



«Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας»

«Διαχείριση Τεχνικών Έργων (ΔΧΤ)»

Διπλωματική Εργασία

**Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατοικιών σε Κτίρια ο Μηδενικής
Κατανάλωσης Ενέργειας n-zeb**

ΣΟΥΡΒΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής : ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

Θεσσαλονίκη

Μάιος 2023

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Δημήτριου Σούρβα που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Energy performance upgrade of residences to zero-energybuilding
(n-zeb)

ΣΟΥΡΒΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής/Επιβλέπουσα
Καθηγήτρια:

ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

Ιδιότητα & ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής/Συν-
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

ΠΑΝΤΟΥΒΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ - ΠΑΡΙΣ

Ιδιότητα & ΕΑΠ

Θεσσαλονίκη

Μάιος 2023

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφιερώνεται σε όλους όσους με στήριξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησής της.

Περίληψη

Η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος αποτελεί βασική προτεραιότητα και στόχο στις σύγχρονες ανεπτυγμένες χώρες, καθώς είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ τεχνολογικής, οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης. Η σημασία της ορθής ενεργειακής λειτουργίας των κτιριακών υποδομών θεωρείται πολύ σημαντικό στοιχείο της προστασίας του περιβάλλοντος καθώς ο κτιριακός τομέας χαρακτηρίζεται από υψηλή κατανάλωση ενέργειας και ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τις εκπομπές αέριων ρύπων.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στο θέμα των ενεργειακών επιθεωρήσεων, αναλύσεων και αναβαθμίσεων των κατοικιών, εστιάζοντας στους ισχύοντες κανονισμούς και στις ενεργειακές παρεμβάσεις που διασφαλίζουν και αποδίδουν τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα. Στόχος της μελέτης είναι η εφαρμογή του υφιστάμενου νομικού πλαισίου για την αναβάθμιση ενός υφιστάμενου κτιρίου με χρήση κατοικίας ώστε να επιτευχθεί μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων και της κατανάλωσής του.

Η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια, καθένα από τα οποία συνθέτει τη βάση για την ανάπτυξη των επόμενων. Συγκεκριμένα, κάθε κεφάλαιο αναλύει και παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη ανάλυση που απαιτείται για την πλήρη παρουσίαση του κύριου θέματος της διατριβής, το οποίο αφορά τις ενεργειακές επιθεωρήσεις υφιστάμενων κατοικιών και τις συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, καθώς επίσης, παρουσιάζονται και όλα τα στοιχεία, τα οποία κρίνονται ως απαραίτητα για την ανάπτυξη ολόκληρης της διατριβής.

Οι προτεινόμενες βελτιώσεις ενεργειακών αναβαθμίσεων βασίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία και την κοινή πρακτική και επικεντρώνονται στη θερμική θωράκιση του υπό μελέτη κτιρίου και στη χρήση συστημάτων θέρμανσης και ψύξης σύγχρονων προδιαγραφών. Η ενεργειακή ανάλυση και η έρευνα πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση λογισμικού συμβατού με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) και τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Η εργασία ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των συμπερασμάτων που προέκυψαν ως αποτέλεσμα του θεωρητικού και ερευνητικού μέρους της εργασίας.

Λέξεις – Κλειδιά

Εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων, ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών, συστάσεις ενεργειακών παρεμβάσεων

«Improval of energy performance of a residence and its transformation into a nearly zero energy building (n-zeb)»

Sourvas Dimitrios

Abstract

The protection of the natural environment is a key priority and goal in modern developed countries, as it is necessary to maintain the balance between technological, economic and social development. The importance of the correct energy operation of building infrastructure is considered a very important element of environmental protection, as the building sector is characterized by high energy consumption and is largely responsible for the emission of gaseous pollutants.

This paper focuses on the issue of energy inspections, analyzes and upgrades of homes, focusing on the current regulations and the energy interventions that ensure and deliver the intended results. The aim of the study is the implementation of the existing legal framework for the upgrade of an existing building with residential use in order to achieve a reduction in energy requirements and its consumption.

The work is structured in five chapters, each of which forms the basis for the development of the following ones. In particular, each chapter analyzes and presents a comprehensive analysis required for the full presentation of the main topic of the thesis, which concerns energy inspections of existing homes and recommendations for improving their energy efficiency, as well as presenting all the elements, which are deemed necessary for the development of the entire thesis.

The proposed energy upgrade improvements are based on international literature and common practice and focus on the thermal shielding of the building under study and the use of heating and cooling systems of modern specifications. The energy analysis and research were carried out using software compatible with the Technical Instructions of the Technical Chamber of Greece (T.E.E.) and the Energy Performance of Buildings

Regulation (K.EN.A.K.). The paper concludes with the presentation of the conclusions obtained as a result of the theoretical and research part of the paper.

Keywords

energy saving, energy inspection of buildings, energy upgrading of houses, recommendations of energy interventions

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vii
Περιεχόμενα	ix
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	xi
Κατάλογος Πινάκων	xiv
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xv
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Αντικείμενο μελέτης	1
1.2 Στόχοι.....	2
1.3 Μεθοδολογία.....	3
1.4 Διάρθρωση	3
2. Το εγχώριο καθεστώς κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια και οι ενεργειακές αναβαθμίσεις.....	5
2.1 Αειφορία και προστασία του περιβάλλοντος.....	5
2.2Κτιριακός τομέας και κατανάλωση ενέργειας	6
2.3 Ενεργειακές παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....	10
2.4 Οφέλη παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.....	13
3. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων & Τεχνικές Οδηγίες.	14
3.1 Ιστορική αναδρομή.	14
3.2 Στοιχεία Κ.Εν.Α.Κ. και Τεχνικών Οδηγιών.....	15
3.2.1 Κλιματολογικά δεδομένα	16
3.2.2 Σχεδιασμός κτιρίων, ελάχιστες απαιτήσεις και μεθοδολογίες υπολογισμών	18
3.2.3 Προδιαγραφές υλικών.	20
3.2.4 Ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.....	24
3.3 Βήματα διεξαγωγής ενεργειακών επιθεωρήσεων.	25
3.4 Κτίρια Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας n-zeb.	26
4. Κτίριο μελέτης	28
4.1 Χαρακτηριστικά του κτιρίου.....	28
4.2 Αρχιτεκτονικά σχέδια κτιρίου.....	29
5. Μελέτη περίπτωσης: Ενεργειακή αναβάθμιση οικιστικού κτιρίου.	41
5.1 Προσομοίωση υφιστάμενης κατοικίας.....	41
5.1.1 Καταχωρίσεις στο λογισμικό EASYKENAK.....	42
5.1.2 Εισαγωγικά δεδομένα	43
5.1.3Καταχώριση διαφανών και αδιαφανών στοιχείων	45
5.1.4 Καταχώριση ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων.....	49
5.1.5 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου	52
5.2 Σενάρια αναβάθμισης.....	53
5.2.1 Πρώτη δέσμη παρεμβάσεων, οικονομικό σενάριο (μόνωση στέγης, αντικατάσταση θέρμανσης, κλιματιστικών, ηλιακού).....	53
5.2.2 2 ^η δέσμη παρεμβάσεων αναβάθμιση του κτιρίου στο πρότυπο n-zeb.....	62

5.2.3 τρίτη δέσμη παρεμβάσεων, επικρατούσα κατάσταση.	67
5.3 Αποτίμηση σεναρίων παρεμβάσεων	73
Συμπεράσματα	75
Βιβλιογραφία.....	77

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 4.1: Τοπογραφικό διάγραμμα ισόγειας κατοικίας.	30
Εικόνα 4.2: Περίγραμμα ισόγειας κατοικίας.	31
Εικόνα 4.3: Κάτοψη ισόγειας κατοικίας.	32
Εικόνα 4.4: Κάτοψη στέγης ισόγειας κατοικίας.	33
Εικόνα 4.5: Όψη Α ισόγειας κατοικίας.	34
Εικόνα 4.6: Όψη Β ισόγειας κατοικίας.	35
Εικόνα 4.7: Όψη Γ ισόγειας κατοικίας.	36
Εικόνα 4.8: Όψη Δ ισόγειας κατοικίας.	37
Εικόνα 4.9: Χαρακτηριστική τομή Α- Α ισόγειας κατοικίας.	38
Εικόνα 4.10: Χαρακτηριστική τομή Β-Β ισόγειας κατοικίας.	39
Εικόνα 4.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση ισόγειας κατοικίας.	40
Εικόνα 5.1: Περίγραμμα από το EASYKENAK.	42
Εικόνα 5.2: Πρωταρχικά δεδομένα εισαγωγής στο TEE-KENAK.	43
Εικόνα 5.3: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κτιρίου.	44
Εικόνα 5.4: Συμπληρωματικά αρχικά δεδομένα κτιρίου.	45
Εικόνα 5.5: Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων.	46
Εικόνα 5.6: Δεδομένα (γεωμετρικά, θερμικά) δαπέδου.	47
Εικόνα 5.7: Δεδομένα διαφανών δομικών στοιχείων.	49
Εικόνα 5.8: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης.	50
Εικόνα 5.9: Δεδομένα συστήματος ψύξης.	51
Εικόνα 5.10: Δεδομένα συστήματος Z.N.X.	51
Εικόνα 5.11: Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτιρίου.	52
Εικόνα 5.12: Δελτίο προϊόντος ορυκτοβάμβακα Knauf τύπου tp 116 . (knauf, 2023).	55
Εικόνα 5.13: Αδιαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 1 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	56
Εικόνα 5.14: Εισαγωγή δεδομένων ηλιακού συλλέκτη	56
όμοιος με τον ηλιακό συλλέκτη τοποθετούμε τα δεδομένα για τον λέβητα αερίου (Εικόνα 5.15) και για τα κλιματιστικά (Εικόνα 5.15)	57
Εικόνα 5.15: Δελτίο προϊόντος λέβητα αερίου (baxi).	57
Εικόνα 5.16: Εισαγωγή δεδομένων κλιματιστικών	58
Εικόνα 5.17: Εισαγωγή δεδομένων λέβητα	59
Εικόνα 5.18: Δελτίο προϊόντος ηλιακού (Iato.gr, 2023).	59
Εικόνα 5.19: Εισαγωγή δεδομένων ηλιακού συλλέκτη	60
Εικόνα 5.20: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 1 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	60
Εικόνα 5.21: δελτίο ενεργειακής απόδοση (baumit, 2023)	63
Εικόνα 5.22: Αδιαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 2 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	64
Επόμενη παρέμβαση που θα υλοποιήσουμε για να επιτύχουμε την άνεση όπως απαιτείται από τη νομοθεσία για τα κτίρια n-zero είναι η τοποθέτηση συστήματος μηχανικού αερισμού με σύστημα ανάκτησης θερμότητας τύπου Nexxt-E(Εικόνα 5.23) ισχύος 110m ³ /h . Το Nexxt είναι μια αποκεντρωμένη μονάδα ανάκτησης θερμότητας παρέχει υψηλή ηχομόνωση, χρήση φίλτρου F9, ρυθμό ανάκτησης θερμότητας έως και 90% και μεταφορά θερμότητας μέσω εναλλάκτη θερμότητας σταυρωτής ροής.	64

Εικόνα 5.23: Αντικατάσταση κλιματιστικών μονάδων με νέες, κατόπιν εφαρμογής της 1ης δέσμης παρεμβάσεων (Iunpos).....	65
Εικόνα 5.24: Εισαγωγή δεδομένων για το σύστημα μηχανικού αερισμού	65
Εικόνα 5.25: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 2 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	66
Εικόνα 5.26: Αδιαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 3 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	69
Εικόνα 5.27: Διαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 3 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.....	69
Εικόνα 5.28: Εισαγωγή δεδομένων λέβητα βιομάζας	70
Εικόνα 5.29: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 3 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	71

Σχήμα 2.1: Ανέγερση κτιρίων. Διαχωρισμός ανά είδος και διάστημα ανοικοδόμησης (Μοσχονησιώτης, 2021).....	8
Σχήμα 2.2: Τομείς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Έτος αναφοράς 2016 (ΥΠΕΚΑ, ΗΜΕ & ΠΡΟΠΕ, 2018).	9
Σχήμα 2.3: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση. Έτος αναφοράς 2013 (Τσίρα, 2019).	9
Σχήμα 2.4: Ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας ανά κλάδο και έτος (ΙΟΒΕ, 2018).	10
Σχήμα 3.1: Χάρτης κλιματικών ζωνών (Κ.Υ.Α. αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, 2017).	17

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Παρεμβάσεις με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.	12
Πίνακας 2.2: Οφέλη που απορρέουν από έναν ορθό ενεργειακό σχεδιασμό.	13
Πίνακας 3.1: Διαχωρισμός κλιματικών ζωνών (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010, 2014).	16
Πίνακας 3.2: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτιρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).	22
Πίνακας 3.3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).	22
Πίνακας 3.4: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).	23
Πίνακας 3.5: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου, για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).	23
Πίνακας 3.6: Κλάσεις ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Κ.Υ.Α. αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, 2017).	25
Πίνακας 5.1: Καταναλώσεις ενέργειας υφιστάμενου κτιρίου.....	53
Πίνακας 5.2: Καταναλώσεις ενέργειας κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 1 ^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.	61

Συνομογραφίες & Ακρωνύμια

Α/Θ: Αντλία Θερμότητας

Α.Π.Ε.: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΕΛ.ΣΤΑΤ.: Ελληνική Στατιστική Αρχή

Ε.Μ.Υ.: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

Ζ.Ν.Χ.: Ζεστό Νερό Χρήσης

Κ.Εν.Α.Κ.: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Κ.Θ.Κ.: Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων

Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.: Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας

Κ.Υ.Α.: Κοινή Υπουργική Απόφαση

Μ.Θ.Χ.: Μη Θερμαινόμενος Χώρος

Π.Ε.Α.: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Τ.Ε.Ε.: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.: Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε.

Φ/Β: Φωτοβολταϊκό Στοιχείο

n-ZEB: nearlyZeroEnergyBuilding

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο μελέτης

Η κατανάλωση ενέργειας και η βέλτιστη διαχείρισή της αποτελεί ζήτημα που απασχολεί ολόκληρη τη διεθνή κοινότητα, ιδίως λόγω των σύγχρονων εξελίξεων στον ενεργειακό τομέα. Στην Ελλάδα, ένας πολύ σημαντικός τύπος καταναλωτή ενέργειας είναι ο κτιριακός τομέας, που αποτελείται από κτίρια κατοικιών και τριτογενή κτίρια. Η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην παλαιότητα τους, καθώς πολλά έχουν κατασκευαστεί πριν από το 1979, όταν τέθηκαν για πρώτη φορά σε ισχύ οι νόμοι και οι κανονισμοί για τη θερμική μόνωση. Επομένως, ο εκσυγχρονισμός του ελληνικού κτιριακού αποθέματος μπορεί να συμβάλει σε πρόσθετα οφέλη, όπως η ενεργειακή αυτονομία και η ασφάλεια, πέραν των περιβαλλοντικών οφελών (μείωση εκπομπών αέριων ρύπων, εξοικονόμηση ενέργειας).

Η μακροπρόθεσμη στρατηγική για τον εκσυγχρονισμό των κτιριακών υποδομών αποτελεί δέσμευση της Ελλάδας στο πλαίσιο της εφαρμογής του νόμου 4122/2013, ο οποίος ενσωματώνει την οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, όπως τροποποιήθηκε το 2018 από την οδηγία 2018/844 της Ε.Ε.. Η μακροπρόθεσμη στρατηγική τονίζει τη σημασία της ενεργειακής βελτίωσης των κτιριακών υποδομών, ώστε να καταστούν ενεργειακά αποδοτικές και απαλλαγμένες από ατμοσφαιρικούς ρύπους έως το 2050, οδηγώντας στη μετατροπή των υφιστάμενων κτιριακών υποδομών σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (n-ZEB) (ΥΠΕΝ, Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος, αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, 2020).

Η ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων έχει γίνει πυλώνας των ενεργειακών πολιτικών. Ο κύριος στόχος είναι η περικοπή της κατανάλωσης ενέργειας για τη μείωση του αποτυπώματος των κτιρίων. Αυτός ο στόχος επιδιώκεται με την εισαγωγή περιορισμών στις κτιριακές απαιτήσεις όσον αφορά τις ιδιότητες των βασικών υλικών και συστημάτων και την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πηγές ενέργειας.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον ορισμό της έννοιας του κτιρίου μηδενικής ενέργειας (n-zeb)(Belussi, etal., 2019; D'Agostino&Mazzarella, 2019).

Δεδομένου ότι οι υφιστάμενες κτιριακές εγκαταστάσεις ευθύνονται για το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας της χώρας, η αναβάθμισή τους εκτιμάται ως εφικτή και αναγκαία. Είναι επίσης σημαντική η κατασκευή νέων υποδομών που αξιοποιούν τα χαρακτηριστικά των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

1.2 Στόχοι

Η εργασία αφορά τον τομέα της ενεργειακής αναβάθμισης οικιακών κτιρίων με απώτερο σκοπό την μετατροπή τους σε κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nearly zero energy buildings, n-zeb).

Σκοπός της είναι η μελέτη μιας υφιστάμενης κατοικίας και η εκπόνηση προτάσεων (σεναρίων) αναβάθμισής της και μετατροπής της σε κτίριο μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας με χρήση του λογισμικού TEE-KENAK. Στα πλαίσια αυτής, μελετάται το υφιστάμενο πλαίσιο αναφορικά με το κτιριακό απόθεμα της χώρας, η νομοθεσία που διέπει τις ενεργειακές αναβαθμίσεις κα. Το υπολογιστικό μέρος της εργασίας διεξάγεται με τη συλλογή και την ανάλυση στοιχείων και δεδομένων που αφορούν την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου μελέτης και προέκυψαν από επιτόπια αυτοψία, αλλά και από την αξιοποίηση των αρχιτεκτονικών του σχεδίων. Στους ευρύτερους στόχους της εργασίας, μπορούν να ενταχθούν και οι ακόλουθοι:

- Ανάλυση του ενεργειακού προβλήματος της χώρας στον τομέα των κτιριακών υποδομών.
- Ανάδειξη των ενεργειακών παρεμβάσεων που μπορούν να αποτελέσουν λύσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών.
- Εστίαση και αξιολόγηση στην ενεργειακή και οικονομική απόδοση των εν λόγω παρεμβάσεων.

1.3 Μεθοδολογία

Η παρούσα εργασία γράφτηκε στο τελευταίο εξάμηνο του προγράμματος «Διαχείριση Τεχνικών Έργων» της σχολής Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε και παρουσιάζεται στις σχετικές ενότητες συλλέχθηκε κυρίως από αναζητήσεις στο διαδίκτυο, σε βάσεις δεδομένων επιστημονικών δημοσιεύσεων (Google Scholar) και ακαδημαϊκών ιδρυμάτων. Η βιβλιογραφική αναζήτηση επικεντρώθηκε στην αναζήτηση δεδομένων σε τομείς που κυμαίνονται από το «γενικό» (π.χ. ενεργειακό ζήτημα στον κτιριακό τομέα) στο «ειδικό» (π.χ. αναβάθμιση κτιρίου κατοικίας).

Μετά τη συλλογή των βιβλιογραφικών πηγών, εντοπίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν εκείνες οι πηγές που αξιολογήθηκαν ως χρήσιμες στο πλαίσιο του θέματος της εργασίας. Στη συνέχεια, το κείμενο του θεωρητικού μέρους γράφτηκε ανά κεφάλαιο, με την ακόλουθη διάρθρωση. Η εργασία ολοκληρώθηκε με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από όλη την προηγούμενη έρευνα και τη συγγραφή. Συνοπτικά η μεθοδολογία μπορεί να περιγραφεί με τα ακόλουθα επιμέρους βήματα:

- Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την αναβάθμιση κτιρίων, τα κτίρια n-zeb, το καθεστώς αναφορικά με το κτιριακό απόθεμα της χώρας και γενικά με όλα τα θέματα που εμπίπτουν στον τομέα ενδιαφέροντος της παρούσης.
- Αξιολόγηση και οργάνωση της ευρεθείσας βιβλιογραφίας.
- Εκπαίδευση σε θέματα σχετικά με τον Κ.Εν.Α.Κ..
- Εκπαίδευση στη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK.
- Μελέτη πραγματικών σεναρίων αναβάθμισης οικιακών κτιρίων από την εγχώρια βιβλιογραφία.
- Διεξαγωγή υπολογιστικού μέρους – πρόταση σεναρίων αναβάθμισης της υφιστάμενης υπό μελέτη κατοικίας.
- Αποτίμηση της μελέτης

1.4 Διάρθρωση

Η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε ενότητες, με το Κεφάλαιο 2 να επικεντρώνεται στις εισαγωγικές έννοιες της ενεργειακής κατανάλωσης, στη σημασία της εξοικονόμησης

ενέργειας και στον ενεργειακό εκσυγχρονισμό των υποδομών των κατοικιών. Το Κεφάλαιο 3 ασχολείται με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων και τις Τεχνικές Κατευθυντήριες Γραμμές (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

Το Κεφάλαιο 4 αποτελεί την αρχή του πρακτικού μέρους της διπλωματικής εργασίας και παρουσιάζει την υπό διερεύνηση κατοικία παραθέτοντας τα αρχιτεκτονικά σχέδια και την τεχνική περιγραφή των ενεργειακών χαρακτηριστικών της. Στο κεφάλαιο 5 διεξάγεται η ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου μελέτης, προσδιορίζονται τα προτεινόμενα ενεργειακά μέτρα, περιγράφονται οι αντίστοιχες δέσμες μέτρων και αξιολογείται η επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα και τη συγγραφή.

2. Το εγχώριο καθεστώς κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια και οι ενεργειακές αναβαθμίσεις

2.1 Αειφορία και προστασία του περιβάλλοντος

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί βασική πρόκληση για τη διαχείριση των φυσικών πόρων. Μελέτες δείχνουν ότι η κλιματική αλλαγή μετατοπίζει τις σειρές των φυτικών και ζωικών ειδών και η υπερθέρμανση του πλανήτη μεταβάλλει τον χρόνο εκδήλωσης γεγονότων, όπως η άνθιση των φυτών και οι μεταναστεύσεις των ζώων (Καλούση, 2019)

Μελέτες δείχνουν ότι αν δεν μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται από τις μεταφορές, τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων κτλ, η επακόλουθη αύξηση των θερμοκρασιών θα μπορούσε να υπερβεί την προσαρμοστική ικανότητα πολλών ειδών. Η κλιματική αλλαγή έχει τη δυνατότητα να μετασχηματίσει τεράστιες εκτάσεις γης, να αυξήσει τις πυρκαγιές, να μεταβάλει τους παγκόσμιους βιο γεωχημικούς κύκλους και να οδηγήσει πολλά είδη στην εξαφάνιση.

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αποτελεί τεράστια και επείγουσα πρόκληση για όλη την ανθρωπότητα. Οι πιο σοβαρά επηρεαζόμενες κοινωνίες είναι πιθανό να είναι οι φτωχότερες και πιο ευάλωτες, που ζουν στα πιο εύθραυστα περιβάλλοντα και διαθέτουν τους λιγότερους πόρους προσαρμογής και ανάκαμψης. Η πλειονότητα των φτωχών του κόσμου ζει σε αγροτικές περιοχές και παραμένει άμεσα εξαρτώμενη από τη γεωργία και τους φυσικούς πόρους, οι οποίοι θα επηρεαστούν σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Ως αποτέλεσμα, θα υπάρξουν σοβαρές θεμελιώδεις επιπτώσεις στην επισιτιστική ασφάλεια, την υγεία και την ευημερία αυτών των ανθρώπων.

Συμπερασματικά, υπάρχει ανάγκη κατανόησης και επείγουσας δράσης για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, προκειμένου να προστατευθεί το περιβάλλον να διασφαλιστεί η επιβίωσή των ειδών.

2.2Κτιριακός τομέας και κατανάλωση ενέργειας

Η προστασία του περιβάλλοντος συνδέεται με μια σειρά παραμέτρων που επηρεάζουν το περιβάλλον και προκαλούν ρύπανση με διάφορους τρόπους. Η εξοικονόμηση ενέργειας συνιστά σημαντική παράμετρο προστασίας του περιβάλλοντος, πρόληψης της κλιματικής αλλαγής και μείωσης των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Τα κτίρια, μέσω των λειτουργιών και των συστημάτων τους, έχουν άμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον λόγω της κατανάλωσης φυσικών πόρων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.λπ.) και της έκλυσης ρύπων από την καύση ορυκτών καυσίμων για ψύξη, θέρμανση και θέρμανση νερού. Συνεπώς, συνιστούν ένα τομέα όπου ο κατάλληλος σχεδιασμός και οι κατάλληλες παρεμβάσεις μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Με βάση τα επίσημα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (Ελ.Στατ.) υπάρχουν 5.000.000 κτίρια στην Ελλάδα με συνολική επιφάνεια 553.000.000m², τα οποία ευθύνονται για το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Εξάλλου, από την κατανομή των ατμοσφαιρικών ρύπων προκύπτει ότι οι κτιριακές υποδομές (κτίρια κατοικιών και τριτογενή τομέα) εκπέμπουν το 10% του συνόλου των εκπομπών. Τα κτίρια καταναλώνουν, επίσης, σημαντικό μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται (περίπου 65%). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, γίνονται μελέτες και αναπτύσσονται μεθοδολογίες για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος και τον κατάλληλο σχεδιασμό νέων κτιριακών υποδομών, με στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων. Το μεγαλύτερο μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας που σχετίζεται με τα κτίρια (περίπου 70%) αφορά τη θέρμανση και τον κλιματισμό, και συνδέεται με τις απώλειες θερμότητας το χειμώνα και την υπερθέρμανση το καλοκαίρι, λόγω των υλικών που συνθέτουν τους τοίχους, τα δάπεδα, τα πατώματα και τα κουφώματα (Μοσχονησιώτης, 2021).

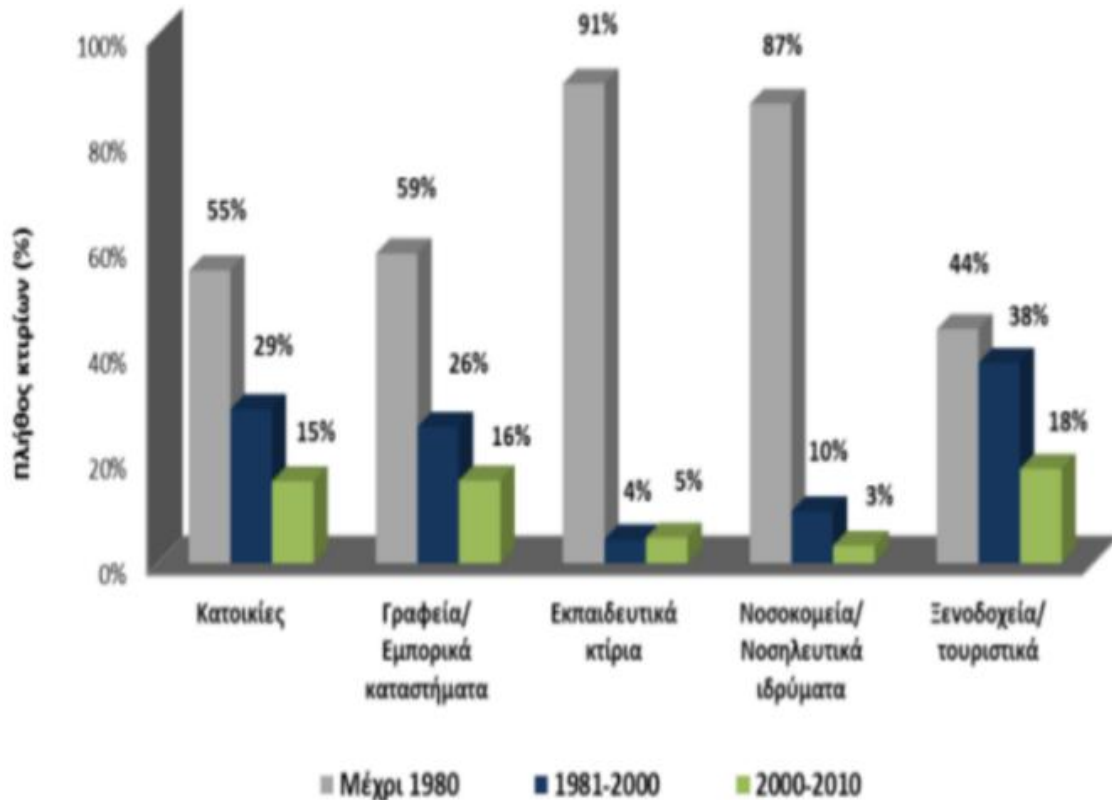
Το φάσμα των ελληνικών κτιρίων αποτελείται κατά 79% από κατοικίες, ενώ το υπόλοιπο 21% αφορά κτίρια μη κατοικίας, τα οποία αφορούν γραφεία και καταστήματα (4%), ξενοδοχεία (1%), σχολεία (0,5%), εκκλησίες, νοσοκομεία και αθλητικές εγκαταστάσεις (Ευαγγέλου, 2019).

Βάσει των επίσημων στοιχείων της Ελ.ΣΤΑΤ., το 41% των κτιρίων χαρακτηρίζεται από ημερομηνία κατασκευής πριν το 1970, το 27% από 1971-1985, το 20% από 1986-2000 και το 12% από νεόδμητα κτίρια. Από ενεργειακή άποψη, διαπιστώθηκε ότι το 88% του συνόλου των κτιρίων δεν πληροί τα σύγχρονα πρότυπα για την επάρκεια μόνωσης, γεγονός που αποτελεί τη βάση για την υψηλή κατανάλωση ενέργειας (Ευαγγέλου, 2019; Tziogas, Papadopoulos, & Georgiadis, Energy Policy).

Επιπλέον, περίπου το 70% των κτιρίων κατασκευάστηκαν πριν την ψήφιση του πρώτου κανονισμού για τη μόνωση των κτιρίων (Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, Κ.Θ.Κ.), γεγονός το οποίο ενισχύει την ιδέα ότι είναι απαραίτητη μια σειρά μέτρων βελτίωσης των ενεργειακών χαρακτηριστικών του υφιστάμενου κτιριακού δυναμικού. Τέλος, το 83% του συνόλου των κτιρίων της χώρας είναι κατοικίες, που σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη και σημαντικό περιθώριο για εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτά (Theodoridou, Papadopoulos, & Hegger, 2011).

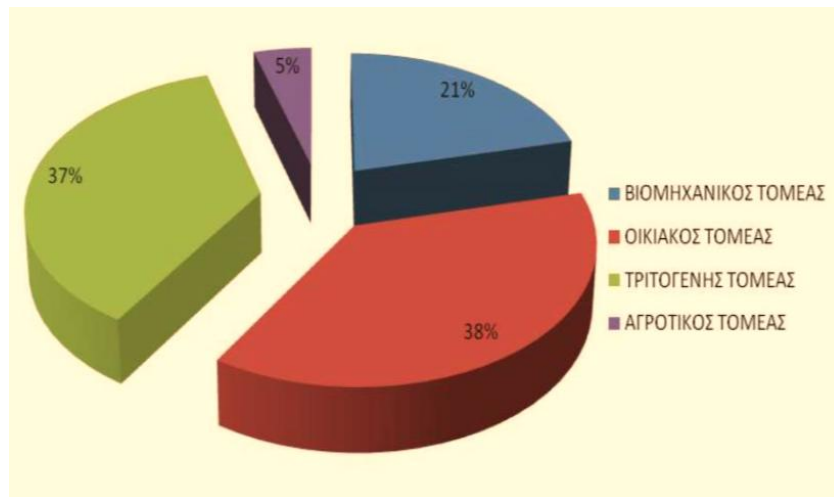
Λαμβάνοντας υπόψη τη γήρανση των κτιρίων και τον χαμηλό ρυθμό κατασκευής νέων, συμπεραίνεται ότι η βελτίωση των υφιστάμενων είναι σημαντική, με απώτερο στόχο μέχρι το 2050, μέσω των απαραίτητων παρεμβάσεων ενεργειακής βελτίωσης, η πλειοψηφία των κτιρίων της χώρας να αποκτήσει τα σωστά δομικά χαρακτηριστικά για την ενεργειακή συμμόρφωση.

Στο παρακάτω ραβδόγραμμα (Σχήμα 2.1) παρουσιάζεται η περίοδος κατασκευής των κτιρίων στην Ελλάδα και προσδιορίζεται η σημερινή ηλικία των κτιρίων. Τα στοιχεία αυτά αφορούν την υφιστάμενη κατάσταση μέχρι το 2010.



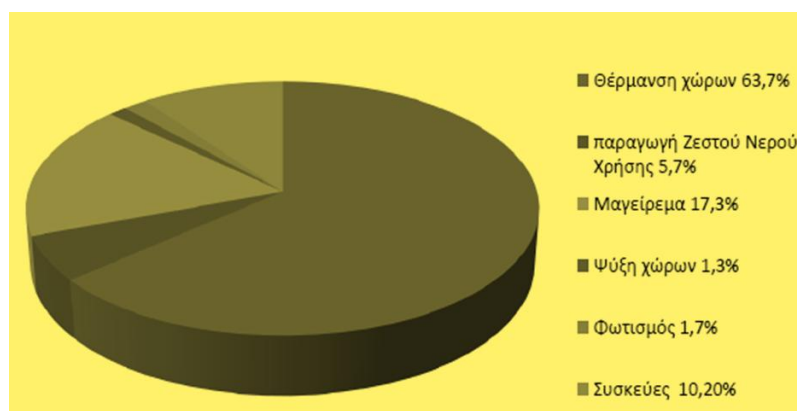
Σχήμα 2.1: Ανέγερση κτιρίων. Διαχωρισμός ανά είδος και διάστημα ανοικοδόμησης (Μοσχονησιώτης, 2021)

Το ακόλουθο κυκλικό διάγραμμα (Σχήμα 2.2) δείχνει την κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ των βιομηχανιών, των κατοικιών των κτιρίων τριτογενούς και του γεωργικού τομέα. Το διάγραμμα δείχνει ότι ο οικιακός κλάδος είναι ο κύριος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας παράγεται από λιγνιτικούς σταθμούς με υψηλές εκπομπές αέριων ρύπων. Μετά τον οικιακό τομέα, ο τριτογενής τομέας έρχεται δεύτερος, αντιπροσωπεύοντας το 37% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ακολουθεί ο βιομηχανικός τομέας με 21% και ο γεωργικός τομέας με μόλις 5%.



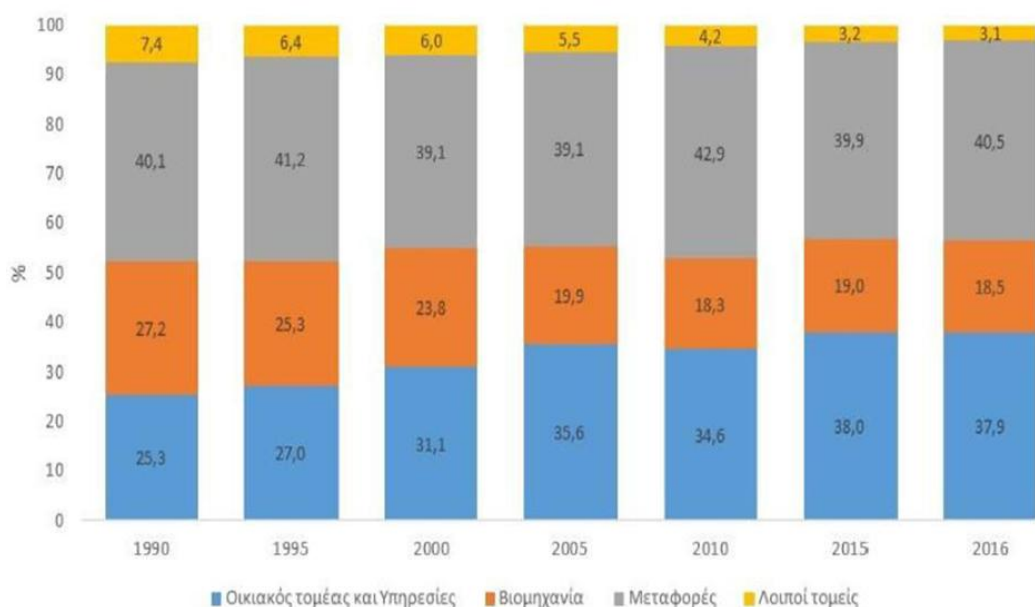
Σχήμα 2.2: Τομείς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Έτος αναφοράς 2016 (ΥΠΕΚΑ, ΗΜΕ & ΠΡΟΠΕ, 2018).

Το ακόλουθο κυκλικό διάγραμμα (Σχήμα 2.3) δείχνει το μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση. Οι κύριες μορφές χρήσης είναι η θέρμανση χώρων, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), το μαγείρεμα, η ψύξη, ο φωτισμός και η λειτουργία συσκευών. Όπως φαίνεται, τη μερίδα του λέοντος κατέχει η θέρμανση των χώρων των κατοικιών, η οποία αντιπροσωπεύει το 63,7%. Η ενέργεια που καταναλώνεται για θέρμανση εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής, το μέγεθος και τον τύπο του κτιρίου και το σύστημα θέρμανσης. Το μαγείρεμα έρχεται στη δεύτερη θέση με 17,3%, ενώ το υπόλοιπο 19% σχετίζεται με τις συσκευές, τον φωτισμό, την παραγωγή ΖΝΧ και την ψύξη.



Σχήμα 2.3: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση. Έτος αναφοράς 2013 (Τσίρα, 2019).

Ακολούθως δίνεται ραβδόγραμμα (Σχήμα 2.4) όπου παρουσιάζεται το μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα για το 2013. Οι τομείς είναι οι κατοικίες, η βιομηχανία, οι μεταφορές και οι λοιποί τομείς. Το γράφημα δείχνει ότι μέχρι το 1995, ο τομέας κατοικίες/κτίρια τριτογενούς αντιπροσώπευε το ένα τέταρτο της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και ήταν ο τρίτος μεγαλύτερος καταναλωτής. Από το 2000 και μετά, αντιπροσώπευε ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο της τελικής κατανάλωσης, ξεπερνώντας σταθερά το 30%, ξεπερνώντας σε κατανάλωση τις βιομηχανίες. Κατά το τελευταίο έτος μελέτης, ο εν λόγω τομέας αντιπροσώπευε το 37,9% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, σημειώνοντας αύξηση κατά 48% περίπου σε σύγκριση με το 1990.



Σχήμα 2.4: Ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας ανά κλάδο και έτος (IOBE, 2018).

2.3 Ενεργειακές παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι μια προσπάθεια μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, αναβάθμισης της ποιότητας του περιβάλλοντος, εξασφάλισης της εθνικής ασφάλειας και εξοικονόμησης οικονομικών πόρων. Εντοπίζεται στην κορυφή της πυραμίδας για τη βιώσιμη ανάπτυξη, συμβάλλοντας στη μείωση του ενεργειακού κόστους και στην καθυστέρηση της μελλοντικής εξάντλησης των ορυκτών πόρων (Καλούση, 2019). Γενικά, η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με τη ελάττωση της ενεργειακής

σπατάλης και των θερμικών απωλειών, με τη βελτίωση της απόδοσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων των κατοικιών και τη βελτίωση της λειτουργίας τους.

Στην Ελλάδα, ο ρυθμός κατασκευής νέων κατοικιών είναι πολύ χαμηλός τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η κλιματική αλλαγή δημιούργησε την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας στον ενεργοβόρο τομέα των κατοικιών, οδηγώντας στην αναμενόμενη ανάγκη ενεργειακής αναβάθμισής τους. Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια πληθώρα ερευνών και μελετών με στόχο την εξαγωγή ορθών συμπερασμάτων και την ανάπτυξη μεθοδολογιών για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των κατασκευών και την επίτευξη εξοικονόμησης τόσο σε ενεργειακό όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

Όσον αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση, κάθε ένα από αυτά τα μέτρα μπορεί να προσφέρει οφέλη όσον αφορά το λειτουργικό κόστος και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη δομή του κτιρίου. Η ενεργειακή αναβάθμιση αναφέρεται σε μια σειρά μέτρων σε υφιστάμενα κτίρια για την εξοικονόμηση ενέργειας, την επίτευξη θερμικής άνεσης για τους ενοίκους, την οικονομική λειτουργία του εξοπλισμού και τελικά την προστασία του περιβάλλοντος. Οι ιδιότητες του κελύφους του κτιρίου μπορούν να βελτιωθούν με την τοποθέτηση περιμετρικής μόνωσης και παραθύρων για τη μείωση των ενεργειακών απωλειών στο κτίριο ή με την αντικατάσταση του ηλεκτρικού εξοπλισμού για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που προκύπτει από τη χρήση του. Τέλος, μπορούν να ληφθούν ακόμη πιο αποδοτικά μέτρα με την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) και πράσινων ενεργειακών συστημάτων για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια μπορεί να επιτευχθεί με τον έξυπνο και λεπτομερή σχεδιασμό, τη χρήση σύγχρονων υλικών και συστημάτων υψηλής απόδοσης. Μια καθοριστική παράμετρος που συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση είναι η διαχείριση της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου, η οποία αποτελεί μια συνεχή και μόνιμη δραστηριότητα. Τα πιο συνηθισμένα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια κατοικιών στην Ελλάδα συνολικά (Πίνακας 2.1) αναφέρονται σε ορισμένα ή όλα τα ακόλουθα.

Πίνακας 2.1: Παρεμβάσεις με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Αναβάθμιση κτιριακού κελύφους

Το κέλυφος μιας κατασκευής συνιστά το φυσικό όριο μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου. Δομείται ή αναβαθμίζεται με υλικά και μεθολογίες οι οποίες αποσκοπούν στο να λαμβάνει χώρα όσο το δυνατό μικρότερη μετάδοση θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος (Εικόνα 1.1). Αποτελείται από τα δομικά στοιχεία, όπως είναι οι τοιχοποιίες και οφέρον οργανισμός, αλλά και τα κουφώματα, τα οποία επίσης δημιουργούν απώλειες ενέργειας. Συνολικά, είναι καθοριστικής σημασίας η αναβάθμιση της θερμομονωτικής επάρκειας ενός κτιρίου να πραγματοποιείται με χρήση υλικών με ιδιότητες συμβατές με τα σύγχρονα πρότυπα και οδηγίες.

Αναβάθμιση ή αντικατάσταση συστημάτων φωτισμού, θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης

Η αναβάθμιση των εν λόγω συστημάτων αφορά παρεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης-ψύξης, των δικτύων μεταφοράς και τις τερματικές μονάδες, την επιλογή συστημάτων φωτισμού χαμηλών καταναλώσεων (πχ λαμπτήρες LED), την εγκατάσταση αυτοματισμών ελέγχου των συστημάτων και αξιοποίηση Α.Π.Ε..

Ορθολογική αξιοποίηση του κτιρίου και των δομικών του στοιχείων

Η ορθή αξιοποίηση του κτιρίου αφορά την ενεργειακή διαχείρισή του από τους χρήστες και συνδέεται με τη χρήση των συστημάτων, τον φυσικό αερισμό και φωτισμό κα.

Αναβάθμιση του περιβάλλοντα χώρου

Αυτή η παρέμβαση αφορά επεμβάσεις στους περιβάλλοντες χώρους του κτιρίου, στις περιπτώσεις εκείνες που καθίσταται εφικτό, όπως είναι η φύτευση στην περίπτωση μονοκατοικιών κα.

Η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται με τη μείωση της ενέργειας που απαιτείται από ένα σύστημα και τη βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης. Όσο λιγότερη ενέργεια χρησιμοποιείται, τόσο μεγαλύτερα είναι τα οφέλη.. Η ενεργειακή απόδοση αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ και τον κύριο τρόπο για την επίτευξη των στόχων που σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τα επόμενα χρόνια και μέχρι το 2050.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια περιλαμβάνεται στις κυρίαρχες πολιτικές της ΕΕ και της Ελλάδας ως σημαντικό και καθοριστικό πλεονέκτημα, καθώς μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στην εκπλήρωση των ενεργειακών υποχρεώσεων και στόχων, μιας και οι τα κτίρια αποτελούν ενεργοβόρο τομέα με πολύ μεγάλες δυνατότητες μείωσης της

κατανάλωσης ενέργειας με οικονομικά αποδοτικό τρόπο (ΥΠΕΝ, Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος, αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, 2020).

2.4 Οφέλη παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

Τα οφέλη του ορθού ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων είναι πολύπλευρα και οδηγούν στα ακόλουθα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα 2.2:

Πίνακας 2.2: Οφέλη που απορρέουν από έναν ορθό ενεργειακό σχεδιασμό.

Οφέλη ενεργειακού σχεδιασμού	
Ενεργειακά	Παρέχεται εξοικονόμηση ενέργειας, θερμική και οπτική άνεση για τους χρήστες.
Περιβαλλοντικά	Μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκύπτει από την κατανάλωση παραδοσιακών ορυκτών καυσίμων (π.χ. πετρέλαιο) και οι επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη.
Οικονομικά	Μειώνεται η κατανάλωση καυσίμων και το κόστος, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση που σχετίζεται με την αποτελεσματική λειτουργία θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού και θέρμανσης νερού.
Κοινωνικά	Δημιουργούνται οι συνθήκες για καλύτερη ποιότητα ζωής για τους χρήστες των κτιρίων και επιτυχή ανάπτυξη των αστικών κέντρων.

3. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων & Τεχνικές Οδηγίες.

3.1 Ιστορική αναδρομή.

Κάθε κράτος-μέλος της ΕΕ υποχρεούται να αναπτύσσει και να εναρμονίζει τα μέτρα και τις οδηγίες που καθορίζονται κεντρικά από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η Ελλάδα, ως μέλος της ΕΕ, προσπάθησε τα τελευταία χρόνια να ακολουθήσει ένα κανονιστικό πλαίσιο για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση της κατανάλωσης. Οι πρώτες προσπάθειες νομοθέτησης σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας χρονολογούνται από την έκδοση του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.) το 1979. Ακολούθησαν οι Κανονισμοί για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμησης της Ενέργειας (Κανονισμός Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.) και τέλος ο ισχύος σήμερα Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Οι Κανονισμοί Μόνωσης Κτιρίων ξεκίνησαν με πρώτο τον Κ.Θ.Κ. το 1979 με το ΦΕΚ 362Δ ο οποίος ήταν υποχρεωτικής εφαρμογής μέχρι το 2010. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (1979-2010) δεν έγιναν αλλαγές ή τροποποιήσεις σε αυτόν. Η εφαρμογή του ίσχυε για νέες κατασκευές κατοικιών, ενώ δεν ετίθεντο απαιτήσεις για υφιστάμενα (πριν την έκδοση του) κτίρια. Κύριος σκοπός του ήταν η μείωση των θερμικών απωλειών στα κτίρια και συνεπακόλουθα η μείωση των αναγκών θέρμανσης των κτιρίων (Ευαγγέλου, 2019).

Με τον ΚΘΚ ορίζονταν η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμική αγωγιμότητα των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου. Εν τέλει, δυστυχώς, δεν εφαρμόστηκε με συνέπεια, με αποτέλεσμα να μην είναι επαρκώς μονωμένες οι κατασκευές του διαστήματος ανέγερσης μεταξύ 1980 και 1990.

Ο κανονισμός που ακολούθησε τον Κ.Θ.Κ. ήταν η Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α.) 21475/4707/98, η οποία εναρμονίστηκε με την Ευρωπαϊκή Οδηγία SAVE 93/76/EC για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και αφορούσε τον "περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων". Αυτό ήταν. Το άρθρο 4 της προαναφερόμενης Κ.Υ.Α. αποτέλεσε τη βάση για τον νέο Κανονισμό για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), ο οποίος προγραμματιζόταν να εφαρμοστεί όχι μόνο στα νέα κτίρια αλλά και στα υφιστάμενα κτίρια για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Ο Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. δεν εφαρμόστηκε ποτέ (Ευαγγέλου, 2019).

Παρά τις προηγούμενες νομοθετικές προσπάθειες, στην ελληνική πραγματικότητα το πλαίσιο της ενεργειακής προστασίας παρέμεινε για πολλά χρόνια ασαφές. Ωστόσο, η ανάγκη για ουσιαστική ενεργειακή θωράκιση με απώτερο στόχο τη βέλτιστη λειτουργία και απόδοση των κτιρίων παρέμεινε και ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) θεσπίστηκε σύμφωνα με το αρ. 3 του Ν. 3661/2008, όπου και τέθηκε σε ισχύ στο πλαίσιο της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ. Αυτός είναι ο πρώτος ολοκληρωμένος κανονισμός που καθορίζει όλες τις παραμέτρους που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Η κύρια πρόθεση του Κ.Εν.Α.Κ. είναι να ελαχιστοποιείται η κατανάλωση ενέργειας που σχετίζεται με τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό και την παραγωγή ΖΝΧ και να παρέχεται ένα άνετο περιβάλλον για τους χρήστες των κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, της εγκατάστασης συστημάτων υψηλής απόδοσης και της χρήσης πράσινων πηγών ενέργειας (Σιάλης, 2014).

Χάρη στον Κ.Εν.Α.Κ. το ελληνικό κανονιστικό πλαίσιο διαθέτει πλέον ένα πλήρες σχέδιο για τον ενεργειακό σχεδιασμό όσον αφορά τις κτιριακές εγκαταστάσεις και τη βέλτιστη λειτουργία τους με απώτερο στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την αποτροπή της κλιματικής αλλαγής. Βάσει αυτού, απαιτούνται μελέτες ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και για κάθε υφιστάμενο κτίριο που υφίσταται ριζική ανακατασκευή. Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης και η ταξινόμηση των κτιρίων πραγματοποιούνται σύμφωνα με συγκεκριμένη μεθοδολογία εναρμονισμένη με τα πρότυπα που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο Κ.Εν.Α.Κ. έχει τροποποιηθεί με την πάροδο των ετών από την έκδοσή του. Η πιο πρόσφατη τροποποίηση είναι η Κ.Υ.Α. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017.

Η εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ανάπτυξη συνοδευτικών κατευθυντήριων οδηγιών. Στο ακόλουθο υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι σημαντικότερες πτυχές των Τεχνικών Οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.), οι οποίες λειτουργούν ως πρότυπα για την ορθή εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. και οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για το υπολογιστικό μέρος της παρούσας διατριβής.

3.2 Στοιχεία Κ.Εν.Α.Κ. και Τεχνικών Οδηγιών

Η ορθή εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων γίνεται εφικτή μέσω της χρήσης των Τεχνικών Οδηγιών (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) του Τ.Ε.Ε.. Παρακάτω παρατίθενται τα

σημαντικότερα σημεία των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., η χρήση των οποίων είναι καθοριστική για τις ενεργειακές μελέτες και αναλύσεις.

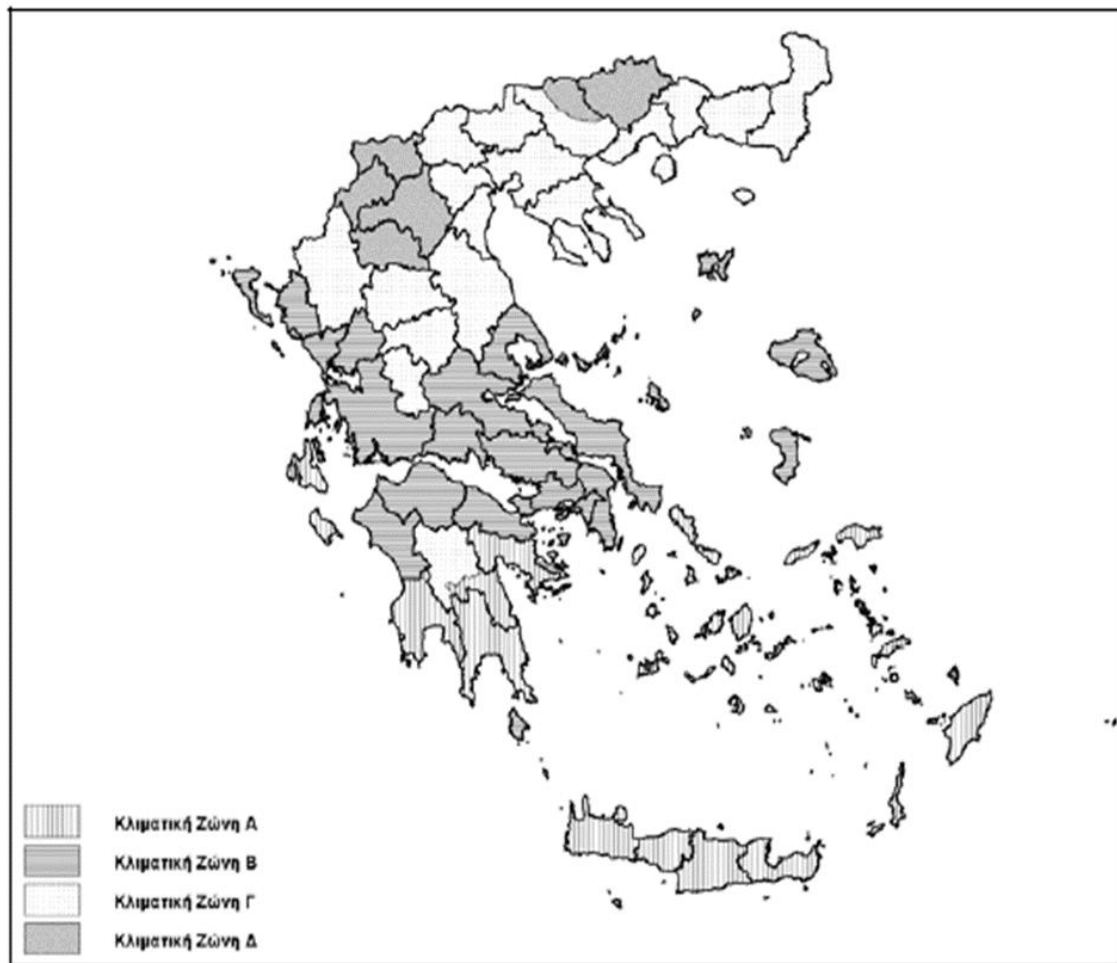
3.2.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Δεδομένου ότι οι κλιματικές συνθήκες θεωρούνται σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις κατασκευές, οι ενεργειακές μελέτες και αναλύσεις λαμβάνουν υπόψη τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία βρίσκεται κάθε υπό εξέταση κτίριο. Κατά συνέπεια, για παράδειγμα, ένα κτίριο που βρίσκεται σε μια περιοχή με χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες και υψηλές βροχοπτώσεις θα παρουσιάσει διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις από ένα παρόμοιο κτίριο σε μια περιοχή με εντελώς διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά.

Ο Κ.Εν.Α.Κ. και η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 βασίζονται σε κλιματικά δεδομένα από τη βάση δεδομένων της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) με τη χρήση κατάλληλων μοντέλων. Με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. η Ελλάδα χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τον αριθμό των βαθμομερών θέρμανσης. Η Ζώνη Α αναφέρεται στο σύνολο των θερμότερων περιοχών της χώρας και η Ζώνη Δ στις ψυχρότερες. Κάθε περιοχή σε υψόμετρο 500m και άνω, κατατάσσεται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη, σε σχέση με τη ζώνη που ανήκει η περιφερειακή ενότητα στην οποία βρίσκεται. Τα παραπάνω απεικονίζονται στον Πίνακα 3.1 και στο Σχήμα 3.1 παρακάτω.

Πίνακας 3.1: Διαχωρισμός κλιματικών ζωνών (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010, 2014).

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



Σχήμα 3.1: Χάρτης κλιματικών ζωνών (Κ.Υ.Α. αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, 2017).

Εκτός από τα παραπάνω, οι ακραίες εποχιακές συνθήκες λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση των ενεργειακών απαιτήσεων ενός κτιρίου και, ως εκ τούτου, κατά το σχεδιασμό του συστήματος θέρμανσης και ψύξης. Συνεπώς, ένα σύστημα διαστασιολογείται έτσι ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει τις πιο ακραίες θερμοκρασίες που αναμένονται στην περιοχή μελέτης. Οι ακραίες θερμοκρασίες (μέγιστες θερμοκρασίες καλοκαιριού ή ελάχιστες θερμοκρασίες χειμώνα) είναι εκείνες που έχουν πιθανότητα να υπερβούν το σύνολο των μετρούμενων τιμών μικρότερη από 1%. Αυτές οι συνθήκες έχουν υπολογιστεί με βάση μετεωρολογικά δεδομένα για την περίοδο 1993-2003 από μετεωρολογικούς σταθμούς με σχετικά δεδομένα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010, 2014).

3.2.2 Σχεδιασμός κτιρίων, ελάχιστες απαιτήσεις και μεθοδολογίες υπολογισμών

Ο σωστός σχεδιασμός των κτιρίων είναι το πρώτο βήμα στην κατεύθυνση της ελαχιστοποίησης των απαιτούμενων φορτίων θερμότητας και ψύξης. Όλοι οι μελετητές θα πρέπει να σχεδιάζουν τα κτίρια ώστε να εμφανίζουν τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση που είναι δυνατό, χρησιμοποιώντας όλες τις διαθέσιμες μεθόδους για τη μόνωση του κτιριακού κελύφους και τον περιορισμό της ροής θερμότητας. Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., κατά το σχεδιασμό των κτιρίων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017)

- Κατάλληλη θέση και προσανατολισμός του κτιρίου για την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και διάταξη των ανοιγμάτων ανάλογα με τον προσανατολισμό για την κάλυψη των απαιτήσεων σε φως ημέρας, φυσικό φωτισμό και αερισμό.
- Διάταξη των χώρων ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης.
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου με στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Σκίαση και ηλιοπροστασία του κτιρίου.
- Ενσωμάτωση ηλιακών συστημάτων, όπως οι τοίχοι μάζας ή Trombe, οι ηλιακοί χώροι κα.
- Ενσωμάτωση τεχνικών αξιοποίησης φυσικού αερισμού.
- Παροχή οπτικής άνεσης με τεχνικές και συστήματα φυσικού φωτισμού.

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017):

- Η χρήση του κτιρίου (π.χ. κατοικίες, γραφεία, εμπορικά κ.λπ.)
- Το λειτουργικό προφίλ: ώρες λειτουργίας, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.λπ.
- Η σύνθεση των εσωτερικών χώρων (θερμικές ζώνες) με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και διαφορετικά φορτία.
- Η θερμική προστασία του κελύφους μέσω της μόνωσης των δομικών στοιχείων και της επιλογής κατάλληλων διαφανών στοιχείων.
- Η πιθανή εφαρμογή τεχνολογιών παθητικού δροσισμού.
- Η δυνατότητα φυσικής σκίασης μέσω της διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου

Εκτός των ελαχίστων απαιτήσεων για το κτιριακό κέλυφος των νεόδμητων κτιρίων και των κτιρίων που υποβάλλονται σε ριζική ανακαίνιση, οι προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. αφορούν και τις προδιαγραφές για τα κτίρια αναφοράς με τα οποία συγκρίνονται και αξιολογούνται τα κτίρια μελέτης ως προς την ενεργειακή τους απόδοση. Ο κάθε μελετητής έχει την ευχέρεια να εφαρμόσει τεχνολογίες και μεθόδους κατασκευής με προδιαγραφές καλύτερες από τις ελάχιστες του Κ.Εν.Α.Κ.. Στα περισσότερα κτίρια είναι πάντα δυνατή η ρύθμιση του μικροκλίματος με την ενσωμάτωση τεχνικών ηλιακής ακτινοβολίας στο κέλυφος του κτιρίου ή με τη φύτευση βλάστησης στον περιβάλλοντα χώρο (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος ενός κτιρίου και αξιοποιούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης συμμορφώνονται με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Οι κύριες παράμετροι που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς αφορούν τις θερμικές ιδιότητες των υλικών (συντελεστής θερμοπερατότητας, θερμογέφυρες, θερμοχωρητικότητα κ.λπ.), τη σκίαση και τον αερισμό. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ιδίως του θερμικού ή/και ψυκτικού φορτίου, απαιτείται η γνώση των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτιρίου (διαφανή ή αδιαφανή) που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τους μη θερμαινόμενους χώρους και το έδαφος.

Ο μελετητής πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τις παραμέτρους των δομικών στοιχείων που καταγράφονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης του κτιρίου ή καθορίστηκαν στον τελικό σχεδιασμό του κτιρίου (τελικά αρχιτεκτονικά σχέδια). Εάν και μόνο εάν δεν υπάρχουν τα απαραίτητα στοιχεία (κυρίως σε υφιστάμενα παλαιά κτίρια), θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πίνακες με ενδεικτικές τιμές για κάθε παράμετρο που αναφέρονται στις ακόλουθες παραγράφους.

Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 αποσκοπεί στην προσέγγιση των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των διαφανών (παράθυρα, μπαλκονόπορτες) και αδιαφανών (τοιχοποιία, δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα) στοιχείων του κελύφους των κτιρίων, καθώς και τον καθορισμό μεθόδων ελέγχου της θερμικής επάρκειας των επιμέρους στοιχείων αλλά και του κτιρίου εν συνόλω.

Η σχετική τεχνική οδηγία περιέχει λεπτομερή ανάλυση της μεθοδολογίας για τον διπλό έλεγχο της θερμομονωτικής απόδοσης των κτιρίων, υπολογίζοντας, αφενός, τη θερμική

αγωγιμότητα U των επιμέρους δομικών στοιχείων και, αφετέρου, τη μέση θερμική αγωγιμότητα U_m ολόκληρου του κελύφους (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Αυτή η μεθοδολογία είναι υποχρεωτική για κάθε νέο κτίριο και κάθε υφιστάμενο κτίριο που υπόκειται σε ριζική ανακαίνιση. Επιπλέον, η οδηγία περιέχει πίνακες με τις τιμές των διαφορών μεγεθών και συντελεστών που εμπλέκονται στα διαδοχικά βήματα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου. Οι θερμικές ιδιότητες των υλικών, οι επιμέρους παράμετροι που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση όλων αυτών των τιμών προέρχονται από διεθνή πρότυπα.

Ειδικότερα, οι μέθοδοι υπολογισμού περιλαμβάνουν τους εξής υπολογισμούς:

- Του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας κάθε αδιαφανούς στοιχείου.
- Του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας κάθε διαφανούς στοιχείου.
- Του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των τοιχοπετασμάτων.
- Των θερμογεφυρών.
- Των εμβαδών και του λόγου A/V (περιβάλλουσα επιφάνεια προς όγκο κτιρίου).
- Του μέσου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας όλου του κτιρίου U_m .

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, θα πρέπει να τονιστεί ότι η εν λόγω μέθοδος υπολογισμού είναι μια χρονοβόρα, πολύπλοκη και επίπονη διαδικασία αναλυτικών υπολογισμών, η οποία βασίζεται σε απαραίτητες παραδοχές και σχετικές απλουστεύσεις. Ως εκ τούτου, δεν είναι εφικτή σε αναλυτικό επίπεδο και η εφαρμογή της γίνεται κυρίως με τη χρήση κατάλληλων λογισμικών. Ωστόσο, η χρησιμότητά της έγκειται στο ότι επιτρέπει στους μηχανικούς να κατανοήσουν σε βάθος τα φαινόμενα που εμπλέκονται στην ανάλυση της θερμικής απόδοσης μιας κατασκευής και, επιπλέον, στο να ελέγξουν και να επαληθεύσουν την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν με τα σχετικά λογισμικά.

3.2.3 Προδιαγραφές υλικών.

Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 καθορίζει τις προδιαγραφές των παραμέτρων που απαιτούνται για την εφαρμογή των μεθοδολογιών υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ.. Οι σχετικές παράμετροι απαιτούνται τόσο για τις

μελέτες ενεργειακής απόδοσης όσο και για τους ενεργειακούς ελέγχους (επιθεωρήσεις) των κτιρίων.

Οι προδιαγραφές καθορίζονται σε επίπεδο χωρών και διαμορφώνονται αναλόγως των τεχνολογιών δόμησης (π.χ. δομικά υλικά, συστήματα θέρμανσης), τα κλιματικά δεδομένα κάθε περιοχής κα. Οι παράμετροι βοηθούν στην εφαρμογή της μεθόδου υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου και ταυτοχρόνως διευκολύνουν τις ενεργειακές επιθεωρήσεις. Τέλος, οι προδιαγραφές που περιέχονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.Ε. 20701-1/2017, αφορούν, μεταξύ άλλων, και τα ακόλουθα:

- Τις ιδιότητες των δομικών υλικών του κελύφους, τη σκίαση, τις θερμογέφυρες κα.
- Την απόδοση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ZNX και των δευτερογενών στοιχείων τους (π.χ. κυκλοφορητές), τις απώλειες των δικτύων διανομής, τις αποδόσεις τερματικών μονάδων (π.χ. θερμοματικά σώματα, fancoil) κ.λπ.
- Τις συνθήκες λειτουργίας κάθε κτιρίου (εσωτερική θερμοκρασία και σχετική υγρασία, ζήτηση φρέσκου αέρα, κατανάλωση ZNX κ.λπ.)
- Τα συστήματα φωτισμού, ΑΠΕ κτλ.

Ακολουθούν τα πιο σημαντικά στοιχεία που συνθέτουν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.Ε. 20701-1/2017 και αφορούν τις παραμέτρους για τον υπολογισμό της ενεργειακής κλάσης ενός κτιρίου.

Στο πρώτο βήμα, κάθε κτίριο χωρίζεται σε θερμικές ζώνες (χώροι με παρόμοια θερμικά χαρακτηριστικά) και επιλέγονται οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, φρέσκος αέρας, επίπεδα φωτισμού κ.λπ.). Στη συνέχεια υπολογίζονται οι απαιτήσεις σε ZNX και τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν από την παρουσία συσκευών και χρηστών. Σε ορισμένα από τα προαναφερθέντα αρκεί η απλή επιλογή της χρήσης προκαθορισμένων τιμών που είναι διαθέσιμες στα διάφορα προγράμματα ενεργειακής απόδοσης, γεγονός που επιταχύνει την ενεργειακή μελέτη και μειώνει την ταλαιπωρία του μελετητή.

Το επόμενο βήμα είναι η σχεδίαση του εξωτερικού σχήματος του κτιρίου (μορφή κτιρίου) και η επιλογή των ιδιοτήτων των υλικών και συνεπώς του κελύφους του κτιρίου, σύμφωνα με τις υπάρχουσες εθνικές προδιαγραφές.

Ακολουθούν πίνακες με τις μέγιστες τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των δομικών στοιχείων για νέα κτίρια (Πίνακας 3.2) και για κτίρια που υφίστανται ριζική ανακαίνιση (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.2: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτιρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70

Πίνακας 3.3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

Όπως και στους πίνακες 3.2 και 3.3, ορίζονται και τιμές για τους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας των διαφανών στοιχείων. Με άλλα λόγια, δίνονται συντελεστές θερμοπερατότητας για τους υαλοπίνακες (πίνακας 3.4) και τα κουφώματα (πίνακας 3.5). Επιπλέον, οι αντίστοιχοι συντελεστές εξαρτώνται από το υλικό του πλαισίου, το πάχος των υαλοπινάκων και τον αριθμό των υαλοπινάκων (μονός, διπλός ή τριπλός).

Πίνακας 3.4: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Τύπος υαλοπίνακα	U_g
	[W/(m ² .K)]
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

Πίνακας 3.5: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου, για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017).

Τύπος πλαισίου	U_f
	[W/(m ² .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

Εκτός από τα δομικά στοιχεία, προδιαγραφές δίνονται και για τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ZNX που είναι εγκατεστημένα σε ένα κτίριο. Αυτό σημαίνει ότι εκτός από την επιλογή των κατάλληλων δομικών υλικών για το κέλυφος και τη σωστή κατασκευή του

κτιρίου, είναι σημαντική η επιλογή και ο σωστός σχεδιασμός του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 περιέχει προδιαγραφές και τυποποιημένες τιμές για την απόδοση των συστημάτων θέρμανσης, δηλαδή των λεβήτων, των αντλιών θερμότητας (Α/Θ), των ηλεκτρικών θερμαντικών σωμάτων κτλ. Ομοίως, δίνονται συντελεστές για την απόδοση των συστημάτων ψύξης. Επιπλέον, δίνονται προδιαγραφές για τα συστήματα διανομής (σωλήνες, αγωγοί) που υπάρχουν για τη μεταφορά θερμότητας, τον τερματικό εξοπλισμό (θερμαντικά σώματα, fancoils κ.λπ.) και τον βοηθητικό εξοπλισμό (αντλίες, κυκλοφορητές κ.λπ.) που υπάρχει στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Τέλος, σε ξεχωριστή ενότητα παρουσιάζονται τύποι, πίνακες επιδόσεων και προδιαγραφές για τον μηχανικό αερισμό, την ύγρανση, τον τεχνητό φωτισμό, τον αυτόματο έλεγχο και τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (φωτοβολταϊκά πάνελ, ηλιακοί θερμοσίφωνες).

3.2.4 Ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.

Το τελευταίο μέρος της ενεργειακής μελέτης αποτελεί η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Αυτή βασίζεται στην τελική ανηγμένη σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτιρίου, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.6. Ο δείκτης R_R αποτελεί την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου (E_p) προς την R_R και συνιστά το κριτήριο κατάταξης στην αντίστοιχη ενεργειακή κλάση (Κ.Υ.Α. αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, 2017).

Πίνακας 3.6: Κλάσεις ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Κ.Υ.Α. αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, 2017).

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

3.3 Βήματα διεξαγωγής ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Μια ενεργειακή επιθεώρηση διενεργείται από ενεργειακό επιθεωρητή, εγγεγραμμένο στο προβλεπόμενο από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42), όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν. 4409/2016 (ΦΕΚ Α' 136), μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Η ενεργειακή επιθεώρηση στοχεύει στα ακόλουθα:

- Συλλογή στοιχείων για το κτίριο μελέτης, το κέλυφος και τα συστήματα που χρειάζονται για την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.).
- Εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, Ζ.Ν.Χ.) και συνολικά.
- Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου και την έκδοση Π.Ε.Α..
- Σύσταση τεχνικά εφικτών και οικονομικά συμφερούσων προτάσεων βελτίωσης της ενεργειακής του απόδοσης.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατά την αυτοψία του καταγράφει δεδομένα που αφορούν το κτιριακό κέλυφος, τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, το σύστημα αερισμού, φωτισμού, τις Α.Π.Ε κα. Η διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017, 2017):

- Ανάθεση της επιθεώρησης στον ενεργειακό επιθεωρητή από τον ιδιοκτήτη του κτιρίου.
- Ηλεκτρονική απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου ενεργειακής επιθεώρησης, κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου σε ειδική μερίδα

- του προβλεπόμενου, από το άρθρο 17 του ν. 4122/2013, όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 54 του ν. 4409/2016, αρχείου επιθεωρήσεως κτιρίων.
- Επιτόπιο έλεγχο του κτιρίου, επαλήθευση των δεδομένων που του έχουν παρασχεθεί και καταγραφή όλων των απαραίτητων στοιχείων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την έκδοση του Π.Ε.Α.
 - Επεξεργασία των στοιχείων, εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης και ενεργειακή κατάταξή του. Προβλέπεται η δημιουργία προτάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, όπου προτείνονται τρόποι βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης.
 - Σύνταξη, ηλεκτρονική υποβολή και καταχώρηση του Π.Ε.Α. του κτιρίου.

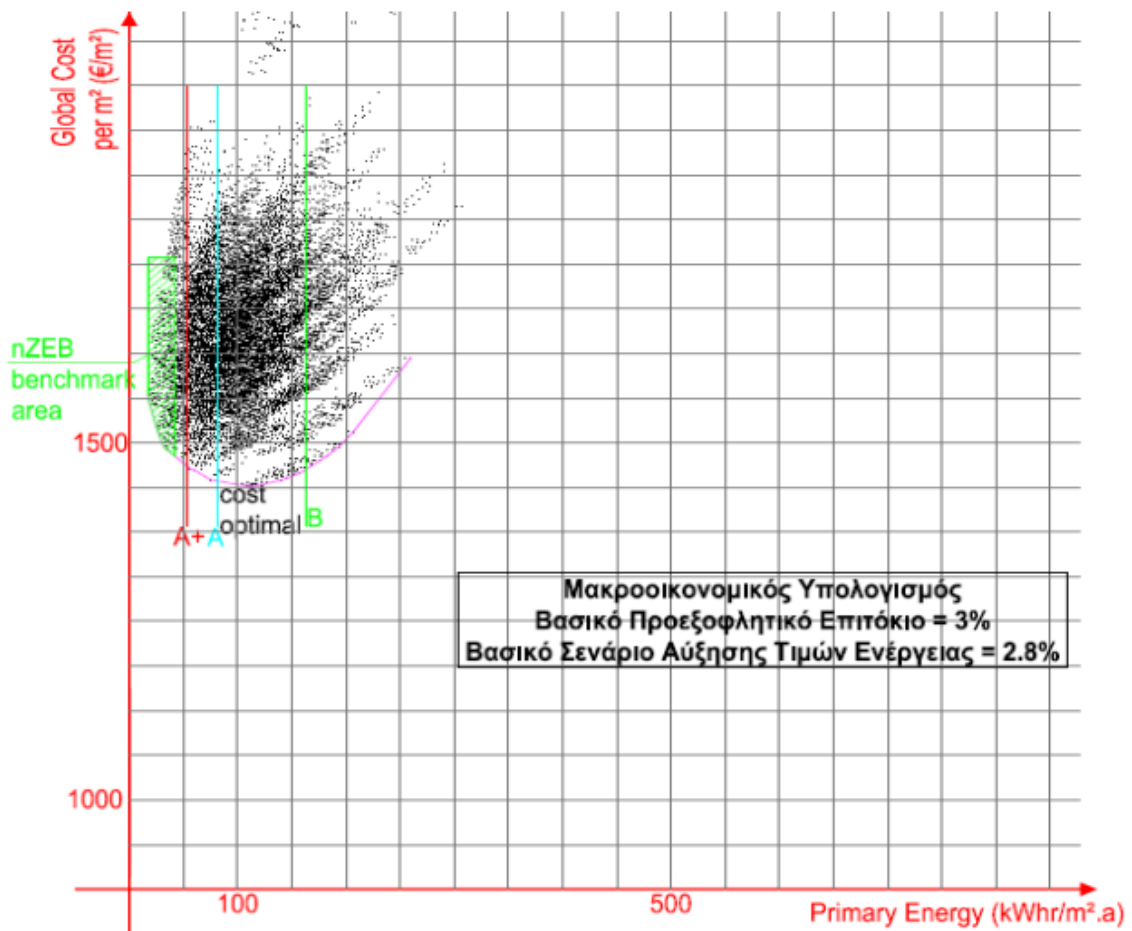
3.4 κΚτίρια **Θ**Μηδενικής **Κ**κατανάλωσης **Ε**νέργειας **n-zeb**.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και τους κανονισμούς και τους νόμους της Ελλάδος και της Ευρωπαϊκής Ένωσης ένα κτίριο *n-zeb* είναι ένα κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Ένα κτίριο που κατά τη χρήση του χρειάζεται ελάχιστη έως σχεδόν μηδενική ενέργεια για όλες τις λειτουργίες του, όπως θέρμανση, ψύξη, και ζεστό νερό χρήσης, ένα κτίριο το οποίο έχει μηδενικό έως ελάχιστο αποτύπωμα άνθρακα, ένα κτίριο το οποίο θα πρέπει να παράγει και να διανέμει εντός του μόνο όση ενέργεια απαιτείται καθώς επίσης και να έχει διασφαλίσει ότι ακόμα και οι απορριπτόμενη ενέργεια λόγω εξαερισμού θα πρέπει να ανακτάται και να επαναδιανέμεται εντός του. Σύμφωνα με το άρθρο 9 του ν.4122/2013, από 1.1.2021, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ).

Η οδηγία 2010/31/ΕΕ δίνει ένα γενικό πλαίσιο για τα κτίρια Σ.Μ.Κ.Ε. με τον ορισμό του κτιρίου Σ.Μ.Κ.Ε. ως ένα «κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση» .

Σύμφωνα με παρ 3.1 του Εθνικού Σχεδίου αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και με βάση τη μεθοδολογία βέλτιστου κόστους ένα κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία κτιρίων *n-zeb* όταν είναι στην κατηγορία A+ .

Πίνακας 3.7:καταταξη κτιρίων n-zeb. (ΥΠΕΝ, οδηγία 2010/31/ΕΕ , 2021)



Οριοθέτηση ζώνης ΚΣΜΚΕ στο νέφος σεναρίων για νέο τυπικό κτίριο, κλιματικής ζώνης Γ

Άρα με βάση τα προηγούμενα και τον πίνακα 3.7 ένα κτίριο για να πληροί τα κριτήρια n-zeb θα πρέπει:

- α) να θωρακιστεί το κέλυφος του κτιρίου.
- β) να αναβαθμιστούν ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.
- γ) Να τοποθετηθούν όλοι οι απαραίτητοι αυτοματισμοί στο σύστημα θέρμανσης και νερού παραγωγής ζεστού νερού χρήσης ούτως ώστε να κάνει τη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση-οικονομία στη χρήση του.
- δ) να τοποθετηθεί σύστημα ανάκτησης θερμότητας για τον εξαερισμό του κτιρίου. και όλα τα παραπάνω να μπορούν να γίνουν με ένα κόστος το οποίο θα μπορεί να αποσβεστεί σε βάθος χρόνου .

4. Κτίριο μελέτης

4.1 Χαρακτηριστικά του κτιρίου.

Με το παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται η έναρξη του υπολογιστικού μέρους της διπλωματικής εργασίας. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η κατοικία που θα μελετηθεί και θα επιχειρηθεί η αναβάθμισή της. Αρχικά, δίνονται στοιχεία απαραίτητα για την ενεργειακή μελέτη και κατόπιν τούτων, παρατίθενται τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, περιλαμβάνονται το τοπογραφικό διάγραμμα, τέσσερις όψεις, δύο χαρακτηριστικές τομές, το περίγραμμα και η κάτοψη του ισογείου, η κάτοψη της στέγης και μια τρισδιάστατη απεικόνιση της κατοικίας, αντί φωτογραφιών.

Το παρόν κεφάλαιο ασχολείται με την περιγραφή του κτιρίου, αναφορικά με την τοποθεσία του, τον περιβάλλοντα χώρο και τη λειτουργία των χώρων του. Η κατοικία έχει κατασκευαστεί διάστημα μεταξύ 2004-2006, πριν την θέσπιση και εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ..

Η μελέτη που πραγματοποιείται στα πλαίσια της εργασίας, αφορά την ενεργειακή επιθεώρηση της κατοικίας και επιδιώκεται αυτή να αναβαθμιστεί ώστε να καταστεί πιο αποδοτική και να συμβαδίζει με τον ισχύοντα Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) και τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε..

Το κτίριο της κατοικίας βρίσκεται στον οικισμό «Πετεινός», του Δήμου Αβδήρων, της Περιφερειακής Ενότητας Ξάνθης, της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης. Ο Πετεινός βρίσκεται στην πεδιάδα της Ξάνθης με υψόμετρο 45 μέτρων από τη στάθμη της θάλασσας, σε απόσταση περίπου 4 χιλιομέτρων νότια από το κέντρο της πόλης και 8 χιλιομέτρων από τη Γενισέα, έδρα του δήμου (<https://el.wikipedia.org>, 2022). Το κτίριο αποτελεί μία ισόγεια κατοικία με τετράριχτη στέγη δίχως υπόγειο χώρο με συνολικό εμβαδό 131.62 τετραγωνικά μέτρα και ύψος 3.20 μέτρα.

Σχετικά με την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιείται, ως θερμαινόμενος χώρος λαμβάνεται όλη η επιφάνεια της κατοικίας, η οποία λογίζεται και ως μία θερμική ζώνη, μιας και όλοι οι χώροι της συνδέονται θερμικά και λειτουργικά μεταξύ τους και διαθέτουν όμοια θερμικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις. Δεν υπάρχει κάποιος Μη Θερμαινόμενος Χώρος (Μ.Θ.Χ.), διαχωρισμένος από τους υπόλοιπους.

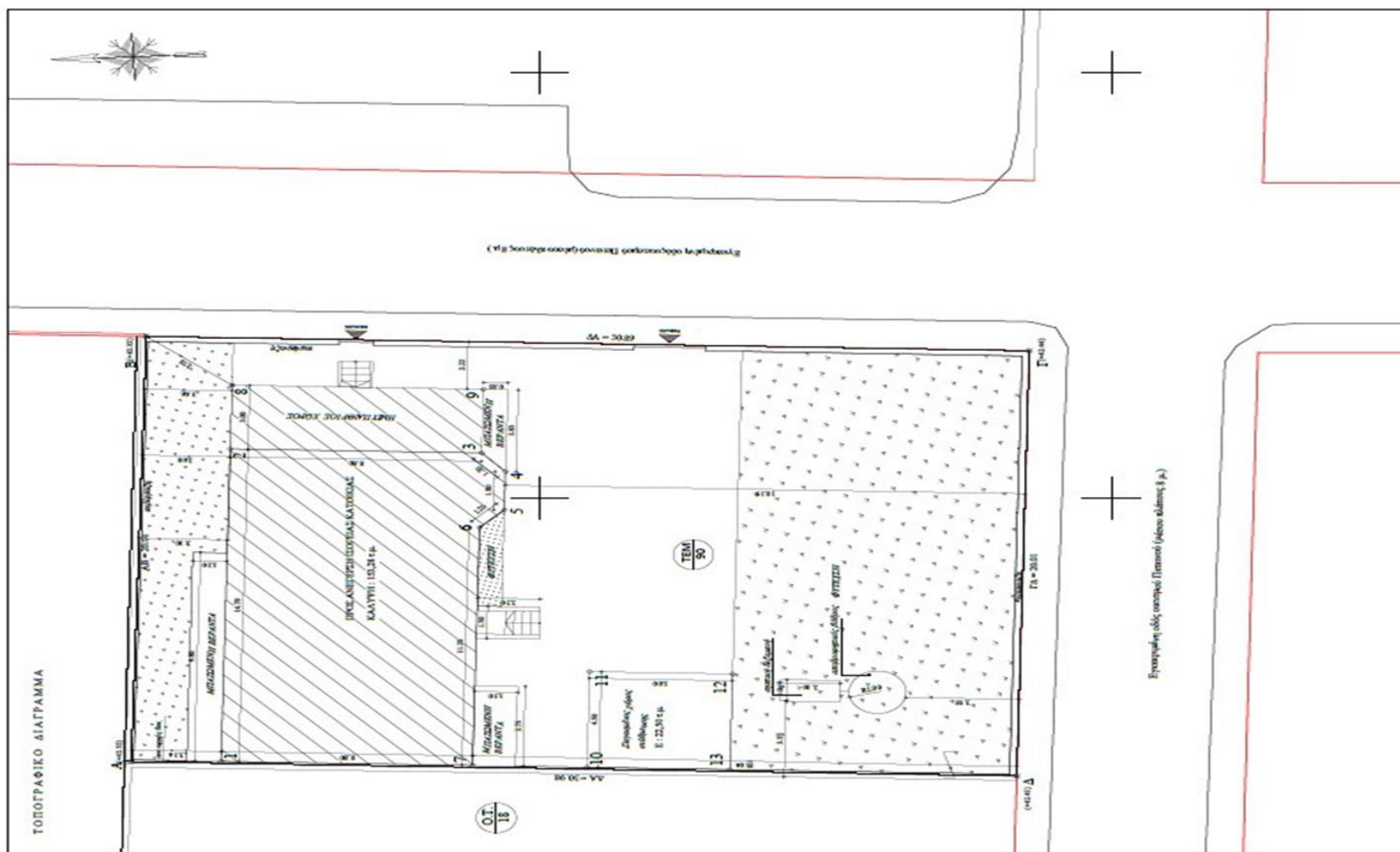
Σχετικά με τη χωροθέτηση των λειτουργιών των επιμέρους χώρων του κτιρίου της κατοικίας, ο σχεδιασμός του εσωτερικού και η διαμόρφωση των χώρων διεξήχθη κατά την μελέτη της ανέγερσής της με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη αξιοποίηση/αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα την εποχή του έτους. Ορισμένοι εκ των κύριων χώρων έχουν τοποθετηθεί σε νότιο (σαλόνι, δωμάτιο 3), αλλά και ανατολικό προσανατολισμό, με σκοπό να επιτυγχάνεται εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας το πρωί κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να πραγματοποιείται ευχάριστα η χρήση τους, πριν την ημερήσια άνοδο της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Η κατοικία είναι κατασκευασμένη στην ευρύτερη περιοχή της Ξάνθης, όπου βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στην Γ κλιματική ζώνη. Το υψόμετρο της περιοχής δεν υπερβαίνει τα 500m, (45m σύμφωνα με την πληροφορίες υψομέτρου της περιοχής). Τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την κατασκευή της, πληρούσαν τις προδιαγραφές σχετικά με τους συντελεστές θερμοπερατότητας που αντιστοιχίζονται στην κλιματική ζώνη Γ. Για την παρούσα ενεργειακή επιθεώρηση και αναβάθμιση της κατοικίας, αυτή λαμβάνεται ως υφιστάμενη, κι εκ τούτου οι συντελεστές θερμοπερατότητας που θα πρέπει να έχουν τα υλικά της, θα ελεγχθούν βάση των προϋποθέσεων του πίνακα 3.3 του κεφαλαίου 3.

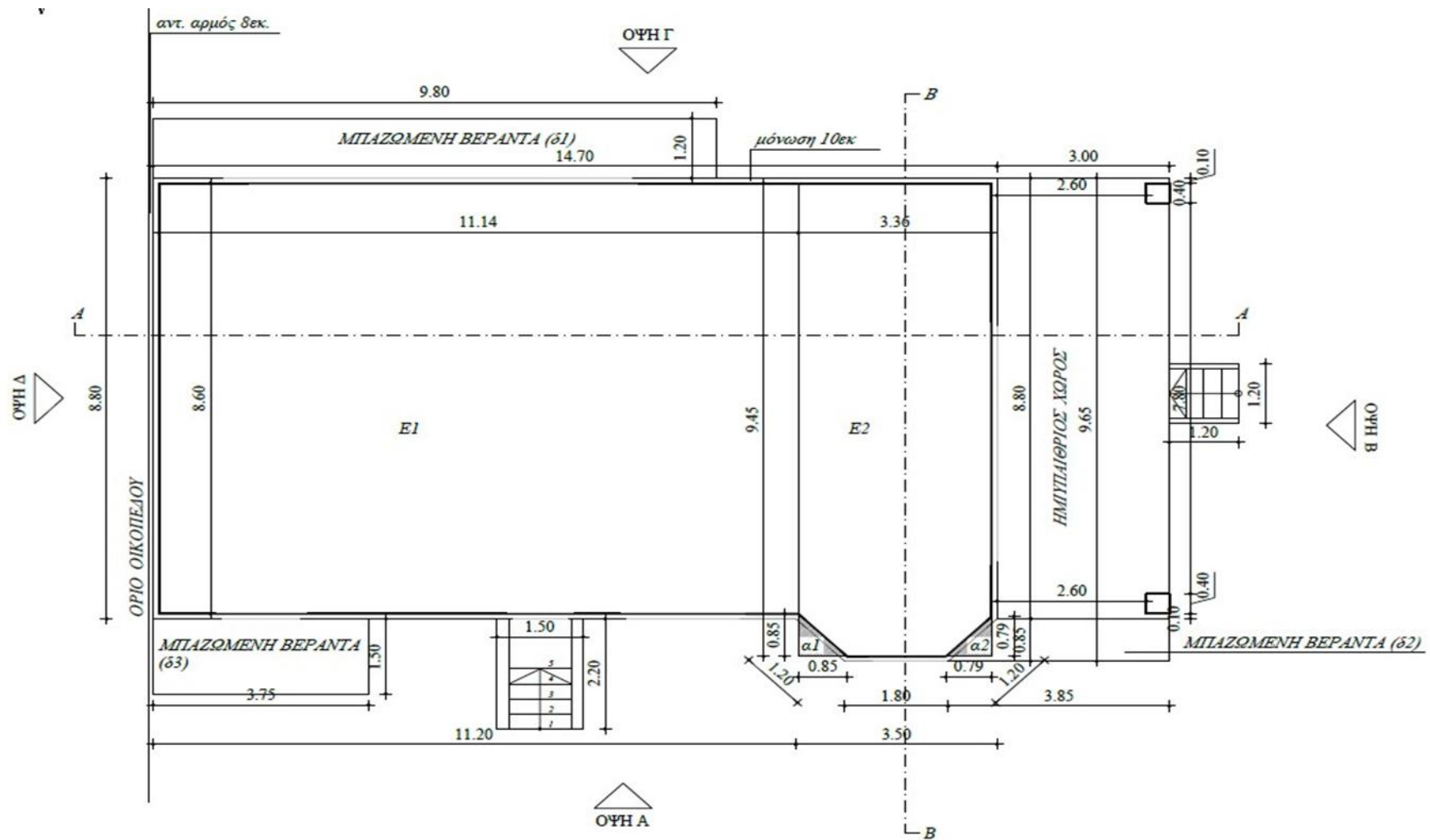
4.2 Αρχιτεκτονικά σχέδια κτιρίου

Ακολούθως περιλαμβάνονται τα αρχιτεκτονικά σχέδια (εικόνες 4.1 ως 4.11) που συνοδεύουν της οικοδομική άδεια του κτιρίου της ισόγειας κατοικίας. Αυτά περιλαμβάνουν τοπογραφικό διάγραμμα, τέσσερις όψεις, δύο χαρακτηριστικές τομές, το περίγραμμα και την κάτοψη του ισογείου, την κάτοψη της στέγης και μια τρισδιάστατη απεικόνιση της κατοικίας, αντί φωτογραφιών.

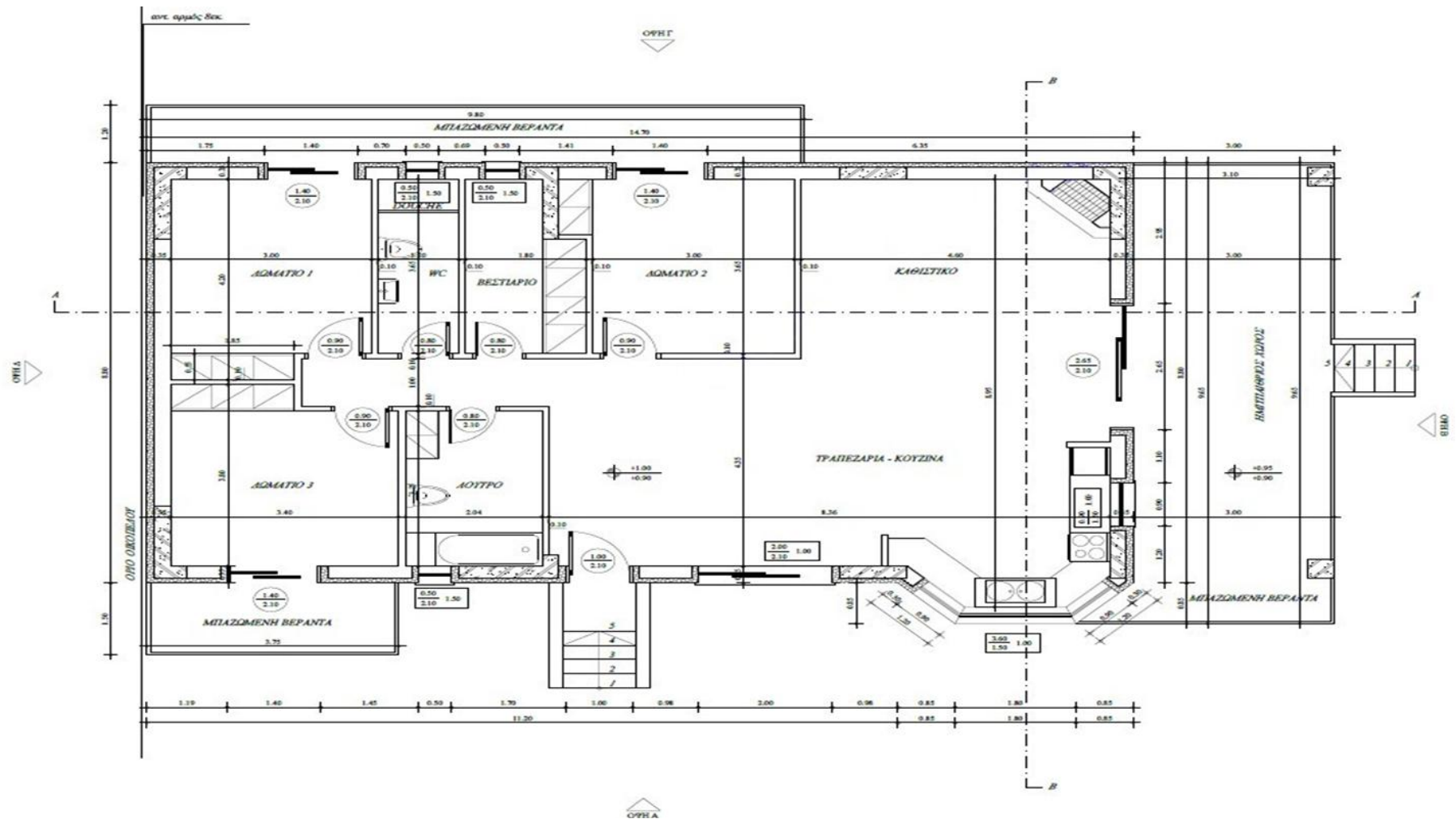
Η χρησιμότητά των σχεδίων είναι απόλυτα συνδεδεμένη με την ορθή εφαρμογή της ενεργειακής αναβάθμισης της ισόγειας κατοικίας, μιας και η ενεργειακή ανάλυση απαιτεί την ενδελεχή καταγραφή και αποτύπωση των χώρων του κτιρίου, των διαστάσεων τους, την καταγραφή των επιμέρους στοιχείων του κελύφους (τοίχοι, εξωστόθυρες, παράθυρα κ), τη μέτρηση του ύψους της κατασκευής, την χάραξη της στέγης κτλ.



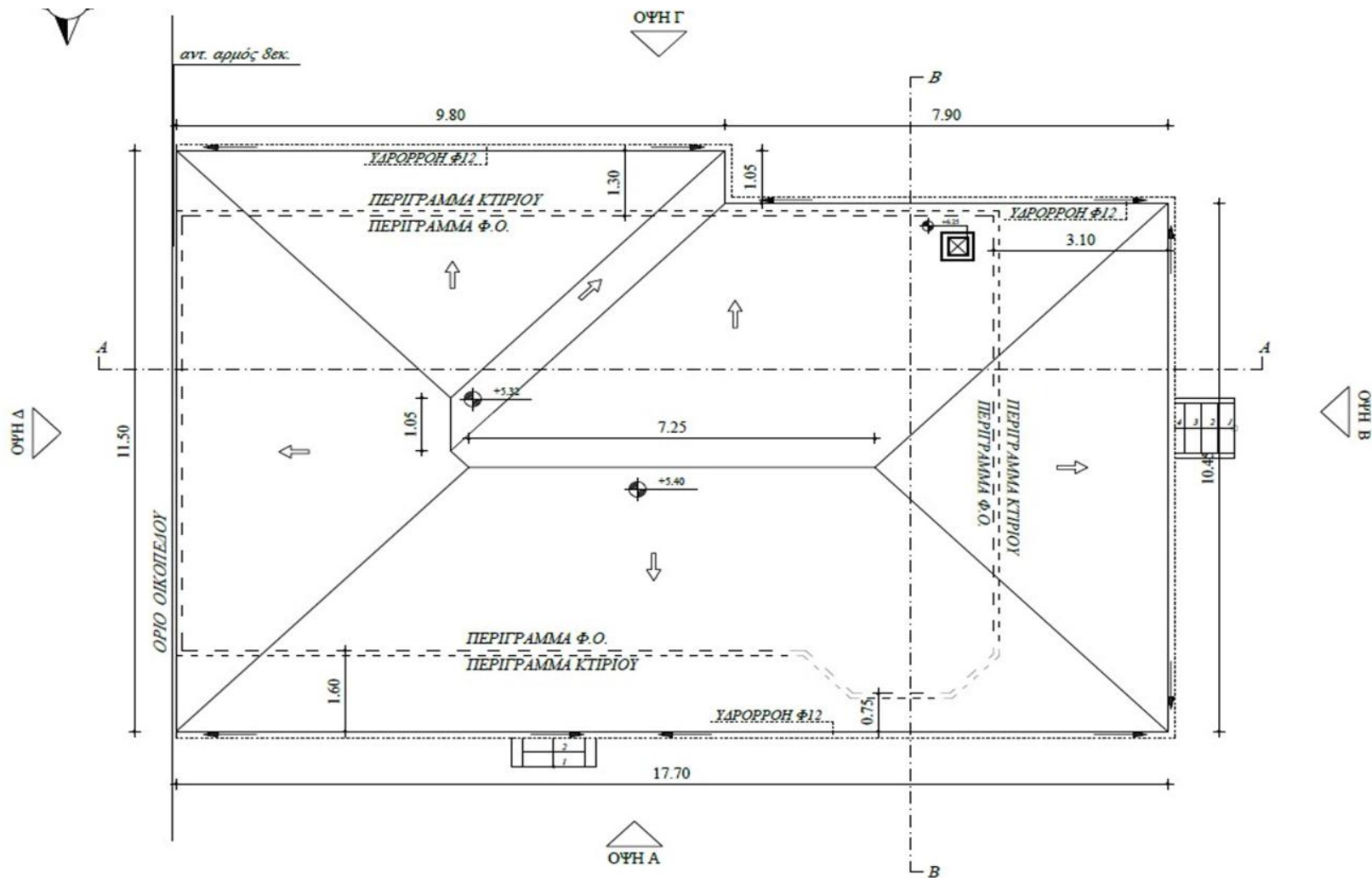
Εικόνα 4.1: Τοπογραφικό διάγραμμα ισόγειας κατοικίας.



Εικόνα 4.2: Περίγραμμα ισόγειας κατοικίας.



Εικόνα 4.3: Κάτοψη ισόγειας κατοικίας.

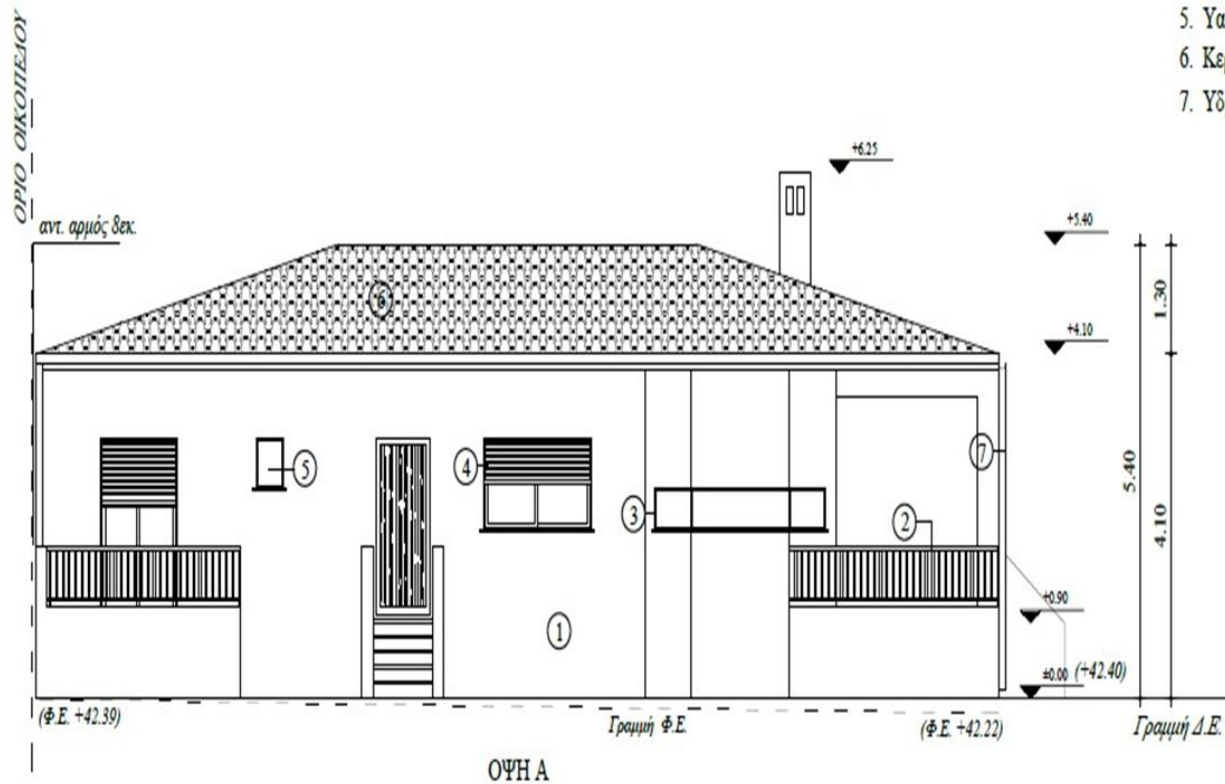


Εικόνα 4.4: Κάτοψη στέγης ισόγειας κατοικίας.

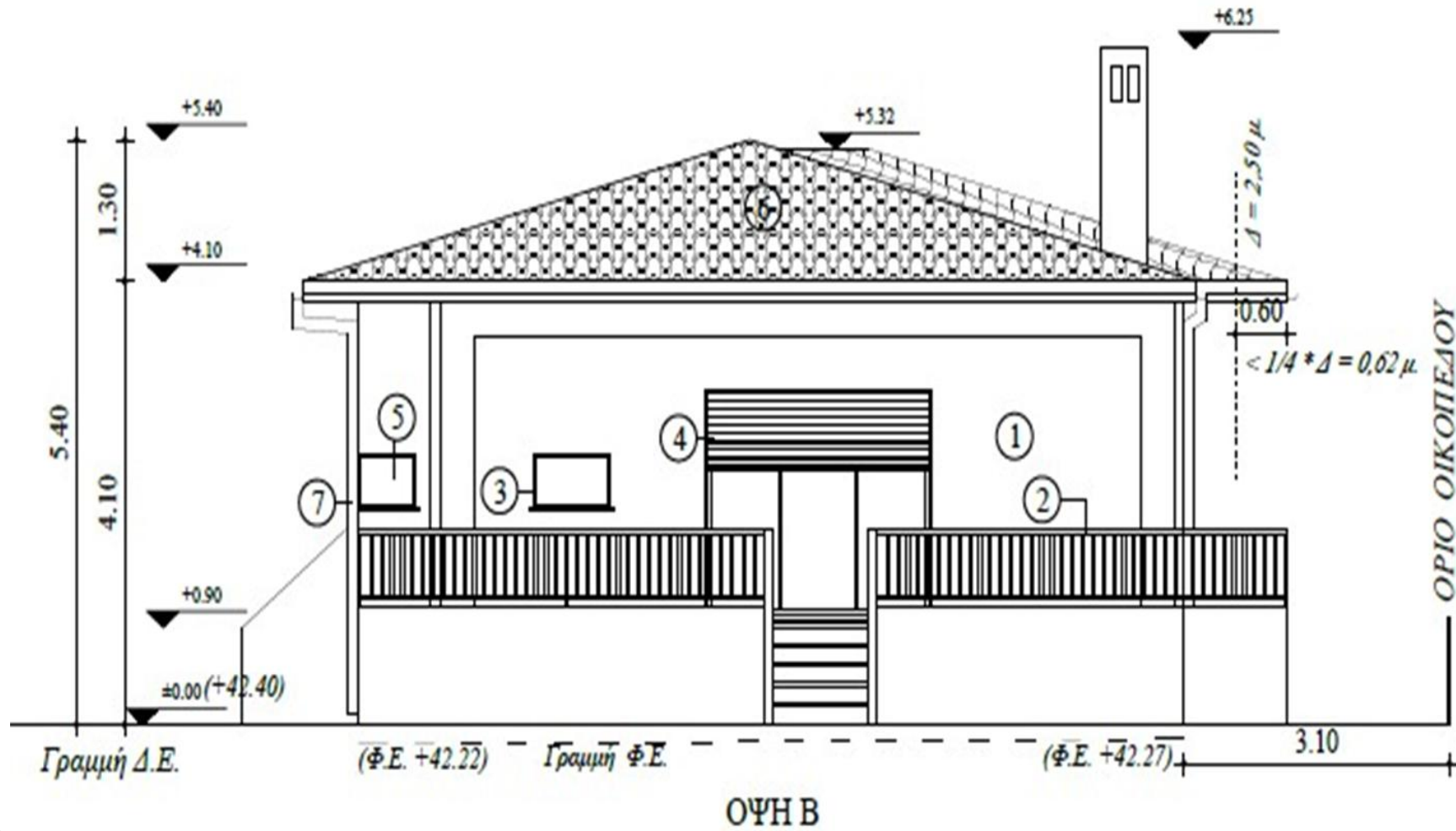
ΟΥΨΕΙΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ

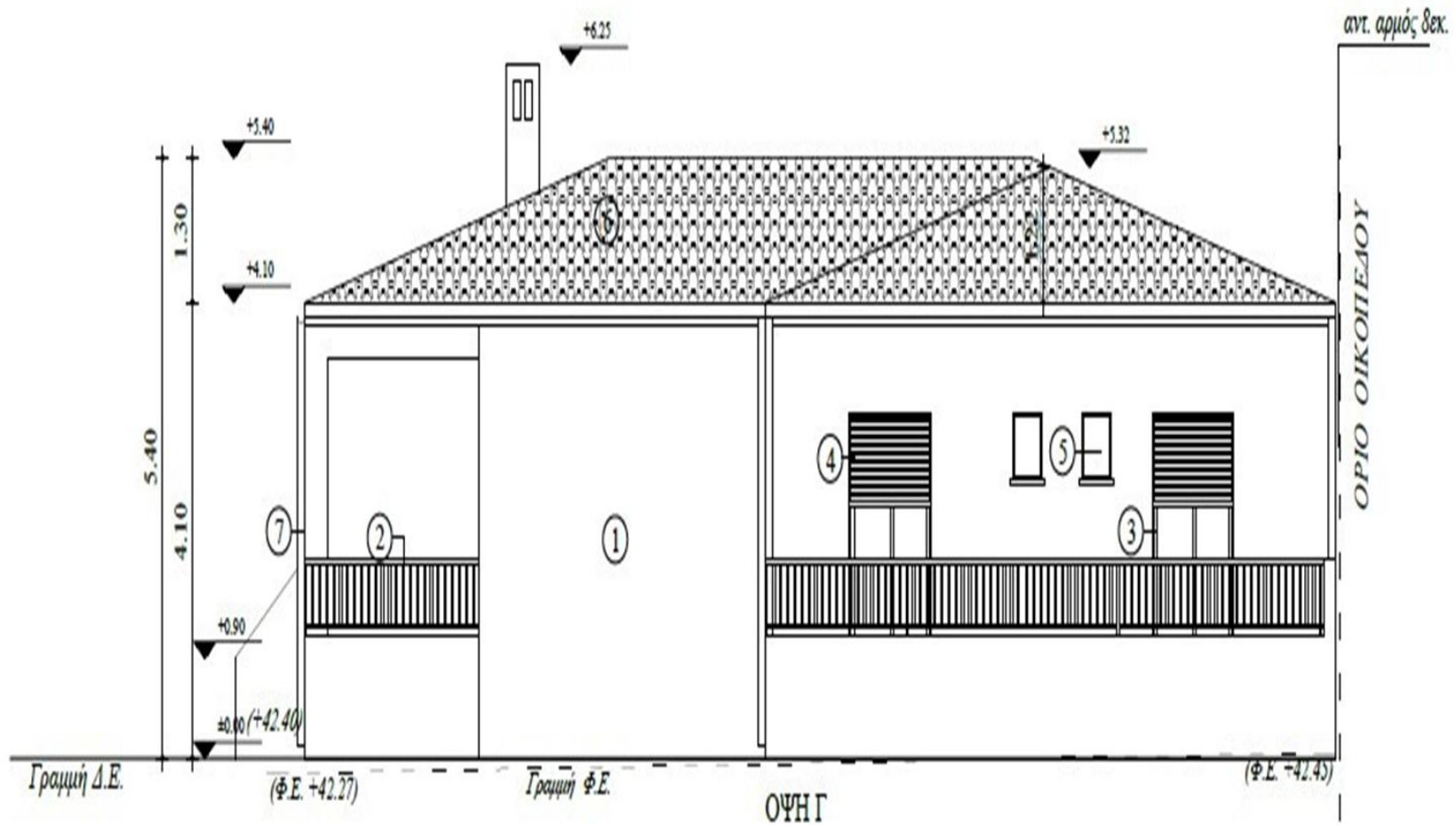
1. Λευκό επίχρισμα
2. Σιδερένιο κτιγκλιόωμα
3. Κούφωμα αλουμινίου
4. Πλαστικά ρολλά
5. Υαλοπίνακες διπλοί θερμομονωτικοί
6. Κεραμίδια Βυζαντινού τύπου
7. Υδρορροή



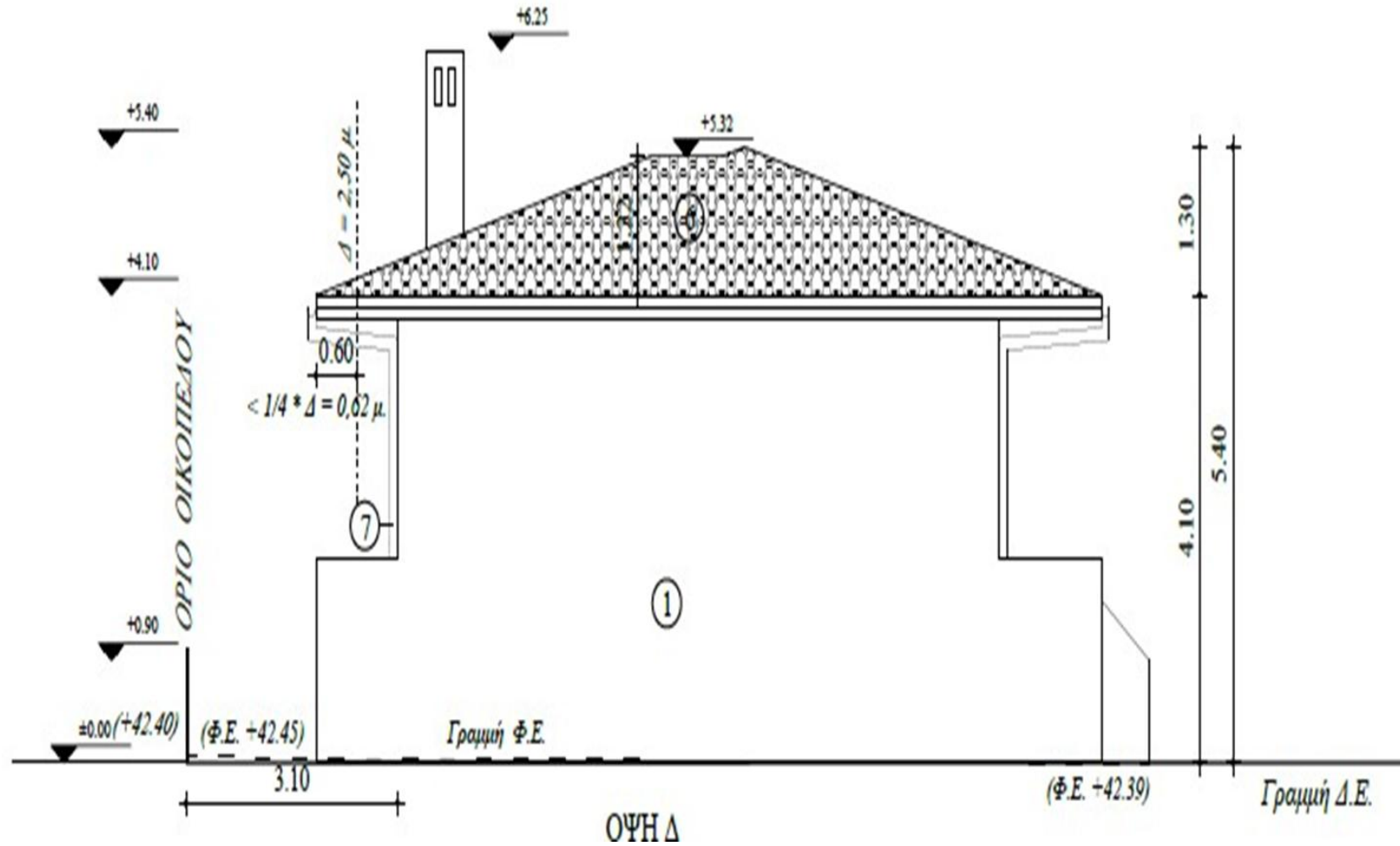
Εικόνα 4.5: Όψη Α ισόγειας κατοικίας.



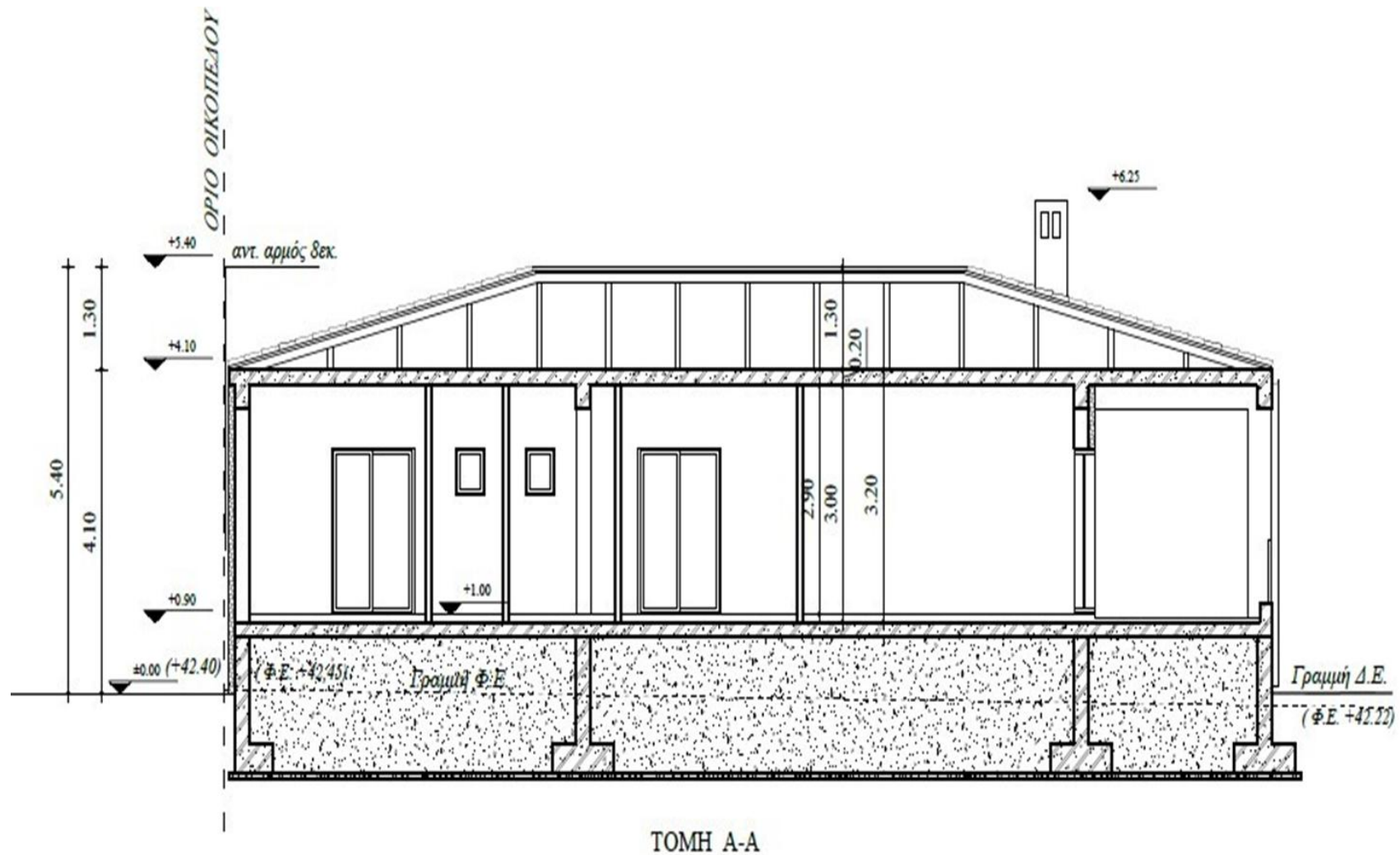
Εικόνα 4.6: Όψη Β ισόγειας κατοικίας.



Εικόνα 4.7: Όψη Γ ισόγειας κατοικίας.



Εικόνα 4.8: Όψη Δ ισόγειας κατοικίας.



Εικόνα 4.9: Χαρακτηριστική τομή Α- Α ισόγειας κατοικίας.



Εικόνα 4.11: Τρισδιάστατη απεικόνιση ισόγειας κατοικίας.

5. Μελέτη περίπτωσης: Ενεργειακή αναβάθμιση οικιστικού κτιρίου.

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται το υπολογιστικό μέρος της διατριβής. Αρχικά, διεξάγεται η ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου, με την οποία καταχωρούνται δεδομένα στα λογισμικά EASYKENAK και κατόπιν στο TEE-KENAK. Στη συνέχεια προτείνονται δυο σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του εν λόγω κτιρίου και ένα σενάριο το οποίο απεικονίζει την επικρατούσα κατάσταση ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων. Το κεφάλαιο περατώνεται με την αποτίμηση των τριών σεναρίων και των ωφελειών από την εφαρμογή τους.

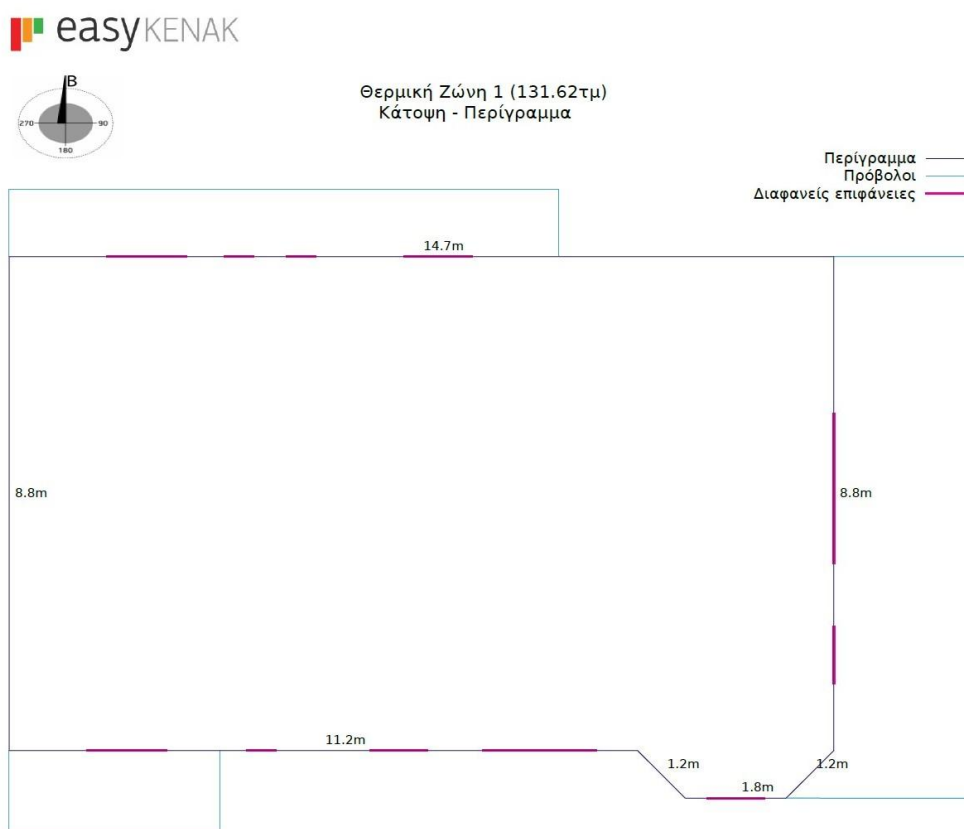
5.1 Προσομοίωση υφιστάμενης κατοικίας

Το παρόν κεφάλαιο αφορά την προσομοίωση της ενεργειακής κατάστασης του υφιστάμενου ισόγειου οικιστικού κτιρίου και την εισαγωγή ενεργειακών δεδομένων στα λογισμικά EASYKENAK και TEE KENAK. Τα δεδομένα που αφορούν την ενεργειακή προσομοίωση του κτιρίου προέρχονται από την ενεργειακή επιθεώρηση και την αξιοποίηση των αρχιτεκτονικών σχεδίων του κεφαλαίου 4.

Η ενεργειακή ανάλυση περιλαμβάνει αρχικά την εισαγωγή δεδομένων για το υπό μελέτη κτίριο στο EASYKENAK και κατόπιν στο TEE-KENAK για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Η χρήση των δύο λογισμικών πραγματοποιείται, καθώς το EASYKENAK επιτρέπει την καλύτερη και ευχερέστερη προσομοίωση του κτιρίου, ενώ το TEE-KENAK αποτελεί το επίσημο λογισμικό του κράτους για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων και την έκδοση των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.). Κατόπιν τούτων, πραγματοποιείται προσομοίωση των ενεργειακών βελτιώσεων του κτιρίου μέσω των προτεινόμενων ενεργειακών παρεμβάσεων. Στην ακόλουθη υποενότητα περιγράφονται τα δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν στο TEE-KENAK για την προσομοίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας κατοικίας. Τα δεδομένα έχουν γίνει εισαγωγή στο TEE-KENAK με τη βοήθεια αρχείου xml που εξήχθη από το λογισμικό EASYKENAK.

5.1.1 Καταχωρίσεις στο λογισμικό EASYKENAK.

Στα πλαίσια της ενεργειακής ανάλυσης, αρχικά, χρησιμοποιείται το διαδικτυακό εργαλείο EASYKENAK, στο οποίο καταχωρούνται τα ενεργειακά και γεωμετρικά δεδομένα του κτιρίου μελέτης. Το λογισμικό αυτό, ως πιο ευέλικτο και φιλικό προς το χρήστη, χρησιμοποιείται για να καταχωρηθούν όλα τα δεδομένα και να πραγματοποιηθεί ο σχεδιασμός του περιγράμματος του κτιρίου (Εικόνα 5.1).



Εικόνα 5.1: Περιγραμμά από το EASYKENAK.

Κατόπιν τούτων, εξάγεται αρχείο xml το οποίο εισάγεται στο λογισμικό TEE-KENAK, μέσω του οποίου συνεχίζεται η ενεργειακή ανάλυση, ελέγχονται τα δεδομένα που αντλήθηκαν από το EASYKENAK και πραγματοποιούνται οι προτάσεις αναβάθμισης, όπως αποτυπώνεται αναλυτικά στις ενότητες που ακολουθούν.

5.1.2 Εισαγωγικά δεδομένα

Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την εισαγωγή των αρχικών δεδομένων που απαιτούνται για την ενεργειακή ανάλυση (Εικόνα 5.2). Τέτοια είναι η κλιματική ζώνη της περιοχής μελέτης, η παλαιότητα του κτιρίου (αναφορικά με το αν είναι κατασκευασμένο πριν τη θέσπιση του Κ.Εν.Α.Κ. ή ακολούθως) και η πηγή άντλησης των δεδομένων.

Το κτίριο κατασκευάστηκε το 2002 (πριν τη θεσμοθέτηση του Κ.Εν.Α.Κ. και μετά την έναρξη χρήσης του ΚΘΚ.) και βρίσκεται στην περιοχή της Ξάνθης, δηλαδή ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Αποτελεί ένα ισόγειο κτίριο βαμμένο σε ανοιχτό γκρι χρώμα, με τυπικό ύψος ορόφου 3,20 μ..

The screenshot shows the 'Κλιματολογικά δεδομένα' (Climate data) section of the TEE-KENAK software. It includes several input fields and checkboxes:

- At the top, there are five checkboxes: Παλιό, Ριζ. ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.), Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.), Ριζ. ανακαινιζόμενο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.), and Νέο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.).
- Under 'Κλιματολογικά δεδομένα', there is a dropdown menu for 'Εξάνθη' (set to Ξάνθη), a checkbox for 'Υψόμετρο πάνω από 500 (m)', and a dropdown for 'Ζώνη:' (set to Ζώνη Γ).
- Under 'Πηγές δεδομένων' (Data sources), there are several checkboxes:
 - Αρχιτεκτονικά σχέδια
 - Φύλλο Συντήρησης Λέβητα
 - Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων, 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 5.2: Πρωταρχικά δεδομένα εισαγωγής στο TEE-KENAK.

Στην ακόλουθη εικόνα 5.3 παρουσιάζεται το συνολικό εμβαδόν της θερμικής ζώνης και στοιχεία σχετικά με τη χρήση του κτιρίου, τον όγκο του, τον αριθμό των ορόφων και το τυπικό ύψος του ορόφου. Οι υπολογισμοί για τις γεωμετρικές ιδιότητες της κατοικίας προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια με τη χρήση του AutoCAD και έχουν ως εξής

- Συνολική επιφάνεια: $E=131.62 \text{ m}^2$.
- Η ωφέλιμη επιφάνεια ισούται με την συνολική καθώς δεν εντοπίζονται μη θερμαινόμενοι ή ανοιχτοί χώροι για να εξαιρεθούν της μέτρησης.
- Η ψυχόμενη επιφάνεια ορίζεται ως η μισή της ωφέλιμης, $E=131.62/2= 65.81 \text{ m}^2$.
- Οι επιμέρους όγκοι (συνολικός, ωφέλιμος, ψυχόμενος) προκύπτουν ως το γινόμενο της κάθε επιφάνειας επί το ύψος.

Γενικά	Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση	Ανελκυστήρες
Περιγραφή::	Υπάρχον κτίριο	
Χρήση κτιρίου:	Πολυκατοικία	
Συνολική επιφάνεια (m ²):	131.62	Συνολικός όγκος (m ³): 421.18
Ωφέλιμη επιφάνεια (m ²):	131.62	Ωφέλιμος όγκος (m ³): 421.18
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²):	65.81	Ψυχόμενος όγκος (m ³): 210.59
Αριθμός ορόφων:	0	Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3.2
Έκθεση κτιρίου:		
Αριθμός θερμικών ζωνών:	1	Ύψος ισογείου (m):
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων:	0	Αριθμός ηλιακών χώρων:
		0

Εικόνα 5.3: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κτιρίου.

Στην εικόνα 5.4. αποτυπώνονται οι θερμικές ιδιότητες του κτιρίου και των συστημάτων του, το οποίο λειτουργεί εξολοκλήρου ως μια ζώνη, καθώς αποτελεί μια κατοικία δίχως άλλες συνοδευτικές χρήσεις (πχ χώροι αποθηκών). Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα έχει προκύψει με τη βοήθεια της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, από το είδος της κατασκευής. Το κτίριο είναι κατασκευασμένο με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτοπλινθοδομές, οπότε η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα του είναι: 280 kJ/m²K .(επιλέγεται από πτυσσόμενη λίστα στο λογισμικό EASY-KENAK (πίνακας 3.14 της TOTEE 20701-1/2017)).

Η μέση κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (27.38m³/υπνοδωμάτιο/έτος)προκύπτει από την TOTEE 20701-1/2017 και των αριθμό των υπνοδωματίων (πίνακας 2.5, TOTEE 20701-1/2017).

Ο αριθμός καμινάδων, θυρίδων εξαερισμού και εξώθυρων και η κατηγορία των αυτοματισμών έχουν προκύψει από την επιθεώρηση του κτιρίου. Η κατηγορίες των αυτοματισμών επιλέχθηκαν βάσει της ενεργειακής επιθεώρησης, ως κατηγορίας Δ για τη θέρμανση και την ψύξη.

Η διείσδυση αέρα έχει προέλθει με τη βοήθεια του EASY-KENAK και του πίνακα 3.26 της TOTEE 20701-1/2017 βάσει των ανοιγμάτων του κτιρίου.

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 131.62 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): 82.14 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K): 280

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

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 214.65

Αρ. καμινάδων: 1 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 1

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 5.4: Συμπληρωματικά αρχικά δεδομένα κτιρίου.

5.1.3 Καταχώριση διαφανών και αδιαφανών στοιχείων

Στη συνέχεια, καταγράφονται οι γεωμετρικές ιδιότητες των δαπέδων, των οροφών και των τοίχων (Εικόνες 5.5 & 5.6) με χρήση των αρχιτεκτονικών σχεδίων του Κεφαλαίου 4. Για κάθε δομικό στοιχείο, καταχωρείται ο προσανατολισμός, η επιφάνειά του και η θερμοχωρητικότητά του (με χρήση της TOTEE 20701-1/2017 και βάσει της παλαιότητας της κατοικίας). Οι συντελεστές α και ε (συντελεστής απορρόφησης και συντελεστής θερμικής ακτινοβολίας) επιλέγονται αναλόγως του χρώματος των εξωτερικών όψεων της κατοικίας. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των τοίχων ελήφθησαν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια και οι συντελεστές σκίασης υπολογίστηκαν από το EASYKENAK σύμφωνα με το σχεδιασμό του περιγράμματος της κατοικίας, των προβόλων και των εμποδίων ορίζοντα.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας του κελύφους του κτιρίου, σύμφωνα με οδηγία του TEE σε κτίρια τα οποία είναι προ του 11 δεν μπορεί να οριστεί σε ενεργειακή επιθεώρηση ότι είναι θερμόμονωμένα σύμφωνα με το ΚΘΚ¹¹, κατά συνέπεια

¹¹ ακόμα και να έχει τοποθετηθεί εντός του τοίχου διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 4 cm Eps 80 που είναι το σύνηθες για την περίοδο κατασκευής, λόγω της φύσης του υλικού μετά από σχεδόν 20 χρόνια από την τοποθέτησή της δεν μπορεί να υπολογιστεί

πάντα επιλέγουμε με μη επαρκή θερμομόνωση, οπότε εμπειρικά και με βάση τα δεδομένα πχ, το πάχος του τοίχου μπορούμε να υπολογίσουμε αν έχει τοποθετηθεί ή όχι διπλός τοίχος με εσωτερική μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης.

Η οροφή του κτιρίου αποτελείται από πλάκα σκυροδέματος, πάνω στην οποία έχει τοποθετηθεί επικλινή κεραμοσκεπή. Τοποθετώντας τα παραπάνω δεδομένα στο πρόγραμμα TEE KENAK, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ορίζεται σε 1,00 W/m²K.

Από τη στιγμή που έχουμε ορίσει τα δεδομένα για κάθε δομικό στοιχείο επιλέγουμε για κάθε στοιχείο τους συντελεστές εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (ϵ) και ηλιακής απορρόφησης (α).

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

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* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	ΒΟΡ ΤΟΥΒ	0	90	21.16	0.85	0.40	0.80	1	1	0.7	0.74	1	1
2	Τοίχος	ΒΟΡ ΜΠΕΤ	0	90	10.58	1.0	0.40	0.80	1	1	0.7	0.74	1	1
3	Τοίχος	ΑΝΑΤ ΤΟΥΒ	90	90	14.35	0.85	0.40	0.80	1	1	0.5	0.43	1	1
4	Τοίχος	ΑΝΑΤ ΜΠΕΤ	90	90	7.18	1.0	0.40	0.80	1	1	0.5	0.43	1	1
5	Τοίχος	ΔΙΑ ΑΝΑΤΟΛ ΤΟΥΒ	135	90	0.9	0.85	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1
6	Τοίχος	ΔΙΑ ΑΝΑΤΟΛ ΜΠΕΤ	135	90	0.45	1.0	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1
7	Τοίχος	ΝΟΤ 1 ΤΟΥΒ	180	90	2.04	0.85	0.40	0.80	1	1	0.84	0.73	1	1
8	Τοίχος	ΝΟΤ 1 ΜΠΕΤ	180	90	1.02	1.0	0.40	0.80	1	1	0.84	0.73	1	1
9	Τοίχος	ΔΙΑΓ ΔΥΤ ΤΟΥΒ	225	90	0.9	0.85	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1
10	Τοίχος	ΔΙΑΓ ΔΥΤ ΜΠΕΤ	225	90	0.45	1.0	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1
11	Τοίχος	ΝΟΤ 2 ΤΟΥΒ	180	90	15.85	0.85	0.40	0.80	1	1	0.68	0.51	1	1
12	Τοίχος	ΝΟΤ 2 ΜΠΕΤ	180	90	7.93	1.0	0.40	0.80	1	1	0.68	0.51	1	1
13	Τοίχος	ΔΥΤ ΤΟΥΒ	270	90	17.6	0.85	0.40	0.90	1	1	1	1	1	1
14	Τοίχος	ΔΥΤ ΜΠΕΤ	270	90	8.8	1.0	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
15	Πόρτα	ΕΙΣΟΔΟΣ	180	90	1.98	3.5	0.2	0.20	1	1	0.72	0.56	1	1
16	Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	131.62	3.7	0.65	0.80	1	1	1	1	1	1
17	Τοίχος	ΒΟΡ ΤΟΥΒ	0	90	4.24	0.85	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
18	Τοίχος	ΒΟΡ ΜΠΕΤ	0	90	2.12	1.0	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
* 19														

Εικόνα 5.5: Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Το δάπεδο του ισόγειου εφάπτεται στο έδαφος και είναι κατασκευασμένο από σπλισμένο σκυρόδεμα επιστρωμένο με κεραμικά πλακίδια. Λόγω έλλειψης πληροφοριών για τα

σαν αξιόπιστο μονωτικό υλικό διότι το υλικό πολυμερίζεται και χάνει τη θερμομονωτική της ικανότητα, για αυτό και το TEE έχει εκδώσει την παραπάνω οδηγία.

επιμέρους δομικά στοιχεία του δαπέδου, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ορίζεται με βάση το πρόγραμμα 3,1 W/m²K .

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

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U* (W/m ² K)	K. Βάθος (m)	A. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο -	ΔΑΠΕΔΟ	131.61	3.1	0		46.6
* 2							

Εικόνα 5.6: Δεδομένα (γεωμετρικά, θερμικά) δαπέδου.

Στη συνέχεια, καταχωρούνται στοιχεία που αφορούν τα κουφώματα της κατοικίας (παράθυρα και μπαλκονόπορτες), όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 5.7. Τα κουφώματα της κατοικίας, είναι ανοιγόμενα, με πλαίσιο αλουμινίου, με διπλό υαλοπίνακα διακένου 12mm, και ρολά μέσης αεροστεγανότητας, σύμφωνα με την ενεργειακή επιθεώρηση που προηγήθηκε. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U_w των αδιαφανών δομικών όπως και ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία υπολογίστηκε με τη βοήθεια του EASYKENAK και τις καταχωρήσεις των πληροφοριών που προαναφέρθηκαν.

Σε αναλυτικό επίπεδο, για τον υπολογισμό της θερμικής αγωγιμότητας κάθε κουφώματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο τύπος 3.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + l_g \Psi_g}{A_w} \quad \text{εξίσωση 1}$$

όπου:

U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας όλου του κουφώματος.

U_f [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του πλαισίου του κουφώματος.

U_g [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

A_f [m²] η επιφάνεια του πλαισίου.

A_g [m²] η επιφάνεια του υαλοπίνακα.

l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα.

Ψ_g [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα.

A_w [m²] το εμβαδό επιφανείας του κουφώματος ($A_w = A_f + A_g$).

Οι συντελεστές σκίασης που αφορούν τα κουφώματα υπολογίστηκαν με τη βοήθεια του EASYKENAK και προέκυψαν από το σχεδιασμό του περιγράμματος της κατοικίας και των εμποδίων που εμφανίζονται στον περιβάλλοντα χώρο. Ειδικότερα, οι σκιάσεις μπορούν να υπολογιστούν με αναλυτικό τρόπο με χρήση της TOTEE 20701-1/2017, ως εξής:

- ο συντελεστής F_{hor} συνδέεται με τη σκίαση του κτιρίου από φυσικά (π.χ. λόφοι) ή τεχνητά εμπόδια (π.χ. παρακείμενα κτίρια). Όταν ο ορίζοντας είναι ελεύθερος $F_{hor}=1$, ενώ για πλήρη σκίαση $F_{hor}=0$. Για την υπό μελέτη κατοικία δεν υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο εμπόδια, οπότε όλοι οι συντελεστές F_{hor} ισούνται με τη μονάδα.
- ο συντελεστής F_{ov} συνδέεται με τη σκίαση του κτιρίου από την ύπαρξη οριζόντιων προεξοχών (εξώστες κ.α.). Εφόσον δε υπάρχει οριζόντια προεξοχή, $F_{ov}=1$, ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης $F_{ov}=0$.
- Ο συντελεστής F_{fin} συνδέεται με τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών. Αν δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ($\gamma = 0^\circ$) είναι $F_{fin}=1$, ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ($\gamma = 90^\circ$) $F_{fin}=0$.

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

Διαφανείς 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 ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g _w (-)	F _{hor_h} (-)	F _{hor_e} (-)	F _{ov_h} (-)	F _{ov_e} (-)	F _{fin_h} (-)	F _{fin_e} (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΒΟΡ 1	0	90	2.816	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.54	1	1	0.74	0.77	1	1
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 1	0	90	0.225	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο	4.5	0.41	1	1	0.62	0.67	1	1
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 2	0	90	0.225	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο	4.5	0.41	1	1	0.62	0.67	1	1
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΒΟΡ2	0	90	2.75	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.54	1	1	0.74	0.77	1	1
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΑΝ	90	90	3.96	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.54	1	1	0.6	0.51	1	1
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΠΑΡ ΑΝΑΤ	90	90	0.91	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.48	1	1	0.47	0.41	1	1
7	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	ΣΤΑΘ 1	135	90	0.91	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.41	1	1	0.86	0.8	1	1
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΠΑΡ ΝΟΤ 1	180	90	2.34	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.48	1	1	0.82	0.7	1	1
9	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	ΣΤΑΘ 2	225	90	0.91	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.41	1	1	0.86	0.8	1	1
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΝΟΤ1	180	90	4.4	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.54	1	1	0.72	0.56	1	1
11	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 3	180	90	0.36	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο	4.5	0.41	1	1	0.57	0.42	1	1
12	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΝΟΤ 2	180	90	3.08	Με ρολά Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 12mm	2.7	0.54	1	1	0.72	0.56	1	1
* 13														

Εικόνα 5.7: Δεδομένα διαφανών δομικών στοιχείων.

5.1.4 Καταχώριση ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων

Η καταχώριση των δεδομένων που αφορούν το κέλυφος του κτιρίου, όπως προηγήθηκαν, ακολουθείται από την εισαγωγή των στοιχείων που περιγράφουν τα εγκατεστημένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Οι εγκαταστάσεις που συνδέονται με τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι το σύστημα θέρμανσης και ψύξης χώρων και το σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. Το πιο σημαντικό στοιχείο για τη λειτουργία όλων των συστημάτων και καθοριστική μεταβλητή για την ενεργειακή ανάλυση και κατάταξη του κτιρίου είναι ο βαθμός απόδοσης του κάθε συστήματος.

Αρχικά, καταχωρείται το σύστημα θέρμανσης, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.8. Ορίζονται οι τύποι των συστημάτων, τα καύσιμα, οι ισχύς και λαμβάνεται ο βαθμός απόδοσής με τη βοήθεια του EASYKENAK. Ακόμη, καταχωρούνται τα χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής, των τερματικών και βοηθητικών μονάδων.

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖHX

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	45	0.67	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4
2	Ανοικτές εστίες καύσης	Βιομάζα	12	0.4	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4
3	Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες καλοριφέρ ή	Ηλεκτρισμός	4.5	0.9	1.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2
* 4				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	45	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.95	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Απ.* (-)
▶ 1	ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

ιακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 5.8: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης.

Το κτίριο διαθέτει λέβητα πετρελαίου, τζάκι και θερμαντικά σώματα τα οποία χρησιμοποιούνται κατά 40%, 40% και 20% αντίστοιχα για τη θέρμανση των χώρων. Οι βαθμοί απόδοσης των συστημάτων, των δικτύων διανομής και των τερματικών μονάδων, έχουν προκύψει λίστες επιλογής (dropdownmenus) του λογισμικού EASYKENAK με βάση στοιχεία που έχουν συλλεγεί κατά την ενεργειακή επιθεώρηση.

Με όμοιο τρόπο, εισάγονται και τα δεδομένα του συστήματος ψύξης, όπως αποτυπώνονται στην εικόνα 5.9. Στην κατοικία υπάρχουν τρεις κλιματιστικές μονάδες (τοπικές αντλίες θερμότητας με ψυχόμενο μέσο τον αέρα) με ισχύ που έχει προκύψει από την ενεργειακή επιθεώρηση και βαθμούς απόδοσης που προέκυψαν με τη βοήθεια του EASYKENAK. Η κάλυψη των μονάδων (25%, 12,5% & 12,5%) έχει προκύψει σύμφωνα με πληροφορίες των χρηστών της κατοικίας, αναφορικά με τη συχνότητα χρήσης κάθε κλιματιστικής μονάδας.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (°)	EER* (°)	Ιαν (°)	Φεβ (°)	Μαρ (°)	Απρ (°)	Μαί (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	7	1.0	3.4	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2.65	1.0	3.1	0	0	0	0	0	0.125	0.125	0.125	0.125	0	0	0
3	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2.65	1.0	3.1	0	0	0	0	0	0.125	0.125	0.125	0.125	0	0	0
4				1.0	1.0	0	0	0	0	0					0	0	0

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (°)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής μικρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (°)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

*	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

γιαική Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 5.9: Δεδομένα συστήματος ψύξης.

Τέλος, καταχωρείται το σύστημα που συνδέεται με τις ανάγκες παροχής ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X.), όπου και χρησιμοποιείται θερμοσίφωνας διπλής ενεργείας (μπόιλερ) ισχύος 3 kW. Τα χαρακτηριστικά των δικτύων διανομής και του συστήματος αποθήκευσης, όπως και στα προηγούμενα, ελήφθησαν με χρήση των λιστών του EASYKENAK.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (°)	Ιαν (°)	Φεβ (°)	Μαρ (°)	Απρ (°)	Μαί (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
▶ 1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	3	0.95	0.2	0.2	0.2	0.6	1	1	1	1	1	0.5	0.2	0.2
2	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Πετρέλαιο	3	1.0	0.8	0.8	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0.5	0.8	0.8
* 3				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακλιση	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (°)
▶ 1		<input type="checkbox"/>		1

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. Απ. (°)
▶ 1	ΜΠΟΪΛΕΡ	0.85

Βοηθητικές μονάδες

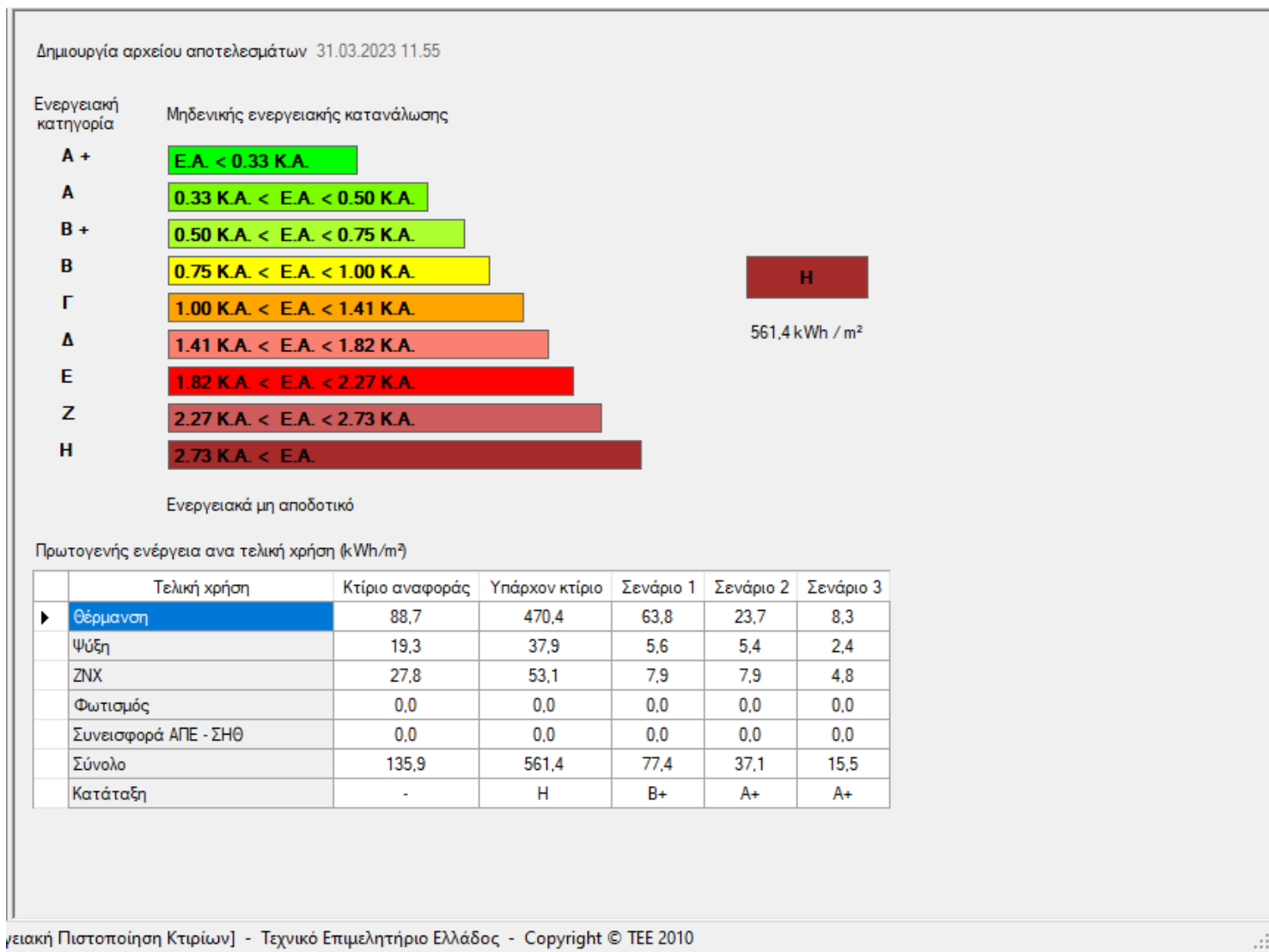
*	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
▶ 1		1	0.0
* 2		1	0

γιαική Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 5.10: Δεδομένα συστήματος Ζ.Ν.Χ..

5.1.5 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Βάσει όλων όσων έχουν προηγηθεί η ισόγεια κατοικία, κατατάσσεται, σύμφωνα με το λογισμικό TEE-KENAK στην κατηγορία Η, όπως προκύπτει από την εικόνα 5.11.



Εικόνα 5.11: Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτιρίου.

Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του κτιρίου, όπως υπολογίστηκαν με το TEE-KENAK. Αυτές αφορούν καταναλώσεις κάθε μήνα και είδους κατανάλωσης (πχ θέρμανση, ψύξη κτλ), αλλά και ολικά. Όπως προκύπτει, η κατανάλωση καυσίμων είναι 410,7 kWh/m² με κύρια πηγή τη βιομάζα (204,4 kWh/m²). Οι εκλυόμενοι ρύποι από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται, είναι σε 108,4 kg/m²

Σχετικά με το πετρέλαιο και τη βιομάζα, οι ρύποι είναι αυτοί που εκλύονται από τις καμινάδες του λέβητα και του τζακιού. Σχετικά με τον ηλεκτρισμό, οι ρύποι αφορούν τις εκλύσεις από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που συνδέονται με το ηλεκτρικό ρεύμα που καταναλώνει το κτίριο.

Πίνακας 5.1: Καταναλώσεις ενέργειας υφιστάμενου κτιρίου.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	47,0	34,7	23,7	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	21,4	42,0	178,1
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,1	31,4	26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	77,9
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	2,4	2,1	2,2	1,9	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,7	1,9	2,2	21,3

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	98,1	72,3	49,5	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	44,6	87,7	371,8
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	5,3	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1
	ZNX	2,8	2,5	2,6	2,3	2,1	1,7	1,6	1,6	1,7	2,0	2,3	2,7	25,8
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	100,9	74,8	52,1	17,9	2,1	5,1	6,8	6,0	1,7	6,1	46,9	90,4	410,7

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶	Ηλεκτρισμός	73,8	73,0
	Πετρέλαιο	134,1	35,4
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	204,4	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	410,7	108,4

5.2 Σενάρια αναβάθμισης

5.2.1 Πρώτη δέσμη παρεμβάσεων, οικονομικό σενάριο (μόνωση στέγης, αντικατάσταση θέρμανσης, κλιματιστικών, ηλιακού)

Η πρώτη δέσμη παρεμβάσεων αφορά στοχευμένες παρεμβάσεις για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος. Οι επεμβάσεις που συστήνονται είναι οι εξής:

- Τοποθέτηση μόνωσης στην οροφή κάτω από την μη θερμαινόμενη στέγη με ειδικό ορυκτοβάμβακα της εταιρείας Knauf τύπου tp 116 δύο στρώσεων συνολικού πάχους 9 cm.
- Τοποθέτηση επιλεκτικού ηλιακού συλλέκτη στη στέγη του κτιρίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης μαζί με κιτ αυτοματισμού για την συνεχή παραγωγή ZNX σε συνδυασμό με τον λέβητα αερίου.
- Αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης, σε λέβητα φυσικού αερίου-υγραερίου τύπου baxi Duo Tec Compact E24 με βαθμό απόδοσης άνω του 109% καθώς και την τοποθέτηση θερμοστάτη της ίδιας σειράς για τη χρήση της αντιστάθμισης που διαθέτει ενσωματωμένη ο παραπάνω λέβητας .
- αντικατάσταση των υφιστάμενων κλιματιστικών με νέα τεχνολογίας inverter βαθμό απόδοσης άνω του 6,5

Βάσει της TOTEE 20701-2/2017 και τον τύπο 1.6, ισχύει:

$$U = \frac{1}{R}$$

Όπου:

R [m²K/W]) η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας ένα υλικό.

U [W/(m²K)] η θερμική αγωγιμότητας ενός υλικού.

Συνεπώς, βάσει της ανωτέρω σχέση και του δελτίου επίδοσης που ακολουθεί (εικόνα5.12), για ορυκτοβάμβακα της εταιρείας Knauf τύπου tp 116 δύο στρώσεων συνολικού πάχους 9 cm, η θερμική αντίσταση είναι 2.44 m²K/W, άρα:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{2.44} = 0,41 \frac{W}{m^2K}$$

Οπότε σε συνδυασμό με την υφιστάμενη οροφή ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της οροφής γίνεται U= 0,385 W/m²K .


www.knaufinsulation.gr

TP 116
Μάρτιος 2020



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



Περιγραφή

Ημιάκαμπτες πλάκες ορκοτοβάμβακα με ECOSE® Technology για εφαρμογές ξηράς δόμησης και τοιχοποιίες. Ο φυσικός ορκοτοβάμβακας TP 116 με ECOSE Technology, διατίθεται σε ημιάκαμπτες, αυτοφερόμενες πλάκες και προσφέρει θερμομόνωση, ηχομόνωση και πυροπροστασία σε εφαρμογές ξηράς δόμησης και τοιχοποιίες.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λd	0,037 W/mK
Αντίδραση στη φωτιά (EUROCLASS)	A1 (Άκαυστο υλικό)
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών μ	-1
Αντίσταση στη ροή του αέρα (AF)	>5 kPa.s/m ²
Βραχυπρόθεσμη υδαταπορρόφηση WS	≤1 kg/m ²
Μακροπρόθεσμη υδαταπορρόφηση WL(P)	≤3 kg/m ²

Κωδικός CE: MW - EN 13162 - T4 - WS - WL(P) - AF 5

Πλεονεκτήματα

- Ευκολία στην εφαρμογή
- Εξαιρετική αντίσταση στη φωτιά Euroclass A1
- Οικονομία
- Μηχανική αντοχή
- Εξοικονόμηση χώρου

Διαστάσεις και Συσκευασίες

Πάχος (mm)	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)	Τεμάχια / πακέτο	m ² / πακέτο	Πακέτα / παλέτα	m ² / παλέτα	R Θερμική Αντίσταση (m ² /W)
45	1350	600	16	12,96	24	311,04	1,22
50	1350	600	16	12,96	24	311,04	1,35
60	1350	600	12	9,72	24	235,28	1,62
75	1350	600	10	8,1	24	194,40	2,05
100	1350	600	8	6,48	24	155,52	2,70
120	1350	600	6	4,86	24	116,64	3,24
150	1350	600	5	4,05	24	97,20	4,05

Εικόνα 5.12: Δελτίο προϊόντος ορκοτοβάμβακα Knauf τύπου tp 116 . (knauf, 2023)

Βάσει όσων προηγήθηκαν, αντικαθίσταται ο συντελεστής θερμική αγωγιμότητα της οροφής, όπως αποτυπώνεται στην εικόνα 5.13.

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

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 (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Τοίχος	ΒΟΡ ΤΟΥΒ	0	90	25.4	0.85	0.40	0.80	1	1	0.7	0.74	1	1	
2	Τοίχος	ΒΟΡ ΜΠΕΤ	0	90	12.7	1.0	0.40	0.80	1	1	0.7	0.74	1	1	
3	Τοίχος	ΑΝΑΤ ΤΟΥΒ	90	90	14.35	0.85	0.40	0.80	1	1	0.5	0.43	1	1	
4	Τοίχος	ΑΝΑΤ ΜΠΕΤ	90	90	7.18	1.0	0.40	0.80	1	1	0.5	0.43	1	1	
5	Τοίχος	ΔΙΑ ΑΝΑΤΟΛ ΤΟΥΒ	135	90	0.9	0.85	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
6	Τοίχος	ΔΙΑ ΑΝΑΤΟΛ ΜΠΕΤ	135	90	0.45	1.0	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
7	Τοίχος	ΝΟΤ 1 ΤΟΥΒ	180	90	2.04	0.85	0.40	0.80	1	1	0.84	0.73	1	1	
8	Τοίχος	ΝΟΤ 1 ΜΠΕΤ	180	90	1.02	1.0	0.40	0.80	1	1	0.84	0.73	1	1	
9	Τοίχος	ΔΙΑΓ ΔΥΤ ΤΟΥΒ	225	90	0.9	0.85	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
10	Τοίχος	ΔΙΑΓ ΔΥΤ ΜΠΕΤ	225	90	0.45	1.0	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
11	Τοίχος	ΝΟΤ 2 ΤΟΥΒ	180	90	15.85	0.85	0.40	0.80	1	1	0.68	0.51	1	1	
12	Τοίχος	ΝΟΤ 2 ΜΠΕΤ	180	90	7.93	1.0	0.40	0.80	1	1	0.68	0.51	1	1	
13	Τοίχος	ΔΥΤ ΤΟΥΒ	270	90	17.6	0.85	0.40	0.90	1	1	1	1	1	1	
14	Τοίχος	ΔΥΤ ΜΠΕΤ	270	90	8.8	1.0	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
15	Πόρτα	ΕΙΣΟΔΟΣ	180	90	1.98	3.5	0.2	0.20	1	1	0.72	0.56	1	1	
16	Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	131.62	0.385	0.65	0.80	1	1	1	1	1	1	
17	Τοίχος	ΒΟΡ ΤΟΥΒ	0	90	4.24	0.85	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
18	Τοίχος	ΒΟΡ ΜΠΕΤ	0	90	2.12	1.0	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
* 19															

Εικόνα 5.13: Αδιαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 1^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Μετά την τοποθέτηση στο πρόγραμμα της μόνωσης της οροφής σειρά έχει ο ηλιακός συλλέκτης, με βάση τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τα data sheet του προϊόντος συμπληρώνουμε τα αντίστοιχα πεδία στο πρόγραμμα ΤΕΕ KENAK.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση 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"/>	0.358	0	3	180	45	1.0	

Εικόνα 5.14: Εισαγωγή δεδομένων ηλιακού συλλέκτη .

όμοιος με τον ηλιακό συλλέκτη τοποθετούμε τα δεδομένα για τον λέβητα αερίου (Εικόνα 5.155) και για τα κλιματιστικά (Εικόνα 5.15).

BAXI Gas condensing boilers

Duo-tec Compact+



Hydraulic system

3 way electric diverter valve (also heating only models)
Stainless steel premixing burner
Stainless steel water/flue heat exchanger
Stainless steel DHW exchanger
Modulating fan with electronic speed adjusting system
Automatic by-pass
High efficiency full modulating pump of the heating circuit with built-in air vent
System to prevent pump and diverter valve sticking operating every 24 hours
Heating circuit relief valve set at 3 bar

Thermoregulation system

Built-in climatic regulation (outdoor sensor available as optional)
Control of multi-zones system option

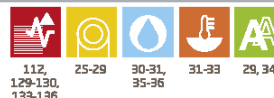
Control system

Overheat limit thermostat of the water/flue exchanger
Hydraulic pressure switch to prevent boiler operating in event of low water
Safety NTC sensor against flues overheat
Electronic temperatures control by NTC sensors
Full anti-frost device
Electronic thermometer
Heating circuit pressure gauge

* High temperature regime: 60°C return temperature at heater inlet and 80°C flow temperature at heater outlet
** Low temperature: 30°C return temperature (at heater inlet)
Ⓜ Without flow restrictor

Heating only models are connectable to indirect cylinders (p. 23, 24)
14

Technical pages



- Wide modulation ratio up to 1:7 better efficiency and noiseless operation
- Gas Adaptive Control (GAC) system: combustion automatic control to maintain constantly the highest level of efficiency
- High efficiency full modulating circulating pump
- Remote control Baxi Mago available as optional
- Digital control panel with back-lighted wide LCD display
- Compact dimensions (700x400x299 mm)
- Integration with solar system option
- Ø50 mm flue pipe mod. 24 kW, 40 m max length
- New upper cover available as optional that allows the outdoor installation (in partially protected locations) of the boiler

	20 GA 7220175	Combi 24 GA 7220176	28 GA 7220177	Heating only 1.24 GA 7220174
Product code				
Maximum heat input (DHW)	kW 19,9	24,7	28,9	-
Maximum heat input (heating)	kW 19,9	20,6	24,7	24,7
Minimum heat input	kW 3,5	3,5	3,9	3,5
Rated heat output for DHW circuit	kW 19,4	24	28	-
Useful heat output at rated heat output and high temperature regime* P ₄	kW 19,4	20	24	24
Useful heat output at 30% of rated heat output and low temperature regime** P ₁	kW 6,5	6,7	8	8
Load profile	XL	XL	XL	-
Seasonal space heating energy efficiency class	A	A	A	A
Water heating energy efficiency class	A	A	A	-
Seasonal space heating energy efficiency η _s	% 93	93	93	93
Useful efficiency at rated heat output and high temperature regime* η ₄	% 88	88	87,9	87,9
Useful efficiency at 30% of rated heat output and low temperature regime** η ₁	% 98	98	98	98
Efficiency P _n (lower calorific value) - average temperature 70 °C	% 97,7	97,7	97,6	97,6
Efficiency 30% (lower calorific value) - return temperature 50 °C	% 108,8	108,8	108,8	108,8
NOx emissions	mg/kWh 15	15	17	16
Minimum working temperature	°C -5	-5	-5	-5
Expansion vessel capacity	l 7	7	7	7
Heating temperature range	°C 25-80	25-80	25-80	25-80
DHW temperature range	°C 35-60	35-60	35-60	-
Specific flow (EN 13203-1)	l/min 9,5	11,5	13,4	-
DHW production ΔT 25°C [Ⓜ]	l/min 11,4	13,8	16,1	-
Minimum capacity DHW flow rate	l/min 2	2	2	-
Minimum pressure heating circuit	bar 0,5	0,5	0,5	0,5
Minimum pressure DHW circuit	bar 0,15	0,15	0,15	-
Maximum pressure heating circuit	bar 3	3	3	3
Maximum pressure DHW circuit	bar 8	8	8	-
Coaxial flue system Ø 60/100 max length	m 10	10	10	10
Dual flue system Ø 80 max length	m 80	80	80	80
Maximum flue mass flow rate	kg/s 0,009	0,012	0,014	0,012
Minimum flue mass flow rate	kg/s 0,002	0,002	0,002	0,002
Maximum flue temperature	°C 80	80	80	80
Dimensions (h x w x d)	mm 700 x 400 x 299			
Net weight	kg 34	34	34	30
Gas type		Natural gas/LPG		
Rated power supply	W 73	85	99	85
Auxiliary electrical power consumption - Full load e _{lmax}	kW 0,030	0,030	0,042	0,042
Auxiliary electrical power - Partial load e _{lmin}	kW 0,013	0,013	0,013	0,013
Auxiliary electrical power - Stand-by P ₃₀	kW 0,003	0,003	0,003	0,003
Sound power level, indoor L _{WA}	dB 49	49	48	52
Grade of protection	IPX5D	IPX5D	IPX5D	IPX5D

Εικόνα 5.165: Δελτίο προϊόντος λέβητα αερίου (baxi).

JG79Y087H01



② Model	④ Indoor unit	MSZ-HR60VF	MSZ-HR71VF		
	④ Outdoor unit	MUZ-HR60VF	MUZ-HR71VF		
① Sound power levels on cooling mode	⑤ Inside	dB	65		
	⑤ Outside	dB	66		
③ Refrigerant	R32 GWP 550 ¹				
⑥ Cooling	SEER		7,2	7,0	
	④ Energy efficiency class		A++	A++	
	⑥ Annual electricity consumption ² kWh/a		296	355	
	④ Design load		kw	6,1	7,1
⑥ Heating (Average / Winter / season)	SCOP		4,5 / 5,4	4,3 / 5,2	
	④ Energy efficiency class		A+ / A+++	A+ / A+++	
	⑥ Annual electricity consumption ² kWh/a		1430 / 840	1755 / 802	
	④ Design load		kw	4,6 / 2,5	5,4 / 3,0
	④ De-cleared capacity	⑤ art reference design temperature	kw	4,6(-10°C) / 2,5(2°C)	5,4(-10°C) / 3,0(2°C)
		⑤ art bi-valent temperature	kw	4,6(-10°C) / 2,5(2°C)	5,4(-10°C) / 3,0(2°C)
		⑤ art operation limit temperature	kw	4,6(-10°C) / 4,6(-10°C)	5,4(-10°C) / 5,4(-10°C)
④ Back up heating capacity	kw	0,0(-10°C) / 0,0(2°C)	0,0(-10°C) / 0,0(2°C)		

Εικόνα 5.15: Δελτίο προϊόντος κλιματιστικού. (mitsubishi)

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Ap. (-)	EER* (-)	Ian (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	7	1,0	7	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0,25	0	0	0	
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2,65	1,0	6,5	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0,125	0,125	0	0	0	
3	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2,65	1,0	6,5	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0,125	0,125	0	0	0	

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Ap. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Θερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Ap.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1		1	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 5.17: Εισαγωγή δεδομένων κλιματιστικών .

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

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Υγραέριο (LPG)	24	1.07	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	24	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.95	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	1	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 5.18: Εισαγωγή δεδομένων λέβητα .

ΛΑΤΟ Α.Β.Ε.Ε.
 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ & ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ
 Τ.Θ.: 33550 Τ.Κ.: 56310 ΑΓΧΙΑΛΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
 ΤΗΛ.: 2310 710 151-2 - FAX.: 2310 710 151
 www.lato.com.gr - info@lato.com.gr

ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ / PRODUCT FICHE

Ομάδα / Group: Θερμαντήρες Νερού – Δεξαμενές Αποθήκευσης / Water Heaters – Storage Tanks

Κατηγορία / Section: Ηλιακοί Θερμοσίφωνες / Solar Devices

Σύμφωνα με τον Κανονισμό / According to the Regulation: 812/2013, Παράρτημα IV / Annex IV, Σημείο 3 / Point 3

Κατασκευαστής - Εμπορική Ονομασία / Manufacturer - Trademark: ΛΑΤΟ Α.Β.Ε.Ε.

Τύπος / Type		150L – 2,5m ²	150L – 3m ²	200L – 2,5m ²	200L – 3m ²	200L – 4m ²
Καθαρή Επιφάνεια Συλλέκτη / Aperture Area	m ²	2,53	3,02	2,53	3,02	4,04
Οπτική Απόδοση / Zero Loss Collector Efficiency	η ₀	0,764	0,764	0,764	0,764	0,764
Γραμμικός Συντελεστής / First Order Heat Loss Coefficient	α ₁ [W/m ² *K]	3,953	3,953	3,953	3,953	3,953
Δευτεροβάθμιος Συντελεστής / Second Order Heat Loss Coefficient	α ₂ [W/m ² *K ²]	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Χωρητικότητα Αποθήκευσης / Storage Nominal Volume	V [lt]	139	139	192	192	192
Ενεργειακή Κλάση / Energy Class		B	B	B	B	B
Απώλειες / Standing Losses	L [W]	52	52	57	57	57

Εικόνα 5.19: Δελτίο προϊόντος ηλιακού (lato.gr, 2023).

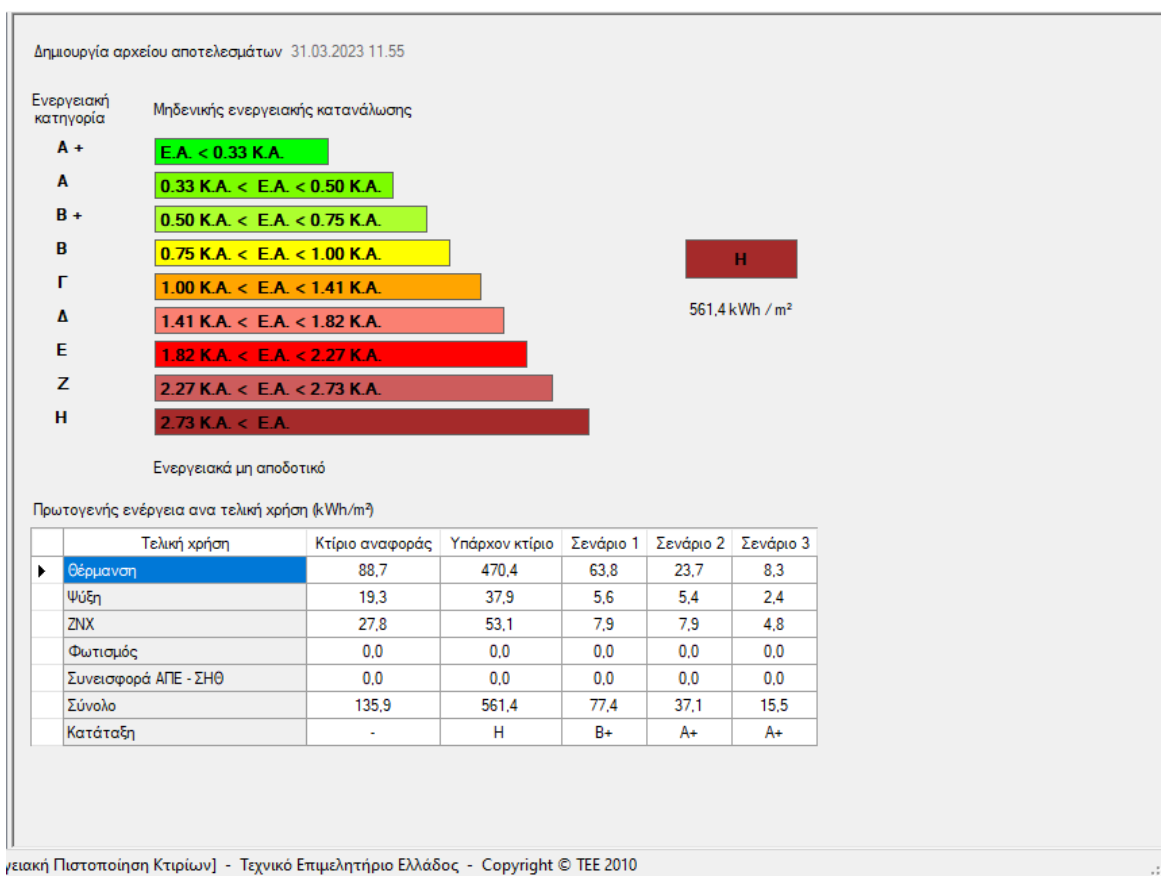
Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγραση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

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"/>	0.358	0	3	180	45	1.0	

Εικόνα 5.20: Εισαγωγή δεδομένων ηλιακού συλλέκτη .

Στο TEE-KENAK πραγματοποιήθηκε καταχώριση των στοιχείων που αναφέρθηκαν και εξήχθησαν τα ακόλουθα αποτελέσματα. Κατόπιν των προηγούμενων, η νέα ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, είναι κατηγορίας **B+**



Εικόνα 5.21: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 1^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Στον πίνακα 5.2 παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του κτιρίου, όπως υπολογίστηκαν με το TEE-KENAK κατόπιν της υλοποίησης των παρεμβάσεων του 1^{ου} σεναρίου αναβάθμισης. Όπως προκύπτει, η κατανάλωση καυσίμων από 410,7 kWh/m², γίνεται 68,9 kWh/m² με κύρια πηγή το υγραέριο (σημ: για την εύρυθμη λειτουργία του λέβητα έχει τοποθετηθεί το χορό σε εξωτερικό χώρο του σπιτιού δεξαμενή υγραερίου χωρητικότητας 1.750 λίτρων). Οι εκλύμενοι ρύποι από 108,4kg/m², μειώνονται σε 2,2kg/m² τιμή η οποία λόγω αδυναμίας του συστήματος δεν αντιστοιχεί στην πραγματικότητα, διότι το πρόγραμμα δεν μπορεί να υπολογίσει το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύει το υγραέριο.

Σενάριο 1													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	19,7	15,1	10,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	8,4	17,2	73,4
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	13,0	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	2,4	2,1	2,2	1,9	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,7	1,9	2,2	21,3

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	15,7	12,0	8,2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	6,7	13,7	58,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
ZNX	1,6	1,3	1,2	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,1	1,5	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	1,1	0,8	0,7	13,5
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	17,3	13,3	9,3	2,7	0,4	0,5	0,8	0,7	0,1	0,9	7,8	15,2	68,9

Πηγή ενέργειας		
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO2 (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	2,2	2,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	67,0	0,0
Ηλιακή	13,5	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	68,9	2,2

Πίνακας 5.2: Καταναλώσεις ενέργειας κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 1^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Σύμφωνα με τον δεδομένα που αναλύσαμε, από το πρώτο κιόλας σενάριο που υλοποιήσαμε έχουμε μία εξοικονόμηση της τάξεως του 86,6% πράγμα το οποίο είναι πάρα πολύ ενθαρρυντικό με δεδομένο της ελάχιστες και στοχευμένες παρεμβάσεις που υλοποιήσαμε. Κόστος παρεμβάσεων 8.830 €

Οι περαιτέρω παρεμβάσεις περιγράφονται στο 2^ο σενάριο που ακολουθεί.

5.2.2 2^η δέσμη παρεμβάσεων αναβάθμιση του κτιρίου στο πρότυπο n-zer.

Η δεύτερη δέσμη παρεμβάσεων αποσκοπεί στην περαιτέρω θερμική θωράκιση του υφιστάμενου κτιρίου. Οι επεμβάσεις που προτείνονται είναι οι εξής:

- Εξωτερική περιμετρική θερμομόνωση κατακόρυφων στοιχείων με χρήση πλακών γραφίτουχας πολυστερίνης πάχους 7 cm θερμικής αντίστασης $2.35 \text{ m}^2\text{K/W}$.
- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα, ανοιγόμενα, ανακλινόμενα, συνθετικά, με διπλά τζάμια, διακενού 16 mm με αγρόν και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας από $1.03 \text{ W/ m}^2\text{K}$ έως $1.21 \text{ W/ m}^2\text{K}$ συνοδευόμενα από ρολά αλουμινίου με εσωτερική μόνωση πολυουρεθάνης
- τοποθέτηση συστήματος μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας.

Σχετικά με τη θερμομόνωση των κάθετων επιφανειών, εφαρμόζονται όσα αναφέρθηκαν και στην 1^η δέσμη παρεμβάσεων παρέμβαση μόνωσης οροφής .

Για γραφιτούχα διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 7cm eps 80 και με βάση το δελτίο επίδοσης που ακολουθεί (εικόνα 5.20), η θερμική αντίσταση είναι $2.25 \text{ m}^2\text{K/W}$, άρα:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{2.25} = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Οπότε σε συνδυασμό με της υφιστάμενες κάθετες επιφάνειες ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας γίνεται $U= 0,262 \text{ W/m}^2\text{K}$. για επιφάνειες με τοιχοποιία και $U= 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ για επιφάνειες με φέροντα οργανισμό.

8. Δηλωθείσα επίδοση:

Ουσιώδη χαρακτηριστικά	Επίδοση	Εναρμονισμένη τεχνική προδιαγραφή
Κατηγορία ακουστότητας	Αντίδραση στη φωτιά – E	EN 13501-1
Απορρόφηση νερού	Απορρόφηση νερού με ολική εμβάπτιση: $\leq 2\%$	EN 13163
	Βραχυχρόνια απορρόφηση νερού με μερική εμβάπτιση: $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$	
	Απορρόφηση νερού με διάχυση – NPD	
Απελευθέρωση επικίνδυνων ουσιών στο εσωτερικό περιβάλλον	NPD	
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	$\leq 0.031 \text{ W/(m.K)}$	
Θερμική αντίσταση	R_D , βλ. παρακάτω πίνακες	
Διαστάσεις	Πάχος: $\pm 1 \text{ mm} / T1$	
	Μήκος: $\pm 2 \text{ mm} / L2$	
	Πλάτος: $\pm 2 \text{ mm} / W2$	
	Ορθογωνικότητα: $\pm 2 \text{ mm}/1000\text{mm} / S2$	
	Επιπεδότητα: $\pm 5 \text{ mm} / P5$	
Διάχυση υδρατμών	Παράγοντας διάχυσης υδρατμών: $\mu \sim 30-70$	
Θλιπτική αντοχή	Αντοχή σε θλίψη στο 10% της παραμόρφωσης CS(10)80	
	Παραμόρφωση υπό ορισμένες συνθήκες – NPD	
Αντοχή σε εφελκυσμό/κάμψη	Αντοχή σε κάμψη BS170	
	Αντοχή σε εφελκυσμό κάθετα των όψεων: $\geq 150 \text{ N/mm}^2 / TR150$	
Ανθεκτικότητα έναντι γήρανσης / υποβάθμισης	Δε μεταβάλλεται	
	Θερμική αντίσταση και συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας – NPD	
	Διαστασιακή σταθερότητα υπό σταθερές, κανονικές, εργαστηριακές συνθήκες: $\pm 0,2\% / DS(N)2$	
	Χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας – NPD	
	Σταθερότητα διαστάσεων υπό ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας: DS(70.-)1	
	Παραμόρφωση υπό ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας – NPD	
Πυκνότητα	$\geq 15 \text{ kg/m}^3$	

Πίνακας θερμικής αντίστασης σύμφωνα με το πρότυπο EN 13163:2012

d_N mm	R_D $\text{m}^2\text{K/W}$	d_N mm	R_D $\text{m}^2\text{K/W}$
10	0,30	110	3,50
20	0,60	120	3,85
30	0,95	130	4,15
40	1,25	140	4,50
50	1,60	150	4,80
60	1,90	160	5,15
70	2,25	170	5,45
80	2,55	180	5,80
90	2,90	190	6,10
100	3,20	200	6,45

Εικόνα 5.22: δελτίο ενεργειακής απόδοσης (baumit, 2023)

Βάσει όσων προηγήθηκαν, αντικαθίσταται ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των κουφωμάτων, όπως αποτυπώνεται στην εικόνα 5.22.

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

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 ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΒΟΡ 1	0	90	2.816	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.12	0.48	1	1	0.74
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 1	0	90	0.225	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 40% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ.	1.21	0.36	1	1	0.62
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 2	0	90	0.225	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 40% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ.	1.21	0.36	1	1	0.62
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΒΟΡ 2	0	90	2.75	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.12	0.48	1	1	0.74
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΑΝ	90	90	3.96	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.05	0.48	1	1	0.6
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΠΑΡ ΑΝΑΤ	90	90	0.91	Με ρολά Συνθετικό 30% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.11	0.42	1	1	0.47
7	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	ΣΤΑΘ 1	135	90	0.91	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.11	0.48	1	1	0.86
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΠΑΡ ΝΟΤ 1	180	90	2.34	Με ρολά Συνθετικό 30% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.08	0.42	1	1	0.82
9	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	ΣΤΑΘ 2	225	90	0.91	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.11	0.48	1	1	0.86
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΝΟΤ 1	180	90	4.4	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.03	0.48	1	1	0.72
11	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 3	180	90	0.36	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 40% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ.	1.11	0.36	1	1	0.57
12	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΝΟΤ 2	180	90	3.08	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.1	0.48	1	1	0.72
* 13											

Εικόνα 5.23: Αδιαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 2^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Επόμενη παρέμβαση που θα υλοποιήσουμε για να επιτύχουμε την άνεση όπως απαιτείται από τη νομοθεσία για τα κτίρια n-zero είναι η τοποθέτηση συστήματος μηχανικού αερισμού με σύστημα ανάκτησης θερμότητας τύπου Nexxt-E (Εικόνα 5.24) ισχύος 110m³/h. Το Nexxt είναι μια αποκεντρωμένη μονάδα ανάκτησης θερμότητας παρέχει υψηλή ηχομόνωση, χρήση φίλτρου F9, ρυθμό ανάκτησης θερμότητας έως και 90% και μεταφορά θερμότητας μέσω εναλλάκτη θερμότητας σταυρωτής ροής.



Εικόνα 5.25: Αντικατάσταση κλιματιστικών μονάδων με νέες, κατόπιν εφαρμογής της 1ης δέσμης παρεμβάσεων (Iunox)

Εισαγωγή δεδομένων για το σύστημα μηχανικού αερισμού στο πρόγραμμα

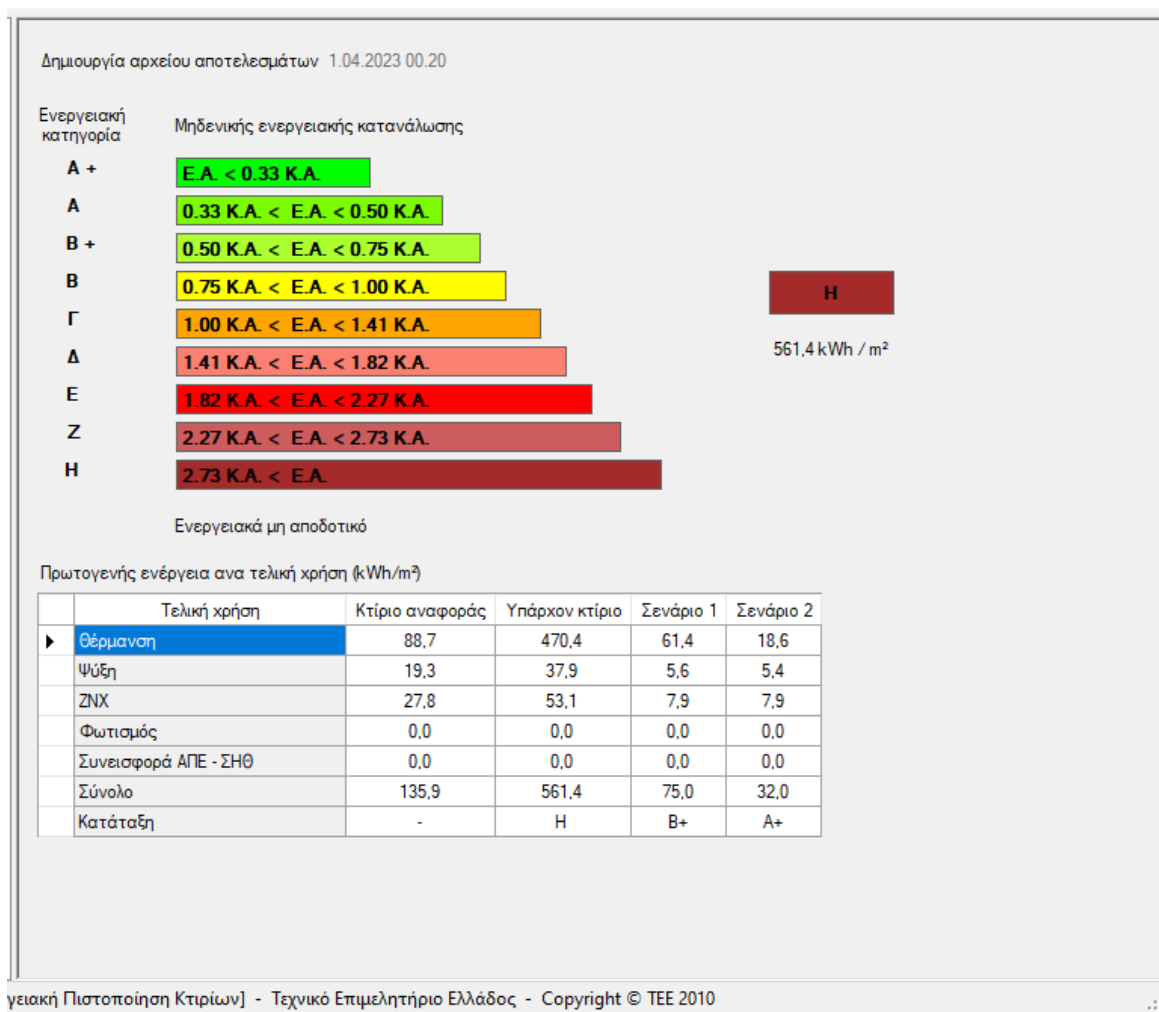
Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ZNX | Ηλεκτρικός συλλέκτης

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψυξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m³/s)	Κόστος (€)
▶ 1	Nexo-K	<input checked="" type="checkbox"/>	110	0.0	0.83	<input checked="" type="checkbox"/>	110	0.0	0.83	<input type="checkbox"/>	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00015	
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>		

Εικόνα 5.26: Εισαγωγή δεδομένων για το σύστημα μηχανικού αερισμού

Κατόπιν των προηγούμενων και κάνοντας εκτέλεση στο πρόγραμμα TEE-KENAK βρίσκουμε ότι το υφιστάμενο κτίριο έχει ανέβει στην κατηγορία A+.



Εικόνα 5.27: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 2^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του κτιρίου, όπως υπολογίστηκαν με το TEE-KENAK κατόπιν της υλοποίησης των παρεμβάσεων του 2^{ου} σεναρίου αναβάθμισης. Όπως προκύπτει, η κατανάλωση καυσίμων από 68,9 kWh/m², γίνεται 28,1 kWh/m² με κύρια πηγή όπως προηγουμένως το υγραέριο (26,2 kWh/m²). Οι εκλυόμενοι ρύποι όπως αναφέραμε και προηγουμένως παραμένουν στο 2,2 kg/m². Οι μειώσεις που παρατηρούνται δεν είναι πλέον πολύ σημαντικές, ωστόσο το κτίριο έχει καταστεί ενεργειακά αυτόνομο και σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (n-zeb), όπως είναι ο στόχος της παρούσας μελέτης παρ 1 αρθ 25 (Ν.Ο.Κ. 2012, 2012). Για την υλοποίηση των αλλαγών της 2 πρότασης παρεμβάσεων απαιτήθηκε κόστος 13.500€

Πίνακας 5.3: Καταναλώσεις ενέργειας κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 2ης δέσμης παρεμβάσεων.

Σενاريو 2													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	7,0	4,9	2,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,8	22,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	11,4	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	2,4	2,1	2,2	1,9	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,7	1,9	2,2	21,3

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	5,6	3,9	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	4,7	17,8
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
ZNX	1,6	1,3	1,2	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,1	1,5	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	1,1	0,8	0,7	13,5
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	7,2	5,2	3,1	0,9	0,4	0,5	0,7	0,6	0,1	0,6	2,6	6,1	28,1

Πηγή ενέργειας		
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO2 (kg/m ²)
▶ Ηλεκτρισμός	2,2	2,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	26,2	0,0
Ηλιακή	13,5	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	28,1	2,2

σύμφωνα με το άρθρο 25 παράγραφος 1 του Νοκ 2012 θα πρέπει ένα κτίριο για να κριθεί σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης θα πρέπει η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας να είναι μικρότερη ή ίση το 24% του κτιρίου αναφοράς, στην προκειμένη περίπτωση έχουμε για την 2η δέσμη παρεμβάσεων 32 kWh/m² έναντι 135,9 kWh/m² του κτιρίου αναφοράς. Οπότε $32 / 135,9 = 23,5 \%$

5.2.3 τρίτη δέσμη παρεμβάσεων, επικρατούσα κατάσταση.

Αφού έχουμε εξετάσει και έχουμε επιτύχει τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας θα πρέπει να αναλύσουμε την υφιστάμενη κατάσταση που επικρατεί στην αγορά αυτήν την στιγμή, η υφιστάμενη κατάσταση που επικρατεί στην αγορά διαφέρει κατά πολύ από τα σενάρια που έχουμε εξετάσει στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, οι παρεμβάσεις που

προτείνονται από τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στις εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων αφορούν μόνο τη θερμομόνωση των κάθετων επιφανειών, την αντικατάσταση των κουφωμάτων, την αντικατάστασή του συστήματος θέρμανσης, την αντικατάσταση το κλιματιστικών και την τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, για τις παραπάνω παρεμβάσεις χρησιμοποιούνται κατά κόρον :

- συνθετικά κουφώματα με υαλοπίνακες 4 χιλιοστών με διάκενο 16 χιλιοστών, ενεργειακή μεμβράνη δύο εποχών και όχι τεσσάρων και ενδιάμεσα στους δύο υαλοπίνακες δεν χρησιμοποιείται αργον παρά ατμοσφαιρικός αέρας.
- για τη θερμομόνωση των κάθετων επιφανειών χρησιμοποιείται εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 6 cm και όχι διογκωμένη γραφιτούχα πολυστερίνη την οποία προτείνουν όλα τα εργοστάσια παραγωγής για τα συστήματα θερμομόνωσης, η εξηλασμένη πολυστερίνη είναι ένα υλικό με κατώτερες θερμομονωτικές ιδιότητες και κατώτερες φυσικές ιδιότητες όπως διαπνοή, θερμοχωρητικότητα, τελικό φινίρισμα κλπ.
- για την αντικατάστασή του συστήματος θέρμανσης χρησιμοποιούνται κατά κόρον λέβητες βιομάζας οι οποίοι είναι εύκολοι στην εγκατάσταση, είναι χαμηλής ενεργειακής απόδοσης, (στην καλύτερη περίπτωση έχουν ενεργειακή απόδοση της τάξης του 90%) διαθέτουν το μίνιμουμ των αυτοματισμών, δεν διαθέτουν αντιστάθμιση για να παράγουν μόνο την θερμότητα που απαιτείτε για την θέρμανση του κτιρίου και δεν έχουν παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ούτως ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κιτ διασύνδεσης τους με τον ηλιακό συλλέκτη.

Ομοίως με τα προηγούμενα σενάρια κάνουμε επίλυση μέσω του προγράμματος TEE KENAK.

Σχετικά με τη θερμομόνωση των κάθετων επιφανειών, εφαρμόζονται όσα αναφέρθηκαν και στην 1^η δέσμη παρεμβάσεων παρέμβαση μόνωσης οροφής .

Για εξηλασμενη πολυστερίνη xps πάχους 7cm με βάση το δελτίο επίδοσης (FIBRAN), η θερμική αντίσταση είναι 2.05 m²K/W, άρα:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{2.05} = 0,49 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Οπότε σε συνδυασμό με της υφιστάμενες κάθετες επιφάνειες ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας γίνεται $U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$. για επιφάνειες με τοιχοποιία και $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ για επιφάνειες με φέροντα οργανισμό.

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

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 (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Τοίχος	ΒΟΡ ΤΟΥΒ	0	90	25.4	0.262	0.40	0.80	1	1	0.7	0.74	1	1	
2	Τοίχος	ΒΟΡ ΜΠΕΤ	0	90	12.7	0.28	0.40	0.80	1	1	0.7	0.74	1	1	
3	Τοίχος	ΑΝΑΤ ΤΟΥΒ	90	90	14.35	0.262	0.40	0.80	1	1	0.5	0.43	1	1	
4	Τοίχος	ΑΝΑΤ ΜΠΕΤ	90	90	7.18	0.28	0.40	0.80	1	1	0.5	0.43	1	1	
5	Τοίχος	ΔΙΑ ΑΝΑΤΟΛ ΤΟΥΒ	135	90	0.9	0.262	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
6	Τοίχος	ΔΙΑ ΑΝΑΤΟΛ ΜΠΕΤ	135	90	0.45	0.28	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
7	Τοίχος	ΝΟΤ 1 ΤΟΥΒ	180	90	2.04	0.262	0.40	0.80	1	1	0.84	0.73	1	1	
8	Τοίχος	ΝΟΤ 1 ΜΠΕΤ	180	90	1.02	0.28	0.40	0.80	1	1	0.84	0.73	1	1	
9	Τοίχος	ΔΙΑΓ ΔΥΤ ΤΟΥΒ	225	90	0.9	0.262	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
10	Τοίχος	ΔΙΑΓ ΔΥΤ ΜΠΕΤ	225	90	0.45	0.28	0.40	0.80	1	1	0.86	0.8	1	1	
11	Τοίχος	ΝΟΤ 2 ΤΟΥΒ	180	90	15.85	0.262	0.40	0.80	1	1	0.68	0.51	1	1	
12	Τοίχος	ΝΟΤ 2 ΜΠΕΤ	180	90	7.93	0.28	0.40	0.80	1	1	0.68	0.51	1	1	
13	Τοίχος	ΔΥΤ ΤΟΥΒ	270	90	17.6	0.262	0.40	0.90	1	1	1	1	1	1	
14	Τοίχος	ΔΥΤ ΜΠΕΤ	270	90	8.8	0.28	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
15	Πόρτα	ΕΙΣΟΔΟΣ	180	90	1.98	1.2	0.2	0.20	1	1	0.72	0.56	1	1	
16	Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	131.62	0.385	0.65	0.80	1	1	1	1	1	1	
17	Τοίχος	ΒΟΡ ΤΟΥΒ	0	90	4.24	0.262	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
18	Τοίχος	ΒΟΡ ΜΠΕΤ	0	90	2.12	0.28	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1	
* 19															

γειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

Εικόνα 5.28: Αδιαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 3^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Όμοιος με προηγούμενες παρεμβάσεις τοποθετούμε τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες και τον λέβητα βιομάζας.

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

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 ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΒΟΡ 1	0	90	2.816	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.74
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 1	0	90	0.225	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 40% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ.	1.45	0.36	1	1	0.62
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 2	0	90	0.225	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 40% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ.	1.45	0.36	1	1	0.62
4	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΒΟΡ2	0	90	2.75	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.74
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΑΝ	90	90	3.96	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.6
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΠΑΡ ΑΝΑΤ	90	90	0.91	Με ρολά Συνθετικό 30% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.42	1	1	0.47
7	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	ΣΤΑΘ 1	135	90	0.91	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.86
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΠΑΡ ΝΟΤ 1	180	90	2.34	Με ρολά Συνθετικό 30% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.42	1	1	0.82
9	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	ΣΤΑΘ 2	225	90	0.91	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.86
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΝΟΤ1	180	90	4.4	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.72
11	Ανοιγόμενο κούφωμα	WC 3	180	90	0.36	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 40% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ.	1.45	0.36	1	1	0.57
12	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΜΠΑΛΚ ΝΟΤ 2	180	90	3.08	Με ρολά Συνθετικό 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα	1.45	0.48	1	1	0.72
* 13											

Εικόνα 5.29: Διαφανή στοιχεία κατόπιν εφαρμογής της 3^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Λέβητας	Βιομάζα	30	0.93	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
* 2				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	30	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.95	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

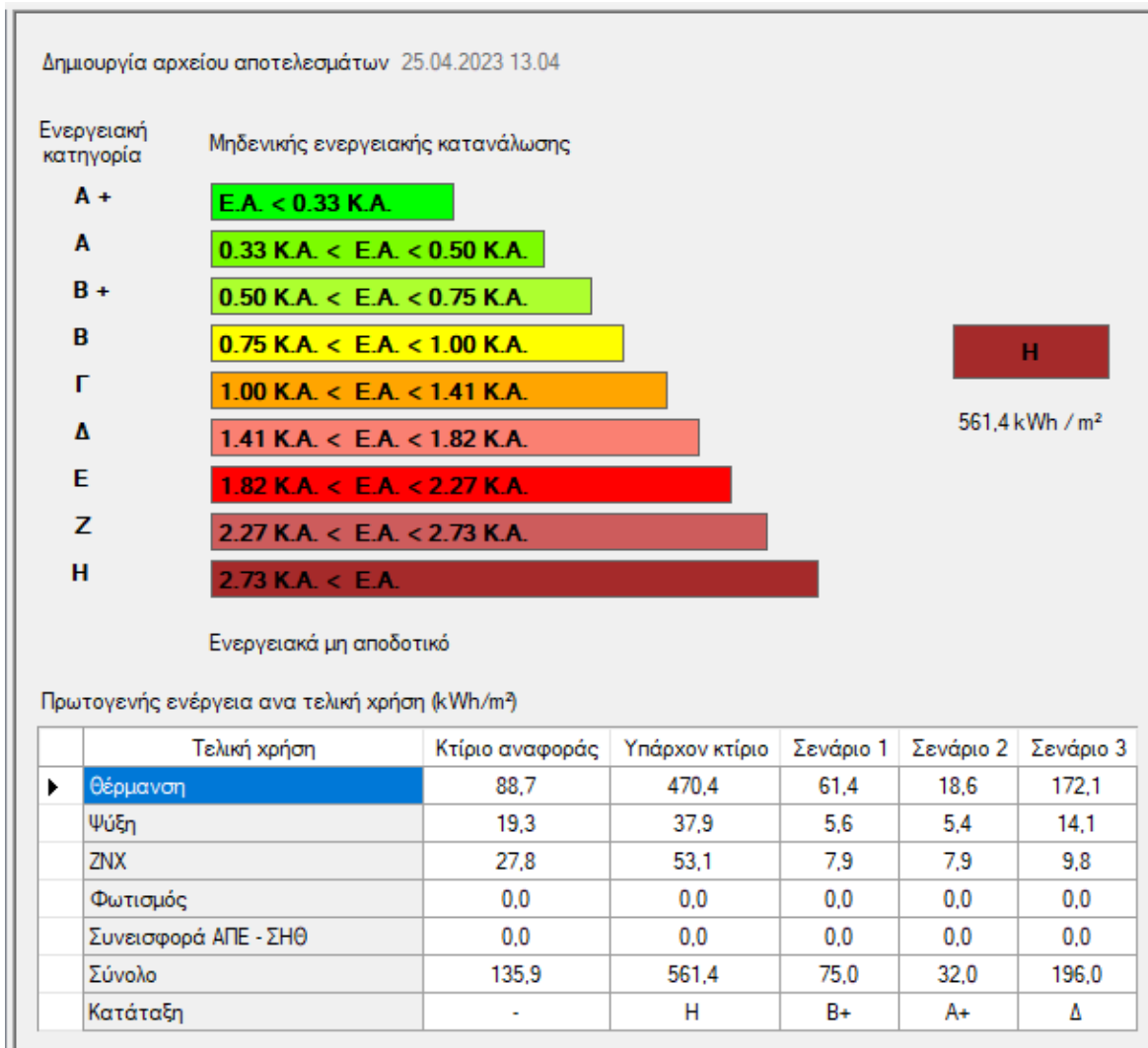
	Τύπος	Β. Απ.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1	ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	1	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 5.30: Εισαγωγή δεδομένων λέβητα βιομάζας .

Κάνοντας εκτέλεση στο πρόγραμμα TEE-KENAK βρίσκουμε ότι το υφιστάμενο κτίριο έχει ανέβει στην κατηγορία Δ.



Εικόνα 5.31: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 3^{ης} δέσμης παρεμβάσεων.

Στον πίνακα 5.4 παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του κτιρίου, όπως υπολογίστηκαν με το TEE-KENAK κατόπιν της υλοποίησης των παρεμβάσεων του 3^{ου} σεναρίου αναβάθμισης. Όπως προκύπτει, η κατανάλωση καυσίμων από 28,1 kWh/m², γίνεται 186,3 kWh/m² με κύρια πηγή την βιομάζα (181.9 kWh/m²). Οι εκλύομενοι ρύποι λόγω ότι η βιομάζα συμπεριλαμβάνεται στις ΑΠΕ είναι 2,2 kg/m². Οι αυξήσεις που παρατηρούνται είναι πολύ σημαντικές, οι καταναλώσεις του κτιρίου ξεπερνάνε ακόμα και αυτές του πρώτου σεναρίου καθώς επίσης και το κόστος κατασκευής τους είναι παρόμοιο με το του πρώτου και του δεύτερου σεναρίου. Για την υλοποίηση των αλλαγών της 3ης πρότασης παρεμβάσεων απαιτήθηκε κόστος 19.500€

Πίνακας 5.4: Καταναλώσεις ενέργειας κτιρίου κατόπιν εφαρμογής της 2ης δέσμης παρεμβάσεων.

Σενario 3													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	37,6	27,5	17,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	16,6	33,6	139,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	29,9	25,5	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	2,4	2,1	2,2	1,9	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,7	1,9	2,2	21,3

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	46,4	33,9	22,1	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	20,5	41,5	172,1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,9	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
ZNX	1,8	1,5	1,3	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	1,2	1,7	9,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	1,1	0,8	0,7	13,5
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	48,2	35,3	23,4	7,0	0,4	1,3	1,9	1,6	0,1	2,2	21,7	43,2	186,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
► Ηλεκτρισμός	5,5	5,4
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	9,4	0,0
Ηλιακή	13,5	0,0
Βιομάζα	344,2	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	186,3	5,4

5.3 Αποτίμηση σεναρίων παρεμβάσεων

Η ανάγκη για αναβάθμιση των ενεργειακών χαρακτηριστικών της ισόγειας κατοικίας οδήγησε στην πρόταση σεναρίων για επέμβαση στο κέλυφος του κτιρίου και στην αντικατάσταση των υφιστάμενων μηχανολογικών συστημάτων, όπως αναλύθηκαν και προηγουμένως. Ο απώτερος στόχος των προτεινόμενων αλλαγών με τα 2 σενάρια είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας από το κτίριο μελέτης και η επίτευξη του στόχου της διπλωματικής να καταστεί το κτίριο n-zeb.

Οι προτεινόμενες δέσμες απαιτούν κόστος υλικών και κατασκευής, το οποίο θα πρέπει να αποσβεστεί σε εύλογο αριθμό ετών, ώστε να καταστούν οι παρεμβάσεις οικονομικά βιώσιμες. Στον πίνακα 5.4 συγκεντρώνονται τα τελικά αποτελέσματα του TEE-KENAK, σχετικά με την ενεργειακή και οικονομική αξιολόγηση των τριών προτεινόμενων δεσμών επεμβάσεων.

Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα σεναρίων παρεμβάσεων.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	1.546,3	3.953,9	977,8	412,9	1.989,3
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			0,0	0,0	0,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			486,5	529,5	365,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			86,6	94,3	65,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,0	0,0	0,0
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			106,3	106,3	103,1
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			0,0	0,0	0,0

Όπως προκύπτει, το λειτουργικό κόστος του υφιστάμενου κτιρίου είναι 3.953,9 €. Με την εφαρμογή κάθε δέσμης παρεμβάσεων, το λειτουργικό κόστος μειώνεται σε 977,8 € στην 1η δέσμη παρεμβάσεων και 412,9 € για την 2ης δέσμη παρεμβάσεων και σε 1989,3 € για την 3ης δέσμη παρεμβάσεων. Το κόστος εφαρμογής των επεμβάσεων είναι 8.500 €, 13.500€ και 20.000€ για κάθε ένα σενάριο αντιστοίχως. Ο χρόνος απόσβεσης εκτιμάται σε 2,58 έτη, 6,21 και 5,06 έτη αντίστοιχα για τα 3 σενάρια.

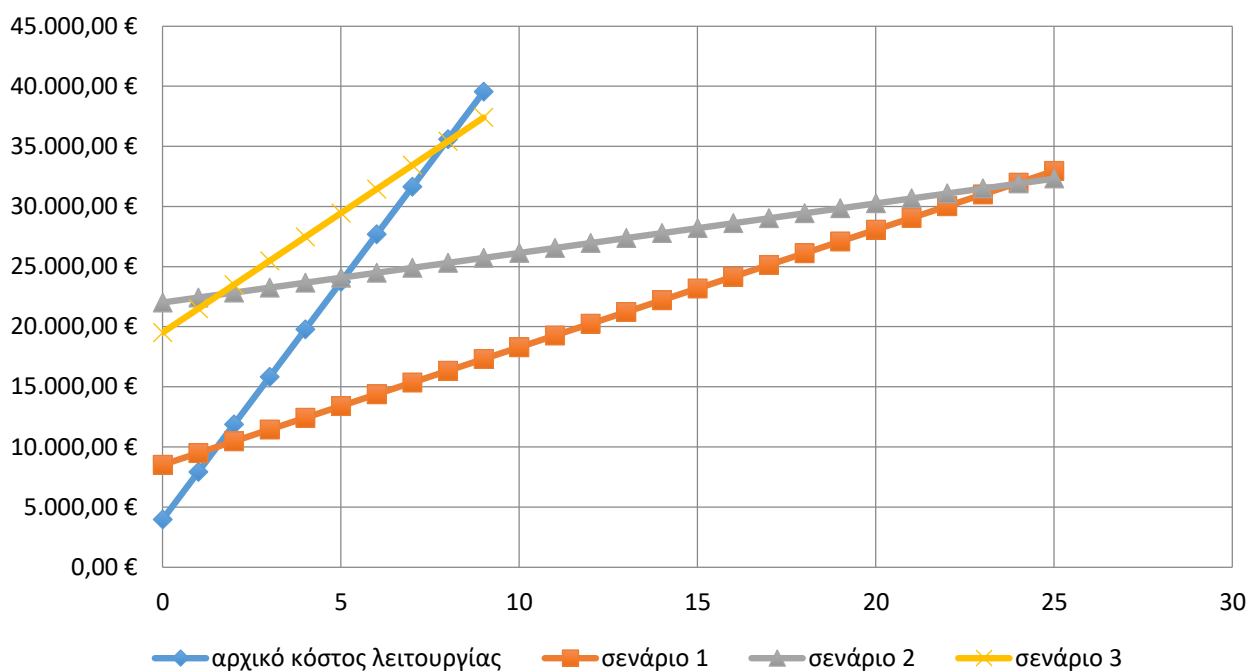
Η συνολική αξιολόγηση των τριών σεναρίων παρέμβασης δείχνει ότι, όπως συζητήθηκε στην προηγούμενη ενότητα, οι δείκτες εξοικονόμησης ενέργειας και εκπομπών ρύπων

υποδεικνύουν μια σταθερή συμβολή στην ενεργειακή βελτίωση της κατοικίας για κάθε μία περίπτωση. Ωστόσο, θα απαιτηθεί περαιτέρω ανάλυση για να εξαχθεί συμπέρασμα για το ποιο σενάριο είναι το πιο συμφέρον, αξιολογώντας ταυτόχρονα την εξοικονόμηση ενέργειας και το κόστος εφαρμογής κάθε σεναρίου.

Συμπερασματικά, από καθαρά ενεργειακή άποψη, οποιοδήποτε από τα σενάρια που θα εφαρμοστούν θα ήταν θετικό για τη λειτουργία του κτιρίου. Από οικονομική άποψη, η εφαρμογή κάθε σεναρίου συνδέεται με την οικονομική δυνατότητα του ιδιοκτήτη της κατοικίας.

Με βάση τα παραπάνω, τα ενεργειακά οφέλη κάθε σεναρίου θεωρούνται αδιαπραγμάτευτα. Ωστόσο, από καθαρά οικονομική άποψη, το σενάριο 2, το οποίο αποδείχθηκε και πιο δαπανηρό, θα μείωνε σημαντικά το λειτουργικό κόστος του κτιρίου. Με άλλα λόγια, το κτίριο θωρακίζεται και το ετήσιο κόστος για θέρμανση και ψύξη μειώνεται σημαντικά. Μεταξύ των σεναρίων, το κόστος εφαρμογής της κάθε παρέμβασης παρουσιάζει μεγάλη διαφορά, δυσανάλογη με τη μείωση του λειτουργικού κόστους που επιφέρει. Επομένως αν εξετάσουμε το χρόνο απόσβεσης μεταξύ του σεναρίου 2 και του σεναρίου 1 (τα δυο σενάρια που είναι και τα πιο αποδοτικά για το κτίριο) θα δούμε ότι ο χρόνος απόσβεσης ξεπερνάει τα 23 χρόνια. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψιν το Υπουργείο έχει θεσπίσει διάφορα επιδοτούμενα προγράμματα τα οποία βοηθάνε τις οικίες ούτως ώστε να αναβαθμιστούν ενεργειακά στο τελικό σενάριο.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ



Συμπεράσματα

Σε συνέχεια των προηγούμενων κεφαλαίων και ως απόρροια της έρευνας και συγγραφής της παρούσας διατριβής, συνοψίζονται τα παρακάτω συμπεράσματα ανά θεματική ενότητα.

Στο πλαίσιο της αναβάθμισης της λειτουργίας των κτιρίων στην Ελλάδα, από ενεργειακή άποψη, μπορεί να συνοψιστεί ότι το 88% των υποδομών της χώρας δεν είναι θερμομονωμένες, οδηγώντας τις σε μια συνθήκη υψηλής κατανάλωσης ενέργειας. Επιπλέον, ο οικιακός τομέας είναι ένας σημαντικός καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας που αντιπροσωπεύει το 38% του συνόλου, καθιστώντας την αναβάθμιση των κτιρίων μια ουσιαστική παρέμβαση για τη μείωση των αερίων εκπομπών. Τέλος, οι ενεργειακές παρεμβάσεις αφορούν στη βελτίωση της συμπεριφοράς του κτιριακού κελύφους, η οποία επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση περιμετρικής μόνωσης και κουφωμάτων για τη μείωση των ενεργειακών απωλειών και την αντικατάσταση των μηχανολογικών συστημάτων με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης. Στις παρεμβάσεις ενδέχεται να περιλαμβάνεται και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σχετικά με τους κανονισμούς που αφορούν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων τονίζεται ότι απώτερος στόχος τους είναι η απομείωση της ενέργειας που καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ΖΝΧ κτλ. Για να επιτευχθούν τα προηγούμενα απαιτείται κατάλληλος ενεργειακός σχεδιασμός του κελύφους, χρήση αποδοτικών ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων και αξιοποίηση των Α.Π.Ε.

Αναφορικά με το υπολογιστικό μέρος της εργασίας και τη μελέτη αναβάθμισης της ισόγειας κατοικίας, αυτή πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τον ισχύοντα Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που τον συνοδεύουν. Όπως προέκυψε από την προσομοίωση στο TEE-KENAK η υφιστάμενη κατοικία είναι ενεργειακής κλάσης Η.

Από την εφαρμογή της 1^{ης} δέσμης παρεμβάσεων το κτίριο αναβαθμίζεται κατά έξι ενεργειακές κατηγορίες, από Η σε Β⁺ με αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης, κλιματισμού και την τοποθέτηση μόνωσης στην οριζόντια οροφή κάτω από την μη θερμαινόμενη στέγη και ηλιακού συλλέκτη. Οι δαπάνες που απαιτούνται είναι 8.500 € και

εκτιμάται ότι μπορούν να αποσβεστούν σε 2,58 χρόνια, μειώνοντας το ετήσιο λειτουργικό κόστος της κατοικίας στα 977,8 € (από 3953,9 €).

Από την εφαρμογή της 2^{ης} δέσμης παρεμβάσεων το κτίριο αναβαθμίζεται κατά δυο ενεργειακές κατηγορίες, από B+ σε A+, με την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης, και την αντικατάσταση των κουφωμάτων οι δαπάνες που απαιτούνται είναι 13.500 € και εκτιμάται ότι μπορούν να αποσβεστούν σε 6,21 χρόνια, μειώνοντας το ετήσιο λειτουργικό κόστος της κατοικίας στα 412,9 € (από 3953,9 €).

Από την εφαρμογή της 3^{ης} δέσμης παρεμβάσεων το κτίριο να μεν αναβαθμίζεται αλλά το δυσανάλογο κόστος των παρεμβάσεων (20.000 €) με την συνολική εξοικονόμηση που προσφέρει 63% το καθιστούν ασύμφορο.

Με βάση τα παραπάνω, τα ενεργειακά οφέλη κάθε σεναρίου θεωρούνται αδιαπραγμάτευτα. Ωστόσο, από καθαρά οικονομική άποψη, το σενάριο 2 το οποίο αποδείχθηκε πιο δαπανηρό, θα μείωνε σημαντικά το λειτουργικό κόστος του κτιρίου. Με απλά λόγια, το κτίριο θωρακίζεται και το ετήσιο κόστος για θέρμανση και ψύξη μειώνεται σημαντικά (σενάριο 2). Μεταξύ αυτών των δύο σεναρίων, το κόστος εφαρμογής της κάθε παρέμβασης παρουσιάζει μεγάλη διαφορά, δυσανάλογη με τη μείωση του λειτουργικού κόστους που επιφέρει. Επομένως, εάν μια δέσμη παρεμβάσεων έπρεπε να εκτιμηθεί ως η καλύτερη όσον αφορά την ταυτόχρονη ενεργειακή και οικονομική αποδοτικότητά της, αυτή θα ήταν η 1^η.

Βιβλιογραφία

- baumit. (2023). *baumit*. Ανάκτηση από <https://baumit.gr/proioda/systimata-exoterikis-thermomonosis/baumit-starsystem-eps/baumit-startherm-plus>.
- baxi. (n.d.). Ανάκτηση από <https://baxihellas.gr/proionta/levites-sympyknosis-fysikou-aeriu-epitixoi/amesi-paragogi-znx-2/duo-tec-compact/>.
- Belussi, L., Barozzi, B., Bellazi, A., Danza, L., Devitofrancesco, A., Fanciulli, C., και συν. (2019). A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions. *Journal of Building Engineering* , <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100772>.
- D'Agostino, D., & Mazzarella, L. (2019). What is a Nearly zero energy building? Overview, implementation and comparison of definitions. *Journal of Building Engineering* , pp 200-212, Vol 21, <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.10.019>.
- egingpv.gr. (2023, 1 2). <https://www.egingpv.gr/>. Ανάκτηση από <https://www.egingpv.gr/>
- fibran.gr. (2022, 12 12). *fibran.gr*. Ανάκτηση από https://fibran.gr/files4users/files/DoP_xps/gr_new/GR-1013-004-ETICS%20BT-50mm.gr.pdf
- hitachi.com. (2023, Ιανουάριος 22). <https://www.homeappliances.hitachi.com/gr/gr/>.
- <https://el.wikipedia.org>. (2022, Νοέμβριος 14). <https://el.wikipedia.org>. Ανάκτηση από https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CF%82_%CE%9E%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CE%B7%CF%82
- knauf. (2023). *knauf*. Ανάκτηση από https://www.knaufinsulation.gr/en/remote_product/325.
- lato.gr. (2023, Φεβρουάριος 6). <https://www.lato.com.gr/gr/>.
- lunos. (n.d.). Ανάκτηση από <https://lunos.gr/nexxt/>.
- mitsubishi. (n.d.). Ανάκτηση από https://climatizzazione.mitsubishielectric.it/it/prodotti/residenziale_1/monosplit_5/a-parete_7/msz-hr_3701.html.
- Theodoridou, I., Papadopoulos, A., & Hegger, M. (2011). A typological classification of the Greek residential building stock. *Energy and Buildings* , σσ. 2779-2787, Vol 43 (10).
- toshiba.gr. (2023, Φεβρουάριος 11). www.toshiba.gr.
- Tziogas, C., Papadopoulos, A., & Georgiadis, P. (Energy Policy). Policy implementation and energy-saving strategies for the residential sector: The case of the Greek Energy Refurbishment program. 2021 , <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112100>.
- Ευαγγέλου, Σ. (2019). *Διερεύνηση συνθηκών άνεσης και ενεργειακής απόδοσης διατηρητέου κτιρίου και προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης προς επίτευξη των n-ZEB απαιτήσεων: Η περίπτωση του 10ου Δημοτικού Σχολείου Καβάλας* (Διπλωματική Εργασία εκδ.). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.
- IOBE. (2018). *Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων ως μοχλός ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας*. Αθήνα: Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών.

- Κ.Υ.Α. αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017. (2017). Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Αθήνα: Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας.
- Καλούση, Κ. (2019). *Σύγχρονες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής: Παραδείγματα από την πόλη της Λάρισας*. Βόλος: Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.
- Μοσχονησιώτης, Ν. (2021). *Ενεργειακή αναβάθμιση σε υφιστάμενο δημόσιο κτίριο (Βρεφονηπιακός Σταθμός) με επεμβάσεις στο κέλυφος με πιστοποιημένα υψηλών προδιαγραφών θερμομονωτικά υλικά. Οικονομοτεχνική μελέτη και χρόνος απόσβεσης με ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα* (Διπλωματική Εργασία εκδ.). Αθήνα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Μηχανικών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.
- Ν.Ο.Κ. 2012. (2012). Ανάκτηση από <https://www.elinyae.gr/ethniki-nomothesia/n-40672012-fek-79a-942012>.
- Σιάλης, Κ. (2014). *Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενης κατοικίας και κατάταξή της ως κτίριο μηδενικής κατανάλωσης* (Διπλωματική Εργασία εκδ.). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010. (2014). *Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών*. Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής- Υ.Π.Ε.Κ.Α., Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος κι Ενέργειας, Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. (2017). Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την εκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Αθήνα: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. (2017). Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων. Αθήνα: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017. (2017). *Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού*. Αθήνα: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
- Τσίρα, Ε. (2019). *Η ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων κατοικίας και αξιολόγηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων* (Μεταπτυχιακή Εργασία εκδ.). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας.
- ΥΠΕΚΑ, ΗΜΕ & ΠΡΟΠΕ. (2018). *Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος*. Αθήνα: ΥΠΕΚΑ, ΗΜΕ & ΠΡΟΠΕ σε συνεργασία του Εργαστηρίου Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος,.
- ΥΠΕΝ. (2021). Ανάκτηση από http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/2018/09/ethniko_sxedio_KSMKE.pdf.
- ΥΠΕΝ. (2020). *Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος, αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης*. Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.