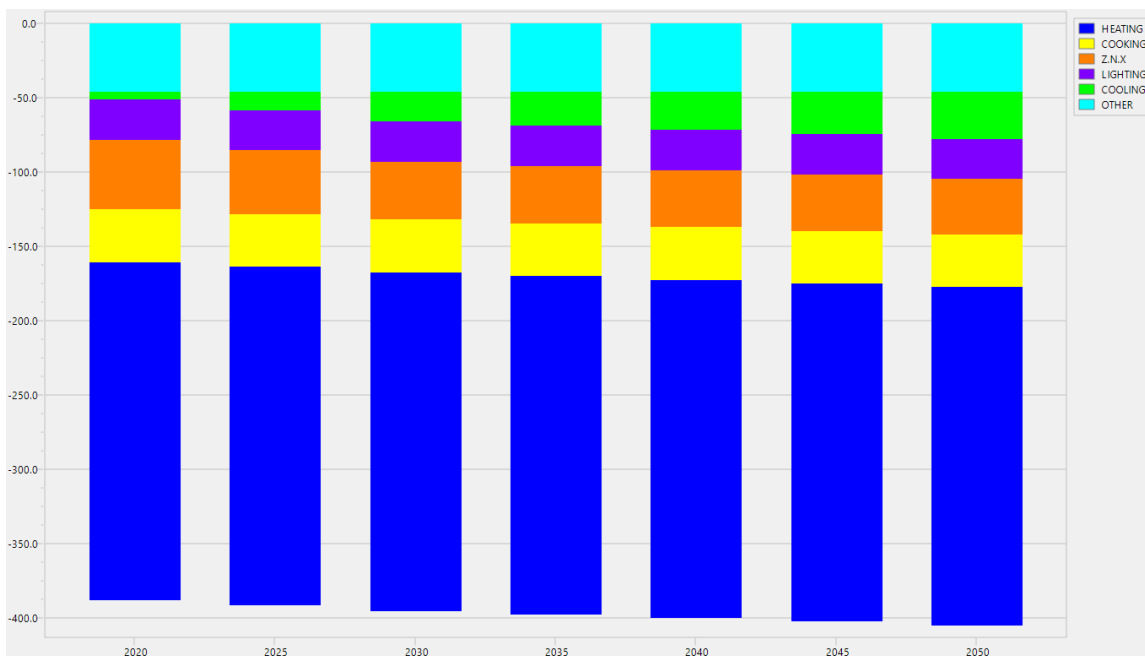
Το σενάριο αυτό εξετάζει την εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιφέρει η ευαισθητοποίηση των πολιτών. Οπότε στο σενάριο αυτό επηρεάζονται μόνο οι τελικές καταναλώσεις ανά χρήση και όχι η σύσταση του μείγματος της εκάστοτε χρήσης. Οπότε στα αποτελέσματα του σεναρίου εξετάζεται η εξοικονόμηση ενέργειας ανά χρήση και όχι ανά πηγή ενέργειας.

Πίνακας 6.39: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση που μεταβάλλεται σε ktoe στο σενάριο ευαισθητοποίησης και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	2.043,7	2.043,7	2.043,6	2.043,1	2.042,6	2.042,1	2.041,5
	227,1	227,1	227,1	227,0	227,0	226,9	226,8
Μαγείρεμα	673,4	673,4	673,4	672,7	672,1	671,4	670,8
	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4	35,3	35,3
Ζεστό Νερό Χρήσης	300,7	304,7	308,6	309,0	309,3	309,6	310,0
	47,0	43,0	39,0	38,7	38,4	38,0	37,7
Φωτισμός	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9
Ψύξη	75,0	77,6	80,2	91,8	103,3	114,8	126,3
	5,3	12,4	20,1	22,9	25,8	28,7	31,6
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0	107,0
	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9
Σύνολο	3.731,9	3.737,5	3.743,1	3.753,7	3.764,4	3.775,1	3.785,7
	387,5	390,6	394,4	396,8	399,3	401,7	404,2



Εικόνα 6.54: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου εναισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε Mtoe



Εικόνα 6.55: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου εναισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

Προκύπτει ότι η εναισθητοποίηση μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα σπίτια. Συγκεκριμένα αυτή ανέρχεται σε 9,53% σε σχέση με το σενάριο αναφοράς για το 2030 και σε 9,56% για το 2050. Η εξοικονόμηση είναι

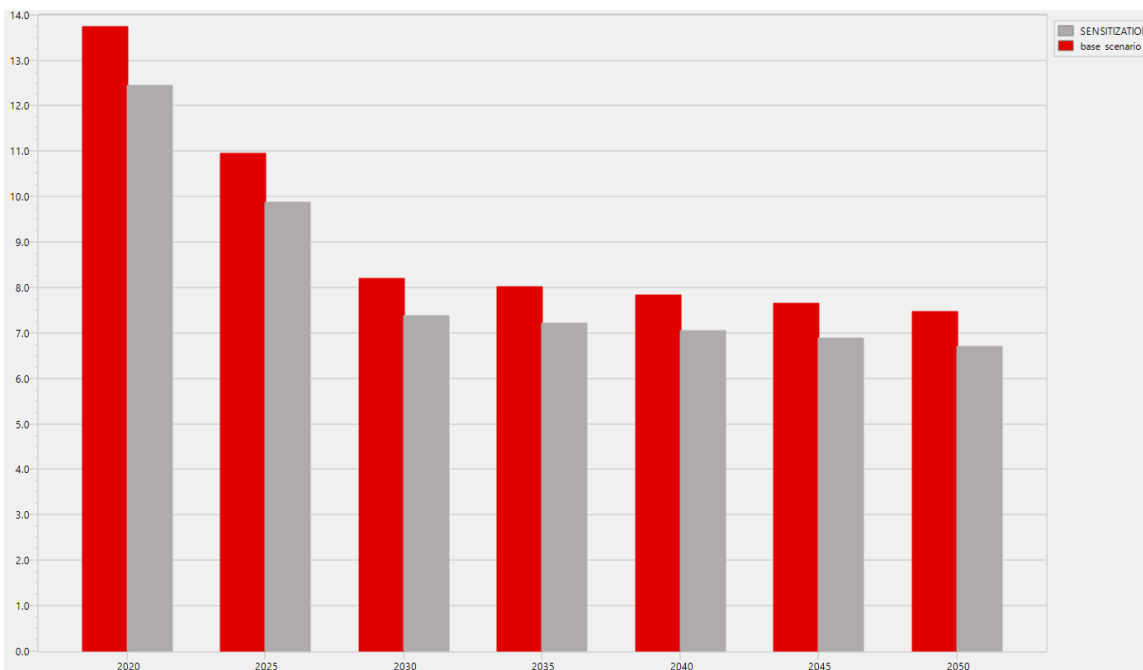
μεγαλύτερη στη θέρμανση, το ζεστό νερό χρήσης και τις ηλεκτρικές συσκευές ενώ είναι πιο περιορισμένη στον φωτισμό και το μαγείρεμα. Για την ψύξη ενώ αρχικά είναι πολύ μικρή, όσο οι ανάγκες για ψύξη αυξάνονται αυξάνεται αντίστοιχα και η εξοικονόμηση ενέργειας.

6.13.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο ευαισθητοποίησης

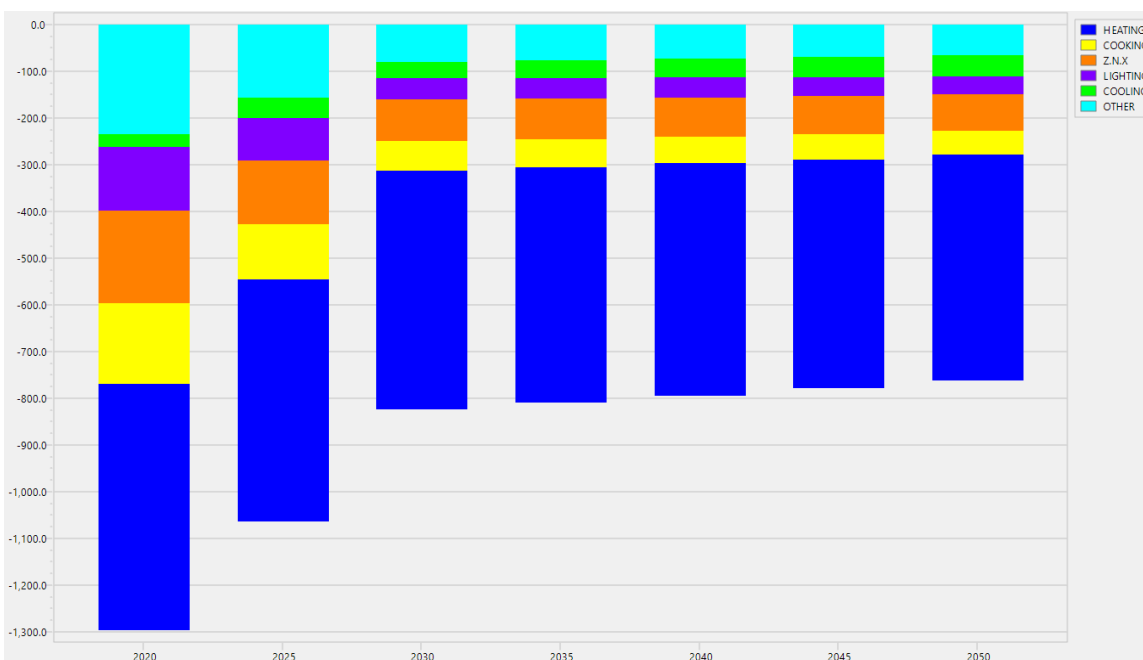
Ομοίως και εδώ με την παράγραφο της ενέργειας, δεδομένου ότι δεν επηρεάζεται το ενεργειακό μείγμα κάθε χρήση εξετάζεται μόνο η εξοικονόμηση στις εκπομπές που επιτυγχάνεται ανά χρήση και όχι ανά πηγή ενέργειας.

Πίνακας 6.40: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές ανά χρήση που μεταβάλλεται σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο ευαισθητοποίησης και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	4.729,8	4.658,0	4.586,2	4.523,8	4.461,3	4.398,6	4.335,8
	525,5	517,6	509,6	502,6	495,7	488,7	481,8
Μαγείρεμα	3.272,8	2.234,4	1.196,1	1.141,3	1.084,7	1.026,3	966,1
	172,3	117,6	63,0	60,1	57,1	54,0	50,8
Ζεστό Νερό Χρήσης	791,7	547,0	360,0	348,9	337,7	326,4	314,9
	197,9	136,8	90,0	87,2	84,4	81,6	78,7
Φωτισμός	412,0	275,4	138,7	132,9	127,0	121,1	115,2
	137,3	91,8	46,2	44,3	42,3	40,4	38,4
Ψύξη	382,9	265,1	138,1	151,2	162,6	172,4	180,4
	26,8	42,2	34,5	37,8	40,7	43,1	45,1
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	546,7	365,4	184,1	176,3	168,5	160,7	152,9
	234,3	156,6	78,9	75,6	72,2	68,9	65,5
Σύνολο	12.442,7	9.883,6	7.376,4	7.214,8	7.049,5	6.880,4	6.707,5
	1.294,2	1.062,5	822,2	807,6	792,4	776,7	760,4



Εικόνα 6.56: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου ευαισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.57: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου ευαισθητοποίησης και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Παρατηρείται ότι η ευαισθητοποίηση μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Από τα πρώτα έτη η μείωση στις εκπομπές είναι σημαντική και εν συνεχεία είναι μεν μικρότερη αλλά εξακολουθεί να είναι σημαντική. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αρχικά η ηλεκτρική ενέργεια που εξοικονομείται σε όλες τις χρήσεις έχει μεγάλο συντελεστή εκπομπών και εν συνεχεία λόγω της αλλαγής του μείγματος

ηλεκτροπαραγωγής μειώνεται. Επιπλέον στο σενάριο αναφοράς το ενεργειακό μείγμα της θέρμανσης γίνεται πιο οικολογικό λόγω της μείωσης χρήσης πετρελαίου και αύξησης του φυσικού αερίου, κάτι το οποίο συμβαίνει και στο ενεργειακό μείγμα του ζεστού νερού χρήσης λόγω της αύξησης της ηλιακής ενέργειας, οπότε και η μείωση εκπομπών για τις δυο αυτές χρήσεις μειώνεται με το πέρας των ετών. Συγκεκριμένα η μείωση στις εκπομπές ανέρχεται σε 10,03% και για το 2050 φτάνει στο 10,18%.

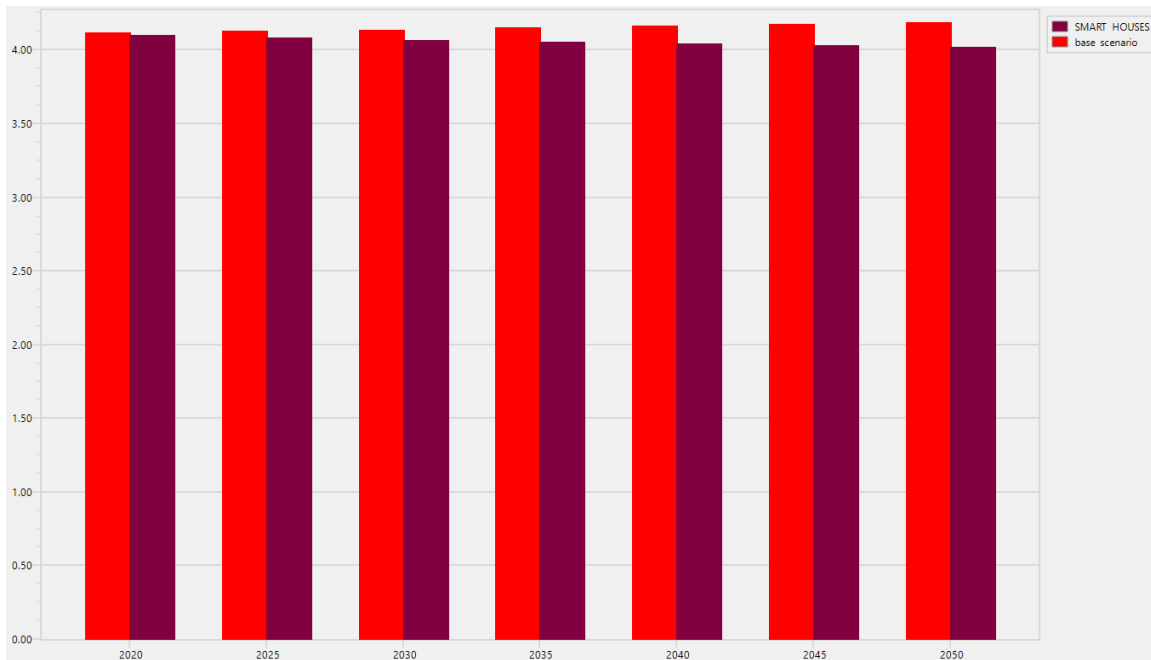
6.14 Αποτελέσματα σεναρίου έξυπνων σπιτιών

6.14.1 Κατανάλωση ενέργειας στο σενάριο έξυπνων σπιτιών

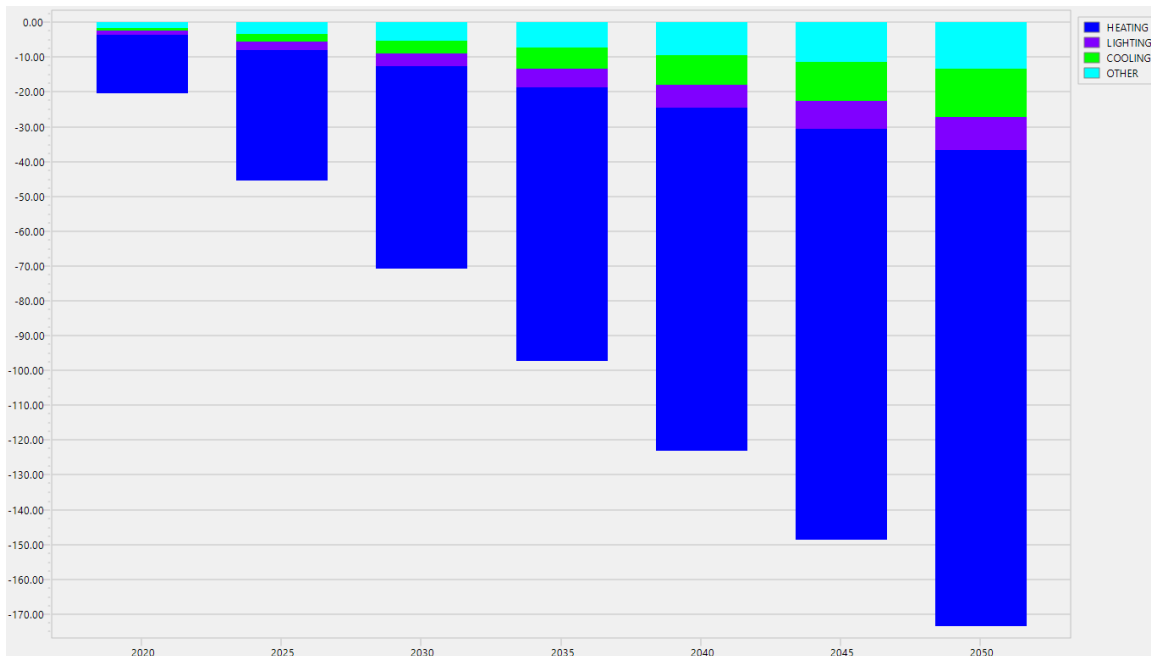
Στο συγκεκριμένο σενάριο ομοίως με το προηγούμενο αλλάζουν οι ανάγκες σε διάφορες καταναλώσεις λόγω της εγκατάστασης έξυπνων συστημάτων χωρίς όμως να μεταβάλλεται το μείγμα των εκάστοτε καταναλώσεων. Για τον λόγο αυτό και σε αυτό σενάριο η ανάλυση γίνεται ανά χρήση ενέργειας και όχι ανά πηγή.

Πίνακας 6.41: Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση σε κτοε στο σενάριο έξυπνων σπιτιών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	2.254,2	2.233,6	2.212,9	2.191,8	2.171,2	2.151,2	2.131,8
	16,5	37,1	57,8	78,3	98,3	117,7	136,6
Φωτισμός	106,4	105,1	103,8	102,3	100,9	99,5	98,1
	1,1	2,4	3,8	5,2	6,6	8,0	9,4
Ψύξη	79,3	87,8	96,8	108,6	120,4	132,2	144,1
	0,9	2,2	3,5	6,1	8,7	11,2	13,8
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	151,4	149,4	147,5	145,5	143,5	141,5	139,5
	1,5	3,4	5,4	7,4	9,4	11,4	13,4
Σύνολο	4.099,3	4.083,0	4.067,0	4.053,6	4.040,7	4.028,4	4.016,7
	20,0	45,2	70,4	97,0	123,0	148,3	173,2



Εικόνα 6.58: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου έξυπνων σπιτιών σε Mtoe



Εικόνα 6.59: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου έξυπνων σπιτιών και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

Παρατηρείται ότι το σενάριο αυτό προσφέρει σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Η συνεισφορά του είναι μικρή στην αρχή και γίνεται εντονότερη στην συνέχεια. Συγκεκριμένα η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 1,70%

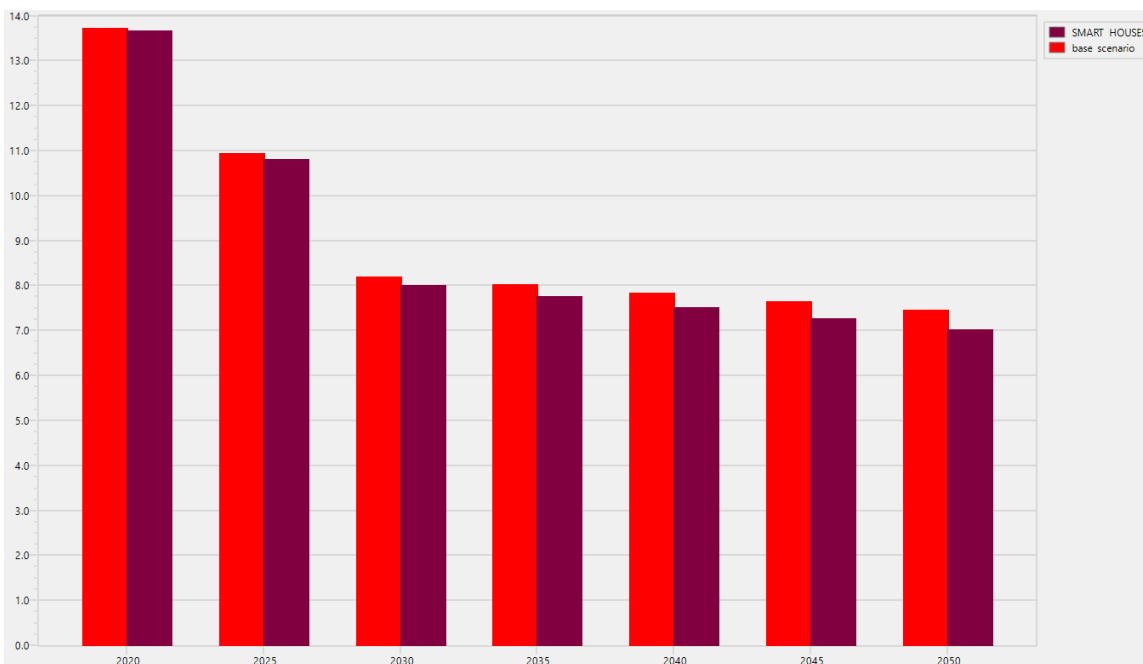
για το 2030 και σε 4,13% για το 2050. Η σημαντικότερη εξοικονόμηση επιτυγχάνεται στις ανάγκες θέρμανσης λόγω και της μεγάλης συνεισφοράς τους στο ενεργειακό μείγμα ενώ για φωτισμό, ψύξη και τις λοιπές ηλεκτρικές συσκευές είναι σαφώς μικρότερη.

6.14.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σενάριο έξυπνων σπιτιών

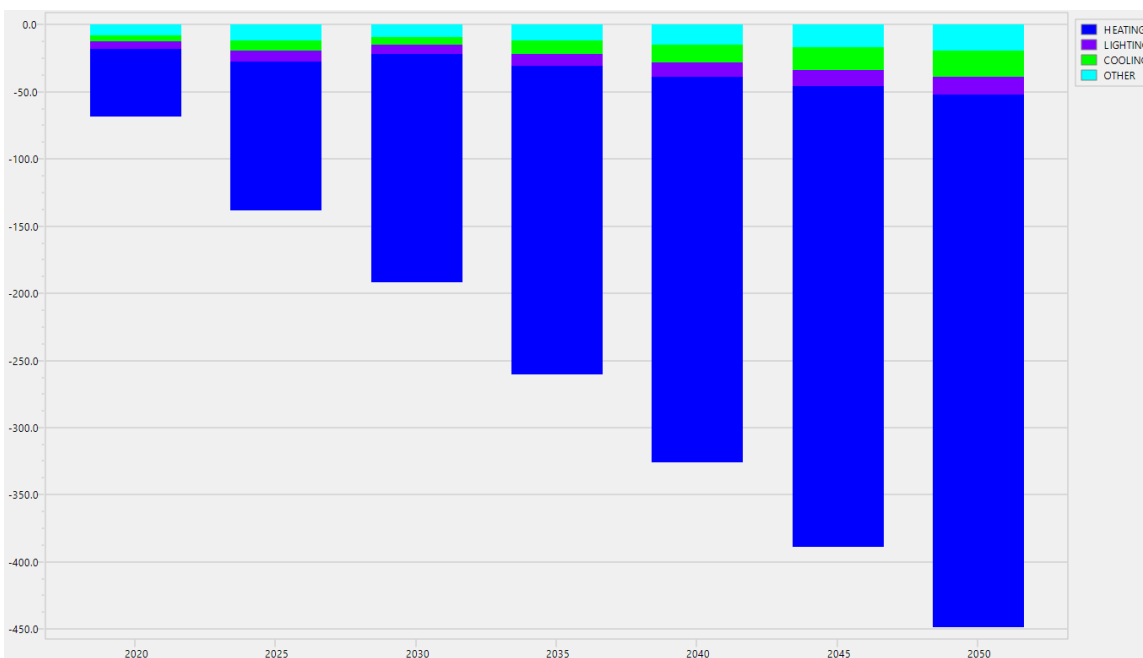
Ομοίως με την παράγραφο της καταναλισκόμενης ενέργειας αλλά και με το σενάριο της ευαισθητοποίησης, δεδομένου ότι δεν επηρεάζεται το ενεργειακό μείγμα της εκάστοτε χρήσης αλλά μόνο οι ανάγκες της, στα αποτελέσματα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το σενάριο των έξυπνων σπιτιών εξετάζεται η εξοικονόμηση μόνο ανά χρήση και όχι ανά πηγή ενέργειας.

Πίνακας 6.42: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκπομπές ανά χρήση που μεταβάλλεται σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο σενάριο έξυπνων σπιτιών και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Θέρμανση	5.205,4	5.065,0	4.926,5	4.797,5	4.670,5	4.545,3	4.422,1
	49,9	110,6	169,2	228,9	286,5	342,0	395,5
Φωτισμός	543,8	358,9	178,5	168,6	158,9	149,5	140,2
	5,5	8,3	6,5	8,5	10,4	12,0	13,4
Ψύξη	405,1	299,9	166,5	178,9	189,6	198,6	205,8
	4,7	7,4	6,0	10,0	13,6	16,9	19,7
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	773,2	510,3	253,8	239,7	226,0	212,5	199,3
	7,8	11,7	9,2	12,1	14,7	17,1	19,1
Σύνολο	13.668,9	10.808,1	8.007,7	7.762,9	7.516,7	7.269,1	7.020,2
	67,9	138,0	190,9	259,6	325,2	388,0	447,7



Εικόνα 6.60: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του σεναρίου έξυπνων σπιτιών και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.61: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του σεναρίου έξυπνων σπιτιών και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Προκύπτει ότι στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας η οποία αρχικά είναι μικρή, δηλαδή για το 2030 ανέρχεται σε 2,33%. Εν συνεχεία γίνεται πιο έντονη και φτάνει στο 6% το 2050. Η πιο έντονη μείωση εκπομπών οφείλεται στη

θέρμανση λόγω της πιο μεγάλης συνεισφοράς της στις εκπομπές αλλά και ότι στο ενεργειακό μείγμα της περιλαμβάνονται σημαντικά ποσοστά ορυκτών καυσίμων. Η εξοικονόμηση εκπομπών για ψύξη, φωτισμό και άλλες ηλεκτρικές συσκευές είναι μικρότερη, δεδομένου ότι αφενός η συνεισφορά τους στις συνολικές εκπομπές είναι μικρή και αφετέρου η ηλεκτρική ενέργεια που εξοικονομείται έχει συνεχώς μειούμενο συντελεστή εκπομπών όπως αναλύθηκε και στα προηγούμενα σενάρια.

6.14.3 Οικονομική επιβάρυνση σεναρίου έξυπνων σπιτιών

Στο σενάριο των έξυπνων σπιτιών η οικονομική επιβάρυνση προκύπτει σταθερή ανά έτος και ίση με 273,6 ανά έτος. Αυτά αναπαρίστανται και στο ακόλουθο γράφημα.



Εικόνα 6.62: Κοινωνικά κόστη σεναρίου έξυπνων σπιτιών σε εκατομμύρια ευρώ

Το κόστος για το σενάριο των έξυπνων σπιτιών προκύπτει σχετικά χαμηλό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι παρότι τα συστήματα αυτά δεν είναι ιδιαίτερα φθηνά, το ποσοστό διείσδυσης αυτής της τεχνολογίας που μοντελοποιήθηκε στο LEAP είναι σχετικά χαμηλό, για τους λόγους που αναλύθηκαν και στην παράγραφο 5.13

6.15 Αποτελέσματα συνδυαστικού σεναρίου

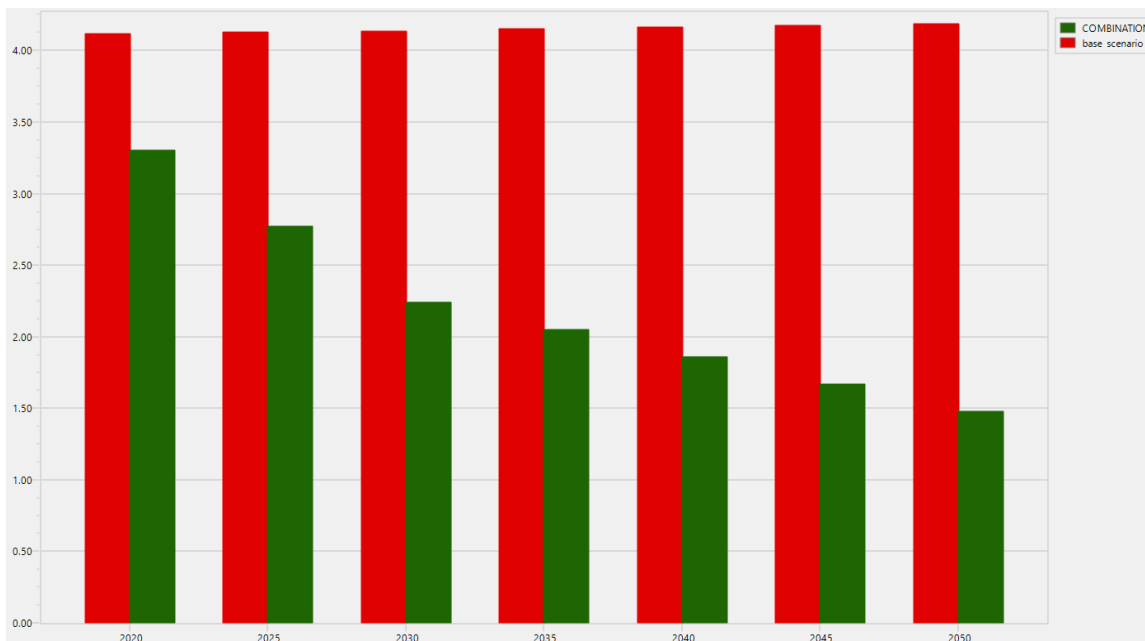
6.15.1 Κατανάλωση ενέργειας στο συνδυαστικό σενάριο

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται το αποτέλεσμα που μπορεί να επιτευχθεί συνδυάζοντας όλα τα σενάρια στα οποία επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών, δηλαδή όλων πλην του σεναρίου συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση. Αρχικά εξετάζεται το αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται στην

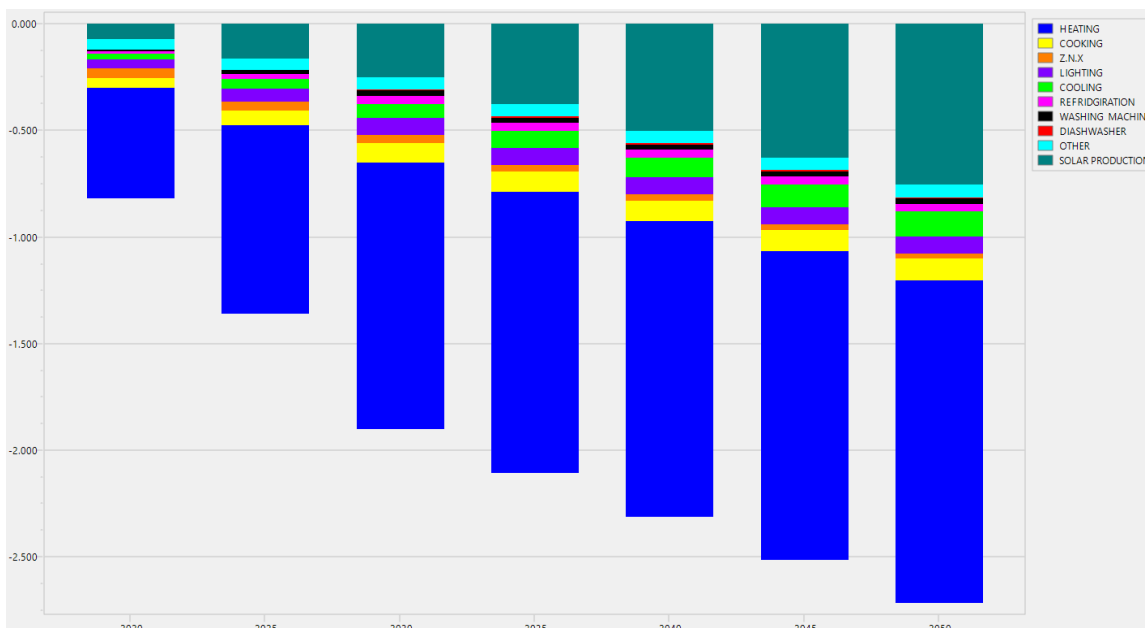
κατανάλωση ενέργειας. Εδώ η ανάλυση θα γίνει τόσο ανά κατανάλωση όσο και ανά πηγή ενέργειας δεδομένου ότι μεταβάλλονται τόσο οι τελικές ανάγκες ανά χρήση αλλά και η σύσταση του ενεργειακού μείγματός τους.

Πίνακας 6.43: Συνολική κατανάλωση ενέργειας και ανάλυσή της ανά χρήση σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Μαγείρεμα	659,2	635,7	612,1	610,2	608,3	606,4	604,5
	49,6	73,2	96,7	97,9	99,1	100,3	101,5
Ψύξη	51,8	42,7	34,1	35,7	37,3	38,8	40,3
	28,4	47,3	66,2	79,0	91,8	104,6	117,6
Πλυντήριο Πιάτων	28,9	27,3	25,7	25,7	25,7	25,7	25,7
	1,3	2,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Θέρμανση	1.755,5	1.390,4	1.025,9	956,9	889,5	823,7	759,5
	515,2	880,4	1.244,8	1.313,2	1.380,1	1.445,3	1.508,9
Φωτισμός	68,2	47,7	27,4	27,3	27,2	27,0	26,9
	39,3	59,8	80,1	80,2	80,4	80,5	80,6
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	104,4	100,0	95,6	95,4	95,1	94,9	94,6
	48,5	52,9	57,3	57,5	57,8	58,0	58,3
Ψυγείο	236,7	223,1	209,6	209,6	209,6	209,6	209,6
	10,6	23,8	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Φωτοβολταϊκά	71,9	161,7	251,5	377,3	503,0	628,8	754,5
Πλυντήριο Ρούχων	166,7	156,7	146,8	146,8	146,8	146,8	146,8
	7,4	16,6	25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
Ζεστό Νερό Χρήσης	301,8	307,3	312,7	315,6	318,6	321,6	324,5
	45,8	40,4	35,0	32,0	29,1	26,1	23,2
Σύνολο	3.301,4	2.769,2	2.238,4	2.046,0	1.855,0	1.665,7	1.477,9
	818,0	1.359,0	1.899,0	2.104,6	2.308,6	2.511,1	2.712,0



Εικόνα 6.63: Διαφορά στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε Mtoe



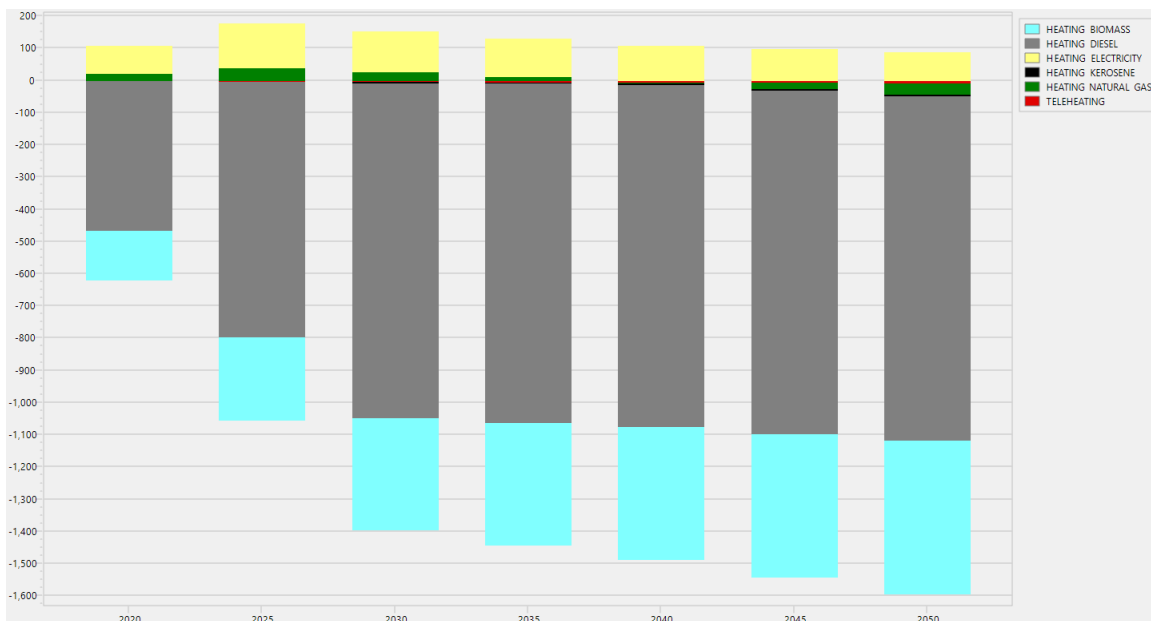
Εικόνα 6.64: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χρήση μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

Παρατηρούμε ότι επιτυγχάνεται πολύ σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια του οικιακού τομέα από τα πρώτα κιάλας χρόνια, η οποία με το πέρασ των χρόνων γίνεται ακόμα εντονότερη. Για την ακρίβεια αυτή υπολογίζεται ίση με 45,90% για το 2030 και ίση με 64,73% για το 2050. Αναλύοντάς την ανά χρήση, παρατηρείται αρχικά ότι η κατανάλωση ενέργειας για όλες τις χρήσεις μειώνεται. Η μεγαλύτερη μείωση επιτυγχάνεται στις ανάγκες θέρμανσης, καθώς εκτός του ότι η θέρμανση είναι η χρήση με

τις μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις, τα περισσότερα από τα μεμονωμένα σενάρια επηρεάζουν τις ανάγκες θέρμανσης. Σημαντική συνεισφορά έχουν τα φωτοβολταϊκά στις στέγες η οποία είναι εντονότερη στο διάστημα ανάμεσα στο 2030 και το 2050. Για τις υπόλοιπες χρήσεις παρατηρούνται εν τέλει μικρότερες μεταβολές με αυτές της ψύξης, μαγειρέματος και φωτισμού να είναι πιο σημαντικές και τις υπόλοιπες να είναι μικρότερες.

Πίνακας 6.44: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση ανά πηγή σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Βιομάζα	468,1	365,0	274,2	264,3	254,2	243,8	233,2
	152,4	255,4	346,1	377,8	409,8	442,0	474,5
Πετρέλαιο	937,6	575,4	294,5	248,8	206,6	168,0	132,7
	463,5	792,7	1.040,7	1.052,8	1.061,4	1.066,4	1.068,2
Ηλεκτρισμός	118,0	169,7	158,6	151,0	142,4	133,1	122,9
	84,7	136,4	125,3	116,5	106,8	96,3	84,9
Κηροζίνη	6,2	5,2	4,3	4,1	3,8	3,6	3,4
	1,3	2,0	2,7	3,3	3,9	4,5	5,0
Φυσικό Αέριο	213,1	264,4	285,6	280,2	274,0	267,1	259,4
	20,4	38,5	26,5	12,0	3,3	19,4	36,1
Τηλεθέρμανση	12,5	10,6	8,7	8,5	8,3	8,1	7,8
	3,1	5,1	7,1	7,8	8,5	9,2	10,0



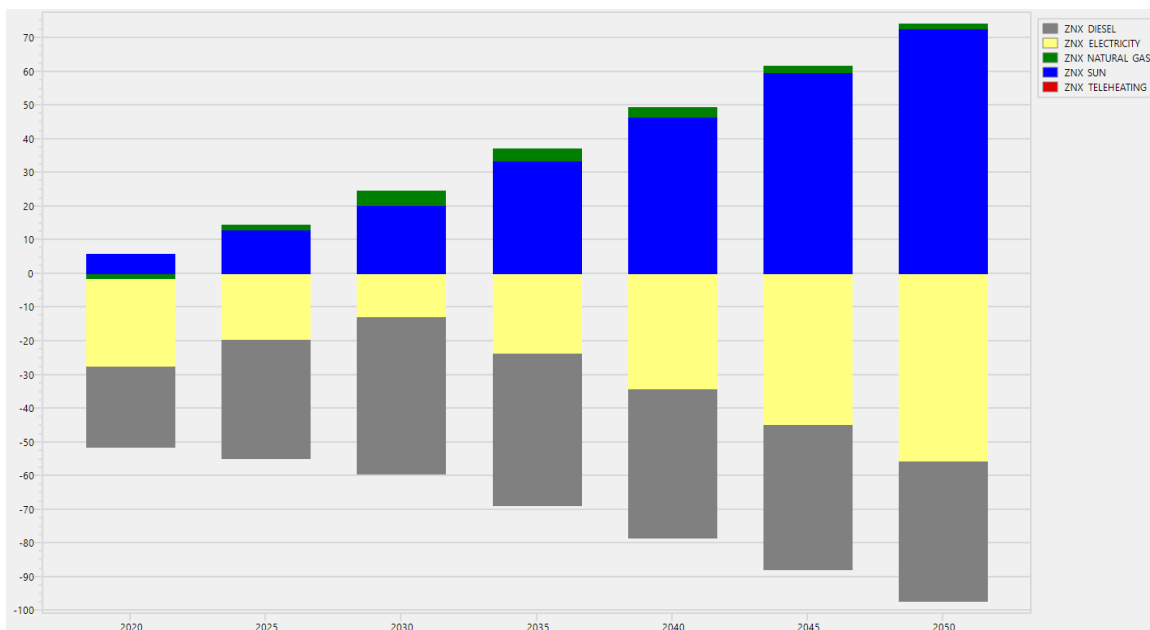
Εικόνα 6.65: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

Παρατηρείται ότι αναμένεται αύξηση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση η οποία οφείλεται στη χρήση των αντλιών θερμότητας. Εν συνεχεία για το

φυσικό αέριο παρατηρείται αρχικά αύξηση της καταναλισκόμενης ενέργειας δεδομένης της επιπλέον διείσδυσης του φυσικού αερίου ωστόσο αργότερα παρά την περαιτέρω επέκταση του παρατηρείται μείωση λόγω των δράσεων που επιφέρουν μείωση των αναγκών θέρμανσης. Για το πετρέλαιο και τη βιομάζα εξαρχής παρατηρείται μείωση καθώς τόσο οι δράσεις οι οποίες μεταβάλλουν το μείγμα μειώνουν τη χρήση των δυο αυτών πηγών αλλά και οι δράσεις που μειώνουν την ανάγκη θέρμανσης συνεισφέρουν στη μείωση της χρήσης τους.

Πίνακας 6.45: Κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	49,2	35,9	22,5	20,7	18,9	17,1	15,3
	24,0	35,2	46,5	45,2	44,0	42,7	41,5
Ηλεκτρισμός	112,8	98,1	83,4	73,8	64,2	54,7	45,1
	25,9	19,3	12,7	23,4	34,1	44,7	55,4
Φυσικό Αέριο	19,8	26,2	32,5	32,1	31,7	31,3	30,9
	1,4	1,4	4,3	3,5	2,8	2,1	1,4
Ήλιος	118,6	145,7	172,8	187,6	202,3	217,1	231,9
	5,8	13,1	20,3	33,4	46,5	59,6	72,7
Τηλεθέρμανση	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3



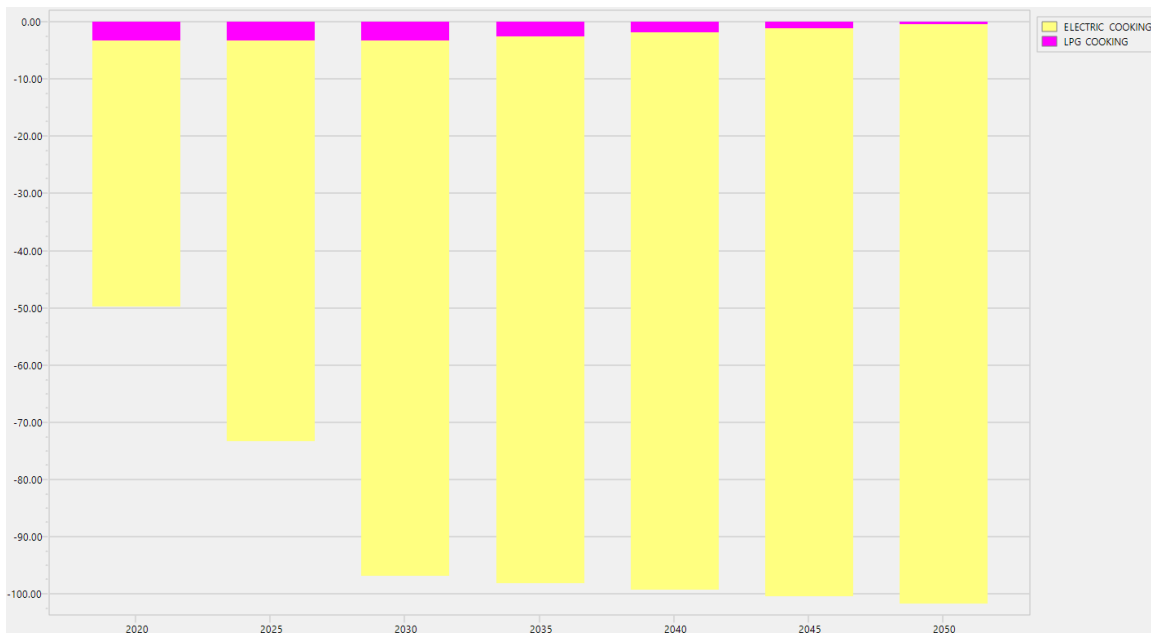
Εικόνα 6.66: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

Σε ό,τι αφορά το ενεργειακό μείγμα του ζεστού νερού χρήσης παρατηρείται πολύ σημαντική αύξηση της χρήσης της ηλιακής ενέργειας λόγω της σημαντικής επέκτασης των

ηλιακών θερμοσίφωνων. Επίσης παρατηρείται αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου λόγω της περεταίρω χρήσης του ως καύσιμο θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Σημαντική εξοικονόμηση επιτυγχάνεται στο πετρέλαιο δεδομένου ότι όλες οι δράσεις επιφέρουν μείωση της χρήσης του. Για τον ηλεκτρισμό η κατανάλωση παρουσιάζει τη διακύμανση που φαίνεται στο σχήμα. Αρχικά λόγω της ευαισθητοποίησης επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Στο διάστημα 2016 – 2030 όμως αυτή η εξοικονόμηση μειώνεται καθώς μπορεί μεν να εξοικονομείται ηλεκτρική ενέργεια λόγω της εγκατάστασης ηλιακών θερμοσίφωνων αλλά ταυτόχρονα αντικαθίσταται πετρέλαιο από ηλεκτρική ενέργεια η οποία είναι περισσότερη από την εξοικονομούμενη. Μετά το 2030 όμως η συνεχώς μεγαλύτερη διείσδυση των ηλιακών θερμοσίφωνων αυξάνει την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, ολοένα και περισσότερο μέχρι το 2050.

Πίνακας 6.46: Κατανάλωση ενέργειας για μαγείρεμα ανά πηγή σε ktoe στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ηλεκτρισμός	598,8	575,2	551,6	562,7	573,8	584,9	596,0
	46,4	70,0	93,5	95,4	97,3	99,2	101,1
Υγραέριο	60,5	60,5	60,5	47,5	34,5	21,5	8,5
	3,2	3,2	3,2	2,5	1,8	1,1	0,4



Εικόνα 6.67: Διαφορά στην καταναλισκόμενη ενέργεια για μαγείρεμα ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε ktoe

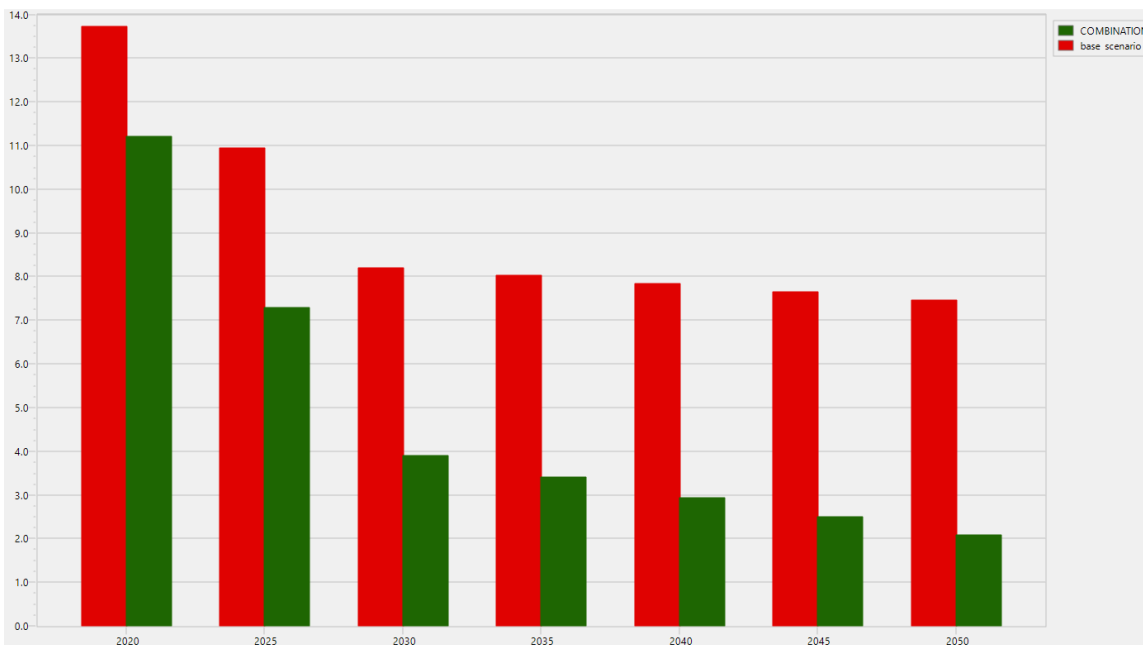
Σε ό,τι αφορά το μαγείρεμα παρατηρείται μείωση αμφότερων των πηγών ενέργειας. Η μείωση είναι σαφώς εντονότερη για την ηλεκτρική ενέργεια λόγω του μεγαλύτερου ποσοστού της στο αρχικό ενεργειακό μείγμα και μικρότερη για το υγραέριο.

6.15.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο συνδυαστικό σενάριο

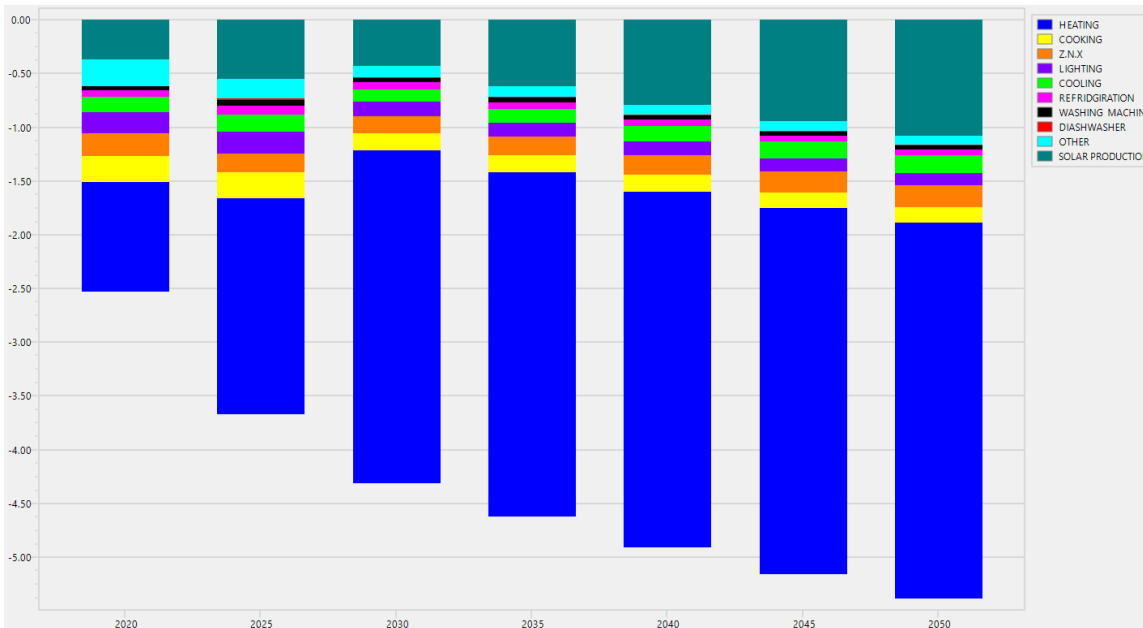
Αντίστοιχα με την παράγραφο της καταναλισκόμενης ενέργειας αναλύονται οι μεταβολές στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Στην αρχή συνολικά και εν συνεχεία ανά χρήση και τέλος ανά πηγή ενέργειας για τις χρήσεις οι οποίες απαιτούν περισσότερες από μια πηγές ενέργειας.

Πίνακας 6.47: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανάλυση τους ανά χρήση σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Μαγείρεμα	3.200,6	2.105,6	1.090,6	1.038,3	984,3	928,7	871,5
	244,5	246,4	168,4	163,1	157,5	151,6	145,5
Ψύξη	264,5	145,7	58,6	58,9	58,8	58,3	57,6
	145,3	161,6	113,9	130,1	144,5	157,1	168,0
Πλυντήριο Πιάτων	147,9	93,3	44,2	42,4	40,5	38,6	36,7
	6,6	9,9	7,8	7,5	7,1	6,8	6,5
Θέρμανση	4.237,7	3.172,9	2.008,0	1.825,8	1.652,3	1.487,4	1.331,1
	1.017,7	2.002,7	3.087,8	3.200,6	3.304,7	3.400,0	3.486,4
Φωτισμός	348,6	163,0	47,2	45,0	42,8	40,6	38,4
	200,7	204,2	137,8	132,2	126,5	120,9	115,2
Άλλες ηλεκτρικές συσκευές	533,2	341,4	164,5	157,1	149,8	142,4	135,1
	247,8	180,6	98,5	94,8	91,0	87,1	83,3
Ψυγείο	1.209,1	761,9	360,6	345,3	330,1	314,8	299,5
	54,0	81,2	63,6	60,9	58,2	55,5	52,8
Φωτοβολταϊκά	367,1	552,1	432,7	621,5	792,0	944,1	1.078,0
Πλυντήριο Ρούχων	851,4	535,1	252,5	241,8	231,1	220,4	209,7
	37,8	56,8	44,6	42,7	40,8	38,9	37,0
Ζεστό Νερό Χρήσης	779,3	512,0	294,6	266,2	239,2	213,6	189,4
	210,3	171,7	155,4	170,0	183,0	194,4	204,3
Σύνολο	11.205,0	7.278,9	3.888,2	3.399,2	2.936,7	2.500,6	2.091,1
	2.531,8	3.667,3	4.310,4	4.623,2	4.905,3	5.156,5	5.376,8



Εικόνα 6.68: Διαφορά στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 6.69: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χρήση μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

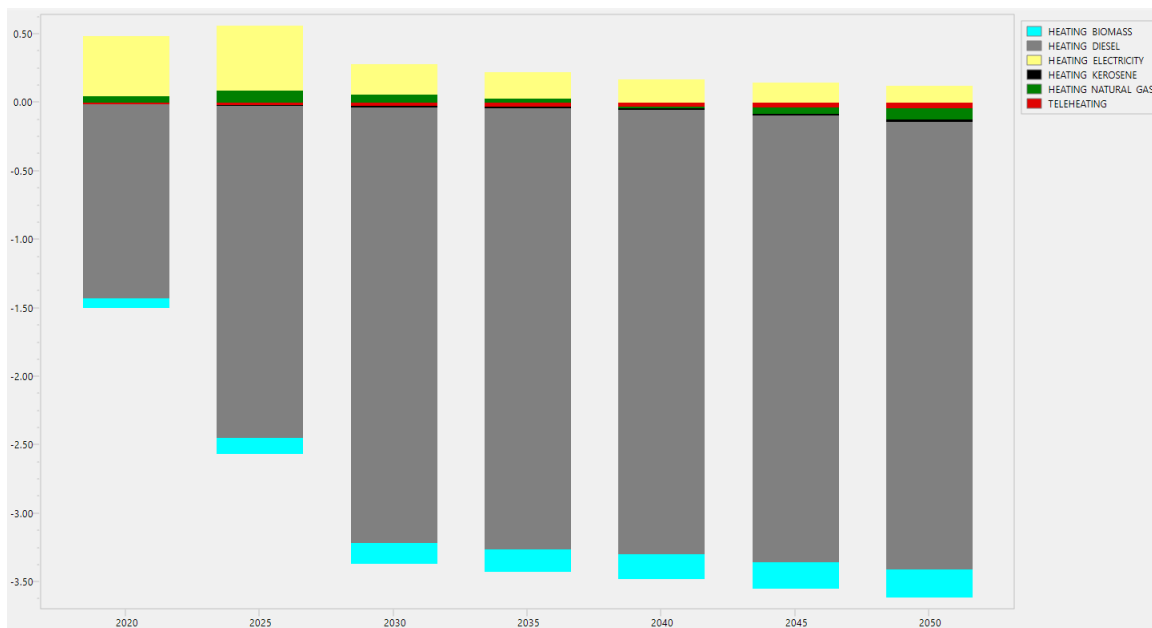
Αρχικά παρατηρείται ότι επιτυγχάνεται πολύ μεγάλη μείωση στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου η οποία είναι εντονότερη μέχρι το 2030 για δύο λόγους: Πρώτον στο διάστημα αυτό το μείγμα ηλεκτροπαραγωγής μεταβάλλεται πιο έντονα και δεύτερον τα περισσότερα επιμέρους σεναρία έχουν ολοκληρωθεί είτε πλήρως είτε σε πολύ μεγάλο βαθμό. Εν συνεχεία στο διάστημα ανάμεσα στο 2030 και το 2050, συνεχίζει να παρατηρείται μείωση στις εκπομπές, η οποία είναι πιο έντονη από τη μείωση των

εκπομπών που προβλέπει το σενάριο αναφοράς. Συγκεκριμένα η μείωση αυτηνέρχεται σε 52,58% για το 2030 και σε 72% για το 2050. Σε σχέση με τις εκπομπές του έτους αναφοράς (2016) το ποσοστό μείωσης ανέρχεται σε 87,30%.

Εξετάζοντας τη μεταβολή των εκπομπών ανά χρήση, παρατηρείται ότι τη μεγαλύτερη συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών την έχει η θέρμανση δεδομένου ότι στις ανάγκες θέρμανσης επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη εξοικονόμηση, ενώ σημαντική συνεισφορά έχουν και τα φωτοβολταϊκά στις στέγες. Για τις υπόλοιπες χρήσεις παρατηρείται ότι στις χρήσεις που έχουν ως πηγή την ηλεκτρική ενέργεια αρχικά επιτυγχάνουν πιο έντονη μείωση εκπομπών η οποία όμως μειώνεται με το πέρας των ετών λόγω του συνεχώς μικρότερου συντελεστή εκπομπών της ηλεκτρικής ενέργειας. Για τις χρήσεις που αποτελούνται από περισσότερες από μια πηγές η μεταβολές αναλύονται εκτενέστερα παρακάτω.

Πίνακας 6.48: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Βιομάζα	197,2	153,7	115,5	111,3	107,1	102,7	98,2
	64,2	107,6	145,9	150,0	154,3	158,7	163,1
Πετρέλαιο	2.866,1	1.758,9	900,1	760,4	631,7	513,5	405,6
	1.497,5	2.604,7	3.463,5	3.603,2	3.732,0	3.850,1	3.958,0
Ηλεκτρισμός	602,8	579,5	272,8	248,7	224,3	199,8	175,6
	378,4	355,1	48,4	24,3	0,1	24,5	48,8
Κηροζίνη	19,0	16,0	13,1	12,4	11,8	11,1	10,4
	4,8	7,7	10,6	11,3	12,0	12,7	13,3
Φυσικό Αέριο	499,2	619,4	669,2	656,5	642,0	625,7	607,7
	110,1	230,3	280,1	267,4	252,9	236,6	218,6
Τηλεθέρμανση	53,4	45,3	37,2	36,4	35,5	34,6	33,5
	13,1	21,2	29,2	30,0	30,9	31,9	32,9

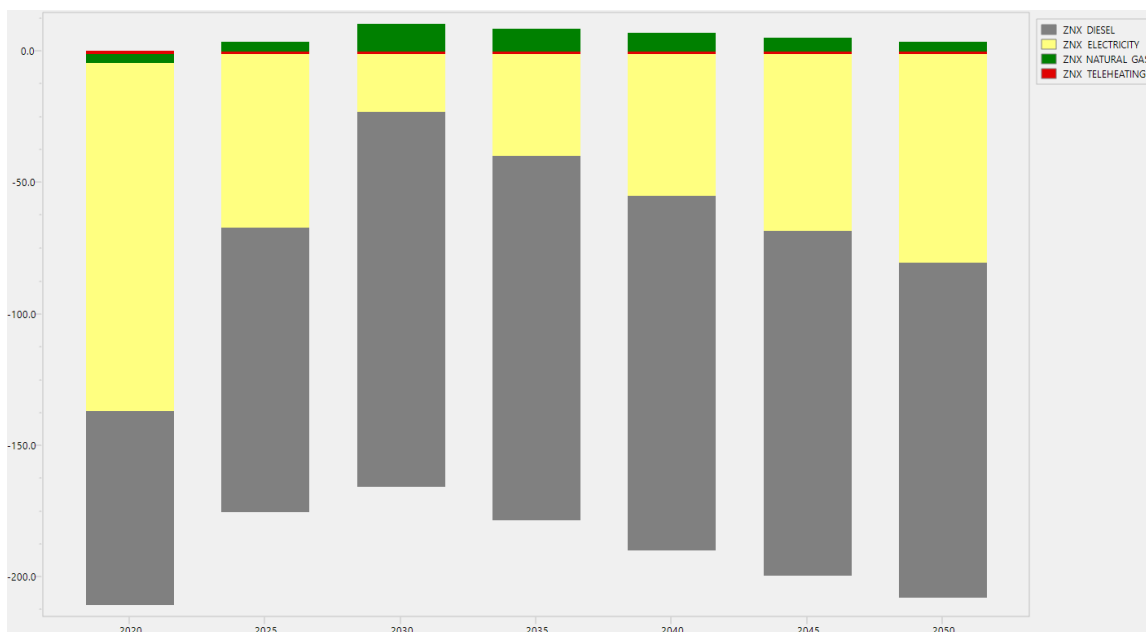


Εικόνα 6.70: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για θέρμανση ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Για τη θέρμανση παρατηρείται ότι η μείωση εκπομπών οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στη μείωση χρήσης του πετρελαίου, ενώ μικρή συνεισφορά έχει και η μείωση χρήσης της βιομάζας. Οι εκπομπές από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι αρχικά πιο έντονες παρά τη μικρή αύξηση της κατανάλωσης όμως αυτές με το πέρας των ετών μειώνονται. Οι άλλες πηγές δεν συνεισφέρουν ιδιαίτερα σε αύξηση ή μείωση εκπομπών.

Πίνακας 6.49: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Πετρέλαιο	150,5	109,7	68,9	63,3	57,8	52,3	46,8
	73,3	107,7	142,1	138,3	134,4	130,6	126,8
Ηλεκτρισμός	576,4	335,1	143,5	121,7	101,2	82,1	64,4
	132,2	65,9	21,9	38,5	53,6	67,2	79,2
Φυσικό Αέριο	46,4	61,3	76,2	75,3	74,3	73,3	72,3
	3,3	3,4	10,0	8,3	6,6	4,9	3,2
Τηλεθέρμανση	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

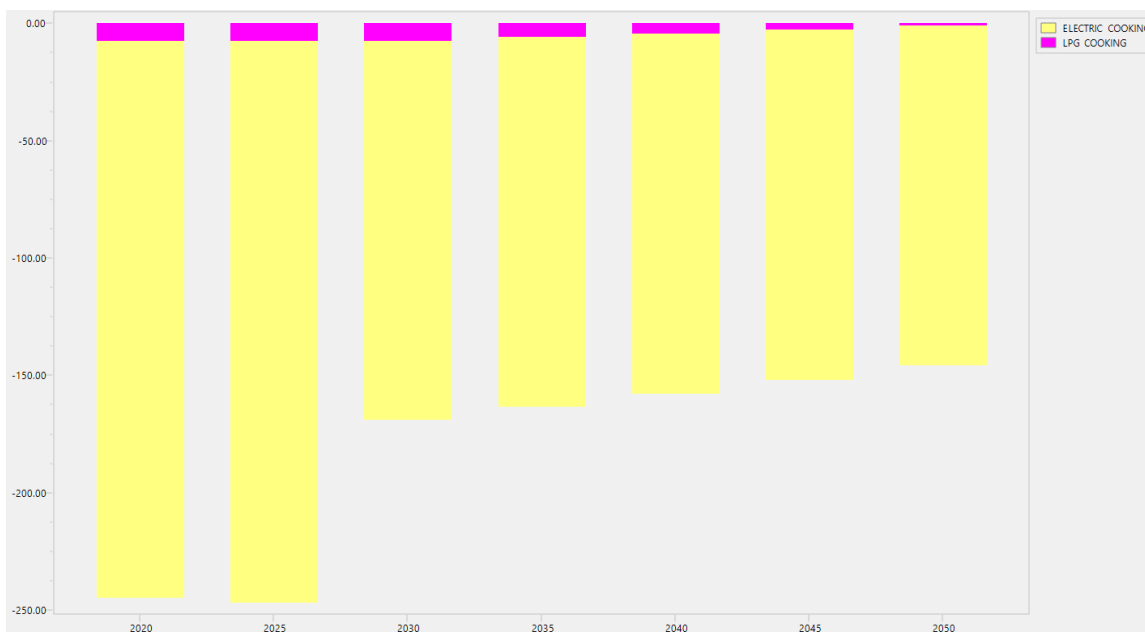


Εικόνα 6.71: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

Επίσης, για το ζεστό νερό χρήσης παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών επιτυγχάνεται λόγω μείωσης χρήσης του πετρελαίου. Για την ηλεκτρική ενέργεια αρχικά επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών καθώς παρόλο που η εξοικονόμηση είναι μικρή, η ηλεκτρική ενέργεια έχει υψηλό συντελεστή εκπομπών. Εν συνεχεία, αυτός μειώνεται μέχρι το 2030 λόγω της αλλαγής του ενεργειακού μείγματος, όμως από το 2030 και μετά επιτυγχάνεται μεγαλύτερη μείωση εκπομπών λόγω της εξοικονόμησης της ηλεκτρικής ενέργειας. Μικρή αύξηση στις εκπομπές παρατηρείται λόγω του φυσικού αερίου, δεδομένης της αύξησης στη χρήση του.

Πίνακας 6.50: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα στο συνδυαστικό σενάριο και σύγκριση με το σενάριο αναφοράς

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ηλεκτρισμός	3.058,9	1.964,0	948,9	927,0	903,5	878,3	851,5
	237,0	238,9	160,9	157,2	153,2	149,0	144,4
Υγραέριο	141,7	141,7	141,7	111,3	80,8	50,4	20,0
	7,5	7,5	7,5	5,9	4,3	2,7	1,1



Εικόνα 6.72: Διαφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για μαγείρεμα ανά πηγή μεταξύ του συνδυαστικού σεναρίου και του σεναρίου αναφοράς σε χιλιάδες ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα

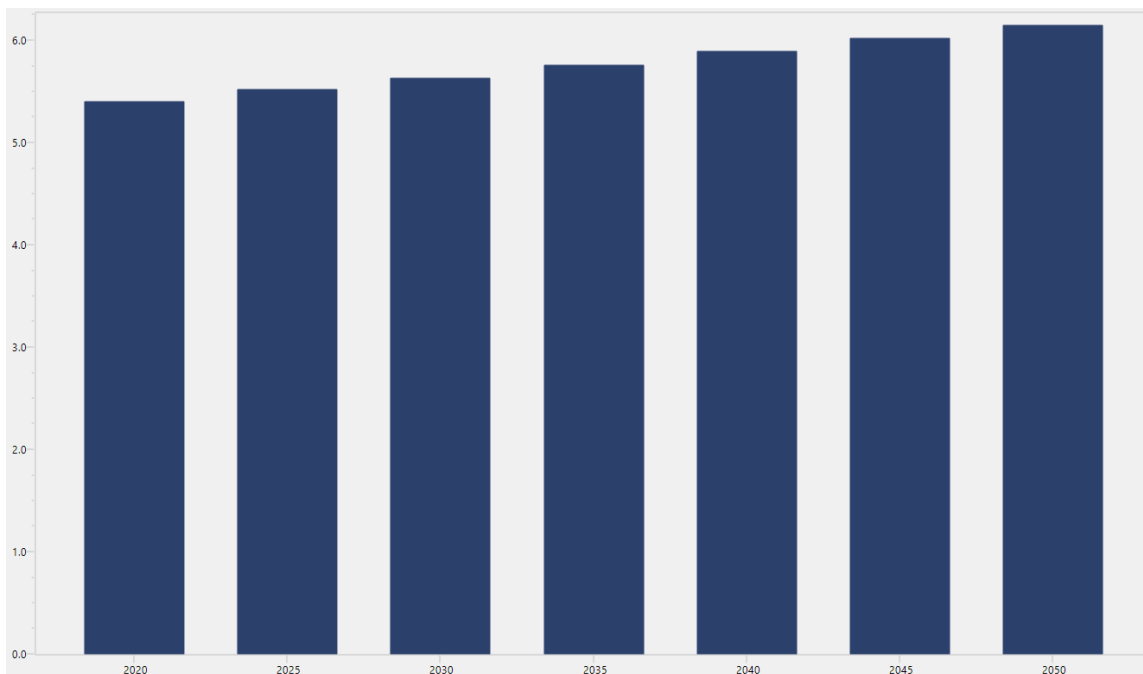
Τέλος, σε ό,τι αφορά το μαγείρεμα παρατηρείται ότι σχεδόν αποκλειστικά μείωση εκπομπών επιτυγχάνεται λόγω μείωσης της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή είναι πολύ πιο έντονη στην αρχή λόγω του υψηλού συντελεστή εκπομπών της ηλεκτρικής ενέργειας και εν τέλει μειώνεται συνεχώς, γρηγορότερα μέχρι το 2030 και πιο αργά μέχρι το 2050.

6.15.3 Οικονομική επιβάρυνση συνδυαστικού σεναρίου

Στο συνδυαστικό σενάριο η οικονομική επιβάρυνση υπολογίζεται αθροίζοντας τα κόστη των επιμέρους σεναρίων. Οπότε είναι αναμενόμενο το κόστος ανά έτος να είναι αυξανόμενο αφού άλλα σενάρια είχαν σταθερό κόστος, ενώ κάποια άλλα αυξάνονται με το πέρασμα των ετών.

Πίνακας 6.51: Κοινωνικά κόστη συνδυαστικού σεναρίου σε εκατομμύρια ευρώ

2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
5.400,4	5.513,6	5.626,8	5.757,2	5.887,6	6.018,0	6.148,4



Εικόνα 6.73: Κοινωνικά κόστη σεναρίου εξυπνων σπιτιών σε δισεκατομμύρια ευρώ

Το κόστος του συνδυαστικού σεναρίου όπως προκύπτει από την ανάλυση του LEAP είναι αυξημένο. Συγκεκριμένα για το έτος 2017 το κόστος του συνδυαστικού σεναρίου ανέρχεται σε 5,33 δισεκατομμύρια ευρώ, ενώ το ΑΕΠ της Ελληνικής οικονομίας στα 177,7 δισεκατομμύρια ευρώ [62], άρα αντιστοιχεί περίπου στο 3% αυτού. Το κόστος αυτό είναι υψηλό, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι στο συνδυαστικό σενάριο αθροίζονται τα κόστη των 10 σεναρίων τα οποία προέκυψε ότι επιτυγχάνεται μείωση εκπομπών. Όμως συγκριτικά με το ΑΕΠ της χώρας δεν αποτελεί τόσο μεγάλη επιβάρυνση στον κρατικό προϋπολογισμό.

7 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε εκτενώς ο οικιακός τομέας της Ελλάδας, αρχικά σε ό,τι αφορά το ενεργειακό του αποτύπωμα, δηλαδή τις καταναλώσεις και το ενεργειακό μείγμα του και εν συνεχεία σε ό,τι αφορά το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα, δηλαδή τη συμβολή του στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Βάσει αυτών και συνυπολογιζόμενων των δεδομένων της απογραφής του κτηριακού τομέα της χώρας διαμορφώθηκαν και εξετάστηκαν μέσω του λογισμικού LEAP ποικίλα σενάρια και σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους διαμορφώθηκε ένα συνδυαστικό σενάριο. Τέλος, έγινε μια συνολική εκτίμηση της οικονομικής επιβάρυνσης εκτιμώντας το κόστος υλοποίησης καθενός εκ των σεναρίων.

Αρχικά διαμορφώθηκε το σενάριο αναφοράς. Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα αποτελέσματα του σεναρίου αναφοράς είναι ότι είναι πολύ σημαντική η αλλαγή στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής και η στροφή του από τα ορυκτά καύσιμα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στο σενάριο αναφοράς παρατηρείται ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αναμένεται να μειωθούν σε σχέση με το έτος αναφοράς (2016) κατά 50,20% μέχρι το 2030 και κατά 54,64% μέχρι το 2050. Αυτό οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην αλλαγή στο ενεργειακό μείγμα της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι το σενάριο αναφοράς δεν προβλέπει κάποια ιδιαίτερη μεταβολή των καταναλώσεων ενέργειας ούτε των πηγών ενέργειας του οικιακού τομέα. Αυτή η μεταβολή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς δίνει στα νοικοκυριά τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν ορυκτά καύσιμα με ηλεκτρισμό για διάφορες χρήσεις μειώνοντας έτσι σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Σε διαφορετική περίπτωση, πολλά από τα σενάρια θα προέκυπταν ασύμφορα περιβαλλοντικά δεδομένου ότι τη δεδομένη χρονική στιγμή ο ηλεκτρισμός έχει μεγαλύτερο συντελεστή εκπομπών από τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον οικιακό τομέα, κάτι το οποίο φάνηκε σε κάποια από τα σενάρια που αναλύθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Αρχικά είναι εντυπωσιακό πόσο μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση των ανθρακικών εκπομπών η ευαισθητοποίηση των κατοίκων. Όπως προέκυψε από το αντίστοιχο σενάριο, απλές καθημερινές δράσεις μπορούν να οδηγήσουν άμεσα σε μείωση 9,38% στην κατανάλωση ενέργειας σε διάφορες χρήσεις, η οποία συνεισφέρει μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 13,24%. Αυτό αποδεικνύει πως πριν από οποιαδήποτε δράση, εγκατάσταση νέων συστημάτων ή επιχορήγηση προέχει η αλλαγή της ενεργειακής συμπεριφοράς και νοοτροπίας όλων.

Δεδομένης της παλαιότητας του κτηριακού τομέα πολύ σημαντικές δράσεις προέκυψαν να είναι η θερμομόνωση και η αλλαγή κουφωμάτων. Η θέρμανση είναι η μεγαλύτερη ανάγκη του οικιακού τομέα, οπότε συνυπολογίζοντας ότι η κυριότερη πηγή ενέργειάς της είναι το πετρέλαιο θέρμανσης, επιτυγχάνεται πολύ σημαντική μείωση εκπομπών. Επιπλέον στα δυο σενάρια αυτά, σε συνδυασμό και με το σενάριο εγκατάστασης τεντών, επιτυγχάνεται μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και των

εκπομπών για ψύξη, ποσότητες οι οποίες μπορεί την δεδομένη στιγμή να μην είναι μεγάλες αλλά αναμένεται να αυξηθούν μέχρι το 2050, ειδικότερα λόγω της κλιματικής αλλαγής, που οδηγεί σε συνεχώς αυξανόμενες θερμοκρασίες.

Η εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων στα σπίτια υπολογίστηκε ότι μπορεί να επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε διάφορες χρήσεις, με κυριότερη την θέρμανση. Συνεπώς, στα πλαίσια εκσυγχρονισμού και ανακαίνισης του κτηριακού τομέα είναι μια δράση η οποία μπορεί να συμπεριληφθεί και να συνεισφέρει στη μείωση των ανθρακικών εκπομπών.

Για το ενεργειακό μείγμα της θέρμανσης παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών του οφείλεται στη χρήση πετρελαίου, ενώ σημαντική συνεισφορά έχει και η βιομάζα. Εξετάστηκε λοιπόν η αντικατάσταση των δυο πηγών αυτών με άλλες φιλικότερες στο περιβάλλον. Αρχικά στο σενάριο της θέρμανσης με φυσικό αέριο εξετάστηκε η αντικατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο η οποία επέφερε μείωση των εκπομπών λόγω της διαφοράς στον συντελεστή εκπομπών που έχουν μεταξύ τους τα δυο καύσιμα. Εν συνεχεία στο σενάριο αντλιών θερμότητας εξετάστηκε η αντικατάσταση πετρελαίου αλλά και βιομάζας με ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν τα συστήματα αυτά. Λόγω της αυξημένης απόδοσης που παρουσιάζουν οι αντλίες θερμότητας παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση. Σε ό,τι αφορά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αρχικά παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση στις εκπομπές, καθώς με το τρέχον ενεργειακό μείγμα ηλεκτροπαραγωγής η ηλεκτρική ενέργεια έχει μεγαλύτερο συντελεστή εκπομπών από τις άλλες δυο πηγές ενέργειας. Με δεδομένη όμως την αλλαγή του μείγματος που θα συντελεστεί τα επόμενα χρόνια, προκύπτει ότι στο μέλλον με τη χρήση αντλιών θερμότητας θα επιτευχθεί σημαντική μείωση εκπομπών. Συνοψίζοντας λοιπόν, μέσω ενός ενεργειακού μείγματος θέρμανσης το οποίο θα αποτελείται κυρίως από ηλεκτρισμό καταναλισκόμενο στις αντλίες θερμότητας και το οποίο θα συμπληρώνεται με την καύση φυσικού αερίου και μικρές ποσότητες από τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα μπορεί να επιτευχθεί πολύ σημαντική μείωση εκπομπών.

Σε ό,τι αφορά το ζεστό νερό χρήσης, η συνεισφορά του στις συνολικές εκπομπές είναι σαφώς μικρότερη από της θέρμανσης αλλά παραμένει σημαντική. Δεδομένου ότι οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης είναι εν γένει σταθερές εξετάστηκε ποιες μεταβολές στο ενεργειακό μείγμα για την παραγωγή του επιφέρουν μείωση στις εκπομπές. Αρχικά όπως είναι προφανές όσο εκτενέστερη είναι η χρήση της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης τόσο μεγαλύτερη μείωση εκπομπών επιτυγχάνεται. Επειδή όμως οι ηλιακοί θερμοσίφωνες λειτουργούν κυριότερα τους θερινούς μήνες, αντικαθιστούν ηλεκτρική ενέργεια και όχι ορυκτά καύσιμα, οπότε όσο ο συντελεστής εκπομπών του ηλεκτρισμού μειώνεται τόσο η μείωση εκπομπών είναι μικρότερη. Για τους χειμερινούς μήνες όπου οι ηλιακοί θερμοσίφωνες συνεισφέρουν μόνο συμπληρωματικά προκύπτει ότι αρχικά η χρήση συστημάτων συνδεδεμένων με την κεντρική θέρμανση και όχι οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες επιφέρουν μικρότερη έκλυση εκπομπών όμως όσο το μείγμα ηλεκτροπαραγωγής αλλάζει είναι περιβαλλοντικά πιο επωφελής η χρήση ηλεκτρικών

θερμοσίφωνων. Οπότε συνοψίζοντας το μείγμα το οποίο μπορεί να επιφέρει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα θα επιτευχθούν σε ένα μείγμα το οποίο αποτελείται όσο το δυνατόν περισσότερο από ηλιακούς θερμοσίφωνες και συμπληρώνεται από ηλεκτρική ενέργεια.

Για τις ηλεκτρικές συσκευές προκύπτει ότι όλες οι αντικαταστάσεις ηλεκτρικών συσκευών καθώς και λαμπτήρων επιτυγχάνουν σημαντική εξοικονόμηση στην καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή, όσο ο συντελεστής εκπομπών του ηλεκτρισμού είναι υψηλός, επιφέρει μεγάλη μείωση στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η οποία όμως εν συνεχεία μετριάζεται, δεδομένης της αλλαγής του ενεργειακού μείγματος και της μείωσης του συντελεστή εκπομπών της ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα φωτοβολταϊκά στις στέγες προκύπτει ότι μπορούν να παράξουν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας με αποτέλεσμα τα νοικοκυριά να επιτυγχάνουν αρχικά αυτόνομη κάλυψη των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια και εν συνεχεία σε περίπτωση πλεονασμού να τροφοδοτήσουν το δίκτυο με ηλεκτρική ενέργεια. Η τοπική αυτή παραγωγή συνεισφέρει στην περαιτέρω εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνοντας έτσι περαιτέρω μείωση των εκπομπών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το συνδυαστικό σενάριο καταδεικνύει ότι ο συνδυασμός όλων των παραπάνω δράσεων μπορεί να επιφέρει θεαματικά αποτελέσματα τόσο στην κατανάλωση ενέργειας όσο και στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα όπως αναλύθηκε και στην Παράγραφο **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** η εξοικονόμηση στη συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια για το έτος 2050 σε σχέση με την τιμή του έτους 2016 μπορεί να ανέλθει σε 64,06% και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε 87,30%, υπερβαίνοντας έτσι τον στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο οποίος προβλέπει μείωση των εκπομπών κατά 80% για το 2050.

Ως γενικό λοιπόν συμπέρασμα προκύπτει ότι η κατεύθυνση για τη μείωση των εκπομπών είναι η μείωση της καύσης ορυκτών καυσίμων και ιδιαίτερα του πετρελαίου και η αντικατάστασή τους με ηλεκτρική ενέργεια. Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας αρχικά συνεισφέρει εξίσου σημαντικά στη μείωση των εκπομπών όμως με το πέρασμα των ετών καθώς μειώνεται ο συντελεστής εκπομπών της λόγω της αλλαγής του ενεργειακού μείγματος ηλεκτροπαραγωγής έχει σαφώς μικρότερη συνεισφορά. Το γεγονός αυτό όμως σε καμία περίπτωση δεν σημαίνει ότι δεν είναι σημαντική η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας διότι αυτή αποτελεί βασική προϋπόθεση για την απανθρακοποίηση του μείγματος ηλεκτροπαραγωγής. Δεδομένης της πεπερασμένης δυνατότητας των ανανεώσιμων πηγών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η περαιτέρω ζήτηση καλύπτεται μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων. Οπότε για να επιτευχθεί η τόσο σημαντική αλλαγή στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής που έχει αναφερθεί πολλαπλά σε όλη την παράγραφο των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων είναι απαραίτητη η επίτευξη της μέγιστης δυνατής εξοικονόμησης στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος σε ό,τι αφορά την οικονομική επιβάρυνση των σεναρίων, προκύπτει ότι τα περισσότερα από τα σενάρια έχουν αυξημένο κόστος. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται η οικονομική επιβάρυνση του κάθε σεναρίου και η διαφορά στις εκπομπές σε σχέση με το σενάριο αναφοράς για το έτος 2050.

Πίνακας 7.1: Σύνοψη οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων σεναρίων

Sector	Cumulative Costs & Benefits: 2016-2050. Relative to Scenario: base scenario. Discounted at 5.0% to year 2020. Units: Billion 2020 European Euro												
	INSULATION	COMBINATION	SMART HOUSES	SENSITIZATION	PHOTOVOLTAICS	APPLIANCES	LAMPS	HEAT PUMPS	NATURAL GAS HEATING	BOILER WATER HEATER	SOLAR WATER HEATERS	TENTS	WINDOWS DOORS
Demand	18,78	106,65	5,19	-	5,10	12,20	0,28	19,64	5,50	-	10,30	4,32	26,08
RESIDENTIAL	18,78	106,65	5,19	-	5,10	12,20	0,28	19,64	5,50	-	10,30	4,32	26,08
Transformation	-0,74	-11,81	-0,34	-4,02	-6,26	-2,90	-1,21	5,36	-	-0,69	-0,55	-0,24	-0,37
TR LOSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRODUCTION	-0,74	-11,81	-0,34	-4,02	-6,26	-2,90	-1,21	5,36	-	-0,69	-0,55	-0,24	-0,37
Resources	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Production	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imports	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exports	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Other Costs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unmet Requirements	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Environmental Externalities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non Energy Sector Costs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Net Present Value	18,04	94,84	4,86	-4,02	-1,16	9,30	-0,92	25,00	5,50	-0,69	9,74	4,08	25,71
GHG Savings (Mill Tonnes CO ₂ eq)	43,77	143,56	8,18	31,67	21,94	9,37	3,89	34,48	5,58	-0,97	1,96	0,81	21,88
Cost of Avoided GHGs (EUR/Tonne CO ₂ eq)	412,09	660,62	593,65	-126,92	-52,94	993,03	-237,14	724,97	986,15		4.969,60	5.043,76	1.174,82

Από τον παρακάτω πίνακα προκύπτει ότι τα σενάρια ευαισθητοποίησης, φωτοβολταϊκών και αντικατάστασης λαμπτήρων έχουν αρνητική καθαρή παρούσα αξία ενώ τα υπόλοιπα θετική. Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι δεδομένου πως μόνο η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας επιφέρει ξεκάθαρα αποτέλεσμα στην οικονομία σε επίπεδο κράτους, αντίθετα με την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στα νοικοκυριά, εξοικονόμηση χρημάτων λόγω μείωσης κατανάλωσης ενέργειας έχει υπολογισθεί μόνο στον ηλεκτρισμό. Για το σενάριο της ευαισθητοποίησης είναι προφανές ότι το πρόσημο θα είναι αρνητικό καθώς δεν επιφέρει οικονομική επιβάρυνση, ενώ για το σενάριο λαμπτήρων είναι λογικό δεδομένου ότι εξοικονομείται ηλεκτρική ενέργεια ενώ το κόστος είναι μικρό. Για τα φωτοβολταϊκά επίσης είναι αναμενόμενο καθώς επιτυγχάνουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Οπότε τα τρία αυτά σενάρια προκύπτει ότι πέρα από περιβαλλοντικό αντίκτυπο προκύπτουν να επιφέρουν και εξοικονόμηση χρημάτων.

Για τα υπόλοιπα σενάρια προκύπτει ότι έχουν θετική παρούσα αξία άρα οικονομικά είναι ζημιογόνα, όπως εξηγήθηκε και στο Κεφάλαιο 4. Συγκρίνοντας το αποτέλεσμα που προκύπτει για το κόστος ανά εξοικονομούμενο τόνο, μικρότερο κόστος έχει το σενάριο θερμομόνωσης λόγω της μεγάλης μείωσης εκπομπών που επιφέρει, ενώ σχετικά μικρά κόστη έχουν το σενάριο των έξυπνων σπιτιών καθώς το συνολικό του κόστος είναι μικρό και των αντλιών θερμότητας λόγω της μεγάλης μείωσης εκπομπών που επιφέρει. Αντίθετα τα πιο υψηλά κόστη έχουν τα σενάρια τεντών και ηλιακών θερμοσιφώνων καθώς επιτυγχάνουν μικρή μείωση εκπομπών.

Το συνδυαστικό σενάριο έχει θετική καθαρή παρούσα αξία, κάτι που είναι αναμενόμενο καθώς από τα επιμέρους σενάρια μόνο 3 έχουν αρνητικό πρόσημο και 8 θετικό. Το κόστος του προκύπτει να είναι σημαντικό, καθώς συνολικά από το 2016 ως το 2050 ανέρχεται σε 94,84 δισεκατομμύρια ευρώ. Όμως το κόστος ανά εξοικονομούμενο

τόνο αερίων του θερμοκηπίου δεν προκύπτει να είναι πολύ μεγάλο κάτι που οφείλεται στην επίσης μεγάλη εξοικονόμηση εκπομπών που επιτυγχάνεται.

Ως τελικό συμπέρασμα λοιπόν της παρούσας διπλωματικής προκύπτει ότι οι δυνατότητες μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του οικιακού τομέα είναι πολύ σημαντικές, συμβάλλοντας έτσι ουσιαστικά στην επίτευξη του στόχου της κλιματικής ουδετερότητας για το έτος 2050. Παρόλο που το κόστος των δράσεων αυτό είναι σημαντικό, το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα είναι πολύ έντονο ενώ ταυτόχρονα αναβαθμίζεται και ο γηρασμένος κτηριακός τομέας της χώρας αναβαθμίζοντας έτσι σημαντικά την ποιότητα ζωής των πολιτών.

Βιβλιογραφία

- [1] Analysis: Why scientists think 100% of global warming is due to humans | Carbon Brief <https://www.carbonbrief.org/analysis-why-scientists-think-100-of-global-warming-is-due-to-humans>
- [2] Yun Gao, Xiang Gao b, Xiaohua Zhang “The 2 °C Global Temperature Target and the Evolution of the Long-Term Goal of Addressing Climate Change—From the United Nations Framework Convention on Climate Change to the Paris Agreement” Elevisier March 2017.
- [3] Arctic Wintertime Sea Ice Extent Is Among Lowest On Record <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/arctic-wintertime-sea-ice-extent-is-among-lowest-on-record>
- [4] Christopher G. Piecuch “Likely weakening of the Florida Current during the past century revealed by sea-level observations” Nature Communications 2020
- [5] William Llovel, S. Purkey 2, B. Meyssignac, A. Blazquez, N. Kolodziejczyk, J. Bamber “Global ocean freshening, ocean mass increase and global mean sea level rise over 2005–2015”, www.nature.com/scientificreports
- [6] Wwflac.awsassets.panda.org
https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/climate_change_impacts_on_polar_bears_0.pdf
- [7] Ο λαγοκέφαλος δείχνει τα δόντια του | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ <https://www.kathimerini.gr/society/1029287/o-lagokefalos-deichnei-ta-dontia-toy/>
- [8] Countries are burning from Siberia to Australia: the age of fire is the bleakest warning yet | Julian Cribb <https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/nov/29/countries-from-siberia-to-australia-are-burning-the-age-of-fire-is-the-bleakest-warning-yet>
- [9] Μάτι: Ένας χρόνος μετά - Το χρονικό της μεγάλης τραγωδία <https://www.thetoc.gr/koinwnia/article/mati-enas-xronos-meta---to-xroniko-tis-megalis-tragwdias>
- [10] The Complete History Of Fossil Fuels | OilPrice.com <https://oilprice.com/Energy/General/The-Complete-History-Of-Fossil-Fuels.html>
- [11] G. John Ikenberry “The Irony of State Strength: Comparative Responses to the Oil Shocks in the 1970s” <https://www.jstor.org/stable/2706744>
- [12] 2030 Climate Target Plan - Climate Action - European Commission https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/2030_ctp_en

- [13] Oberthür (2019), op. cit.: 18.
- [14] See Goldthau, A. and Sitter, N. (2019) Regulatory or Market Power Europe? EU Leadership Models for International Energy Governance, in J. M. Godzimirski (ed.), *New Political Economy of Energy in Europe*. Cham: Palgrave, 27–47; Siddi, M. (2016) The EU’s Energy Union: A Sustainable Path to Energy Security? *The International Spectator*. 51, 1: 131–144; Siddi, M. (2019) The EU’s Botched Geopolitical Approach to External Energy Policy: The Case of the Southern Gas Corridor. *Geopolitics*. 24, 1: 124–144.
- [15] European Commission (2019), op. cit., 2.
- [16] European Commission (2019), op. cit.: 4–5.
- [17] European Commission (2020) Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the Just Transition Fund, COM(2020) 22 final, 14 January.
<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020PC0022&from=EN>.
- [18] Ioannis Kioutsioukis, Dimitrios Melas, Christos Zerefos (2009), “Statistical assessment of changes in climate extremes over Greece (1955–2002)”
- [19] A. Toreti, E. Xoplaki, D. Maraun, F. G. Kuglitsch, H. Wanner and J. Luterbacher, (2010), “Characterisation of extreme winter precipitation in Mediterranean coastal sites and associated anomalous atmospheric circulation patterns”.
- [20] «ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ», Τράπεζα της Ελλάδος, 2011
https://www.bankofgreece.gr/Publications/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BA%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7.pdf
- [21] Μάνδρα: Ένας χρόνος από τις καταστροφικές πλημμύρες με τους 24 νεκρούς
<https://www.cnn.gr/focus/story/154709/mandra-enas-xronos-apo-tis-katastrofikes-plimmyres-me-toys-24-nekroys>
- [22] Εύβοια - πλημμύρες : Οκτώ νεκροί, μεγάλες καταστροφές - καθορίζονται οι αποζημιώσεις - Ειδήσεις - νέα - Το Βήμα Online
<https://www.tovima.gr/2020/08/11/society/eyvoia-plimmyres-okto-nekroi-megales-katastrofes-kathorizontai-oi-apozimioseis/>
- [23] World Coal Statistics – Worldometer
<https://www.worldometers.info/coal/>
- [24] Έως το 2023 θα κλείσουν όλες οι εν λειτουργία λιγνιτικές μονάδες | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ

- <https://www.kathimerini.gr/economy/business/1056209/eos-to-2023-tha-kleisoyn-oles-oi-en-leitoyrgia-lignitikes-monades/>
- [25] ΥΠΕΝ: Ένα είναι σίγουρο, μετά το 2028 η Πτολεμαΐδα 5 δεν θα λειτουργεί με λιγνίτη – Διερεύνηση και για χρήση βιομάζας
<https://energypress.gr/news/ypen-ena-einai-sigoyro-meta-2028-i-ptolemaida-5-den-tha-leitoyrgei-me-ligniti-diereynisi-kai>
- [26] Stavros Malkidis, Stilianos Fountas (2020), “Liquid fuel price adjustment in Greece: A two-stage, threshold cointegration approach”
- [27] Greece Oil consumption - data, chart | TheGlobalEconomy.com
https://www.theglobaleconomy.com/Greece/oil_consumption/
- [28] Κωσταντίνος Χ. Λέφας, Βαΐος Η. Σελλούντος, “Εισαγωγή στην Τεχνολογία του Φυσικού Αερίου”, Σέλκα - 4Μ Τεκδοτική, 4η έκδοση 2004
- [29] Παπαντώνης Ε. Δ., “Μικρά υδροηλεκτρικά έργα”, 2016, Εκδόσεις ΤΣΟΤΡΑΣ
- [30] Στην 5η θέση παγκοσμίως η Ελλάδα στην εγκατάσταση ηλιακών θερμοσίφωνων! - Venman | Solar Collectors | Heater Tanks
<https://www.venman.gr/stin-5i-thesi-pagkosmios-i-ellada-stin-egkatakastasi-iliakon-thermosifonon/>
- [31] Κωνσταντίνος Θ. Δέρβος, “Φωτοβολταϊκά Συστήματα Από τη θεωρία στην πράξη”, Εκδόσεις ΕΜΠ 2013
- [32] Ζερβός Α., Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2018
- [33] Constantine Pliopoulos, Stelios Rozakis (2009), “Environmental cost-effectiveness of biodiesel production in Greece: Current policies and alternative scenarios”
- [34] A. Michopoulos, V. Skoulou, V. Voulgari, A. Tsikaloudaki, N.A. Kyriakis, “The exploitation of biomass for building space heating in Greece: Energy, environmental and economic considerations”, 2013
- [35] Athina G. Gaglia, Evangelos N. Dialynas, Athanassios A. Argiriou, Effie Kostopoulou, Dimitris Tsiamitros, Dimitris Stimoniaris, Konstantinos M. Laskos, “Energy performance of European residential buildings: Energy use, technical and environmental characteristics of the Greek residential sector –energy conservation and CO 2 reduction”, 2018
- [36] Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων προέλευσης “Υπολειπόμενο Ενεργειακό Μείγμα 2019”, Ιούλιος 2020
- [37] Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος, “Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το κλίμα”, Νοέμβριος 2019

- [38] Ελληνική Στατιστική Αρχή, “Απογραφή Κτηρίων 2011”
- [39] ΚΕΝΑΚ 2010, ΦΕΚ 407/2010, Εφημερίδα της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, 9 Απρ 2010
- [40] ΚΕΝΑΚ 2017, ΦΕΚ 2367/2017, Εφημερίδα της κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, 12 Ιουλ 2017
- [41] Ελληνική Στατιστική Αρχή, “Έρευνα κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά, Οκτώβριος 2011 - Σεπτέμβριος 2012”
- [42] Εκτακτες εισφορές και ειδικός φόρος κατανάλωσης στο πετρέλαιο | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ
<https://www.kathimerini.gr/economy/local/446708/ektaktes-eisfores-kai-eidikos-foros-katanolosis-sto-petrelaiio/>
- [43] Centre for renewable energy sources and saving “Energy efficiency trends and policies in Greece”, July 2018
- [44] Μακροχρόνιος Σχεδιασμός για το Ενεργειακό Σύστημα της Ελλάδας, W.W.F. Οκτώβριος 2017
- [45] Θερμομόνωση. Τι είναι και τι προσφέρει;
<https://www.monoscience.gr/υπηρεσίες/θερμομόνωση/>
- [46] Το όφελος της αλλαγής Κουφωμάτων - GreenEvo.gr | Ανακαίνιση Σπιτιού - Κουφώματα PVC - Αλουμινίου
<https://greenevo.gr/to-ofelos-tis-allagis-koufomatwn/>
- [47] Σκιά, δροσιά και εξοικονόμηση ενέργειας 30 – 60% στο σπίτι και το γραφείο με τη χρήση συστημάτων ηλιοπροστασίας - Energy Register
<https://www.energyregister.gr/eksoikonomisi/skia-drosia-eksoikonomisi-energeias-spiti-grafeio-xrisi-sistimatwn-ilioprostasias/>
- [48] G. Tsilingiridis*, G. Martinopoulos “Thirty years of domestic solar hot water systems use in Greece – energy and environmental benefits – future perspectives”, 2009
- [49] Ηλιακός Θερμοσίφωνας - Οφέλη και Εξοικονόμηση Ρεύματος | Volton
<https://volton.gr/iliakos-thermosifonas-ofeli-exikonomisi/>
- [50] Μπόιλερ λεβητοστασίου - Πληροφορίες για λέβητες ή boiler
<https://www.thermosifones.gr/boiler.php>
- [51] Boiler ή μπόιλερ: Δοχείο για ζεστό νερό με την χρήση θέρμανσης
<https://greenbuilding.gr/video/boiler/>
- [52] Εγκατάσταση Αερίου με αλλαγή καυστήρα - Erdgas Εγκαταστάσεις
<https://www.erdgas.gr/εγκατάσταση-αερίου-με-αλλαγή-καυστήρα>

- [53] Πλεονεκτήματα θέρμανσης με φυσικό αέριο - Κλιμαμηχανική ΑΕ
<https://klimamichaniki.gr/pleonektimata-thermansis-me-fusiko-aerio/>
- [54] Αντλίες Θερμότητας – γιατί να τις προτιμήσω; – Climanair
<https://climanair.gr/antlies-thermotitas-pleonektimata/>
- [55] iSoft - Engineering software
<https://www.ti-soft.com/el/support/help/thermocad/libraries/products/heatpumps/general>
- [56] Comparing LED vs CFL vs Incandescent Light Bulbs
<https://www.viribright.com/lumen-output-comparing-led-vs-cfl-vs-incandescent-wattage/>
- [57] Δώσε A(+++)πόδοση στις λευκές συσκευές σου
https://www.4green.gr/news/data/g-ebuildings/Dwse-Apodosh-stis-leykes-syskeyes-soy_114777.asp
- [58] Φωτοβολταικά σε στέγες έως 10kW για πώληση ρεύματος
<https://www.oleng.eu/photovoltaics-in-roofs/>
- [59] Sukjoon Oha, Jeff S. Haberl, Juan-Carlos Baltazar, “Analysis methods for characterizing energy saving opportunities from home automation devices using smart meter data”, 2020
- [60] Τα «έξυπνα» σπίτια εξοικονομούν ενέργεια
<http://greenagenda.gr/ta-εξυπνα-σπίτια-εξοικονομούν-ενέρ/>
- [61] Απλοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων στην καθημερινότητα, TK/TEE
http://teekerkerk.gr/attachments/article/749/save_energy.pdf
- [62] ΕΛΣΤΑΤ: Στο 1,4% η ανάπτυξη για το 2017 | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ
<https://www.kathimerini.gr/economy/local/952059/elstat-sto-1-4-i-anaptyxi-gia-to-2017/>