

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΙΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΑΧΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (Α.Μ. 6631)

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονείται στα πλαίσια του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αφορά τη συγκριτική μελέτη ενεργειακής βελτιστοποίησης ενός κτιρίου στις τέσσερις κλιματικές ζώνες.

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η παρουσίαση τρόπων για την ενεργειακή βελτίωση ενός υπαρκτού κτιρίου καθώς και τα οικονομικά οφέλη που θα έχουμε μακροπρόθεσμα από αυτή. Αμέσως μετά τις προτάσεις μας θα εστιάσουμε στη σύγκριση του αρχικού κτιρίου με το βελτιωμένο μοντέλο του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Καλογήρου Ιωάννη για το χρόνο και τη βοήθεια που μου προσέφερε καθώς και για την καθοδήγηση του για την πορεία και συγγραφή της εργασίας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

Τάχος Αλέξανδρος

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία που ακολουθεί αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση μίας οικείας στις τέσσερις κλιματικές ζώνες και έχει σαν στόχο τόσο τον υπολογισμό του κόστους των εκάστοτε παρεμβάσεων, όσο και το όφελος που αποφέρουν αυτές οι ενέργειες για τον ιδιοκτήτη του ακινήτου καθώς επίσης και για το περιβάλλον.

Αρχικά στο κεφάλαιο 1 περιγράφεται θεωρητικά η ενεργειακή μελέτη απόδοσης ενός κτιρίου και το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του.

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται αρχικά μια περιγραφή για το κτίριο που γίνεται η μελέτη και γίνονται οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφανών, αδιαφανών στοιχείων.

Στο κεφάλαιο 3 φαίνονται οι υπολογισμοί των θερμικών απωλειών και θερμικών κερδών του εξεταζόμενου κτιρίου.

Έπειτα στο κεφάλαιο 4 φαίνονται οι υπολογισμοί των θερμικών απωλειών και θερμικών κερδών του κτιρίου αναφοράς.

Στο κεφάλαιο 5 αναφέρονται οι παρεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν.

Στο κεφάλαιο 6 φαίνονται οι υπολογισμοί των θερμικών απωλειών και θερμικών κερδών του εξεταζόμενου κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις και γίνεται σύγκριση με τις απώλειες πριν τις παρεμβάσεις.

Στο κεφάλαιο 7 υπολογίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου για 2 σενάρια με βάση τις οδηγίες του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) και υπολογίζεται επίσης η κατανάλωση καυσίμου για το κάθε σενάριο.

Στο κεφάλαιο 8 γίνεται οικονομοτεχνική μελέτη για την κατοικία, προσδιορίζεται η απόσβεση του έργου και εξηγείται αν είναι συμφέρουσα επιλογή.

Στο κεφάλαιο 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις άλλες τρεις ζώνες και τις πόλεις που επιλέχθηκαν.

Στο κεφάλαιο 10 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	i
Περίληψη.....	ii
Περιεχόμενα.....	iii
Εισαγωγή.....	1
1. Ενεργειακή μελέτη απόδοσης κτιρίων.....	2
1.1 Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.....	2
1.2 Συντελεστές θερμοπερατότητας.....	3
1.3 Κτίριο αναφοράς.....	4
1.4 Ενεργειακή μελέτη απόδοσης κτιρίων.....	5
1.4.1 Μέθοδοι και δεδομένα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.....	6
1.4.2 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.....	7
2. Στοιχεία και δεδομένα κτιρίου.....	8
2.1 Γνωριμία με το κτίριο- Σκαρίφημα- Τοπογραφικό κτιρίου.....	8
2.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	10
2.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί.....	12
2.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	15
3. Μελέτη θερμικών απωλειών, θερμικών κερδών εξεταζόμενου κτιρίου.....	18
3.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί θερμικών απωλειών.....	18
3.2 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί θερμικών κερδών.....	24
4. Μελέτη θερμικών απωλειών, θερμικών κερδών κτιρίου αναφοράς.....	32
4.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί θερμικών απωλειών.....	32
4.2 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί θερμικών κερδών.....	37
5. Προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίου.....	43
5.1 Αντικατάσταση κουφωμάτων.....	43

5.2	Εξωτερική θερμοπρόσοψη.....	44
5.3	Μόνωση δώματος.....	47
5.4	Αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης.....	48
5.4.1	Αντλία Θερμότητας	49
5.5	Ηλιακός θερμοσίφωνας.....	50
6.	Μελέτη θερμικών απωλειών, θερμικών κερδών εξεταζόμενου κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις.....	51
6.1	Υπολογισμός πάχους μόνωσης αδιαφανών στοιχείων.....	51
6.2	Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων με θερμομόνωση.....	53
6.3	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	54
6.4	Υπολογισμός θερμικών απωλειών.....	55
6.5	Υπολογισμός θερμικών κερδών.....	60
7.	Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτιρίου.....	66
7.1	Σενάριο 1 (με λέβητα πετρελαίου).....	66
7.1.1	Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου μετά τις παρεμβάσεις.....	77
7.2	Σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας).....	77
7.2.1	Υπολογισμός κατανάλωσης αντλίας μετά τις παρεμβάσεις.....	81
8.	Κόστος και απόσβεση έργου.....	82
9.	Αποτελέσματα για τις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες.....	83
9.1	Ζώνη Α.....	83
9.2	Ζώνη Γ.....	89
9.3	Ζώνη Δ.....	95
10.	Συμπεράσματα.....	101
	Βιβλιογραφία.....	102
	Παράρτημα.....	103

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εξοικονόμηση ενέργειας ονομάζεται οποιαδήποτε προσπάθεια με την οποία επιτυγχάνεται περιορισμός της σπατάλης των ενεργειακών αποθεμάτων. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι πλέον απαραίτητη, επειδή συνεχώς αυξάνονται οι απαιτήσεις ενέργειας τόσο σε βιομηχανικό επίπεδο, όσο και σε οικιακές κατοικίες. Ο οικονομικότερος και ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση των ορυκτών καυσίμων είναι η βελτιστοποίηση των καταναλώσεων και η μείωση απωλειών ενέργειας. Επίσης, με αυτό τον τρόπο οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώνονται και έχουμε καθαρότερο περιβάλλον και περισσότερα ενεργειακά αποθέματα.

Οι λόγοι που μας οδηγούν στην εξοικονόμηση ενέργειας συνοπτικά είναι οι εξής:

- Μείωση καταναλώσεων ορυκτών καυσίμων που δεν είναι ανανεώσιμα και τείνουν να εξαντληθούν.
- Μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.
- Μείωση ρύπανσης του περιβάλλοντος.
- Εξοικονόμηση χρημάτων και μείωση κατασπατάλησης ενέργειας.
- Προώθηση οικολογικής συνείδησης.

1.ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

1.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, σημαντικό ρόλο κατέχει η θέση του στον χάρτη των κλιματικών ζωνών, σύμφωνα με τον οποίο χωρίζεται η ελληνική επικράτεια. Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) ,τα όρια των οποίων καθορίζονται από την ΤΟΤΕΕ, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα και απεικονίζονται στον χάρτη:

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, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κυκλίας, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Πίνακας 1.1: Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς



Εικόνα 1.1: Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας

Σημειώνεται ότι οι περιοχές κάθε νομού που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων κατατάσσονται στην αμέσως επόμενη ζώνη με ψυχρότερο κλίμα από εκείνη που ανήκουν. Για την ζώνη Δ όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.

1.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Ο κανονισμός που ισχύει για κάθε νέο ή ριζικώς ανακαινιζόμενο κτίριο από 1^η Οκτωβρίου 2010 είναι ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Σύμφωνα με αυτόν τον κανονισμό, κάθε νέο ή ριζικώς ανακαινιζόμενο κτίριο, θα πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για την ενεργειακή του απόδοση. Οι απαιτήσεις αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1.2).

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 κτηρίου 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 κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

Πίνακας 1.2 : Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη στην Ελλάδα σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτιρίου (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.)

1.3 ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Ως κτίριο αναφοράς ορίζεται ένα κτίριο με την ίδια χρήση, προφίλ λειτουργίας, γεωμετρία (επιφάνεια χρήσιμων και κοινόχρηστων χώρων, επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων, επιφάνεια εξωτερικών τοίχων, επιφάνεια δαπέδου και επιφάνεια οροφής) και προσανατολισμό εξωτερικών δομικών στοιχείων, με το υπό σχεδίαση και μελέτη κτίριο. Το κτίριο αναφοράς έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις εγκαταστάσεις θέρμανσης/ψύξης/κλιματισμού καθώς και εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης. Το κτίριο αναφοράς καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία Β, στην ενεργειακή ταξινόμηση.

Το κτιριακό κέλυφος του κτιρίου αναφοράς έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διαθέτει θερμομονωμένο κέλυφος και πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις των συντελεστών θερμοπερατότητας
- Διαθέτει εξωτερικές επιφάνειες (τοιχοποιίες και οροφές) ανοιχτού χρώματος ώστε να αυξάνεται η ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, με συντελεστή ανάκλασης 0,35. Σε περίπτωση που η στέγη καλύπτεται από κεραμοποιία ή από ηλιακούς συλλέκτες η ανακλαστικότητα ορίζεται αντίστοιχα
- Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας είναι 0,8
- Διαθέτει τα απαραίτητα σταθερά σκιάδια (πρόβολοι, πέργκολες, μπαλκόνια κλπ) ανά προσανατολισμό, τέτοια ώστε οι επιμέρους συντελεστές σκίασης,για οριζόντια, πλευρικά σκιάδια καθώς και από τον περιβάλλοντα χώρο, να μην υπερβαίνουν τις τιμές που καθορίζονται. Τα εσωτερικά σκιάδια (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς επίσης τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα τα οποία δεν θεωρούνται σταθερά σκιάδια
- Διαθέτει υαλοστάσια με συγκεκριμένο συντελεστή διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία και στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα την χρήση του κτιρίου
- Οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν χαμηλή σκίαση για όλες τις εποχές
- Ο διεισδυτικός αερισμός αφορά την ποσότητα εκείνη της διείσδυσης εξωτερικού αέρα μέσω των κουφωμάτων η οποία είναι ανεξέλεγκτη και οφείλεται στις χαραμάδες. Η διείσδυση του αέρα για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με 5,5 m³/h ή 1,5 L/s ανά m² κουφωμάτων

1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Στην Ελλάδα οι αρχικές προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα έγιναν με την θέσπιση του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων(Κ.Θ.Κ.) του Κτιριοδομικού Κανονισμού και του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ.). Έπειτα ελήφθησαν και άλλα μέτρα όπως το σχέδιο δράσης «Ενέργεια 2001»,τα νομοσχέδια Ν.3661/2008 «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» και Ν.3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής

Αλλαγής» καθώς και το Προεδρικό διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων,λεβητών και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού».Το τελευταίο μέτρο που ελήφθησε και παρουσιάζει και την σημερινή κατάσταση είναι η Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» που αντικαθιστά τον Κ.Θ.Κ. με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων(Κ.Εν.Α.Κ.).

1.4.1 Μέθοδοι και δεδομένα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης

Ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου γίνεται με την μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των υπολοίπων προτύπων,όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.3.

Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτηρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος)		
2. ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτηριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική απόδοση κτιρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.	Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτηρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτηρίου (διδίδυσης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού).
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτιρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009)	Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.	
ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.	
EN ISO 10077-1 (2006)	Θερμική απόδοση παραθύρων, θυρών και εξωφύλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.	
ΕΛΟΤ EN ISO 12631	Θερμική απόδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης (2014).	
ΕΛΟΤ EN 15241 (2008)	Αερισμός κτιρίων - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτήρια λόγω αερισμού και διήθησης.	
ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004)	Υγροθερμικές επιδόσεις κτιρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα.
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό.

Πίνακας 1.3: Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων

Επίσης σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. και το άρθρο 5, η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών του Πίνακα 1.4:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Βιομάζα	1,00	---

Πίνακας 1.4: Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια

1.4.2 Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου εκδίδεται για τον καθορισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, η οποία βασίζεται στην τελική ανηγμένη σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσή του. Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον πίνακα 1.5.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
Κατηγορία	Όριο κατηγορίας	Όριο κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
Ε	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Ζ	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
Η	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Πίνακας 1.5: Κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων

Όπου

R_R : δείκτης ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς

T: πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R)

2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ, ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.1 ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ- ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ-ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ

Το κτίριο το οποίο πρόκειται να μελετήσουμε είναι μία διώροφη κατοικία που βρίσκεται στο Βέλο Κορινθίας. Η επιφάνεια του είναι 234 m^2 , κατασκευάστηκε το 1981 και βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Β. Κάτωθεν του ισογείου υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος (Υπόγειο- Αποθήκη), η οροφή του ισογείου είναι κάτω από θερμαινόμενο χώρο ενώ η οροφή του ορόφου είναι συμβατικού τύπου δώμα χωρίς μόνωση. Όσων αφορά τους τοίχους της κατοικίας είναι αμόνωτοι και είναι στις τέσσερις κατευθύνσεις εκτεθειμένο και δεν έρχεται σε άμεση επαφή με κανένα κτίριο. Οι κολώνες είναι μονωμένες και τα κουφώματα είναι αλουμίνια χωρίς θερμοδιακοπή με διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 6mm.

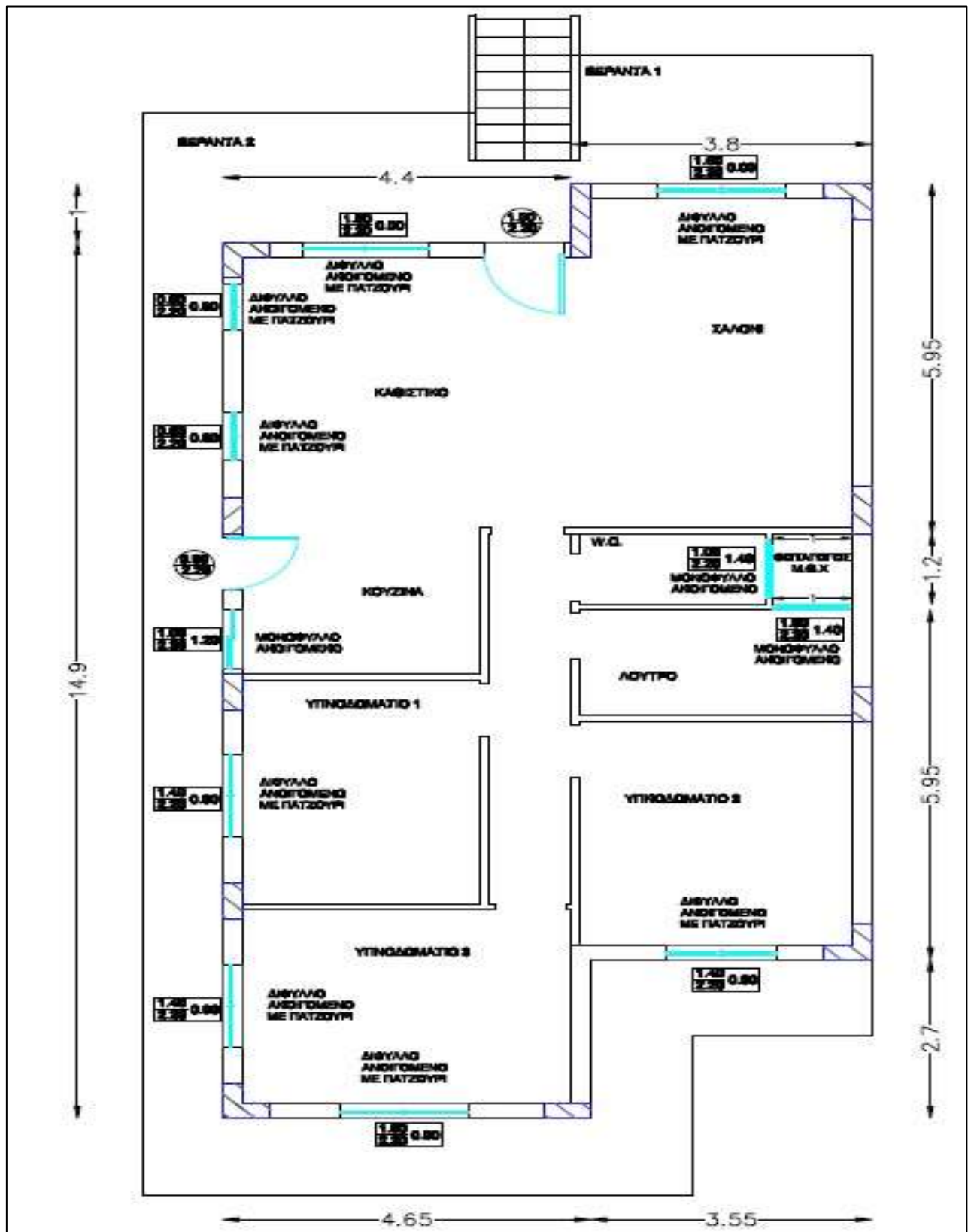
Η κάτοψη του κτιρίου που ακολουθεί θα μας βοηθήσει για τους υπολογισμούς αφού φαίνονται οι διαστάσεις των τοίχων και των ανοιγμάτων.

Το ίδιο κτίριο θα μελετήσουμε και στις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες. Για τις υπόλοιπες τρεις ζώνες θα επιλέξουμε τις εξής περιοχές:

ΖΩΝΗ Α → Ηράκλειο Κρήτης

ΖΩΝΗ Γ → Ιωάννινα

ΖΩΝΗ Δ → Κοζάνη



Εικόνα 2.1: Κάτοψη κτιρίου



Εικόνα 2.2: Τοπογραφικό κτιρίου

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ή στρώσεων δομικών στοιχείων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d}{\lambda} + R_e} \quad (\text{W} / \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

όπου:

- U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου
- d [m] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου
- λ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης (Από βιβλιογραφία)

- R_i [$W/m^2 \cdot K$] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
- R_a [$W/m^2 \cdot K$] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Ο συντελεστής θερμικής μετάβασης R_i και R_a που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς θα ληφθούν από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1).

Η τοιχοποιία του κτιρίου αποτελείται από τέσσερις στρώσεις υλικών.

Εσωτερικά υπάρχει μία επικάλυψη με ασβεστοκονίαμα. Στη μέση υπάρχουν

2 σειρές μονού τούβλου και εξωτερικά μια τελευταία στρώση ασβεστοκονιάματος.

Το ασβεστοκονίαμα και από τις δυο πλευρές έχει πάχος 2 cm ενώ το κάθε τούβλο έχει πάχος 10 cm.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.140	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

Πίνακας 2.1: Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης

2.2.1 Σχέσεις υπολογισμών και συμβολισμοί

Πίνακες αποτελεσμάτων

ΙΣΟΓΕΙΟ:

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,24
d/λ	=		0,4304
U	=		1,64

$$U = \frac{1}{0,14+0,4304+0,04} = 1 / 0,6104 = 1,64 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Τοίχος(Σε επαφή με Μ.Θ.Χ)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,24
d/λ	=		0,4304
U	=		1,45

$$U = \frac{1}{0,13+0,4304+0,13} = 1 / 0,6904 = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Κολώνα			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,000043
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,000043
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,31
d/λ	=		2,296
U	=		0,404

$$U = \frac{1}{0,14+2,296+0,04} = 1 / 2,476 = 0,404 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου

Το δάπεδο του κτιρίου είναι κατασκευασμένο από τρεις στρώσεις υλικών.

Μια στρώση πάχους 10 cm από σκυρόδεμα αδρανών, μια στρώση 2 cm ασβεστοκονίαμα και μια στρώση από μάρμαρο πάχους 3 cm.

Δάπεδο			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Μάρμαρο	3,49	0,03	0,0086
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,10	0,1230
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,15
d/λ	=		0,154
U	=		2,02

$$U = \frac{1}{0,17+0,154+0,17} = 1 / 0,494 = 2,02 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ΟΡΟΦΟΣ:

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,24
d/λ	=		0,4304
U	=		1,64

$$U = \frac{1}{0,14+0,4304+0,04} = 1 / 0,6104 = 1,64 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Τοίχος(Σε επαφή με Μ.Θ.Χ)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,24
d/λ	=		0,4304
U	=		1,45

$$U = \frac{1}{0,13+0,4304+0,13} = 1 / 0,6904 = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Κολώνα			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,31
d/λ	=		2,296
U	=		0,404

$$U = \frac{1}{0,14+2,296+0,04} = 1 / 2,476 = 0,404 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Οροφή-Συμβατικού τύπου δώμα			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,18	0,2222
Τελ. Πάχος (m)	=		0,20
d/λ	=		0,245
U	=		2,59

$$U = \frac{1}{0,10+0,245+0,04} = 1 / 0,385 = 2,59 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Τα κουφώματα του σπιτιού είναι παλιά αλουμίνια χωρίς θερμοδιακοπή με διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 6mm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$U_W = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_W} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

όπου:

- U_w [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
- U_f [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
- U_g [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- A_f [m^2] η επιφάνεια του πλαισίου
- A_g [m^2] η επιφάνεια του υαλοπίνακα
- l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα)
- Ψ_g [$W/m \cdot K$] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- A_w [m^2] το εμβαδόν επιφάνειας του κουφώματος

Παράθυρα και Πόρτες (Ισόγειο-Όροφος)										
α/α	Πλάτος	Ύψος	U_f	U_g	A_g	A_f	A_w	l_g	Ψ_g	U_w
Πρθρ1	1,60	2,20	7,00	3,30	2,46	1,06	3,52	9,80	0,02	4,47
Πρθρ2	1,60	2,20	7,00	3,30	2,46	1,06	3,52	9,80	0,02	4,47
Πρθρ3	0,80	1,30	7,00	3,30	0,73	0,31	1,04	4,20	0,02	4,48
Πρθρ4	0,80	1,30	7,00	3,30	0,73	0,31	1,04	4,20	0,02	4,48
Πρθρ5	1,00	1,00	7,00	3,30	0,70	0,30	1,00	4,00	0,02	4,49
Πρθρ6	1,40	2,20	7,00	3,30	2,16	0,92	3,08	9,40	0,02	4,46
Πρθρ7	1,40	1,30	7,00	3,30	1,27	0,55	1,82	6,70	0,02	4,49
Πρθρ8	1,60	2,20	7,00	3,30	2,46	1,06	3,52	9,80	0,02	4,47
Πρθρ9	1,40	2,20	7,00	3,30	2,16	0,92	3,08	9,40	0,02	4,46
Πρθρ10	1,00	0,80	7,00	3,30	0,56	0,24	0,80	3,60	0,02	4,5
Πρθρ11	1,00	0,80	7,00	3,30	0,56	0,24	0,80	3,60	0,02	4,5
Πόρτα1	1,00	2,20	7,00	0	0	2,20	2,20	6,40	0,02	7,05
Πόρτα2	0,90	2,20	7,00	0	0	1,98	1,98	6,20	0,02	7,06

Πίνακας 2.2: Συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος έγινε ως εξής:

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w} = \frac{7 \cdot 1,06 + 3,3 \cdot 2,46 + 9,8 \cdot 0,02}{3,52} = 4,47 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

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 (ε = 0,10)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

Πίνακας 2.3: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων.

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

Πίνακας 2.4: Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων

Τύπος πλαισίου	Ψg [W/(m²K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Πίνακας 2.5: Τύπος πλαισίου, γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m²K)]

3. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ, ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

3.1 ΣΧΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m²K)]

L : Μήκος επιφάνειας [m]

W : Πλάτος επιφάνειας [m]

A : Επιφάνεια [m²]

$\Delta\theta$: Διαφορά εξωτερικής με εσωτερική θερμοκρασία [°C]

Q : Θερμικές απώλειες [W]

l : Μήκος χαραμάδων των ανοιγμάτων [m]

Q_A : Θερμικές απώλειες λόγω ανανέωσης του αέρα [W]

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$A = L * W$$

$$Q = A * \Delta\theta * U$$

$$\Delta\theta = 20 - (+1) = 19 [^{\circ}\text{C}]$$

$$Q_A = 15 * I$$

Λόγω προσανατολισμού οι προσαυξήσεις είναι οι εξής:

ZH=-5 για N,NΔ,NA

ZH=+5 για Β,ΒΔ,ΒΑ

ZH=0 για Δ και Α

Πίνακες αποτελεσμάτων

ΙΣΟΓΕΙΟ

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)	%	%		1+%	(W)
Τεξ	Β	5,95	3	17,85	4,2	13,65	1,64	19	425,33	0,05	0,25	0,15	1,45	616,73
Κ	Β	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0,05	0,25	0,15	1,45	20,03
Κ	Β	0,80	3	2,4	-	2,4	0,404	19	18,42	0,05	0,25	0,15	1,45	26,71
Τεξ (ΜΟΧ)	Δ	1,00	3	3	-	3	1,45	19	82,65	0	0,25	0,15	1,40	115,71
Τεξ (ΜΟΧ)	Β	1,20	3	3,6	0,8	2,8	1,45	19	77,14	0,05	0,25	0,15	1,45	111,85
Π (ΜΟΧ)	Β	1,00	0,80	0,80	-	0,80	4,50	19	90,89	0,05	0,25	0,15	1,45	99,18
Τεξ	Α	1,00	3	3	0,8	2,8	1,64	19	87,25	0	0,25	0,15	1,40	122,15
Π (ΜΟΧ)	Α	1,00	0,80	0,80	-	0,80	4,50	19	90,89	0	0,25	0,15	1,40	95,76

Τεξ	B	5,95	3	17,85	3,6	14,25	1,64	19	444,03	0,05	0,25	0,15	1,45	643,84
K	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0,05	0,25	0,15	1,45	20,03
K	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0,05	0,25	0,15	1,45	20,03
Τεξ	Δ	3,55	3	10,65	3,08	7,57	1,64	19	235,88	0	0,25	0,15	1,40	330,23
Π	Δ	1,40	2,20	3,08	-	3,08	4,46	19	348,78	0	0,25	0,15	1,40	365,39
Τεξ	B	2,7	3	8,1	0,75	7,35	1,64	19	229,03	0,05	0,25	0,15	1,45	332,09
K	B	0,25	3	0,75	-	0,75	0,404	19	5,76	0,05	0,25	0,15	1,45	8,35
Τεξ	Δ	4,65	3	13,95	7,12	6,83	1,64	19	212,82	0	0,25	0,15	1,40	297,95
K	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
K	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
Π	Δ	1,60	2,20	3,52	-	3,52	4,47	19	397,27	0	0,25	0,15	1,40	418,53
Τεξ	N	14,9	3	44,7	18,96	25,74	1,64	19	802,06	-0,05	0,25	0,15	1,35	1082,78
K	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
K	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
K	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
K	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
K	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Π	N	1,40	1,3	1,82	-	1,82	4,49	19	205,75	-0,05	0,25	0,15	1,35	209,61
Π	N	1,40	2,20	3,08	-	3,08	4,46	19	348,78	-0,05	0,25	0,15	1,35	352,35
Π	N	1,00	1,00	1	-	1	4,49	19	113,43	-0,05	0,25	0,15	1,35	115,17
Θ	N	0,90	2,20	1,98	-	1,98	7,06	19	126,40	-0,05	0,25	0,15	1,35	358,56
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	4,48	19	118,16	-0,05	0,25	0,15	1,35	119,51
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	4,48	19	118,16	-0,05	0,25	0,15	1,35	119,51
Τεξ	A	4,40	3	13,2	7,52	5,68	1,64	19	176,99	0	0,25	0,15	1,40	247,78
K	A	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	4,47	19	397,28	0	0,25	0,15	1,40	418,53
Θ	A	1,00	2,20	2,20	-	2,20	7,05	19	140,03	0	0,25	0,15	1,40	412,57
K	N	1,00	3,00	3,00	-	3	0,404	19	23,02	-0,05	0,25	0,15	1,35	31,09
Τεξ	A	3,8	3,0	11,4	6,07	5,33	1,64	19	166,08	0	0,25	0,15	1,40	232,52

Κ	A	0,25	3	0,75	-	0,75	0,404	19	5,76	0	0,25	0,15	1,40	8,06	
Κ	A	0,6	3,0	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34	
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	4,47	19	397,27	0	0,25	0,15	1,40	418,53	
Δ				117		117	2,02	10	2363,4	0	0,25	0,15	1,40	3.308,76	
Σύνολο									8.909,098						12.446,3

Οι υπολογισμοί έγιναν ως εξής:

Για παράδειγμα ο τοίχος με Βόρειο προσανατολισμό, με μήκος 5,95 m και ύψος 3 m:

$$A = L * W = 5,95 * 3 = 17,85 \text{ m}^2$$

Στον τοίχο όμως υπάρχουν δύο κολώνες με συνολικό εμβαδό 4,2 m².

$$\text{Άρα ο τοίχος έχει τελικά εμβαδό } 17,85 \text{ m}^2 - 4,2 \text{ m}^2 = 13,65 \text{ m}^2.$$

Οι απώλειες πριν τις προσαιξήσεις είναι:

$$Q = A * \Delta\theta * U \Rightarrow Q = 13,65 \text{ m}^2 * 19 \text{ }^\circ\text{C} * 1,64 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}) \Rightarrow Q = 425,33 \text{ W}$$

Οι προσαιξήσεις είναι οι εξής:

Λόγω προσανατολισμού ZH=+5 % για Βορρά. Άρα 0,05

Λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας Zo=0,25

Λόγω θερμογεφυρών 0,15

$$\text{Άρα τελικός συντελεστής: } 1 + (0,05 + 0,25 + 0,15) = 1 + 0,45 = 1,45$$

$$\text{Συνεπώς έχουμε: } Q_{\text{απωλ}} = Q * 1,45 = 425,33 * 1,45 = 616,73 \text{ W}$$

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
87,1	15	1.306,5

$$Q_A = 15 * l = 15 * 87,1m = 1.306,5 W$$

Σύνολο απωλειών ισόγειου(Watt):

$$Q_{\text{Τελ}} = Q_{\text{απωλ}} + Q_A = 12.446,3 + 1.306,5 = 13.752,8 \text{ Watt}$$

ΟΡΟΦΟΣ

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος (m)	Ύψος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αφ. Επιφάνεια (m ²)	Τελ. Επιφάνεια (m ²)	Συντ. Θερμοπερατότητας (W/(m ² ·°C))	Διαφ. Θερμοκρασίας (°C)	Ισχύς (W)	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς (W)
Τεξ	B	5,95	3	17,85	4,2	13,65	1,64	19	425,33	0,05	0,25	0,15	1,45	616,73
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0,05	0,25	0,15	1,45	20,03
Κ	B	0,80	3	2,4	-	2,4	0,404	19	18,42	0,05	0,25	0,15	1,45	26,71
Τεξ (ΜΟΧ)	Δ	1,00	3	3	-	3	1,45	19	82,65	0	0,25	0,15	1,40	115,71
Τεξ (ΜΟΧ)	B	1,20	3	3,6	0,8	2,8	1,45	19	77,14	0,05	0,25	0,15	1,45	111,85
Π (ΜΟΧ)	B	1,00	0,80	0,80	-	0,80	4,50	19	68,4	0,05	0,25	0,15	1,45	99,18
Τεξ	A	1,00	3	3	0,8	2,8	1,64	19	87,25	0	0,25	0,15	1,40	122,15

Π (ΜΟΧ)	A	1,00	0,80	0,80	-	0,80	4,50	19	68,4	0	0,25	0,15	1,40	95,76
Τεξ	B	5,95	3	17,85	3,6	14,25	1,64	19	444,03	0,05	0,25	0,15	1,45	643,84
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0,05	0,25	0,15	1,45	20,03
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0,05	0,25	0,15	1,45	20,03
Τεξ	Δ	3,55	3	10,65	3,08	7,57	1,64	19	235,88	0	0,25	0,15	1,40	330,23
Π	Δ	1,40	2,20	3,08	-	3,08	4,46	19	260,99	0	0,25	0,15	1,40	365,39
Τεξ	B	2,7	3	8,1	0,75	7,35	1,64	19	229,03	0,05	0,25	0,15	1,45	332,09
Κ	B	0,25	3	0,75	-	0,75	0,404	19	5,76	0,05	0,25	0,15	1,45	8,35
Τεξ	Δ	4,65	3	13,95	7,12	6,83	1,64	19	212,82	0	0,25	0,15	1,40	297,95
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
Π	Δ	1,60	2,20	3,52	-	3,52	4,47	19	298,95	0	0,25	0,15	1,40	418,53
Τεξ	N	14,9	3	44,7	18,96	25,74	1,64	19	802,06	-0,05	0,25	0,15	1,35	1082,78
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	-0,05	0,25	0,15	1,35	18,65
Π	N	1,40	1,3	1,82	-	1,82	4,49	19	155,26	-0,05	0,25	0,15	1,35	209,61
Π	N	1,40	2,20	3,08	-	3,08	4,46	19	260,99	-0,05	0,25	0,15	1,35	352,35
Π	N	1,00	1,00	1	-	1	4,49	19	85,31	-0,05	0,25	0,15	1,35	115,17
Θ	N	0,90	2,20	1,98	-	1,98	7,06	19	265,60	-0,05	0,25	0,15	1,35	358,56
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	4,48	19	88,52	-0,05	0,25	0,15	1,35	119,51
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	4,48	19	88,52	-0,05	0,25	0,15	1,35	119,51
Τεξ	A	4,40	3	13,2	7,52	5,68	1,64	19	176,99	0	0,25	0,15	1,40	247,78
Κ	A	0,60	3	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	4,47	19	298,95	0	0,25	0,15	1,40	418,53
Θ	A	1,00	2,20	2,20	-	2,20	7,05	19	294,69	0	0,25	0,15	1,40	412,57

Κ	N	1,00	3,00	3,00	-	3	0,404	19	23,02	-0,05	0,25	0,15	1,35	31,09
Τεξ	A	3,8	3,0	11,4	6,07	5,33	1,64	19	166,08	0	0,25	0,15	1,40	232,52
Κ	A	0,25	3	0,75	-	0,75	0,404	19	5,76	0	0,25	0,15	1,40	8,06
Κ	A	0,6	3,0	1,8	-	1,8	0,404	19	13,82	0	0,25	0,15	1,40	19,34
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	4,47	19	298,95	0	0,25	0,15	1,40	418,53
Ο				117		117	2,59	19	5.757,57	0	0,25	0,15	1,40	8.060,59
Σύνολο									10.559,97					14.757,51

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
87,1	15	1306,5

Σύνολο θερμικών απωλειών ορόφου (Watt): 16.064,01 Watt

Σύνολο θερμικών απωλειών κτιρίου (Watt): **29.816,81 Watt**

3.2 ΣΧΕΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Συμβολισμοί μεγεθών με τις μονάδες μέτρησης τους:

Q : Ψυκτικό φορτίο [BTU/h]

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας [BTU/(h*ft²*F)]

A : Εμβαδόν επιφάνειας [ft²]

CLTD : Διαφορά θερμοκρασίας που προσμετρά την αποθήκευση θερμότητας [F]
(Από τους πίνακες 1 και 2 για τους τοίχους και 4 για τα τζάμια του Παραρτήματος)

CLTD_c : Διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας [F]

LM : Διόρθωση για γεωγραφικό πλάτος και μήνα (Από τον πίνακα 3 του Παραρτήματος)

K : Διόρθωση για το χρώμα της επιφάνειας

t_R : Θερμοκρασία δωματίου [F]

t_o : Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος [F]

TD : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου [F]

SHGF : Μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους [BTU/(h*ft²)]

(Από τον πίνακα 5 του Παραρτήματος)

SC : Συντελεστής σκίασης

CLF : Παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι (Από τους πίνακες 6 και 7 του Παραρτήματος)

Σχέσεις Υπολογισμών:

$$CLTD_c = (CLTD + LM) * K + (78 - t_R) + (t_o - 85)$$

$$K = 1 \text{ (Λευκό χρώμα)}$$

$$Q = U * A * CLTD_c \text{ (Για τους τοίχους, τις κολώνες, το δάπεδο και την οροφή)}$$

$$Q = U * A * TD \text{ (Για τα ανοίγματα μέσω συναγωγής)}$$

$$Q = SHGF * A * SC * CLF \text{ (Για τα ανοίγματα μέσω άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας)}$$

$$SC = 1 \text{ (Χωρίς σκίαση)}$$

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων είναι η μέθοδος της ASHRAE. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιεί το αγγλοσαξονικό σύστημα μονάδων μέτρησης και για αυτό θα χρησιμοποιηθούν διάφορες μετατροπές των μονάδων μέτρησης από το διεθνές σύστημα (S.I.) στο αγγλοσαξονικό και αντίστροφα, για να υπάρχει αντιστοιχία με τους υπολογισμούς που θα γίνουν.

Παρακάτω δίδονται οι μετατροπές των μονάδων που χρησιμοποιήθηκαν:

$$1 \text{ Watt} = 3,41 \text{ BTU/h}$$

$$1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ ft}^2$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} * 1,8 + 32$$

$$TD=9 \text{ F}$$

ΙΣΟΓΕΙΟ

ΣΥΝΑΓΩΓΗ							
Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	LM	Ισχύς	CLTDc	CLTD
Τεξ	B	146,874	0,007851	0	14,990	13	11
Κ	B	19,368	0,001934	0	0,487	13	11
Κ	B	25,824	0,001934	0	0,649	13	11
Τεξ(ΜΟΧ)	Δ	32,28	0,006941	0	5,378	24	22
Τεξ(ΜΟΧ)	B	30,128	0,006941	0	2,719	13	11
Π(ΜΟΧ)	B	8,608	0,021543	-	1,669	13	11
Τεξ	A	30,128	0,007851	0	4,021	17	15
Π(ΜΟΧ)	A	8,608	0,021543	-	1,669	17	15
Τεξ	B	153,33	0,007851	0	15,649	13	11
Κ	B	19,368	0,001934	0	0,487	13	11
Κ	B	19,368	0,001934	0	0,487	13	11
Τεξ	Δ	81,453	0,007851	0	15,348	24	22
Π	Δ	33,141	0,021351	-	6,368	24	22
Τεξ	B	79,086	0,007851	0	8,072	13	11
Κ	B	8,07	0,001934	0	0,203	13	11
Τεξ	Δ	73,491	0,007851	0	13,847	24	22
Κ	Δ	19,368	0,001934	0	0,899	24	22
Κ	Δ	19,368	0,001934	0	0,899	24	22
Π	Δ	37,875	0,021399	-	7,294	24	22

Τεξ	N	276,962	0,007851	1	39,140	18	15
Κ	N	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	N	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	N	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	N	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	N	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Π	N	19,583	0,021495	-	3,788	17	15
Π	N	33,141	0,021351	-	6,368	17	15
Π	N	10,76	0,021495	-	2,082	17	15
Θ	N	21,305	0,033798	-	6,480	-	-
Π	N	11,190	0,021447	-	2,159	17	15
Π	N	11,190	0,021447	-	2,159	17	15
Τεξ	A	61,117	0,007851	0	8,157	17	15
Κ	A	19,368	0,001934	0	0,637	17	15
Π	A	37,875	0,021399	-	7,294	17	15
Θ	A	23,672	0,03375	-	7,190	-	-
Κ	N	32,28	0,001934	1	1,124	18	15
Τεξ	A	57,351	0,007851	0	7,654	17	15
Κ	A	8,07	0,001934	0	0,265	17	15
Κ	A	19,368	0,001934	0	0,637	17	15
Π	A	37,875	0,021399	-	7,294	17	15
Δ		1258,92	0,013165	1	712,66	43	40
Σύνολο					919,60		

Οι υπολογισμοί έγιναν ως εξής:

Για παράδειγμα ο τοίχος με Βόρειο προσανατολισμό, με εμβαδόν 13,65 m² :

$$A = 13,65 \text{ m}^2 * 10,76 = 146,874 \text{ ft}^2$$

$$U = 1,64 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) = 1,64 \frac{3,41 \text{ BTU}/\text{h}}{10,76 \text{ ft}^2 * (19 * 1,8 + 32) \text{ F}^\circ} = 0,007851 \text{ [BTU}/(\text{h} * \text{ft}^2 * \text{F})]$$

$$\text{CLTD}_c = (\text{CLTD} + \text{LM}) * K + (78 - t_R) + (t_o - 85) = (11 + 0) * 1 + (78 - 78,8) + (87,8 - 85) = 13 \text{ [F]}$$

Για τους τοίχους, τις κολώνες, το δάπεδο και την οροφή

- $Q = U * A * \text{CLTD}_c = 0,007851 \text{ [BTU}/(\text{h} * \text{ft}^2 * \text{F})] * 146,874 \text{ ft}^2 * 13 \text{ [F]} = 14,99 \text{ [BTU}/\text{h}]$

Για τα ανοίγματα μέσω συναγωγής

- $Q = U * A * \text{TD} = 0,021543 \text{ [BTU}/(\text{h} * \text{ft}^2 * \text{F})] * 8,608 \text{ ft}^2 * 9 \text{ [F]} = 0,021543 \text{ [BTU}/\text{h}]$

ΟΡΟΦΟΣ

ΣΥΝΑΓΩΓΗ							
Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	LM	Ισχύς	CLTD _c	CLTD
Τεξ	B	146,874	0,007851	0	14,990	13	11
Κ	B	19,368	0,001934	0	0,487	13	11
Κ	B	25,824	0,001934	0	0,649	13	11
Τεξ(ΜΘΧ)	Δ	32,28	0,006941	0	5,378	24	22
Τεξ(ΜΘΧ)	B	30,128	0,006941	0	2,719	13	11
Π(ΜΘΧ)	B	8,608	0,021543	-	1,669	13	11
Τεξ	A	30,128	0,007851	0	4,021	17	15
Π(ΜΘΧ)	A	8,608	0,021543	-	1,669	17	15

Τεξ	Β	153,33	0,007851	0	15,649	13	11
Κ	Β	19,368	0,001934	0	0,487	13	11
Κ	Β	19,368	0,001934	0	0,487	13	11
Τεξ	Δ	81,453	0,007851	0	15,348	24	22
Π	Δ	33,141	0,021351	-	6,368	24	22
Τεξ	Β	79,086	0,007851	0	8,072	13	11
Κ	Β	8,07	0,001934	0	0,203	13	11
Τεξ	Δ	73,491	0,007851	0	13,847	24	22
Κ	Δ	19,368	0,001934	0	0,899	24	22
Κ	Δ	19,368	0,001934	0	0,899	24	22
Π	Δ	37,875	0,021399	-	7,294	24	22
Τεξ	Ν	276,962	0,007851	1	39,140	18	15
Κ	Ν	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	Ν	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	Ν	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	Ν	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Κ	Ν	19,368	0,001934	1	0,674	18	15
Π	Ν	19,583	0,021495	-	3,788	17	15
Π	Ν	33,141	0,021351	-	6,368	17	15
Π	Ν	10,76	0,021495	-	2,082	17	15
Θ	Ν	21,3048	0,033798	-	6,480	-	-
Π	Ν	11,1904	0,021447	-	2,159	17	15
Π	Ν	11,1904	0,021447	-	2,159	17	15
Τεξ	Α	61,1168	0,007851	0	8,157	17	15
Κ	Α	19,368	0,001934	0	0,637	17	15
Π	Α	37,875	0,021399	-	7,294	17	15
Θ	Α	23,672	0,03375	-	7,190	-	-

Κ	N	32,28	0,001934	1	1,124	18	15
Τεξ	A	57,351	0,007851	0	7,654	17	15
Κ	A	8,07	0,001934	0	0,265	17	15
Κ	A	19,368	0,001934	0	0,637	17	15
Π	A	37,875	0,021399	-	7,294	17	15
Ο		1258,92	0,010484	1	567,538	43	40
Σύνολο					774,478		

Σύνολο θερμικών κερδών από συναγωγή (ΙΣΟΓΕΙΟ+ΟΡΟΦΟΣ): **1.694,08 BTU/h**

ΙΣΟΓΕΙΟ

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
Π(ΜΘΧ)	B	38	8,608	0,5	0,85	139,019
Π(ΜΘΧ)	A	216	8,608	0,5	0,17	158,043
Π	Δ	216	33,141	0,5	0,82	2934,949
Π	Δ	216	37,875	0,5	0,82	3354,228
Π	N	109	19,583	0,5	0,35	373,549
Π	N	109	33,141	0,5	0,35	632,161
Π	N	109	10,76	0,5	0,35	205,247
Θ	N	109	21,304	0,5	0,35	406,389
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
Θ	A	216	23,672	0,5	0,17	434,618
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,388
ΣΥΝΟΛΟ						10.455,9

Για τα ανοίγματα μέσω άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας

- $Q = SHGF \cdot A \cdot SC \cdot CLF = 38 \text{ [BTU/(h} \cdot \text{ft}^2)] \cdot 8,608 \text{ ft}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,85 = 139,019 \text{ [BTU/h]}$

ΟΡΟΦΟΣ

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
Π(ΜΘΧ)	B	38	8,608	0,5	0,85	139,019
Π(ΜΘΧ)	A	216	8,608	0,5	0,17	158,043
Π	Δ	216	33,141	0,5	0,82	2934,949
Π	Δ	216	37,875	0,5	0,82	3354,228
Π	N	109	19,583	0,5	0,35	373,549
Π	N	109	33,141	0,5	0,35	632,161
Π	N	109	10,76	0,5	0,35	205,247
Θ	N	109	21,305	0,5	0,35	406,389
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
Θ	A	216	23,672	0,5	0,17	434,618
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
ΣΥΝΟΛΟ						10.455,9

Σύνολο κερδών ακτινοβολίας (ΙΣΟΓΕΙΟ+ΟΡΟΦΟΣ): 20.911,8 BTU/h

Σύνολο θερμικών κερδών:

$$Q_{ολ} = Q_{συν} + Q_{ακτ} = 1.694,08 + 20.911,8 = 22.605,88 \text{ BTU/h}$$

$$\text{Οπότε } Q_{ολ} = 22.605,88 \text{ [BTU/h]} / 3,41 = \mathbf{6.629,29 \text{ Watt}}$$

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΕΡΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

ΙΣΟΓΕΙΟ

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)	%	%		1+%	(W)
Τεξ	B	5,95	3	17,85	4,2	13,65	0,50	19	129,67	0,05	0,25	0,1	1,3	168,57
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0,05	0,25	0,1	1,3	22,23
Κ	B	0,80	3	2,4	-	2,4	0,50	19	22,80	0,05	0,25	0,1	1,3	29,64
Τεξ (ΜΟΧ)	Δ	1,00	3	3	-	3	1,00	19	57,00	0	0,25	0,1	1,25	71,25
Τεξ (ΜΟΧ)	B	1,20	3	3,6	0,8	2,8	1,00	19	53,20	0,05	0,25	0,1	1,3	69,16
Π (ΜΟΧ)	B	1,00	0,80	0,80	-	0,80	5,20	19	79,04	0,05	0,25	0,1	1,3	102,75
Τεξ	A	1,00	3	3	0,8	2,8	0,50	19	26,60	0	0,25	0,1	1,25	33,25
Π (ΜΟΧ)	A	1,00	0,80	0,80	-	0,80	5,20	19	79,04	0	0,25	0,1	1,25	98,8
Τεξ	B	5,95	3	17,85	3,6	14,25	0,50	19	135,37	0,05	0,25	0,1	1,3	175,98
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0,05	0,25	0,1	1,3	22,23
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0,05	0,25	0,1	1,3	22,23
Τεξ	Δ	3,55	3	10,65	3,08	7,57	0,50	19	71,91	0	0,25	0,1	1,25	89,89
Π	Δ	1,40	2,20	3,08	-	3,08	3,00	19	175,56	0	0,25	0,1	1,25	219,45
Τεξ	B	2,7	3	8,1	0,75	7,35	0,50	19	69,82	0,05	0,25	0,1	1,3	90,77
Κ	B	0,25	3	0,75	-	0,75	0,50	19	7,12	0,05	0,25	0,1	1,3	9,26

Τεξ	Δ	4,65	3	13,95	7,12	6,83	0,50	19	64,88	0	0,25	0,1	1,25	81,1
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Π	Δ	1,60	2,20	3,52	-	3,52	3,00	19	200,64	0	0,25	0,1	1,25	250,8
Τεξ	Ν	14,9	3	44,7	18,96	25,74	0,50	19	244,53	-0,05	0,25	0,1	1,2	293,44
Κ	Ν	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	Ν	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	Ν	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	Ν	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	Ν	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Π	Ν	1,40	1,3	1,82	-	1,82	3,00	19	103,74	-0,05	0,25	0,1	1,2	124,49
Π	Ν	1,40	2,20	3,08	-	3,08	3,00	19	175,56	-0,05	0,25	0,1	1,2	210,67
Π	Ν	1,00	1,00	1	-	1	3,00	19	57,00	-0,05	0,25	0,1	1,2	68,4
Θ	Ν	0,90	2,20	1,98	-	1,98	3,00	19	112,86	-0,05	0,25	0,1	1,2	135,43
Π	Ν	0,80	1,30	1,04	-	1,04	3,00	19	59,28	-0,05	0,25	0,1	1,2	71,14
Π	Ν	0,80	1,30	1,04	-	1,04	3,00	19	59,28	-0,05	0,25	0,1	1,2	71,14
Τεξ	Α	4,40	3	13,2	7,52	5,68	0,50	19	53,96	0	0,25	0,1	1,25	67,45
Κ	Α	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Π	Α	1,60	2,20	3,52	-	3,52	3,00	19	200,64	0	0,25	0,1	1,25	250,8
Θ	Α	1,00	2,20	2,20	-	2,20	3,00	19	125,40	0	0,25	0,1	1,25	156,75
Κ	Ν	1,00	3,00	3,00	-	3	0,50	19	28,50	-0,05	0,25	0,1	1,2	34,2
Τεξ	Α	3,8	3,0	11,4	6,07	5,33	0,50	19	50,63	0	0,25	0,1	1,25	63,29
Κ	Α	0,25	3	0,75	-	0,75	0,50	19	7,12	0	0,25	0,1	1,25	8,9
Κ	Α	0,6	3,0	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Π	Α	1,60	2,20	3,52	-	3,52	3,00	19	200,64	0	0,25	0,1	1,25	250,8
Δ				117		117	0,90	10	1.053,00	0	0,25	0,1	1,25	1.316,25
Σύνολο									3.910,03					4.868,59

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
87,1	10	871

Σύνολο θερμικών απωλειών ισογείου(Watt): 5.739,59 Watt

ΟΡΟΦΟΣ

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)	%	%		1+%	(W)
Τεξ	B	5,95	3	17,85	4,2	13,65	0,50	19	129,67	0,05	0,25	0,1	1,3	168,57
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0,05	0,25	0,1	1,3	22,23
Κ	B	0,80	3	2,4	-	2,4	0,50	19	22,80	0,05	0,25	0,1	1,3	29,64
Τεξ (ΜΟΧ)	Δ	1,00	3	3	-	3	1,00	19	57,00	0	0,25	0,1	1,25	71,25
Τεξ (ΜΟΧ)	B	1,20	3	3,6	0,8	2,8	1,00	19	53,20	0,05	0,25	0,1	1,3	69,16
Π (ΜΟΧ)	B	1,00	0,80	0,80	-	0,80	5,20	19	79,04	0,05	0,25	0,1	1,3	102,75
Τεξ	A	1,00	3	3	0,8	2,8	0,50	19	26,60	0	0,25	0,1	1,25	33,25
Π (ΜΟΧ)	A	1,00	0,80	0,80	-	0,80	5,20	19	79,04	0	0,25	0,1	1,25	98,8

Τεξ	B	5,95	3	17,85	3,6	14,25	0,50	19	135,37	0,05	0,25	0,1	1,3	175,98
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0,05	0,25	0,1	1,3	22,23
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0,05	0,25	0,1	1,3	22,23
Τεξ	Δ	3,55	3	10,65	3,08	7,57	0,50	19	71,91	0	0,25	0,1	1,25	89,89
Π	Δ	1,40	2,20	3,08	-	3,08	3,00	19	175,56	0	0,25	0,1	1,25	219,45
Τεξ	B	2,7	3	8,1	0,75	7,35	0,50	19	69,82	0,05	0,25	0,1	1,3	90,77
Κ	B	0,25	3	0,75	-	0,75	0,50	19	7,12	0,05	0,25	0,1	1,3	9,26
Τεξ	Δ	4,65	3	13,95	7,12	6,83	0,50	19	64,88	0	0,25	0,1	1,25	81,1
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Π	Δ	1,60	2,20	3,52	-	3,52	3,00	19	200,64	0	0,25	0,1	1,25	250,8
Τεξ	N	14,9	3	44,7	18,96	25,74	0,50	19	244,53	-0,05	0,25	0,1	1,2	293,44
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	-0,05	0,25	0,1	1,2	20,52
Π	N	1,40	1,3	1,82	-	1,82	3,00	19	103,74	-0,05	0,25	0,1	1,2	124,49
Π	N	1,40	2,20	3,08	-	3,08	3,00	19	175,56	-0,05	0,25	0,1	1,2	210,67
Π	N	1,00	1,00	1	-	1	3,00	19	57,00	-0,05	0,25	0,1	1,2	68,4
Θ	N	0,90	2,20	1,98	-	1,98	3,00	19	112,86	-0,05	0,25	0,1	1,2	135,43
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	3,00	19	59,28	-0,05	0,25	0,1	1,2	71,14
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	3,00	19	59,28	-0,05	0,25	0,1	1,2	71,14
Τεξ	A	4,40	3	13,2	7,52	5,68	0,50	19	53,96	0	0,25	0,1	1,25	67,45
Κ	A	0,60	3	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	3,00	19	200,64	0	0,25	0,1	1,25	250,8
Θ	A	1,00	2,20	2,20	-	2,20	3,00	19	125,40	0	0,25	0,1	1,25	156,75

Κ	N	1,00	3,00	3,00	-	3	0,50	19	28,50	-0,05	0,25	0,1	1,2	34,2
Τεξ	A	3,8	3,0	11,4	6,07	5,33	0,50	19	50,63	0	0,25	0,1	1,25	63,29
Κ	A	0,25	3	0,75	-	0,75	0,50	19	7,125	0	0,25	0,1	1,25	8,9
Κ	A	0,6	3,0	1,8	-	1,8	0,50	19	17,10	0	0,25	0,1	1,25	21,37
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	3,00	19	200,64	0	0,25	0,1	1,25	250,8
Ο				117		117	0,45	19	1.000,35	0	0,25	0,1	1,25	1.250,44
Σύνολο									3.857,38					4.802,78

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
87,1	10	871

Σύνολο θερμικών απωλειών ορόφου(Watt): 5.673,78 W

Σύνολο θερμικών απωλειών κτιρίου αναφοράς (Watt): **11.413,37 Watt**

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

ΙΣΟΓΕΙΟ

Συναγωγή							
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	U	Τελ. Επιφάνεια	LM	Q	CLTDc	CLTD
Τεξ	B	0,002394	146,874	0	4,570	13	11
Κ	B	0,002394	19,368	0	0,603	13	11
Κ	B	0,002394	25,824	0	0,804	13	11
Τεξ(ΜΘΧ)	Δ	0,004787	32,28	0	3,708	24	22
Τεξ(ΜΘΧ)	B	0,004787	30,128	0	1,875	13	11
Π(ΜΘΧ)	B	0,024894	8,608	0	1,929	13	11
Τεξ	A	0,002394	30,128	0	1,226	17	15
Π(ΜΘΧ)	A	0,024894	8,608	0	1,928	17	15
Τεξ	B	0,002394	153,33	0	4,771	13	11
Κ	B	0,002394	19,368	0	0,603	13	11
Κ	B	0,002394	19,368	0	0,603	13	11
Τεξ	Δ	0,002394	81,453	0	4,679	24	22
Π	Δ	0,014362	33,141	0	4,284	24	22
Τεξ	B	0,002394	79,086	0	2,461	13	11
Κ	B	0,002394	8,07	0	0,251	13	11
Τεξ	Δ	0,002394	73,491	0	4,222	24	22
Κ	Δ	0,002394	19,368	0	1,113	24	22
Κ	Δ	0,002394	19,368	0	1,113	24	22
Π	Δ	0,014362	37,875	0	4,896	24	22
Τεξ	N	0,002394	276,962	1	11,933	18	15
Κ	N	0,002394	19,368	1	0,834	18	15
Κ	N	0,002394	19,368	1	0,834	18	15
Κ	N	0,002394	19,368	1	0,834	18	15

Κ	N	0,002394	19,368	1	0,834	18	15
Κ	N	0,002394	19,368	1	0,834	18	15
Π	N	0,014362	19,583	0	2,531	17	15
Π	N	0,014362	33,141	0	4,284	17	15
Π	N	0,014362	10,76	0	1,391	17	15
Θ	N	0,014362	21,305	0	2,754	17	15
Π	N	0,014362	11,190	0	1,446	17	15
Π	N	0,014362	11,190	0	1,446	17	15
Τεξ	A	0,002394	61,117	0	2,487	17	15
Κ	A	0,002394	19,368	0	0,788	17	15
Π	A	0,014362	37,875	0	4,896	17	15
Θ	A	0,014362	23,672	0	3,059	17	15
Κ	N	0,002394	32,28	1	1,391	18	15
Τεξ	A	0,002394	57,351	0	2,334	17	15
Κ	A	0,002394	8,07	0	0,328	17	15
Κ	A	0,002394	19,368	0	0,788	17	15
Π	A	0,014362	37,875	0	4,896	17	15
Δ		0,004309	1258,92	1	116,617	43	40
Σύνολο					329,796		

ΟΡΟΦΟΣ

ΣΥΝΑΓΩΓΗ							
Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	LM	Ισχύς	CLTDc	CLTD
Τεξ	B	146,874	0,002394	0	4,570	13	11
Κ	B	19,368	0,002394	0	0,603	13	11
Κ	B	25,824	0,002394	0	0,804	13	11
Τεξ(ΜΟΧ)	Δ	32,28	0,004787	0	3,709	24	22
Τεξ(ΜΟΧ)	B	30,128	0,004787	0	1,875	13	11
Π(ΜΟΧ)	B	8,608	0,024894	-	1,928	13	11
Τεξ	A	30,128	0,002394	0	1,226	17	15
Π(ΜΟΧ)	A	8,608	0,024894	-	1,929	17	15
Τεξ	B	153,33	0,002394	0	4,771	13	11
Κ	B	19,368	0,002394	0	0,603	13	11
Κ	B	19,368	0,002394	0	0,603	13	11
Τεξ	Δ	81,453	0,002394	0	4,679	24	22
Π	Δ	33,141	0,014362	-	4,284	24	22
Τεξ	B	79,086	0,002394	0	2,461	13	11
Κ	B	8,07	0,002394	0	0,251	13	11
Τεξ	Δ	73,491	0,002394	0	4,222	24	22
Κ	Δ	19,368	0,002394	0	1,113	24	22
Κ	Δ	19,368	0,002394	0	1,113	24	22
Π	Δ	37,875	0,014362	-	4,896	24	22

Τεξ	N	276,962	0,002394	1	11,933	18	15
Κ	N	19,368	0,002394	1	0,834	18	15
Κ	N	19,368	0,002394	1	0,834	18	15
Κ	N	19,368	0,002394	1	0,834	18	15
Κ	N	19,368	0,002394	1	0,834	18	15
Κ	N	19,368	0,002394	1	0,834	18	15
Π	N	19,583	0,014362	-	2,531	17	15
Π	N	33,141	0,014362	-	4,284	17	15
Π	N	10,76	0,014362	-	1,391	17	15
Θ	N	21,305	0,014362	-	2,754	-	-
Π	N	11,190	0,014362	-	1,446	17	15
Π	N	11,190	0,014362	-	1,446	17	15
Τεξ	A	61,117	0,002394	0	2,487	17	15
Κ	A	19,368	0,002394	0	0,788	17	15
Π	A	37,875	0,014362	-	4,896	17	15
Θ	A	23,672	0,014362	-	3,059	-	-
Κ	N	32,28	0,002394	1	1,391	18	15
Τεξ	A	57,351	0,002394	0	2,334	17	15
Κ	A	8,07	0,002394	0	0,328	17	15
Κ	A	19,368	0,002394	0	0,788	17	15
Π	A	37,875	0,014362	-	4,896	17	15
Ο		1258,92	0,002154	1	116,617	43	40
Σύνολο					213,179		

Σύνολο θερμικών κερδών από συναγωγή (Ισόγειο + Όροφος): **542,98 BTU/h**

ΙΣΟΓΕΙΟ

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
Π(ΜΘΧ)	B	38	8,608	0,5	0,85	139,019
Π(ΜΘΧ)	A	216	8,608	0,5	0,17	158,043
Π	Δ	216	33,141	0,5	0,82	2934,949
Π	Δ	216	37,875	0,5	0,82	3354,228
Π	N	109	19,583	0,5	0,35	373,549
Π	N	109	33,141	0,5	0,35	632,161
Π	N	109	10,76	0,5	0,35	205,247
Θ	N	109	21,305	0,5	0,35	406,389
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
Θ	A	216	23,672	0,5	0,17	434,618
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
ΣΥΝΟΛΟ						10.455,9

ΟΡΟΦΟΣ

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
Π(ΜΘΧ)	B	38	8,608	0,5	0,85	139,019
Π(ΜΘΧ)	A	216	8,608	0,5	0,17	158,043
Π	Δ	216	33,141	0,5	0,82	2934,949
Π	Δ	216	37,875	0,5	0,82	3354,228
Π	N	109	19,583	0,5	0,35	373,549
Π	N	109	33,141	0,5	0,35	632,161
Π	N	109	10,76	0,5	0,35	205,247
Θ	N	109	21,305	0,5	0,35	406,389
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
Θ	A	216	23,672	0,5	0,17	434,618
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
ΣΥΝΟΛΟ						10.455,9

Σύνολο κερδών ακτινοβολίας (Ισόγειο + Όροφος): 20.911,8 BTU/h

Σύνολο θερμικών κερδών:

$Q_{ολ} = Q_{συσ} + Q_{ακτ} = 542,98 + 20.911,8 = 21.454,78 \text{ BTU/h}$

Οπότε $Q_{ολ} = 21.454,78 \text{ [BTU/h]} / 3,41 = 6.291,72 \text{ Watt}$

	Θερμικές απώλειες	Θερμικά κέρδη	Συνολικές απώλειες
Εξεταζόμενο κτίριο	29.816,81 Watt	6.629,29 Watt	36.446,10 Watt
Κτίριο αναφοράς	11.413,37 Watt	6.291,72 Watt	17.705,09 Watt

Πίνακας 4.1: Συνολικές απώλειες εξεταζόμενου κτιρίου & κτιρίου αναφοράς

5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Για να αναβαθμίσουμε ενεργειακά το κτίριο θα γίνουν οι εξής παρεμβάσεις:

- Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Αντικατάσταση παλαιού λέβητα με αντλία θερμότητας
- Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων
- Μόνωση δώματος
- Τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα

5.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Σε αυτή την παρέμβαση υπάρχει μεγάλη ποικιλία επιλέξιμων κουφωμάτων καθώς και δύο μεγάλες κατηγορίες, ανοιγόμενα και συρόμενα ή επάλληλα.

Στην αναζήτηση μας για το ποιά είναι τα καταλληλότερα κουφώματα για να βάλουμε στο σπίτι μας καταρχήν απορρίπτουμε τα ξύλινα. Παρότι τα ξύλινα κουφώματα είναι αδιαμφισβήτητα πιο όμορφα από τα αλουμίνια ή τα pvc, έχουν τεράστιες διαφορές ως προς τη θερμομόνωση και κυριότερα το κόστος και την αντοχή.

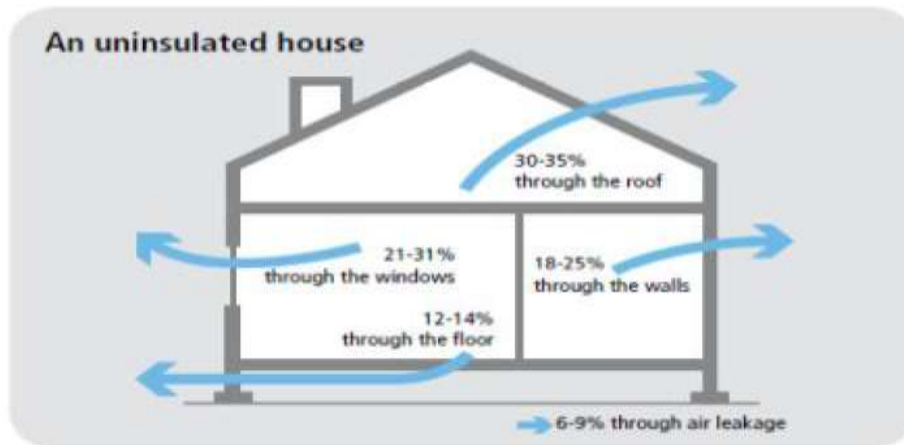
Τα κουφώματα τα οποία είναι κατασκευασμένα από pvc είναι το κόστος, το οποίο υπολογίζεται περίπου -20% σε σχέση με τα αλουμίνια. Ακόμη, έχουν καλό συντελεστή θερμομόνωσης, λειτουργικότητα και καλή εφαρμογή. Αμφισβητείται όμως η αντοχής τους στην ηλιακή ακτινοβολία και την μηχανική καταπόνηση. Ως εκ τούτου αποφεύγεται η τοποθέτηση κουφωμάτων pvc σε μεγάλα ανοίγματα.

Τα κουφώματα αλουμινίου συνδυάζουν τα περισσότερα και σημαντικότερα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις άλλες δύο κατηγορίες. Κατά κύριο πλεονέκτημα, συνδυάζουν αυξημένη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις, ηλιακή ακτινοβολία και δυσμενές περιβάλλον, καθώς επίσης είναι υδατοστεγανά, δεν χρειάζονται συχνή συντήρηση και υπάρχει ποικιλία χρωμάτων και σχεδίων. Επί προσθέτως, για όσους προτιμούν τη φυσική ομορφιά του ξύλου, κυκλοφορούν σειρές κουφωμάτων που θα μπορούσαν να μπερδέψουν οποιονδήποτε για το υλικό του παραθύρου. Στη δική μας περίπτωση θα τοποθετηθούν ανοιγόμενα αλουμίνια.

ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ ΚΑΙ ΔΙΠΛΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ 12 mm ΛΕΥΚΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ						
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	ΠΛΑΤΟΣ m	ΥΨΟΣ m	ΤΜΧ	ΕΜΒΑΔΟ m ²	ΤΙΜΗ(€/m ²)
1	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,60	2,20	2	3,52	300
2	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,60	2,20	2	3,52	300
3	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	0,80	1,30	2	1,04	500
4	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	0,80	1,30	2	1,04	500
5	ΜΟΝΟΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,00	1,00	2	1,00	500
6	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,40	2,20	2	3,08	300
7	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,40	1,30	2	1,82	500
8	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,60	2,20	2	3,52	300
9	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,40	2,20	2	3,08	300
10	ΜΟΝΟΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,00	0,80	2	0,80	500
11	ΜΟΝΟΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ	1,00	0,80	2	0,80	500
12	ΠΟΡΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	1,00	2,20	2	2,20	300
13	ΠΟΡΤΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ	0,90	2,20	2	1,98	500
ΚΟΣΤΟΣ (ΜΕ ΦΠΑ) €						19.832 €

5.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΟΙΧΩΝ

Ένα πολύ σημαντικό μέτρο για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για τις ανάγκες της θέρμανσης και της ψύξης είναι η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου. Από τις εκτεθειμένες στον εξωτερικό αέρα πλευρές του κτιρίου έχουμε μεγάλες απώλειες ενέργειας της τάξης του 18-25 % των συνολικών απωλειών του κελύφους και 30-35 % από την οροφή του κτιρίου όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 5.1: Μετάδοση θερμότητας σε κατοικία

Με την εξωτερική θερμομόνωση, περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό η ανταλλαγή θερμότητας του κτιρίου με το εξωτερικό περιβάλλον, κρατώντας την θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο σε σταθερά επίπεδα. Το εσωκλίμα του κτιρίου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην άνεση των ατόμων που ζουν ή εργάζονται μέσα σε αυτό. Η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης όχι μόνο μειώνει την καταναλισκόμενη ενέργεια, αλλά βελτιώνει επίσης και τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων μέσα στο κτίριο.

Ανάμεσα στην λύση της εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης προτιμάται η εξωτερική θερμομόνωση γιατί παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοιχοποιίας και διατηρεί τη θερμοκρασία του χώρου μετά την διακοπή λειτουργίας των θερμαντικών σωμάτων. Αυτό το πλεονέκτημα είναι απαραίτητο για τη συγκεκριμένη περίπτωση, επειδή το κτίριο είναι συχνής χρήσης και χρειάζεται να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο.
- Μείωση στο ελάχιστο της πιθανότητας σχηματισμού θερμογεφυρών.
- Προστασία της τοιχοποιίας από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας.
- Εκμετάλλευση όλου του εσωτερικού χώρου. Η περίπτωση εσωτερικής θερμομόνωσης θα μείωνε τον ωφέλιμο χώρο του κτιρίου μας.
- Πιο εύκολη διάχυση των υδρατμών με μειωμένο το ενδεχόμενο σχηματισμού υγρασίας, συμπύκνωσης.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι το μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης, καθώς και ότι για να θερμανθεί το κτίριο χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ότι στην περίπτωση της εσωτερικής

θερμομόνωσης. Για αυτό και την εξωτερική θερμομόνωση την χρησιμοποιούμε σε κτίρια συνεχούς λειτουργίας ενώ την εσωτερική θερμομόνωση σε κτίρια μη συνεχούς.

Στην αγορά υπάρχουν πολλά υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξωτερική θερμομόνωση. Από αυτά τα σημαντικότερα είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS), η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS), ο υαλοβάμβακας, η πολυουρεθάνη, περλίτης, πετροβάμβακας και άλλα, με την πολυστερίνη να χρησιμοποιείται ευρέως στις περισσότερες περιπτώσεις.

Στην συνέχεια θα αναφερθούν τα κύρια χαρακτηριστικά της διογκωμένης πολυστερίνης που θα χρησιμοποιήσουμε και στην περίπτωση μας.

Διογκωμένη πολυστερίνη EPS: Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι ένα ελαφρύ, άκαμπτο, πλαστικό και αφρώδες υλικό που παράγεται από συμπαγείς σταγόνες πολυστυρολίου. Είναι εύχρηστο, οικονομικό και ευέλικτο υλικό. Ένα άλλο σημαντικό του προτέρημα είναι η ανθεκτικότητα του στην υγρασία καθώς και ότι είναι ανακυκλώσιμο και περιβαλλοντολογικά ασφαλές.

Εκτός από την θερμομόνωση συμβάλλει αποτελεσματικά και στην ηχομόνωση του ανακαινιζόμενου κτιρίου, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου αποτελεσματικά και στην θερμομόνωση της οροφής. Παράγεται από την διάλυση πεντανίου σε ένα υλικό που έχει ως βάση την πολυστερίνη και το οποίο όταν θερμανθεί με ατμό, παράγει τέλεια κλειστές σφαιρικές κυψέλες EPS. Η διαστολή επιτυγχάνεται λόγω των μικρών ποσοτήτων πεντανίου αερίου που απελευθερώνονται μέσα στο πολυστυρόλιο κατά την διάρκεια της παραγωγής. Το αέριο διαστέλλεται με την ενέργεια της θερμότητας που χρησιμοποιείται σε μορφή ατμού, και σχηματίζει ερμητικά κλειστές κυψέλες EPS. Αυτές οι κυψέλες καταλαμβάνουν περίπου 40 φορές τον όγκο της αρχικής σταγόνας της πολυστερίνης.

Στην συνέχεια οι κυψέλες EPS τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλες φόρμες που είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να παράγουν διάφορα προϊόντα όπως μονωτικές σανίδες, πρίσματα, κορνίζες ή σε διάφορες άλλες μορφές για τις κατασκευές και την βιομηχανία συσκευασίας.

Μια εξελιγμένη μορφή του EPS, είναι το THP EPS 80, το οποίο θα προτιμηθεί να χρησιμοποιηθεί για την θερμομόνωση του κτιρίου. Το 3% της σύστασης του παραπάνω υλικού είναι μόρια γραφίτη, τα οποία λειτουργούν σαν ανακλαστήρες που εμποδίζουν την μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας, επιτρέποντας μόνο στην συναγωγή να συμβάλλει στην απώλεια θερμότητας. Να σημειώσουμε ότι σε κάθε υλικό η θερμότητα μεταδίδεται μέσω αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας σε όλα τα

θερμομονωτικά υλικά. Έτσι αυτό το πλεονέκτημα του THP EPS 80, συμβάλλει στο να έχει 15-20% καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες από την συμβατική EPS. Το THP EPS, παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα της συμβατικής διογκωμένης πολυστερίνης και επιπλέον ο συντελεστής θερμικής του αγωγιμότητας είναι μειωμένος σε $\lambda = 0,036$ W/mK .

Περαιτέρω πλεονεκτήματα του THP EPS 80 είναι :

- Αναπνέει περισσότερο από όλα τα αφρώδη μονωτικά υλικά με αποτέλεσμα να επιτρέπει την αποβολή υδρατμών από το εσωτερικό του κτιρίου.
- Επιβραδύνει την εξάπλωση της φωτιάς.
- Δεν αποσυντίθεται.
- Παρέχει μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων.

Στην κατοικία μας θα τοποθετηθεί διογκωμένη πολυστερίνη EPS κατάλληλου πάχους που υπολογίζεται παρακάτω. Το κόστος ανέρχεται στα 35 €/m².

5.3 ΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

Ο αφρός Πολυουρεθάνης ή εν συντομία PUR (Polyurethane Foam) ανήκει στην κατηγορία των σκληρών αφρώδων υλικών κλειστής κυψελικής δομής. Η πολυουρεθάνη σε μορφή αφρού ψεκασμού πολυμερίζεται με την υγρασία της ατμόσφαιρας και στερεοποιείται. Διαθέτει ιδιαίτερα καλές συγκολλητικές ιδιότητες, αφού προσφύεται στα περισσότερα οικοδομικά υλικά και ενδείκνυται για πλήρωση αρμών, σφράγιση οπών ή σχισμών, στερέωση υλικών κ.τ.λ. . Γενικά όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θερμομονωτική προστασία εξωτερικών τοιχοποιιών, δοκών, ψευδοροφών, ψυκτικών θαλάμων και πολλά άλλα.



(α)



(β)

Εικόνα 5.2: Αφρός πολυουρεθάνης όπως υπάρχει στο εμπόριο (α), και σε στερεή μορφή (β)

Ο αφρός πολυουρεθάνης επηρεάζεται αν μείνει εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς οι επιφανειακές κυψέλες αδυνατίζουν και το υλικό θρυμματίζεται. Υπό αυτήν την προϋπόθεση, ο αφρός πολυουρεθάνης, δεν σαπίζει και δεν σχηματίζει μούχλα και μικροοργανισμούς.

Στην κατοικία μας θα τοποθετηθεί αφρός πολυουρεθάνης Hyperdesmo κατάλληλου πάχους που υπολογίζεται παρακάτω. Το κόστος ανέρχεται στα 40 €/m².

5.4 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Στην εποχή μας ένα πολύ σημαντικό οικονομικό πρόβλημα για κάθε οικογένεια είναι το κόστος της θέρμανσης, και πόσο μάλλον όταν δεν καλύπτονται οι ανάγκες για θέρμανση.

Κατά κύριο λόγο τα προηγούμενα χρόνια τα νοικοκυριά χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο για τη θέρμανση τους. Λόγω της οικονομικής κρίσης και της υψηλής τιμής του πετρελαίου πολλοί έψαξαν για πιο οικονομική λύση. Ο λέβητας πετρελαίου που έχουμε στην κατοικία είναι παλαιός με βαθμό απόδοσης 0,80.

Επιλέξαμε την αντικατάσταση του παλαιού λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας.

5.4.1 Αντλία θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα το οποίο έχει την ίδια αρχή λειτουργίας με το air condition. Αποτελείται από εξωτερική και εσωτερική μονάδα, με μόνη διαφορά το ότι η εσωτερική μονάδα αντί να κυκλοφορεί ζεστό (ή ψυχρό) αέρα στο χώρο, θερμαίνει νερό το οποίο διοχετεύει στα θερμαντικά σώματα (συμβατικά καλοριφέρ στην περίπτωση μας) ή ψύχει νερό παρέχοντας δροσισμό σε συνδυασμό με σώματα τύπου fan-coil. Επιπλέον, μπορεί να προσφέρει ζεστό νερό χρήσης. Για την εγκατάσταση της δεν απαιτούνται τροποποιήσεις στο σπίτι, ενώ η τοποθέτηση της είναι σχετικά απλή, πράγμα το οποίο διευκολύνει την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου.

Χωρίζεται σε δύο είδη: μεσαίων και υψηλών θερμοκρασιών. Λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα και το κόστος της κυμαίνεται από 4.000€ έως και 10.000€ ανάλογα με τις ανάγκες της κατοικίας. Περιγράφοντας την αρχή λειτουργίας της, θα λέγαμε πως απορροφά θερμική ενέργεια από το περιβάλλον, αυξάνει τη θερμοκρασία της μέσα από έναν συμπιεστή, και με αυτή ζεσταίνει νερό το οποίο κυκλοφορεί στη συνέχεια στα σώματα του καλοριφέρ.

Η αντλία που θα τοποθετηθεί είναι μεσαίων θερμοκρασιών και έχει ισχύ 18KW με κόστος 6.000 €.



Εικόνα 5.3: Αντλία θερμότητας Hitachi Yutaki RASM-6VNE 18 KW

5.5 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι το πιο πρώιμο τεχνολογικά ηλιοθερμικό σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιείται μόνο για ζεστό νερό χρήσης.

Το κόστος του δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό και θεωρείται ίσως η πιο σημαντική ενεργειακή δαπάνη. Με τη βοήθεια του ήλιου ζεσταίνει το νερό το οποίο κατόπιν χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του σπιτιού, πχ. για λούσιμο, πλύσιμο πιάτων, ρούχων κλπ.

Στην περίπτωση μας οι ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης καλύπτονταν από τον λέβητα πετρελαίου. Πλέον θα τοποθετηθεί ηλιακός θερμοσίφωνας διπλής ενέργειας χωρητικότητας 200 λίτρα και συλλέκτες 4 m² με κόστος 1.000 €.



Εικόνα 5.4: Nobel Classic 200lt/4m² Glass Διπλής Ενέργειας

6.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ,ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

6.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ο στόχος μας, για να αποκτήσουμε ένα σωστά θερμομονωμένο κτίριο, με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. είναι : $U_{στ} \leq 0.5 (W/m^2 \cdot K)$ για τους εξωτερικούς τοίχους στη ζώνη Β. Αρχικά θα πρέπει να υπολογίσουμε το πάχος d των πλακών διογκωμένης πολυστερίνης που θα εγκαταστήσουμε. Το πάχος του υλικού προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση : $R_{\delta-\pi} = d / \lambda$

Όπου:

R: η θερμική αντίσταση του υλικού,

λ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού (από βιβλιογραφία)

Πρώτα θα υπολογίσουμε την θερμική αντίσταση της τοιχοποιίας.

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	$\lambda(W/m \cdot K)$	$d(m)$	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τελ. Πάχος (m)	=		0,24
d/λ	=		0,4304
U	=		1,64

Οπότε έχουμε : $R_{μπ-\tau} = d / \lambda = 0,4304 m^2 \cdot K / W$.

Έπειτα, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο, θα προσδιορίσουμε το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος που πρέπει να έχουν οι πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα ($U_{στ} \leq 0.5$ ($W/m^2 \cdot K$) σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για την κλιματική ζώνη Β)

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{δ-π}) = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$0,5 = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$d = 0,056 \text{ m} = 5,6 \text{ cm}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους **d = 0,06 m** . Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα αποκτήσει η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου , μετά την εγκατάσταση θερμομονωτικού υλικού πάχους d= 0,06 m θα υπολογιστεί στην επόμενη ενότητα.

Μόνωση ταράτσας-δώματος με πολυουρεθάνη Hyperdesmo:

Οροφή-συμβατικού τύπου δώμα			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,18	0,2222
Τελ. Πάχος (m)	=		0,20
d/λ	=		0,245
U	=		2,19

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{δ-π}) = 1 / (0,245 + (d / 0,033)) \Rightarrow$$

$$0,45 = 1 / (0,245 + (d / 0,033)) \Rightarrow$$

$$d = 0,064 \text{ m} = 6,4 \text{ cm}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους **d = 0,06 m** . Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα έχει το δώμα του κτιρίου με την μόνωση θα υπολογιστεί στην επόμενη ενότητα.

6.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	$\lambda(\text{W/m}^*\text{K})$	$d(\text{m})$	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,06	1,6667
Τελ. Πάχος (m)	=		0,30
d/λ	=		2,0971
U	=		0,44

$$U = \frac{1}{0,14 + 2,0971 + 0,04} = 1/2,2771 = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Κολώνα			
Υλικά	$\lambda(\text{W/m}^*\text{K})$	$d(\text{m})$	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,06	1,6667
Τελ. Πάχος (m)	=		0,37
d/λ	=		3,963
U	=		0,24

$$U = \frac{1}{0,14 + 3,963 + 0,04} = 1/4,143 = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ΟΡΟΦΗ-ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΩΜΑ			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,18	0,2222
Μόνωση	0,028	0,06	2,14
Τελ. Πάχος (m)	=		0,26
d/λ	=		2,38
U	=		0,39

$$U = \frac{1}{0,10+2,38+0,04} = 1 / 2,52 = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

6.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Παράθυρα και Πόρτες (Ισόγειο & Όροφος)										
α/α	Πλάτος	Ύψος	Uf	Ug	Ag	Af	Aw	Ig	Ψg	Uw
Πρθρ1	1,60	2,20	2,50	2,80	2,46	1,06	3,52	9,80	0,02	2,76
Πρθρ2	1,60	2,20	2,50	2,80	2,46	1,06	3,52	9,80	0,02	2,76
Πρθρ3	0,80	1,30	2,50	2,80	0,73	0,31	1,04	4,20	0,02	2,79
Πρθρ4	0,80	1,30	2,50	2,80	0,73	0,31	1,04	4,20	0,02	2,79
Πρθρ5	1,00	1,00	2,50	2,80	0,70	0,30	1,00	4,00	0,02	2,79
Πρθρ6	1,40	2,20	2,50	2,80	2,16	0,92	3,08	9,40	0,02	2,77
Πρθρ7	1,40	1,30	2,50	2,80	1,27	0,55	1,82	6,70	0,02	2,78
Πρθρ8	1,60	2,20	2,50	2,80	2,46	1,06	3,52	9,80	0,02	2,76
Πρθρ9	1,40	2,20	2,50	2,80	2,16	0,92	3,08	9,40	0,02	2,77
Πρθρ10	1,00	0,80	2,50	2,80	0,56	0,24	0,80	3,60	0,02	2,80
Πρθρ11	1,00	0,80	2,50	2,80	0,56	0,24	0,80	3,60	0,02	2,80
Πόρτα1	1,00	2,20	2,50	2,80	0	2,20	2,20	6,40	0,02	2,55
Πόρτα2	0,90	2,20	2,50	2,80	0	1,98	1,98	6,20	0,02	2,56

6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΙΣΟΓΕΙΟ

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)	%	%		1+%	(W)
Τεξ	B	5,95	3	17,85	4,2	13,65	0,44	19	114,11	0,05	0	0,1	1,15	131,23
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0,05	0	0,1	1,15	9,439
Κ	B	0,80	3	2,4	-	2,4	0,24	19	10,94	0,05	0	0,1	1,15	12,59
Τεξ (ΜΟΧ)	Δ	1,00	3	3	-	3	1,45	19	82,65	0	0	0,1	1,1	90,91
Τεξ (ΜΟΧ)	B	1,20	3	3,6	0,8	2,8	1,45	19	77,14	0,05	0	0,1	1,15	88,71
Π (ΜΟΧ)	B	1,00	0,80	0,80	-	0,80	2,80	19	42,56	0,05	0	0,1	1,15	48,94
Τεξ	A	1,00	3	3	0,8	2,8	0,44	19	23,41	0	0	0,1	1,1	25,75
Π (ΜΟΧ)	A	1,00	0,80	0,80	-	0,80	2,80	19	42,56	0	0	0,1	1,1	46,82
Τεξ	B	5,95	3	17,85	3,6	14,25	0,44	19	119,13	0,05	0	0,1	1,15	136,99
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0,05	0	0,1	1,15	9,44
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0,05	0	0,1	1,15	9,44
Τεξ	Δ	3,55	3	10,65	3,08	7,57	0,44	19	63,28	0	0	0,1	1,1	69,61
Π	Δ	1,40	2,20	3,08	-	3,08	2,77	19	162,10	0	0	0,1	1,1	178,34
Τεξ	B	2,7	3	8,1	0,75	7,35	0,44	19	61,45	0,05	0	0,1	1,15	70,66
Κ	B	0,25	3	0,75	-	0,75	0,24	19	3,42	0,05	0	0,1	1,15	3,93
Τεξ	Δ	4,65	3	13,95	7,12	6,83	0,44	19	57,09	0	0	0,1	1,1	62,81
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03

Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Π	Δ	1,60	2,20	3,52	-	3,52	2,76	19	184,59	0	0	0,1	1,1	203,05
Τεξ	N	14,9	3	44,7	18,96	25,74	0,44	19	215,19	-0,05	0	0,1	1,05	225,95
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Π	N	1,40	1,3	1,82	-	1,82	2,78	19	96,13	-0,05	0	0,1	1,05	100,94
Π	N	1,40	2,20	3,08	-	3,08	2,77	19	162,10	-0,05	0	0,1	1,05	170,20
Π	N	1,00	1,00	1	-	1	2,79	19	53,01	-0,05	0	0,1	1,05	55,66
Θ	N	0,90	2,20	1,98	-	1,98	2,56	19	96,31	-0,05	0	0,1	1,05	101,12
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	2,79	19	55,13	-0,05	0	0,1	1,05	57,89
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	2,79	19	55,13	-0,05	0	0,1	1,05	57,89
Τεξ	A	4,40	3	13,2	7,52	5,68	0,44	19	47,48	0	0	0,1	1,1	52,23
Κ	A	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	2,76	19	184,59	0	0	0,1	1,1	203,05
Θ	A	1,00	2,20	2,20	-	2,20	2,55	19	106,59	0	0	0,1	1,1	117,25
Κ	N	1,00	3,00	3,00	-	3	0,24	19	13,68	-0,05	0	0,1	1,05	14,36
Τεξ	A	3,8	3,0	11,4	6,07	5,33	0,44	19	44,56	0	0	0,1	1,1	49,01
Κ	A	0,25	3	0,75	-	0,75	0,24	19	3,42	0	0	0,1	1,1	3,76
Κ	A	0,6	3,0	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	2,76	19	184,59	0	0	0,1	1,1	203,05
Δ				117		117	2,75	10	3.217,50	0	0	0,1	1,1	3.539,25
Σύνολο									5.678,35					6.227,47

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
87,1	10	871

$$Q_A = 10 * I = 10 * 87,1 \text{m} = 871 \text{ W}$$

Σύνολο απωλειών ισόγειου(Watt):

$$Q_{\text{τελ}} = Q_{\text{απωλ}} + Q_A = 6.227,47 + 871 = \mathbf{7.098,47 \text{ Watt}}$$

ΟΡΟΦΟΣ

Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών				Προσαυξήσεις				
		Μήκος	Ύψος	Επιφάνεια	Αφ. Επιφάνεια	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	Διαφ. Θερμοκρασίας	Ισχύς	Προσ/ισμός	Διακοπών Λειτ.	Θερμογέφυρες	Τελ. Συντελεστής	Ισχύς
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(W/(m ² ·°C))	(°C)	(W)	%	%		1+%	(W)
Τεξ	B	5,95	3	17,85	4,2	13,65	0,44	19	114,11	0,05	0	0,1	1,15	131,23
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0,05	0	0,1	1,15	9,439
Κ	B	0,80	3	2,4	-	2,4	0,24	19	10,94	0,05	0	0,1	1,15	12,59
Τεξ (ΜΟΧ)	Δ	1,00	3	3	-	3	1,45	19	82,65	0	0	0,1	1,1	90,91
Τεξ (ΜΟΧ)	B	1,20	3	3,6	0,8	2,8	1,45	19	77,14	0,05	0	0,1	1,15	88,71

Π (ΜΟΧ)	B	1,00	0,80	0,80	-	0,80	2,80	19	42,56	0,05	0	0,1	1,15	48,94
Τεξ	A	1,00	3	3	0,8	2,8	0,44	19	23,41	0	0	0,1	1,1	25,75
Π (ΜΟΧ)	A	1,00	0,80	0,80	-	0,80	2,80	19	42,56	0	0	0,1	1,1	46,82
Τεξ	B	5,95	3	17,85	3,6	14,25	0,44	19	119,13	0,05	0	0,1	1,15	136,99
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0,05	0	0,1	1,15	9,44
Κ	B	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0,05	0	0,1	1,15	9,44
Τεξ	Δ	3,55	3	10,65	3,08	7,57	0,44	19	63,28	0	0	0,1	1,1	69,61
Π	Δ	1,40	2,20	3,08	-	3,08	2,77	19	162,10	0	0	0,1	1,1	178,34
Τεξ	B	2,7	3	8,1	0,75	7,35	0,44	19	61,45	0,05	0	0,1	1,15	70,66
Κ	B	0,25	3	0,75	-	0,75	0,24	19	3,42	0,05	0	0,1	1,15	3,93
Τεξ	Δ	4,65	3	13,95	7,12	6,83	0,44	19	57,09	0	0	0,1	1,1	62,81
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Κ	Δ	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Π	Δ	1,60	2,20	3,52	-	3,52	2,76	19	184,59	0	0	0,1	1,1	203,05
Τεξ	N	14,9	3	44,7	18,96	25,74	0,44	19	215,19	-0,05	0	0,1	1,05	225,95
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Κ	N	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	-0,05	0	0,1	1,05	8,61
Π	N	1,40	1,3	1,82	-	1,82	2,78	19	96,13	-0,05	0	0,1	1,05	100,94
Π	N	1,40	2,20	3,08	-	3,08	2,77	19	162,10	-0,05	0	0,1	1,05	170,20
Π	N	1,00	1,00	1	-	1	2,79	19	53,01	-0,05	0	0,1	1,05	55,66
Θ	N	0,90	2,20	1,98	-	1,98	2,56	19	96,31	-0,05	0	0,1	1,05	101,12
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	2,79	19	55,13	-0,05	0	0,1	1,05	57,89
Π	N	0,80	1,30	1,04	-	1,04	2,79	19	55,13	-0,05	0	0,1	1,05	57,89

Τεξ	A	4,40	3	13,2	7,52	5,68	0,44	19	47,48	0	0	0,1	1,1	52,23
Κ	A	0,60	3	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	2,76	19	184,59	0	0	0,1	1,1	203,05
Θ	A	1,00	2,20	2,20	-	2,20	2,55	19	106,59	0	0	0,1	1,1	117,25
Κ	N	1,00	3,00	3,00	-	3	0,24	19	13,68	-0,05	0	0,1	1,05	14,36
Τεξ	A	3,8	3,0	11,4	6,07	5,33	0,44	19	44,56	0	0	0,1	1,1	49,01
Κ	A	0,25	3	0,75	-	0,75	0,24	19	3,42	0	0	0,1	1,1	3,76
Κ	A	0,6	3,0	1,8	-	1,8	0,24	19	8,21	0	0	0,1	1,1	9,03
Π	A	1,60	2,20	3,52	-	3,52	2,76	19	184,59	0	0	0,1	1,1	203,05
Ο				117		117	0,39	19	866,97	0	0	0,1	1,1	953,67
Σύνολο									3.327,82					3.642,88

Αερισμός		
Μήκος	Συντελεστής	Ισχύς
(m)		(W)
87,1	10	871

Σύνολο απωλειών ορόφου(Watt): 4.513,88 Watt

Σύνολο απωλειών κτιρίου(Watt): **11.612,35 Watt**

6.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ

ΙΣΟΓΕΙΟ

ΣΥΝΑΓΩΓΗ							
Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	LM	Ισχύς	CLTDc	CLTD
Τεξ	B	146,874	0,002106	0	3,341	10,8	11
Κ	B	19,368	0,001149	0	0,240	10,8	11
Κ	B	25,824	0,001149	0	0,320	10,8	11
Τεξ(ΜΟΧ)	Δ	32,28	0,006941	0	4,392	19,6	22
Τεξ(ΜΟΧ)	B	30,128	0,006941	0	2,259	10,8	11
Π(ΜΟΧ)	B	8,608	0,013404	-	1,038	10,8	11
Τεξ	A	30,128	0,002106	0	0,888	14	15
Π(ΜΟΧ)	A	8,608	0,013404	-	1,038	14	15
Τεξ	B	153,33	0,002106	0	3,488	10,8	11
Κ	B	19,368	0,001149	0	0,240	10,8	11
Κ	B	19,368	0,001149	0	0,240	10,8	11
Τεξ	Δ	81,453	0,002106	0	3,363	19,6	22
Π	Δ	33,141	0,013261	-	3,955	19,6	22
Τεξ	B	79,086	0,002106	0	1,799	10,8	11
Κ	B	8,07	0,001149	0	0,100	10,8	11
Τεξ	Δ	73,491	0,002106	0	3,034	19,6	22
Κ	Δ	19,368	0,001149	0	0,436	19,6	22

Κ	Δ	19,368	0,001149	0	0,436	19,6	22
Π	Δ	37,875	0,013213	-	4,504	19,6	22
Τεξ	N	276,962	0,002106	1	8,634	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Π	N	19,583	0,013308	-	2,346	14	15
Π	N	33,141	0,013261	-	3,955	14	15
Π	N	10,76	0,013356	-	1,293	14	15
Θ	N	21,305	0,012255	-	2,349	14	-
Π	N	11,190	0,013356	-	1,345	14	15
Π	N	11,190	0,013356	-	1,345	14	15
Τεξ	A	61,117	0,002106	0	1,802	14	15
Κ	A	19,368	0,001149	0	0,311	14	15
Π	A	37,875	0,013213	-	4,504	14	15
Θ	A	23,672	0,012207	-	2,601	14	-
Κ	N	32,28	0,001149	1	0,549	14,8	15
Τεξ	A	57,351	0,002106	0	1,691	14	15
Κ	A	8,07	0,001149	0	0,129	14	15
Κ	A	19,368	0,001149	0	0,312	14	15
Π	A	37,875	0,013213	-	4,504	14	15
Δ		1258,92	0,013165	1	576,759	43	40
Σύνολο					651,19		

ΟΡΟΦΟΣ

ΣΥΝΑΓΩΓΗ							
Δομικό Στοιχείο	Προσ/ισμός	Τελ. Επιφάνεια	Συντ. Θερμοπερατότητας	LM	Ισχύς	CLTDc	CLTD
Τεξ	B	146,874	0,002106	0	3,341	10,8	11
Κ	B	19,368	0,001149	0	0,240	10,8	11
Κ	B	25,824	0,001149	0	0,320	10,8	11
Τεξ(ΜΟΧ)	Δ	32,28	0,006941	0	4,392	19,6	22
Τεξ(ΜΟΧ)	B	30,128	0,006941	0	2,259	10,8	11
Π(ΜΟΧ)	B	8,608	0,013404	-	1,038	10,8	11
Τεξ	A	30,128	0,002106	0	0,888	14	15
Π(ΜΟΧ)	A	8,608	0,013404	-	1,038	14	15
Τεξ	B	153,33	0,002106	0	3,488	10,8	11
Κ	B	19,368	0,001149	0	0,240	10,8	11
Κ	B	19,368	0,001149	0	0,240	10,8	11
Τεξ	Δ	81,453	0,002106	0	3,363	19,6	22
Π	Δ	33,141	0,013261	-	3,955	19,6	22
Τεξ	B	79,086	0,002106	0	1,799	10,8	11
Κ	B	8,07	0,001149	0	0,100	10,8	11
Τεξ	Δ	73,491	0,002106	0	3,034	19,6	22
Κ	Δ	19,368	0,001149	0	0,436	19,6	22
Κ	Δ	19,368	0,001149	0	0,436	19,6	22

Π	Δ	37,875	0,013213	-	4,504	19,6	22
Τεξ	N	276,962	0,002106	1	8,634	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Κ	N	19,368	0,001149	1	0,329	14,8	15
Π	N	19,583	0,013308	-	2,346	14	15
Π	N	33,141	0,013261	-	3,955	14	15
Π	N	10,76	0,013356	-	1,293	14	15
Θ	N	21,305	0,012255	-	2,349	14	-
Π	N	11,190	0,013356	-	1,345	14	15
Π	N	11,190	0,013356	-	1,345	14	15
Τεξ	A	61,117	0,002106	0	1,802	14	15
Κ	A	19,368	0,001149	0	0,312	14	15
Π	A	37,875	0,013213	-	4,504	14	15
Θ	A	23,672	0,012207	-	2,601	14	-
Κ	N	32,28	0,001149	1	0,549	14,8	15
Τεξ	A	57,351	0,002106	0	1,691	14	15
Κ	A	8,07	0,001149	0	0,129	14	15
Κ	A	19,368	0,001149	0	0,312	14	15
Π	A	37,875	0,013213	-	4,504	14	15
Ο		1258,92	0,001867	1	81,795	43	40
Σύνολο					156,23		

Σύνολο θερμικών κερδών από συναγωγή (ΙΣΟΓΕΙΟ+ΟΡΟΦΟΣ): **807,42 BTU/h**

ΙΣΟΓΕΙΟ

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
Π(ΜΘΧ)	B	38	8,608	0,5	0,85	139,019
Π(ΜΘΧ)	A	216	8,608	0,5	0,17	158,043
Π	Δ	216	33,141	0,5	0,82	2.934,949
Π	Δ	216	37,875	0,5	0,82	3.354,228
Π	N	109	19,583	0,5	0,35	373,549
Π	N	109	33,141	0,5	0,35	632,161
Π	N	109	10,76	0,5	0,35	205,247
Θ	N	109	21,305	0,5	0,35	406,389
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
Θ	A	216	23,672	0,5	0,17	434,618
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
ΣΥΝΟΛΟ						10.455,9

ΟΡΟΦΟΣ

Ηλιακά						
Δ. Στοιχείο	Προσ/ισμός	SHGF	Τελ. Επιφάνεια	SC	CLF	Q
Π(ΜΘΧ)	B	38	8,608	0,5	0,85	139,019
Π(ΜΘΧ)	A	216	8,608	0,5	0,17	158,043
Π	Δ	216	33,141	0,5	0,82	2.934,949
Π	Δ	216	37,875	0,5	0,82	3.354,228
Π	N	109	19,583	0,5	0,35	373,549
Π	N	109	33,141	0,5	0,35	632,161
Π	N	109	10,76	0,5	0,35	205,247
Θ	N	109	21,305	0,5	0,35	406,389
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	N	109	11,190	0,5	0,35	213,457
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
Θ	A	216	23,672	0,5	0,17	434,618
Π	A	216	37,875	0,5	0,17	695,389
ΣΥΝΟΛΟ						10.455,9

Σύνολο κερδών ακτινοβολίας: **20.911,8 BTU/h**

Σύνολο ψυχτικών κερδών:

$Q_{ολ} = Q_{συν} + Q_{ακτ} = 807,42 + 20.911,8 = 21.719,22 \text{ BTU/h}$

Οπότε $Q_{ολ} = 21.719,22 \text{ [BTU/h]} / 3,41 = 6.369,27 \text{ Watt}$

	Θερμικές απώλειες	Θερμικά κέρδη	Συνολικές απώλειες
Εξεταζόμενο κτίριο	29.816,81 Watt	6.629,29 Watt	36.446,10 Watt
Κτίριο αναφοράς	11.413,37 Watt	6.291,72 Watt	17.705,09 Watt
Σενάριο	11.612,35 Watt	6.369,27 Watt	17.981,62 Watt

Πίνακας 7.1: Συνολικές απώλειες κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις

- Ποσοστό μείωσης απωλειών = $\frac{36.446,1 W - 17.981,62 W}{36.446,1 W} = 0,506 = 50,6 \%$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις στον κτιριακό τομέα του κτιρίου (θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, μόνωση δώματος και αλλαγή κουφωμάτων) έχουμε μείωση των συνολικών απωλειών κατά 50,6 %.

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

7.1 ΣΕΝΑΡΙΟ 1 (ΜΕ ΛΕΒΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ)

Για να υπολογίσουμε την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου πρέπει να λάβουμε υπόψιν και τα μηχανολογικά του κτιρίου (θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ). Για την υλοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα TEE KENAK. Αφού εισάγαμε όλα τα στοιχεία για το εξεταζόμενο κτίριο διαπιστώσαμε ότι ανήκει πριν τις παρεμβάσεις στην **Ε ενεργειακή κατηγορία** όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 7.12.

Έπειτα προσθέσαμε στο πρόγραμμα ένα σενάριο με τις παρεμβάσεις που επιλέξαμε να πραγματοποιήσουμε (θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, μόνωση δώματος, αλλαγή κουφωμάτων, ηλιακός συλλέκτης) και τότε το εξεταζόμενο κτίριο θα ανήκει στην **Γ ενεργειακή κατηγορία** όπως φαίνεται στην εικόνα 7.12.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXOS\xml\1.xml] - [Κτίριο]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανεκμιστήρες

Περιγραφή: Υπόκτιον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 234 Συνολικός όγκος (m³): 772.2

Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): 234 Ωφέλιμος όγκος (m³): 772.2

Ψυκόμενη επιφάνεια (m²): 117 Ψυκόμενος όγκος (m³): 386.1

Αριθμός ορόφων: 2 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3.3 Ύψος ισογείου (m): 3.3

Έκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZHX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
► Πετρέλαιο θέρμανσης	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	lt	00/00/00 - 01/01/10
► Ηλεκτρική	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	kWh	00/00/00 - 01/01/10
* <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

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

Εικόνα 7.1: Εισαγωγή δεδομένων για το κτίριο

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXOS\xml\1.xml] - [Ζώνη]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 234 Μέση κατανάλωση ZHX (m³/έτος): 109.52 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZHX

Ανηγμένη θερμοαγωγιμότητα (kL/m²K): 280

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

Δεισδυση αέρα

Δεισδυση αέρα από κορυφωμα (m³/h): 149

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 2

Υβριδικό σύστημα θροσασμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 7.2: Εισαγωγή δεδομένων για το κτίριο

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXOZ\unit1.xml] - [Κέλυρος ζώνης]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διακριτικών επιφανειών: 0 Ποθητικά ηλικιά

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 _{fn,h} (°)	F _{fn,c} (°)
1	Ταίχος	1-T1 Εξωτερικός Ταίχος	243	90	10.40	1.64	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	0.986	0.924
2	Πυλωτή	Δάπεδο Πυλωτής	0	180	117.00	2.750	0.65	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	Οροφή	Συμβατικού τύπου Δάπεδο	0	0	117.00	2.19	0.90	0.80	1.000	0.900	1.000	0.900	1.000	0.610
4	Ταίχος	1-T2 Εξωτερικός Ταίχος	153	90	3.30	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	0.347	0.317	0.900	0.710
5	Ταίχος	1-T3 Εξωτερικός Ταίχος	243	90	9.02	1.330	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	1.000	1.000
6	Ταίχος	1-T4 Εξωτερικός Ταίχος	333	90	19.63	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	Ταίχος	1-T5 ΜΒΚ	63	90	3.30	1.260	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	Ταίχος	1-T6 ΜΒΚ	333	90	3.16	1.220	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	Ταίχος	1-T7 ΜΒΚ	243	90	2.50	1.200	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Ταίχος	1-T8 Εξωτερικός Ταίχος	333	90	19.63	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
11	Ταίχος	1-T9 Εξωτερικός Ταίχος	63	90	8.63	1.340	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	0.826	0.757
12	Ταίχος	1-T10 Εξωτερικός Ταίχος	333	90	8.91	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	0.811	0.667
13	Ταίχος	1-T11 Εξωτερικός Ταίχος	63	90	11.83	1.350	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	1.000	1.000
14	Ταίχος	1-T12 Εξωτερικός Ταίχος	153	90	39.91	1.370	0.60	0.80	1.000	1.000	0.802	0.712	1.000	1.000
15	Ταίχος	2-T1 Εξωτερικός Ταίχος	243	90	10.40	1.64	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	0.986	0.924

Εικόνα 7.3: Εισαγωγή δεδομένων για τις αδιαφανείς επιφάνειες

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXOZ\unit1.xml] - [Κέλυρος ζώνης]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διακριτικών επιφανειών: 0 Ποθητικά ηλικιά

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 _{fn,h} (°)	F _{fn,c} (°)
14	Ταίχος	1-T12 Εξωτερικός Ταίχος	153	90	39.91	1.370	0.60	0.80	1.000	1.000	0.802	0.712	1.000	1.000
15	Ταίχος	2-T1 Εξωτερικός Ταίχος	243	90	10.40	1.64	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	0.986	0.924
16	Ταίχος	2-T2 Εξωτερικός Ταίχος	153	90	3.30	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	0.347	0.317	0.900	0.710
17	Ταίχος	2-T3 Εξωτερικός Ταίχος	243	90	9.02	1.330	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	1.000	1.000
18	Ταίχος	2-T4 Εξωτερικός Ταίχος	333	90	19.63	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
19	Ταίχος	2-T5 ΜΒΚ	63	90	3.30	1.260	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	Ταίχος	2-T6 ΜΒΚ	333	90	3.16	1.220	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	Ταίχος	2-T7 ΜΒΚ	243	90	2.50	1.200	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	Ταίχος	2-T8 Εξωτερικός Ταίχος	333	90	19.63	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23	Ταίχος	2-T9 Εξωτερικός Ταίχος	63	90	8.63	1.340	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	0.826	0.757
24	Ταίχος	2-T10 Εξωτερικός Ταίχος	333	90	8.91	1.420	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	0.811	0.667
25	Ταίχος	2-T11 Εξωτερικός Ταίχος	63	90	11.83	1.350	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	1.000	1.000
26	Ταίχος	2-T12 Εξωτερικός Ταίχος	153	90	39.91	1.370	0.60	0.80	1.000	1.000	0.802	0.712	1.000	1.000
* 27														

Εικόνα 7.4: Εισαγωγή δεδομένων για τις αδιαφανείς επιφάνειες

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXO2\unit\unit1] - [Κλιμακός ζώνης]

Μέληση Έκθεση Αποτέλεσμα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε το δομικό στοιχείο της ζώνης: Αρχικός εσωτερικός διαχωριστικός επιφανειακός: Πάθημα/είσοδος

Διαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το εξωτερικό: Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (kg)	β (kg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανάγματος*	U (W/m ²)	g _g (h)	F _{hor,h} (h)	F _{hor,c} (h)	F _{sw,h} (h)	F _{sw,c} (h)	F _{sh,h} (h)	F _{sh,c} (h)
1	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα διφυλή	243	90	3,52	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,47	0,54	1,000	1,000	0,347	0,317	0,386	0,524
2	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα εβιταρική	243	90	2,20	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	7	0,55	1,000	1,000	0,512	0,422	0,386	0,524
3	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα διφυλή	243	90	3,52	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,47	0,55	1,000	1,000	0,512	0,422	1,000	1,000
4	Ανοχύριση κοίτημα	Παράθυρο σε ΜΒΚ	333	90	0,80	Ανάγμα σε ΜΒΚ	4,5	0,55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Ανοχύριση κοίτημα	Παράθυρο σε ΜΒΚ	243	90	0,80	Ανάγμα σε ΜΒΚ	4,5	0,55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα διφυλή	63	90	3,08	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,46	0,55	1,000	1,000	0,675	0,685	0,026	0,751
7	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα διφυλή	63	90	3,52	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,47	0,55	1,000	1,000	0,675	0,685	1,000	1,000
8	Ανοχύριση κοίτημα	Παράθυρο θραύση	153	90	1,82	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,49	0,55	1,000	1,000	0,427	0,367	1,000	1,000
9	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα διφυλή	153	90	3,08	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,46	0,55	1,000	1,000	0,715	0,625	1,000	1,000
10	Ανοχύριση κοίτημα	Παράθυρο μονόφυλλο	153	90	1,00	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,49	0,55	1,000	1,000	0,497	0,407	1,000	1,000
11	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα εβιταρική	153	90	1,98	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	7	0,55	1,000	1,000	0,715	0,625	1,000	1,000
12	Ανοχύριση κοίτημα	Παράθυρο θραύση	153	90	1,04	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,48	0,55	1,000	1,000	0,585	0,495	1,000	1,000
13	Ανοχύριση κοίτημα	Παράθυρο Επέκταση	153	90	1,04	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,48	0,55	1,000	1,000	0,585	0,495	1,000	1,000
14	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα διφυλή	243	90	3,52	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	4,47	0,55	1,000	1,000	0,347	0,317	0,386	0,524
15	Ανοχύριση κοίτημα	Πόρτα εβιταρική	243	90	2,20	Εξωτερικό διάγραμμα Αλαμινίου	7	0,55	1,000	1,000	0,512	0,422	0,386	0,524

Εικόνα 7.5: Εισαγωγή δεδομένων για τις διαφανείς επιφάνειες

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXO2\unit1-BEAT\unit1] - [Συστήματα ζώνης]

Μέληση Έκθεση Αποτέλεσμα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

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

Θέρμανση Ψύξη Ζηκ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Ε. Αν. (*)	COP (h)	Jan (h)	Feb (h)	Mar (h)	Apr (h)	May (h)	Jun (h)	Jul (h)	Aug (h)	Sep (h)	Oct (h)	Nov (h)	Dec (h)
1	Κεθίρας	Πετρέλαιο	30	0,80	1,000	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διαγωγής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Ε. Αν. (*)	Μόνωση
1	Δίκτυο διαγωγής θερμότητας	24	Εσωτερική ή έξω και 20% σε	0,955	<input type="checkbox"/>
2	Απορροφείς				<input type="checkbox"/>

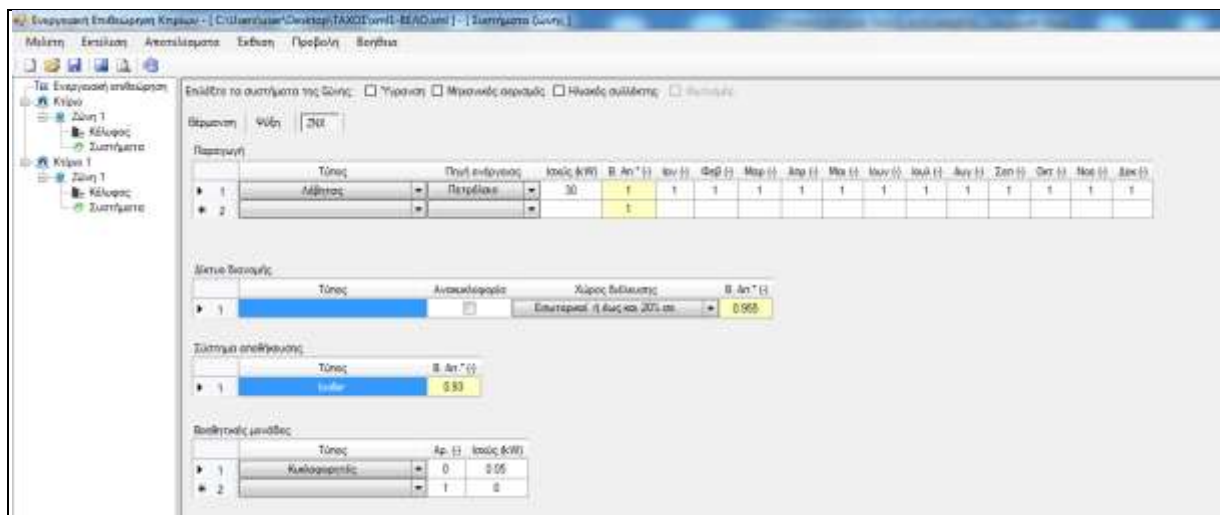
Τεμαχικές μονάδες

	Τύπος	Ε. Αν. (*)
1	Θερμαντική Στάση	0,94

Βοηθητικές μονάδες

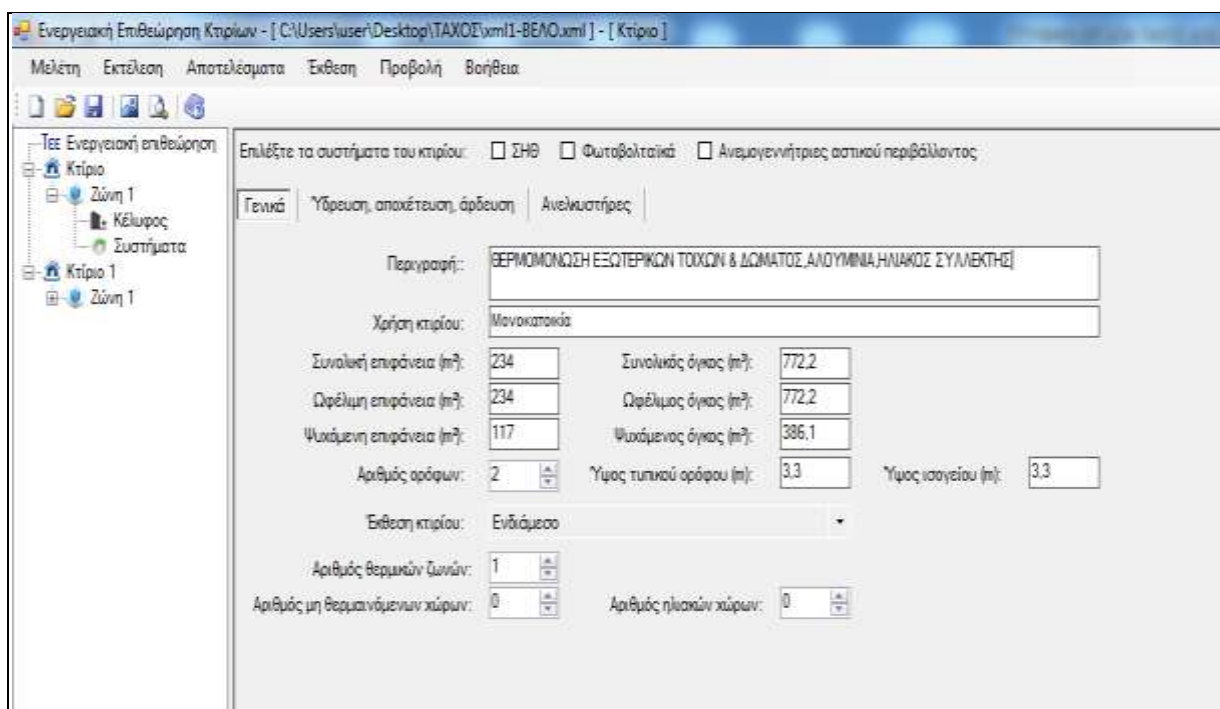
	Τύπος	Αρ. (*)	Ισχύς (kW)
1	Κλιμακομηχανία	1	0,08
* 2		1	0

Εικόνα 7.6: Εισαγωγή δεδομένων για την θέρμανση



Εικόνα 7.7: Εισαγωγή δεδομένων για το ζεστό νερό χρήσης

Στο σημείο αυτό, αντικαταστήσαμε τα κουφώματα, τοποθετήσαμε θερμομόνωση στους εξωτερικούς τοίχους, μόνωση στο δώμα και ηλιακό θερμοσίφωνα, αφήνοντας τον λέβητα πετρελαίου, τότε το εξεταζόμενο κτίριο θα ανήκει στην **Γ ενεργειακή κατηγορία** όπως φαίνεται στην εικόνα 7.12.



Εικόνα 7.8: Πρόταση παρεμβάσεων-Σενάριο 1 (Με λέβητα πετρελαίου)

Εισαγωγή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXO\env\1-BEN\env\1 - [Κόλιος (ζώνες)]

Μέληξη Εισαγωγή Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε το δομικό στοιχείο της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικό ηλιακό

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U' (W/m ² K)	α' (°)	α'' (°)	F _{hor,h} (°)	F _{hor,c} (°)	F _{sk,h} (°)	F _{sk,c} (°)	F _{th,h} (°)	F _{th,c} (°)	Κόστος (€/m ²)
1	Τόικος	1-T1 Εξωτερικός Τόικος	243	90	10.40	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	0.986	0.924	35
2	Πυλωτή	Δάπεδο Πυλωτής	0	180	117.00	2.75	0.65	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
3	Οροφή	Συμβατικού τύπου Δάπεδο	0	0	117.00	0.39	0.90	0.80	1.000	0.900	1.000	0.900	1.000	0.910	40
4	Τόικος	1-T2 Εξωτερικός Τόικος	153	90	3.30	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.347	0.317	0.900	0.710	35
5	Τόικος	1-T3 Εξωτερικός Τόικος	243	90	9.02	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	1.000	1.000	35
6	Τόικος	1-T4 Εξωτερικός Τόικος	333	90	19.63	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	35
7	Τόικος	1-T5 ΜΕΚ	63	90	3.30	1.260	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
8	Τόικος	1-T6 ΜΕΚ	333	90	3.16	1.220	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
9	Τόικος	1-T7 ΜΕΚ	243	90	2.50	1.200	0.60	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
10	Τόικος	1-T8 Εξωτερικός Τόικος	333	90	19.63	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	35
11	Τόικος	1-T9 Εξωτερικός Τόικος	63	90	8.63	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	0.826	0.757	35
12	Τόικος	1-T10 Εξωτερικός Τόικος	333	90	8.91	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	0.811	0.667	35
13	Τόικος	1-T11 Εξωτερικός Τόικος	63	90	11.83	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.752	0.752	1.000	1.000	35
14	Τόικος	1-T12 Εξωτερικός Τόικος	153	90	39.91	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.802	0.712	1.000	1.000	35
15	Τόικος	2-T1 Εξωτερικός Τόικος	243	90	10.40	0.44	0.60	0.80	1.000	1.000	0.640	0.520	0.986	0.924	35

Εικόνα 7.9: Εισαγωγή δεδομένων για αδιαφανή στοιχεία

Εισαγωγή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXO\env\1-BEN\env\1 - [Κόλιος (ζώνες)]

Μέληξη Εισαγωγή Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

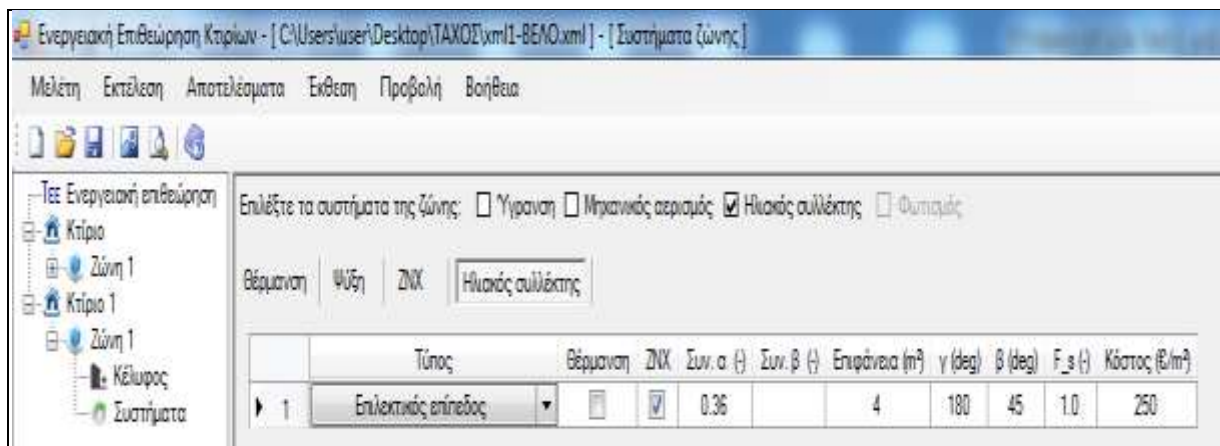
Επιλέξτε το δομικό στοιχείο της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικό ηλιακό

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

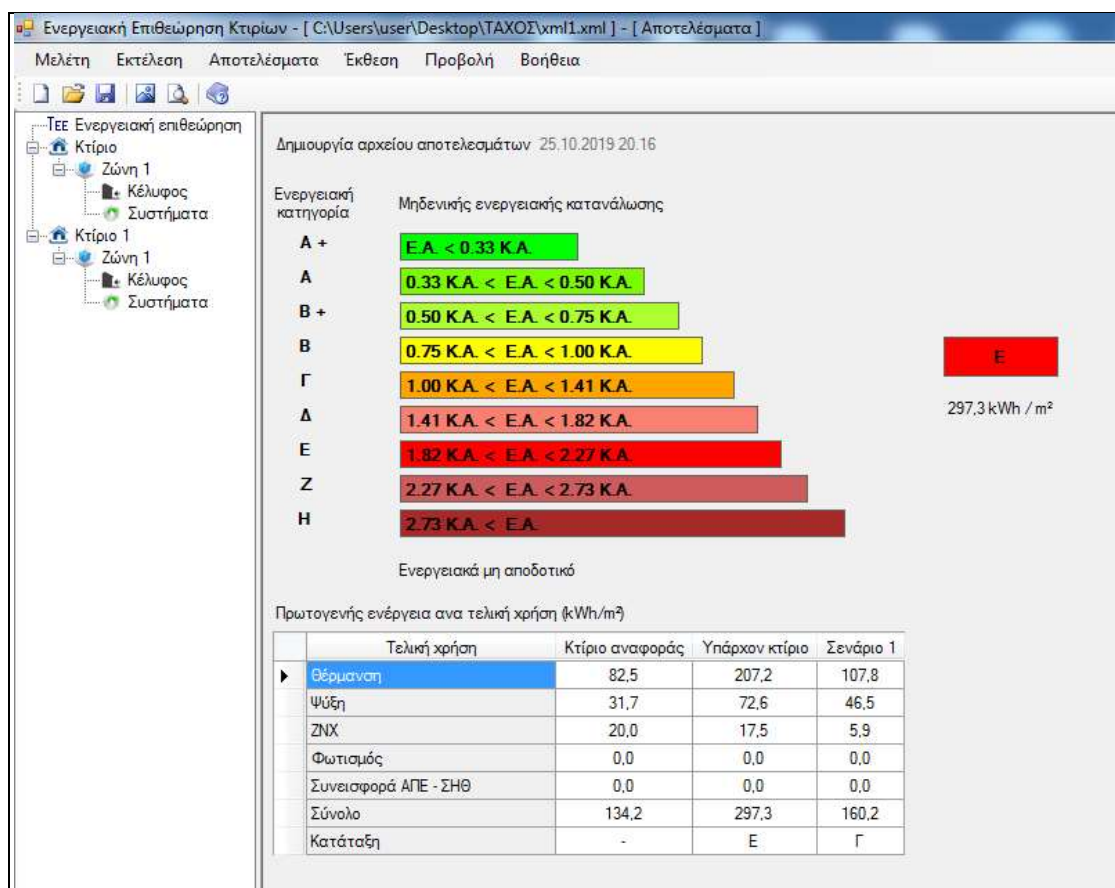
Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος υαλομαζας'	U' (W/m ² K)	$g_{g,h}$ (°)	F _{hor,h} (°)	F _{hor,c} (°)	F _{sk,h} (°)	F _{sk,c} (°)	F _{th,h} (°)	F _{th,c} (°)	Κόστος (€/m ²)
1	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θρύλιτο	243	90	3.52	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.76	0.55	1.000	1.000	0.947	0.917	0.986	0.924	300
2	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	243	90	2.30	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.55	0.55	1.000	1.000	0.912	0.422	0.986	0.924	300
3	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	243	90	3.52	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.76	0.55	1.000	1.000	0.912	0.422	1.000	1.000	300
4	Ανεγόμενα κούφωμα	Παράθυρο σε ΜΕΚ	333	90	0.80	Άνεμο σε ΜΕΚ	2.8	0.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	500
5	Ανεγόμενα κούφωμα	Παράθυρο σε ΜΕΚ	243	90	0.80	Άνεμο σε ΜΕΚ	2.8	0.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	500
6	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	63	90	3.08	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.77	0.55	1.000	1.000	0.675	0.665	0.926	0.757	300
7	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	63	90	3.52	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.76	0.55	1.000	1.000	0.675	0.665	1.000	1.000	300
8	Ανεγόμενα κούφωμα	Παράθυρο θύρα	153	90	1.82	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.78	0.55	1.000	1.000	0.427	0.367	1.000	1.000	500
9	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	153	90	3.08	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.77	0.55	1.000	1.000	0.715	0.605	1.000	1.000	300
10	Ανεγόμενα κούφωμα	Παράθυρο μονόθυλο	153	90	1.00	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.79	0.55	1.000	1.000	0.497	0.497	1.000	1.000	500
11	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	153	90	1.98	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.56	0.55	1.000	1.000	0.715	0.605	1.000	1.000	300
12	Ανεγόμενα κούφωμα	Παράθυρο θύρα	153	90	1.04	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.78	0.55	1.000	1.000	0.565	0.465	1.000	1.000	500
13	Ανεγόμενα κούφωμα	Παράθυρο θύρα	153	90	1.04	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.78	0.55	1.000	1.000	0.565	0.465	1.000	1.000	500
14	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	243	90	3.52	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.76	0.55	1.000	1.000	0.947	0.917	0.986	0.924	300
15	Ανεγόμενα κούφωμα	Τόικος θύρα	243	90	2.30	Εξωτερικό όνομα: Κουφώμα	2.55	0.55	1.000	1.000	0.912	0.422	0.986	0.924	300

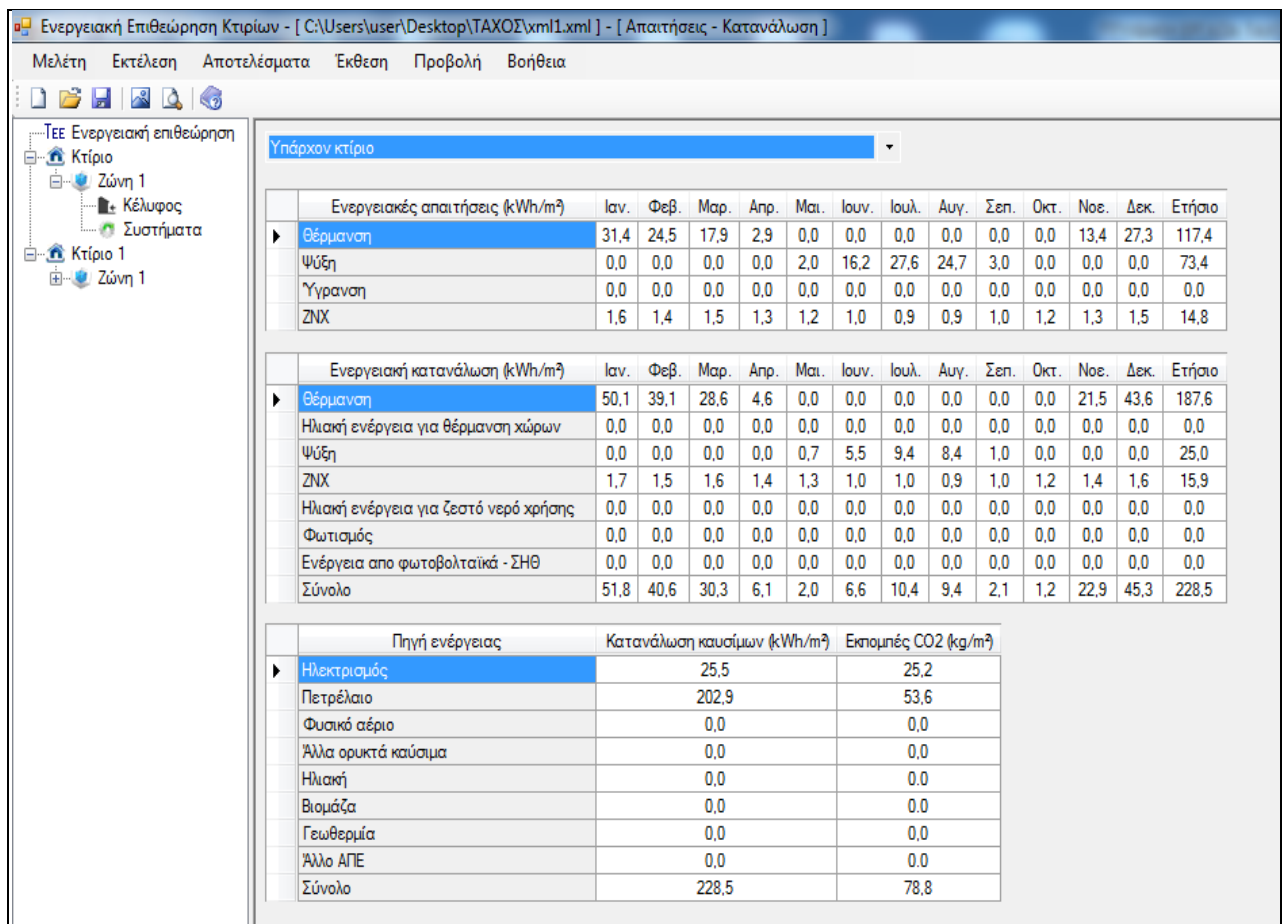
Εικόνα 7.10: Εισαγωγή δεδομένων για κουφώματα αλουμινίου



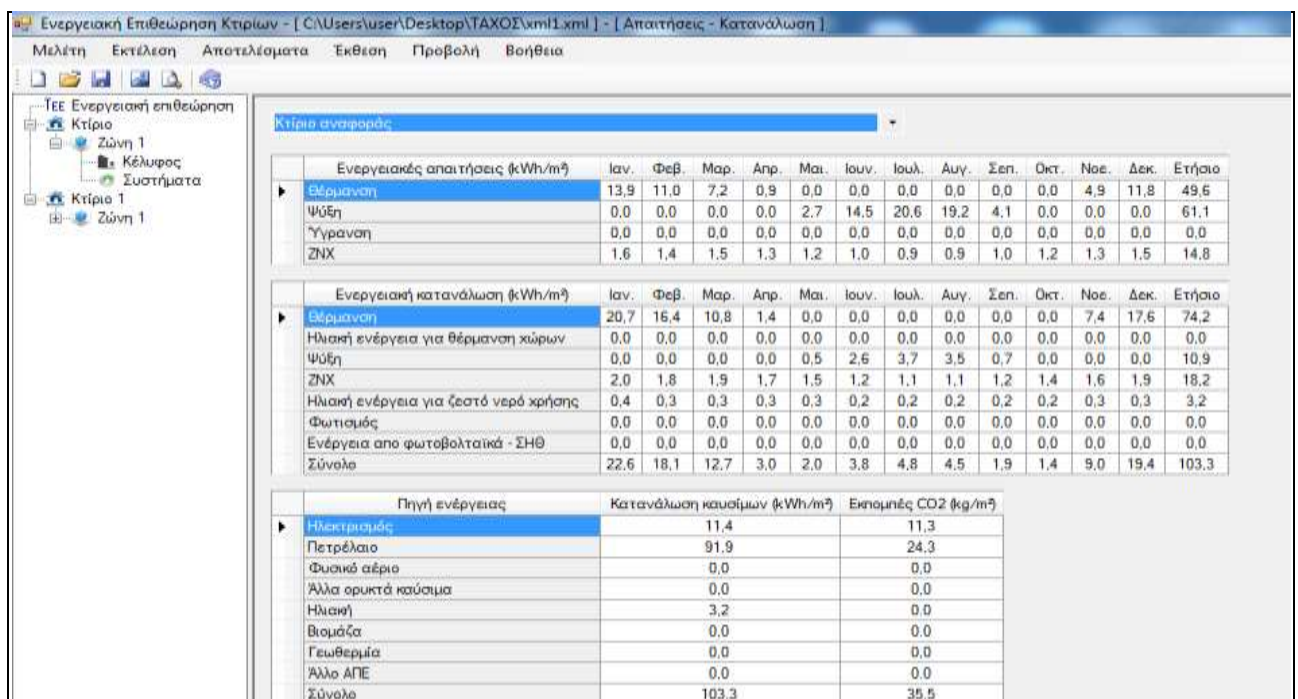
Εικόνα 7.11: Εισαγωγή δεδομένων για ηλιακό θερμοσίφωνα



Εικόνα 7.12: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου (με λέβητα πετρελαίου)



Εικόνα 7.13: Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις για το υπάρχον κτίριο



Εικόνα 7.14: Αποτελέσματα - Απαιτήσεις - Καταναλώσεις για το κτίριο αναφοράς

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\TAXOS\env\1.xml] - [Απαιτήσεις - Κατανάλωση]

Μελέτη Επέλεξη Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τετ. Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

Ζώνη 1

Κλίμα

Κτίριο 1

Συστήματα

Ζώνη 1

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσια
Θέρμανση	16,7	13,4	9,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	14,3	60,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	10,6	17,2	15,8	2,3	0,0	0,0	0,0	47,0
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
ΖΝΧ	1,6	1,4	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	14,8

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσια
Θέρμανση	26,8	21,4	14,4	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	22,9	97,2
Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση κτιρίων	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	0,4	3,6	5,9	5,4	0,8	0,0	0,0	0,0	16,0
ΖΝΧ	1,0	0,8	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	1,0	5,4
Ηλεκτρική ενέργεια για δευτερεύουσα χρήση	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	11,0
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 από 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	27,8	22,2	15,2	2,4	0,6	3,6	5,9	5,4	0,8	0,3	10,5	23,9	118,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO2 (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	16,5	16,3
Πετρέλαιο	102,1	27,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	118,6	43,3

Εικόνα 7.15: Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις για το κτίριο 1ου σεναρίου

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	13,9	0,0	1,6	0,0
ΦΕΒ	11,0	0,0	1,4	0,0
ΜΑΡ	7,2	0,0	1,5	0,0
ΑΠΡ	0,9	0,0	1,3	0,0
ΜΑΙ	0,0	2,7	1,2	0,0
ΙΟΥΝ	0,0	14,5	1,0	0,0
ΙΟΥΛ	0,0	20,6	0,9	0,0
ΑΥΓ	0,0	19,2	0,9	0,0
ΣΕΠ	0,0	4,1	1,0	0,0
ΟΚΤ	0,0	0,0	1,2	0,0
ΝΟΕ	4,9	0,0	1,3	0,0
ΔΕΚ	11,8	0,0	1,5	0,0
ΕΥΝ	49,6	61,1	14,8	0,0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	22,9	0,0	2,2	0,0
ΦΕΒ	18,1	0,0	1,9	0,0
ΜΑΡ	12,1	0,0	2,1	0,0
ΑΠΡ	1,6	0,0	1,8	0,0
ΜΑΙ	0,0	1,4	1,6	0,0
ΙΟΥΝ	0,0	7,5	1,3	0,0
ΙΟΥΛ	0,0	10,7	1,2	0,0
ΑΥΓ	0,0	10,0	1,2	0,0
ΣΕΠ	0,0	2,1	1,3	0,0
ΟΚΤ	0,0	0,0	1,6	0,0
ΝΟΕ	8,3	0,0	1,8	0,0
ΔΕΚ	19,5	0,0	2,0	0,0
ΕΥΝ	82,5	31,7	20,0	0,0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	20,7	0,0	2,0	0,0
ΦΕΒ	16,4	0,0	1,8	0,0
ΜΑΡ	10,8	0,0	1,9	0,0
ΑΠΡ	1,4	0,0	1,7	0,0
ΜΑΙ	0,0	0,5	1,5	0,0
ΙΟΥΝ	0,0	2,6	1,2	0,0
ΙΟΥΛ	0,0	3,7	1,1	0,0
ΑΥΓ	0,0	3,5	1,1	0,0
ΣΕΠ	0,0	0,7	1,2	0,0
ΟΚΤ	0,0	0,0	1,4	0,0
ΝΟΕ	7,4	0,0	1,6	0,0
ΔΕΚ	17,6	0,0	1,9	0,0
ΕΥΝ	74,2	10,9	18,2	0,0

Εικόνα 7.16: Ενεργειακές απαιτήσεις- Πρωτογενής ενέργεια- Καταναλώσεις κτιρίου αναφοράς

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	31.4	0.0	1.6	0.0
ΦΕΒ	24.5	0.0	1.4	0.0
ΜΑΡ	17.9	0.0	1.5	0.0
ΑΠΡ	2.9	0.0	1.3	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.0	1.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	16.2	1.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	27.6	0.9	0.0
ΑΥΓ	0.0	24.7	0.9	0.0
ΣΕΠ	0.0	3.0	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	13.4	0.0	1.3	0.0
ΔΕΚ	27.3	0.0	1.5	0.0
ΣΥΝ	117.4	73.4	14.8	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	55.3	0.0	1.9	0.0
ΦΕΒ	43.1	0.0	1.7	0.0
ΜΑΡ	31.7	0.0	1.8	0.0
ΑΠΡ	5.1	0.0	1.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.0	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	16.0	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	27.3	1.1	0.0
ΑΥΓ	0.0	24.4	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	3.0	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.4	0.0
ΝΟΕ	23.8	0.0	1.6	0.0
ΔΕΚ	48.2	0.0	1.8	0.0
ΣΥΝ	207.2	72.6	17.5	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	50.1	0.0	1.7	0.0
ΦΕΒ	39.1	0.0	1.5	0.0
ΜΑΡ	28.6	0.0	1.6	0.0
ΑΠΡ	4.6	0.0	1.4	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.5	1.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	9.4	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	8.4	0.9	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.0	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	21.5	0.0	1.4	0.0
ΔΕΚ	43.6	0.0	1.6	0.0
ΣΥΝ	187.6	25.0	15.9	0.0

Εικόνα 7.17: Ενεργειακές απαιτήσεις- Πρωτογενής ενέργεια- Καταναλώσεις για το υπάρχον κτίριο

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	16.7	0.0	1.6	0.0
ΦΕΒ	13.4	0.0	1.4	0.0
ΜΑΡ	9.0	0.0	1.5	0.0
ΑΠΡ	1.2	0.0	1.3	0.0
ΜΑΙ	0.0	1.2	1.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.6	1.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	17.2	0.9	0.0
ΑΥΓ	0.0	15.8	0.9	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.3	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	6.1	0.0	1.3	0.0
ΔΕΚ	14.3	0.0	1.5	0.0
ΣΥΝ	60.7	47.0	14.8	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ Γ
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	29.6	0.0	1.1	0.0
ΦΕΒ	23.7	0.0	0.9	0.0
ΜΑΡ	16.0	0.0	0.8	0.0
ΑΠΡ	2.2	0.0	0.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	1.2	0.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.5	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	17.0	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	15.6	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.3	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.4	0.0
ΝΟΕ	10.9	0.0	0.8	0.0
ΔΕΚ	25.3	0.0	1.1	0.0
ΣΥΝ	107.8	46.5	5.9	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	26.8	0.0	1.0	0.0
ΦΕΒ	21.4	0.0	0.8	0.0
ΜΑΡ	14.4	0.0	0.8	0.0
ΑΠΡ	1.9	0.0	0.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.4	0.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.6	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	5.9	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	5.4	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.8	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.3	0.0
ΝΟΕ	9.8	0.0	0.7	0.0
ΔΕΚ	22.9	0.0	1.0	0.0
ΣΥΝ	97.2	16.0	5.4	0.0

Εικόνα 7.18: Ενεργειακές απαιτήσεις- Πρωτογενής ενέργεια- Καταναλώσεις του κτιρίου για το σενάριο 1(με λέβητα πετρελαίου)

7.1.1 Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου μετά τις παρεμβάσεις:

Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **107,8 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 25.225,2 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψη ότι η τιμή του πετρελαίου είναι 1,00 €/λίτρο, ο βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι 0,80 και η θερμογόνος ισχύς του πετρελαίου είναι 11,90 kW. Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση = $\frac{25.225,2 \frac{kWh}{\acute{\epsilon}τος} * 1,00 \text{ €/λίτρο}}{0,8 * 11,90 \text{ kW}} = 2.649,7 \text{ €/έτος}$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις για το σενάριο 1 η θέρμανση του κτιρίου με τον λέβητα πετρελαίου θα κοστίσει **2.649,7 €** ανά έτος.

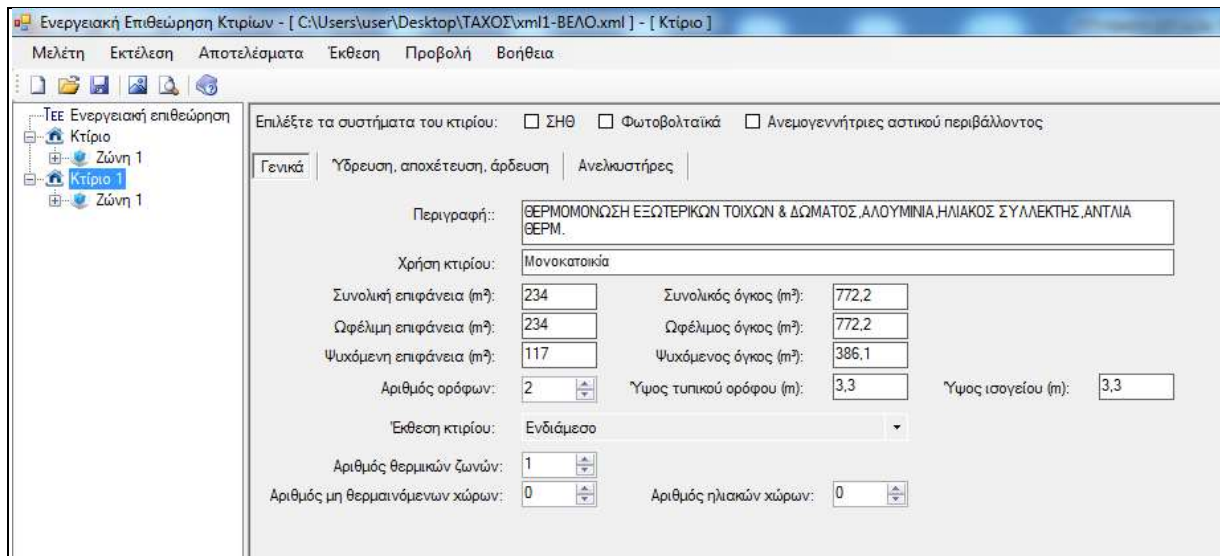
7.2 ΣΕΝΑΡΙΟ 2 (ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ)

Έπειτα προσθέσαμε στο σενάριο και μία ακόμα παρέμβαση η οποία είναι η αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας και τότε το εξεταζόμενο κτίριο θα ανήκει στην **B+ ενεργειακή κατηγορία** όπως φαίνεται στην εικόνα 7.21.

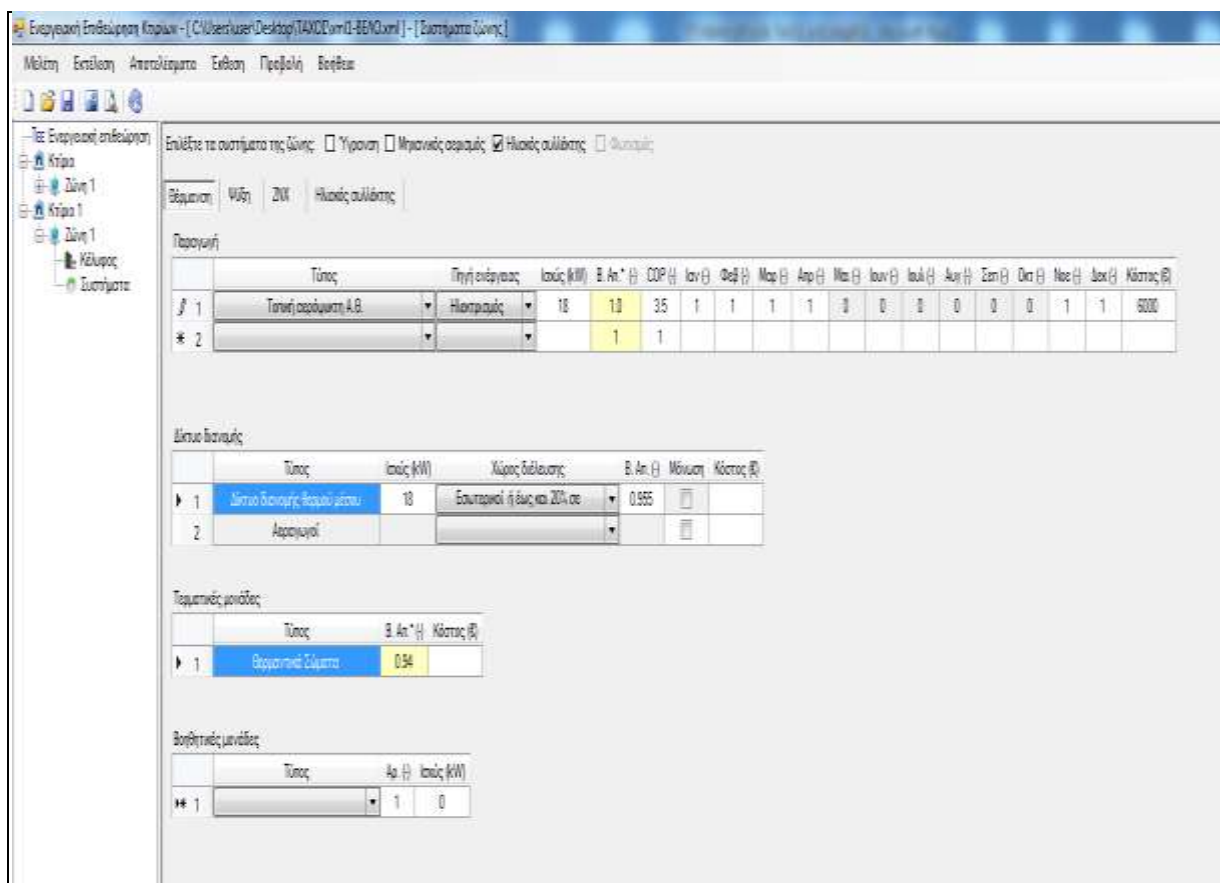
Η αντλία που θα εγκατασταθεί έχει τα εξής στοιχεία:

- Ισχύς = 18 KW
- COP= 5

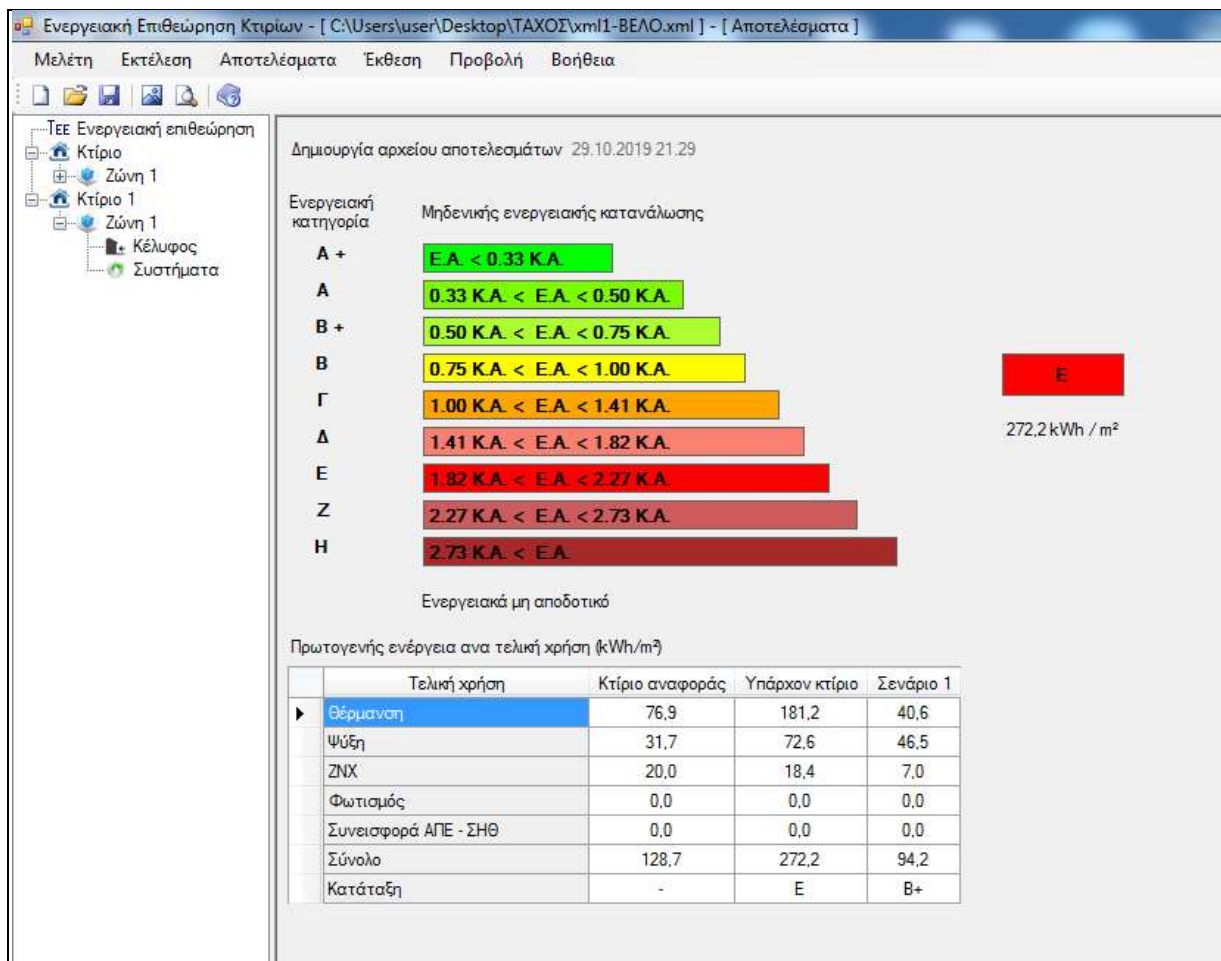
Επειδή στην κατοικία οι σωληνώσεις της θέρμανσης είναι παλιές και επειδή υπάρχουν θερμαντικά σώματα και όχι fan coils, στο TEE-KENAK βάλαμε COP = 3,5.



Εικόνα 7.19: Πρόταση παρεμβάσεων-Σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας)



Εικόνα 7.20: Εισαγωγή δεδομένων για την θέρμανση με αντλία θερμότητας



Εικόνα 7.21: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας)

Με την τοποθέτηση της αντλίας θερμότητας διαπιστώνουμε μία σημαντική μείωση της πρωτογενούς ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου. Παρακάτω θα υπολογιστεί η κατανάλωση της αντλίας θερμότητας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	16.7	0.0	1.6	0.0
ΦΕΒ	13.4	0.0	1.4	0.0
ΜΑΡ	9.0	0.0	1.5	0.0
ΑΠΡ	1.2	0.0	1.3	0.0
ΜΑΙ	0.0	1.2	1.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.6	1.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	17.2	0.9	0.0
ΑΥΓ	0.0	15.8	0.9	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.3	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	6.1	0.0	1.3	0.0
ΔΕΚ	14.3	0.0	1.5	0.0
ΕΥΝ	60.7	47.0	14.8	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ B+
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	11.1	0.0	1.3	0.0
ΦΕΒ	8.9	0.0	1.1	0.0
ΜΑΡ	6.1	0.0	1.0	0.0
ΑΠΡ	0.8	0.0	0.7	0.0
ΜΑΙ	0.0	1.2	0.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.5	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	17.0	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	15.6	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.3	0.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.5	0.0
ΝΟΕ	4.2	0.0	0.9	0.0
ΔΕΚ	9.5	0.0	1.3	0.0
ΕΥΝ	40.6	46.5	7.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ				
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	3.8	0.0	0.5	0.0
ΦΕΒ	3.1	0.0	0.4	0.0
ΜΑΡ	2.1	0.0	0.3	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	0.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.4	0.1	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.6	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	5.9	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	5.4	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.8	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.2	0.0
ΝΟΕ	1.4	0.0	0.3	0.0
ΔΕΚ	3.3	0.0	0.4	0.0
ΕΥΝ	14.0	16.0	2.4	0.0

Εικόνα 7.22: Ενεργειακές απαιτήσεις- Πρωτογενής ενέργεια- Καταναλώσεις του κτιρίου για το σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,7	13,4	9,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	14,3	60,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	10,6	17,2	15,8	2,3	0,0	0,0	0,0	47,0
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	1,6	1,4	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	14,8

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	3,8	3,1	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	3,3	14,0
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	0,4	3,6	5,9	5,4	0,8	0,0	0,0	0,0	16,0
ZNX	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4	2,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	11,0
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	4,3	3,4	2,4	0,5	0,5	3,6	5,9	5,4	0,8	0,2	1,8	3,7	32,5

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
Ηλεκτρισμός	32,5	32,1
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	32,5	32,1

Εικόνα 7.23: Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις για το κτίριο 2ου σεναρίου (Αντλία Θερμότητας)

7.2.1 Υπολογισμός κατανάλωσης αντλίας μετά τις παρεμβάσεις:

Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **40,6 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 9.500,4 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή μιας κιλοβατώρας είναι 0,18 € και COP αντλίας είναι 3,50 . Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση = $\frac{9.500,4 \frac{kWh}{έτος} * 0,18 €}{3,50} = 488,59 € / έτος$

Άρα το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος για την θέρμανση της κατοικίας με αντλία θερμότητας ανέρχεται στα **488,59 €**.

8. ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΕΡΓΟΥ

Είναι εύλογο να αναρωτηθεί κάποιος, πόσο θα στοίχιζαν όλες αυτές οι παρεμβάσεις; Θα ήταν άραγε συμφέρον να προχωρήσει κάποιος στις διαδικασίες; Υπάρχει κέρδος από τις παρεμβάσεις αυτές; Σε αυτό το κεφάλαιο θα υπολογίσουμε το κόστος και το χρόνο απόσβεσης του έργου. Επιλέξαμε να πραγματοποιήσουμε το σενάριο 2.

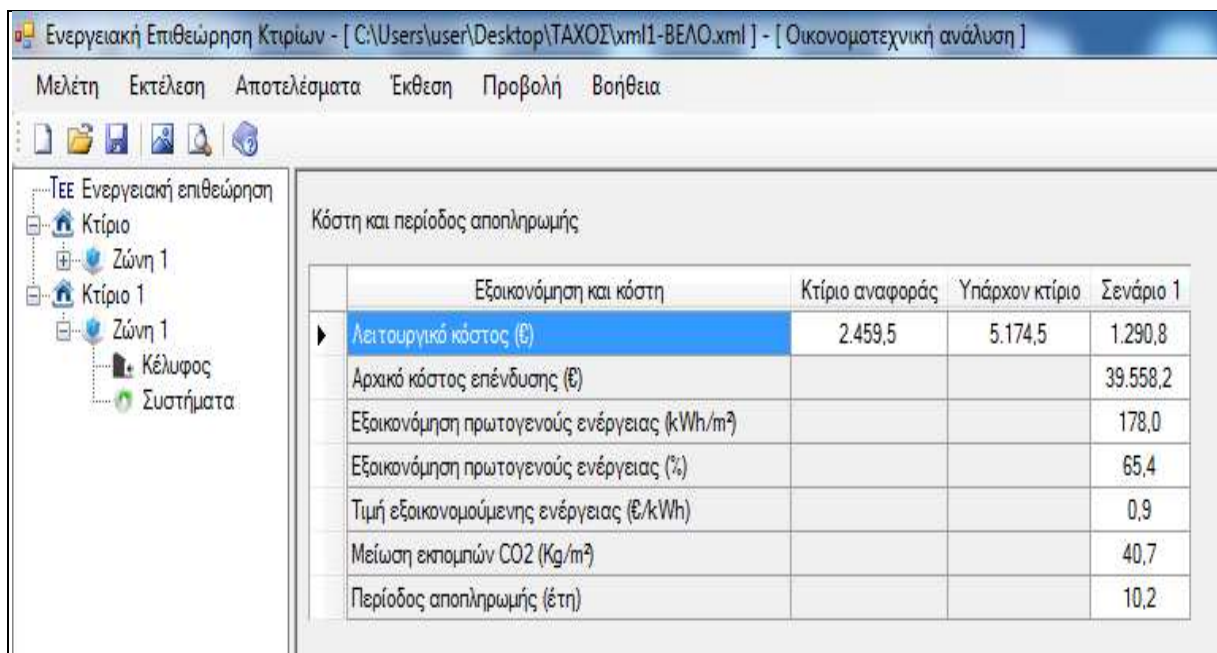
Το σενάριο που επιλέξαμε θα έχει αρχικό κόστος 39.558,2 € και η απόσβεσή του υπολογίζεται σε 10,2 έτη (Εικόνα 8.1).

Βλέπουμε επίσης πως μετά τις παρεμβάσεις θα έχουμε ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 65,4 %.

Με την βοήθεια του TEE-KENAK διαπιστώνουμε πως το ετήσιο λειτουργικό κόστος για το υπό εξέταση κτίριο είναι 5.174,5 € ενώ με το σενάριο 2 το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στα 1.290,8 €.

Οπότε διαπιστώνουμε πως έχουμε ένα ετήσιο όφελος της τάξεως των 3.883,7 € .

Επομένως συμπεραίνουμε ότι η συγκεκριμένη επένδυση είναι συμφέρουσα και για τον ιδιοκτήτη της κατοικίας και ως προς το περιβάλλον.



Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	2.459,5	5.174,5	1.290,8
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			39.558,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			178,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			65,4
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,9
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			40,7
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			10,2

Εικόνα 8.1: Κόστος και περίοδος αποπληρωμής έργου

9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΖΩΝΗ Α , ΖΩΝΗ Γ , ΖΩΝΗ Δ

Αντίστοιχα με την ίδια μεθοδολογία θα γίνουν οι υπολογισμοί για τις άλλες τρεις ζώνες.

9.1 ΖΩΝΗ Α: ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Για την Ζώνη Α η διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε $\Delta\theta=20-(+3)=17^{\circ}\text{C}$

Για το κτίριο αναφοράς από τον Πίνακα 1.2 ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων έχουν ως εξής:

- Οροφής=0,50 W/(m²*K)
- Υτοίχων=0,60 W/(m²*K)
- Υδαπέδου=1,20 W/(m²*K)

Υπολογισμός πάχους μόνωσης εξωτερικών τοίχων & δώματος:

Γνωρίζουμε ότι πριν τις παρεμβάσεις : $R_{μπ-τ} = d / \lambda = 0,4304 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Έπειτα, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο, θα προσδιορίσουμε το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος που πρέπει να έχουν οι πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα ($U_{στ} \leq 0,6 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$) σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για την κλιματική ζώνη Α)

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{\delta-π}) = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$0,6 = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$\mathbf{d = 0,044 \text{ m} = 4,4 \text{ cm}}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους $\mathbf{d = 0,04 \text{ m}}$. Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα αποκτήσει η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου , μετά την εγκατάσταση θερμομονωτικού υλικού πάχους $d= 0,04 \text{ m}$ υπολογίζεται ως εξής:

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,04	1,1111
Τελ. Πάχος (m)	=		0,28
d/λ	=		1,54
U	=		0,58

$$U = \frac{1}{0,14+1,54+0,04} = 1 / 1,72 = 0,58 \text{ W/m}^2\text{*K}$$

Κολώνα			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,04	1,1111
Τελ. Πάχος (m)	=		0,35
d/λ	=		3,407
U	=		0,28

$$U = \frac{1}{0,14+3,407+0,04} = 1 / 3,587 = 0,28 \text{ W/m}^2\text{*K}$$

Μόνωση ταράτσας-δώματος με πολυουρεθάνη Hyperdesmo:

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{δ-π}) = 1 / (0,245 + (d / 0,033) =>$$

$$0,50 = 1 / (0,245 + (d / 0,033) =>$$

$$d = 0,058 \text{ m} = 5,8 \text{ cm}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους **d = 0,06 m** . Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα έχει το δώμα του κτιρίου με την μόνωση υπολογίζεται ως εξής:

ΟΡΟΦΗ-ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΩΜΑ			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,18	0,2222
Μόνωση	0,028	0,06	2,14
Τελ. Πάχος (m)	=		0,26
d/λ	=		2,38
U	=		0,39

$$U = \frac{1}{0,10+2,38+0,04} = 1 / 2,52 = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

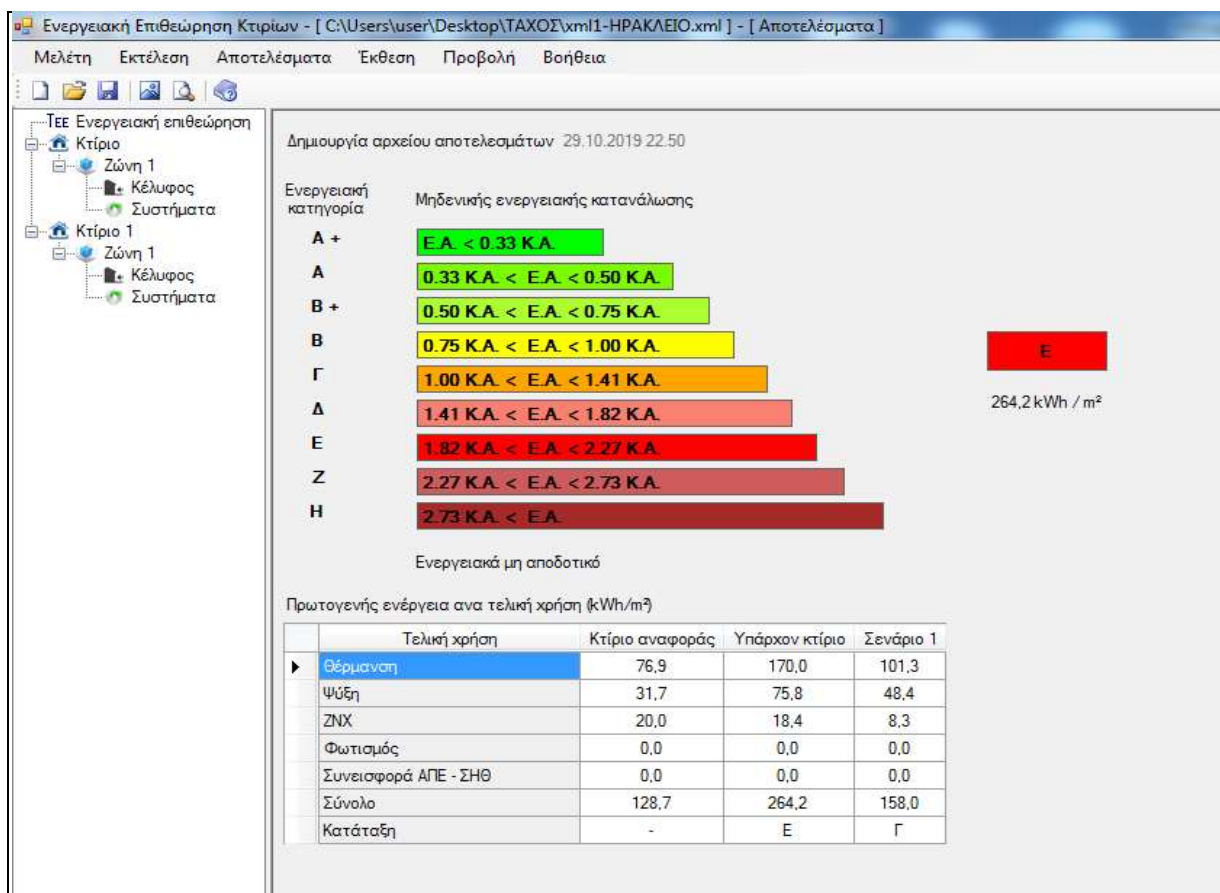
Οπότε ακολουθώντας τα ίδια βήματα με την Ζώνη Β έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

	Θερμικές απώλειες	Θερμικά κέρδη	Συνολικές απώλειες
Εξεταζόμενο κτίριο	27.345,5 Watt	6.559,17 Watt	33.904,67 Watt
Κτίριο αναφοράς	11.212,05 Watt	6.315,11 Watt	17.527,16 Watt
Σενάριο	11.368,93 Watt	6.367,01 Watt	17.735,94 Watt

Πίνακας 9.1 : Συνολικές απώλειες κτιρίου πριν & μετά τις παρεμβάσεις & κτιρίου αναφοράς για Ηράκλειο

- Ποσοστό μείωσης απωλειών = $\frac{33.904,67 W - 17.735,94 W}{33.904,67 W} = 0,477 = 47,7 \%$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις στον κτιριακό τομέα του κτιρίου (θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, μόνωση δώματος και αλλαγή κουφωμάτων) έχουμε μείωση των συνολικών απωλειών κατά 47,7 %.



Εικόνα 9.1: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 1 (με λέβητα πετρελαίου)

Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου μετά τις παρεμβάσεις:

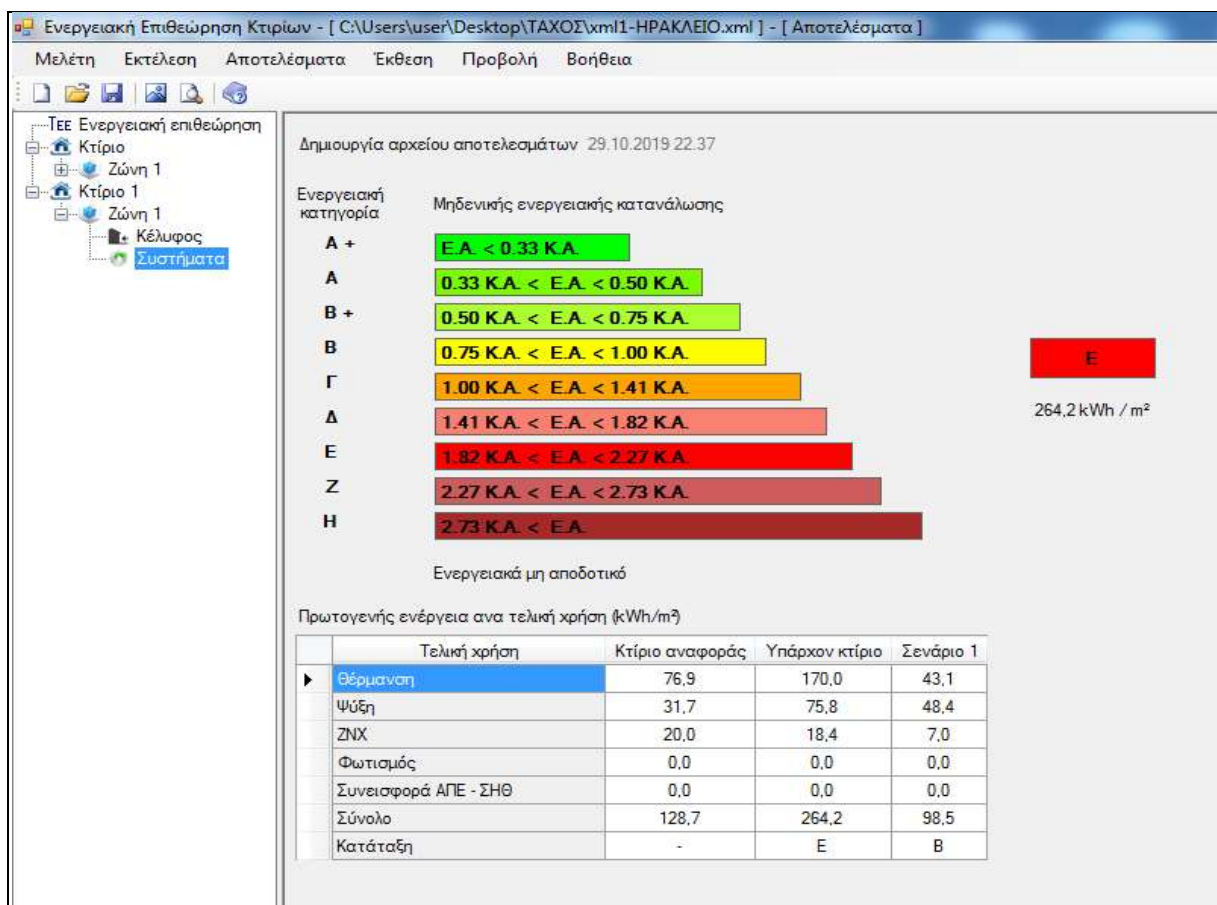
Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **101,3 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 23.704,2 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή του πετρελαίου είναι 1,00 €/λίτρο, ο βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι 0,80 και η θερμογόνος ισχύς του πετρελαίου είναι 11,90 kW. Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση = $\frac{23.704,2 \frac{kWh}{\acute{\epsilon}τος} * 1,00 \text{ €/λίτρο}}{0,8 * 11,90 \text{ kW}} = 2.489,94 \text{ €/έτος}$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις για το σενάριο 1 η θέρμανση του κτιρίου με τον λέβητα πετρελαίου θα κοστίσει **2.489,94 €** ανά έτος.



Εικόνα 9.2: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας)

Υπολογισμός κατανάλωσης αντλίας μετά τις παρεμβάσεις:

Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **43,1 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 10.085,4 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή μιας κιλοβατώρας είναι 0,18 € και COP αντλίας είναι 3,50 . Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση = $\frac{10.085,4 \frac{kWh}{\acute{\epsilon}τος} * 0,18 \text{ €}}{3,50} = 518,68 \text{ €/έτος}$

Άρα το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος για την θέρμανση της κατοικίας με αντλία θερμότητας ανέρχεται στα **518,68 €**.

Κόστος και απόσβεση έργου:

Το σενάριο 2 που επιλέξαμε θα έχει αρχικό κόστος 39.033,2 € και η απόσβεσή του υπολογίζεται σε 19,2 έτη (Εικόνα 9.3).

Βλέπουμε επίσης πως μετά τις παρεμβάσεις θα έχουμε ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 55,2 %.

Με την βοήθεια του TEE-KENAK διαπιστώνουμε πως το ετήσιο λειτουργικό κόστος για το υπό εξέταση κτίριο είναι 3.124,3 € ενώ με το σενάριο το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στα 1.087,8 €.

Οπότε διαπιστώνουμε πως έχουμε ένα ετήσιο όφελος της τάξεως των 2.036,5 € .

Επομένως συμπεραίνουμε ότι η συγκεκριμένη επένδυση είναι συμφέρουσα και για τον ιδιοκτήτη της κατοικίας και ως προς το περιβάλλον.

Εξοικονόμηση και κόστος		Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	1.682,0	3.124,3	1.087,8
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			39.033,2
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			93,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			55,2
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,8
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			21,1
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			19,2

Εικόνα 9.3: Κόστος και απόσβεση έργου

9.2 ΖΩΝΗ Γ: ΙΩΑΝΝΙΝΑ

Για την Ζώνη Γ η διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε $\Delta\Theta=20-(-6)=26^{\circ}\text{C}$

Για το κτίριο αναφοράς από τον Πίνακα 1.2 ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων έχουν ως εξής:

- Οροφής=0,40 W/(m²*K)
- Υτοίχων=0,45 W/(m²*K)
- Υδαπέδου=0,75 W/(m²*K)

Υπολογισμός πάχους μόνωσης εξωτερικών τοίχων & δώματος:

Γνωρίζουμε ότι πριν τις παρεμβάσεις : $R_{μπ-τ} = d / \lambda = 0,4304 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Έπειτα, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο, θα προσδιορίσουμε το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος που πρέπει να έχουν οι πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα ($U_{στ} \leq 0,45 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$) σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για την κλιματική ζώνη Γ)

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{\delta-π}) = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$0,45 = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$\mathbf{d = 0,065 \text{ m} = 6,5 \text{ cm}}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους $\mathbf{d = 0,07 \text{ m}}$. Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα αποκτήσει η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου , μετά την εγκατάσταση θερμομονωτικού υλικού πάχους $d= 0,07 \text{ m}$ υπολογίζεται ως εξής:

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,07	1,9444
Τελ. Πάχος (m)	=		0,31
d/λ	=		2,38
U	=		0,39

$$U = \frac{1}{0,14+2,38+0,04} = 1 / 2,56 = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Κολώνα			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,07	1,9444
Τελ. Πάχος (m)	=		0,38
d/λ	=		4,24
U	=		0,23

$$U = \frac{1}{0,14+4,24+0,04} = 1 / 4,42 = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Μόνωση ταράτσας-δώματος με πολυουρεθάνη Hyperdesmo:

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{δ-π}) = 1 / (0,245 + (d / 0,033)) =>$$

$$0,40 = 1 / (0,245 + (d / 0,033)) =>$$

$$d = 0,081 \text{ m} = 8,1 \text{ cm}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους $d = 0,08 \text{ m}$. Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα έχει το δώμα του κτιρίου με την μόνωση υπολογίζεται ως εξής:

ΟΡΟΦΗ-ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΩΜΑ			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,18	0,2222
Μόνωση	0,028	0,08	2,86
Τελ. Πάχος (m)	=		0,28
d/λ	=		3,1
U	=		0,31

$$U = \frac{1}{0,10+3,1+0,04} = 1 / 3,24 = 0,31 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

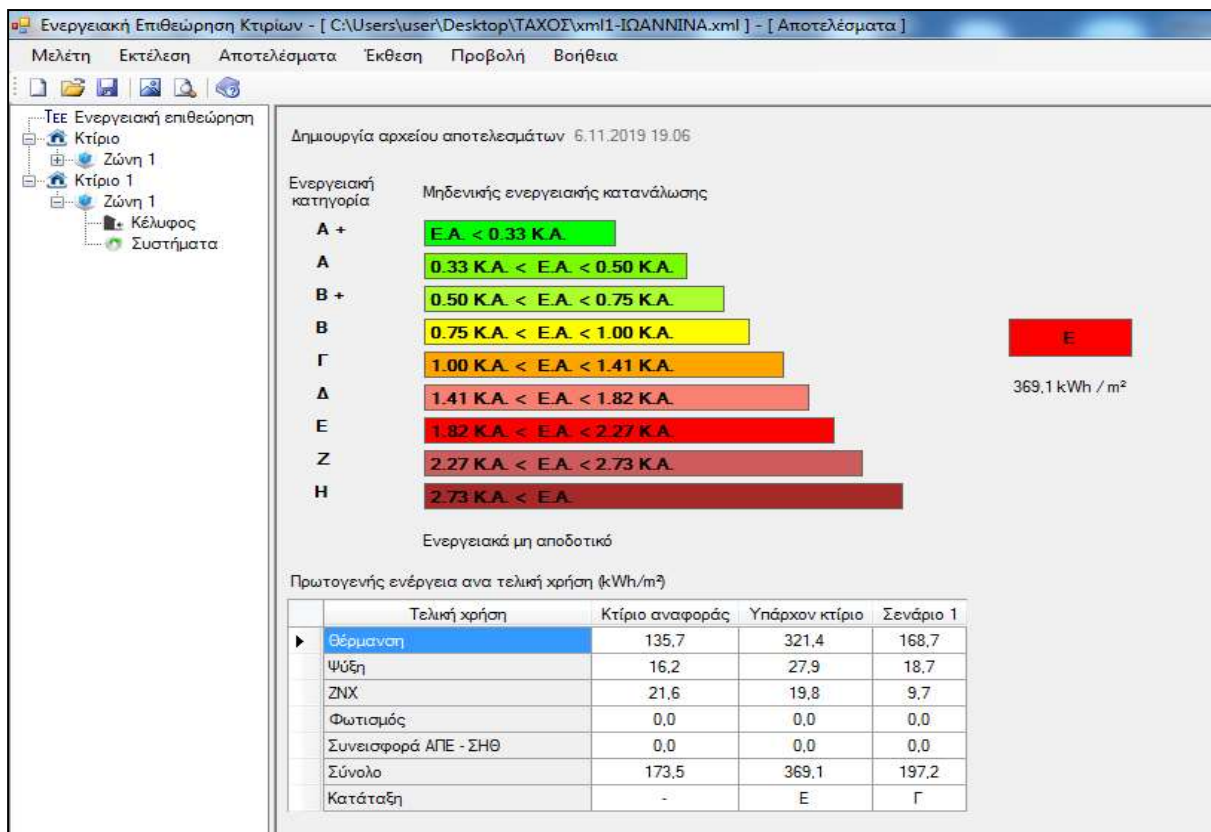
Οπότε ακολουθώντας τα ίδια βήματα με τις άλλες Ζώνες έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

	Θερμικές απώλειες	Θερμικά κέρδη	Συνολικές απώλειες
Εξεταζόμενο κτίριο	38.687,5 Watt	6.560,21 Watt	45.247,71 Watt
Κτίριο αναφοράς	13.891,04 Watt	5.765,13 Watt	19.656,17 Watt
Σενάριο	20.615,18 Watt	6.355,78 Watt	26.970,96 Watt

Πίνακας 9.2 : Συνολικές απώλειες κτιρίου πριν & μετά τις παρεμβάσεις & κτιρίου αναφοράς για Ιωάννινα

- Ποσοστό μείωσης απωλειών = $\frac{45.247,71 \text{ W} - 26.970,96 \text{ W}}{45.247,71 \text{ W}} = 0,404 = 40,4 \%$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις στον κτιριακό τομέα του κτιρίου (θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, μόνωση δώματος και αλλαγή κουφωμάτων) έχουμε μείωση των συνολικών απωλειών κατά 40,4 %.



Εικόνα 9.4: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 1 (με λέβητα πετρελαίου)

Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου μετά τις παρεμβάσεις:

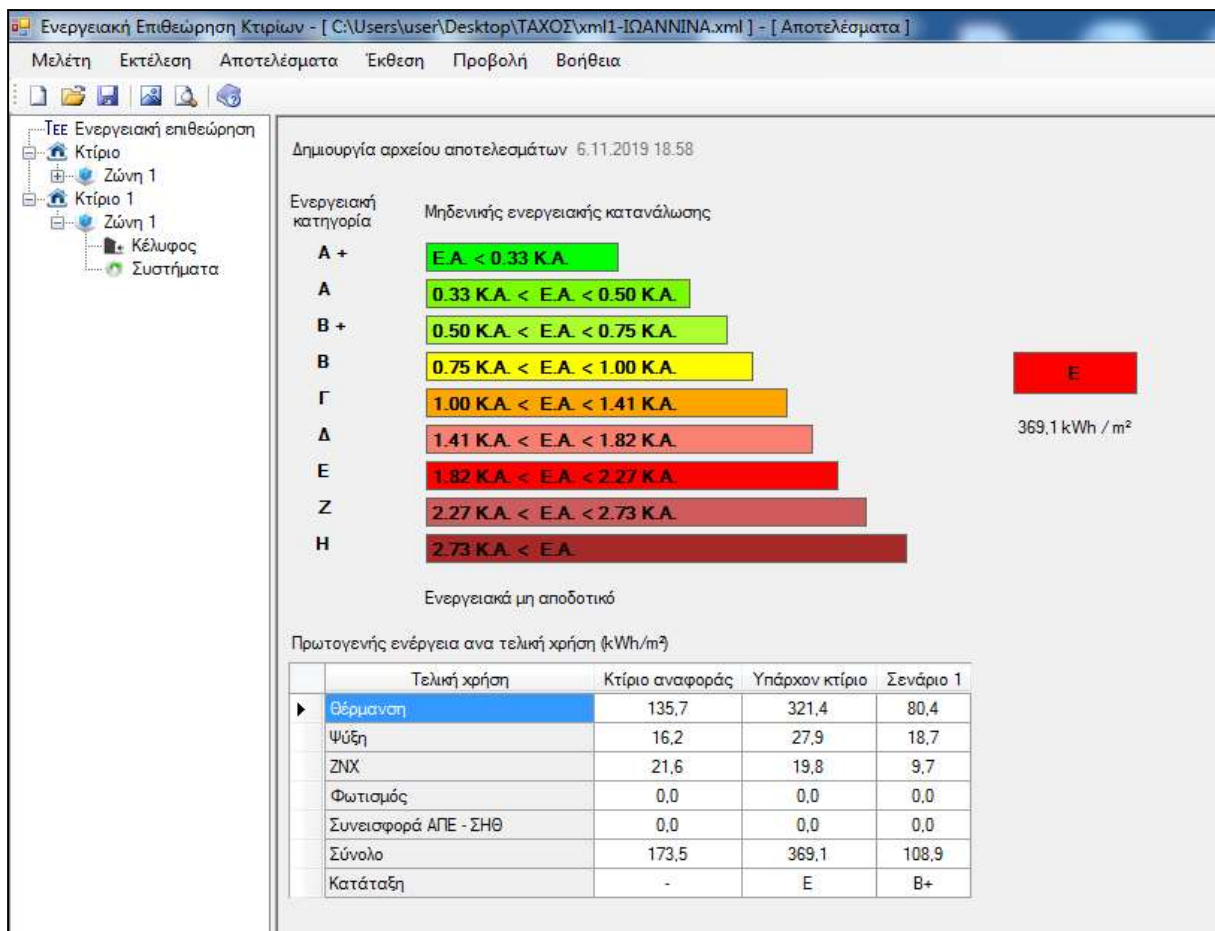
Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **168,7 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 39.475,8 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή του πετρελαίου είναι 1,00 €/λίτρο, ο βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι 0,80 και η θερμογόνος ισχύς του πετρελαίου είναι 11,90 kW. Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση =
$$\frac{39.475,8 \frac{kWh}{\acute{\epsilon}τος} * 1,00 \text{ €/λίτρο}}{0,8 * 11,90 \text{ kW}} = 4.146,62 \text{ €/έτος}$$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις για το σενάριο 1 η θέρμανση του κτιρίου με τον λέβητα πετρελαίου θα κοστίσει **4.146,62 €** ανά έτος.



Εικόνα 9.5: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας)

Υπολογισμός κατανάλωσης αντλίας μετά τις παρεμβάσεις:

Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **80,4 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 18.813,6 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή μιας κιλοβατώρας είναι 0,18 € και COP αντλίας είναι 3,50 . Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση = $\frac{18.813,6 \frac{kWh}{έτος} * 0,18 €}{3,50} = 967,56 € / έτος$

Άρα το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος για την θέρμανση της κατοικίας με αντλία θερμότητας ανέρχεται στα **967,56 €**.

Κόστος και απόσβεση έργου:

Το σενάριο 2 που επιλέξαμε θα έχει αρχικό κόστος 40.902,2 € και η απόσβεσή του υπολογίζεται σε 6,9 έτη (Εικόνα 9.6).

Βλέπουμε επίσης πως μετά τις παρεμβάσεις θα έχουμε ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 67,9 %.

Με την βοήθεια του TEE-KENAK διαπιστώνουμε πως το ετήσιο λειτουργικό κόστος για το υπό εξέταση κτίριο είναι 7.553,6 € ενώ με το σενάριο το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στα 1.645,2 €.

Οπότε διαπιστώνουμε πως έχουμε ένα ετήσιο όφελος της τάξεως των 5.908,4 € .

Επομένως συμπεραίνουμε ότι η συγκεκριμένη επένδυση είναι συμφέρουσα και για τον ιδιοκτήτη της κατοικίας και ως προς το περιβάλλον.

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶ Λειτουργικό κόστος (€)		3.530,7	7.553,6	1.645,2
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				40.902,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)				250,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				67,9
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				0,7
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)				51,4
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				6,9

Εικόνα 9.6: Κόστος και απόσβεση έργου

9.3 ΖΩΝΗ Δ: ΚΟΖΑΝΗ

Για την Ζώνη Δ η διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε $\Delta\Theta=20-(-10)=30^{\circ}\text{C}$

Για το κτίριο αναφοράς από τον Πίνακα 1.2 ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων έχουν ως εξής:

- Υοροφής=0,35 W/(m²*K)
- Υτοίχων=0,40 W/(m²*K)
- Υδαπέδου=0,70 W/(m²*K)

Υπολογισμός πάχους μόνωσης εξωτερικών τοίχων & δώματος:

Γνωρίζουμε ότι πριν τις παρεμβάσεις : $R_{μπ-τ} = d / \lambda = 0,4304 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Έπειτα, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο, θα προσδιορίσουμε το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος που πρέπει να έχουν οι πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης για να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα ($U_{στ} \leq 0,40 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$ σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για την κλιματική ζώνη Δ)

$$U = 1 / (R_{μπ-τ} + R_{δ-π}) = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$0,40 = 1 / (0,4304 + (d / 0,036)) \Rightarrow$$

$$\mathbf{d = 0,075 \text{ m} = 7,5 \text{ cm}}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους $\mathbf{d = 0,08 \text{ m}}$. Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα αποκτήσει η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου , μετά την εγκατάσταση θερμομονωτικού υλικού πάχους $d= 0,08 \text{ m}$ υπολογίζεται ως εξής:

Τοίχος(Σε επαφή με εξωτερικό αέρα)			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Τούβλο	0,52	0,1	0,1923
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,08	2,2222
Τελ. Πάχος (m)	=		0,32
d/λ	=		2,66
U	=		0,35

$$U = \frac{1}{0,14+2,66+0,04} = 1 / 2,84 = 0,35 \text{ W/m}^2\text{*K}$$

Κολώνα			
Υλικά	λ(W/m*K)	d(m)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Σκυρόδεμα	1,51	0,195	0,1291
Μόνωση	0,033	0,07	2,1212
Χάλυβας	58,15	0,0025	0,0000
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Μόνωση	0,036	0,08	2,2222
Τελ. Πάχος (m)	=		0,39
d/λ	=		4,52
U	=		0,21

$$U = \frac{1}{0,14+4,52+0,04} = 1 / 4,7 = 0,21 \text{ W/m}^2\text{*K}$$

Μόνωση ταράτσας-δώματος με πολυουρεθάνη Hyperdesmo:

$$U = 1 / (R_{\mu\pi-\tau} + R_{\delta-\pi}) = 1 / (0,245 + (d / 0,033) =>$$

$$0,35 = 1 / (0,245 + (d / 0,033) =>$$

$$d = 0,091 \text{ m} = 9,1 \text{ cm}$$

Άρα, θα χρησιμοποιήσουμε πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης πάχους $d = 0,09 \text{ m}$. Και έτσι ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας που θα έχει το δώμα του κτιρίου με την μόνωση υπολογίζεται ως εξής:

ΟΡΟΦΗ-ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΩΜΑ			
Υλικά	λ	d	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,87	0,02	0,0229
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,81	0,18	0,2222
Μόνωση	0,028	0,09	3,2100
Τελ. Πάχος (m)	=		0,29
d/λ	=		3,45
U	=		0,29

$$U = \frac{1}{0,10+3,21+0,04} = 1 / 3,35 = 0,29 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

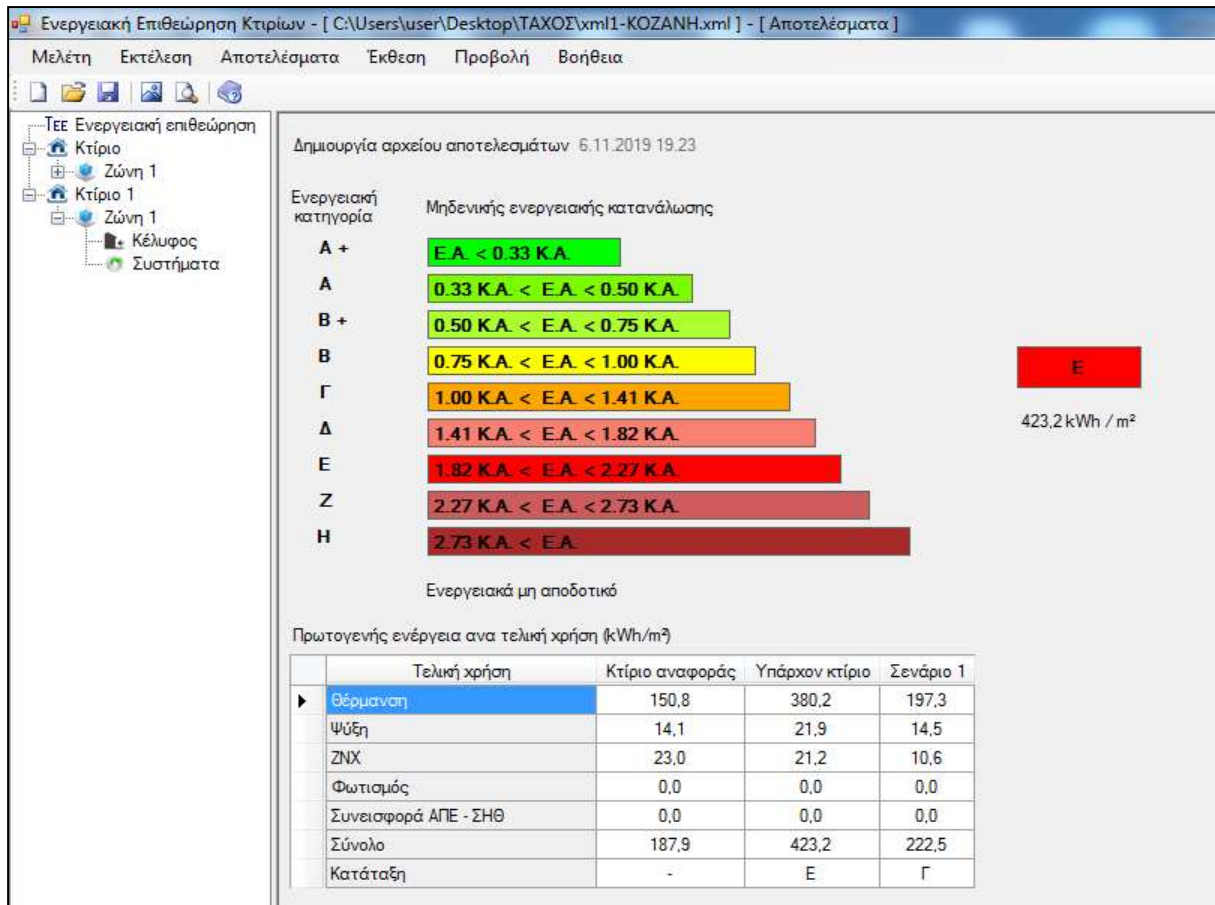
Οπότε ακολουθώντας τα ίδια βήματα με τις άλλες Ζώνες έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

	Θερμικές απώλειες	Θερμικά κέρδη	Συνολικές απώλειες
Εξεταζόμενο κτίριο	43.728,3 Watt	6.657,35 Watt	50.385,65 Watt
Κτίριο αναφοράς	14.856,59 Watt	5.765,13 Watt	20.621,72 Watt
Σενάριο	21.638,00 Watt	6.352,15 Watt	27.990,15 Watt

Πίνακας 9.3 : Συνολικές απώλειες κτιρίου πριν & μετά τις παρεμβάσεις & κτιρίου αναφοράς για Κοζάνη

- Ποσοστό μείωσης απωλειών = $\frac{50.385,65 \text{ W} - 27.990,15 \text{ W}}{50.385,65 \text{ W}} = 0,444 = 44,4 \%$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις στον κτιριακό τομέα του κτιρίου (θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, μόνωση δώματος και αλλαγή κουφωμάτων) έχουμε μείωση των συνολικών απωλειών κατά 44,4 %.



Εικόνα 9.7: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 1(με λέβητα πετρελαίου)

Υπολογισμός κατανάλωσης πετρελαίου μετά τις παρεμβάσεις:

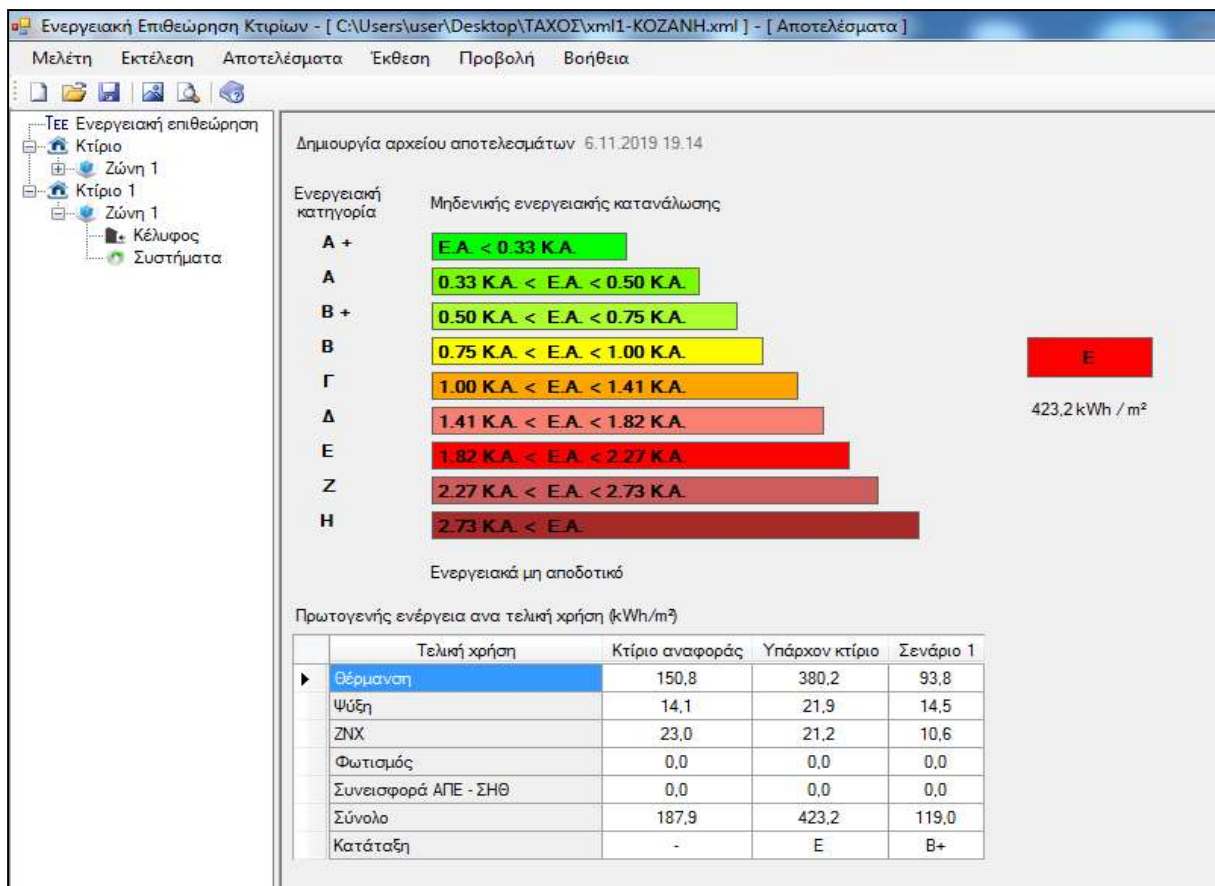
Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **197,3 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 46.168,2 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή του πετρελαίου είναι 1,00 €/λίτρο, ο βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι 0,80 και η θερμογόνος ισχύς του πετρελαίου είναι 11,90 kW. Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση =
$$\frac{46.168,2 \frac{kWh}{έτος} * 1,00 \text{ €/λίτρο}}{0,8 * 11,90 \text{ kW}} = 4.849,6 \text{ €/έτος}$$

Οπότε μετά τις παρεμβάσεις για το σενάριο 1 η θέρμανση του κτιρίου με τον λέβητα πετρελαίου θα κοστίσει **4.849,6 €** ανά έτος.



Εικόνα 9.8: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για το σενάριο 2 (με αντλία θερμότητας)

Υπολογισμός κατανάλωσης αντλίας μετά τις παρεμβάσεις:

Γνωρίζουμε πως η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας μετά τις παρεμβάσεις για την θέρμανση είναι **93,8 kWh/m²** και αφού η συνολική επιφάνεια για την θέρμανση είναι 234 m² προκύπτει:

- Ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια για θέρμανση = 21.949,2 kWh/έτος

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το ετήσιο κόστος για θέρμανση λαμβάνοντας υπόψιν ότι η τιμή μιας κιλοβατώρας είναι 0,18 € και COP αντλίας είναι 3,50 . Οπότε έχουμε:

- Συνολικό ετήσιο κόστος για θέρμανση = $\frac{21.949,2 \frac{kWh}{έτος} * 0,18 €}{3,50} = 1.128,85 € / έτος$

Άρα το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος για την θέρμανση της κατοικίας με αντλία θερμότητας ανέρχεται στα **1.128,85 €**.

Κόστος και απόσβεση έργου:

Το σενάριο 2 που επιλέξαμε θα έχει αρχικό κόστος 41.455,8 € και η απόσβεσή του υπολογίζεται σε 5,8 έτη (Εικόνα 9.9).

Βλέπουμε επίσης πως μετά τις παρεμβάσεις θα έχουμε ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 71,9 %.

Με την βοήθεια του TEE-KENAK διαπιστώνουμε πως το ετήσιο λειτουργικό κόστος για το υπό εξέταση κτίριο είναι 8.750,3 € ενώ με το σενάριο το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στα 1.647,3 €.

Οπότε διαπιστώνουμε πως έχουμε ένα ετήσιο όφελος της τάξεως των 7.103 € .

Επομένως συμπεραίνουμε ότι η συγκεκριμένη επένδυση είναι συμφέρουσα και για τον ιδιοκτήτη της κατοικίας και ως προς το περιβάλλον.

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶ Λειτουργικό κόστος (€)		3.860,7	8.750,3	1.647,3
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				41.455,8
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)				304,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				71,9
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				0,6
Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)				64,1
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				5,8

Εικόνα 9.9: Κόστος και απόσβεση έργου

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας την εργασία μας συμπεραίνουμε ότι η καλύτερη επιλογή και για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες είναι ασφαλώς η εφαρμογή του σεναρίου 2(με αντλία θερμότητας).

Για την Ζώνη Β το κτίριο ανέβηκε στη κατηγορία B+ , έχοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 65,4 %. Έτσι επιτυγχάνεται ένα σημαντικό κέρδος σε πρωτογενή ενέργεια και εξοικονόμηση χρημάτων και το κτίριο ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Το κόστος των παρεμβάσεων θα είναι 39.558,2 € και σε αυτήν την περίπτωση το συνολικό όφελος ανά έτος θα είναι 3.883,7 € και η απόσβεση των χρημάτων τα οποία θα δαπανηθούν για την εφαρμογή όλων των βελτιώσεων υπολογίζεται σε 10,2 έτη.

Για την Ζώνη Α το κτίριο ανέβηκε στη κατηγορία Β , έχοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 55,2 %. Το κόστος των παρεμβάσεων θα είναι 39.033,2 € και σε αυτήν την περίπτωση το συνολικό όφελος ανά έτος θα είναι 2.036,5 € και η απόσβεση των χρημάτων τα οποία θα δαπανηθούν για την εφαρμογή όλων των βελτιώσεων υπολογίζεται σε 19,2 έτη.

Για την Ζώνη Γ το κτίριο ανέβηκε στη κατηγορία B+ , έχοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 67,9 %. Το κόστος των παρεμβάσεων θα είναι 40.902,2 € και σε αυτήν την περίπτωση το συνολικό όφελος ανά έτος θα είναι 5.908,4 € και η απόσβεση των χρημάτων τα οποία θα δαπανηθούν για την εφαρμογή όλων των βελτιώσεων υπολογίζεται σε 6,9 έτη.

Για την Ζώνη Δ το κτίριο ανέβηκε στη κατηγορία B+ , έχοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξεως του 71,9 %. Το κόστος των παρεμβάσεων θα είναι 41.455,8 € και σε αυτήν την περίπτωση το συνολικό όφελος ανά έτος θα είναι 7.103 € και η απόσβεση των χρημάτων τα οποία θα δαπανηθούν για την εφαρμογή όλων των βελτιώσεων υπολογίζεται σε 5,8 έτη.

Με την ολοκλήρωση του σεναρίου συμπεραίνουμε ότι εάν ο ιδιοκτήτης του κτιρίου μπορεί να προβεί στις παραπάνω επεμβάσεις, θα ήταν συνετό να τις εφαρμόσει διότι αφενός μεν το οικονομικό όφελος είναι τεράστιο και αφετέρου η εξοικονόμηση σε πρωτογενή ενέργεια είναι σημαντική. Ως εκ τούτου, και σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. φρόνιμο θα ήταν να ενεργοποιηθεί η κοινωνία ώστε να αποτελέσει μοχλό αναβάθμισης των κτιρίων και να υπάρξει συμβολή στο τεράστιο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής του πλανήτη μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Από βιβλία

- Μελέτες Συστημάτων Κεντρικής Θέρμανσης, Συλλογικό έργο
- Ήπιες Μορφές Ενέργειας II, Σ. Ν. Καπλάνης
- Εργαστηριακές σημειώσεις Θ.Ψ.Κ I, Ιωάννης Καλογήρου
- Εργαστηριακές σημειώσεις Θ.Ψ.Κ II, Ιωάννης Καλογήρου
- Τεχνικά Υλικά τόμος 2, Αιμ. Γ. Κορωναίος & Γ. Ι. Πουλάκος
- Erlaeterungenzur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
- Recknagel-Sprenger, Taschenbuchfuer Heizung und Klimatechnik
- Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag
- Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό θερμάνσεων Garms/Pfeifer (TEE)
- Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN
- Τεχνική οδηγία Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017

Από το Διαδίκτυο

- <http://el.wikipedia.org/>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- <http://www.hitachi.gr/>
- <http://www.novart.gr/>
- <http://www.maltezos.gr/>
- <http://www.steganosis.gr/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακες Δεδομένων

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ												
ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8
BA	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17
A	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22
NA	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19
N	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10
ND	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11
Δ	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12
BΔ	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10

Πίνακας 1: Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (CLTD) για ηλιαζόμενους τοίχους, για ώρες από 01:00 έως 12:00. Σε βαθμούς °F.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ												
ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16
BA	19	20	21	22	22	23	23	23	23	20	21	20
A	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24
NA	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24
N	11	14	17	20	22	24	24	26	25	25	24	22
ND	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31
Δ	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33
BΔ	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26

Πίνακας 2: Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου (CLTD) για ηλιαζόμενους τοίχους, για ώρες από 13:00 έως 24:00. Σε βαθμούς °F.

ΔΙΟΡΘΩΣΗ CLTD ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΟΡΟΦΕΣ, ΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ 40°										
		BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA		
ΜΗΝΑΣ	B	BBΔ	BΔ	ΔBΔ	Δ	ΔNΔ	NΔ	NNΔ	N	ΟΡΙΖ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
ΙΑΝ./ΝΟΕΜΒ.	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
ΦΕΒ./ΟΚΤ.	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
ΜΑΡΤ./ΣΕΠΤΕΜ.	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
ΑΠΡΙΛ./ΑΥΓΟΥΣΤ.	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
ΜΑΙΟΣ/ΙΟΥΛΙΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
ΙΟΥΝΙΟΣ	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2

Πίνακας 3: Διόρθωση του CLTD για κάθε μήνα και προσανατολισμό. Σε βαθμούς °F.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ												
Ωρα	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Πίνακας 4: Διαφορές θερμοκρασίας ψυκτικών φορτίων για συναγωγή μέσω γυαλιού. Σε βαθμούς °F.

ΜΕΓΙΣΤΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΚΕΡΔΟΥΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΓΥΑΛΙ, ΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ 40°										
		BBA	BA	ABA	A	ANA	NA	NNA		
	B	BBD	BD	ABD	Δ	ΔND	NΔ	NNΔ	N	ΟΡΙΖ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
ΜΑΡΤΙΟΣ	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
ΜΑΙΟΣ	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
ΙΟΥΝΙΟΣ	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
ΙΟΥΛΙΟΣ	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

Πίνακας 5: Μέγιστοι συντελεστές κέρδους ηλιακής θερμότητας για το γυαλί (SHGF), σε BTU/(h*ft²)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ												
ΠΡΟΣ/ΜΟΣ	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ											
ΤΖΑΜΙΟΥ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	0,08	0,07	0,06	0,06	0,07	0,73	0,66	0,65	0,73	0,8	0,86	0,89
BA	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,56	0,76	0,74	0,58	0,37	0,29	0,27
A	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,47	0,72	0,8	0,76	0,62	0,41	0,27
NA	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,3	0,56	0,74	0,81	0,79	0,68	0,46
N	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,09	0,16	0,22	0,38	0,58	0,75	0,83
NΔ	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,07	0,11	0,14	0,16	0,19	0,22	0,38
Δ	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,09	0,11	0,13	0,15	0,16	0,17
BΔ	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,11	0,14	0,17	0,19	0,2	0,21
ΟΡΙΖ	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,12	0,27	0,44	0,59	0,72	0,81	0,85

Πίνακας 6: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (CLF) για τζάμια με εσωτερική σκίαση. Για βόρειο πλάτος και για ώρες από 01:00 έως 12:00.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΖΑΜΙΑ												
ΠΡΟΣ/ΜΟΣ	ΗΛΙΑΚΗ ΩΡΑ											
ΤΖΑΜΙΟΥ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	0,89	0,86	0,82	0,85	0,78	0,91	0,24	0,18	0,15	0,13	0,11	0,09
BA	0,26	0,24	0,22	0,2	0,16	0,12	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
A	0,24	0,22	0,2	0,17	0,14	0,11	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
NA	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18	0,13	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
N	0,8	0,68	0,5	0,35	0,27	0,19	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
ND	0,59	0,75	0,83	0,81	0,69	0,45	0,15	0,12	0,1	0,08	0,07	0,06
Δ	0,31	0,53	0,72	0,82	0,81	0,61	0,16	0,12	0,1	0,08	0,07	0,06
ΒΔ	0,22	0,3	0,52	0,73	0,82	0,69	0,16	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06
ΟΡΙΖ	0,85	0,81	0,71	0,58	0,42	0,25	0,14	0,12	0,1	0,08	0,07	0,06

Πίνακας 7: Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (CLF) για τζάμια με εσωτερική σκίαση. Για βόρειο πλάτος και για ώρες από 13:00 έως 24:00.

ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΟΛΕΩΝ	
ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΕΩΣ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΕ -C
Αγρίνιο	-3
Αθήνα-Αστεροσκοπείο	+1
Αλεξανδρούπολη	-7
Αλιάρτος	-2
Ανάβρυτα	-2
Αργοστόλι	+1
Άρτα	-2
Βόλος	-3
Δράμα	-8
Έδεσσα	-7
Ελληνικό Αττικής	+2
Ελευσίνα	0
Ζάκυνθος	+2
Ηράκλειο Κρήτης	+3
Θάσος	-6
Θεσ/νίκη- Μίκρα	-5
Θήρα	+3
Ιεράπετρα	+4
Ιωάννινα	-6
Καβάλα	-8
Καλάβρυτα	-6
Καλαμπάκα	-6
Καλαμάτα	+1
Κάρπαθος	+5
Κάρυστος	+1
Κέρκυρα	0
Κόρινθος	+1
Κοζάνη	-10
Κόνιτσα	-6

Εικόνα 1: Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία πόλεων