



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Παραμετρική Ανάλυση Ενεργειακής Αναβάθμισης Τυπικών
Κτηριακών Τοπολογιών με την Χρήση του Λογισμικού KENAK**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Καλλιόπης Λιάκη

Επιβλέπων:

Δρ. Καβαδίας Α. Κοσμάς

Αθήνα, Μάρτιος 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Παραμετρική Ανάλυση Ενεργειακής Αναβάθμισης Τυπικών
Κτηριακών Τοπολογιών με την Χρήση του Λογισμικού KENAK**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Καλλιόπης Λιάκη

Επιβλέπων: Δρ. Καββαδίας Α. Κοσμάς

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική Επιτροπή την

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Δρ. Κοσμάς Καββαδίας

.....
Δρ. Χριστιάνα
Παπαποστόλου

.....
Δρ. Δημήτριος Ζαφειράκης

Αθήνα, Μάρτιος 2023

Copyright © - Καλλιόπη Λιάκη, 2022

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 στον 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 Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η Δηλούσα
(Υπογραφή)



.....
Καλλιόπη Λιάκη

Περίληψη

Οι αυξημένες καταναλώσεις της ενέργειας και οι υψηλές εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) είναι ένα μείζον πρόβλημα που απασχολεί την Ευρωπαϊκή κοινότητα. Σημαντικό αντίκτυπο στις καταναλώσεις της πρωτογενούς ενέργειας και στην παραγωγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει ο κτηριακός τομέας που χαρακτηρίζεται ως ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας. Το κτηριακό απόθεμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από χαμηλές ενεργειακές κατατάξεις και κρίνεται μη αποδοτικό. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτηρίων κρίνεται επιτακτική ανάγκη και αποτελεί βασικό εργαλείο για την επίτευξη της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Για την διερεύνηση του προβλήματος αυτού, η παρούσα εργασία μελετά, στα πλαίσια παραμετρικής ανάλυσης, την εφαρμογή καθιερωμένων, μεμονωμένων παρεμβάσεων αναφορικά με το κέλυφος και τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης σε τυπικές κτηριακές τοπολογίες. Για τον σκοπό αυτό εκπονείται, με την χρήση του λογισμικού TEE-KENAK, μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης με παρεμβάσεις που εφαρμόζονται σε δύο βασικούς τύπους κτηρίων, μία μονοκατοικία κατασκευασμένη πριν από το 1980 και ένα διαμέρισμα πολυκατοικίας, η κατασκευή του οποίου εκτιμάται κατά την περίοδο του 1981-2010. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων θα εξεταστεί για την Β και Δ κλιματική ζώνη κατά KENAK, ενώ η κύρια χρήση τους αναφέρεται σε κατοικία. Με βάση τα ανωτέρω, δημιουργούνται διαφορετικά σενάρια παρεμβάσεων στη βάση των οποίων προτείνονται ενεργειακές επεμβάσεις αξιολογώντας τόσο τα ενεργειακά όσο και τα οικονομικά αποτελέσματα καθεμίας εξ αυτών.

Λέξεις Κλειδιά

Ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων, Εξοικονόμηση ενέργειας, Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), TEE KENAK, Κλιματικές ζώνες, Μονοκατοικία, Διαμέρισμα, Θερμομόνωση, Κουφώματα, Θέρμανση, Ψύξη, ZNX

Abstract

Increased energy consumption and high carbon dioxide (CO₂) emissions are a problem of great concern, especially within the European community. The building sector is characterized as one of the leading consumers of energy and therefore has a significant impact on the consumption of primary energy and on the production of plant dioxide emissions. The building stock of Greece is identified by low energy ratings and overall inefficiency. Improving the energy efficiency of existing buildings is considered imperative and a key tool for achieving the reduction in energy consumption and carbon dioxide (CO₂) emissions. To investigate this problem, this work studies, in the context of parametric analysis, the application of established, individual interventions regarding the shell and the heating, cooling and hot water systems in typical building topologies. Using the “TEE-KENAK” software, an energy upgrade study is carried out, with interventions applied to two basic types of buildings, a single-family house built before 1980 and a multi-family apartment, the construction of which is estimated during the period of 1981-2010. The energy behaviour of the buildings will be examined for the “B” and “Δ” climate zone according to KENAK, while their main use refers to a residence. Based on the above, different intervention scenarios are created, on the basis of which energy interventions are proposed, evaluating both the energy and economic results of each of them.

Key Words

Energy upgrading of buildings, Energy saving, Energy efficiency certificate, Energy performance of buildings regulation (KENAK), TEE KENAK, Climate zones, Dedicate house, Single-family home, Apartment, Thermal insulation, Framing, Heating system, Cooling system, ZNX

Ευχαριστίες

Στο πέρας αυτού του κύκλου της ζωής μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με στηρίζει και με ενθαρρύνει σε όλη την διάρκεια της ζωής μου. Ακόμα θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον κ. Ζαφειράκη τόσο για την συμβολή του στην καθοδήγηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας πάνω σε ένα αντικείμενο που κινεί το ενδιαφέρον μου, όσο και για την σημαντική συμβολή του ως καθηγητής στο Τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Κωνσταντίνου Παναγιώτη για την συμβολή του στο δοκίμιο αυτό, καθώς οι γνώσεις του έχουν εμπλουτίσει την κατανόηση μου για το θέμα που πραγματεύεται η εργασία. Τους φίλους και συμφοιτητές μου και ειδικότερα τον Δημήτρη Κρίκη και την Ηλιάνα Στεφανίδη για την ενθάρρυνση τους και την εμπύχωση που μου πρόσφεραν, καθώς και τις Νικολάκου Μαρίτα και Καραγιαννοπούλου Εύη.

Σε όσους με στήριξαν

Περιεχόμενα

Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	13
Κατάλογος Εικόνων.....	15
Κατάλογος Πινάκων.....	16
1 Εισαγωγή.....	18
2 Κτηριακός τομέας.....	20
2.1 Κτηριακό απόθεμα.....	20
2.2 Ηλικία κτηρίων.....	22
2.3 Καταναλώσεις κτηρίων.....	24
2.4 Νομοθετική αναδρομή.....	26
2.5 Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης,.....	28
2.6 Προγράμματα εξοικονομώ.....	30
3 ΚΕΝΑΚ.....	32
3.1 Κλιματικές ζώνες.....	32
3.2 Κατηγορίες και χρήσεις κτηρίων.....	34
3.3 Ενεργειακές κατατάξεις.....	36
3.4 Κτήριο αναφοράς.....	37
3.5 Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	37
3.5.1 Βιβλιοθήκες.....	37
4 Μεθοδολογία.....	39
4.1 Μεθοδολογική προσέγγιση.....	39
5 Μελέτη Περίπτωσης.....	41
5.1 Υφιστάμενη Μονοκατοικία.....	41
5.1.1 Γενικά στοιχεία κτηρίου.....	43
5.1.2 Στοιχεία κελύφους μονοκατοικίας.....	44
5.1.3 Αδιαφανή δομικά στοιχεία.....	44
5.1.4 Διαφανή δομικά στοιχεία.....	45
5.1.5 Διείσδυση αέρα κουφωμάτων.....	46
5.1.6 Συντελεστής απορροφητικότητας στην ακτινοβολία (α).....	47
5.1.7 Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (ε).....	47
5.1.8 Συντελεστής ηλιακού κέρδους (g _w).....	47
5.1.9 Συντελεστές Σκίασης.....	47

5.1.10	Σύστημα θέρμανσης.....	48
5.1.11	Σύστημα ψύξης	48
5.1.12	Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)	48
5.2	Διαμέρισμα κατά ΚΘΚ	49
	Γενικά στοιχεία κτηρίου	49
5.2.1	Αδιαφανή δομικά στοιχεία.....	49
5.2.2	Διαφανή δομικά στοιχεία.....	50
5.2.3	Διείσδυση αέρα κουφωμάτων.....	51
5.3	Δ Κλιματική Ζώνη	52
6	Λογισμικό TEE KENAK	53
7	Σενάρια Ενεργειακής Αναβάθμισης	58
7.1	1° Σενάριο: Εξωτερική Θερμομόνωση Κελύφους	58
7.1.1	Μονοκατοικία Β και Δ ζώνη.....	58
7.1.2	Διαμέρισμα Β και Δ ζώνη	59
7.2	2° Σενάριο: Αντικατάσταση Κουφωμάτων	60
7.2.1	Μονοκατοικία Β και Δ κλιματική ζώνη	60
7.2.2	Διαμέρισμα Β και Δ ζώνη.....	62
7.3	3° Σενάριο: Ηλιακός Συλλέκτης.....	63
7.3.1	Μονοκατοικία Β κλιματική ζώνη	63
7.3.2	Μονοκατοικία Δ κλιματική ζώνη	63
7.3.3	Διαμέρισμα Β κλιματική ζώνη.....	63
7.3.4	Διαμέρισμα Δ κλιματική ζώνη.....	64
7.4	4° Σενάριο: Λέβητας Φυσικού Αερίου.....	64
7.4.1	Μονοκατοικία Β και Δ ζώνη.....	64
7.4.2	Διαμέρισμα Β και Δ ζώνη.....	64
7.5	5° Σενάριο: Αντλία Θερμότητας	64
7.5.1	Μονοκατοικία	64
7.5.2	Διαμέρισμα	64
8	Αποτελέσματα.....	65
8.1	Μονοκατοικία	65
8.2	Διαμέρισμα.....	72
9	Συμπεράσματα	79
10	Βιβλιογραφία	81

11 Παράρτημα.....	84
-------------------	----

Κατάλογος Διαγραμμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ (GLOBAL CARBON ATLAS, 2021)	18
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1 ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΕΛΣΤΑΤ ¹) 20	
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ (ΕΛΣΤΑΤ ¹)	21
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΜΙΚΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ (ΕΛΣΤΑΤ ¹)	21
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (ΕΛΣΤΑΤ ²)	22
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.5 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ (ΕΛΣΤΑΤ ¹)	23
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (ΕΛΣΤΑΤ ²)	23
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.7 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ (ΚΤΟΕ) ΤΟ ΕΤΟΣ 2015 (ΥΠΕΝ)	24
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΝ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ (ΚΤΟΕ) ΤΟ ΕΤΟΣ 2015 (ΥΠΕΝ)	24
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.9 ΜΕΡΙΔΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ (%) (ΥΠΕΝ)	25
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.10 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ (%) ΤΟ 2015 (ΥΠΕΝ)	25
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.11 ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΕΑ ΤΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2011-2020 (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ²)	29
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.12 ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΕΑ ΓΙΑ ΚΤΗΡΙΑ ΑΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2020 (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ²)	29
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.13 ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΟΜΕΝΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWH) ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ²)	30
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWH/M ²) ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	68
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.2 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	68
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.3 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (KG/M ²) ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	69
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWH/M ²) ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (ΕΤΗ) ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	69
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.5 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	75
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	75
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.7 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (KG/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	76
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8.8 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWH/M ²) ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (ΕΤΗ) ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΑΙ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	76
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.1 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (KWH/M ²) ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	88
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.2 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (KWH/M ²) ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	88
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.3 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ (KWH/M ²) ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	89

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.28 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (KG/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΠΗΓΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	101
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.29 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	102
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.30 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	102
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.31 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	103
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.32 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	103
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.33 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ.....	104
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.34 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ.....	104
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.35 ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ.....	105
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.36 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (KWH/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	105
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.37 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (KG/M ²) ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	106

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1.1 ΜΕΡΙΔΙΟ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΤΙΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 2020 (GABC)	19
ΕΙΚΟΝΑ 2.1 ΈΝΤΥΠΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)	28
ΕΙΚΟΝΑ 3.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Κ.Ε.Ν.Α.Κ	33
ΕΙΚΟΝΑ 5.1 ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ E=149,48M ²	41
ΕΙΚΟΝΑ 5.2 ΚΑΤΟΨΗ Α ΟΡΟΦΟΥ E=128,31M ²	42
ΕΙΚΟΝΑ 5.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ	43
ΕΙΚΟΝΑ 5.4 ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010).....	52
ΕΙΚΟΝΑ 5.5 ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010).....	52
ΕΙΚΟΝΑ 6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	53
ΕΙΚΟΝΑ 6.2 ΚΑΡΤΕΛΑ ΚΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ.....	53
ΕΙΚΟΝΑ 6.3 ΚΑΡΤΕΛΑ ΖΩΝΗ 1 ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	54
ΕΙΚΟΝΑ 6.4 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΜΕΡΟΣ 1).....	54
ΕΙΚΟΝΑ 6.5 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΜΕΡΟΣ 2).....	54
ΕΙΚΟΝΑ 6.6 ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΜΕΡΟΣ 1)	55
ΕΙΚΟΝΑ 6.7 ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ (ΜΕΡΟΣ 2)	55
ΕΙΚΟΝΑ 6.8 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 6.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ.....	56
ΕΙΚΟΝΑ 6.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΝΧ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	56
ΕΙΚΟΝΑ 6.11 ΚΑΡΤΕΛΑ ΚΤΗΡΙΟ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	56
ΕΙΚΟΝΑ 6.12 ΚΑΡΤΕΛΑ ΖΩΝΗ 1 ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ.....	57

ΕΙΚΟΝΑ 6.13 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	57
ΕΙΚΟΝΑ 6.14 ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	57
ΕΙΚΟΝΑ 7.1 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΤΗΣ Β ΖΩΝΗΣ.....	63
ΕΙΚΟΝΑ 7.2 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ ΤΗΣ Δ ΖΩΝΗΣ.....	63
ΕΙΚΟΝΑ 7.3 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΤΗΣ Β ΖΩΝΗΣ.....	63
ΕΙΚΟΝΑ 7.4 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΤΗΣ Δ ΖΩΝΗΣ	64
ΕΙΚΟΝΑ 8.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗΝ Δ ΖΩΝΗ (ΔΕΞΙΑ).....	65
ΕΙΚΟΝΑ 8.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ Β ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΖΩΝΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ Δ ΖΩΝΗ (ΔΕΞΙΑ)	72
ΕΙΚΟΝΑ 11.1 ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ.....	84
ΕΙΚΟΝΑ 11.2 ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	84
ΕΙΚΟΝΑ 11.3 ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	85
ΕΙΚΟΝΑ 11.4 ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ Α ΟΡΟΦΟΥ	85
ΕΙΚΟΝΑ 11.5 ΓΩΝΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ Α ΟΡΟΦΟΥ	86
ΕΙΚΟΝΑ 11.6 ΣΚΙΑΣΕΙΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ.....	87

Κατάλογος Πινάκων

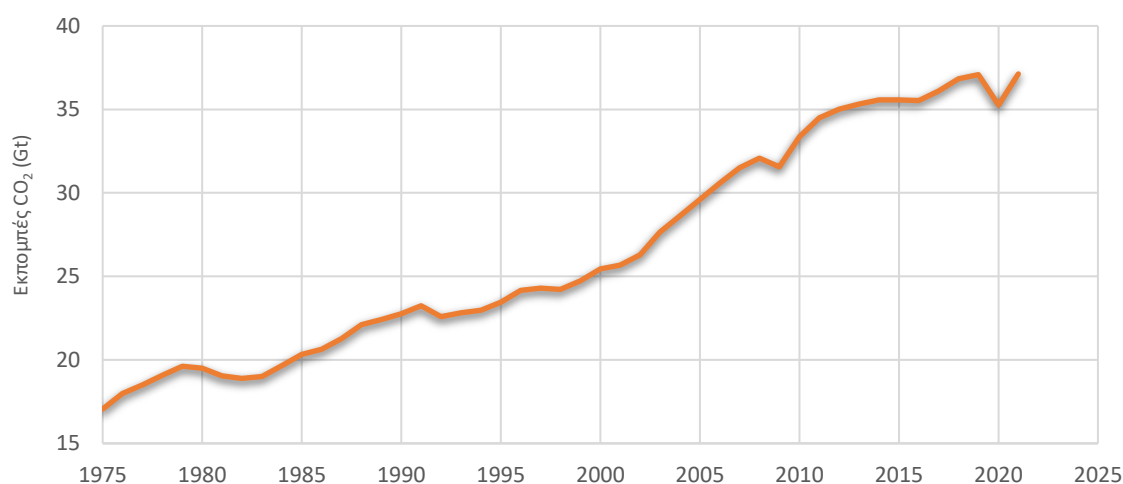
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 ΠΛΗΘΟΣ ΠΕΑ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΩΗ) ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ²)	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ.....	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.....	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Α ΟΡΟΦΟΥ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ Α ΟΡΟΦΟΥ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7 ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ.....	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1 ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2 ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Α ΟΡΟΦΟΥ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3 ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	59

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4 ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΤΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.5 ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ Α ΟΡΟΦΟΥ ΤΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.6 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.7 ΝΕΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.8 ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΩΗ/Μ ² ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΖΩΝΗ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2 ΚΟΣΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΖΩΝΗ.....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΩΗ/Μ ² ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΖΩΝΗ	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4 ΚΟΣΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΖΩΝΗ.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΩΗ/Μ ² ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΖΩΝΗ	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.6 ΚΟΣΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Β ΖΩΝΗ.....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.7 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΚΩΗ/Μ ² ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΖΩΝΗ	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.8 ΚΟΣΤΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ Δ ΖΩΝΗ.....	74

1 Εισαγωγή

Η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, η προστασία του και η αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων γίνονται όλο και πιο εμφανείς στην επικαιρότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Η συνεχής αύξηση της κατανάλωσης της ενέργειας και των εκπομπών του CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα είναι από τις μεγαλύτερες, μακροπρόθεσμες προκλήσεις που η Ευρωπαϊκή Ένωση καλείται να αντιμετωπίσει (Katafygiotou & Serghides, 2014), (Uihlein & Eder, 2010).

Ύστερα από την εποχή της πανδημίας όπου οι εκπομπές του CO₂ μειώθηκαν, παρατηρείται αύξηση κατά 5,3% στις παγκόσμιες εκπομπές του 2021 σε σχέση με τα επίπεδα του 2020, φτάνοντας περίπου τα 37,9 Gt CO₂, επιστρέφοντας στα επίπεδα του 2019 (European Commission³).

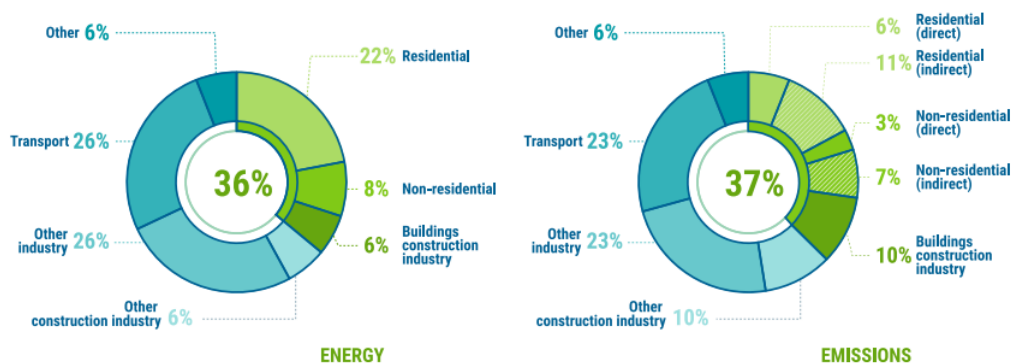


Διάγραμμα 1.1 Παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ (Global Carbon Atlas, 2021)

Την περίοδο της πανδημίας 2019-2020 η Ευρωπαϊκή Ένωση πέτυχε μείωση των εκπομπών του CO₂ κατά 10,8% ωστόσο οι εκπομπές σημείωσαν αύξηση κατά 6,5% το 2021. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία έρχεται με κύριο γνώμονα να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις αυτές. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσπίζει πολιτικές και μέτρα θέτοντας ως στόχο αρχικά την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030, κατά 55% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, και στη συνέχεια την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 (European Commission), (European Council).

Σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας και στην παραγωγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει ο κτηριακός τομέας που χαρακτηρίζεται ως ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας και παραγωγούς εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) (Li et al., 2019), (B.P.I.E.). Το κτηριακό απόθεμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ευθύνεται περίπου για το 40% της κατανάλωσης

ενέργειας και περίπου για το 36% των εκπομπών CO₂. (Dascalaki et al., 2016), (Dascalaki et al., 2012), (Zarco-Periñán et al., 2022). Το έτος 2020, περίπου το 9% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την ενέργεια προέρχεται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων στα κτήρια, ένα άλλο 18% προέρχεται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας που χρησιμοποιείται στα κτήρια και ένα επιπλέον 10% σχετίζεται με την κατασκευή δομικών υλικών. Επομένως, ολόκληρος ο κύκλος ζωής ενός κτηρίου ευθύνεται άμεσα και έμμεσα για το 37% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την ενέργεια, γεγονός που απαιτεί περιορισμούς των εκπομπών ολόκληρου του κύκλου ζωής (GABC).



Εικόνα 1.1 Μερίδιο των κτηρίων και των κατασκευών στις παγκόσμιες εκπομπές CO₂ και της τελικής ενέργειας 2020 (GABC)

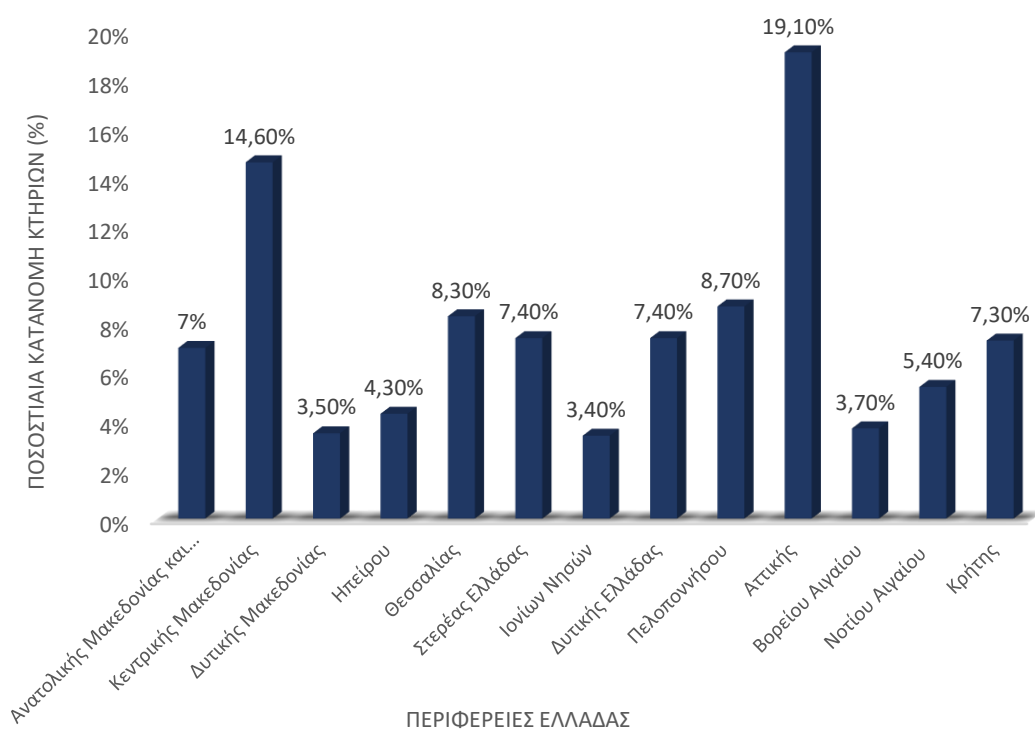
Η Ελλάδα εφαρμόζει ολοκληρωμένες μεταρρυθμίσεις στον ενεργειακό τομέα για την προώθηση της μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με την Πολιτεία να επικεντρώνεται σε μια οικονομικά προσιτή ενεργειακή μετάβαση που ωφελεί όλους τους πολίτες (ΕΣΕΚ). Η Ελλάδα έχει θέσει στόχους για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά περισσότερο από 56% έως το 2030 σε σύγκριση με το 2005 και για μια κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050 (IEA).

2 Κτηριακός τομέας

2.1 Κτηριακό απόθεμα

Το κτηριακό απόθεμα της Ελλάδας αποτελείται κατά βάση από κτήρια κατοικιών αλλά και από κτήρια άλλων χρήσεων του τριτογενούς τομέα (Υ.Π.Ε.Κ.Α.¹). Η απογραφή των κτηρίων γίνεται κάθε δέκα χρόνια, με την πιο πρόσφατη απογραφή να έχει διενεργηθεί τον Ιούλιο του 2021, ωστόσο τα αποτελέσματα της δεν έχουν δημοσιευθεί μέχρι και σήμερα.

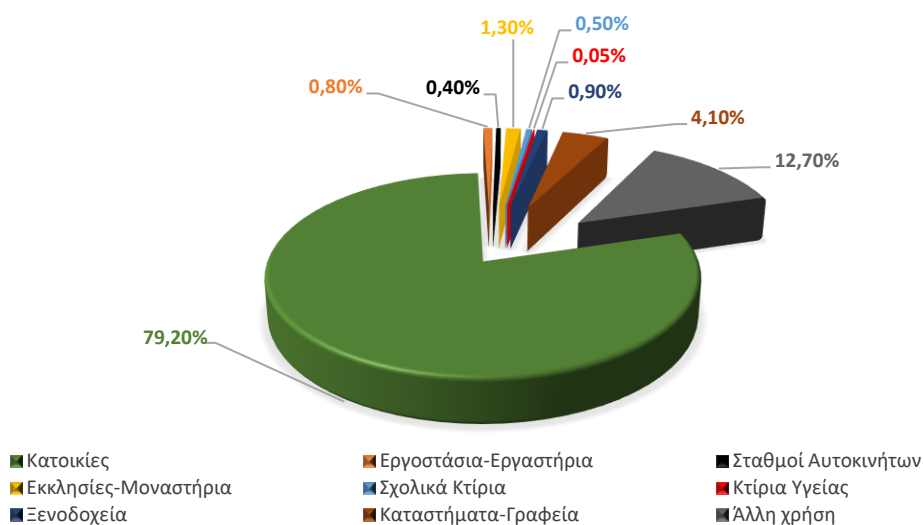
Με βάση τα τελευταία δημοσιευμένα αποτελέσματα που υπάρχουν από την «Απογραφή Κτηρίων 2011» της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ, 2011.) ο αριθμός των κτηρίων το 2011 ήταν συνολικά 4.105.637. Η Αττική συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό κτηρίων 19,1% σε σχέση με τις υπόλοιπες περιφέρειες της Ελλάδας, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, με την Κεντρική Μακεδονία να έρχεται δεύτερη με ποσοστό 14,6% (ΕΛΣΤΑΤ¹).



Διάγραμμα 2.1 Ποσοστιαία κατανομή των κτηρίων ανά περιφέρεια της Ελλάδας (ΕΛΣΤΑΤ¹)

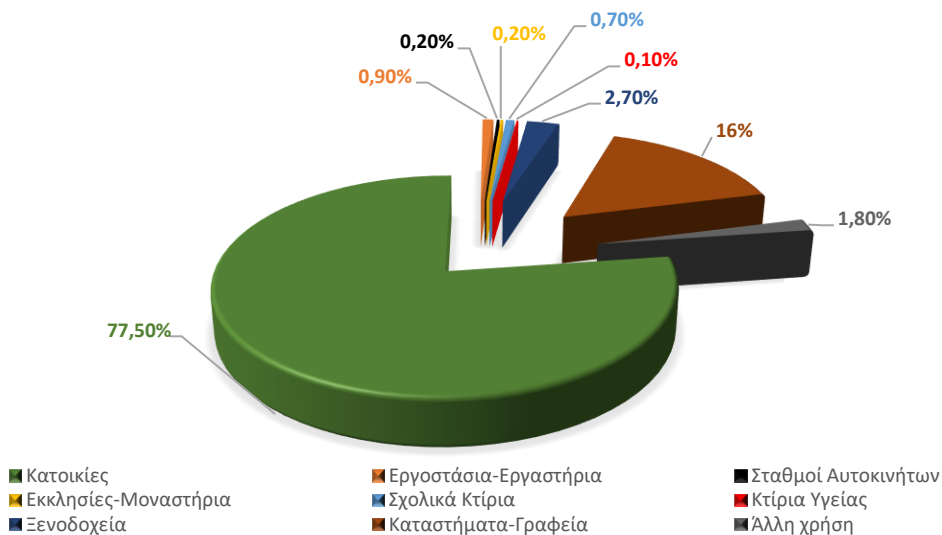
Από το σύνολο των κτηρίων, το 92,2% (3.775.848 κτήρια) είναι αποκλειστικής χρήσης και το 8% (329.789 κτήρια) είναι μικτής χρήσης. Το μεγαλύτερο ποσοστό και στις δύο κατηγορίες καταλαμβάνουν τα κτήρια που έχουν ως κύρια χρήση την κατοικία. Στα διαγράμματα 2.2 και 2.3 παρουσιάζεται η κατανομή των κτηρίων αποκλειστικής και μικτής χρήσης σύμφωνα με το είδος της χρήσης τους.

ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ



Διάγραμμα 2.2 Κατανομή κτηρίων αποκλειστικής χρήσης σύμφωνα με το είδος χρήσης τους (ΕΛΣΤΑΤ¹)

ΜΙΚΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ



Διάγραμμα 2.3 Κατανομή κτηρίων μικτής χρήσης σύμφωνα με το είδος χρήσης τους (ΕΛΣΤΑΤ¹)

Το σύνολο των κατοικιών υπολογίστηκε σε 6.384.533 με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να καταλαμβάνουν οι πολυκατοικίες, με ποσοστό 44,7%, και στην συνέχεια οι μονοκατοικίες, με 38,6%, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 2.4 (ΕΛΣΤΑΤ²).



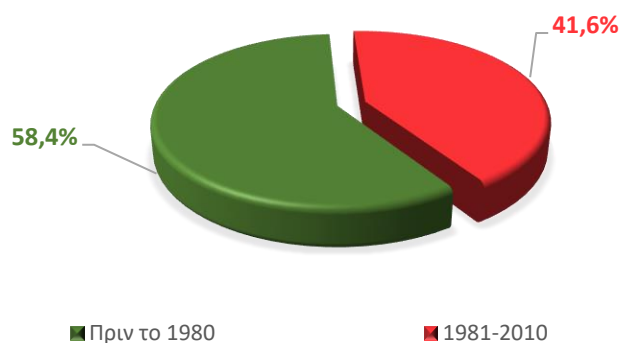
Διάγραμμα 2.4 Κατανομή κατοικιών ανά είδος κτηρίου (ΕΛΣΤΑΤ²)

2.2 Ηλικία κτηρίων

Η ηλικία του κτηριακού αποθέματος της Ελλάδας μπορεί να προσδιοριστεί σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία από τέσσερις βασικές περιόδους, που διαμορφώνονται σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο που ίσχυε την χρονική περίοδο κατασκευής των κτηρίων και σύμφωνα με την κατάσταση και τις εφαρμοζόμενες τεχνολογίες του κελύφους και των ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων. Αρχικά, το 1980 εφαρμόστηκε για πρώτη φορά ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ) και το 2010 υιοθετήθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), ο οποίος τροποποιήθηκε το 2017. Έτσι οι ηλικιακές κλάσεις που χαρακτηρίζουν το κτηριακό απόθεμα και επηρεάζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα του είναι οι εξής:

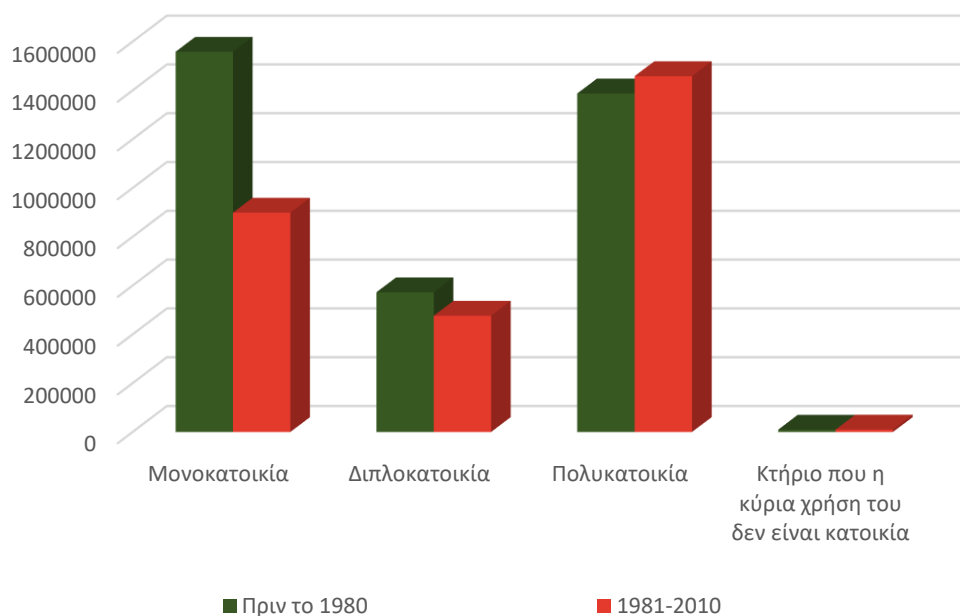
- Πριν το 1980, όπου εντάσσονται τα κτήρια των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν το 1980, δηλαδή πριν την εφαρμογή του Κ.Θ.Κ., και τα οποία χαρακτηρίζονται ως θερμικά απροστάτευτα.
- Από 1981 έως το 2010, όπου η οικοδομική άδεια των κτηρίων έχει εκδοθεί ύστερα από την εφαρμογή του Κ.Θ.Κ. μέχρι και την θέσπιση του Κ.Εν.Α.Κ.
- Από το 2010 έως το 2017, όπου η οικοδομική άδεια τους έχει εκδοθεί με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ και μέχρι την αναθεώρηση του.
- Από το 2017 και ύστερα, όπου κατατάσσονται τα κτήρια που η οικοδομική τους άδεια εκδόθηκε ύστερα από την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ. και τα κτήρια όπου έχουν κατασκευαστεί πριν την εφαρμογή του αναθεωρημένου Κ.Εν.Α.Κ αλλά έχουν υποστεί ριζική ανακαίνιση σύμφωνα με αυτόν (Υ.Π.Ε.Κ.Α.¹).

Με βάση τις παραπάνω χρονικές περιόδους, και σύμφωνα με τα δεδομένα της απογραφής του 2011, το μεγαλύτερο ποσοστό του κτηριακού αποθέματος έχει κατασκευαστεί πριν το 1980 με τα εν λόγω κτήρια να θεωρούνται θερμικά απροστάτευτα, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 2.5.



Διάγραμμα 2.5 Κατανομή κτηρίων με βάση την περίοδο κατασκευής τους (ΕΛΣΤΑΤ¹)

Σύμφωνα με το διάγραμμα 2.6 το μεγαλύτερο μέρος των μονοκατοικιών έχει κατασκευασθεί πριν από το 1980 όπου δεν εφαρμοζόταν κάποιος κανονισμός για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Αντίθετα, οι πολυκατοικίες εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό κατασκευής την περίοδο 1981-2010, όταν εφαρμοζόταν ο Κανονισμός Θερμομόνωσης των κτηρίων (ΕΛΣΤΑΤ²).

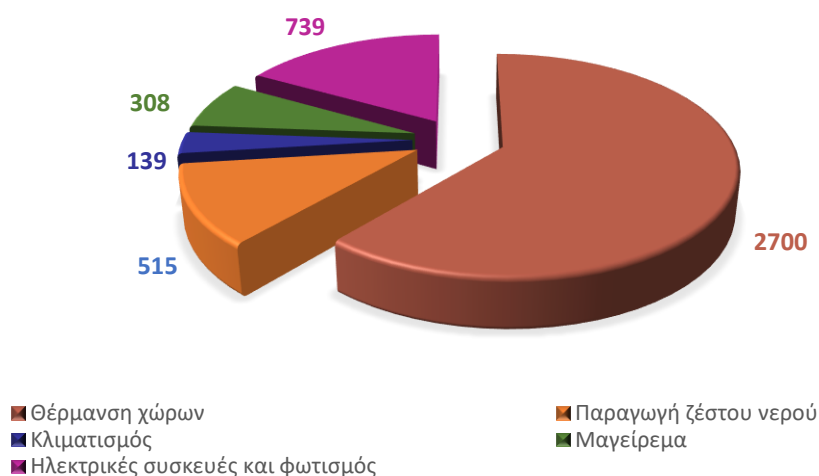


Διάγραμμα 2.6 Κατανομή κατοικιών ανά περίοδο κατασκευής και ανά είδος κτηρίου (ΕΛΣΤΑΤ²)

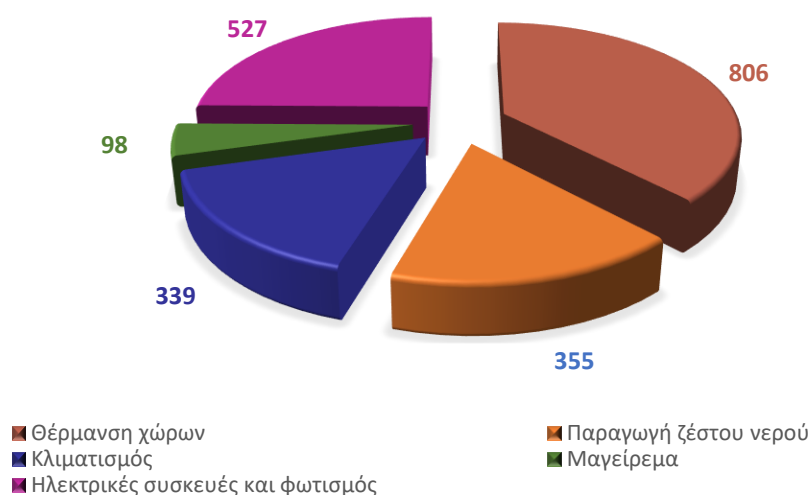
2.3 Καταναλώσεις κτηρίων

Στην Ελλάδα η τελική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε σημαντικά από το 2008 έως και το 2015 λόγω της οικονομικής ύφεσης που υπέστη η χώρα. Ωστόσο, παρατηρείται μια αυξητική πορεία τα επόμενα δύο έτη. Σύμφωνα με την «Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτηριακού αποθέματος, αποτελούμενο από κατοικίες και εμπορικά κτήρια, δημόσια και ιδιωτικά, σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές έως το 2050 (Άρθρο 2Αν. 4122/2013)» και το ενεργειακό ισοζύγιο, η ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων το 2017 ανερχόταν σε 6605Ktοe δηλαδή στο 42% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας (ΥΠΕΝ).

Σύμφωνα με το ενεργειακό ισοζύγιο της Eurostat, το 2015 η κατανάλωση των κατοικιών ήταν 4401ktοe ενώ η κατανάλωση του τριτογενή τομέα έφτασε τα 1613ktοe.



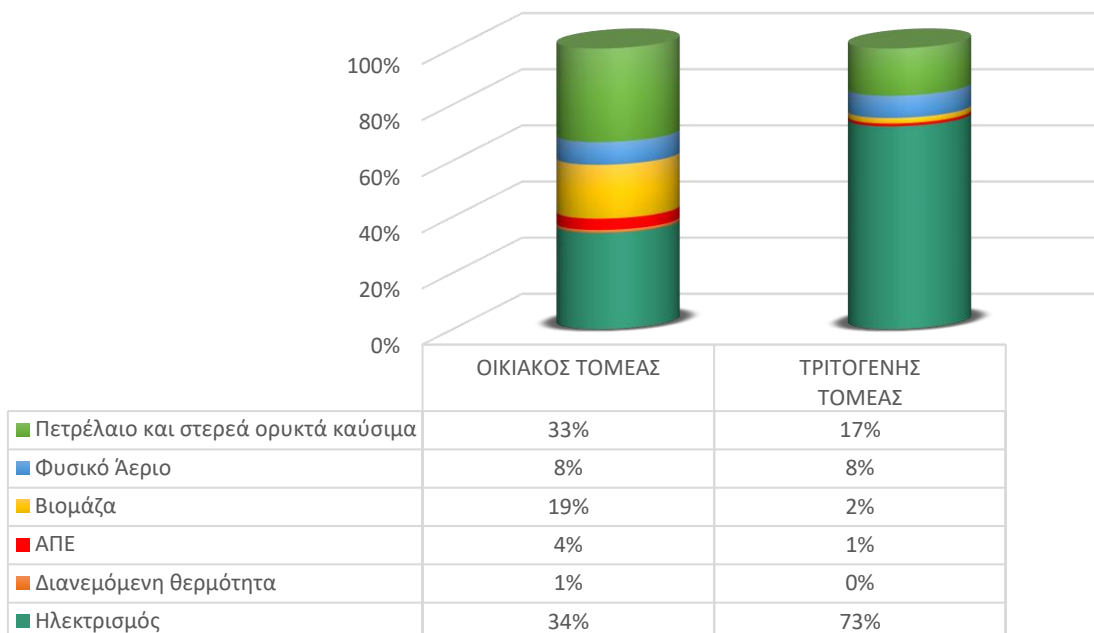
Διάγραμμα 2.7 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση στον οικιακό τομέα (ktοe) το έτος 2015 (ΥΠΕΝ)



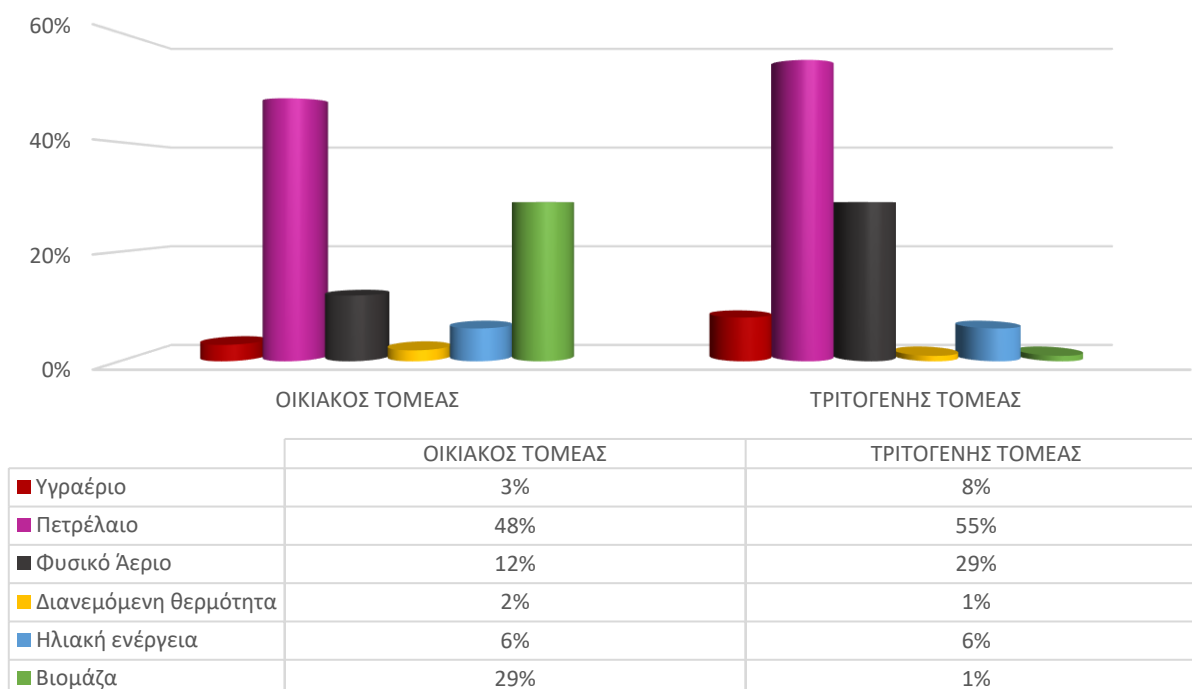
Διάγραμμα 2.8 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση στον τριτογενή τομέα (ktοe) το έτος 2015 (ΥΠΕΝ)

Τόσο στον οικιακό τομέα όσο και στον τριτογενή η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας όπως παρατηρείται από τα διαγράμματα 2.7 και 2.8 αποδίδεται στην θέρμανση των

χώρων και στην συνέχεια στις ηλεκτρικές συσκευές και τον φωτισμό. Για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χρησιμοποιείται κυρίως πετρέλαιο, καταλαμβάνοντας το υψηλότερο ποσοστό, της τάξης του 48% για τον οικιακό τομέα, ενώ για τον τριτογενή ανέρχεται σε 55%.



Διάγραμμα 2.9 Μέρη στην κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα (%) (ΥΠΕΝ)



Διάγραμμα 2.10 Τελική κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά καύσιμο στον οικιακό και τριτογενή τομέα (%) το 2015 (ΥΠΕΝ)

2.4 Νομοθετική αναδρομή

Όλα τα κτήρια που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα πριν το 1980 θεωρούνται θερμικά απροστάτευτα καθώς μέχρι εκείνη την εποχή δεν εφαρμοζόταν κάποιος κανονισμός. Το 1979 θεσπίστηκε στην Ελλάδα ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ) ΦΕΚ 362Δ/1979 ο οποίος αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια για τον έλεγχο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων. Ο κανονισμός αυτός αφορούσε τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου και καθιστούσε υποχρεωτική την εφαρμογή μόνωσης στα νέα κτήρια και την εγκατάσταση νέων κουφωμάτων με μικρότερη τιμή θερμοπερατότητας, καθώς και στόχευε στον προσδιορισμό των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, χωρίς να δίνει την ίδια βαρύτητα σε σχέση με την ενεργειακή κατανάλωση για ανάγκες ψύξης, που πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Ο Κ.Θ.Κ χώριζε την Ελλάδα σε τρεις θερμικές ζώνες Α, Β, Γ και με βάση αυτές καθόριζε τα όρια των θερμοπερατότητας (Κ.Θ.Κ.).

Στις 19 Μαΐου του 2008 με τον Νόμο 3661/2008 ΦΕΚ 89/Α/19-5-2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίζεται με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ (ΦΕΚ 89/Α/19-5-2008). Στον νόμο αυτό ορίζονται βασικές έννοιες όπως: κτήριο, ενεργειακή απόδοση, ενεργειακή επιθεώρηση, ενεργειακός επιθεωρητής, πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, σύστημα κλιματισμού, λέβητας, ωφέλιμη ονομαστική ισχύς, αντλία θερμότητας, νέο κτήριο, ριζική ανακαίνιση κτηρίου, συνολική επιφάνεια κτηρίου. Τα κτήρια κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη χρήση και καθορίζονται αντίστοιχα οι ελάχιστες προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοσή τους. Οι απαιτήσεις αυτές αφορούν τα νεόδμητα ή όσα υφίστανται ριζική ανακαίνιση κτήρια, άνω των 1000 τ.μ. Επιπλέον, κάθε πενταετία πρέπει να γίνεται αναθεώρηση και επανέλεγχος. Καθιερώνεται η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, χωρίς το οποίο δεν είναι δυνατή η ενοικίαση ή η πώληση τους. Υποχρεωτικές γίνονται και οι επιθεωρήσεις των λεβήτων θέρμανσης και των εγκαταστάσεων κλιματισμού από εξειδικευμένους και διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές. Τέλος, θέτει ως υποχρέωση την έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων στον οποίο θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Υστέρα από 30 χρόνια εφαρμογής του Κ.Θ.Κ τον Οκτώβριο του 2010 θεσπίζεται ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) (ΚΕΝΑΚ, 2010) ΦΕΚ Β407/09-04-2010, ο οποίος έρχεται να κάνει σημαντικές αλλαγές στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Με αυτόν θεσμοθετείται για πρώτη φορά ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτηριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Ορίζονται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, οι προδιαγραφές των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους των κτηρίων, το περιεχόμενο

της μελέτης για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, η μορφή και τα στοιχεία του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης και οι διαδικασίες των ενεργειακών επιθεωρήσεων. Για την ολοκληρωμένη και σωστή εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος συνέταξε τις Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (TOTEE) που εγκρίθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.). Οι Τεχνικές οδηγίες ήταν οι εξής:

- TOTEE 20701–1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- TOTEE 20701–2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- TOTEE 20701–3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».
- TOTEE 20701–4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Περίπου δυο χρόνια αργότερα έγιναν αλλαγές και δόθηκαν διευκρινήσεις οι οποίες εγκρίθηκαν από το Υ.Π.Ε.Κ.Α. με την υπ' Αριθμ. Οικ. 1192/ΦΕΚ 1413-2012 (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ΦΕΚ 1413-2012) και ενσωματώθηκαν στις δεύτερες εκδόσεις των TOTEE 20701-1/2010, TOTEE 20701-3/2010 και TOTEE 20701-4/2010 και δημιουργήθηκε και η TOTEE 20701–5/2012 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια».

Τον Ιούλιο του 2017, λόγω της υποχρέωσης από τον νόμο 366/2013 και προς συμμόρφωση του κανονισμού στις νέες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων της Ευρωπαϊκής οδηγίας 2010/30/ΕΕ, δημοσιεύθηκε και αντικατέστησε τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) ο αναθεωρημένος Κ.Εν.Α.Κ. 2017. Ύστερα από αναθεώρηση και έγκριση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή των Τεχνικών Οδηγιών βάση νέας υπουργικής απόφασης, το Υ.Π.Ε.Κ.Α. κατήγγειλε τις προηγούμενες Τεχνικές Οδηγίες και δημοσίευσε τις νέες εκδόσεις αυτών.

- TOTEE 20701–1/2017 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- TOTEE 20701–2/2017 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- TOTEE 20701–3/2017 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».
- TOTEE 20701–4/2017 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
- TOTEE 20701–5/2017 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια».

2.5 Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης,

Η ενεργειακή κατάταξη των κτηρίων γίνεται με την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α), ένα αναγνωρισμένο πιστοποιητικό από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) και διαρκεί δέκα χρόνια από την ημερομηνία που έχει εκδοθεί, έκτος αν υπάρξει ριζική ανακαίνιση, όποτε και σταματάει να ισχύει με το πέρας των εργασιών της ανακαίνισης. Η έκδοση του Π.Ε.Α απαιτείται μετά την κατασκευή ενός νέου κτηρίου, μετά την ριζική ανακαίνιση ενός υφιστάμενου κτηρίου, κατά την πώληση ή την ενοικίαση και σε κτήρια άνω των 250m² τα οποία χρησιμοποιούνται από υπηρεσίες του δημόσιου τομέα.

Ένα Π.Ε.Α. περιλαμβάνει γενικά στοιχεία για το κτήριο που είναι προς επιθεώρηση όπως την τοποθεσία του, τη χρήση του, την κλιματική ζώνη που βρίσκεται, την συνολική και την ωφέλιμη επιφάνεια του κτηρίου, την ενεργειακή κατάταξη του εξεταζόμενου κτηρίου, την υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) του κτηρίου αναφοράς και του κτηρίου που εξετάζεται, την πραγματική ετήσια κατανάλωση του επιθεωρούμενου κτηρίου και τις ετήσιες εκπομπές CO₂, την υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελικής χρήση (kWh/m²) καθώς και την υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση (kWh/m²). Επίσης αναγράφονται και προτεινόμενες συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την αναβάθμιση του επιθεωρούμενου κτηρίου. Για τις συστάσεις που θα αναγραφούν αναφέρεται το αρχικό εκτιμώμενο κόστος της επένδυσης, η εκτιμώμενη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, η εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης, η εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών CO₂ και τέλος η ενεργειακή κατηγορία στην οποία θα ενταχθεί το εξεταζόμενο κτήριο ύστερα από την εφαρμογή της κάθε σύστασης.

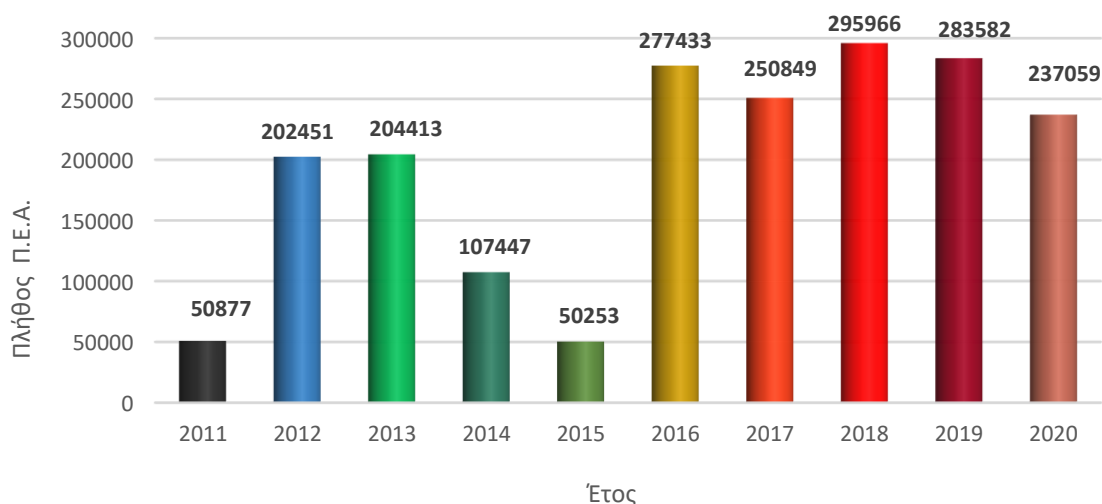
Η μορφή του εντύπου ενός Π.Ε.Α. φαίνεται στην ακόλουθη φωτογραφία:

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
Αρ. Πρωτοκόλλου:	Αρ. ασφαλείας:	Ημερομηνία έκδοσης:	Ημερομηνία ισχύος:
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:			
Κλιματική Ζώνη:			
Ενολική επιφάνεια:			
Ωφέλιμη επιφάνεια:			
Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη	Διανητή	
Μηνιαίες Ενεργειακές Καταναλώσεις:			
EP _{0,33} R ₀	A+		
0,33 R ₀ EP _{0,5} R ₀	A		
0,50 R ₀ EP _{0,75} R ₀	B+		
0,75 R ₀ EP _{1,00} R ₀	B		
1,00 R ₀ EP _{1,41} R ₀	F		
1,41 R ₀ EP _{1,82} R ₀	A		
1,82 R ₀ EP _{2,27} R ₀	E		
2,27 R ₀ EP _{2,73} R ₀	Z		
2,73 R ₀ EP	H		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας			
Κτήριο Αναφοράς [kWh/m ²]			
Επιθεωρούμενο κτήριο [kWh/m ²]			
Προσδοκώμενη ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου			
Μικροπαραγωγή ενέργειας [kWh/m ²]			
Θερμικές ενέργειες (καύσιμα) [kWh/m ²]			
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]			
Ετήσιες εκπομπές CO ₂ Επιθεωρούμενου Κτηρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]			
Προσδοκώμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]			
Θερμική άνωση <input type="checkbox"/>	Οπτική άνωση <input type="checkbox"/>	Ακουστική άνωση <input type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)						
Αρ. Πρωτοκόλλου	Αρ. Ασφαλείας					
Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]						
Κτήριο αναφοράς	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX	Φωτισμός		
Επιθεωρούμενο κτήριο						
Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZHX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (%)
Ηλεκτρική	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Πετρέλαιο	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Φυσικό Αέριο	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Πάσσα	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,00
Βιομάζα	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Γεωθερμία	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
Άλλα Η/Ε	0	0	0	0	0	0,00
Σύνολο	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ						
1.						
2.						
3.						
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας [kWh/m ²] [€]			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ονομαστικό Ένεργειακό Επιθεωρητή					Σφραγίδα	
Α.Μ. Ενεργειακού Επιθεωρητή:					Υπογραφή	

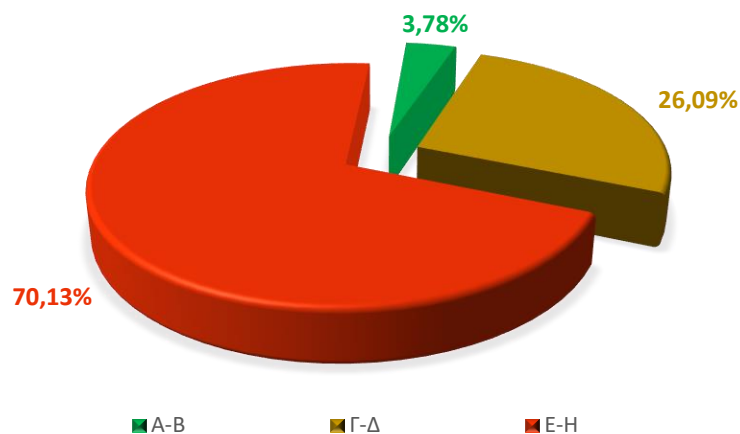
Εικόνα 2.1 Έντυπο Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των Π.Ε.Α., από την στατιστική ανάλυση για το έτος 2020 και της χρονικής περιόδου 2011-2020 συνολικά, την περίοδο αυτή έχουν εκδοθεί 1.960.330 Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης με το 81,83% αυτών να αφορά σε κτήρια κατοικιών και το 18,17% σε κτήρια του τριτογενή τομέα (Υ.Π.Ε.Κ.Α.²).



Διάγραμμα 2.11 Ετήσια κατανομή ΠΕΑ της χρονικής περιόδου 2011-2020 (Υ.Π.Ε.Κ.Α.²).

Το έτος 2020 εκδόθηκαν συνολικά 273.059 Π.Ε.Α., με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να παρατηρείται ότι κατατάσσεται στις χαμηλότερες ενεργειακές κατηγορίες E-H.



Διάγραμμα 2.12 Ποσοστό ΠΕΑ για κτήρια ανά ενεργειακή κατηγορία για το έτος 2020 (Υ.Π.Ε.Κ.Α.²)

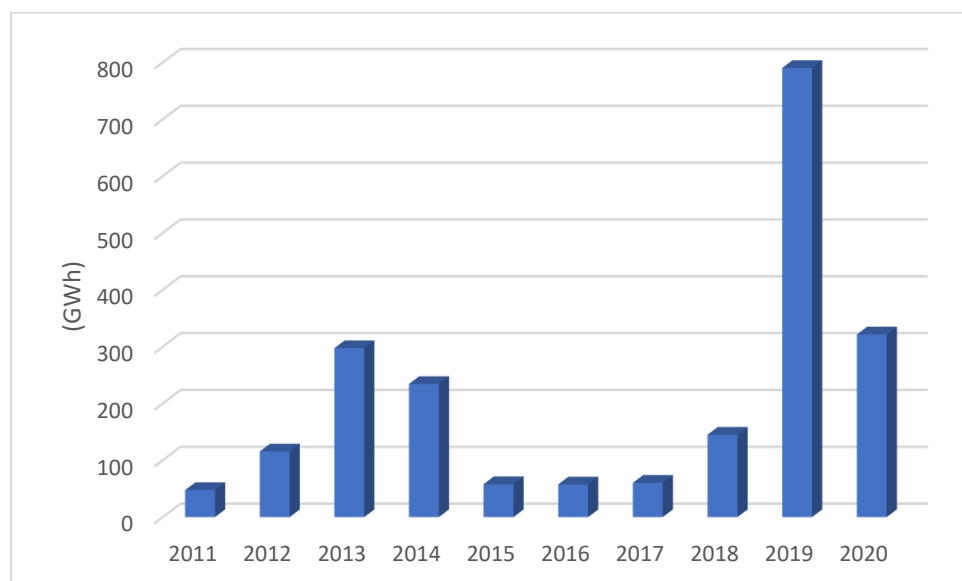
Στα κτήρια κατοικιών το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας καταναλώνεται για τις ανάγκες θέρμανσης με την μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε θέρμανση το 2020 να είναι ίση με 253,80 kWh/m². Αντίθετα στα κτήρια του τριτογενή τομέα, το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας καταναλώνεται για τις ανάγκες ψύξης, όπου η μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι ίση με 162,66 kWh/m², και για τις ανάγκες φωτισμού, με την μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας να είναι ίση με 160,89 kWh/m² (Υ.Π.Ε.Κ.Α.²).

2.6 Προγράμματα εξοικονομώ

Ένας από τους σημαντικούς παράγοντες για τον οποίο οι ιδιοκτήτες των ακινήτων δεν αναλαμβάνουν να αναβαθμίσουν ενεργειακά τα τους είναι το κόστος που απαιτείται. Για να ελαχιστοποιηθεί το πρόβλημα αυτό και για να υπάρξει ένα κίνητρο ενθάρρυνσης ώστε οι ιδιοκτήτες να προβούν στην ενεργειακή αναβάθμιση και να κάνουν τα κτήριά τους ενεργειακά αποδοτικότερα, ανά διαστήματα έχουν δημιουργηθεί προγράμματα επιδοτήσεων.

Με σκοπό την παροχή κινήτρων για την εφαρμογή παρεμβάσεων με στόχο να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες των κτηρίων και οι αέριες εκπομπές που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, δημιουργήθηκε στην Ελλάδα το πρόγραμμα «Εξοικονομώ κατ' οίκον» το 2010 (ΥΠΕΝ- ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ). Μερικές από τις παρεμβάσεις που χρηματοδοτεί το πρόγραμμα αυτό είναι η θερμομόνωση, η αντικατάσταση κουφωμάτων, η αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης και η τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών. Το πρόγραμμα χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και βασίζεται στον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 397/2009 (ΕΕ L126/21.05.2009) και στον Κανονισμό αριθ. 539/2010 (ΕΕ L158/24.6.2010). Σε συνέχεια του προγράμματος σχεδιάστηκε το «Εξοικονομώ κατ' οίκον II» και με την πάροδο των χρόνων δημιουργήθηκαν ανά κύκλους και άλλα προγράμματα όπως το «Εξοικονομώ – Αυτονομώ», το «Εξοικονομώ 2021» και το «Ηλέκτρα» που αφορούσε στην ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων κτιρίων.

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία των Π.Ε.Α. από την στατιστική ανάλυση για το έτος 2020 και της περιόδου 2011-2020, η εξοικονόμηση ενέργειας που έχει επιτευχθεί στα κτήρια κατοικιών που συμμετείχαν στα προγράμματα «Εξοικονομώ» παρουσιάζεται στο διάγραμμα 2.13 και στον πίνακα 2.1.



Διάγραμμα 2.13 Επιτυγχάνομενη εξοικονόμηση ενέργειας (GWh) ανά έτος έκδοσης από επεμβάσεις κτηρίων που συμμετείχαν σε προγράμματα Εξοικονομώ (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ²).

Πίνακας 2.1 Πλήθος ΠΕΑ και εξοικονόμηση ενέργειας (kWh) ανα έτος έκδοσης από τα προγράμματα Εξοικονομώ (Υ.Π.Ε.Κ.Α. ²)

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ'ΟΙΚΟΝ		
ΕΤΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ Π.Ε.Α	ΠΛΗΘΟΣ Π.Ε.Α	ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (GWh)
2011	2907	47,59
2012	6891	115,54
2013	17223	297,28
2014	13422	234,26
2015	2926	57,82
2016	3423	57,45
2017	3615	60,39
2018	7339	144,94
2019	30392	790,34
2020	11748	321,49
ΣΥΝΟΛΟ	99886	2127,10

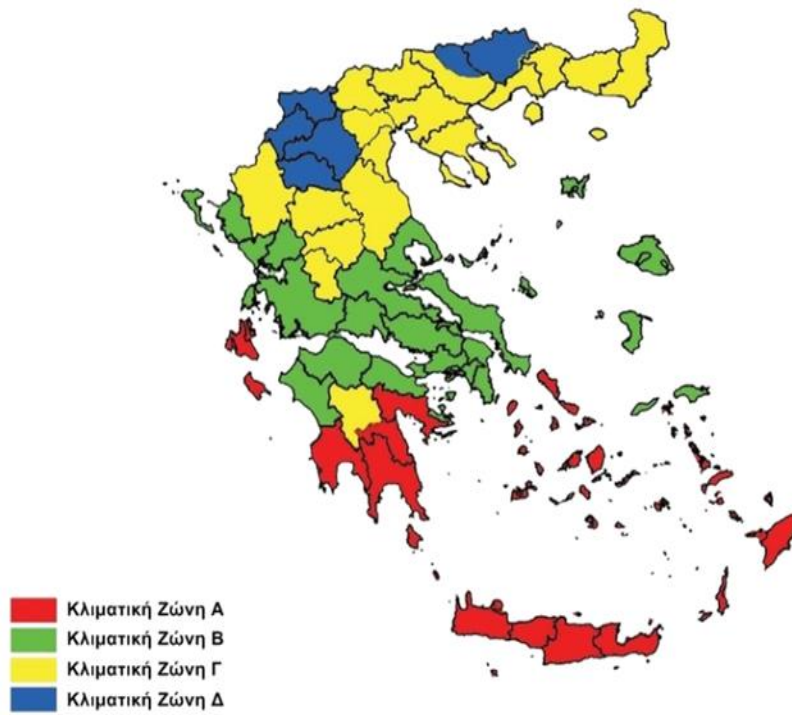
3 ΚΕΝΑΚ

3.1 Κλιματικές ζώνες

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017 η Ελλάδα είναι χωρισμένη σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.1. Οι τέσσερις κλιματικές ζώνες από την θερμότερη προς την ψυχρότερη είναι η Α, Β, Γ και Δ. Στον Πίνακα 3.1 προσδιορίζονται οι νομοί για την κάθε κλιματική ζώνη. Οι περιοχές που βρίσκονται σε περιοχές με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων αυτόματα κατατάσσονται στην αμέσως επόμενη κλιματική ζώνη σε σχέση με τον αρχικό διαχωρισμό, έκτος από την ζώνη Δ όπου τα κτίρια συνεχίζουν να κατατάσσονται στην ίδια ζώνη (ΚΕΝΑΚ, 2017).

Πίνακας 3.1 Νομοί της Ελλάδας ανά κλιματική ζώνη

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
Ζώνη Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
Ζώνη Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
Ζώνη Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Καβάλας, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
Ζώνη Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



Εικόνα 3.1 Κλιματικές ζώνες της Ελλάδας σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ

3.2 Κατηγορίες και χρήσεις κτηρίων

Οι βασικές κατηγορίες των κτηρίων είναι οκτώ και χωρίζονται σύμφωνα με την χρήση των κτηρίων, ενώ σύμφωνα με αυτές καθορίζονται οι συνθήκες λειτουργίας τους. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017) (πίνακας 1.5 «Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας τεχνικής οδηγίας») παρακάτω παρουσιάζονται οι κατηγορίες των κτηρίων με βάση την χρήση τους.

Πίνακας 3.2 Ταξινόμηση κτηρίων σύμφωνα με την χρήση τους

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδριών, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Με βάση τον νόμο 4122/2013 παράγραφο 7 άρθρο 4 από το πεδίο εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ εξαιρούνται οι παρακάτω κατηγορίες:

- μνημεία,
- κτήρια προστατευόμενα ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας, όπως διατηρητέα και εντός παραδοσιακών οικισμών κτίρια, στο βαθμό που η συμμόρφωση προς ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης θα αλλοίωσε κατά τρόπο μη αποδεκτό το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους,
- κτήρια χρησιμοποιούμενα ως χώροι λατρείας,
- βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, εργαστήρια,
- προσωρινής χρήσης κτήρια που με βάση το σχεδιασμό τους η διάρκεια χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα δύο έτη, αποθήκες, χώροι στάθμευσης οχημάτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, κτήρια αγροτικών χρήσεων – πλην κατοικιών – με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και αγροτικά κτίρια – πλην κατοικιών – που χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από εθνική συμφωνία που αφορά την ενεργειακή απόδοση κτιρίων,
- μεμονωμένα κτήρια, με συνολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη από πενήντα τετραγωνικά μέτρα (50 τ.μ.), για τα οποία ισχύουν μόνο οι ελάχιστες απαιτήσεις που αφορούν σε δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

3.3 Ενεργειακές κατατάξεις

Η κατηγορία ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου κτηρίου καθορίζεται βάση της ενεργειακής κατανάλωσής του. Οι κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων παρουσιάζονται τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3.3 Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50 R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41 R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73 R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Με βάση τις πληροφορίες του πίνακα, σημειώνονται τα ακόλουθα:

- Ο δείκτης R_R θεωρείται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς.
- EP είναι η υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου.
- Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

3.4 Κτήριο αναφοράς

Σύμφωνα με τον ορισμό του άρθρου 3 του ΚΕΝΑΚ το κτήριο αναφοράς παρουσιάζει τα ίδια χαρακτηριστικά που αφορούν την γεωμετρία, την θέση, τον προσανατολισμό, την χρήση και την λειτουργία με το κτήριο που εξετάζεται, τα οποία πληρούν της απαιτήσεις του άρθρου 8 του ΚΕΝΑΚ. Η ενεργειακή κατηγορία όπου κατατάσσεται το κτήριο αναφοράς είναι η Β με την ετήσια συνολική κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας του να αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας αυτής. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του είναι καθορισμένα και ορίζονται στο άρθρο 9 του ΚΕΝΑΚ (Παντελίδης Γεώργιος, (2016), (ΚΕΝΑΚ, 2010).

3.5 Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ δημιουργήθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - ΚΕΝΑΚ (2017) και των σχετικών αναθεωρημένων Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Δημιουργήθηκε ώστε να διαμορφωθεί κοινή μεθοδολογία και αντικειμενικότητα για την διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων και έκδοσης του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης κτηρίων που απαιτούνται για την εκπόνηση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ) και για την επιθεώρηση εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού (ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ).

3.5.1 Βιβλιοθήκες

Οι βιβλιοθήκες του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ) εμπεριέχουν δεδομένα ανεξάρτητα από το εξεταζόμενο κτίριο που είτε τα επιλέγει ο ενεργειακός επιθεωρητής, είτε είναι απευθείας συνδεδεμένες με τον πυρήνα των υπολογισμών του λογισμικού.

Βιβλιοθήκη κλιματικών: (επιλέξιμη βιβλιοθήκη)

Περιλαμβάνει κλιματικά δεδομένα για πόλεις της Ελλάδας όπως:

- Γεωγραφικό πλάτος και μήκος
- Μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία σε °C
- Μέση μηνιαία απόλυτη υγρασία (g/kg ξηρού αέρα) του εξωτερικού αέρα
- Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) που προσπίπτει στο οριζόντιο επίπεδο, στις κατακόρυφες επιφάνειες και σε επιφάνειες με 45^ο κλίση και για όλους τους προσανατολισμούς (Β, ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν, ΝΔ, Δ, ΒΔ).

Βιβλιοθήκη καυσίμων: (δεν είναι επιλέξιμη, συνδέεται κατευθείαν με τον πυρήνα των υπολογισμών)

Περιλαμβάνει δεδομένα για τα πιο γνωστά είδη καυσίμων που χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας στην χώρας μας όπως:

- Το πετρέλαιο θέρμανσης
- Το πετρέλαιο κίνησης
- Το φυσικό αέριο
- Ο ηλεκτρισμός
- Το υγραέριο
- Η τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η ή Α.Π.Ε
- Βιομάζα
- Τυποποιημένη βιομάζα

Για κάθε μια από τις παραπάνω πηγές ενέργειας προσδιορίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ο συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ο συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα $\text{kg CO}_2/\text{μονάδα καυσίμου}$, το κόστος του καυσίμου σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές και η κατώτερη θερμογόνο δύναμη καυσίμου ($\text{MJ}/\text{μονάδα βάρους ή όγκου καυσίμου}$).

Βιβλιοθήκη σταθερών:

Σε αυτή περιλαμβάνονται ο συντελεστής διακύμανσης ισχύος φωτισμού σε σχέση με την μέση τιμή, ο διορθωτικός συντελεστής θερμικής ακτινοβολίας από τον ουρανό που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των ηλιακών κερδών από αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους, ο αριθμητικός συντελεστής αναφοράς και η σταθερά χρόνου αναφοράς για θέρμανση ή ψύξη.

Βιβλιοθήκη τυπικών τιμών:

Περιλαμβάνει τυπικές τιμές για παραμέτρους που αφορούν τις συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Τέτοιες παράμετροι είναι:

- Τυπικό ωράριο λειτουργίας
- Εσωτερική θερμοκρασία
- Εσωτερική σχετική υγρασία
- Απαιτούμενος νωπός αέρας
- Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης
- Εκκλύμενη θερμότητα χρηστών
- Θερμική ισχύ ηλεκτρικών συσκευών και εξοπλισμού
- Ελάχιστη εγκατεστημένη ισχύ γενικού φωτισμού
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας κατά τη διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού

4 Μεθοδολογία

4.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα μελετηθεί η ενεργειακή αναβάθμιση δύο τύπων κτηρίου με κύρια χρήση κατοικία. Επιλέγεται να εξεταστούν μία μονοκατοικία που είναι κατασκευασμένη πριν το 1980 και ένα διαμέρισμα πολυκατοικίας που έχει κατασκευαστεί την περίοδο 1981-2010. Οι τύποι των κτηρίων επιλέχθηκαν, καθώς σύμφωνα με την απογραφή του 2011 και όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 2.6, οι μονοκατοικίες εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό κατασκευής τους πριν το 1980 ενώ οι πολυκατοικίες εμφανίζουν το μεγαλύτερο ποσοστό κατασκευής τους την περίοδο 1981-2010. Τα κτήρια τα οποία θα εξεταστούν θα μελετηθούν για δύο από τις τέσσερις κλιματικές ζώνες του Κ.Εν.Α.Κ την Β και την Δ.

Θα γίνει εύρεση της υφιστάμενης ενεργειακής κατηγορίας των κτηρίων και στην συνέχεια θα δημιουργηθούν διαφορετικά σενάρια από παρεμβάσεις που θα εφαρμοστούν μεμονωμένα σε κάθε τύπο κατοικίας με σκοπό την ενεργειακή τους αναβάθμιση.

Κύρια μεθοδολογικά βήματα:

- Συλλογή απαιτήτων στοιχείων για τις υφιστάμενες καταστάσεις των κτηρίων από τον ιδιοκτήτη.
- Υπολογισμών δεδομένων σύμφωνα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. για την συμπλήρωση του λογισμικού TEE KENAK.
- Εισαγωγή των δεδομένων στις καρτέλες του λογισμικού TEE KENAK.
- Εκτέλεση και υπολογισμός της υφιστάμενης ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων.
- Δημιουργία σεναρίων από παρεμβάσεις που θα εφαρμοστούν στα υφιστάμενα κτήρια.
 - 1^ο Σενάριο: Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης
 - 2^ο Σενάριο: Αλλαγή κουφωμάτων
 - 3^ο Σενάριο: Τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη για παραγωγή ΖΝΧ
 - 4^ο Σενάριο: Λέβητας Φυσικού Αερίου
 - 5^ο Σενάριο: Αντλία θερμότητας για θέρμανσης και ψύξη
- Για κάθε ένα από τα παραπάνω σενάρια θα γίνει η εισαγωγή των νέων στοιχείων στο λογισμικό του TEE KENAK και θα υπολογιστεί η νέα ενεργειακή κατάταξη που κατατάσσονται τα κτήρια.

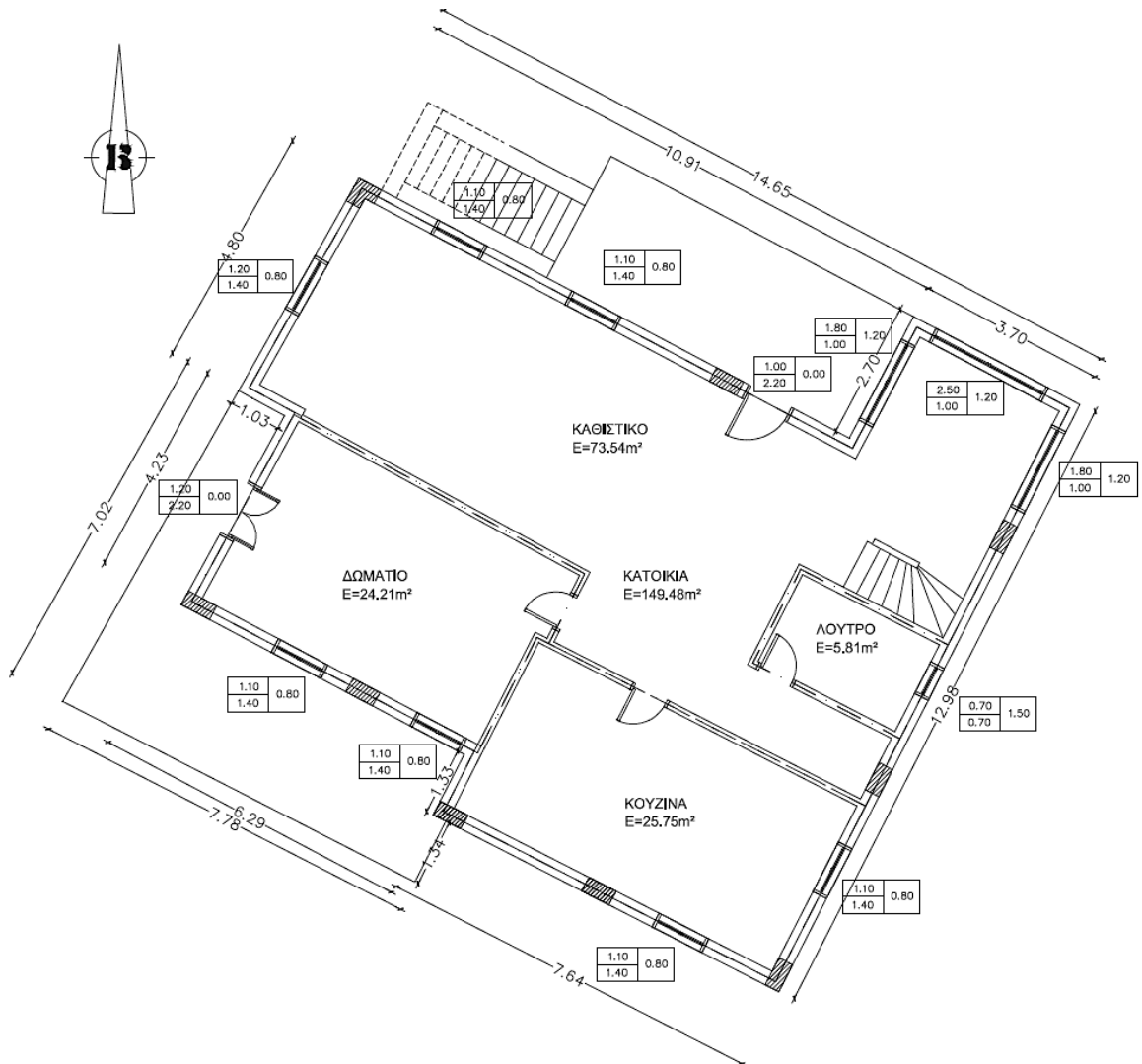
Για την πραγματοποίηση της εργασίας τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι το AutoCAD, όπου δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα σχέδια, το λογισμικό 4M-KENAK όπου υπολογίστηκαν οι σκιάσεις των κτηρίων, το λογισμικό TEE-KENAK με το οποίο υπολογίστηκαν οι ενεργειακές κατατάξεις των υφιστάμενων κτηρίων και των σεναρίων

όπου εξετάστηκαν, και τέλος το περιβάλλον excel, όπου έγιναν οι απαραίτητοι υπολογισμοί και τα διαγράμματα.

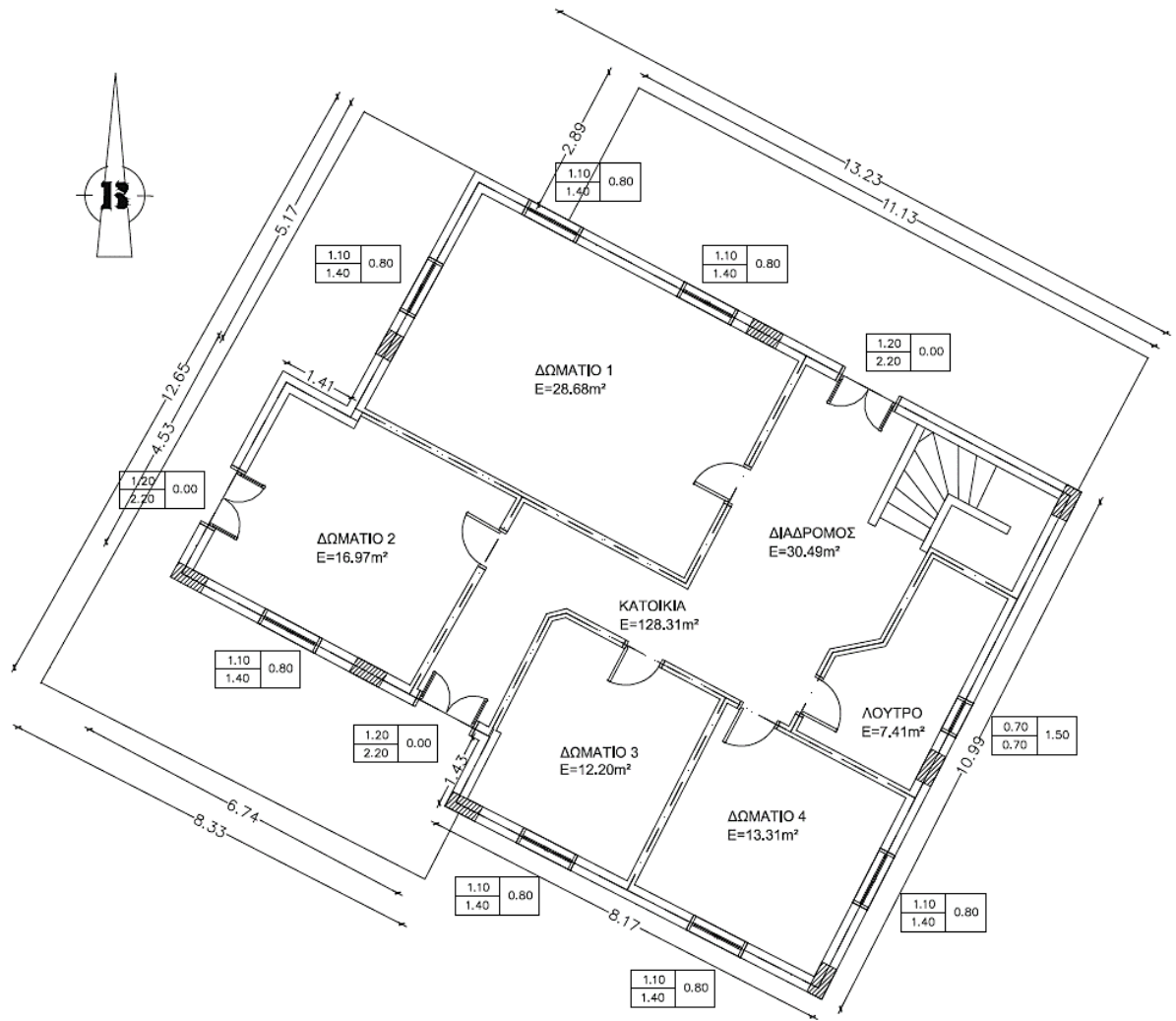
5 Μελέτη Περίπτωσης

5.1 Υφιστάμενη Μονοκατοικία

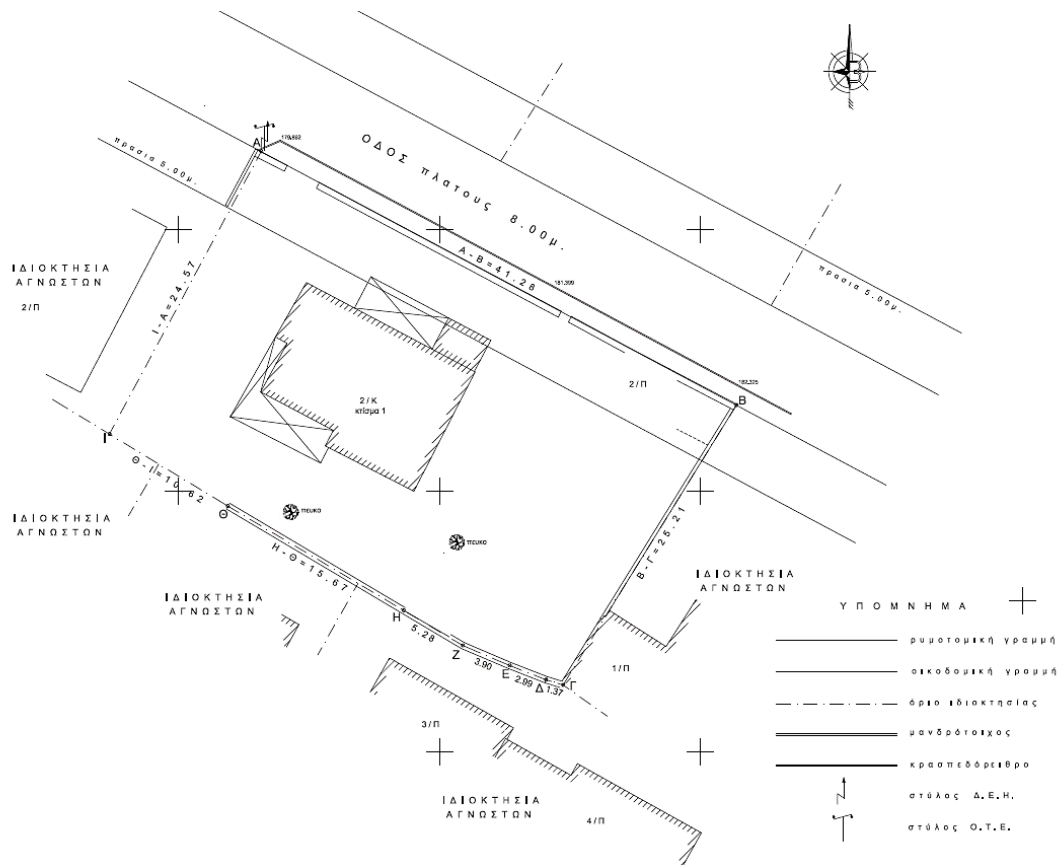
Το υπό μελέτη υφιστάμενο κτήριο αναφέρεται σε μονοκατοικία ιδιωτικής χρήσης, βρίσκεται στην περιοχή του Νέου Ψυχικού στην Αθήνα και ανήκει στην Κλιματική Ζώνη Β. Πιο συγκεκριμένα είναι ένα κτήριο δύο ορόφων που έχει κατασκευαστεί προ του 1955 και όπως φαίνεται και από την περίοδο κατασκευής του είναι κατασκευασμένο πριν από το 1980, όταν δεν εφαρμοζόταν κανένας κανονισμός για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και ως εκ τούτου θεωρείται θερμικά απροστάτευτο. Το κτήριο αποτελείται από ένα ισόγειο $149,48 \text{ m}^2$ όπου το δάπεδο του εδράζεται πάνω από υπερυψωμένο μη θερμαινόμενο υπόγειο χώρο και από έναν όροφο $128,31 \text{ m}^2$. Το τυπικό ύψος του ισογείου και του ορόφου είναι $3,1 \text{ m}$. Το κτήριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο ωστόσο σκιάζεται από άλλα γειτονικά κτήρια που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση.



Εικόνα 5.1 Κάτοψη Ισογείου $E=149,48 \text{ m}^2$



Εικόνα 5.2 Κάτοψη Α ορόφου $E=128,31m^2$



Εικόνα 5.3 Τοπογραφικό

5.1.1 Γενικά στοιχεία κτηρίου

- Συνολική επιφάνεια: 277,79 m²
- Ωφέλιμη επιφάνεια: 277.79 m²
- Ψυχόμενη επιφάνεια: 138.9 m²
- Συνολικός όγκος: 861,15 m³
- Ωφέλιμος όγκος: 861,15 m³
- Ψυχόμενος όγκος: 430,57 m³
- Αριθμός ορόφων: 2
- Τυπικό ύψος ορόφου: 3,1 m
- Ύψος ισογείου: 1,8 m
- Αριθμός θερμικών ζωνών: 1
- Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0
- Αριθμός ηλιακών χώρων: 0 Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα: 280 kJ/m²K
- Μέση κατανάλωση ZNX: 136.9 m³/έτος

5.1.2 Στοιχεία κελύφους μονοκατοικίας

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 σε περίπτωση κτηρίων χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας ή με μερική ή με πλημμελή θερμομονωτική προστασία ή και για περιπτώσεις όπου τα στοιχεία είναι ελλιπή και υπάρχουν αμφιβολίες για τα δομικά υλικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν βοηθητικά από τον Πίνακα 3.5α και 3.5β της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 οι τυπικές τιμές για τους συντελεστές θερμοπερατότητας U (W/m^2K).

5.1.3 Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Από τον Πίνακα 3.5α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για κατακόρυφα δομικά στοιχεία χωρίς θερμομονωτική προστασία, σε επαφή με τον αέρα, έχουμε για στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80cm) επιχρισμένο και από τις δύο όψεις, συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{σκυρ}=3,40 W/m^2K$ και για μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη και από τις δύο όψεις συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{τοιχ}=2,20 W/m^2K$.

Από τον Πίνακα 3.5β της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για οριζόντια δομικά στοιχεία χωρίς θερμομονωτική προστασία σε επαφή με αέρα για συμβατικό δώμα επιλέγεται συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{δώμα}=3,05 W/m^2K$, για κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{κερ.}=4,70W/m^2K$, ενώ για δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο επιλέγεται συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{δαπ.}=2,00 W/m^2K$.

Για κάθε επιφάνεια υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας με βάση τον τύπο (1) και οι συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε επιφάνεια παρουσιάζονται στους Πίνακα 5.1 και 5.2 για τις επιφάνειες του ισογείου και του Α ορόφου αντίστοιχα.

$$U_{επ} = \frac{U_{τοιχ} \cdot A_{τοιχ} + U_{σκυρ} \cdot A_{σκυρ}}{A_{ολ}} \quad (1)$$

Πίνακας 5.1 Αδιαφανή δομικά στοιχεία ισογείου μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	U (W/m^2K)
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 1 ΒΑ	28	90	28,54	2,54
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 2 ΒΑ	28	90	8,97	2,45
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 3 ΝΑ	117	90	36,41	2,54
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 4 ΝΔ	207	90	22,14	2,55
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 5 ΝΔ	208	90	16,42	2,62
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 6 ΒΔ	297	90	4,12	2,77
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 7 ΒΔ	298	90	6,57	2,45
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 8 ΒΔ	299	90	13,2	2,65
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 9 ΒΔ	298	90	9,81	2,62
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 10 ΝΔ	208	90	3,19	2,88
ΔΑΠΕΔΟ	ΔΑΠ ΠΡΟΣ ΜΘΧ	0	180	149,48	2
ΟΡΟΦΗ	ΟΡ		0	21,17	3,05

Πίνακας 5.2 Αδιαφανή δομικά στοιχεία Α ορόφου μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	U (W/m ² K)
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α1 ΒΑ	28	90	31,97	2,53
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α2 ΝΑ	117	90	29,81	2,56
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α3 ΝΔ	207	90	20,6	2,65
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α4 ΝΔ	208	90	14,66	2,56
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α5 ΒΔ	297	90	4,12	2,77
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α6 ΒΔ	298	90	9,81	2,62
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α7 ΒΔ	298	90	13,34	2,5
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α8 ΒΑ	28	90	4,09	2,39
ΟΡΟΦΗ	ΟΡ		0	128,31	4,7

5.1.4 Διαφανή δομικά στοιχεία

Η μονοκατοικία μας έχει ξύλινα μονά κουφώματα ανοιγόμενου τύπου με ποσοστό πλαισίου 20% τα όποια διαθέτουν εξώφυλλα με εξαίρεση τα δύο ανοίγματα των λουτρών. Από τον Πίνακα 3.13α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για τα κουφώματα των λουτρών για ξύλινο πλαίσιο με 20% ποσοστό πλαισίου και μονό υαλοπίνακα χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα επιλέγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας $U_w=5,0\text{W/m}^2\text{K}$ και για εξωτερικές ξύλινες πόρτες χωρίς υαλοπίνακες επιλέγεται συντελεστής θερμοπερατότητας $U_w=3,5\text{ W/m}^2\text{K}$. Από τον Πίνακα 3.13γ για κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο με 20% ποσοστό πλαισίου και μονό υαλοπίνακα με την χρήση εξωφύλλων επιλέγεται συντελεστής θερμοπερατότητας $U_w=4,2\text{ W/m}^2\text{K}$. Στους παρακάτω Πίνακες 5.3 και 5.4 παρουσιάζονται ανά επίπεδο τα κουφώματα του κτηρίου.

Πίνακας 5.3 Διαφανή δομικά στοιχεία ισόγειου μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	U (W/m ² K)
ΚΟΥΦΩΜΑ	A1	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A2	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A3	28	90	2,2	ΠΟΡΤΑ	3,5
ΚΟΥΦΩΜΑ	A4	298	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A5	28	90	2,5	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A6	117	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A7	117	90	0,49	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5
ΚΟΥΦΩΜΑ	A8	117	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A9	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A10	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A11	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A12	298	90	3,3	ΜΠΑΚΛΟΝΟΠΟΡΤΑ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A13	299	90	1,68	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A14	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2

Πίνακας 5.4 Διαφανή δομικά στοιχεία Α ορόφου μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	U (W/m^2K)
ΚΟΥΦΩΜΑ	A15	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A16	28	90	3,3	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A17	117	90	0,49	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5
ΚΟΥΦΩΜΑ	A18	117	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A19	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A20	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A21	208	90	3,3	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A22	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A23	298	90	3,3	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A24	298	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2

5.1.5 Διείδυση αέρα κουφωμάτων

Από τον πίνακα 3.24 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση επιλέγεται για πόρτα διείδυση του αέρα ίση με $11,8 m^3/h/m^2$ και για παράθυρα ίση με $15,1 m^3/h/m^2$. Οπότε έχουμε:

Πίνακας 5.5 Διείδυση του αέρα από τα κουφώματα της μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ($m^3/h/m^2$)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ (m^3/h)
A1	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A2	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A3	ΠΟΡΤΑ	2,2	11,8	25,96
A4	ΠΑΡ	1,8	15,1	27,18
A5	ΠΑΡ	2,5	15,1	37,75
A6	ΠΑΡ	1,8	15,1	27,18
A7	ΠΑΡ	0,49	15,1	7,40
A8	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A9	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A10	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A11	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A12	ΜΠΑΚΛ	3,3	15,1	49,83
A13	ΠΑΡ	1,68	15,1	25,37
A14	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A15	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A16	ΜΠΑΛΚ	3,3	15,1	49,83
A17	ΠΑΡ	0,49	15,1	7,40
A18	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A19	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A20	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A21	ΜΠΑΛΚ	3,3	15,1	49,83
A22	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A23	ΜΠΑΛΚ	3,3	15,1	49,83
A24	ΠΟΑΡ	1,54	15,1	23,25
Σύνολο				659,86

5.1.6 Συντελεστής απορροφητικότητας στην ακτινοβολία (α)

Ο συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας μας δίνει το ποσοστό ακτινοβολίας που απορροφάει μια επιφάνεια. Από τον Πίνακα 3.15 της TOTEE 20701-1/2017 για κατακόρυφα δομικά στοιχεία με επίχρισμα ανοιχτόχρωμο έχουμε απορροφητικότητα ίση με 0,40, για οριζόντια δομικά στοιχεία με κόκκινο κεραμίδι ίση με 0,60 και για ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων ίση με 0,65.

5.1.7 Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (ε)

Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας μας δίνει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορρίπτεται από μια επιφάνεια και εκπέμπεται με μορφή θερμικής ακτινοβολίας προς το περιβάλλον. Από τον Πίνακα 3.16 της TOTEE 20701-1/2017 για σύνηθες δομικό υλικό, λαμβάνεται ίσος με 0,80.

5.1.8 Συντελεστής ηλιακού κέρδους (g_w)

Εκφράζει την μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό, και υπολογίζεται από τον τύπο 3.9 της TOTEE 20701-1/2017.

$$g_w = g_{gl} \cdot (1 - F_f) = 0,9 \cdot g \cdot F_f \quad (2)$$

- F_f το ποσοστό πλαισίου
- g_{gl} συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα
- g ο συντελεστής ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας

Για την περίπτωση μας, από τον Πίνακα 3.17 της τεχνικής οδηγίας για μονό υαλοπίνακα επιλέγεται g_{gl} ίσο με 0,77, έτσι για ποσοστό πλαισίου 20% έχουμε:

$$g_w = g_{gl} \cdot (1 - F_f) = 0,77 \cdot (1 - 0,20) = 0,62$$

5.1.9 Συντελεστές Σκίασης

Οι συντελεστές σκίασης χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- F_{hor} είναι ο συντελεστής σκίασης από εμπόδια του περιβάλλοντα χώρου
- F_{ove} είναι ο συντελεστής σκίασης από κάποιο οριζόντιο εμπόδιου ή σκίαστρο
- F_{fin} είναι ο συντελεστής σκίασης από κάποιο πλευρικό εμπόδιο

Οι συντελεστές σκίασης του κτηρίου υπολογίστηκαν από το λογισμικό 4M KENAK (4M KENAK). Εικόνες από το πρόγραμμα παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

5.1.10 Σύστημα θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης της μονοκατοικίας μας διαθέτει λέβητα με πηγή ενέργειας το πετρέλαιο χωρίς φύλλο συντήρησης οπότε απαιτείται έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφει η τεχνική οδηγία TOTEE 20701-1/2017. Ο λέβητας έχει ονομαστική ισχύ 80kW, βαθμό απόδοσης 0,68, και συντελεστή απόδοσης (COP) ίσο με 1. Το δίκτυο διανομής έχει ισχύ 80kW με χώρο διέλευσης σωλήνες εσωτερικούς ή έως και 20% εξωτερικούς, με βαθμό απόδοσης ίσο με 0,89, τερματικές μονάδες καλοριφέρ με βαθμό απόδοσης 0,88 και βοηθητικές μονάδες κυκλοφορητές με ισχύ 0,03kW.

5.1.11 Σύστημα ψύξης

Η μονοκατοικία μας δεν διαθέτει κάποιο σύστημα ψύξης άρα σύμφωνα με την τεχνική οδηγία θα θεωρηθεί ότι υπάρχει το θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας με μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας SEER=1,7 και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας, δηλ. 0,5. Το δίκτυο διανομής θα έχει βαθμό απόδοσης ίσο με 1, τερματικές μονάδες με βαθμό απόδοσης 0,93 και η ισχύς των βοηθητικών μονάδων θα είναι 0 W/m².

5.1.12 Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Για το σύστημα του ζεστού νερού χρήσης, θεωρούμε τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα με βαθμό απόδοσης ίσο με 1, δίκτυο διανομής με χώρο διέλευσης εσωτερικούς σωλήνες ή έως και 20% εξωτερικούς, και με βαθμό απόδοσης 0,923 για δίκτυο διανομής χωρίς ανακυκλοφορία, με μόνωση και για ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης 200-1000 λίτρα και σύστημα αποθήκευσης με βαθμό απόδοσης 0,98 για ηλεκτρικούς θερμαντήρες σε εσωτερικό χώρο.

5.2 Διαμέρισμα κατά ΚΘΚ

Στην ενότητα αυτή θα μελετηθεί η περίπτωση ενός διαμερίσματος πολυκατοικίας που ήταν χτισμένη την περίοδο όπου εφαρμοζόταν ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ), ο οποίος υποχρέωνε τα κτήρια να έχουν μόνωση και να υπακούν στα όρια που έθετε. Το διαμέρισμα με επιφάνεια 149,48 m² που θα μελετηθεί είναι το ισόγειο της μονοκατοικίας που αναλύθηκε στην προηγούμενη περίπτωση. Η τοποθεσία του είναι στην περιοχή του Νέου Ψυχικού στην Αθήνα, όπως ακριβώς και η μονοκατοικία που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Θεωρούμε ότι θα είναι ένα διαμέρισμα που βρίσκεται σε ενδιάμεσο όροφο με το δάπεδο και η οροφή του να είναι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζουν απώλειες. Οι αλλαγές που θα υπάρξουν στην περίπτωση του διαμερίσματος σε σχέση με την τα δεδομένα της μονοκατοικίας αφορούν τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία, την διείσδυση των κουφωμάτων και μερικά από τα γενικά στοιχεία του. Τα στοιχεία που αφορούν την ανηγμένη θερμοχωρητικότητα, τον συντελεστή απορροφητικότητας της ακτινοβολίας (α), τον συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (ϵ), τον συντελεστή ηλιακού κέρδους g_w , και τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης παραμένουν ίδια με την περίπτωση της μονοκατοικίας.

Γενικά στοιχεία κτηρίου

- Συνολική επιφάνεια: 149,48 m²
- Ωφέλιμη επιφάνεια: 149,48 m²
- Ψυχόμενη επιφάνεια: 74,74 m²
- Συνολικός όγκος: 463,39 m³
- Ωφέλιμος όγκος: 463,39 m³
- Ψυχόμενος όγκος: 231,69 m³
- Αριθμός ορόφων: 1
- Τυπικό ύψος ορόφου: 3,1
- Ύψος ισογείου: -
- Αριθμός θερμικών ζωνών: 1
- Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0
- Αριθμός ηλιακών χώρων: 0Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα: 280 kJ/m²K
- Μέση κατανάλωση ZNX: 82,14 m³/έτος

5.2.1 Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Για τα στοιχεία του κελύφους του διαμερίσματος θα παρθούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας των μέγιστων ορίων που έθετε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων τα οποία αναφέρονται στον Πίνακα 3.6 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία θα παρθούν οι μέγιστες τιμές του Πίνακα 3.6 για την Β κλιματική ζώνη, οπότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τις τοιχοποιίες είναι $U_{\text{τοιχ}}=0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ όπως και για το σκυρόδεμα $U_{\text{σκυρ}}=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας για τις επιφάνειες του διαμερίσματος μας παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες:

Πίνακας 5.6 Αδιαφανή δομικά στοιχεία διαμερίσματος

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	U (W/m^2K)
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 1 ΒΑ	28	90	28,54	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 2 ΒΑ	28	90	8,97	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 3 ΝΑ	117	90	36,41	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 4 ΝΔ	207	90	22,14	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 5 ΝΔ	208	90	16,42	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 6 ΒΔ	297	90	4,12	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 7 ΒΔ	298	90	6,57	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 8 ΒΔ	299	90	13,2	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 9 ΒΔ	298	90	9,81	0,70
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 10 ΝΔ	208	90	3,19	0,70

5.2.2 Διαφανή δομικά στοιχεία

Τα ανοίγματα του διαμερίσματος είναι στο σύνολο τους 14 και οι συντελεστές θερμοπερατότητάς τους παραμένουν οι ίδιοι με την περίπτωση της μονοκατοικίας. Τα ανοίγματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7 Διαφανή δομικά στοιχεία διαμερίσματος

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	U (W/m^2K)
ΚΟΥΦΩΜΑ	A1	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A2	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A3	28	90	2,2	ΠΟΡΤΑ	3,5
ΚΟΥΦΩΜΑ	A4	298	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A5	28	90	2,5	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A6	117	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A7	117	90	0,49	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5
ΚΟΥΦΩΜΑ	A8	117	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A9	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A10	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A11	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A12	298	90	3,3	ΜΠΑΚΛΟΝΟΠΟΡΤΑ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A13	299	90	1,68	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A14	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4,2

5.2.3 Διείσδυση αέρα κουφωμάτων

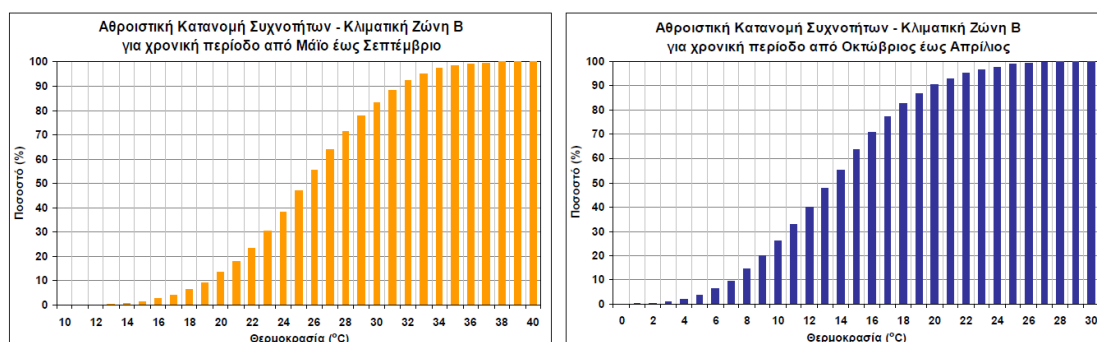
Από τον Πίνακα 3.24 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση επιλέγεται για πόρτα η διείσδυση του αέρα ίση με $11,8\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ και για παράθυρα ίση με $15,1\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Οπότε έχουμε:

Πίνακας 5.8 Διείσδυση του αέρα από τα κουφώματα του διαμερίσματος

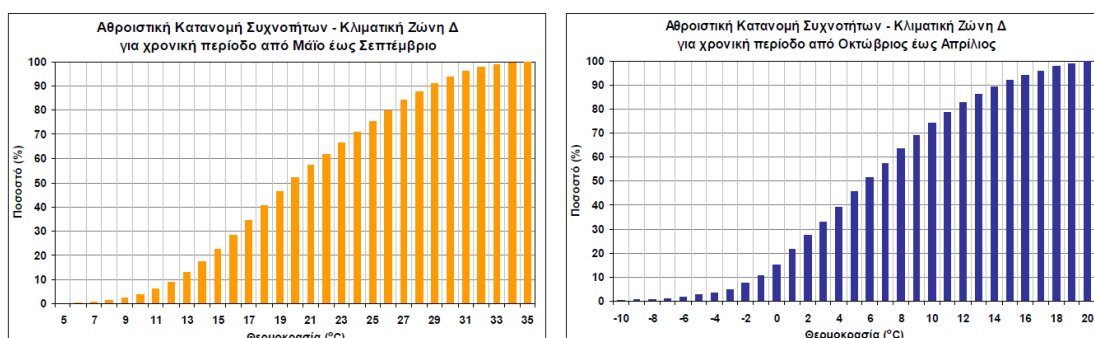
ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ (m^3/h)
A1	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A2	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A3	ΠΟΡΤΑ	2,2	11,8	25,96
A4	ΠΑΡ	1,8	15,1	27,18
A5	ΠΑΡ	2,5	15,1	37,75
A6	ΠΑΡ	1,8	15,1	27,18
A7	ΠΑΡ	0,49	15,1	7,40
A8	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A9	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A10	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A11	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
A12	ΜΠΑΚΛ	3,3	15,1	49,83
A13	ΠΑΡ	1,68	15,1	25,37
A14	ΠΑΡ	1,54	15,1	23,25
Σύνολο				363,45

5.3 Δ Κλιματική Ζώνη

Οι δύο περιπτώσεις κτηρίων που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες ανήκουν στην Β κλιματική ζώνη. Ο σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να διερευνηθεί ο ρόλος της κλιματικής ζώνης στην οποία βρίσκεται τα κτήρια. Με στόχο της διερεύνησης της επιρροής της κλιματικής ζώνης στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων θα μελετήσουμε τα είδη των κτηρίων που έχουν αναλυθεί και στην Δ κλιματική ζώνη. Η κλιματική ζώνη αυτή επιλέχθηκε να μελετηθεί σε σύγκριση με την πραγματική διότι είναι η ψυχρότερη κλιματική ζώνη της Ελλάδας βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. καθώς περιλαμβάνει τις βορειότερες περιοχές της χώρας και σύμφωνα με την νομοθεσία έχει τα πιο αυστηρά επιτρεπόμενα όρια στους συντελεστές θερμοπερατότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες. Στις εικόνες 5.1 και 5.2 παρουσιάζεται η αθροιστική κατανομή των συχνοτήτων της θερμοκρασίας για τις δύο κλιματικές ζώνες που θα εξεταστούν. Τα δεδομένα των κτηρίων που έχουν συγκεντρωθεί τόσο για την μονοκατοικία όσο και για το διαμέρισμα θα παραμείνουν ίδια με την μόνη διαφορά την τοποθεσία τους.



Εικόνα 5.4 Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Β Κλιματική Ζώνη (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010).



Εικόνα 5.5 Αθροιστική κατανομή συχνοτήτων θερμοκρασίας εξωτερικού αέρα για την Δ Κλιματική Ζώνη (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010).

6 Λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση
Κτίριο

Γενικά στοιχεία κτιρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτιρίου:

Κτίριο Αριθμός: Κτιριακή μονάδα Τίτλος:

ΚΑΕΚ: Ιδιοκτησιακό καθεστώς:

Όνομα ιδιοκτήτη: Ταχυδρομική διεύθυνση:

Υπεύθυνος: Όνοματεπώνυμο:

Τηλέφωνο / Φαξ: Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Κατάσταση κατασκευής	Συνοπτική περιγραφή	Πηγή	Έτος Οικ. Αδ.	Έτος
▶				

Παλιό Ριζ. ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.) Ριζ. ανακαινιζόμενο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.) Νέο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.)

Κλιματολογικά δεδομένα

Αθήνα (Ν. Φιλαδέλφεια) Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη: Ζώνη Β

Πηγές δεδομένων

Αρχιτεκτονικά σχέδια Φύλλο Συντήρησης Λέβητα Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σιμάτων, μελέτη φωτισμού

Η/Μ Σχέδια Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

Εικόνα 6.1 Γενικά στοιχεία κτηρίου

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση
Κτίριο
Ζώνη 1

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελευστήρες

Περιγραφή:

Χρήση κτιρίου:

Συνολική επιφάνεια (m²): Συνολικός όγκος (m³):

Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): Ωφέλιμος όγκος (m³):

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): Ψυχόμενος όγκος (m³):

Αριθμός ορόφων: Ύψος τυπικού ορόφου (m): Ύψος ισογείου (m):

Έκθεση κτιρίου:

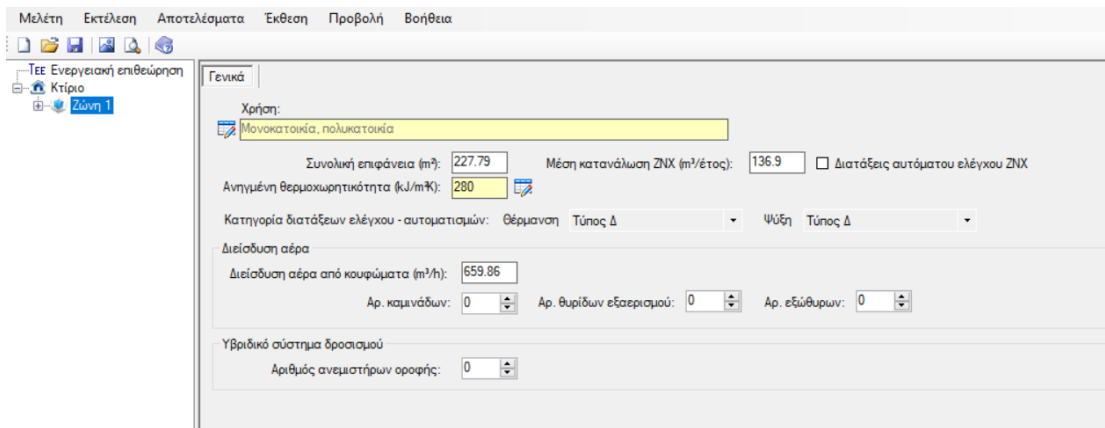
Αριθμός θερμικών ζωνών:

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: Αριθμός ηλιακών χώρων:

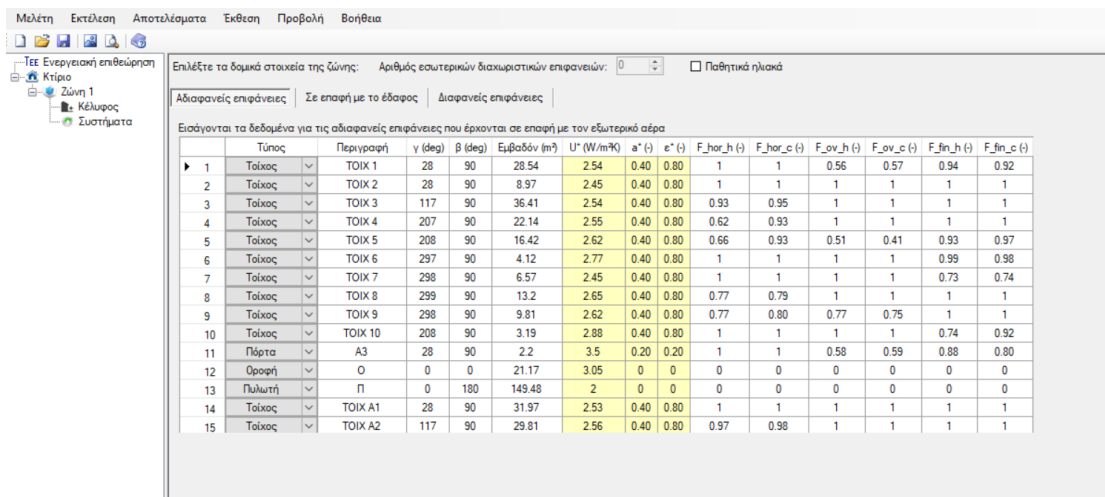
	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZHX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*	▼	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Συνθήκες θερμικής άνεσης Συνθήκες ακουστικής άνεσης Συνθήκες οπτικής άνεσης Ποιότητα εσωτερικού αέρα

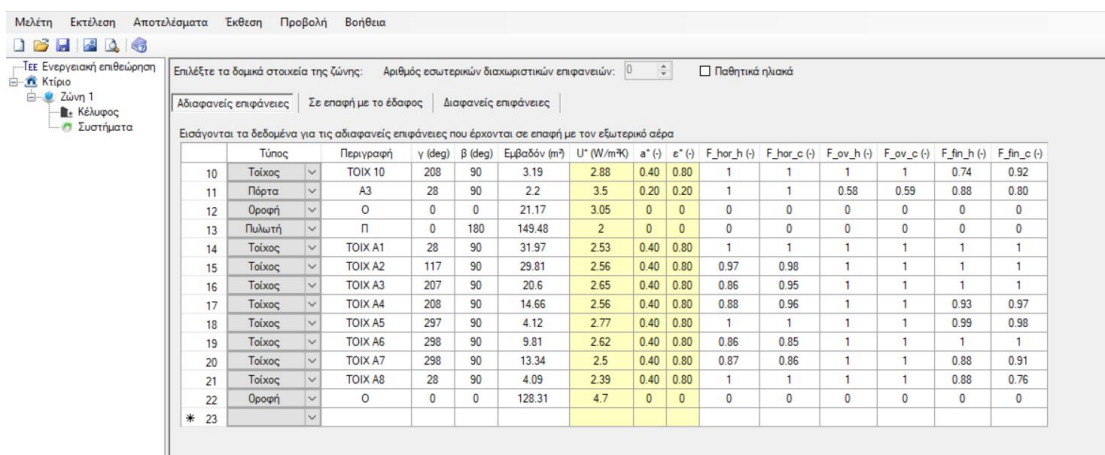
Εικόνα 6.2 Καρτέλα κτήριο για την μονοκατοικία



Εικόνα 6.3 Καρτέλα Ζώνη 1 για την μονοκατοικία



Εικόνα 6.4 Αδιαφανείς επιφάνειες μονοκατοικίας (μέρος 1)



Εικόνα 6.5 Αδιαφανείς επιφάνειες μονοκατοικίας (μέρος 2)

Μολύτη Εκτύπωση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το εδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος αναίμακτος*	U (W/m²K)	g_w (t)	F_har_h (t)	F_har_c (t)	F_om_h (t)	F_om_c (t)	F_fm_h (t)	F_fm_c (t)	
1	Αναγόμενο κούρμα	A1	28	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	0.6	0.6	0.95	0.94
2	Αναγόμενο κούρμα	A2	28	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	0.54	0.54	0.94	0.91
3	Αναγόμενο κούρμα	A4	298	90	1.8	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	0.73	0.74
4	Αναγόμενο κούρμα	A5	28	90	2.5	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
5	Αναγόμενο κούρμα	A6	117	90	1.8	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.93	0.95	1	1	1	1
6	Αναγόμενο κούρμα	A7	117	90	0.49	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Ξύλινο 20%	5.0	0.62	0.94	0.94	1	1	1	1
7	Αναγόμενο κούρμα	A8	117	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.93	0.95	1	1	1	1
8	Αναγόμενο κούρμα	A9	207	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.88	0.94	1	1	1	1
9	Αναγόμενο κούρμα	A10	208	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.86	0.93	0.47	0.39	0.76	0.92
10	Αναγόμενο κούρμα	A11	208	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.86	0.93	0.47	0.39	0.93	0.97
11	Αναγόμενο κούρμα	A12	298	90	3.3	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.76	0.79	1	1	0.73	0.74
12	Αναγόμενο κούρμα	A13	299	90	1.68	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.77	0.79	0.78	0.76	0.99	0.98
13	Αναγόμενο κούρμα	A14	28	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
14	Αναγόμενο κούρμα	A15	28	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
15	Αναγόμενο κούρμα	A16	28	90	3.3	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1

Εικόνα 6.6 Διαφανείς επιφάνειες μονοκατοικίας (μέρος 1)

Μολύτη Εκτύπωση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το εδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος αναίμακτος*	U (W/m²K)	g_w (t)	F_har_h (t)	F_har_c (t)	F_om_h (t)	F_om_c (t)	F_fm_h (t)	F_fm_c (t)	
11	Αναγόμενο κούρμα	A12	298	90	3.3	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.76	0.79	1	1	0.73	0.74
12	Αναγόμενο κούρμα	A13	299	90	1.68	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.77	0.79	0.78	0.76	0.99	0.98
13	Αναγόμενο κούρμα	A14	28	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
14	Αναγόμενο κούρμα	A15	28	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
15	Αναγόμενο κούρμα	A16	28	90	3.3	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
16	Αναγόμενο κούρμα	A17	117	90	0.49	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Ξύλινο 20%	5.0	0.62	0.98	0.98	1	1	1	1
17	Αναγόμενο κούρμα	A18	117	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.97	0.98	1	1	1	1
18	Αναγόμενο κούρμα	A19	207	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.88	0.96	1	1	1	1
19	Αναγόμενο κούρμα	A20	207	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.86	0.95	1	1	1	1
20	Αναγόμενο κούρμα	A21	208	90	3.3	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.88	0.96	1	1	0.93	0.97
21	Αναγόμενο κούρμα	A22	208	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.86	0.95	1	1	0.76	0.92
22	Αναγόμενο κούρμα	A23	298	90	3.3	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.87	0.88	1	1	1	1
23	Αναγόμενο κούρμα	A24	298	90	1.54	Με εδωρύλλια Ξύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.87	0.86	1	1	0.88	0.91

Εικόνα 6.7 Διαφανείς επιφάνειες μονοκατοικίας (μέρος 2)

Μολύτη Εκτύπωση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός αερισμός Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΩΚ

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (+)	COP (+)	Jan (+)	Feb (+)	Mar (+)	Apr (+)	Ma (+)	Jun (+)	Jul (+)	Aug (+)	Sep (+)	Oct (+)	Nov (+)	Δεκ (+)
1	Μέθριος	Πετρέλαιο	80	0.68	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
2				1	1											

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (+)	Μόνωση	
1	Δίκτυο διανομής θερμού μεσού	80	Εσωτερική ή έως και 20% σε	0.89	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

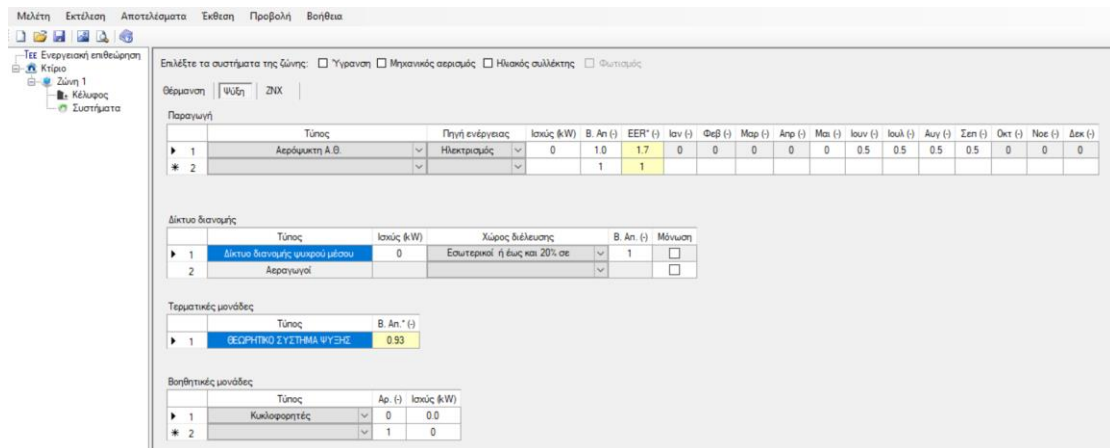
Τερματικές μονάδες

Τύπος	B. An. (+)	
1	ΚΑΛΟΡΗΡ	0.88

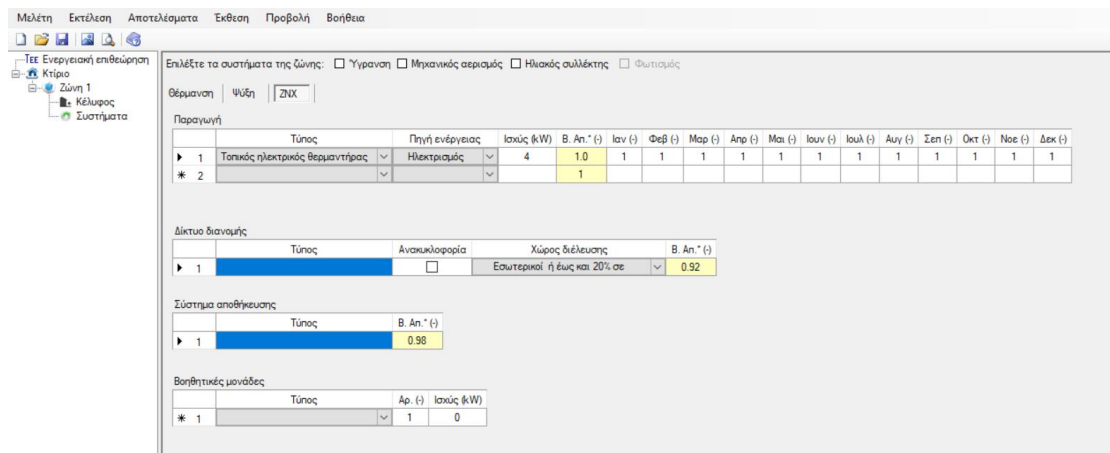
Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (+)	Ισχύς (kW)	
1	Κυκλοφορητές	1	0.03
2		1	0

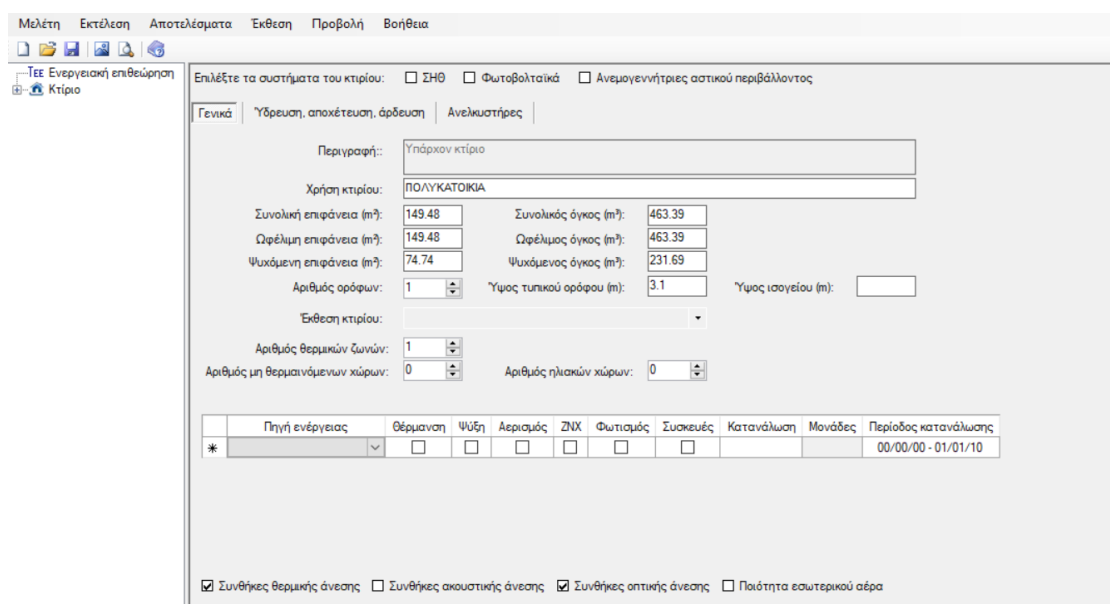
Εικόνα 6.8 Σύστημα θέρμανσης για την μονοκατοικία και το διαμέρισμα



Εικόνα 6.9 Σύστημα ψύξης για την μονοκατοικία και το διαμέρισμα



Εικόνα 6.10 Σύστημα ZNX για την μονοκατοικία και το διαμέρισμα



Εικόνα 6.11 Καρτέλα κτήριο για το διαμέρισμα

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τε Ενεργειακή επιθεώρηση
Κτίριο
Ζώνη 1

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 149.48 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): 82.14 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγγεμένη θερμοχρητικότητα (kJ/m²): 280

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Δ Ψύξη Τύπος Δ

Διεύθυνση αέρα

Διεύθυνση αέρα από κουφώματα (m³/h): 340.19

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εδωθιων: 0

Υβριδικό σύστημα θροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 6.12 Καρτέλα Ζώνη 1 για το διαμέρισμα

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τε Ενεργειακή επιθεώρηση
Κτίριο
Ζώνη 1
Κόμβος
Συστήματα

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλικά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U* (W/m ² K)	a* (°)	ε* (°)	F_hor_h (°)	F_hor_c (°)	F_ov_h (°)	F_ov_c (°)	F_fin_h (°)	F_fin_c (°)	
1	Τοίχος	TOIX 1	28	90	28.54	0.70	0.4	0.8	1	1	0.56	0.57	0.94	0.92
2	Τοίχος	TOIX 2	28	90	8.97	0.70	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
3	Τοίχος	TOIX 3	117	90	36.41	0.70	0.4	0.8	0.93	0.95	1	1	1	1
4	Τοίχος	TOIX 4	207	90	22.14	0.70	0.4	0.8	0.62	0.93	1	1	1	1
5	Τοίχος	TOIX 5	208	90	16.42	0.70	0.4	0.8	0.66	0.93	0.51	0.41	0.93	0.97
6	Τοίχος	TOIX 6	297	90	4.12	0.70	0.4	0.8	1	1	1	1	0.99	0.98
7	Τοίχος	TOIX 7	298	90	6.57	0.70	0.4	0.8	1	1	1	1	0.73	0.74
8	Τοίχος	TOIX 8	299	90	13.2	0.70	0.4	0.8	0.77	0.79	1	1	1	1
9	Τοίχος	TOIX 9	298	90	9.81	0.70	0.4	0.8	0.77	0.80	0.77	0.75	1	1
10	Τοίχος	TOIX 10	208	90	3.19	0.70	0.4	0.8	1	1	1	1	0.74	0.92
11	Πόρτα	A3	28	90	2.2	3.5	0.2	0.2	1	1	0.58	0.59	0.88	0.80
* 12														

Εικόνα 6.13 Αδιαφανείς επιφάνειες διαμερίσματος

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τε Ενεργειακή επιθεώρηση
Κτίριο
Ζώνη 1
Κόμβος
Συστήματα

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλικά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος αναίματος*	U (W/m ² K)	g_w (°)	F_hor_h (°)	F_hor_c (°)	F_ov_h (°)	F_ov_c (°)	F_fin_h (°)	F_fin_c (°)	
1	Αναγόμενο κουφωμα	A1	28	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	0.6	0.6	0.95	0.94
2	Αναγόμενο κουφωμα	A2	28	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	0.54	0.54	0.94	0.91
3	Αναγόμενο κουφωμα	A4	298	90	1.8	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	0.73	0.74
4	Αναγόμενο κουφωμα	A5	28	90	2.5	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	1	1	1	1	1	1
5	Αναγόμενο κουφωμα	A6	117	90	1.8	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.93	0.95	1	1	1	1
6	Αναγόμενο κουφωμα	A7	117	90	0.49	Χωρίς ηροστατοπια φύλλα	5.0	0.62	0.94	0.94	1	1	1	1
7	Αναγόμενο κουφωμα	A8	117	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.93	0.95	1	1	1	1
8	Αναγόμενο κουφωμα	A9	207	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.68	0.94	1	1	1	1
9	Αναγόμενο κουφωμα	A10	208	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.66	0.93	0.47	0.39	0.76	0.92
10	Αναγόμενο κουφωμα	A11	208	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.66	0.93	0.47	0.39	0.93	0.97
11	Αναγόμενο κουφωμα	A12	298	90	3.3	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.76	0.79	1	1	0.73	0.74
12	Αναγόμενο κουφωμα	A13	299	90	1.68	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.77	0.79	0.78	0.76	0.99	0.98
13	Αναγόμενο κουφωμα	A14	208	90	1.54	Με εδωθιμια Εύλινο 20% Μονός	4.2	0.62	0.66	0.93	0.47	0.39	0.93	0.97
* 14														

Εικόνα 6.14 Διαφανείς επιφάνειες διαμερίσματος

7 Σενάρια Ενεργειακής Αναβάθμισης

7.1 1^ο Σενάριο: Εξωτερική Θερμομόνωση Κελύφους

Για την θερμομόνωση των κτηρίων μας επιλέχθηκε υλικό με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,031\text{W/mK}$. Στις εξωτερικές τοιχοποιίες θα τοποθετηθεί μόνωση πάχους 8cm, ενώ στην περίπτωση της μονοκατοικίας θα τοποθετηθεί στο δάπεδο 5cm και στην οροφή του κτηρίου 7cm. Με την προσθήκη της μόνωσης επιτυγχάνεται η μείωση των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου. Το κόστος για την παρέμβαση αυτή ανέρχεται στα 63 €/m² για τις τοιχοποιίες, στα 40 €/m² για τα δάπεδα, στα 55 €/m² για την οροφή και 29 €/m² για θερμομόνωση οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη, σύμφωνα με τις τιμές του προγράμματος Εξοικονομώ 2021 (ΥΠΕΝ-ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ, 2021).

7.1.1 Μονοκατοικία Β και Δ ζώνη

Οι νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας ύστερα από τη προσθήκη της εξωτερικής θερμομόνωσης παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Οι τιμές αυτές ισχύουν για την Β και για την Δ κλιματική ζώνη όπου εξετάζεται το κτήριο.

Πίνακας 7.1 Νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων ισογείου μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝ. γ (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	U (W/m ² K)	d (m)	λ (W/mK)	d/λ	U' (W/m ² K)
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 1 ΒΑ	28	28,54	2,54	0,08	0,031	2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 2 ΒΑ	28	8,97	2,45			2,58	0,33
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 3 ΝΑ	117	36,41	2,54			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 4 ΝΔ	207	22,14	2,55			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 5 ΝΔ	208	16,42	2,62			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 6 ΒΔ	297	4,12	2,77			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 7 ΒΔ	298	6,57	2,45			2,58	0,33
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 8 ΒΔ	299	13,2	2,65			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 9 ΒΔ	298	9,81	2,62			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 10 ΝΔ	208	3,19	2,88			2,58	0,34
ΔΑΠΕΔΟ	ΔΑΠ ΠΡΟΣ ΜΘΧ	0	149,48	2	0,05		1,61	0,47
ΟΡΟΦΗ	ΟΡ		21,17	3,05	0,07		2,26	0,39

Πίνακας 7.2 Νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων Α ορόφου μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝ. γ (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	U (W/m ² K)	d (m)	λ (W/mK)	d/λ	U' (W/m ² K)
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α1 ΒΑ	28	31,97	2,53	0,08	0,031	2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α2 ΝΑ	117	29,81	2,56			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α3 ΝΔ	207	20,6	2,65			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α4 ΝΔ	208	14,66	2,56			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α5 ΒΔ	297	4,12	2,77			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α6 ΒΔ	298	9,81	2,62			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α7 ΒΔ	298	13,34	2,5			2,58	0,34
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ Α8 ΒΑ	28	4,09	2,39			2,58	0,33
ΟΡΟΦΗ		0	128,31	4,7	0,07		2,26	0,40

7.1.2 Διαμέρισμα Β και Δ ζώνη

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας του διαμερίσματος ύστερα από τη εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης του κελύφους του διαμορφώνονται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7.3 Νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων διαμερίσματος

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝ. γ (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	U (W/m ² K)	d (m)	λ (W/mK)	d/λ	U' (W/m ² K)
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 1 ΒΑ	28	28,54	0,70	0,08	0,031	2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 2 ΒΑ	28	8,97	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 3 ΝΑ	117	36,41	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 4 ΝΔ	207	22,14	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 5 ΝΔ	208	16,42	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 6 ΒΔ	297	4,12	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 7 ΒΔ	298	6,57	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 8 ΒΔ	299	13,2	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 9 ΒΔ	298	9,81	0,70			2,58	0,25
ΤΟΙΧΟΣ	ΤΟΙΧ 10 ΝΔ	208	3,19	0,70			2,58	0,25

7.2 2^ο Σενάριο: Αντικατάσταση Κουφωμάτων

Τα κουφωμάτων των κτηρίων έχουν την δυνατότητα να βελτιωθούν και να μειωθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητάς τους που στην υφιστάμενη κατάσταση ξεπερνάει τα μέγιστα επιτρεπτά όρια του Κ.Εν.Α.Κ. Τα νέα κουφώματα είναι ανοιγόμενου τύπου, όπως αυτά που προϋπήρχαν στα υφιστάμενα κτήρια. Επιλέχθηκαν κουφώματα αλουμινίου με ενεργειακούς τριπλούς υαλοπίνακες, διάκενο 12mm, συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου $U_f=2,5W/m^2K$ και συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπίνακα $U_g=1,1W/m^2K$.

Λόγω της αλλαγής των κουφωμάτων θα αλλάξει η διείσδυση του αέρα από τα κουφώματα. Τα νέα κουφώματα έχουν πιστοποίηση κατά EN12207 και κλάση αεροπερατότητας 4, οπότε από τον πίνακα 3.24 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 η διείσδυση του αέρα για πόρτες και παράθυρα είναι ίση με $0,5m^3/h/m^2$.

Σύμφωνα με τις τιμές του προγράμματος Εξοικονομώ 2021 για πλαίσιο αλουμινίου με ενεργειακό υαλοπίνακα – Παράθυρο και με συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m^2K) μεταξύ $2 \leq U \leq 3,2$ το ανώτατο κόστος ανέρχεται στα $430 €/m^2$ ενώ για $U < 2$ ανέρχεται $500€/m^2$. Για πλαίσιο αλουμινίου με ενεργειακό υαλοπίνακα – Εξωστόθυρα για $2 \leq U \leq 3,2$ το ανώτατο κόστος ανέρχεται στα $350 €/m^2$ ενώ για $U < 2$ ανέρχεται $400€/m^2$. Τέλος για τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (σύστημα Κουτί – Ρολό, ή Εξώφυλλα) το ανώτατο κόστος ανέρχεται στα $160€/m^2$.

7.2.1 Μονοκατοικία Β και Δ κλιματική ζώνη

Οι νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων και η διείσδυση του αέρα για την μονοκατοικία παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες,

Πίνακας 7.4 Νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων του ισογείου της μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	U (W/m^2K)
ΚΟΥΦΩΜΑ	A1	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A2	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A3	28	90	2,2	ΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A4	298	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,9
ΚΟΥΦΩΜΑ	A5	28	90	2,5	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A6	117	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,9
ΚΟΥΦΩΜΑ	A7	117	90	0,49	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A8	117	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A9	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A10	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A11	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A12	298	90	3,3	ΜΠΑΚΛΟΝΟΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A13	299	90	1,68	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A14	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1

Πίνακας 7.5 Νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων του Α ορόφου της μονοκατοικίας

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	U (W/m ² K)
ΚΟΥΦΩΜΑ	A15	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A16	28	90	3,3	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A17	117	90	0,49	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A18	117	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A19	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A20	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A21	208	90	3,3	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A22	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A23	298	90	3,3	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A24	298	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1

Πίνακας 7.6 Διείσδυση αέρα των νέων κουφωμάτων για την μονοκατοικία

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ (m ³ /h/m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ (m ³ /h)
A1	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A2	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A3	ΠΟΡΤΑ	2,2	0,5	1,1
A4	ΠΑΡ	1,8	0,5	0,9
A5	ΠΑΡ	2,5	0,5	1,25
A6	ΠΑΡ	1,8	0,5	0,9
A7	ΠΑΡ	0,49	0,5	0,25
A8	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A9	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A10	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A11	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A12	ΜΠΑΚΛ	3,3	0,5	1,65
A13	ΠΑΡ	1,68	0,5	0,84
A14	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A15	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A16	ΜΠΑΛΚ	3,3	0,5	1,65
A17	ΠΑΡ	0,49	0,5	0,25
A18	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A19	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A20	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A21	ΜΠΑΛΚ	3,3	0,5	1,65
A22	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A23	ΜΠΑΛΚ	3,3	0,5	1,65
A24	ΠΟΑΡ	1,54	0,5	0,77
Σύνολο				22,1

7.2.2 Διαμέρισμα Β και Δ ζώνη

Οι νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων και η διείσδυση του αέρα για το διαμέρισμα παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 7.7 Νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων του διαμερίσματος

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ γ (deg)	ΚΛΙΣΗ β (deg)	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	U (W/m^2K)
ΚΟΥΦΩΜΑ	A1	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A2	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A3	28	90	2,2	ΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A4	298	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,9
ΚΟΥΦΩΜΑ	A5	28	90	2,5	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A6	117	90	1,8	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,9
ΚΟΥΦΩΜΑ	A7	117	90	0,49	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A8	117	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A9	207	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A10	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A11	208	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1
ΚΟΥΦΩΜΑ	A12	298	90	3,3	ΜΠΑΚΛΟΝΟΠΟΡΤΑ	1,8
ΚΟΥΦΩΜΑ	A13	299	90	1,68	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2
ΚΟΥΦΩΜΑ	A14	28	90	1,54	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,1

Πίνακας 7.8 Διείσδυση αέρα των νέων κουφωμάτων για το διαμέρισμα

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m^2)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ($m^3/h/m^2$)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ (m^3/h)
A1	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A2	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A3	ΠΟΡΤΑ	2,2	0,5	1,1
A4	ΠΑΡ	1,8	0,5	0,9
A5	ΠΑΡ	2,5	0,5	1,25
A6	ΠΑΡ	1,8	0,5	0,9
A7	ΠΑΡ	0,49	0,5	0,25
A8	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A9	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A10	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A11	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
A12	ΜΠΑΚΛ	3,3	0,5	1,65
A13	ΠΑΡ	1,68	0,5	0,84
A14	ΠΑΡ	1,54	0,5	0,77
Σύνολο				12,28

7.3 3^ο Σενάριο: Ηλιακός Συλλέκτης

Στο σενάριο αυτό επιλέγεται να τοποθετηθεί ηλιακός συλλέκτης για την κάλυψη ποσοστού των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης. Το κόστος για την μονοκατοικία υπολογίζεται στα 2700€, ενώ για το διαμέρισμα στα 1080€.

7.3.1 Μονοκατοικία Β κλιματική ζώνη

Θα τοποθετηθούν 10m² επιλεκτικού επίπεδου συλλέκτη με γωνία τοποθέτησης 45° και προσανατολισμό 208°. Ο συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας επιλέγεται από τον πίνακα 5.8 της TOTEE 20701-1/2017 για τύπο συλλέκτη επιλεκτικό, για 45° και για την περιοχή της Αθήνας ίσος με 0,369. Το κόστος υπολογίζεται στα 2700€.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.344	0	10	208	45	1.0	270

Εικόνα 7.1 Ηλιακός συλλέκτης για τη μονοκατοικία της Β ζώνης

7.3.2 Μονοκατοικία Δ κλιματική ζώνη

Θα τοποθετηθούν 10m² επιλεκτικού επίπεδου συλλέκτη με γωνία τοποθέτησης 45° και προσανατολισμό 208°. Ο συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας επιλέγεται από τον πίνακα 5.8 της TOTEE 20701-1/2017 ίσος με 0,344 για τύπο συλλέκτη επιλεκτικό, για 45° και για την περιοχή της Καστοριάς. Επιλέγουμε με βάση την περιοχή της Καστοριάς ως τυπική της ζώνης Δ.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.344	0	10	208	45	1.0	270

Εικόνα 7.2 Ηλιακός συλλέκτης για τη μονοκατοικία της Δ ζώνης

7.3.3 Διαμέρισμα Β κλιματική ζώνη

Στην περίπτωση του διαμερίσματος λόγω της μικρότερης απαίτησης για ζεστό νερό χρήσης θα τοποθετηθούν 4m² επιλεκτικού επίπεδου συλλέκτη με γωνία τοποθέτησης 45°, προσανατολισμό 208° και με συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας 0,369 για την περιοχή της Αθήνας.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.369		4	208	45	1.0	270

Εικόνα 7.3 Ηλιακός συλλέκτης για το διαμέρισμα της Β ζώνης

7.3.4 Διαμέρισμα Δ κλιματική ζώνη

Θα τοποθετηθούν 4m² επιλεκτικού επίπεδου συλλέκτη με γωνία τοποθέτησης 45°, προσανατολισμό 208° και με συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας 0,344.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F _s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.369		4	208	45	1.0	270

Εικόνα 7.4 Ηλιακός συλλέκτης για το διαμέρισμα της Δ ζώνης

7.4 4^ο Σενάριο: Λέβητας Φυσικού Αερίου

Σε αυτό το σενάριο θα γίνει παρέμβαση στο σύστημα της θέρμανσης των κτηρίων με την χρήση λέβητα και με την χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο θέρμανσης αντί του πετρελαίου. Το φυσικό αέριο παράγει λιγότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση του, συμβάλλοντας στην μείωσή τους αλλά και τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου.

7.4.1 Μονοκατοικία Β και Δ ζώνη

Στην περίπτωση της μονοκατοικίας θα έχουμε ισχύ λέβητα 80kW με βαθμό απόδοσης 0,97, συντελεστή απόδοσης (COP) ίσο με 1, ισχύ δικτύου διανομής 80kW και βαθμό απόδοσης 0,89. Το κόστος υπολογίζεται περίπου στα 12.650€.

7.4.2 Διαμέρισμα Β και Δ ζώνη

Στην περίπτωση του διαμερίσματος θα θεωρηθεί αυτονομία θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου 24kW με βαθμό απόδοσης 0,97, συντελεστή απόδοσης (COP) ίσο με 1, ισχύ δικτύου διανομής 24kW και βαθμό απόδοσης 1. Το κόστος υπολογίζεται περίπου στα 4.000€.

7.5 5^ο Σενάριο: Αντλία Θερμότητας

7.5.1 Μονοκατοικία

Στο σενάριο αυτό τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης θα αντικατασταθούν με αντλία θερμότητας με ισχύ 32kW, με βαθμό απόδοσης 1, με συντελεστή απόδοσης (COP) ίσο με 4,5 και με δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) 3,8. Για την θέρμανση και την ψύξη η ισχύς του δικτύου διανομής είναι 32kW και ο βαθμός απόδοσης 0,97. Το κόστος υπολογίζεται περίπου στα 15.750€.

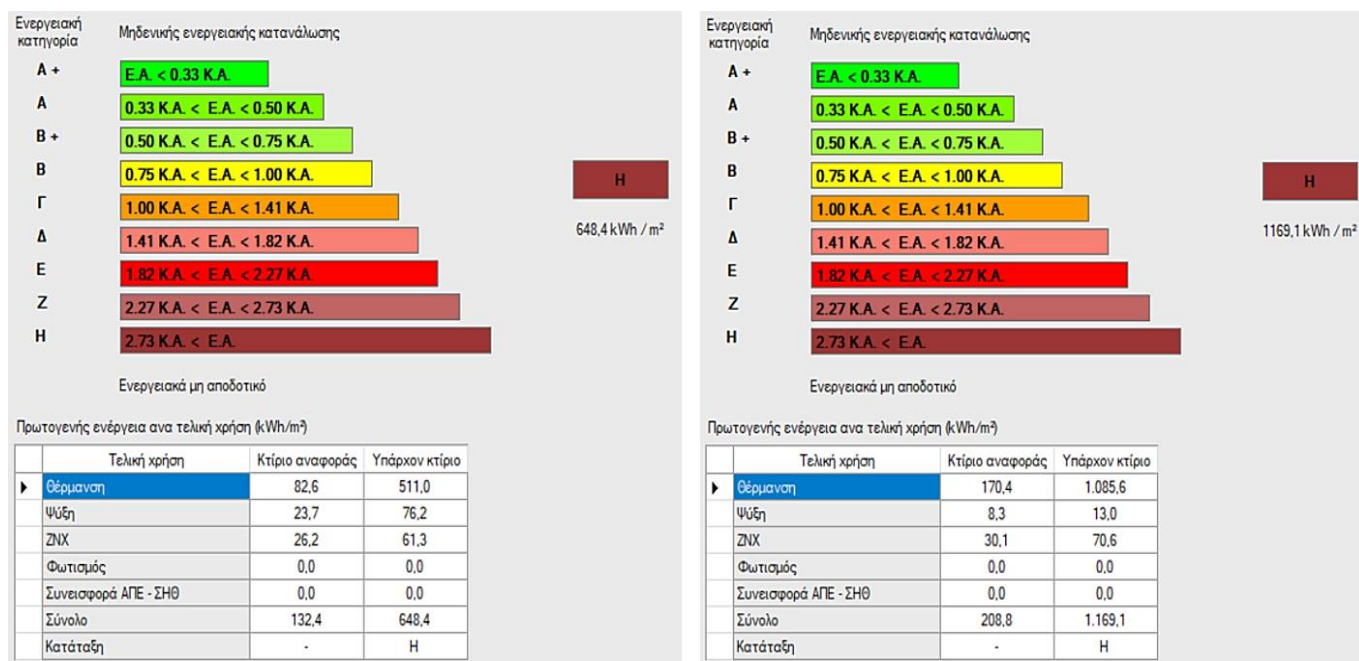
7.5.2 Διαμέρισμα

Για την περίπτωση του διαμερίσματος θα τοποθετηθεί αντλία θερμότητας για την θέρμανση και την ψύξη με ισχύ 15kW, με βαθμό απόδοσης 1, με συντελεστή απόδοσης (COP) ίσο με 4,5 και με δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) 3,8. Για την θέρμανση και την ψύξη η ισχύς του δικτύου διανομής είναι 15kW και ο βαθμός απόδοσης 0,97. Το κόστος υπολογίζεται περίπου στα 10.800€.

8 Αποτελέσματα

8.1 Μονοκατοικία

Με την εφαρμογή του πρώτου μέρους της μεθοδολογίας υπολογίζεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάταξη των εξεταζόμενων κτηρίων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού TEE KENAK η μονοκατοικία και στην Β και στην Δ κλιματική ζώνη λόγω της παλαιότητας του κτηρίου, την απουσία της θερμομονωτικής προστασίας του κελύφους, των παλαιών κουφωμάτων, των μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης και της μη ύπαρξης συστημάτων ψύξης κατατάσσεται στην χαμηλότερη ενεργειακή κατηγορία Η, και χαρακτηρίζεται ως ενεργειακά μη αποδοτική, με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. Η μονοκατοικία όπου εξετάστηκε στην Β κλιματική ζώνη έχει ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας $648,4 \text{ kWh/m}^2$ ενώ στην Δ κλιματική ζώνη $1169,1 \text{ kWh/m}^2$, με το μεγαλύτερο μέρος να καταναλώνεται για την θέρμανση όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8.1.



Εικόνα 8.1 Υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση της μονοκατοικίας για την Β κλιματική ζώνη (αριστερά) και της μονοκατοικίας στην Δ ζώνη (δεξιά)

Τα αποτελέσματα από το λογισμικό για τα σενάρια όπου δημιουργήθηκαν και εξετάστηκαν για τις δύο κλιματικές ζώνες παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες και στα ακόλουθα διαγράμματα.

Πίνακας 8.1 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση kWh/m² και ενεργειακή κατάταξη κάθε σεναρίου για την Β ζώνη

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)							
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία θερμότητας
Θέρμανση	82,6	511	117,6	442,2	511	313,9	171,7
Ψύξη	23,7	76,2	51,8	66	76,2	76,2	32,3
ZNX	26,2	61,3	61,3	61,3	6,6	61,3	61,3
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ -ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	132,4	648,4	230,6	569,5	593,8	451,3	265,3
Ενεργειακή κατάταξη	-	Η	Δ	Η	Η	Η	Ε

Πίνακας 8.2 Κόστη και περίοδος αποπληρωμής κάθε σεναρίου για την Β ζώνη

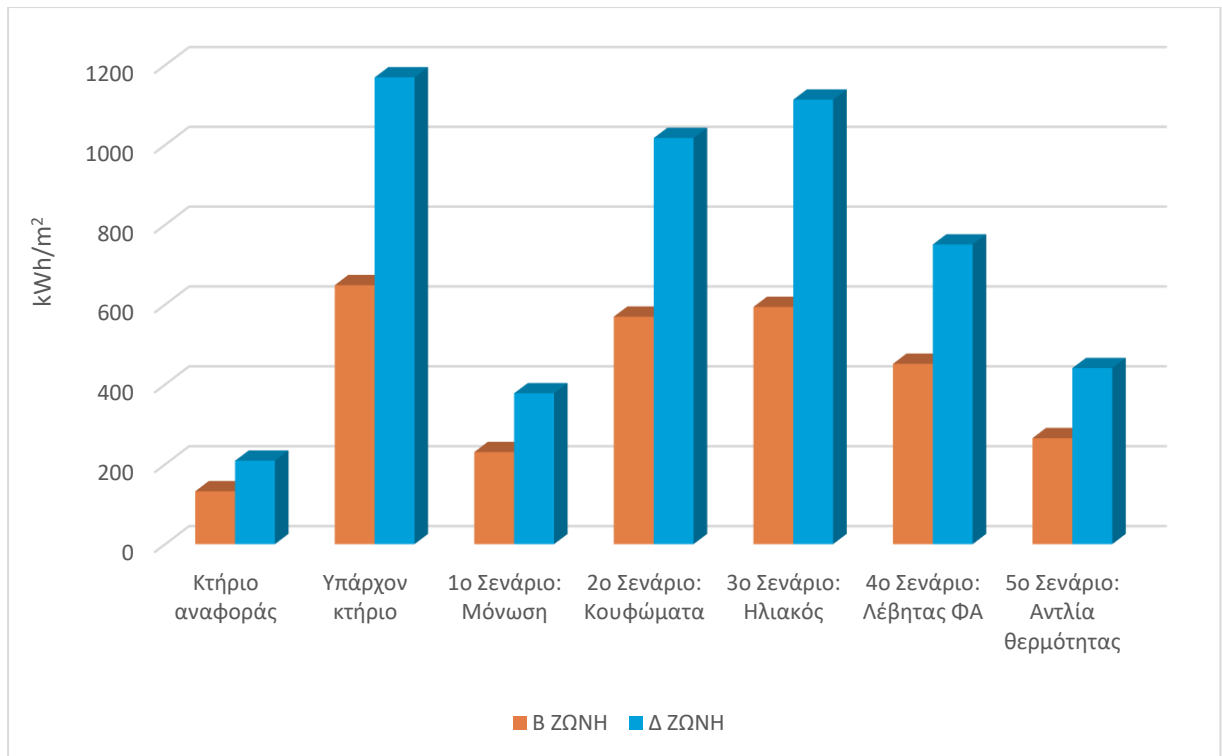
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία θερμότητας
Λειτουργικό κόστος €	2533,7	12272	3907,4	10729,7	11541,7	6100,2	3540
Αρχικό κόστος επένδυσης €			28364	25962,4	2700	12650	15750
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			417,8	79	54,6	197,1	383,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			64,4	12,2	8,4	30,4	59,1
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	1,4	0,2	0,3	0,2
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			102,7	20	18,7	64	79
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,4	16,8	3,7	2	1,8

Πίνακας 8.3 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση kWh/m² και ενεργειακή κατάταξη κάθε σεναρίου για την Δ ζώνη

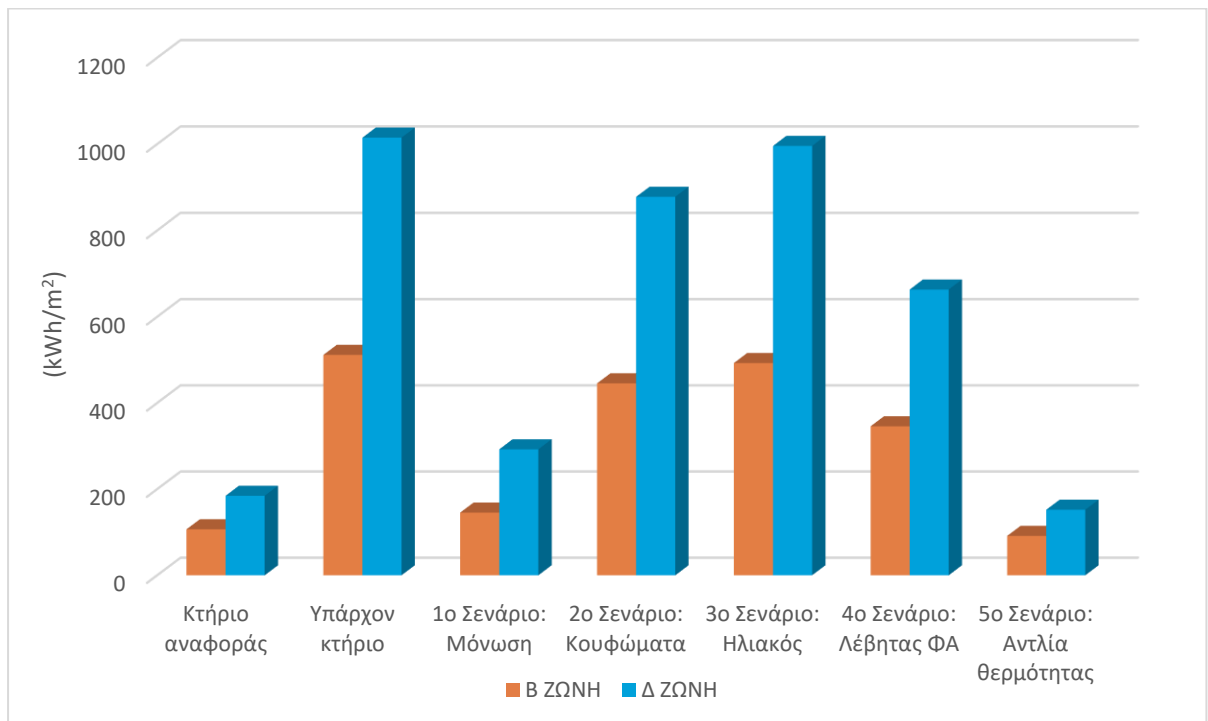
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)							
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία θερμότητας
Θέρμανση	170,4	1085,6	288,7	935,6	1085,6	666,8	364,7
Ψύξη	8,3	13	18,4	10,9	13	13	5,5
ZNX	30,1	70,6	70,6	70,6	14,7	70,6	70,6
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ -ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	208,8	1169,1	377,7	1017,1	1113,2	750,3	440,7
Ενεργειακή κατάταξη	-	Η	Δ	Η	Η	Η	Ε

Πίνακας 8.4 Κόστη και περίοδος αποπληρωμής κάθε σεναρίου για την Δ ζώνη

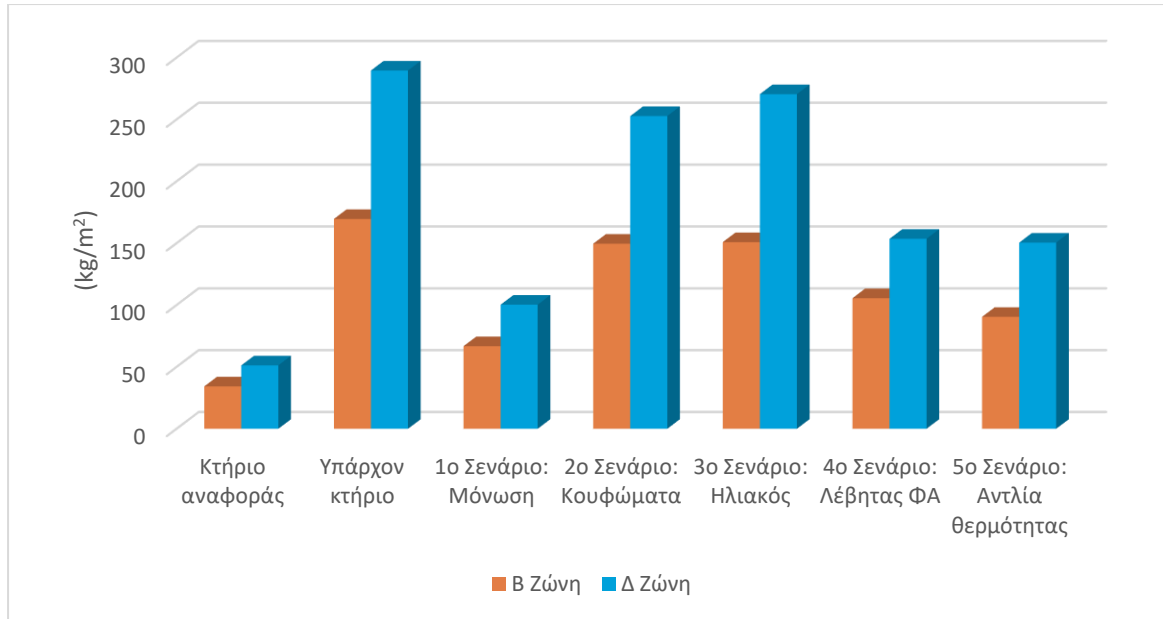
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία θερμότητας
Λειτουργικό κόστος €	4210	23304,7	7100	20209,9	22558,7	10191,6	5888,7
Αρχικό κόστος επένδυσης €			28364	25962,4	2700	12650	15750
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			791,4	152	55,9	418,8	728,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			67,7	13	4,8	35,8	62,3
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2	0,7	0,2	0,1	0,1
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			189,2	36,8	19,1	136	138,8
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			1,8	8,4	3,6	1	0,9



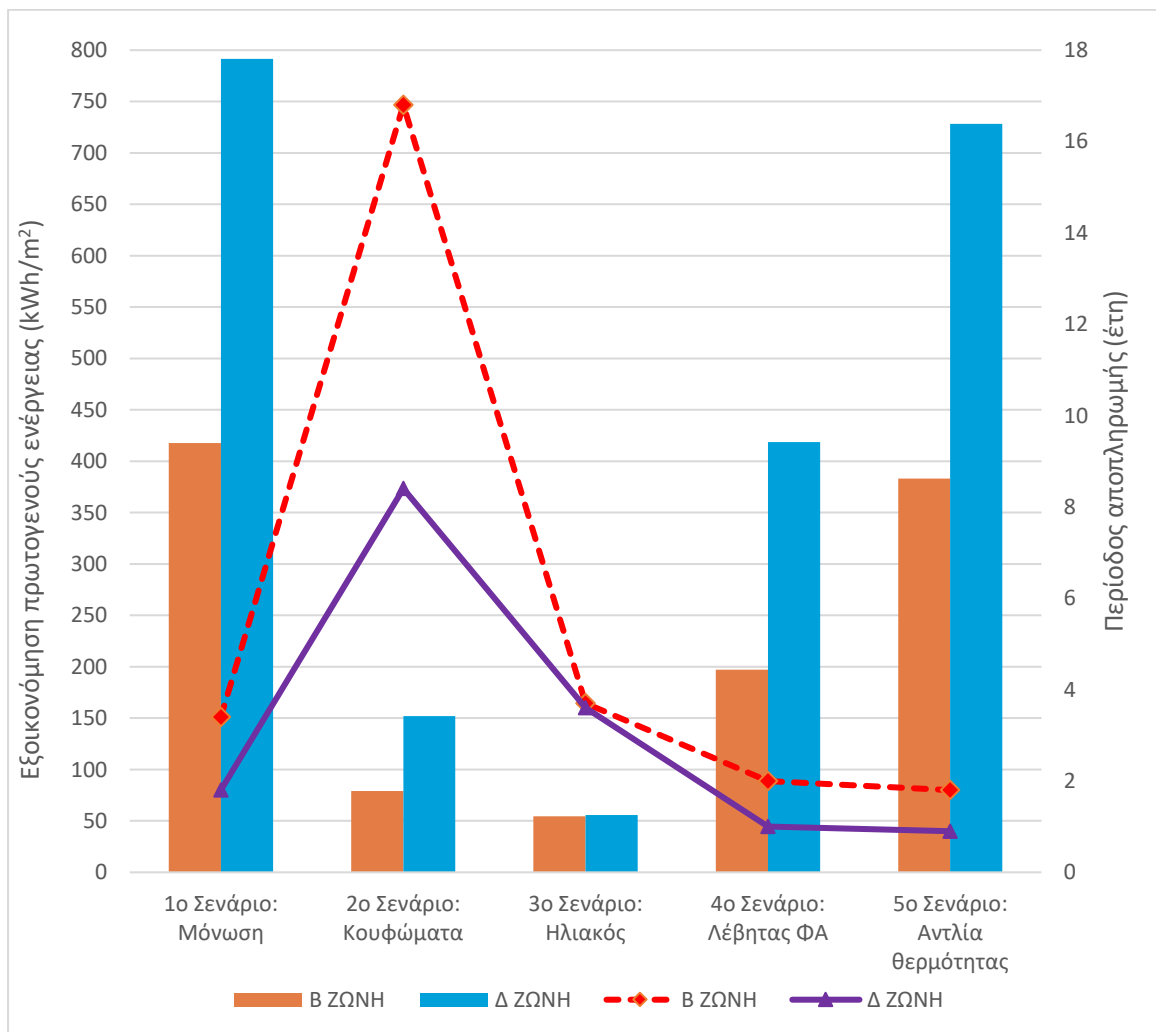
Διάγραμμα 8.1 Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την B και Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 8.2 Συνολική κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²) διαμερίσματος για την B και Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 8.3 Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kg/m²) μονοκατοικίας για την B και Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 8.4 Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) μονοκατοικίας συναρτήσει της περιόδου αποπληρωμής (έτη) ανά σενάριο για την B και Δ κλιματική ζώνη

Στο διάγραμμα 8.4 παρουσιάζεται η εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας για κάθε σενάριο όπου μελετήθηκε με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση της μονοκατοικίας και η περίοδος αποπληρωμής των επεμβάσεων και για τις δύο κλιματικές ζώνες.

Το σενάριο το οποίο προσφέρει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας είναι το πρώτο σενάριο όπου εφαρμόζεται θερμομόνωση του κτηρίου εξωτερικά. Το πρώτο σενάριο της μόνωσης του κτηρίου για την Β ζώνη προσφέρει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξης του 64,4% ίση δηλαδή με 417,8kWh/m² και στην Δ ζώνη της τάξης του 67,7% δηλαδή ίση με 791,4kWh/m² κατατάσσοντας και στις δύο περιπτώσεις το κτήριο στην Δ ενεργειακή κατηγορία. Με την εφαρμογή της μόνωσης εξωτερικά εξαλείφονται οι θερμογέφυρες του κτηρίου περιορίζοντας έτσι τις απώλειες του και μειώνονται οι απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη αλλά και οι καταναλώσεις του.

Τα σενάρια όπου γίνεται η αλλαγή των κουφωμάτων, η προσθήκη του ηλιακού συλλέκτη για την κάλυψη των αναγκών του ζεστού νερού χρήσης και η χρήση του λέβητα φυσικού αερίου εξοικονομούν μικρότερα ποσά πρωτογενούς ενέργειας με αποτέλεσμα το κτήριο να παραμένει στην ίδια ενεργειακή κατάσταση με την υφιστάμενη. Τα κουφώματα συμβάλλουν στην μείωση των απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη μειώνοντας και την διείσδυση του αέρα από αυτά, ωστόσο σε σχέση με την επιφάνεια των αδιαφανών δομικών στοιχείων η επιφάνεια τους είναι αισθητά μικρότερη, για αυτό και η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας από την επέμβαση αυτή είναι μικρή και ίση με 79kWh/m², ποσοστό της τάξης του 12% για την Β ζώνη, και για την Δ ζώνη ίση με 152kWh/m² και ποσοστό της τάξης του 13%.

Η προσθήκη του ηλιακού συλλέκτη επηρεάζει τις καταναλώσεις για το ζεστό νερό χρήσης μειώνοντας την κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών ζεστού νερού χρήσης περίπου κατά 89% και 80% για την Β και Δ ζώνη αντίστοιχα. Η παρέμβαση αυτή δεν επηρεάζει όμως τις απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη με αποτέλεσμα η συνολική εικόνα του κτηρίου να παραμένει μη αποδοτική και συνολικά να γίνεται εξοικονόμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας της τάξης του 8,4% για την Β ζώνη και του 4,8% για την Δ ζώνη. Στο σενάριο όπου οι ανάγκες για θέρμανση θα καλύπτονται από λέβητα φυσικού αερίου παρατηρείται μείωση στις καταναλώσεις που αφορούν μόνο το κομμάτι της θέρμανσης λόγω του υψηλού βαθμού απόδοσης του λέβητα σε σχέση με τον παλιό υφιστάμενο. Η συνολική εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται στα 197,1kWh/m² για την Β ζώνη ενώ για την Δ ζώνη είναι ίση με 418,8kWh/m².

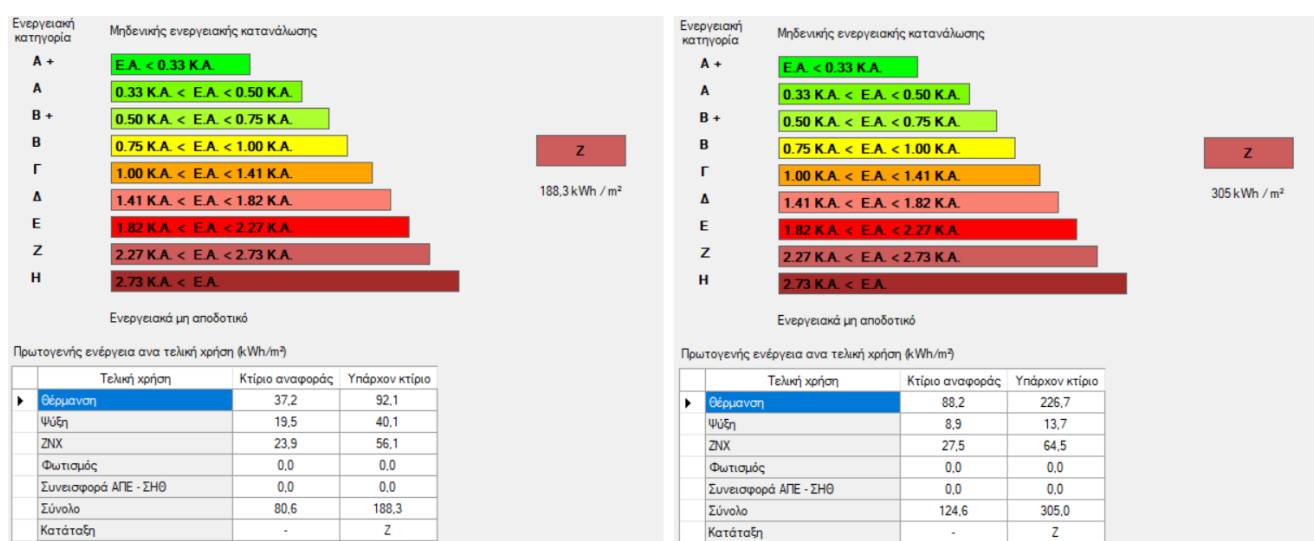
Η χρήση της αντλίας θερμότητας για την θέρμανση και την ψύξη της μονοκατοικίας και για τις δύο ζώνες προσφέρει την δεύτερη μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ύστερα από το σενάριο της θερμομόνωσης. Σε αυτό το σενάριο μειώνονται οι καταναλώσεις και της θέρμανσης και της ψύξης του κτηρίου καθώς η αντλία θερμότητας προσφέρει υψηλό βαθμό απόδοσης καθώς και υψηλό βαθμό απόδοσης για την θέρμανση (COP) και υψηλό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) στην ψύξη.

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στο σενάριο της αντλίας θερμότητας για την Β ζώνη είναι ίση με 383,1kWh/m², με ποσοστό της τάξης του 59,1% και για την Δ ζώνη ίση με 728,4kWh/m², με ποσοστό της τάξης του 62,3%.

Το σενάριο της θερμομόνωσης του κελύφους του κτηρίου το οποίο προσφέρει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση από τα σενάρια, έχει το μεγαλύτερο αρχικό κόστος επένδυσης με τον χρόνο απόσβεσης να είναι τα 3,4 έτη και 1,8 έτη για την Β και Δ ζώνη αντίστοιχα. Η αλλαγή των κουφωμάτων λόγω του υψηλού κόστους για πραγματοποίηση της επένδυσης και λόγω της μικρής εξοικονόμησης που προσφέρουν καθιστούν πολύ υψηλά τα έτη απόσβεσης τους σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σενάρια. Η προσθήκη του ηλιακού συλλέκτη έχει μικρό κόστος αρχικής επένδυσης ωστόσο τα έτη απόσβεσης ανέρχονται στα 3,7 στη Β ζώνη και στα 3,6 για τη Δ ζώνη. Αναφορικά με το σενάριο χρήσης λέβητα με φυσικό αέριο για την χρήση της θέρμανσης, τα έτη απόσβεσης για την Β ζώνη είναι 2, ενώ για την Δ ζώνη είναι 1 έτος. Ο μικρός χρόνος απόσβεσης για αυτό το σενάριο οφείλεται στο σχετικά μικρό κόστος επένδυσης και στο ποσοστό εξοικονόμησης που προσφέρει. Τον μικρότερο χρόνο απόσβεσης τον προσφέρει το σενάριο όπου επιλέγεται η αντλία θερμότητας για την θέρμανση και την ψύξη, όπου το ποσό επένδυσης είναι υψηλό αλλά μικρότερο από αυτό του πρώτου σεναρίου και η εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρει είναι πολύ κοντά σε αυτή που προσφέρει το πρώτο σενάριο.

8.2 Διαμέρισμα

Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογίζεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάταξη του εξεταζόμενου διαμερίσματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ το διαμέρισμα και στην Β και στην Δ κλιματική ζώνη λόγω των παλαιών κουφωμάτων, των μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης και της μη ύπαρξης συστημάτων ψύξης κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Ζ και χαρακτηρίζεται ως ενεργειακά μη αποδοτικό και με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. Το διαμέρισμα όπου εξετάστηκε στην Β κλιματική ζώνη έχει ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργεια 188,3kWh/m² ενώ στην Δ κλιματική ζώνη είναι ίση με 305kWh/m², με το μεγαλύτερο μέρος να καταναλώνεται για την θέρμανση, όπως φαίνεται και στην εικόνα 8.2.



Εικόνα 8.2 Υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του διαμερίσματος της Β κλιματικής ζώνη (αριστερά) και του διαμερίσματος στην Δ ζώνη (δεξιά)

Τα αποτελέσματα από το λογισμικό για τα σενάρια όπου δημιουργήθηκαν και εξετάστηκαν για τις δύο κλιματικές ζώνες παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες και στα ακόλουθα διαγράμματα.

Πίνακας 8.5 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση kWh/m² και ενεργειακή κατάταξη κάθε σεναρίου για την Β ζώνη

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)							
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία Θερμότητας
Θέρμανση	37,2	92,1	64,1	28,1	92,1	50,7	31,5
Ψύξη	19,5	40,1	37,8	37,8	40,1	40,1	17
ZNX	23,9	56,1	56,1	56,1	14,7	56,1	56,1
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ -ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	80,6	188,3	158	117,9	147	146,8	104,5
Ενεργειακή κατάταξη	-	Z	E	Δ	E	E	Γ

Πίνακας 8.6 Κόστη και περίοδος αποπληρωμής κάθε σεναρίου για την Β ζώνη

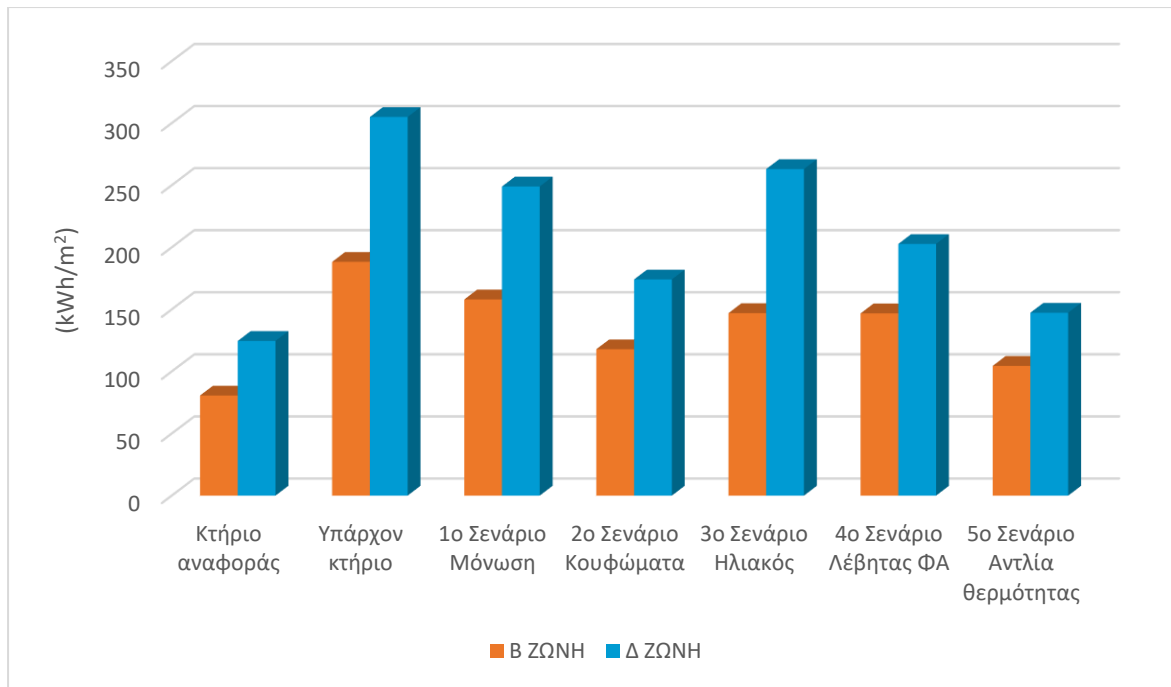
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία Θερμότητας
Λειτουργικό κόστος €	986	2073,2	1676,9	1158,9	1711,3	1294	914,8
Αρχικό κόστος επένδυσης €			9548,9	13957,5	1080	4000	10800
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			30,3	70,4	41,3	41,4	83,8
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			16,1	37,4	21,9	22	44,5
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,1	1,3	0,2	0,6	0,9
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			7,5	17,5	14,1	12,6	19,4
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			24,1	15,3	3	5,1	9,3

Πίνακας 8.7 Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση kWh/m² και ενεργειακή κατάταξη κάθε σεναρίου για την Δ ζώνη

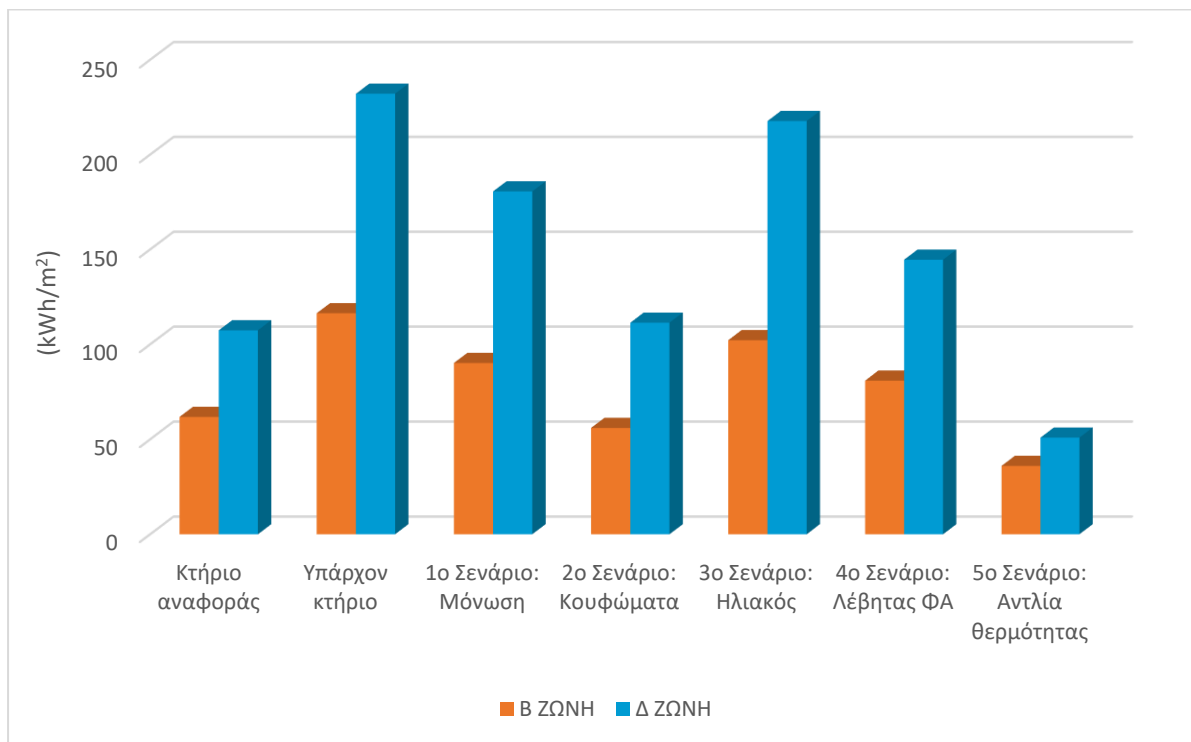
Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)							
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία Θερμότητας
Θέρμανση	88,2	226,7	169,5	92,7	226,7	124,5	77
Ψύξη	8,9	13,7	15	16,9	13,7	13,7	5,8
ZNX	27,5	64,5	64,5	64,5	22,6	64,5	64,5
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0
Συνεισφορά ΑΠΕ -ΣΗΘ	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	124,6	305	249	174,1	263	202,7	147,3
Ενεργειακή κατάταξη	-	Z	E	Γ	E	Δ	Γ

Πίνακας 8.8 Κόστη και περίοδος αποπληρωμής κάθε σεναρίου για την Δ ζώνη

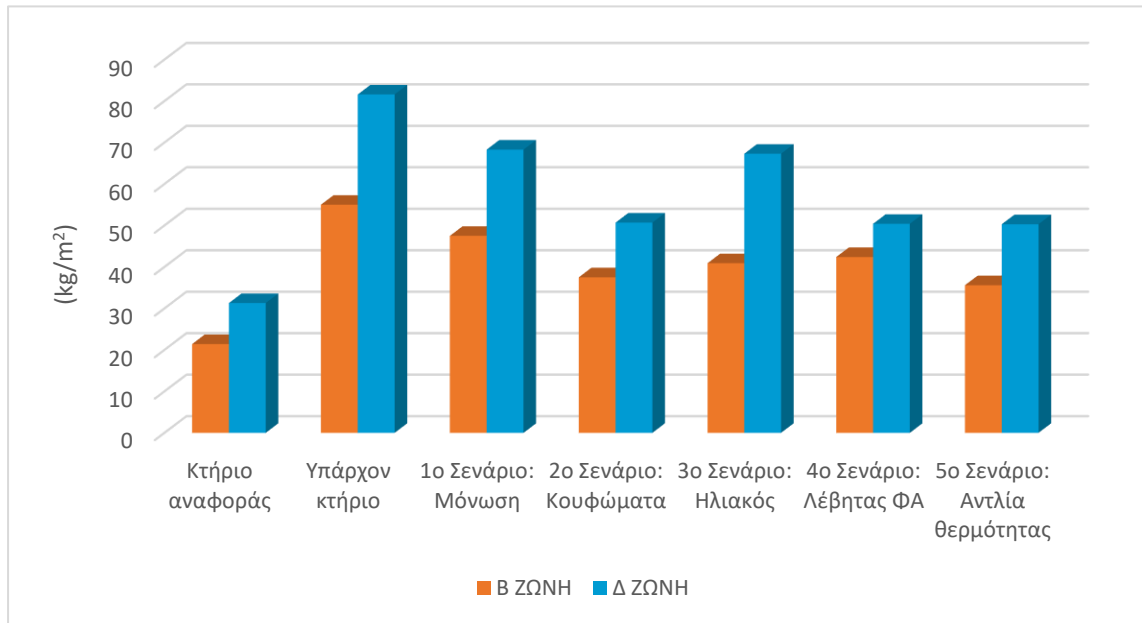
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Υπάρχον κτήριο	1ο Σενάριο Μόνωση	2ο Σενάριο Κουφώματα	3ο Σενάριο Ηλιακός Συλλέκτης	4ο Σενάριο Λέβητας Φ.Α.	5ο Σενάριο Αντλία Θερμότητας
Λειτουργικό κόστος €	1629,8	3725,7	2971,6	1962,6	3357,9	1803,4	1293,5
Αρχικό κόστος επένδυσης €			9548,9	13957,5	1080	4000	10800
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			55,9	130,9	42	102,2	157,6
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			18,3	42,9	13,8	33,5	51,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,1	0,7	0,2	0,3	0,5
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			13,2	30,8	14,3	31,1	31,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			12,7	7,9	2,9	2,1	4,4



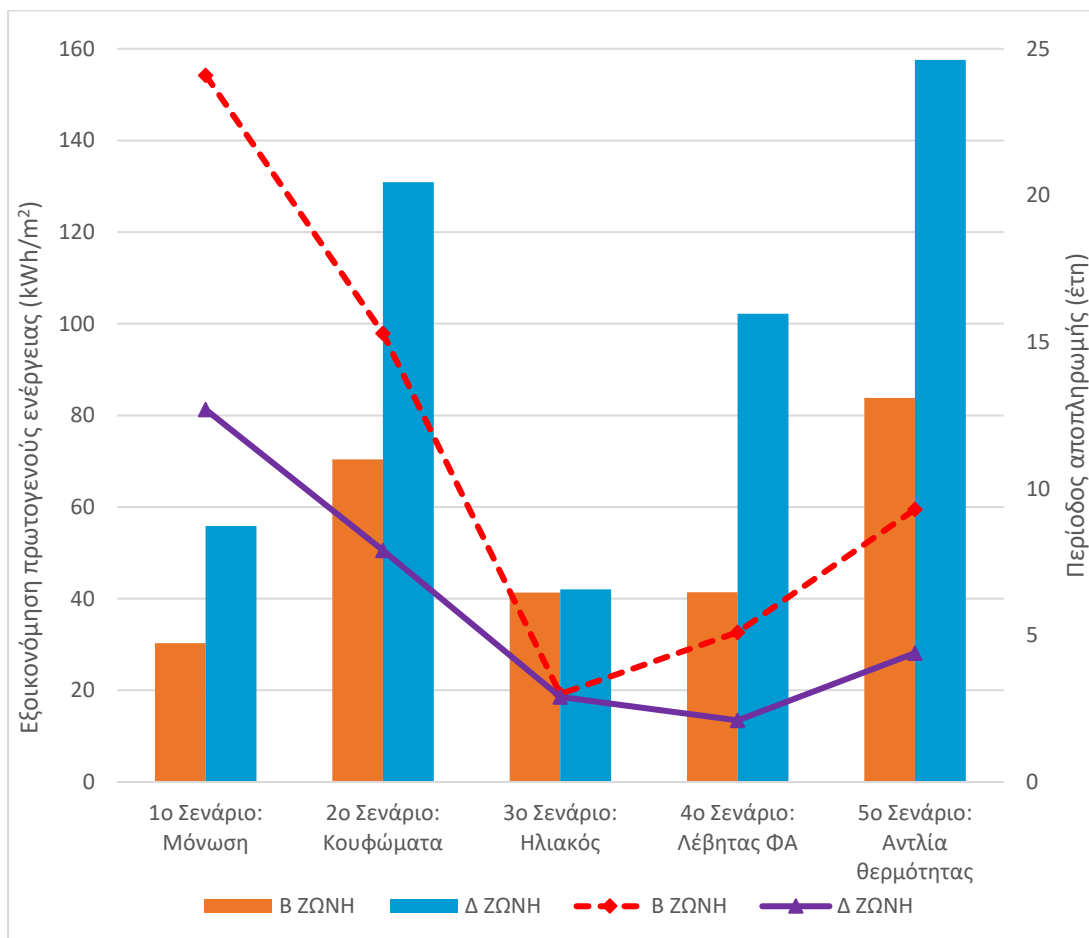
Διάγραμμα 8.5 Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Β και Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 8.6 Συνολική κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²) διαμερίσματος για την Β και Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 8.7 Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kg/m²) διαμερίσματος για την B και Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 8.8 Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) συναρτήσει της περιόδου αποπληρωμής (έτη) ανά σενάριο για την B και Δ κλιματική ζώνη

Στο διάγραμμα 8.8 παρουσιάζεται η εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας για κάθε σενάριο όπου μελετήθηκε με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση του διαμερίσματος και η περίοδος αποπληρωμής των επεμβάσεων για τις δύο κλιματικές ζώνες.

Το σενάριο της θερμομόνωσης του κελύφους παρουσιάζει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 16,1% για την Β ζώνη και 18,3% για την Δ ζώνη ανεβάζοντας την ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου στην Ε. Η εξοικονόμηση που προσφέρει και για τις δύο περιπτώσεις είναι μικρή καθώς στο κτήριο προϋπήρχε εσωτερική μόνωση στο κέλυφος όποτε οι απώλειες από αυτή την παρέμβαση ήταν ήδη περιορισμένες. Η αλλαγή των κουφωμάτων εμφανίζει την δεύτερη μεγαλύτερη εξοικονόμηση από τα εξεταζόμενα σενάρια κατατάσσοντας το κτήριο στην Δ και στην Γ ενεργειακή κατηγορία για τη Β και Δ ζώνη αντίστοιχα. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων δέχονται σημαντική μείωση με την αντικατάστασή τους με τα νέα κουφώματα. Για την Β ζώνη η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι ίση με 70,4kWh/m² με ποσοστό 37,4% και για την Δ ζώνη είναι ίση με 130,9kWh/m² με ποσοστό 42,9%.

Το σενάριο που τοποθετείται ηλιακός συλλέκτης και για τις δύο κλιματικές ζώνη εμφανίζει μικρή εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας καθώς η παρέμβαση επηρεάζει μόνο τις ενεργειακές απαιτήσεις και τις ενεργειακές καταναλώσεις που αφορούν αποκλειστικά στο ζεστό νερό χρήσης. Το ποσοστό εξοικονόμησης για την Β ζώνη ανέρχεται στο 21,9% και 13,8% για την Δ ζώνη με την ενεργειακή κατηγορία και στις δύο περιπτώσεις να ανεβαίνει στην Ε .

Στο σενάριο που η θέρμανση γίνεται με ατομικό λέβητα φυσικού αερίου λόγω του μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης του σε σχέση με το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης, παρατηρείται σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξης του 33,5% στην Δ κλιματική ζώνη όπου οι απαιτήσεις της θέρμανσης είναι αυξημένες ενώ στην Β ζώνη το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας είναι 22% και η εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται στις 102kWh/m² και 41,3kWh/m² για την Δ και Β ζώνη αντίστοιχα. Η νέα ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου ύστερα από την εφαρμογή του σεναρίου είναι η Δ.

Την μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σενάρια που εξετάστηκαν την προσφέρει το σενάριο της τοποθέτησης της αντλίας θερμότητας που εμφανίζει τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης για την θέρμανση και για την ψύξη και κατατάσσει το κτήριο στην Γ ενεργειακή κατάταξη. Στην περίπτωση της Β ζώνης, η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι ίση με 83,8kWh/m², δηλαδή εξοικονομείται το 44,5%, ενώ στην Δ ζώνη ισούται με 157,6kWh/m² με ποσοστό εξοικονόμησης 51,6%.

Ο χρόνος απόσβεσης του σεναρίου της θερμομόνωσης του κελύφους έχει μεγάλο χρόνο απόσβεσης, κάτι που οφείλεται στην μικρή εξοικονόμηση που παρουσιάζει. Στο σενάριο με την αλλαγή των κουφωμάτων παρόλο που η εξοικονόμηση είναι μεγάλη, η περίοδος απόσβεσης κυμαίνεται περίπου στα 15 έτη και 8 έτη για την Β και Δ ζώνη

αντίστοιχα. Η τοποθέτηση του ηλιακού συλλέκτη στο 3^ο σενάριο έχει μικρό κόστος αρχικής επένδυσης και η απόσβεση του γίνεται στο σύντομο χρονικό διάστημα των τριών ετών και για τις δύο περιπτώσεις. Η απόσβεση την επέμβασης του λέβητα φυσικού αερίου στην Β κλιματική ζώνη, όπου η εξοικονόμηση είναι μικρή, οδηγεί σε χρόνο απόσβεσης που ανέρχεται στα 5 έτη, ενώ στην περίπτωση της Δ κλιματική ζώνης όπου η εξοικονόμηση είναι μεγαλύτερη ο χρόνος αποπληρωμής μειώνεται στα 2,1 έτη. Παρόλη την μεγάλη εξοικονόμηση που προσφέρει το σενάριο της αντλίας θερμότητας, ο χρόνος απόσβεσης είναι σχετικά υψηλός και ανέρχεται στα 9,3 έτη για την Β ζώνη και στα 4,4 έτη για την Δ ζώνη λόγω του υψηλού κόστους της αρχικής επένδυσης.

Σχόλια για τις δύο περιπτώσεις κτηρίων

Στο διάγραμμα 8.2 και στο διάγραμμα 8.6 αισθητή μείωση των καταναλώσεων των καυσίμων παρατηρείται στο σενάριο της τοποθέτησης αντλίας θερμότητας για την θέρμανση και την ψύξη, λόγω του μεγάλου βαθμού απόδοσης. Παρόλο που στο 5^ο σενάριο υπάρχει η μικρότερη κατανάλωση καυσίμων, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 8.3 και 8.7 οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι μεγαλύτερες από άλλα σενάρια. Οι αυξημένες εκπομπές CO₂ οφείλονται στο ότι για την λειτουργία της αντλίας θερμότητας καταναλώνεται ηλεκτρική ενέργεια που οι εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO₂/kWh) έχουν την μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τα άλλα καύσιμα.

Βάση του κλίματος της χώρας στα διαγράμματα των ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων, που παρατίθενται στο παράρτημα, για την θέρμανση παρατηρούνται όπως είναι λογικό αυξημένες απαιτήσεις και καταναλώσεις κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες είναι μηδενικές. Αντίθετα οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη είναι αυξημένες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και μηδενικές για τους χειμερινούς.

9 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η επίδραση καθιερωμένων παρεμβάσεων με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση δύο τύπων κτηρίου που αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό του κτηριακού αποθέματος. Από την μελέτη των παρεμβάσεων που δημιουργήθηκαν και εξετάστηκαν συμπεραίνεται ότι:

Σε ένα υφιστάμενο κτήριο όπου η μόνωση απουσιάζει, το σενάριο της προσθήκης της θερμομόνωσης επιφέρει μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας από την θερμομόνωση ενός ήδη μονωμένου κτηρίου.

Η μορφολογία του κάθε κτηρίου που αφορά την κατασκευή κελύφους του είναι ο κύριος λόγος όπου τα κτήρια διαφέρουν μεταξύ τους και η εξοικονόμηση ενέργειας των επεμβάσεων που αφορούν το κέλυφος του κτηρίου διαφέρει ανά περίπτωση. Παρατηρείται ότι σε κτήρια όπως για παράδειγμα οι μονοκατοικίες όπου υπάρχουν απώλειες και από τα δάπεδα και τις οροφές, η προσθήκη θερμομόνωσης επιφέρει μεγαλύτερη εξοικονόμηση, ενώ σε περιπτώσεις όπως αυτές των διαμερισμάτων όπου οι απώλειες από τα δάπεδα και τις οροφές δεν υπάρχουν καθώς είναι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους, το σενάριο της αντικατάστασης των κουφωμάτων γίνεται πιο ελκυστικό.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις, οι καταναλώσεις των καυσίμων και η κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας για το ζεστό νερό χρήσης περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό από την χρήση του ηλιακού συλλέκτη μειώνοντας έτσι την κατανάλωση του καυσίμου που χρησιμοποιούταν πριν για το ζεστό νερό χρήσης καθώς την αντικαθιστά με την ηλιακή ενέργεια, η οποία έχει ως αποτέλεσμα να μην παράγονται και εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

Στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης κύριο ρόλο για την εξοικονόμηση ενέργειας έχει ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων που χρησιμοποιούνται. Από τα σενάρια που εξετάστηκαν για όλες τις περιπτώσεις η αντλία θερμότητας, όπου ο βαθμός απόδοσης είναι υψηλός, επιφέρει υψηλή εξοικονόμηση ενέργειας.

Σημαντικός είναι ο ρόλος της κλιματικής ζώνης στην οποία βρίσκεται το κάθε κτήριο καθώς οι ενεργειακές απαιτήσεις διαφέρουν σε κάθε κλιματική ζώνη ανάλογα με το κλίμα που επικρατεί στην κάθε μια. Όσο πιο ψυχρό είναι το κλίμα της ζώνης τόσο οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας, οι καταναλώσεις των καυσίμων και οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι μεγαλύτερες καθώς είναι αυξημένες οι απαιτήσεις που πρέπει να καλυφθούν ειδικά τους χειμερινούς μήνες, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι καταναλώσεις των καυσίμων που απαιτούνται άρα και οι εκπομπές του CO₂ που εκλύονται από τα καύσιμα.

Το κτηριακό απόθεμα της χώρας μας λόγω της παλαιότητάς του εμφανίζει μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Τα κόστη των επενδύσεων που διερευνήθηκαν εισάγοντας τιμές από το πρόγραμμα εξοικονομώ είναι υψηλά με τους χρόνους απόσβεσης ωστόσο να είναι σχετικά μικροί για τα σενάρια όπου υπήρχε σημαντική

εξοικονόμηση ενέργειας. Το κόστος των παρεμβάσεων που αφορούν το κέλυφος των κτηρίων είναι δαπανηρό ωστόσο επιτυγχάνεται μεγάλη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων για την θέρμανση και την ψύξη. Οι παρεμβάσεις που αφορούν το σύστημα θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης στην πλειοψηφία είναι πιο οικονομικές με αξιόλογη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων. Σημαντικό κίνητρο για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού αποθέματος αποτελούν τα προγράμματα που έχουν δημιουργηθεί και χρηματοδοτούν ποσοστό των παρεμβάσεων που αφορούν στην ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτηρίων. Στο πέρασμα των χρόνων έχουν δημιουργηθεί αρκετά τέτοια προγράμματα, τα οποία συνεχίζουν να δημιουργούν νέους κύκλους μέχρι και σήμερα, με το νέο πρόγραμμα Εξοικονομώ 2023 να αναμένεται να ξεκινήσει.

Για την παραγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό TEE KENAK το οποίο είναι ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο για τους ενεργειακούς επιθεωρητές. Ωστόσο πλέον έχουν δημιουργηθεί νέα λογισμικά, πιο εξελιγμένα, με παραπάνω δυνατότητες. Ένα τέτοιο λογισμικό είναι το 4M-KENAK εγκεκριμένο από το ΥΠΕΚΑ το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για μελέτες ενεργειακής απόδοσης αλλά και για επιθεωρήσεις κτηρίων. Είναι ένα πιο ευέλικτο λογισμικό στην χρήση του καθώς συνδυάζει το σχεδιαστικό με το υπολογιστικό κομμάτι που διαθέτει.

Μελλοντική Έρευνα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα λογισμικά για την ενεργειακή επιθεώρηση έχουν εξελιχθεί και έχουν δημιουργηθεί και νέα. Ως μελλοντική έρευνα πάνω στο κομμάτι αυτό θα μπορούσε να γίνει μια σύγκριση των λογισμικών σχετικά με την ευκολία της χρήσης τους και την σύγκριση των αποτελεσμάτων τους, εξετάζοντας κάποιο από τα είδη των κτηρίων του κτηριακού μας αποθέματος.

Μια άλλη μελέτη που θα μπορούσε να ερευνηθεί είναι η διερεύνηση της συμπεριφοράς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων σε όλες τις κλιματικές ζώνες που ορίζει ο KENAK.

10 Βιβλιογραφία

- 4M KENAK. <https://www.4m.gr/el/brands-2/4>
- B.P.I.E. - EUROPE'S BUILDINGS UNDER THE MICROSCOPE. https://bpie.eu/wp-content/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf
- Charles, A., Maref, W., & Ouellet-Plamondon, C. M. (2019). Case study of the upgrade of an existing office building for low energy consumption and low carbon emissions. *Energy and Buildings*, 183, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.10.008>
- Dascalaki, E. G., Balaras, C. A., Gaglia, A. G., Droutsas, K. G., & Kontoyiannidis, S. (2012). Energy performance of buildings—EPBD in Greece. *Energy Policy*, 45, 469–477. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.058>
- Dascalaki, E. G., Balaras, C. A., Kontoyiannidis, S., & Droutsas, K. G. (2016). Modeling energy refurbishment scenarios for the Hellenic residential building stock towards the 2020 & 2030 targets. *Energy and Buildings*, 132, 74–90. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.003>
- European Commission¹ - A European Green Deal. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Commission² - COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF
- European Commission³ - Global CO2 emissions rebound in 2021 after temporary reduction during COVID lockdown. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news/global-co2-emissions-rebound-2021-after-temporary-reduction-during-covid-19-lockdown-2022-10-14_en#:~:text=In%202021%2C%20global%20anthropogenic%20fossil,the%20world%27s%20largest%20CO2%20emitters
- European Council. Council of the European Union - Paris Agreement on climate change. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/paris-agreement/>
- GABC-2021 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. https://globalabc.org/sites/default/files/2021-10/GABC_Buildings-GSR-2021_BOOK.pdf
- Global Carbon Atlas, 2021. <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
- IEA. <https://www.iea.org/countries/greece>
- Katafygiotou, M. C., & Serghides, D. K. (2014). Analysis of structural elements and energy consumption of school building stock in Cyprus: Energy simulations and upgrade scenarios of a typical school. *Energy and Buildings*, 72, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.12.024>

Li, Y., Kubicki, S., Guerriero, A., & Rezgui, Y. (2019). Review of building energy performance certification schemes towards future improvement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109244. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109244>

TEE-KENAK.

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak

Uihlein, A., & Eder, P. (2010). Policy options towards an energy efficient residential building stock in the EU-27. *Energy and Buildings*, 42, 791–798. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.11.016>

Zarco-Periñán, P. J., Zarco-Soto, F. J., Zarco-Soto, I. M., Martínez-Ramos, J. L., & Sánchez-Durán, R. (2022). CO2 Emissions in Buildings: A Synopsis of Current Studies. *Energies*, 15(18), 6635. <https://doi.org/10.3390/en15186635>

*ΕΛΣΤΑΤ*¹ - Απογραφή Κτιρίων 2011.

https://www.statistics.gr/documents/20181/1204362/A1601_SKT01_DT_DC_00_2011_01_F_GR.pdf/33bc3e1f-ea63-47ec-93b8-a96179b2ee59

*ΕΛΣΤΑΤ*² - ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ- ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ 2011 Κατοικίες Χαρακτηριστικά και ανέσεις.

https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo4IN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo4IN_javax.faces.resource=document&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo4IN_in=downloadResources&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo4IN_documentID=138590&_documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKKo4IN_locale=el

ΕΣΣΕΚ. Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα. <https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2020/11/%CE%A6%CE%95%CE%9A-%CE%92-4893.2019.pdf>

KENAK, 2010. ΦΕΚ Β407/09-04-2010.

<http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/FEK%20407-B-2010%20-%20KENAK.pdf>

KENAK, 2017. https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2020/11/KENAK_FEK_B2367_2017.pdf

Κ.Θ.Κ. - Κανονισμός Θερμομόνωσης των Κτηρίων. https://elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/362d_79.1317112513734.pdf

Παντελίδης Γεώργιος, Νέος Οδηγός Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων. (2016).

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ- ΤΕΕ – ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/dg2013/ktirio/DK3-Energy%20Inpection%20Bld-final.pdf>

T.O.T.E.E 20701-1/2017- ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/files/ΤΟΤΕΕ_20701-1_2017_TEE_1st_Edition.pdf

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010- ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ.

<https://web.tee.gr/wp-content/uploads/ΕΓΚΡΙΣΗ-ΤΟΤΕΕ-3.pdf>

Υ.Π.Ε.Κ.Α.¹ - Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος (2014). https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-10/20142207.78-93_0.pdf

Υ.Π.Ε.Κ.Α.² - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΩΝ, ΣΘ ΚΑΙ ΣΚ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2020 και της χρονικής περιόδου 2011-2020.

https://bpes.ypeka.gr/wp-content/uploads/2021_06_30_ΕΤΗΣΙΑ_ΕΚΘΕΣΗ_ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ_ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.pdf

Υ.Π.Ε.Κ.Α. ΦΕΚ 1413-2012- Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/totee/fek1413.pdf>

ΥΠΕΝ- Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής ανακαίνισης του δημόσιου και ιδιωτικού κτιριακού αποθέματος και μετατροπή του σε κτιριακό δυναμικό απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές και υψηλής ενεργειακής απόδοσης έως το έτος 2050, διευκολύνοντας την οικονομικά αποδοτική μετατροπή υφιστάμενων κτιρίων σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/03/%CE%A5%CE%91-20334_148_01.03.2021_%CE%A6%CE%95%CE%9A_974-B-12.03.2021_%CE%9C%CE%91%CE%9A%CE%A1%CE%9F%CE%A0%CE%A1%CE%9F%CE%98%CE%95%CE%A3%CE%9C%CE%97-%CE%A3%CE%A4%CE%A1%CE%91%CE%A4%CE%97%CE%93%CE%99%CE%9A%CE%97-%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9A%CE%91%CE%99%CE%9D%CE%99%CE%A3%CE%97%CE%A3-%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%A9%CE%9D-%CE%95%CE%A9%CE%A3-%CE%A4%CE%9F-2050.pdf

ΥΠΕΝ- ΟΔΗΓΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ»

<https://www.eeth.gr/images/files/XTSLVLECPQ.pdf>

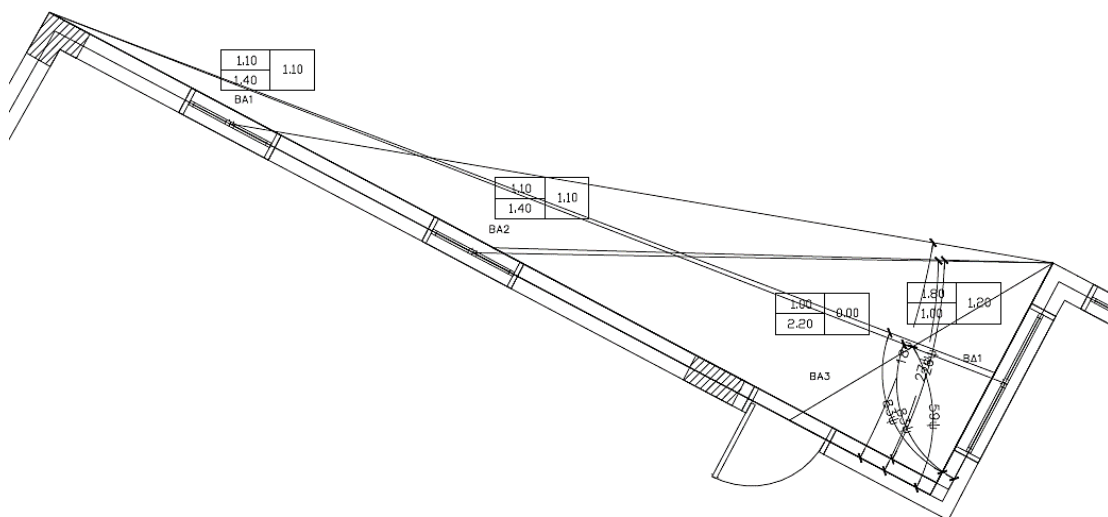
ΥΠΕΝ- ΟΔΗΓΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ 2021».

<https://exoikonomo2021.gov.gr/documents/10182/6238451/Οδηγος+Προγράμματος+2021+4η+ΤΡΟΠ.pdf/b094e208-32c1-453b-9351-87a02b60c1f7>

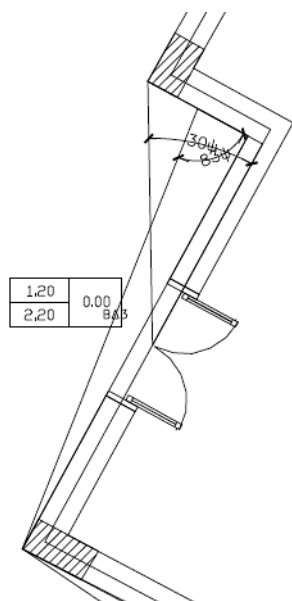
ΦΕΚ 89/Α/19-5-2008 - ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3661/2008 ΦΕΚ 89/Α/19-5-2008 Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.

https://www.buildingcert.gr/nomiko_plaisio/3661_2008.pdf

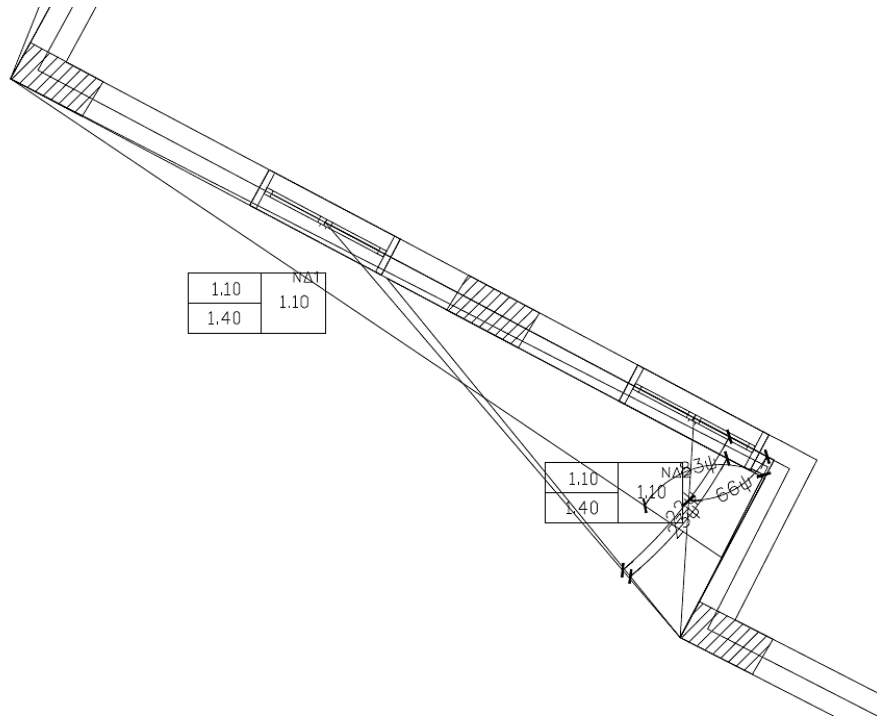
11 Παράρτημα



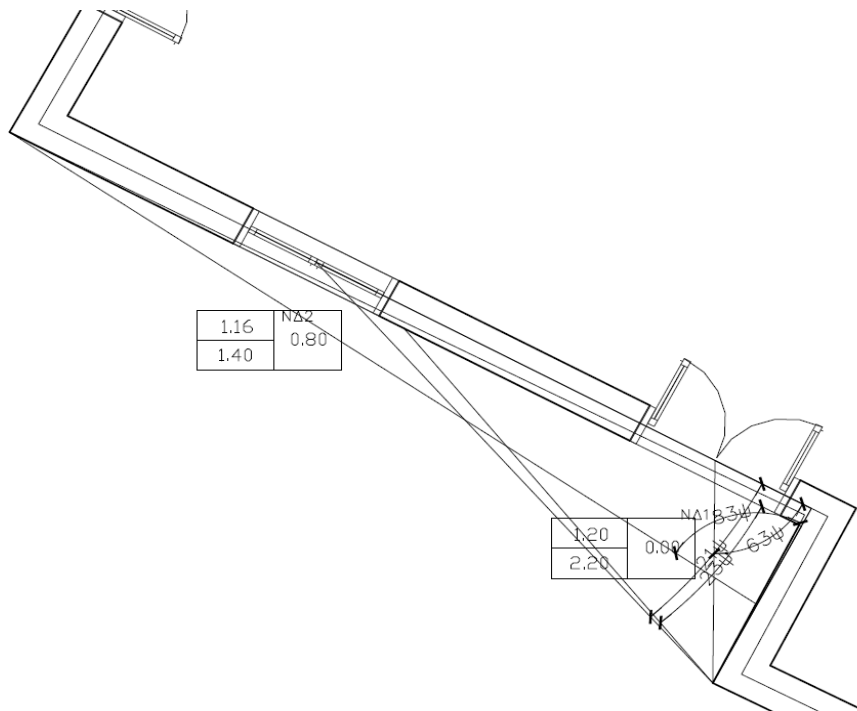
Εικόνα 11.1 Γωνίες πλευρικών εμποδίων Βορειοανατολικής και Βορειοδυτικής πλευράς ισογείου



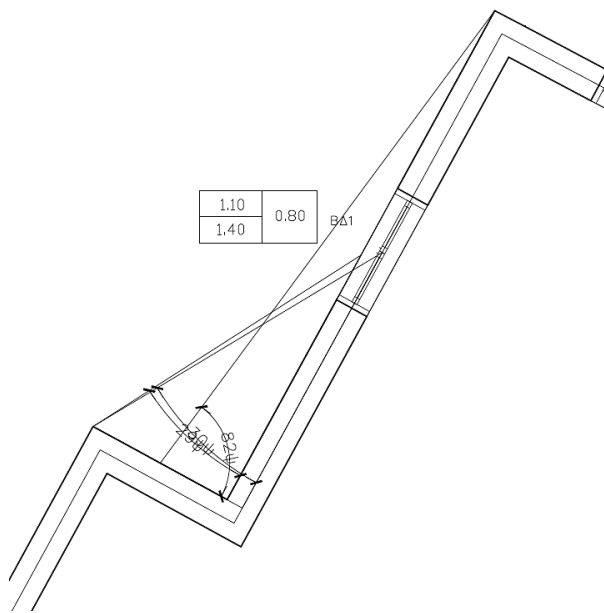
Εικόνα 11.2 Γωνίες πλευρικών εμποδίων Βορειοδυτικής και Νοτιοδυτικής πλευράς ισογείου



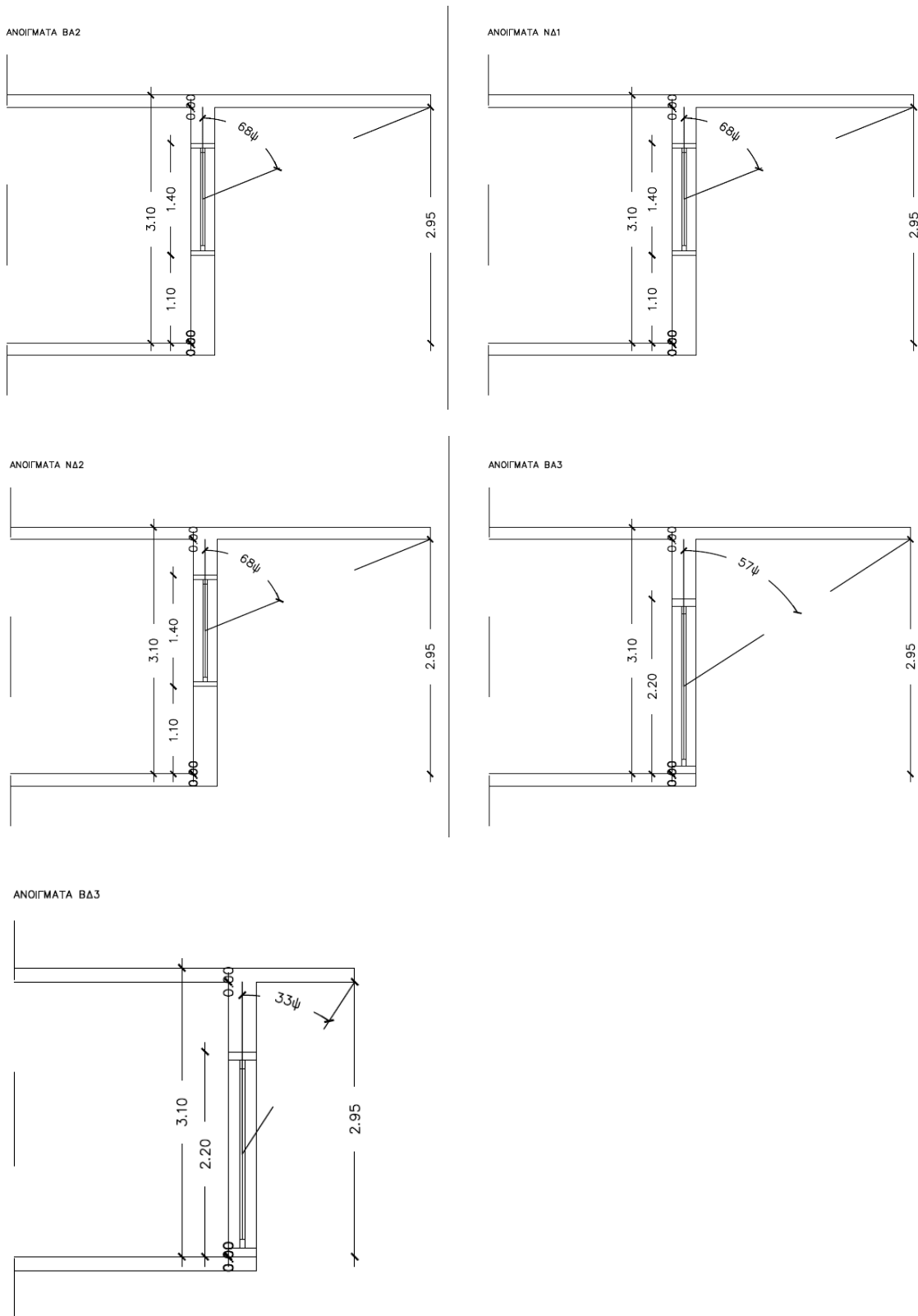
Εικόνα 11.3 Γωνίες πλευρικών εμποδίων Νοτιοδυτικής και Βορειοδυτικής πλευράς ισογείου



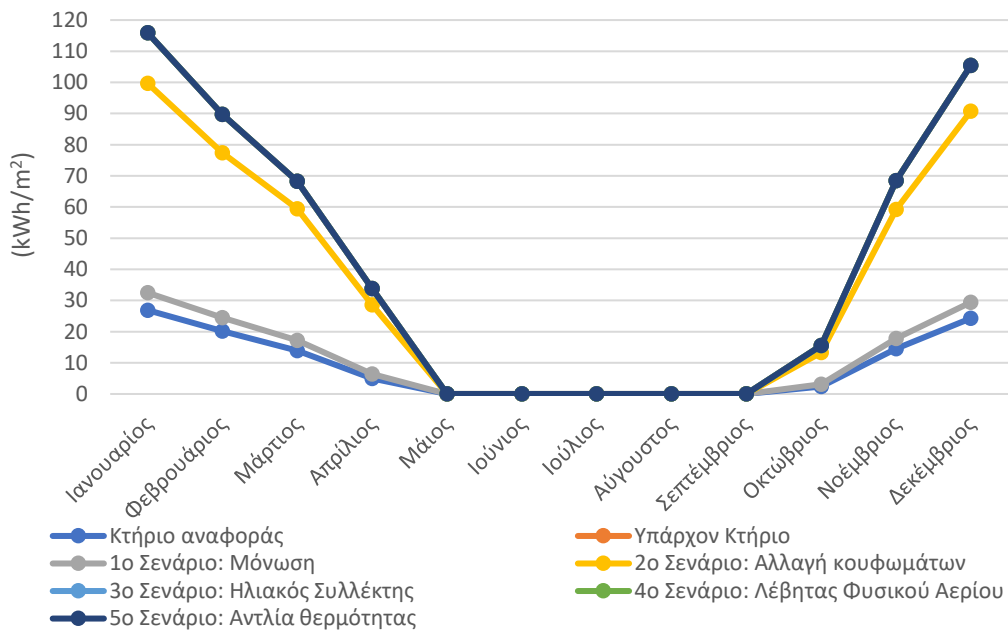
Εικόνα 11.4 Γωνίες πλευρικών εμποδίων Νοτιοδυτικής και Βορειοδυτικής πλευράς Α ορόφου



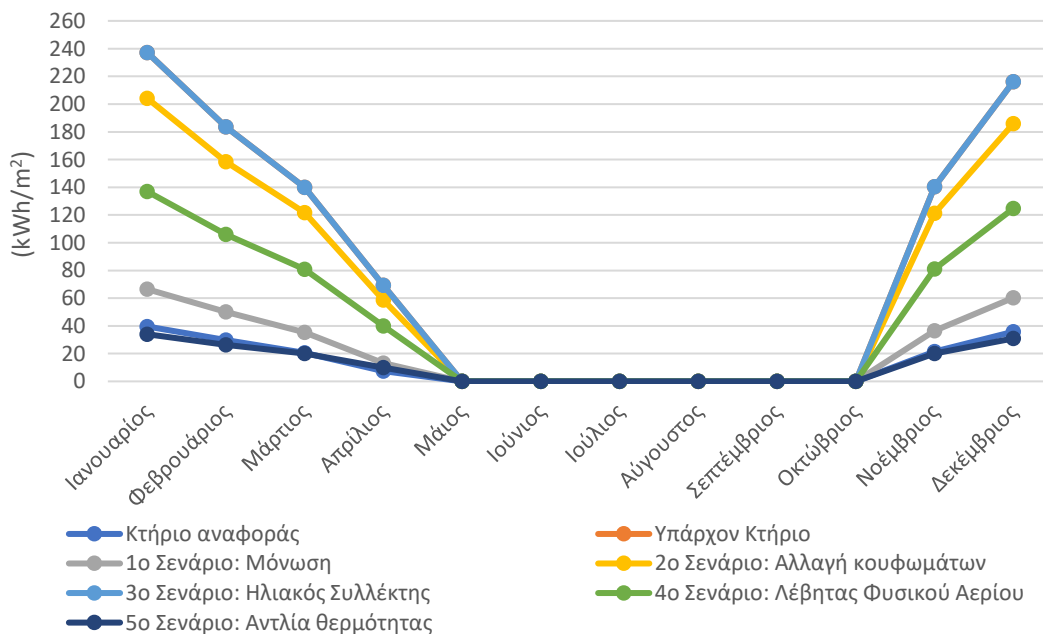
Εικόνα 11.5 Γωνίες πλευρικών εμποδίων Βορειοδυτικής και Βορειοανατολικής πλευράς Α ορόφου



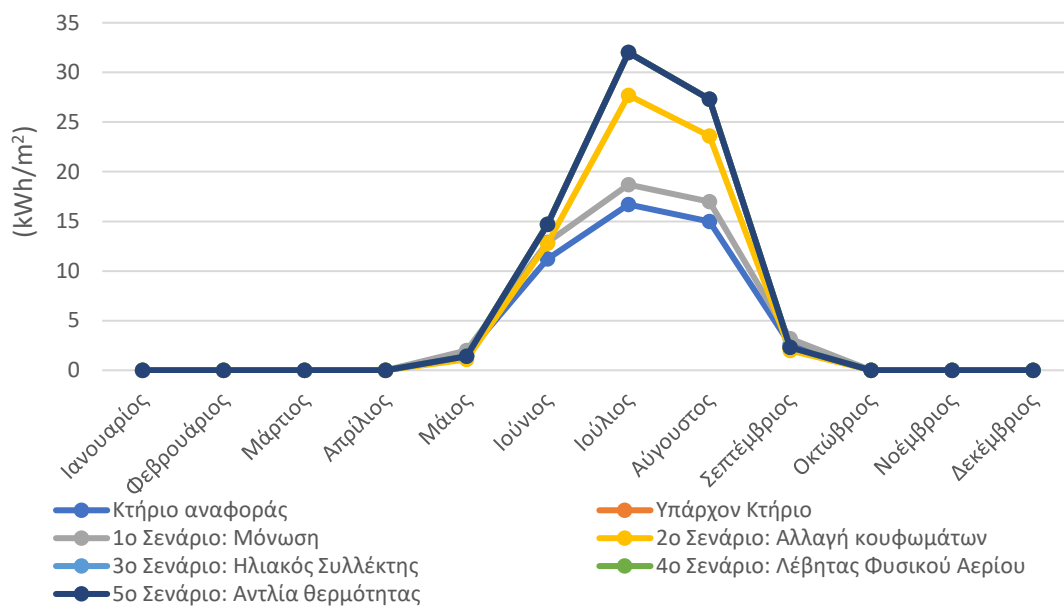
Εικόνα 11.6 Σκιάσεις οριζόντιων προβόλων



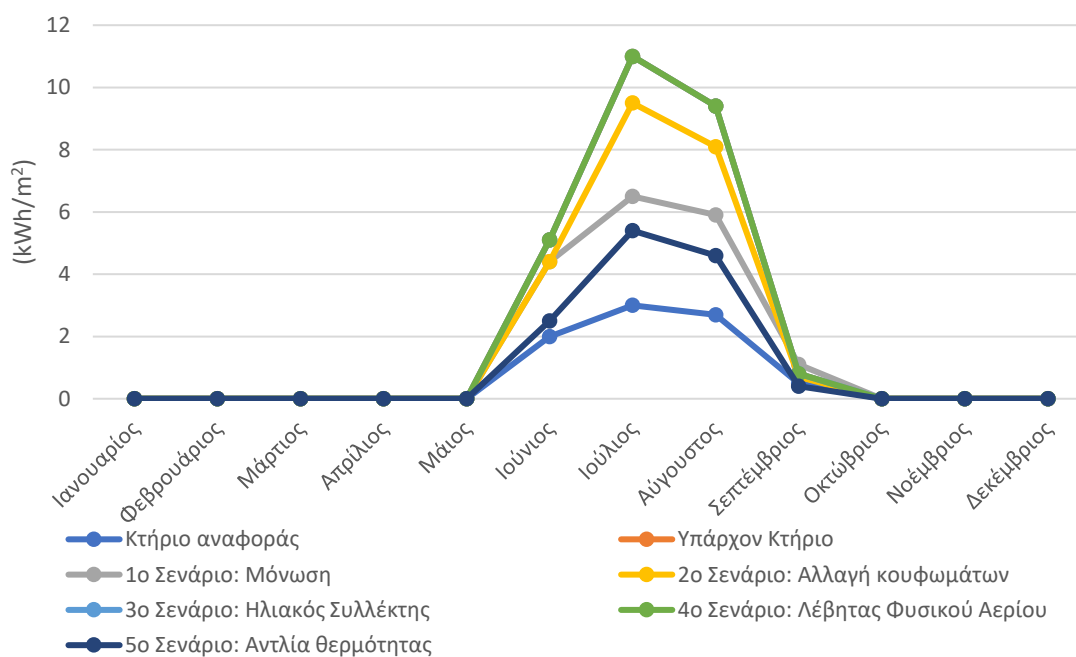
Διάγραμμα 11.1 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



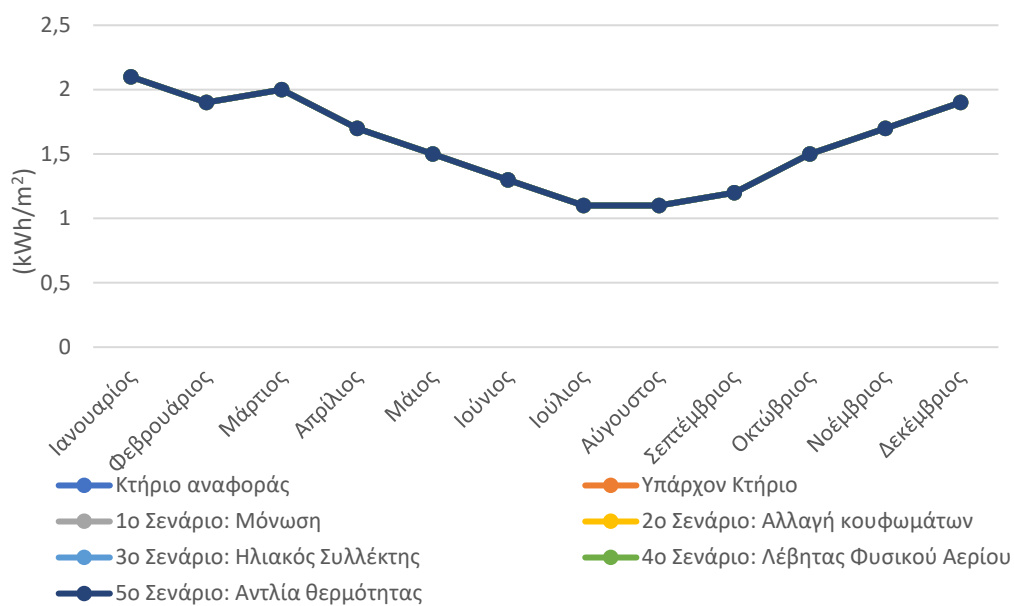
Διάγραμμα 11.2 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις θέρμανσης (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



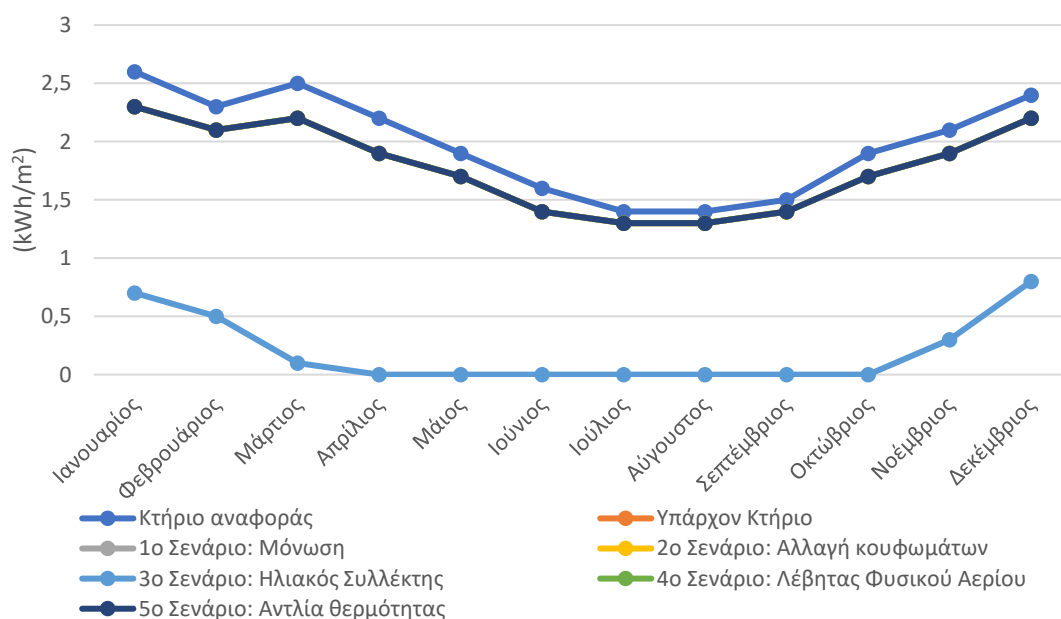
Διάγραμμα 11.3 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης (kWh/m^2) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



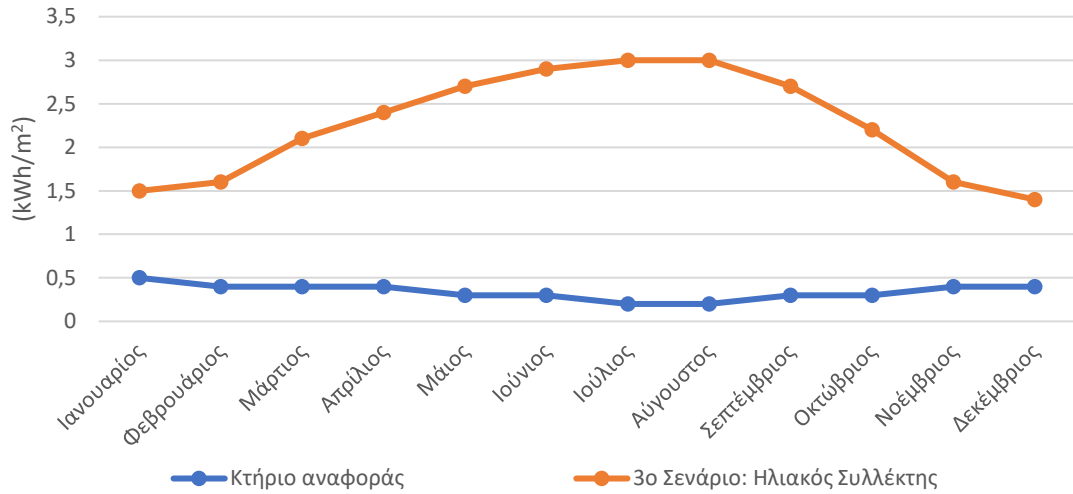
Διάγραμμα 11.4 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ψύξης (kWh/m^2) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



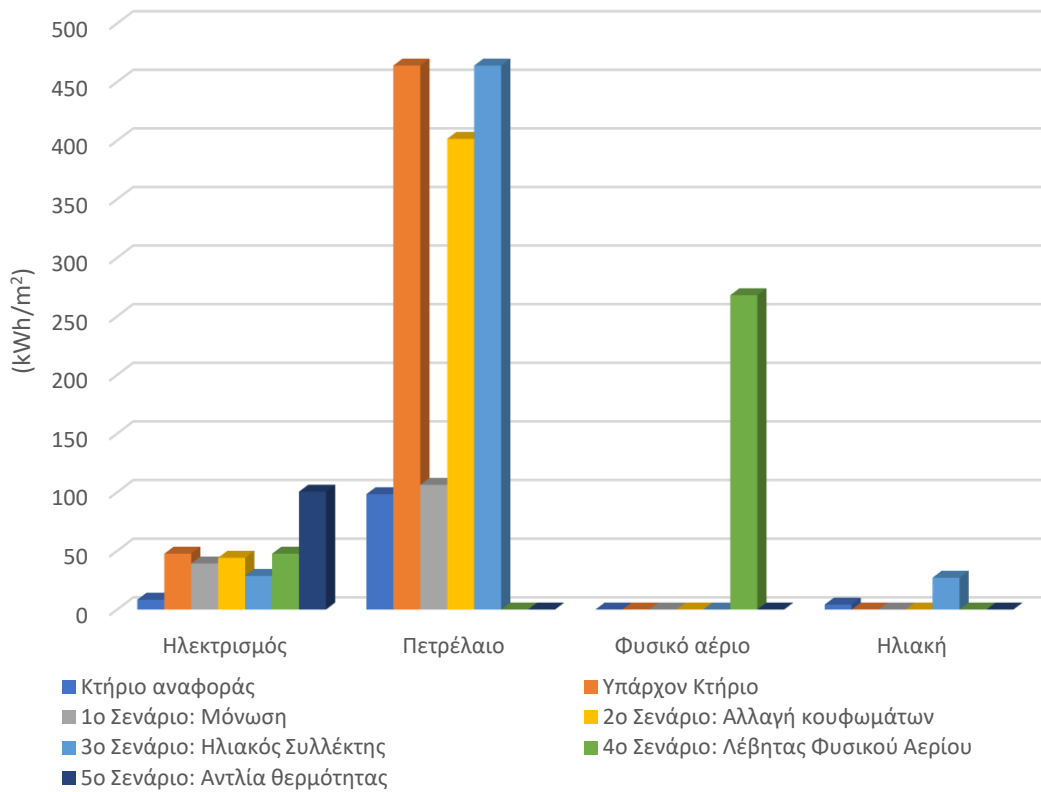
Διάγραμμα 11.5 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) μονοκατοικίας για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



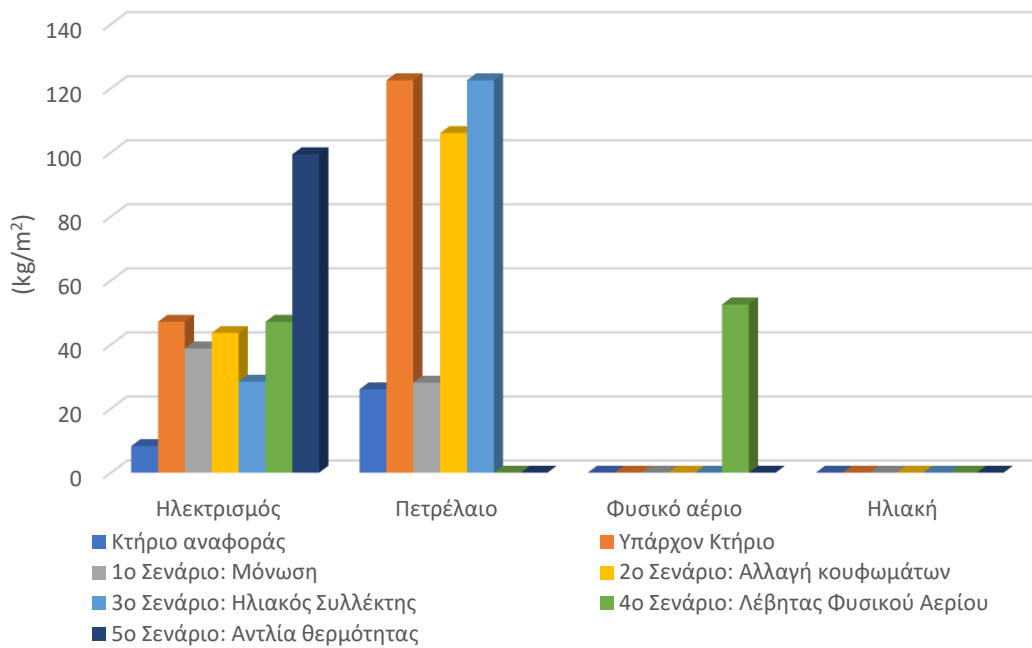
Διάγραμμα 11.6 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) μονοκατοικίας για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



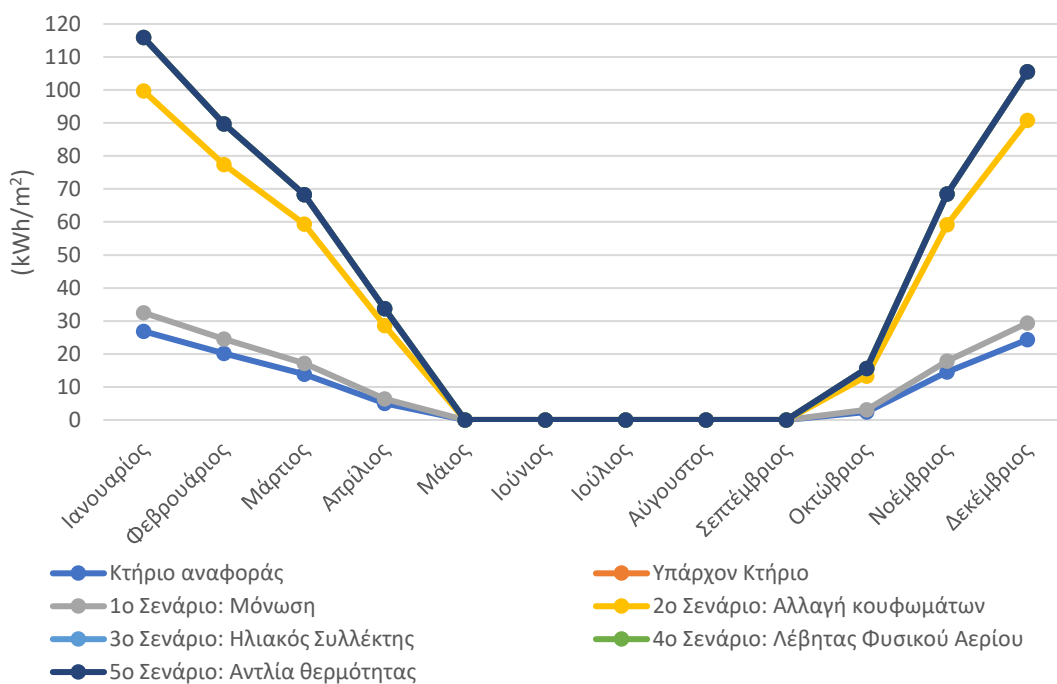
Διάγραμμα 11.7 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ηλιακής ενέργειας (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



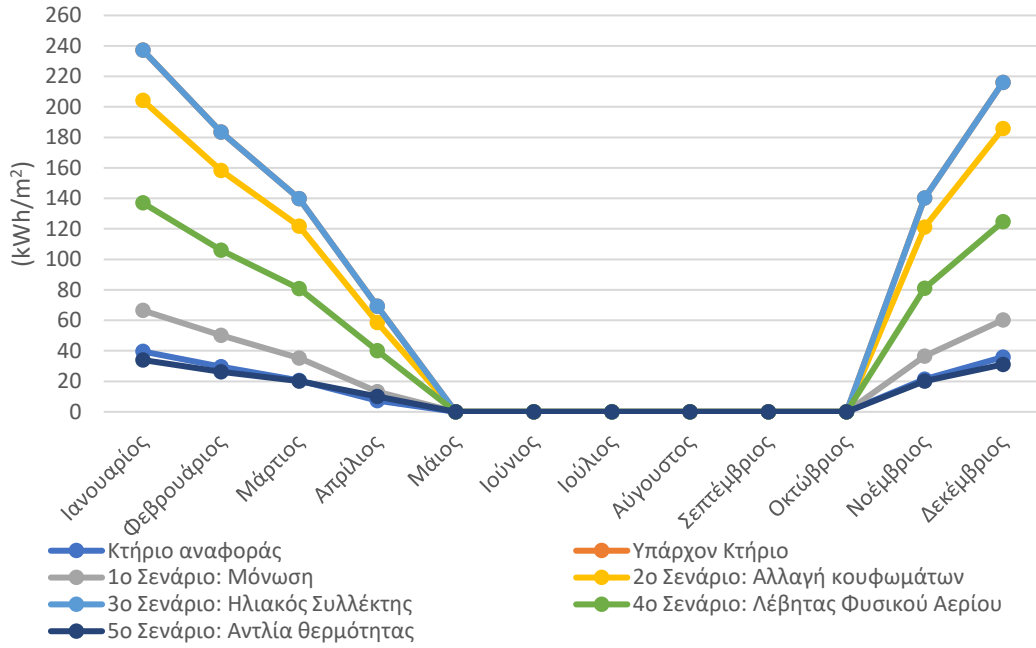
Διάγραμμα 11.8 Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά πηγή και ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



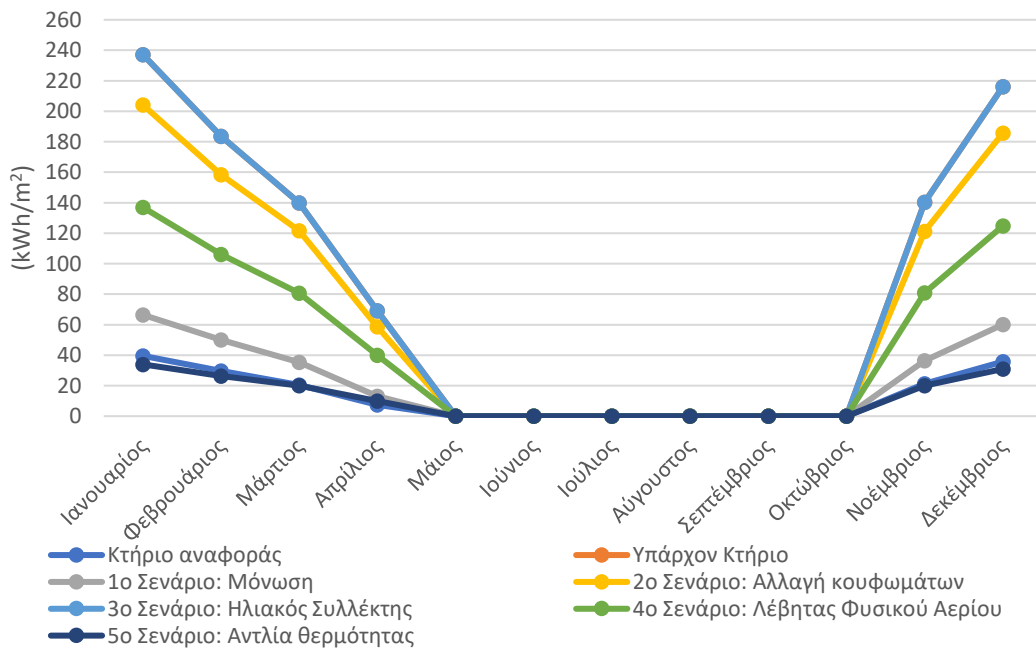
Διάγραμμα 11.9 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kg/m^2) μονοκατοικίας ανά πηγή καυσίμου και σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



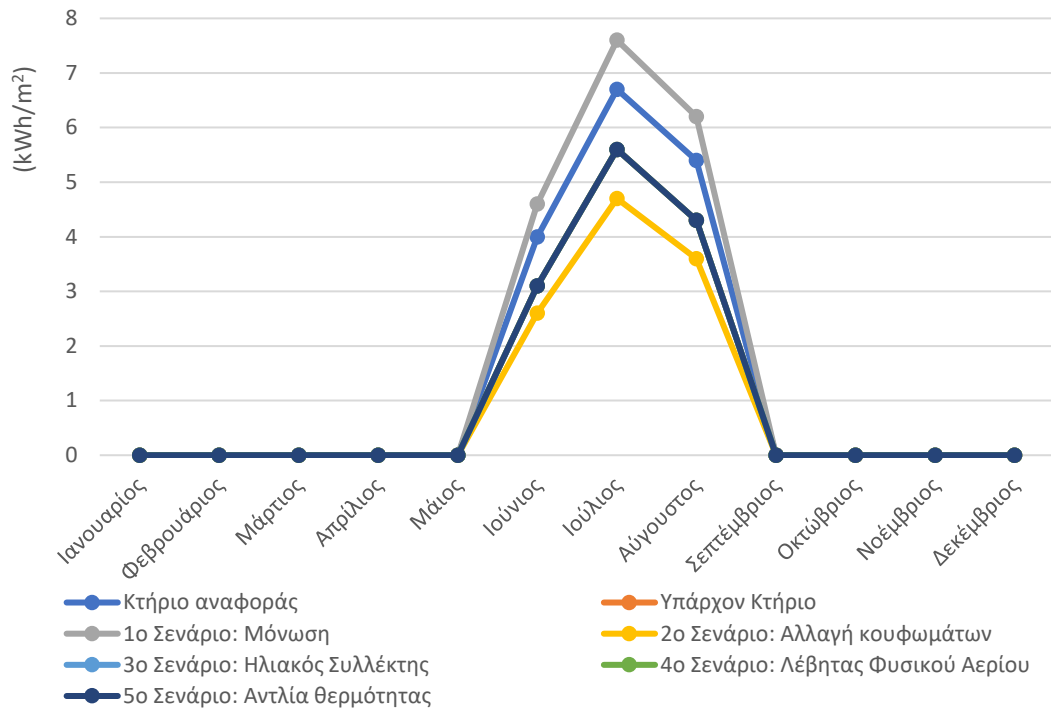
Διάγραμμα 11.10 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης (kWh/m^2) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



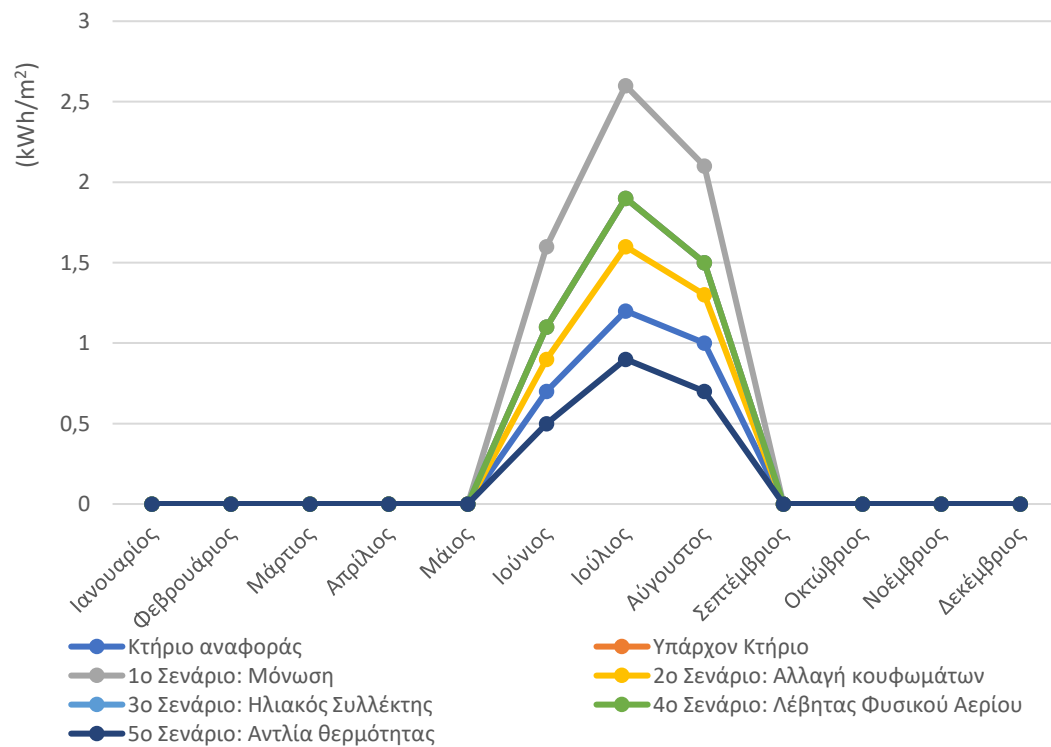
Διάγραμμα 11.11 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



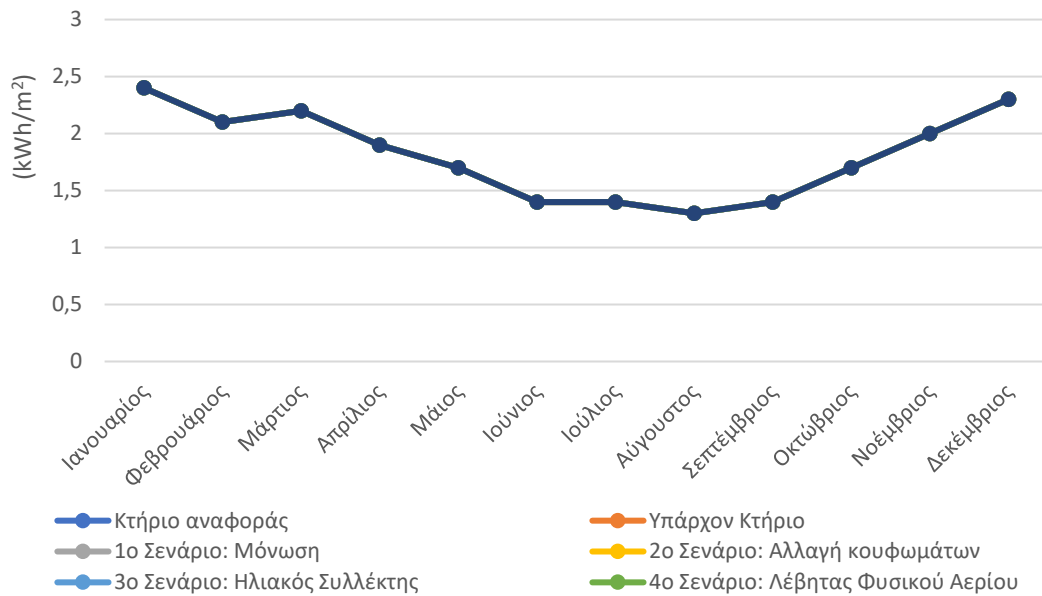
Διάγραμμα 11.12 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις θέρμανσης (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



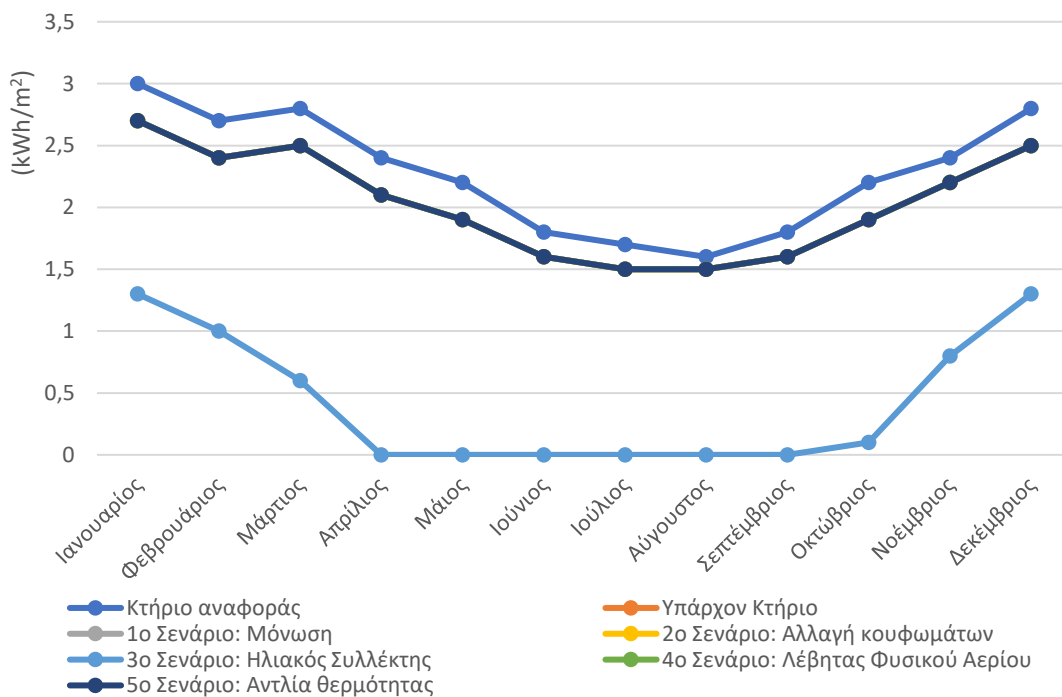
Διάγραμμα 11.13 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



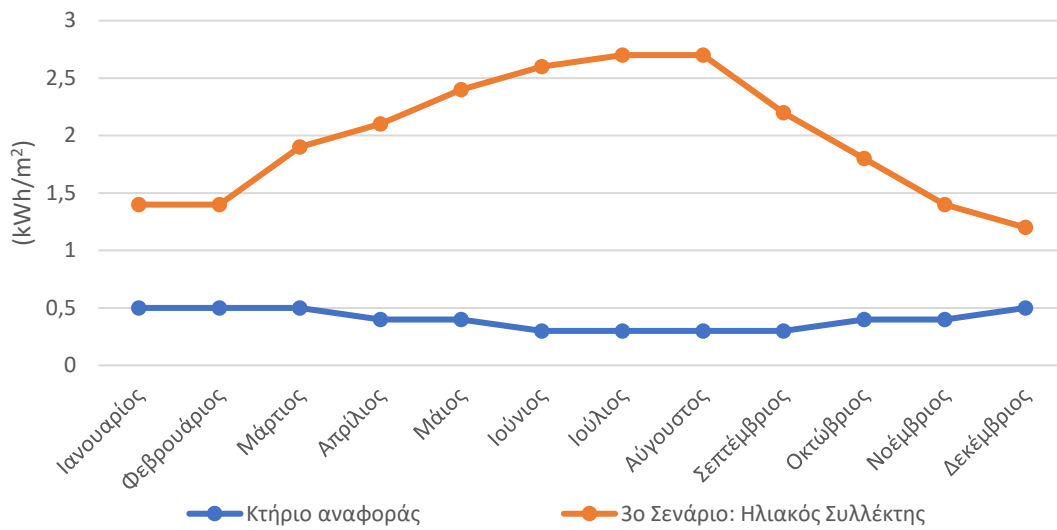
Διάγραμμα 11.14 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ψύξης (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



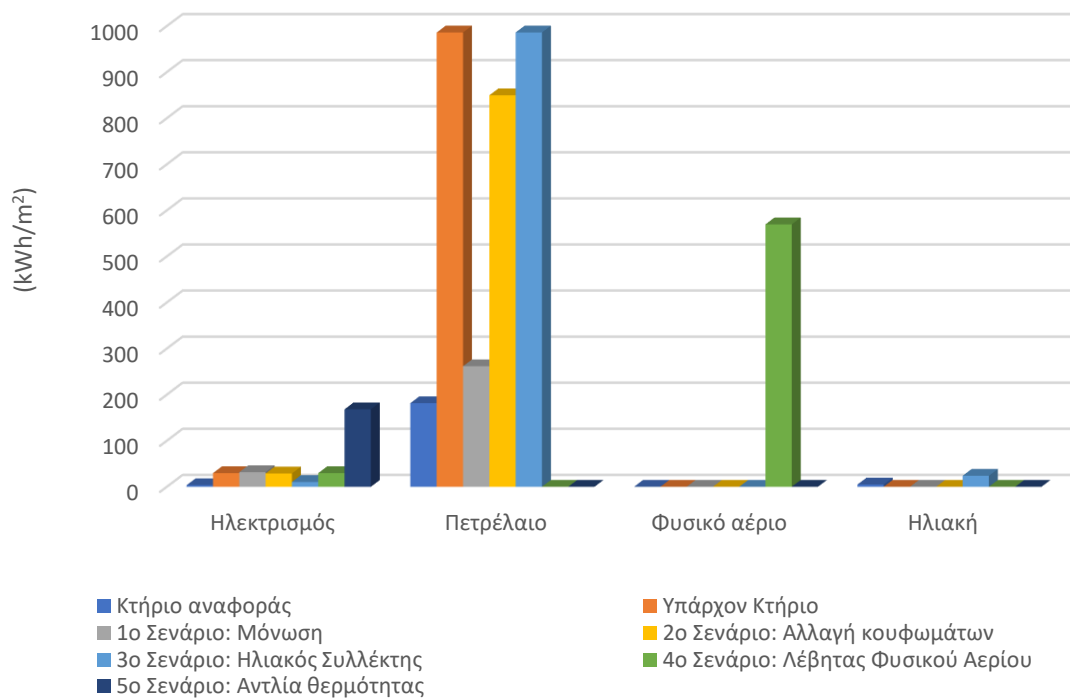
Διάγραμμα 11.15 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) μονοκατοικίας για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



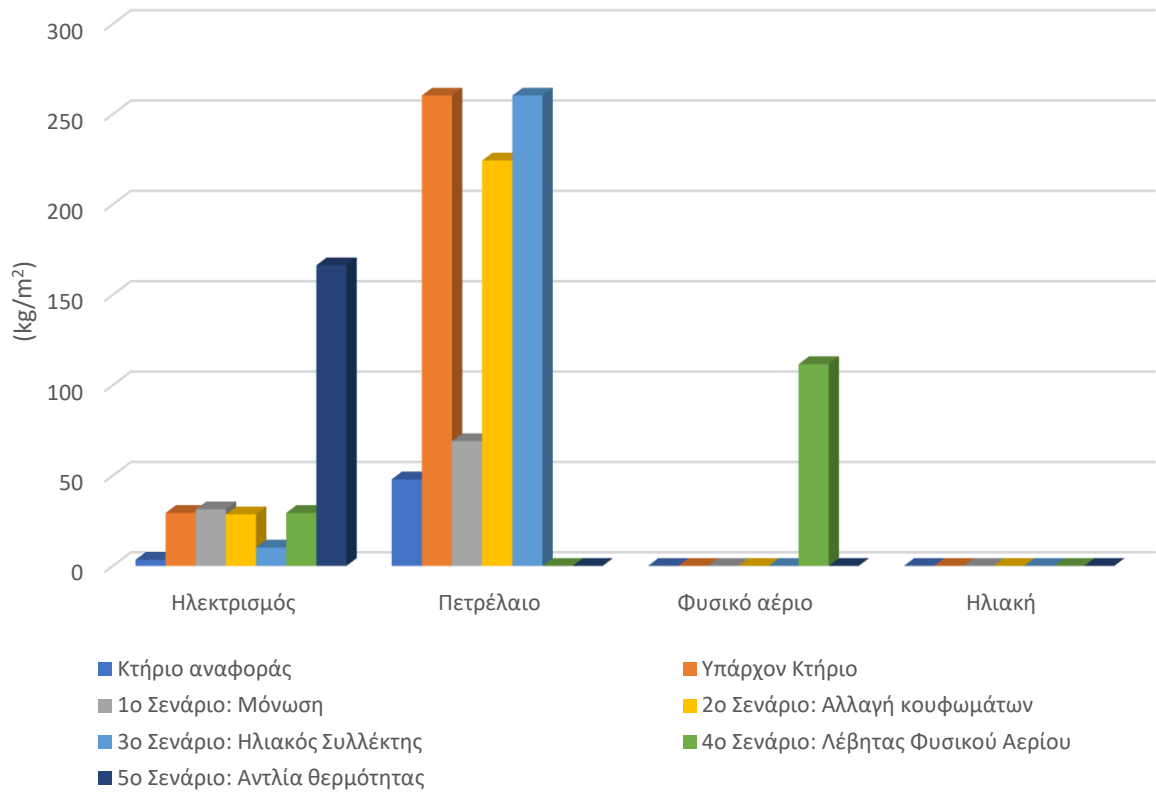
Διάγραμμα 11.16 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) μονοκατοικίας για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



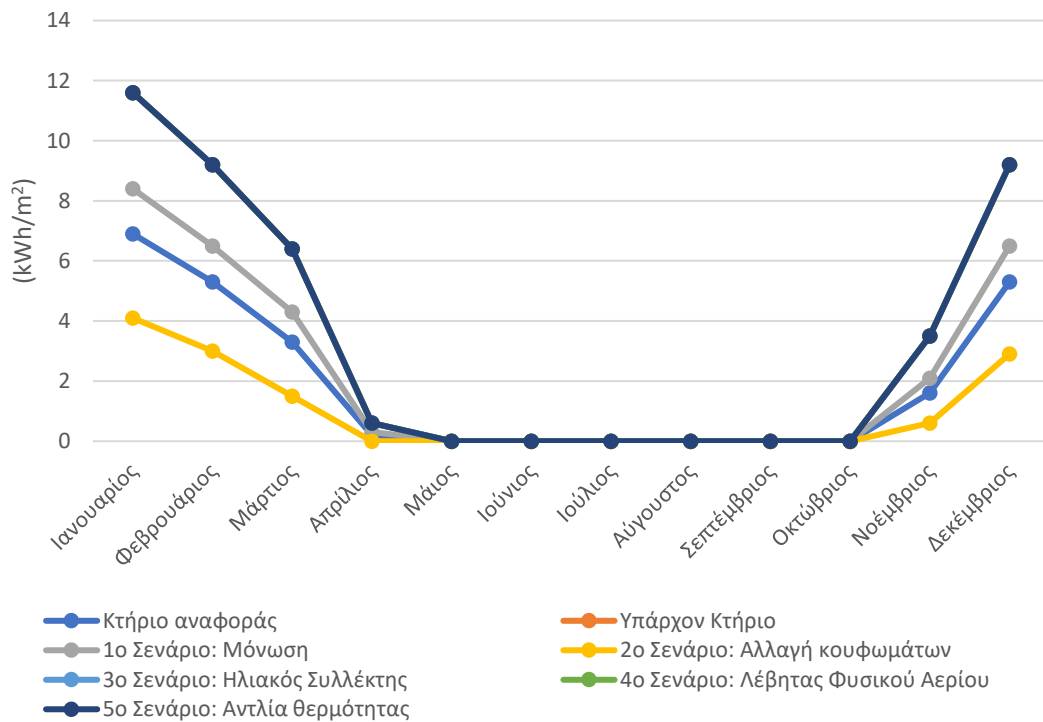
Διάγραμμα 11.17 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ηλιακής ενέργειας (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



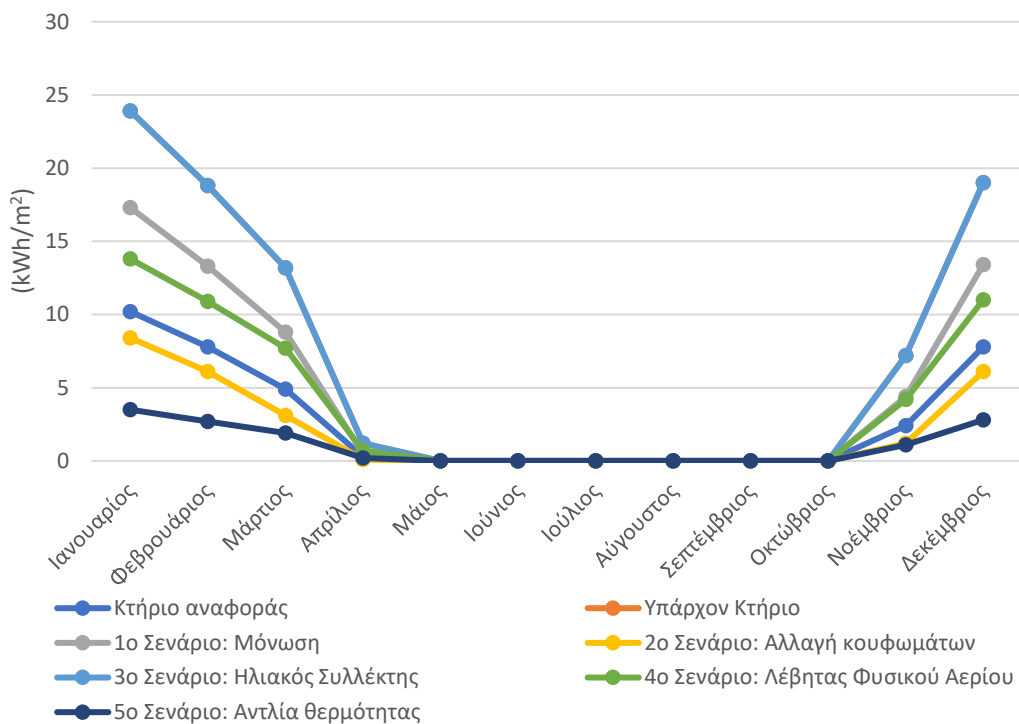
Διάγραμμα 11.18 Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²) μονοκατοικίας ανά πηγή και ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



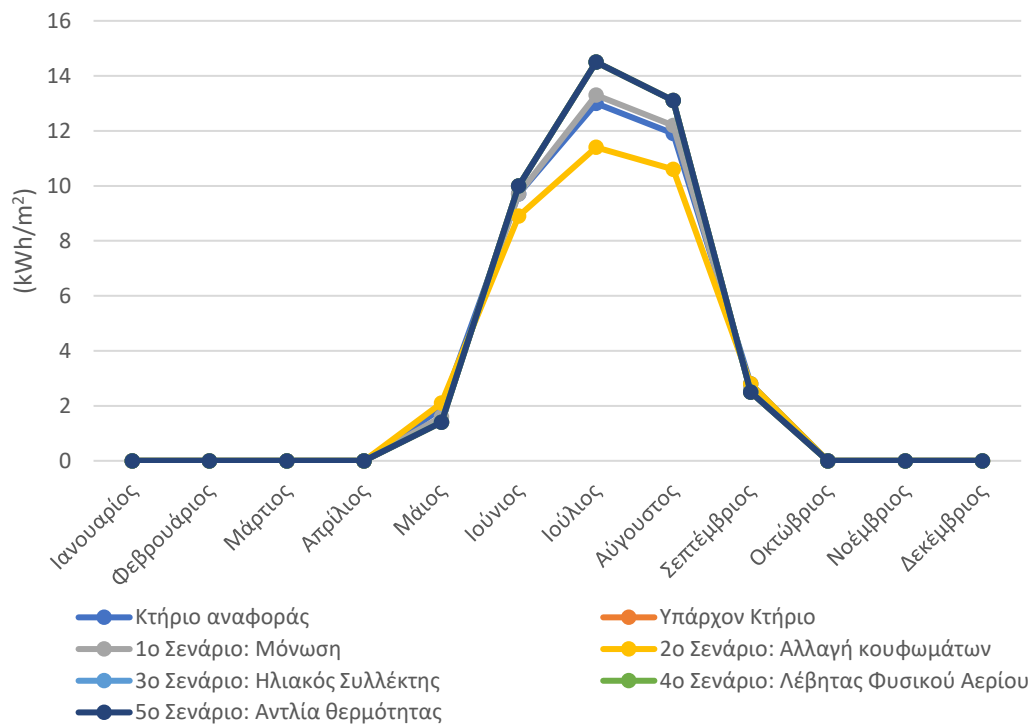
Διάγραμμα 11.19 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kg/m^2) μονοκατοικίας ανά πηγή καυσίμου και σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



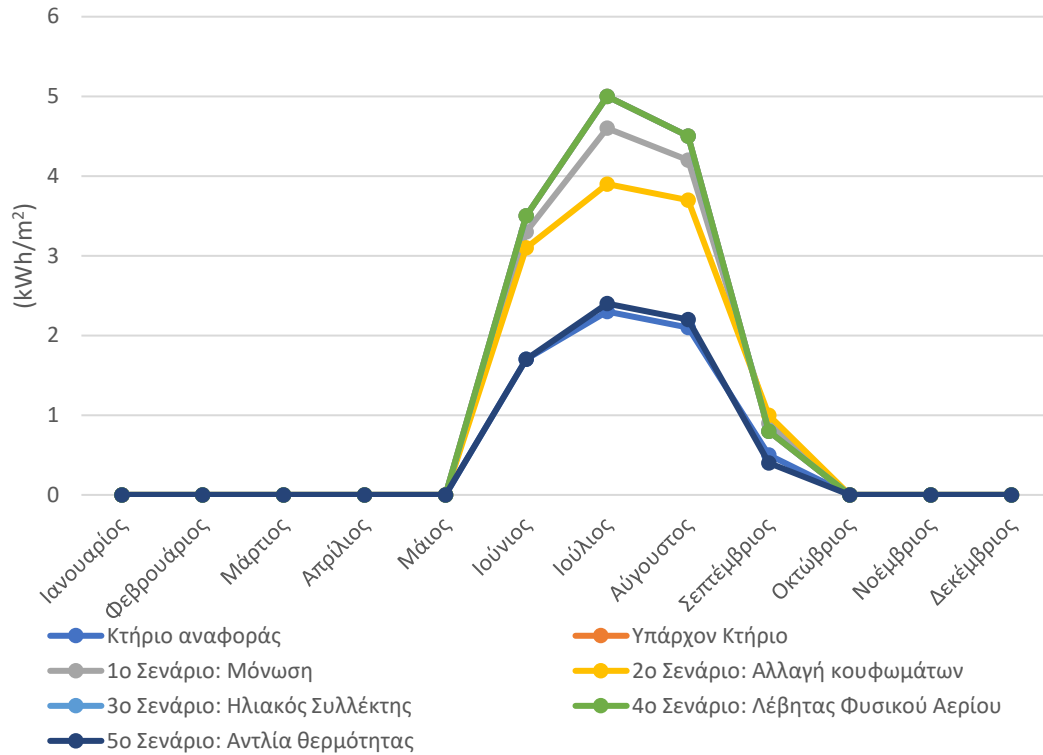
Διάγραμμα 11.20 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης (kWh/m^2) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



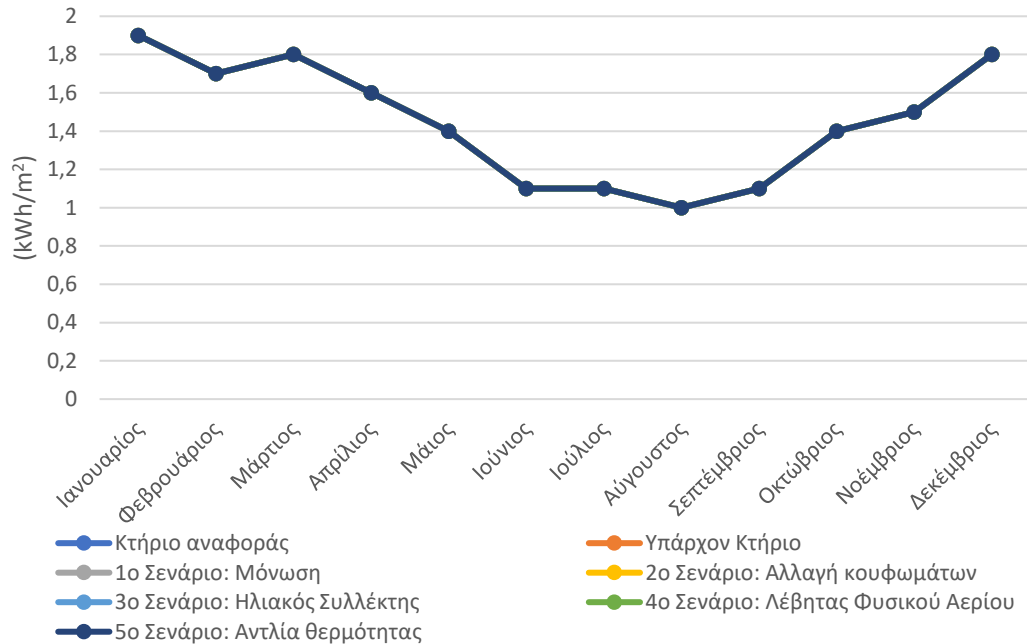
Διάγραμμα 11.21 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις θέρμανσης (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



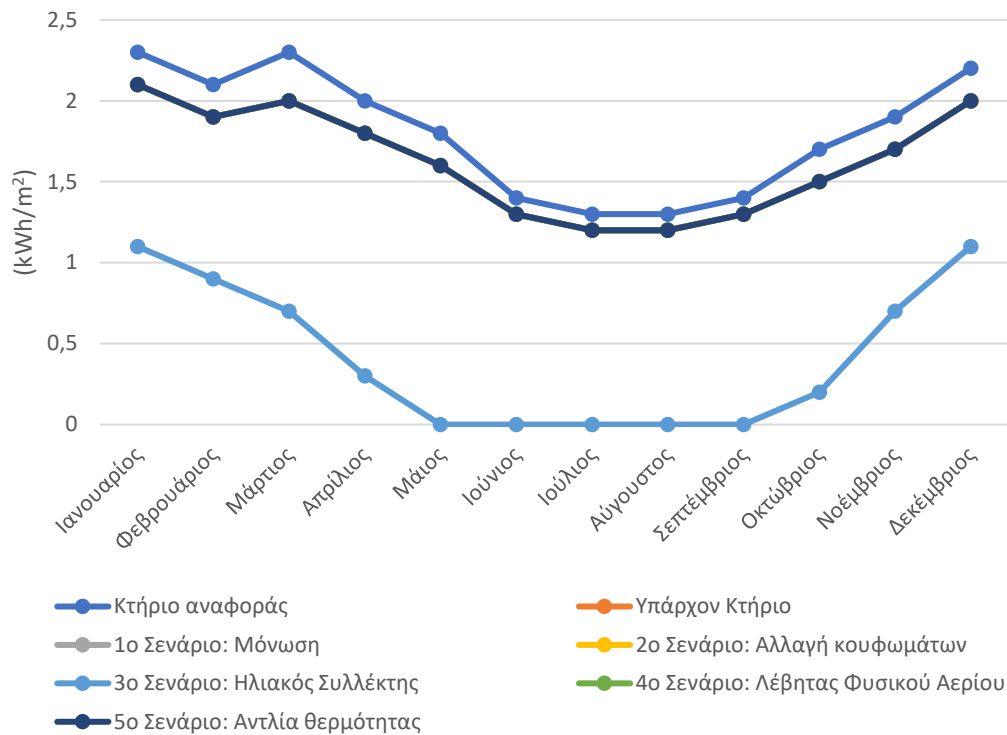
Διάγραμμα 11.22 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



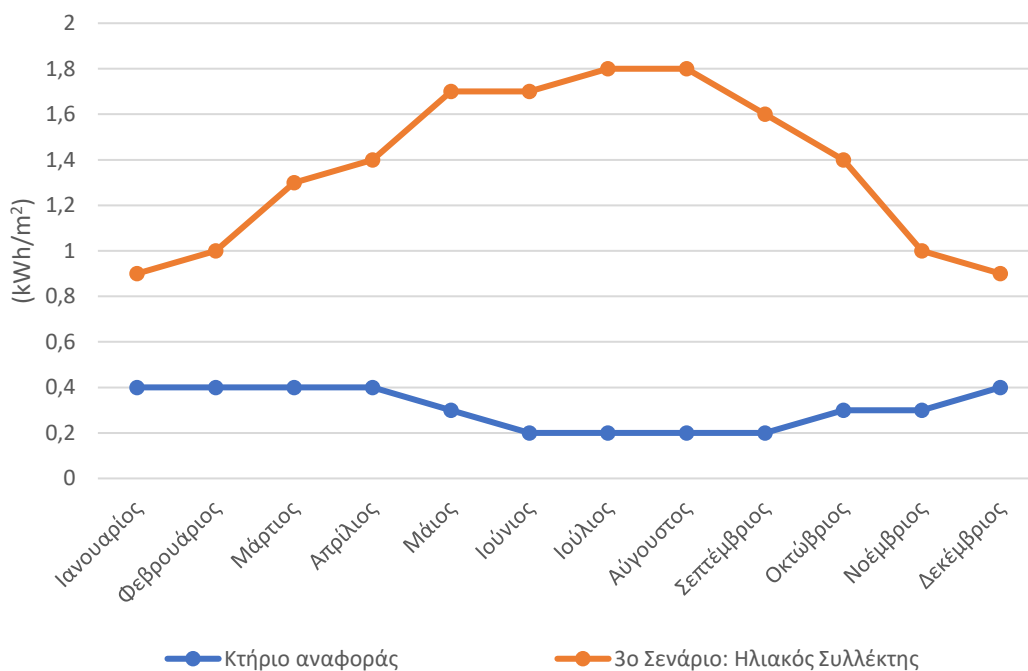
Διάγραμμα 11.23 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ψύξης (kWh/m^2) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



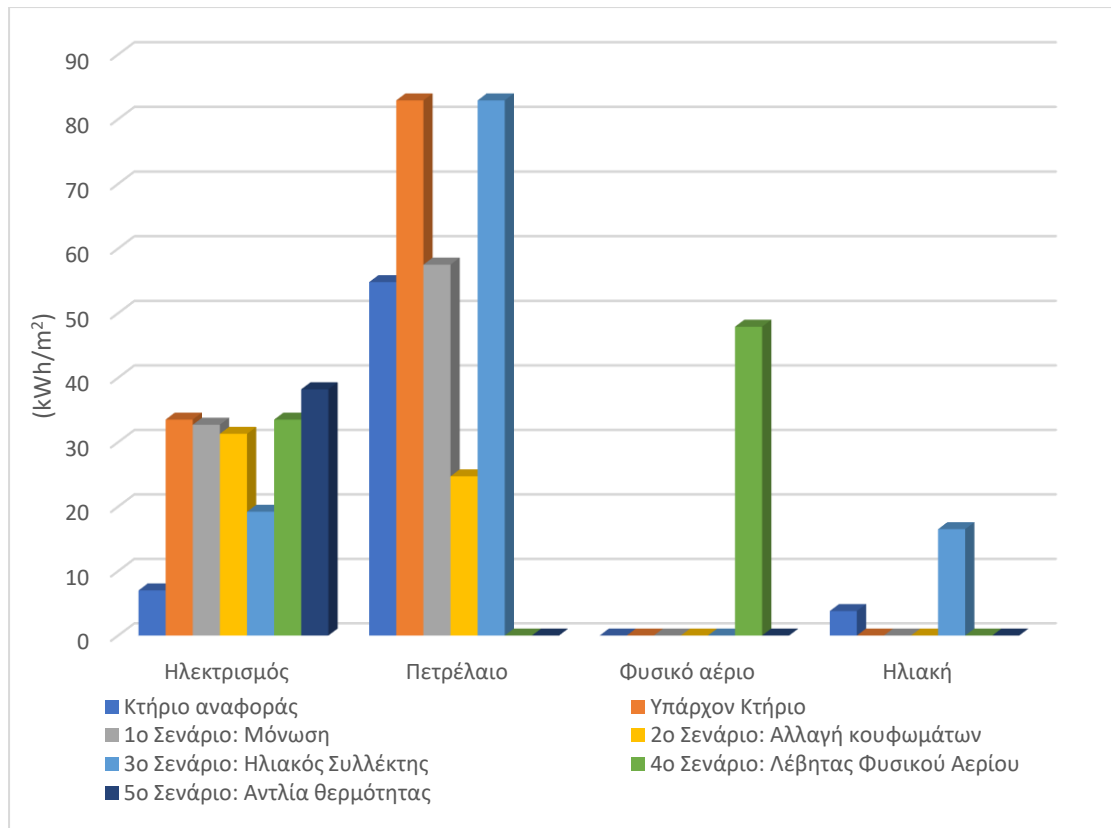
Διάγραμμα 11.24 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2) διαμερίσματος για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



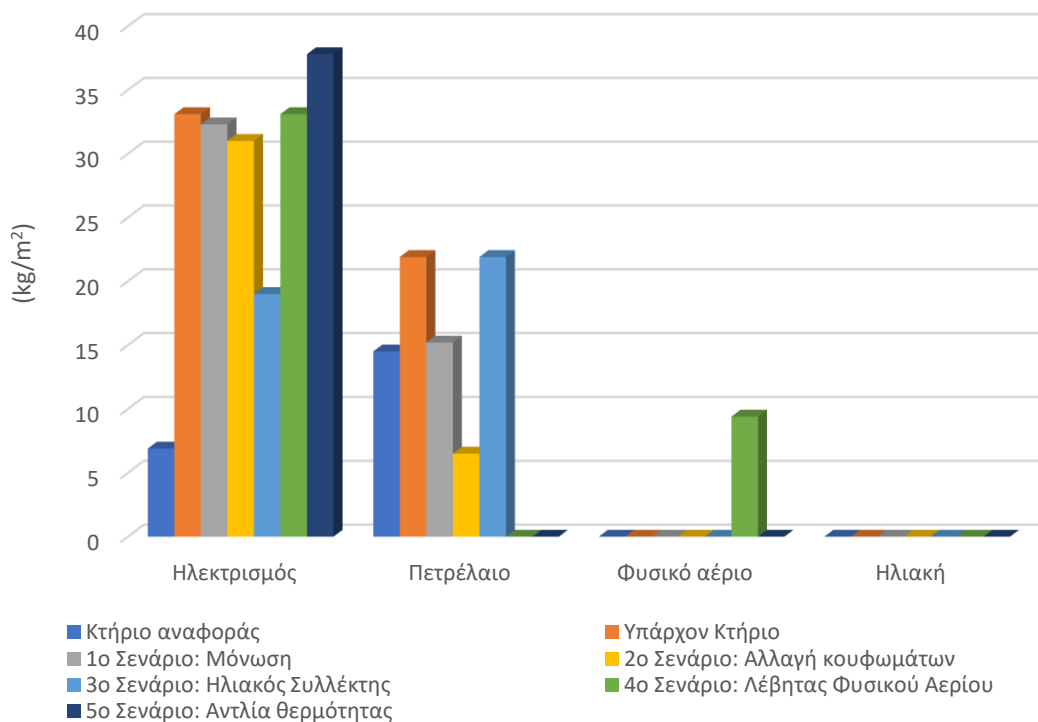
Διάγραμμα 11.25 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) διαμερίσματος για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



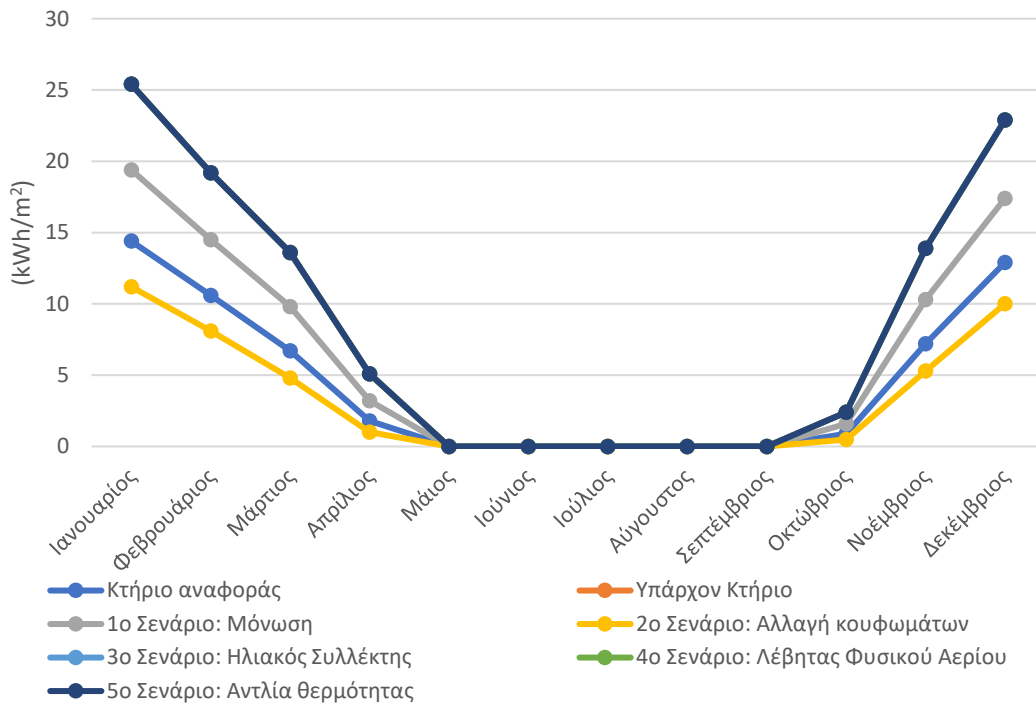
Διάγραμμα 11.26 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ηλιακής ενέργειας (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



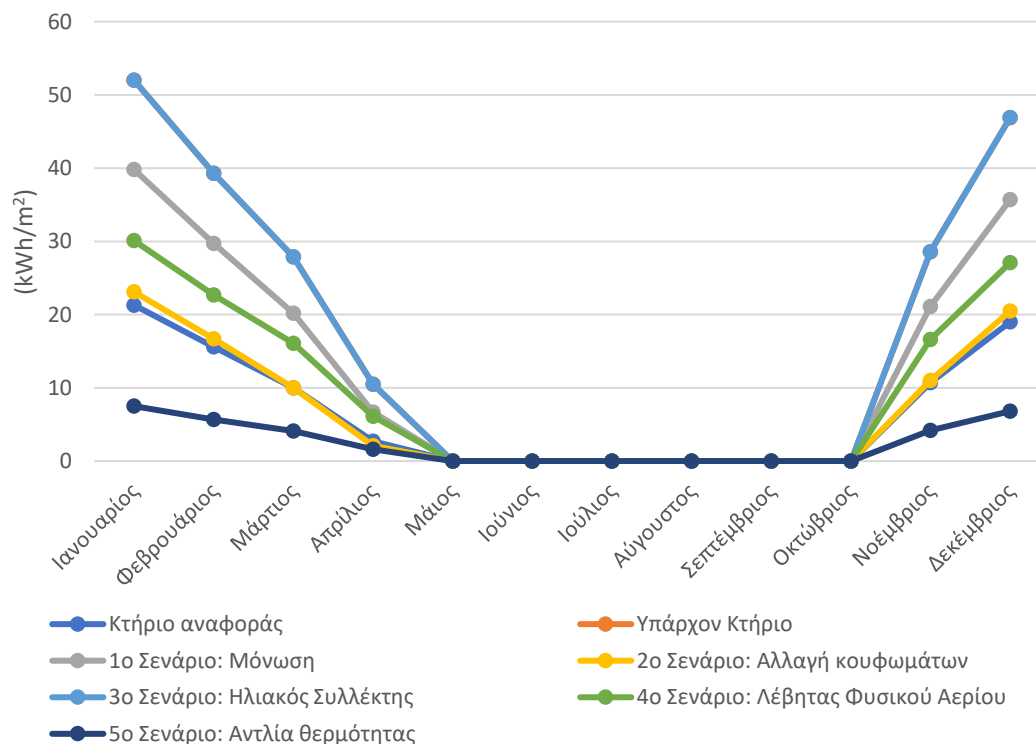
Διάγραμμα 11.27 Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m^2) διαμερίσματος ανά πηγή και ανά σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



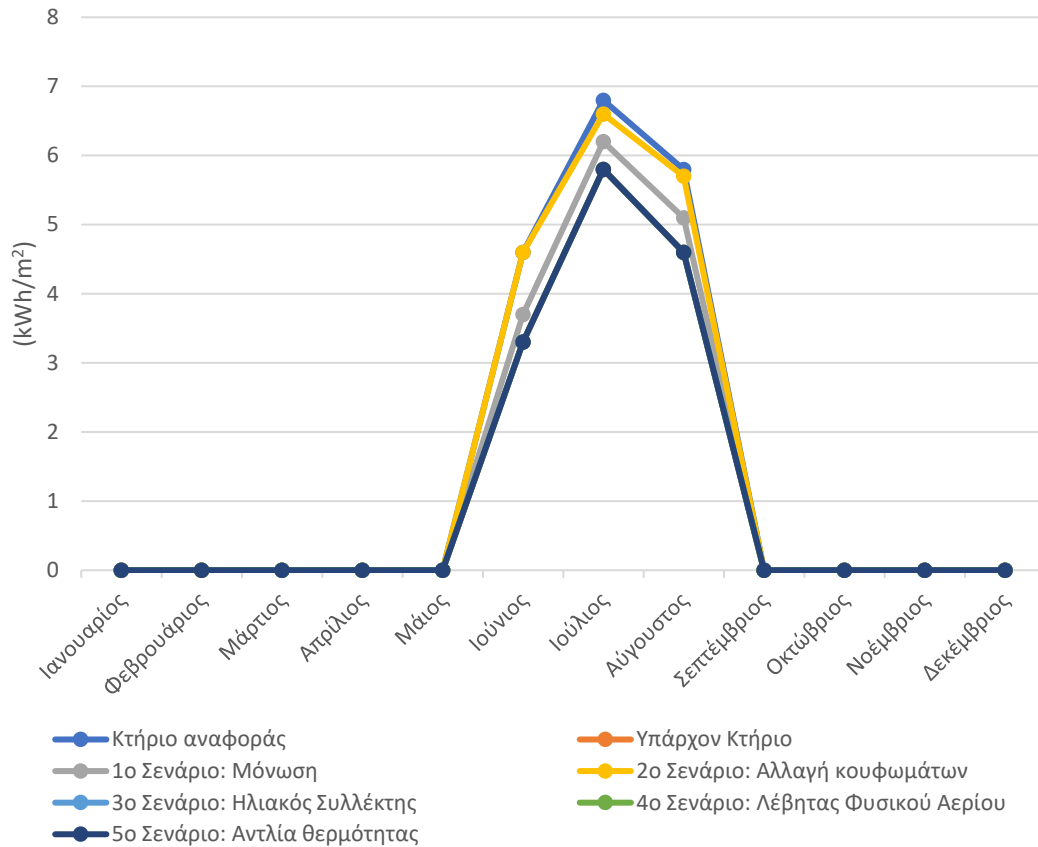
Διάγραμμα 11.28 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kg/m^2) διαμερίσματος ανά πηγή καυσίμου και σενάριο για την Β κλιματική ζώνη



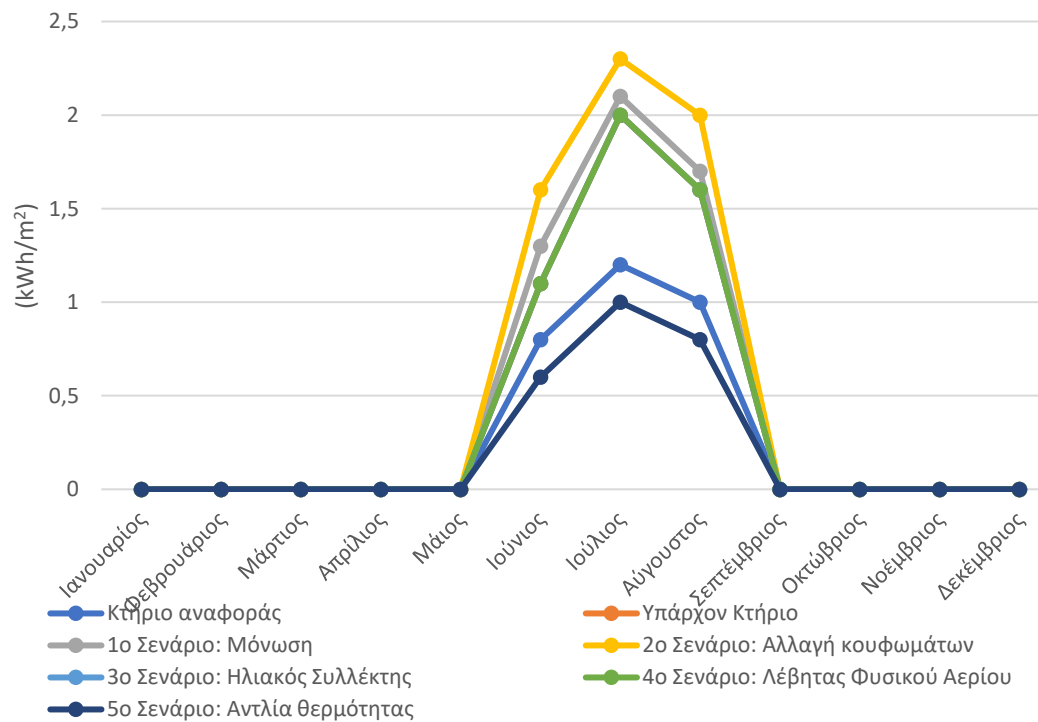
Διάγραμμα 11.29 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



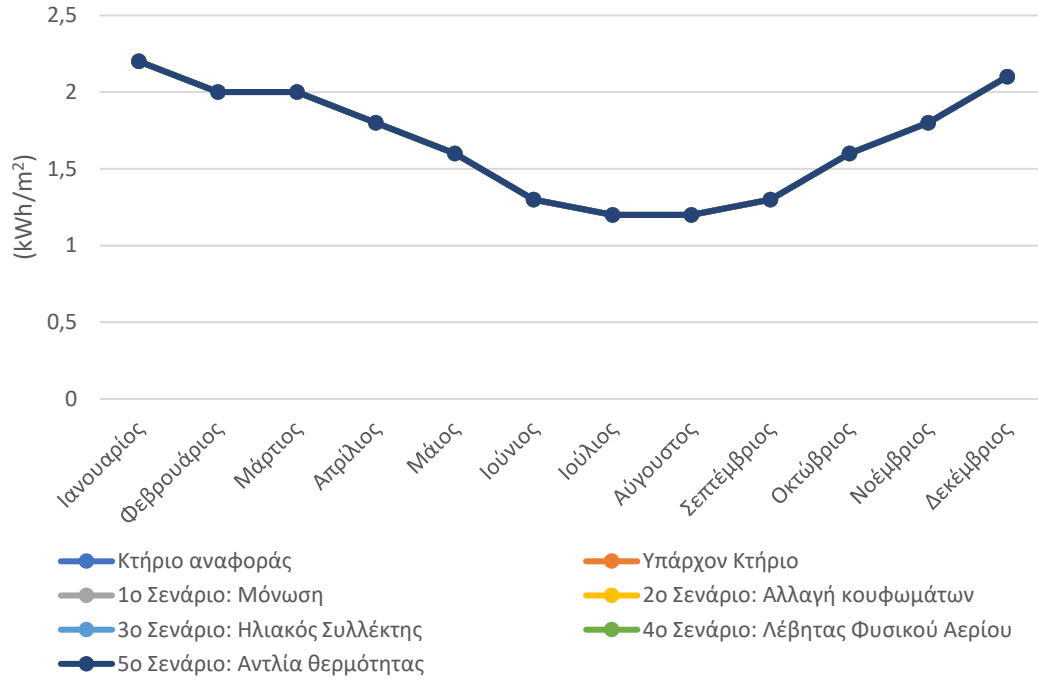
Διάγραμμα 11.30 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις θέρμανσης (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



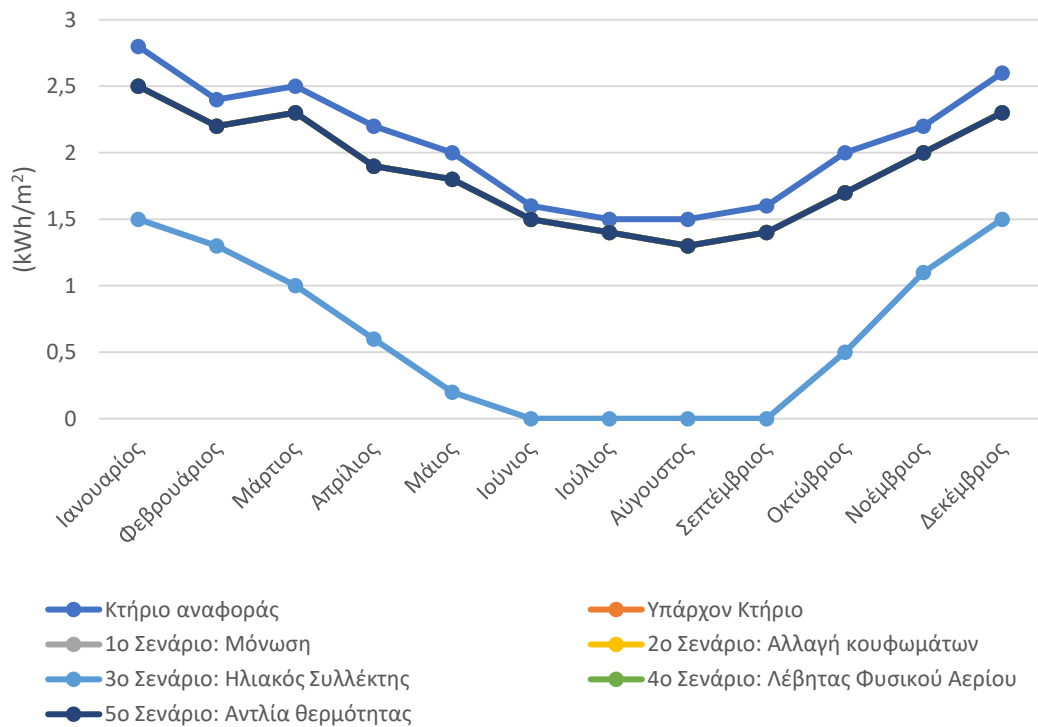
Διάγραμμα 11.31 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις ψύξης (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



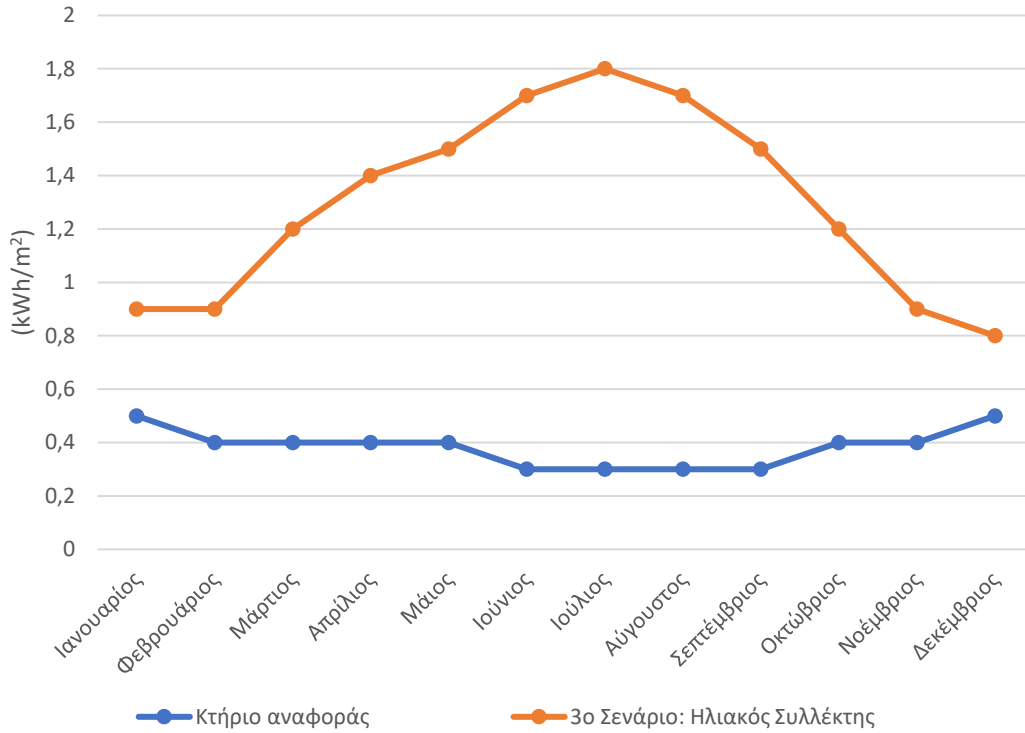
Διάγραμμα 11.32 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ψύξης (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



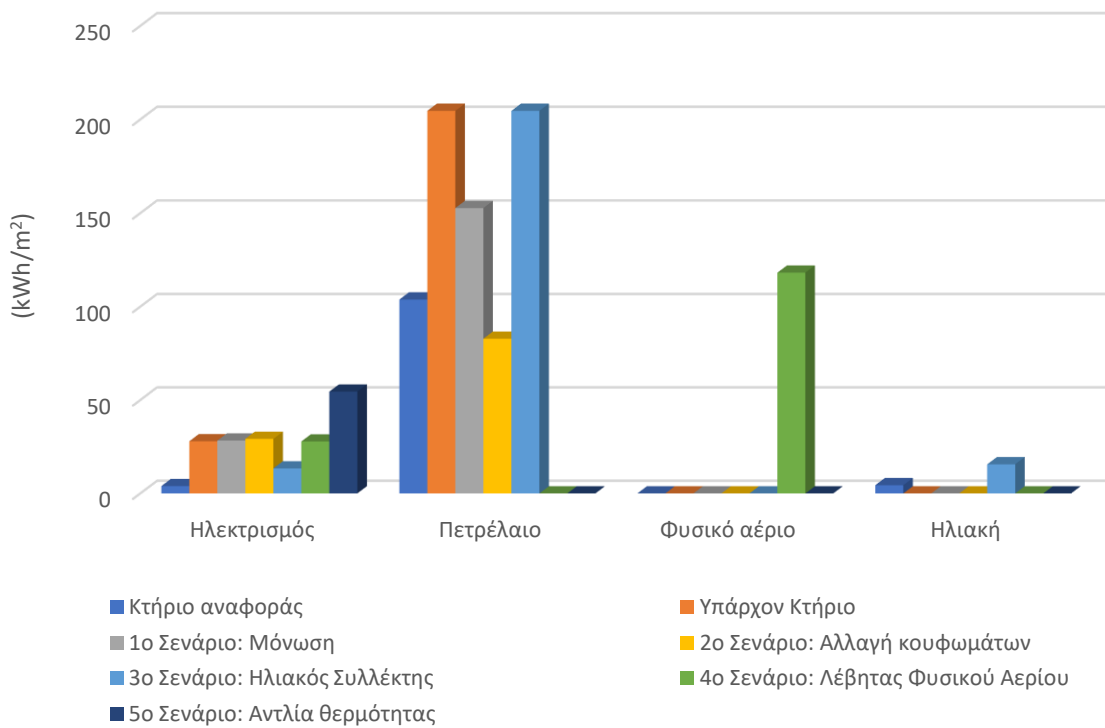
Διάγραμμα 11.33 Μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²) διαμερίσματος για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



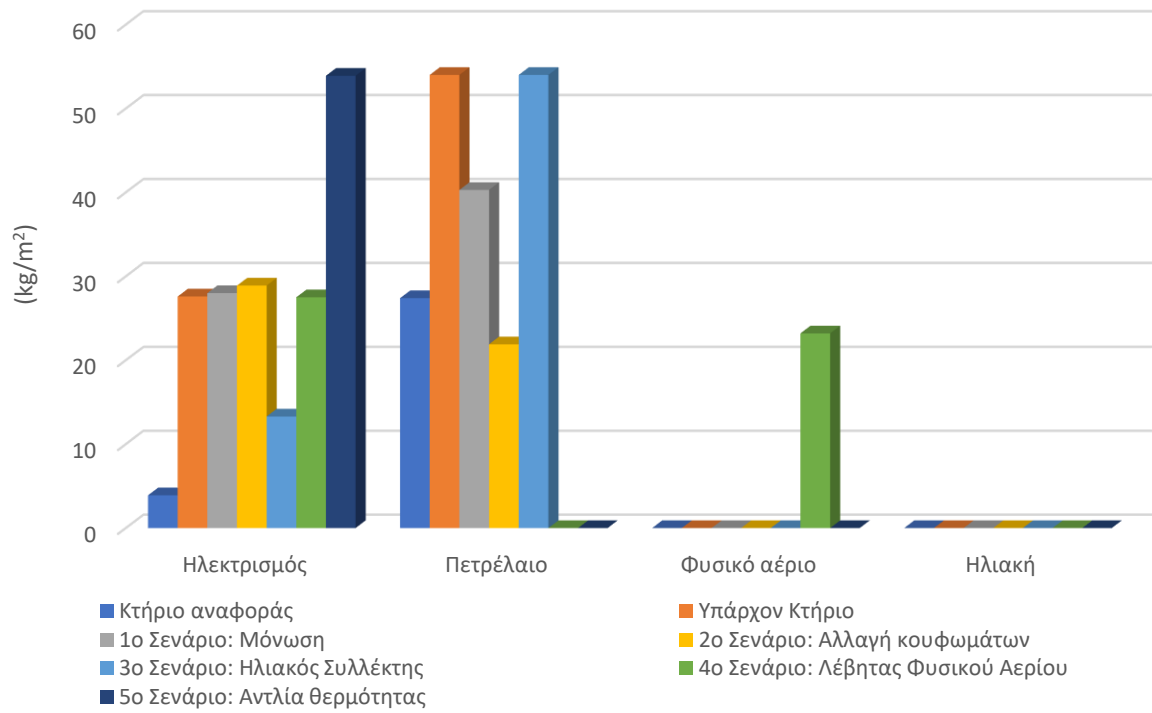
Διάγραμμα 11.34 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) διαμερίσματος για Ζεστό Νερό Χρήσης ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 11.35 Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις ηλιακής ενέργειας (kWh/m²) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 11.36 Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²) διαμερίσματος ανά πηγή και ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη



Διάγραμμα 11.37 Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (kg/m^2) διαμερίσματος ανά σενάριο για την Δ κλιματική ζώνη