



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ :«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΑΣ
ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ -
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ
ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ»**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΩΝ:

Καπατσούλια Κωνσταντίνα (Α.Μ. 7144)

Μπενέτση Δάφνη (Α.Μ. 7430)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Βούρος Ανδρέας

ΠΑΤΡΑ - 2023

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο προπτυχιακών σπουδών της σχολής Μηχανικών, του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, με τίτλο ενεργειακή μελέτη νέας διώροφης κατοικίας-ενεργειακή αναβάθμιση σύμφωνα με το πρόγραμμα εξοικονομώ.

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η ενεργειακή μελέτη και αναβάθμιση σε μια διώροφη κατοικία καθώς οι εγκαταστάσεις θέρμανσης αποτελούν σημαντικό παράγοντα στη διευκόλυνση της καθημερινότητας των ανθρώπων, τον τρόπο ζωής όπως και στην υγεία των ανθρώπων και των κτιρίων.

Σκοπός της εργασίας είναι να ασχοληθούμε με την μεθοδολογία υπολογισμών της προαναφερθείσας μελέτης όπου πραγματοποιήθηκε σε κατοικία της περιοχής Πύργου, Νομού Ηλείας.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέλαβαν στην εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας. Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Βούρο Ανδρέα καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Πανεπιστημίου Πελοποννήσου για τα πολύτιμα εφόδια και τις γνώσεις που μας προσέφερε συμβάλλοντας ενεργά στην ολοκλήρωση της πτυχιακής μας.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητριών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτήτριες:

(Όνοματεπώνυμο)

(Όνοματεπώνυμο)

Καπατσούλια Κωνσταντίνα

Μπενέτση Δάφνη



(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην μελέτη και στη βελτιστοποίηση της θέρμανσης μιας διώροφης κατοικίας στην Ανδραβίδα, Ηλείας. Επίσης γίνεται αναφορά στα κτίρια, στην ενέργεια, στο περιβάλλον καθώς και στην ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτιρίου (θερμομόνωση, παθητικά ηλιακά συστήματα και διαφανή δομικά στοιχεία),.

Η δομή της εργασίας είναι η εξής:

Πρώτο κεφάλαιο: γίνεται αναφορά στα κτίρια, στην ενέργεια και στο περιβάλλον, η ιστορική εξέλιξη τους και ο συνδυασμός αυτών σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα.

Δεύτερο κεφάλαιο: γίνεται αναφορά στη θερμομόνωση, στα είδη της και στους τρόπους θερμομόνωσης. Επίσης αναφέρονται οι βασικές αρχές δηλαδή η μελέτη που απαιτείται και ο σχεδιασμός. Ειδική αναφορά γίνεται και στη μόνωση των δομικών στοιχείων. Επιπλέον αναφέρεται η χρησιμότητα της, ο ελληνικός κανονισμός και ο συντελεστής θερμοπερατότητας κ.

Τρίτο κεφάλαιο: Γίνεται αναφορά στα θερμομονωτικά υλικά δηλαδή ανάλυση του κύκλου ζωής των κατηγοριών και των ιδιοτήτων τους, καθώς και των κριτηρίων επιλογής τους.

Τέταρτο κεφάλαιο: Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται η μελέτη του κτηρίου, σε ότι αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση, όπως πιο συγκεκριμένα έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτηρίου. Επίσης αναλύονται υπολογιστικά αποτελέσματα ως προς την ενεργειακή κατάταξη.

Τέλος, στο ίδιο τελευταίο κεφάλαιο βρίσκονται τα συμπεράσματα καθώς και η βιβλιογραφία.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	8
1. ΚΤΙΡΙΟ,ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	9
1.1. Ορισμός κτηρίου.....	9
1.1.1. Επιπτώσεις των κτηρίων στο περιβάλλον.....	10
1.1.2. Οι στόχοι κατασκευής σύγχρονης κατοικίας	11
1.2. Η εξέλιξη του ενεργειακού σχεδιασμού των κτηρίων	12
1.3. Ενέργεια.....	13
1.3.1. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε)	14
1.4. Κυρίες Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.).....	14
2. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	19
2.1. Η Μόνωση Γενικά	19
2.2. Αντικείμενο και σημασία της θερμομόνωσης.....	19
2.3. Είδη θερμομόνωσης.....	20
2.3.1. Πλεονεκτήματα Εξωτερικής θερμομόνωσης.....	21
2.3.2. Τρόποι θερμομόνωσης	21
2.4. Βασικές αρχές θερμομόνωσης	22
2.4.1. Θερμικές απώλειες	22
2.4.2. Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου	22
2.4.3. Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων.....	23
2.5. Η χρησιμότητα της θερμομόνωσης στις κατασκευές.....	23
2.6. Συντελεστής θερμοπερατότητας (k)	24
3. ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	34
3.1. Γενικά περί των θερμομονωτικών υλικών	34
3.2. Ανάλυση κύκλου ζωής των υλικών.....	35

3.3.	Κατηγορίες θερμομονωτικών υλικών	36
3.3.1	Τα πιο συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά	37
3.4.	Βασικές ιδιότητες θερμομονωτικών υλικών	38
3.5	Ρόλος και κριτήρια επιλογής των θερμομονωτικών υλικών	39
4.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	40
4.1.	Θερμικές απώλειες	40
4.1.1.	Προσαυξήσεις απωλειών θερμότητας.....	40
4.1.2.	Προσαυξήσεις προσανατολισμού (Z_H).....	40
4.1.3.	Προσαυξήσεις λόγω διακοπόμενης λειτουργίας(Z_D)	41
4.1.4.	Απώλειες αερισμού Q_A	44
4.1.5.	Κλιματικά δεδομένα	45
4.1.6.	Γενικά στοιχεία κτηρίου.....	45
4.1.7.	Τοπογραφία οικοπέδου κτηρίου.....	46
4.2.	Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού	47
4.2.1.	Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο.....	47
4.2.2.	Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτήριο.....	47
4.3.	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτηρίου.....	48
4.3.1.	Γενικά στοιχεία κτηριακού κελύφους	52
4.3.2.	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτηρίου	54
4.3.3.	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διάφανων δομικών στοιχείων κτηρίου	55
4.3.4.	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου.....	56
4.4.	Υπολογισμοί δομικών στοιχείων.....	57
4.4.1.	Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	57
4.4.2.	Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.....	65
4.4.3.	Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας και συντελεστών ηλιακών κερδών διαφανών δομικών στοιχείων	65
4.4.4.	Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία.....	68
4.4.5.	Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	80

4.4.6. Διαφανή δομικά στοιχεία	84
4.5. Τεκμηρίωση ελαχίστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου	90
4.5.2. Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης	90
4.6. Ενεργειακή απόδοση κτηρίου	97
4.6.1. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης	97
4.6.2. Τμήματα κτηρίου ανά χρήση	97
4.7. Αποτελέσματα υπολογισμών	107
4.7.1. Κατανάλωση ενέργειας	108
4.7.2. Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου	111
Συμπεράσματα	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	113
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	116

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Μη ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές (learn photovoltaics, 2023).....	14
Εικόνα 1.2: Αιολική ενέργεια (ΔΕΗ, 2023), Φωτοβολταϊκά (Κοντόνης, 2022)15	
Εικόνα 2.1: Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας (Microboiler, 2023)	31
Εικόνα 3.1: Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, για διάφορα στοιχεία (Στενός, 2020)	35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) τοίχων από τούβλα (Σελλούντος, 2005)	25
Πίνακας 2.2: Συντελεστής Θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων (Σελλούντος, 2005).....	26
Πίνακας 2.3: Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων (Σελλούντος, 2005).....	27
Πίνακας 2.4: Πυκνότητα και συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (Σελλούντος, 2005).....	28
Πίνακας 2.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) εξωτερικής οροφής (Σελλούντος, 2005)	29
Πίνακας 2.6: Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως (Σελλούντος, 2005)	30
Πίνακας 2.7: Νομοί της Ελλάδας ανά κλιματική ζώνη (Μονοδομική, 2023)...	32
Πίνακας 2.8: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων οικοδομής (Σελλούντος, 2005).....	33

1. ΚΤΙΡΙΟ, ΕΝΕΡΓΕΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.1. Ορισμός κτηρίου

Ως κτίριο νοείται το κατασκευαστικό μέρος, το οποίο απαρτίζεται από τεχνικά έργα και εγκαταστάσεις και η εφαρμογή του αφορά (Καράμπαμπα, 2007):

- Την διαμονή ανθρώπων ή ζώων
- Την πραγματοποίηση της δουλειάς όπως τα καταστήματα και τα εργοστάσια.
- Η αποθήκευση ή η τοποθέτηση αντικειμένων.
- (αποθήκη, παρκάσυρμα οχημάτων, σιλό).
- Η τοποθέτηση ή η εκτέλεση λειτουργιών μηχανημάτων, όπως για παράδειγμα το αντλιοστάσιο.

Εκτός από το δείκτη λειτουργικότητας σημαντική προϋπόθεση αποτελούν (Καράμπαμπα, 2007):

- Να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές, κυρίως κτιριακά μεμονωμένα αλλά και σε μεγαλύτερο εύρος όπως ένα οικοδομικό τατράγωνο.
- Να ενσωματώνεται στο φυσικό και οικιστικό περιβάλλον, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι καλύτεροι δυνατοί όροι διαβίωσης, στα πλαίσια οικιστικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής προστασίας.

Για να εφαρμοστούν πλήρως και σωστά οι παραπάνω προϋποθέσεις, ευθύνη έχει η Πολεοδομική Υπηρεσία σε σχέση Με τη μελέτη της άδειας οικοδομής, σε συνδυασμό με την αιτιολογημένη έκθεση του μελετητή μηχανικού, αυτή μπορεί να ζητηθεί είτε στο στάδιο θεώρησης των σχεδίων προελέγχου, είτε στο στάδιο της χορήγησης της άδειας οικοδομής.

Το εκάστοτε οίκημα καθ' όλη την ωφέλιμη ζωή του –από την κατασκευή, την χρήση, την συντήρηση, την ανακαίνιση ως την κατεδάφιση του –συμμετέχει σε περιβαλλοντικά αρνητικά αποτελέσματα, όπως επίσης επηρεάζει το επίπεδο ποιότητας στην ζωή και στην υγεία, των κατοίκων αλλά και των περιοίκων. Κατά τη σχεδίαση ενός κτηρίου ή ενός χώρου, λαμβάνονται υπόψη πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Παραδείγματα αυτών των παραγόντων περιλαμβάνουν τον ηλιακό προσανατολισμό, την θερμομόνωση, την εξαερισμό, τη φυσική φωτισμό, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και άλλων πρακτικών ενεργειακής απόδοσης. (Αργυροπούλου, 2009).

1.1.1. Επιπτώσεις των κτηρίων στο περιβάλλον

Στις αστικές περιοχές, οι κάτοικοι περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους μέσα σε ένα κτήριο. Είναι προφανές πόσο σημαντική είναι η ποιότητα του εσωτερικού κλίματος για την υγεία, την άνεση και την παραγωγικότητά τους. Τον τελευταίο καιρό, παρατηρείται συνεχής υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και η χρήση μη φιλικών προς το περιβάλλον υλικών και συσκευών, γεγονός που έχει σοβαρές επιπτώσεις στα κτήρια τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά, αναφορικά με περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα.. Πιο συγκεκριμένα (Αλεξόπουλος, 2009):

- Η θέρμανση, ο κλιματισμός, η παραγωγή ζεστού νερού, ο τεχνητός φωτισμός, είναι απαιτητικές σε ποσά ενέργειας με αποτέλεσμα να εμφανίζονται εκπομπές ρύπων και CO₂.
- Η ανεξέλεκτη χρήση από φυσικούς πόρους (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλο και νερό).
- Τοξική ουσία που εμφανίζεται σε στοιχεία που χρειάζονται για την δημιουργία και συντήρηση ενός κτηρίου, με αποτέλεσμα να ρυπαίνουν τον αέρα και το νερό, με έμμεσο αποτέλεσμα την βλάβη της υγείας των ανθρώπων και των φυσικών οικοσυστημάτων. Αυτό εμφανίζεται και σε στοιχεία που χρειάζονται για την κατεδάφιση ενός κτηρίου που σε συνδυασμό με τα δομικά κατάλοιπα αποτελούν στερεά απόβλητα.
- Η αύξηση της θερμοκρασίας στα μεγάλα αστικά κέντρα, γνωστή ως φαινόμενο της θερμικής νησίδας, έχει οδηγήσει σε δραματική αύξηση της ενέργειας που απαιτείται για τον κλιματισμό των κτηρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο (Αργυροπούλου, 2009).
- κύκλος ζωής των δομικών υλικών είναι σημαντικός, καθώς αποτελούν ζωντανό μέρος της κατασκευής και έχουν διάρκεια ζωής τους (Αλεξόπουλος, 2009).
- Η ανέγερση και η τοποθέτηση κτηρίων έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον και προκαλούν ποικίλες επιπτώσεις, όπως η αλλαγή του τοπίου, η μείωση των ανοιχτών χώρων, η αύξηση των απορριμμάτων και η δημιουργία της αστικής χαράδρας. Αυτές οι επιπτώσεις συνδέονται με τις ακόλουθες αλλαγές στον αέρα και το κλίμα των αστικών περιοχών:
 - Μεταβολή της κυκλοφορίας του αέρα: Η κατασκευή κτηρίων δημιουργεί εμπόδια στη φυσική ροή του αέρα, με αποτέλεσμα την αλλαγή της κατεύθυνσης και της ταχύτητάς του. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την κυκλοφορία του αέρα σε πόλεις και να επηρεάσει την ανανέωση του ατμοσφαιρικού αέρα.
 - Θερμοκρασιακή στρωμάτωση του αέρα: Η κατασκευή κτηρίων συχνά οδηγεί στη συγκέντρωση της θερμότητας στην αστική περιοχή, καθώς οι κτηριακές δομές και οι πυκνοκατοικημένες περιοχές απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα. Αυτό οδηγεί σε θερμότερες θερμοκρασίες στις αστικές περιοχές και μπορεί να

επηρεάσει τον τρόπο κατά τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται και αντιδρούν στο κλίμα.

- Αλλαγή του τοπικού μικροκλίματος: Η κατασκευή κτηρίων μπορεί να επηρεάσει το τοπικό μικροκλίμα, προκαλώντας αλλαγές στην υγρασία, την θερμοκρασία και την ατμοσφαιρική σύνθεση της περιοχής. Αυτό μπορεί να έχει επιδράσεις στην υγεία και την άνεση των κατοίκων της περιοχής.
- Συνολικά, η κατασκευή και η τοποθέτηση κτηρίων έχουν σημαντικές συνέπειες για το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής στις αστικές περιοχές. Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των κτηρίων, προκειμένου να διατηρηθεί η ισορροπία μεταξύ της ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος. (Αργυροπούλου, 2009).
- Οι υψηλές εκπομπές από τα σύγχρονα δομικά υλικά και η αύξηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν ως αποτέλεσμα την αυξημένη συγκέντρωση ρύπων στο εσωτερικό των κτηρίων. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία και την παραγωγικότητα των κατοίκων.
- Η ποιότητα του αστικού χώρου επηρεάζεται από το δομημένο περιβάλλον, που περιλαμβάνει υποδομές και κτίρια που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των ανθρώπων για κατοίκηση, εργασία και αναψυχή. Η υπερβολική πυκνότητα και η βιομηχανική χρήση υλικών έχουν επιδεινώσει το κλίμα των αστικών περιοχών (Αλεξόπουλος, 2009).

1.1.2. Οι στόχοι κατασκευής σύγχρονης κατοικίας

Τα τελευταία χρόνια η νοοτροπία για την σχεδίαση ενός κτηρίου έχει αλλάξει σημαντικά. Ιδιαίτερη σημασία πλέον έχει δοθεί στις προτιμήσεις των κατοίκων, πάντα σε συνδιασμό και με γνώμονα τον σεβασμό στο περιβάλλον, με την χρήση κατάλληλων υλικών, με σκοπό την διασφάλιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και φυσικά την διατήρηση του οικοσυστήματος σε επιθυμητά επίπεδα. Επιπλέον στόχους αποτελούν τα παρακάτω (ΔΙΠΕ, 2000):

- Ένας από τους στόχους είναι η ελαχιστοποίηση των φορτίων θέρμανσης, ψύξης και της κατανάλωσης των συσκευών.
- Απαιτείται η χρήση υλικών και δομικών στοιχείων με αποδεκτή περιβαλλοντική συμπεριφορά.
- Πρέπει να διασφαλίζεται η ποιότητα του αέρα.
- Στη φάση του σχεδιασμού πρέπει να διερευνώνται επαρκώς όλα τα παραπάνω.

1.2. Η εξέλιξη του ενεργειακού σχεδιασμού των κτηρίων

Κομβικό σημείο έπαιξε η περίοδος της δεκαετίας του 70, όπου ο τομέας της επιστήμης προσπάθησε να δώσει εύστοχες απαντήσεις, σε ότι αφορά την πετρελειακή κρίση, με αποτέλεσμα να θεσμοθετούνται και να εφαρμόζονται νόμοι με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας θέρμανσης των σπιτιών. Σε αυτήν την προσπάθεια ελήφθησαν υπόψη μέτρα όπως η προστασία του κτηριακού κελύφους από θερμικές απώλειες, η μείωση των ακούσιων αεραγωγών και ο περιορισμός των εκούσιων αεραγωγών στα απολύτως αναγκαία επίπεδα. Τα αποτελέσματα αυτής της προσέγγισης ήταν ικανοποιητικά από ποσοτική άποψη, αλλά υπήρχαν ανοιχτά θέματα σε ποιοτικό επίπεδο. Αντιμετώπιστηκαν προβλήματα όπως έλλειψη φυσικού φωτισμού, οπτική αποξένωση από το φυσικό περιβάλλον, κακή ποιότητα αέρα και προβλήματα υγρασίας λόγω ανεπαρκούς αερισμού" (Αργυροπούλου, 2009).

"Την δεκαετία του 1980 παρατηρήθηκε μια δημιουργική ανησυχία για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια, συνοδευόμενη από την αναζήτηση λύσεων για τα προβλήματα που προέκυπταν από αυτές τις προσπάθειες. Υιοθετήθηκε σε ευρεία κλίμακα η έκφραση της "χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας" στα κτήρια, με τη χρήση του ενεργειακού βιοκλιματικού σχεδιασμού. Αυτή η προσέγγιση τιμά το φυσικό περιβάλλον, εκμεταλλεύεται τον ήλιο, παρέχει προστασία από τον ήλιο, έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα και προάγει τον φυσικό αερισμό, αντί να απομονώνει το κτήριο από αυτό. Αξιοσημείωτες εφαρμογές αυτής της προσέγγισης έχουν υλοποιηθεί σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, όπως τα σπίτια του Milton Keynes στην Αγγλία, το Ηλιακό Χωριό της Λυκόβρυσης και τα "ηλιακά σπίτια" στη Γερμανία" (Αργυροπούλου, 2009).

"Στη δεκαετία του 1990, ο ενεργειακός σχεδιασμός κατέκτησε μια επιστημονική ωριμότητα. Μελετήθηκε η θεωρητική βάση και αναπτύχθηκαν υπολογιστικά εργαλεία που επέτρεψαν τη μετάβαση από την εμπειρική στη συνολική προσέγγιση. Αυτό επέτρεψε την ανάλυση των ιδιοτήτων των υλικών, την προσομοίωση της δυναμικής συμπεριφοράς ενός δομικού στοιχείου στο χρόνο και την αξιολόγηση της επίτευξης ενός κτηρίου στο αστικό περιβάλλον, με ακρίβεια και ταχύτητα. Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη και η καθιέρωση νέων δομικών υλικών και ολοκληρωμένων κατασκευαστικών λύσεων επέτρεψαν την επίτευξη όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών. Έτσι, στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη, τα κτήρια καταναλώνουν το ένα έκτο της ενέργειας για θέρμανση σε σχέση με αυτά που κατασκευάστηκαν πριν το 1970, δίχως να περιορίζουν τις αρχές του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού (Αργυροπούλου, 2009).

"Υπήρξαν, ωστόσο, και αρνητικές εξελίξεις. Σε νότιες ευρωπαϊκές χώρες, καθώς και σε άλλες, αναδείχθηκε το σημαντικό πρόβλημα της αύξησης του φορτίου του κλιματισμού. Οι μικροκλιματικές συνθήκες στα αστικά κέντρα άλλαξαν, και η υπερδιάσταση των ανοιγμάτων χωρίς κατεύθυνση, σε συνδυασμό με τις αυξημένες απαιτήσεις των κατοίκων για εσωτερικές

συνθήκες, αποτέλεσαν τους κύριους παράγοντες. Αυτή η εξέλιξη υπενθυμίζει τη σημασία της ηλιοπροστασίας, της αξιοποίησης της θερμοχωρητικότητας και της θερμομόνωσης στα κτήρια, καθώς είναι δύσκολο να αντικατασταθούν και συνήθως επιβαρύνονται οικονομικά και μη επιθυμητά αποτελέσματα σε σχέση με την θερμική άνεση" (Καραμάνου κ.ά., 2005).

Ο σχεδιασμός της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στη δεκαετία του 2000 προσανατολίζεται σε τρεις βασικούς στόχους. Ο πρώτος από αυτούς είναι η επίτευξη υψηλής θερμικής προστασίας του κτηριακού περιβλήματος, με τη χρήση υλικών που είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτό συμβάλλει στη μείωση της θερμικής απώλειας και της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου.(Αργυροπούλου, 2009).

Συνοψίζοντας, ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτηρίων έχει εξελιχθεί με τα χρόνια, από μια προσέγγιση που επικεντρωνόταν στη μείωση των ενεργειακών απωλειών και τη θερμική προστασία, σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη τις αρχές της ηλιοπροστασίας, τη θερμομόνωση, τον φυσικό αερισμό και τις σύγχρονες τεχνολογίες για τη δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών και άνετων κτηρίων. Ο σημαντικός στόχος είναι η επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτηρίων που εξασφαλίζουν τη θερμική άνεση και παρέχουν καλή ποιότητα αέρα για τους κατοίκους, με ελάχιστες ενεργειακές απώλειες και χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Αυτές οι εξελίξεις έχουν αναδείξει τη σημασία του ενεργειακού σχεδιασμού και της δομικής φυσικής στη σύγχρονη αρχιτεκτονική και κατασκευή κτηρίων. Πανεπιστήμια και πολυτεχνεία έχουν ενσωματώσει τον ενεργειακό σχεδιασμό και τη δομική φυσική ως αυτόνομα γνωστικά αντικείμενα, επιτρέποντας τη συνεργειακή εκμετάλλευση των εξελίξεων σε επιστημονικούς τομείς άσχετους με τα κτήρια.

Συνολικά, ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτηρίων εξελίσσεται συνεχώς, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, τη μείωση των ενεργειακών απωλειών και τη δημιουργία περιβαλλοντικά βιώσιμων κτηρίων που παρέχουν άνεση και υγιεινή περιβάλλοντα για τους κατοίκους.

1.3. Ενέργεια

Η πράσινη ενέργεια αναφέρεται σε μορφές ενέργειας που παράγονται από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δεν προκαλούν απεριόριστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων ή τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Αντί να βασίζονται σε πηγές καυσίμων οι οποίες προκαλούν εκπομπές θερμοκηπίου και άλλες μορφές ρύπανσης.

1.3.1. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πηγές ενέργειας που ανανεώνονται συνεχώς και δεν εξαντλούνται με τη χρήση τους. Αυτές οι πηγές ενέργειας αξιοποιούνται για να παράγουν ηλεκτρισμό, θερμότητα και κίνηση, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν την εξάρτηση από τις παραδοσιακές μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εδώ είναι μερικές βασικές πληροφορίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Βρεττός, 2010) :



Εικόνα 1.1: Μη ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές(learn photovoltaics, 2023)

1.4. Κύριες Μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Οι κύριες μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου περιλαμβάνουν την αιολική ενέργεια, την ηλιακή ενέργεια, τη γεωθερμική ενέργεια, την υδροηλεκτρική ενέργεια, την ενέργεια των ωκεανών και τη βιομάζα.

Η αιολική ενέργεια: Η αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από τη χρήση του αέρα για την περιστροφή ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια των ανέμων σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φαινομένου της αεροδυναμικής.

Οι αιολικές πάρκα συνήθως είναι τοποθετημένα σε ανοιχτές εκτάσεις, σε ακτογραμμές ή σε ορεινές περιοχές με υψηλή ταχύτητα ανέμου. Οι ανεμογεννήτριες αποτελούνται από έναν ρότορα με τριών λεπίδων που περιστρέφεται όταν ο αέρας περνά από αυτές. Η περιστροφή του ρότορα προκαλεί την κίνηση ενός γεννήτριου, το οποίο παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Οι πλεονεκτήματα της αιολικής ενέργειας περιλαμβάνουν τα εξής:

Ανανεώσιμη και καθαρή ενέργεια: Η αιολική ενέργεια βασίζεται στη φυσική κίνηση των ανέμων και δεν εκλείπει όπως οι παραδοσιακές μορφές ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα. Επίσης, δεν παράγει αέρια του θερμοκηπίου και δεν επηρεάζει την ποιότητα του αέρα.

Αειφορία: Η αιολική ενέργεια συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου που συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος. Η χρήση αιολικής ενέργειας μειώνει την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και συμβάλλει στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων.

Ανανεώσιμη πηγή απασχόλησης: Η ανάπτυξη και η λειτουργία των αιολικών πάρκων δημιουργούν θέσεις εργασίας σε διάφορους τομείς, όπως η κατασκευή, η συντήρηση και η διαχείριση των πάρκων.

Ωστόσο, η αιολική ενέργεια έχει και ορισμένες προκλήσεις:

Μεταβλητότητα: Ο αέρας δεν πνέει συνεχώς με σταθερή ταχύτητα, οπότε η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι μεταβλητή. Αυτό απαιτεί τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας ή την αποθήκευση της ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών όταν ο αέρας είναι ασταθής.

Τοποθεσία: Οι ανεμογεννήτριες απαιτούν ευνοϊκές τοποθεσίες με υψηλές ταχύτητες ανέμου. Οι κατάλληλες τοποθεσίες μπορεί να είναι περιορισμένες και να απαιτούν μακρινές μεταφορές ενέργειας αν είναι μακριά από τους καταναλωτές.

Επίδραση στο τοπίο και την πανίδα: Η εγκατάσταση ανεμογεννητριών μπορεί να έχει επίπτωση στο τοπίο και την τοπική πανίδα, όπως τα πουλιά και τα νυχτερίδες. Είναι σημαντικό να ληφθούν μέτρα για τη μείωση των επιπτώσεων αυτών.

Παρόλα αυτά, η αιολική ενέργεια παραμένει μια σημαντική πηγή ανανεώσιμης ενέργειας που συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην αειφόρο ανάπτυξη (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).



Εικόνα 1.2: Αιολική ενέργεια(ΔΕΗ, 2023), Φωτοβολταϊκά(Κοντόνης, 2022)

Η ηλιακή ενέργεια: αποτελεί την ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολείται στην γη μπορούν να μετατραπούν σε διάφορες μορφές ενέργειας μέσω τεχνολογικών συστημάτων. Σήμερα, υπάρχουν τρία βασικά συστήματα που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αναμένουν μεγάλη αναγνώριση καθώς μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η μορφή ενέργειας έχει ευρεία χρήση σήμερα και χρησιμοποιείται ευρέως για την τροφοδότηση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο κατανάλωσης. Στην Ελλάδα, υπάρχει μεγάλη δυναμική ανάπτυξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων λόγω της μεγάλης ηλιακής έκθεσης της χώρας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα περιλαμβάνουν στοιχεία όπως θερμοκήπια, πράσινες οροφές και ηλιακούς τοίχους. Αυτά τα δομικά στοιχεία σχεδιάζονται και συνδυάζονται έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό τους.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα περιλαμβάνουν ηλιακούς συλλέκτες, γνωστούς επίσης ως ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα για θέρμανση νερού. Αυτή η τεχνολογία είναι δημοφιλής και χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση.(Τσιλιγκιρίδης, 2007).



Εικόνα 1.3:Θερμικά ηλιακά συστήματα(B2green, 2022), Γεωθερμική ενέργεια(Μανώλης, 2018)

Η γεωθερμική ενέργεια: Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από τη θερμότητα που απελευθερώνεται από το εσωτερικό της Γης. Αυτή η ενέργεια προέρχεται από την υψηλή θερμοκρασία του μαντλίου της Γης, που οφείλεται στην αποσύνθεση ραδιενεργών ισοτόπων και την παρουσία θερμού μαγματικού πυρήνα.

Ο τρόπος παραγωγής ενέργειας από τη γεωθερμική πηγή είναι μέσω γεωθερμικών ηλεκτρικών σταθμών και γεωθερμικών θερμοκηπίων. Οι γεωθερμικοί ηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούν τη θερμότητα για να παράγουν ατμό, ο οποίος κινεί τους τουρβίνες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια γεννητριών. Τα γεωθερμικά θερμοκήπια, από την άλλη πλευρά,

χρησιμοποιούν τη θερμότητα για να θερμάνουν χώρους, κτίρια ή υδροπονικά συστήματα.

Η γεωθερμική ενέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα. Είναι ανανεώσιμη και διαρκής πηγή ενέργειας, καθώς η θερμότητα του εσωτερικού της Γης δεν εξαντλείται εύκολα. Είναι επίσης καθαρή ενέργεια, αφού η παραγωγή της δεν συνεπάγεται την εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου ή άλλων ρύπων.

Ωστόσο, υπάρχουν και μερικές προκλήσεις που σχετίζονται με τη γεωθερμική ενέργεια. Μια από αυτές είναι η ανάγκη για τοποθετημένα σε συγκεκριμένες γεωλογικές περιοχές θερμικά πεδία με υψηλή θερμοκρασία. Επίσης, η κατασκευή και η λειτουργία των γεωθερμικών σταθμών μπορεί να είναι κοστοβόρα.

Παρόλα αυτά, η γεωθερμική ενέργεια έχει σημαντικό δυναμικό ως πηγή καθαρής ενέργειας για το μέλλον. Οι τεχνολογικές εξελίξεις συνεχίζουν να βελτιώνουν την αποδοτικότητα και την οικονομικότητα της γεωθερμικής ενέργειας, καθιστώντας την ακόμη πιο ανταγωνιστική σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, 2020).

Η υδροηλεκτρική ενέργεια: Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται από την χρήση της ροής του νερού. Εδώ είναι μερικές βασικές πληροφορίες για την υδροηλεκτρική ενέργεια:

Λειτουργία: Η υδροηλεκτρική ενέργεια παράγεται από την μετατροπή της κινητικής ενέργειας της ροής του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Συνήθως, αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση φράγματος ή φραγμένου ρυθμιζόμενου συστήματος που αξιοποιεί την υδροδυναμική πίεση του νερού για να περάσει μέσα από τις τουρβίνες και να παράγει ηλεκτρισμό.

Πλεονεκτήματα: Η υδροηλεκτρική ενέργεια έχει πολλά πλεονεκτήματα. Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς η ροή του νερού παραμένει σταθερή και μπορεί να αξιοποιηθεί συνεχώς. Είναι επίσης καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον, αφού δεν παράγει εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή ρύπων. Επιπλέον, οι υδροηλεκτρικές δεξαμενές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας κατά τις ώρες χαμηλής ζήτησης, λειτουργώντας σαν αποθήκη ενέργειας.

Μειονεκτήματα: Παρόλα αυτά, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα. Η κατασκευή μεγάλων υδροηλεκτρικών φραγμάτων μπορεί να έχει αντίκτυπο στο περιβάλλον και στα οικοσυστήματα των ποταμών. Επίσης, η δημιουργία υδροηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί την ύπαρξη κατάλληλων ποταμών ή ρευμάτων με αρκετή ροή νερού, και αυτό περιορίζει τη διαθεσιμότητα της ενέργειας σε ορισμένες περιοχές.

Εφαρμογές: Η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, καλύπτοντας τις ανάγκες ηλεκτροδότησης μεγάλων περιοχών ή ακόμα και ολόκληρων χωρών. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας για βιομηχανικές διεργασίες και άλλες εφαρμογές. (Ανδρίτσος, 2015).

Η βιομάζα: Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που παράγεται από οργανικά υλικά, όπως ξύλο, φυτικά υπολείμματα, αγροκτήματα και απόβλητα τροφίμων. Εδώ είναι μερικές βασικές πληροφορίες για τη βιομάζα:

Παραγωγή βιομάζας: Η βιομάζα παράγεται από διάφορες πηγές. Αυτές περιλαμβάνουν την αναδάσωση και την συλλογή ξύλου από δάση, την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών (όπως σταφυλιού, ζαχαροκάλαμου, σιτηρά κ.λπ.), τη χρήση αγροκλήματος και την αξιοποίηση βιολογικών αποβλήτων.

Χρήση: Η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Μπορεί να καύεται για τη θέρμανση κατοικιών και επιχειρήσεων ή για τη λειτουργία βιομάζας εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η βιομάζα εγκαταστάσεις συμπύκνωσης, ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας και σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.

Οικολογικά πλεονεκτήματα: Η βιομάζα θεωρείται βιώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς οι φυτικοί πόροι μπορούν να αναγεννηθούν μέσω βιολογικών διεργασιών. Η καύση βιομάζας εκπέμπει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως οι ορυκτοί καύσιμοι.

Προκλήσεις: Μια πρόκληση που σχετίζεται με τη χρήση βιομάζας είναι η ανάγκη για μεγάλη έκταση γης για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών. Επιπλέον, η καύση της βιομάζας μπορεί να προκαλέσει εκπομπές αερίων και σωματιδίων που επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα.

Καινοτομίες: Η τεχνολογία σχετικά με τη βιομάζα εξελίσσεται συνεχώς. Υπάρχουν νέες καινοτόμες διαδικασίες, όπως η θέρμανση με μικροκύματα, η υδροθερμική προπυρόλυση και η βιομάζα που προέρχεται από την αλγοκαλλιέργεια, που μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα της βιομάζας (ICAPGroup, 2017).



Εικόνα 1.4:Βιομάζα(Press room, 2018)

2. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

2.1. Η Μόνωση Γενικά

Η μόνωση ορίζεται ως η γενική διαδικασία που χρειάζεται για την προστασία μιας κατασκευής από τη θερμότητα, τον ήχο και την υγρασία. Συνήθως, όταν αναφερόμαστε σε καθημερινούς όρους, αναφέρουμε τη θερμομόνωση, ηχομόνωση και στεγανοποίηση. Ωστόσο, στον τομέα των κατασκευών χρησιμοποιούνται οι όροι θερμομόνωση, ηχομόνωση και υγρασιμόνωση (ή στεγανοποίηση) για να περιγράψουν τη μόνωση από αυτές τις παραμέτρους. Η μόνωση αποτελεί ζωτικό στοιχείο μιας κατασκευής, καθώς παίζει τρεις βασικούς ρόλους (Μπαμίχας, 2013):

1. Εξοικονομούνται χρήματα και ενέργεια.
2. Οι κατοικίες και οι χώροι εργασίας γίνονται πιο άνετοι και λειτουργικοί.
3. Το περιβάλλον της κατασκευής παραμένει υγιεινό.

Αυτοί οι τρεις παράγοντες συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, της άνεσης και της προστασίας των κατοίκων μέσα σε μια κατασκευή.

Η αποτελεσματικότητα της μόνωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η τοποθεσία, το τοπικό κλίμα, η κατασκευή του χώρου αλλά και το πλήθος των ανθρώπων που κατοικούν στο χώρο. Οι παλαιές κατασκευές συνήθως έχουν λιγότερη μόνωση σε σύγκριση με τις καινούργιες, αλλά μπορεί να γίνει ενίσχυση της μόνωσης και στις καινούργιες κατασκευές, καθώς μπορεί να αποκατασταθεί το κόστος σε λίγα χρόνια (Τσιλιγκιρίδης, 2007)..

Κατά τη θερμομόνωση, ηχομόνωση ή υγρασιμόνωση, είναι ζωτικής σημασίας να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον εξαερισμό, καθώς ο ελλιπής εξαερισμός μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για την υγεία. Επίσης, ο σωστός εξαερισμός βοηθά στον έλεγχο της υγρασίας. Μια κατασκευή πρέπει να έχει σωστή μόνωση περιμετρικά και από τα θεμέλια έως και τη στέγη. Τα μονωτικά υλικά μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη χημική σύνθεση των συστατικών τους, επομένως ταξινομούνται σε οργανικά, ανόργανα και σύνθετα (Μπαμίχας, 2013).

2.2. Αντικείμενο και σημασία της θερμομόνωσης

Η θερμομόνωση σε μια κατοικία, προσφέρει σ' αυτό ένα είδος «προστατευτικού περιβλήματος» όπου μειώνεται η μετάδοση θερμότητας από μέσα και προς τα μέσα του κτιρίου. Μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα χάνεται από το κτίριο κατά την περίοδο του χειμώνα και ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Η μείωση των θερμικών

απωλειών από και προς τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας των διάφορων τεχνητών συστημάτων θέρμανσης-ψύξης. Σε βόρειες περιοχές ισχύει εδώ και πολλά χρόνια οι απαιτήσεις που καθορίζονται από τους κανονισμούς και τις τεχνικές προδιαγραφές. Οι κανονισμοί και οι τεχνικές προδιαγραφές, εξασφαλίζουν μία τεχνοοικονομική σωστή θερμομόνωση. Η τεχνοοικονομική δεν απαιτεί μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης και ωστόσο, παρέχει μακροχρόνια οικονομική εξασφάλιση στη χρήση του κτιρίου και περιορίζει την εφαρμογή ενεργοβόρων τεχνητών συστημάτων ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος (Παντατοσάκη, 2012).

Με συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει (Παντατοσάκη, 2012):

- Την υγιεινή, την άνετη και ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να αλλάζει το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να δημιουργούνται σοβαρές θερμικές αλληλεπιδράσεις κρύου ή ζέστης μεταξύ αυτού και του χώρου που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες από το κέλυφος του κτιρίου.
- Περιορισμό του αρχικού κόστους της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή και κλιματισμού.
- Ταυτόχρονα προστασία από τους θορύβους, διότι τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά.
Τη προστασία του περιβάλλοντος, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας μειώνεται αντίστοιχα και η ρύπανση.

2.3. Είδη θερμομόνωσης

Τα είδη θερμομόνωσης σε μία κτιριακή κατασκευή είναι τα εξής (Περδίδς, 2007):

- **Εσωτερική θερμομόνωση:** Η διαδικασία αφορά την τοποθέτηση ενός μονωτικού υλικού στην εσωτερική πλευρά των δομικών στοιχείων. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε χώρους που δεν απαιτούν συνεχή θέρμανση, όπως εκκλησίες ή αίθουσες διαλέξεων. Ωστόσο, αυτοί οι χώροι δεν παρέχουν συνέχεια στη μόνωση του κτιριακού ολίσθημα και έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να αντιμετωπίσουν προβλήματα υγρασίας. Επιπλέον, δεν αξιοποιούν τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων.
- **Εξωτερική θερμομόνωση:** Πραγματοποιείται με την τοποθέτηση του μονωτικού υλικού από την εξωτερική πλευρά των δομικών στοιχείων της

κατασκευής. Χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό γιατί εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα.

2.3.1. Πλεονεκτήματα Εξωτερικής θερμομόνωσης

Η εξωτερική θερμομόνωση εμφανίζει και αρκετά ορισμένα πλεονεκτήματα τα οποία αναφέρονται παρακάτω και είναι τα εξής(Κολοβός, 2012):

- Εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων.
- Λιγότερες πιθανότητες υγροποίησης υδρατμών.
- Προστασία των δομικών στοιχείων από τις μεταβολές θερμοκρασίας.
- Ικανότητα εφαρμογής και σε υφιστάμενα κτίρια.

Ωστόσο η εξωτερική θερμομόνωση εμφανίζει και αρκετά μειονεκτήματα τα οποία αναφέρονται παρακάτω και είναι τα εξής(Κολοβός, 2012):

- Αναγκαιότητα προστασίας της μόνωσης από τα στοιχεία της φύσης.
- Προστασία από το φαινόμενο συστολής – διαστολής.
- Υψηλό κόστος κατασκευής.

Στην χώρα μας η πιο συνηθισμένη μορφή θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται είναι αυτή του πυρήνα της τοιχοποιίας με ή χωρίς στρώμα αέρα (για τουβλοδομές) με στρώσεις διαφόρων μονωτικών υλικών.

2.3.2. Τρόποι θερμομόνωσης

Οι τρόποι θερμομόνωσης περιλαμβάνουν τη λήψη μέτρων για να μειωθεί η μεταφορά θερμότητας μεταξύ δύο περιοχών διαφορετικής θερμοκρασίας. Η καλή θερμομόνωση βοηθά στη διατήρηση της θερμότητας εντός ενός χώρου και μειώνει τις απώλειες ενέργειας. Οι κύριοι τρόποι θερμομόνωσης περιλαμβάνουν (Περδίδς, 2007):

1. Μόνωση των τοιχωμάτων: Η μόνωση των τοιχωμάτων του κτιρίου είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος θερμομόνωσης. Μπορεί να γίνει με τη χρήση θερμομονωτικών υλικών, όπως οι μονωτικές πλάκες αφροπολυστερένης (EPS), οι πλάκες πολυουρεθάνης (PUR), η πολυστερένη ενισχυμένη με γραφίτη (Graphite EPS), η πολυουρεθάνη ενισχυμένη με γραφίτη κ.λπ. Αυτά τα υλικά τοποθετούνται στους τοίχους για να μειώσουν τη μεταφορά θερμότητας από τον εξωτερικό στον εσωτερικό χώρο και αντίστροφα.
2. Μόνωση των οροφών: Οι οροφές μπορούν να μονωθούν για να μειωθεί η απώλεια θερμότητας. Οι πλάκες μονωτικού υλικού τοποθετούνται κάτω

από την οροφή για να διατηρούν τη θερμότητα εντός του χώρου. Οι πλάκες από γυαλί ίνας, πολυστυρένη ή πολυουρεθάνη είναι κοινά χρησιμοποιούμενα υλικά θερμομόνωσης για τις οροφές.

3. Εγκατάσταση διπλών τζαμιών: Η εγκατάσταση διπλών τζαμιών ή θερμομονωτικών τζαμιών στα παράθυρα βοηθά στη μείωση των απωλειών θερμότητας από τα παράθυρα. Τα διπλά τζάμια διαθέτουν μια εναέρια ή αργονίου γέμιση μεταξύ τους, που λειτουργεί ως μονωτικό υλικό και μειώνει τη μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό στο εσωτερικό του χώρου.
4. Χρήση σωστής στεγανοποίησης: Η σωστή στεγανοποίηση του κτιρίου μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των απωλειών θερμότητας. Αυτό περιλαμβάνει τη στεγανοποίηση των συνδέσεων μεταξύ των τοίχων, των παραθύρων και των οροφών για να αποτρέψει τη διαρροή θερμότητας από τις συνδέσεις.
5. Χρήση θερμομονωτικών υλικών στις σωληνώσεις και τα κανάλια: Η μόνωση των σωληνώσεων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού με θερμομονωτικά υλικά μπορεί να μειώσει τις απώλειες θερμότητας κατά τη μεταφορά της ενέργειας σε αυτά τα συστήματα.

2.4. Βασικές αρχές θερμομόνωσης

2.4.1. Θερμικές απώλειες

Γνωρίζουμε ότι μεταξύ δύο αντικειμένων με διαφορετικές θερμοκρασίες υπάρχει συνεχής μεταφορά θερμότητας από το πιο θερμό στο πιο ψυχρό αντικείμενο. Αυτή η μεταφορά θερμότητας επηρεάζει τόσο την απώλεια θερμότητας από έναν χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα όσο και την απώλεια δροσιάς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι ζεστός. Αν και δεν είναι δυνατόν να αποτραπεί πλήρως αυτή η μεταφορά θερμότητας, μπορεί να περιοριστεί σε ό,τι αφορά την ένταση και τη διάρκειά της. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της θερμομόνωσης της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου, η οποία μειώνει τον ρυθμό μεταφοράς θερμότητας

2.4.2. Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου

Πριν αποφασίσει κανείς να υιοθετήσει οποιαδήποτε μέτρα θερμομόνωσης για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών, πρέπει να λάβει υπόψη του τους βασικότερους παράγοντες που τις προκαλούν, σύμφωνα με τη σχεδίαση (Βιτουλαδίτης & Χάϊτος, 2012). Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν:

- Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου που είναι άμεσα εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες, σε σχέση με τον όγκο του κτιρίου. Για παράδειγμα, ένα απροστάτευτο κτίριο εκτίθεται σε πολύ υψηλές θερμικές απώλειες σε σύγκριση με ένα κτίριο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.
- Η τοποθεσία και ο προσανατολισμός του κτιρίου στον περιβάλλοντα χώρο. Όσο πιο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο σε ανεμικά φορτία, τόσο υψηλότερες απώλειες θερμότητας παρουσιάζει. Επίσης, όσο πιο έκθετο είναι το κτίριο στην ηλιακή ακτινοβολία, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων του.
- Τα εξωτερικά κουφώματα. Τα εξωτερικά κουφώματα επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις επιφάνειες του κτιρίου. Η κακή τους συναρμογή επιτρέπει τη διείσδυση αέρα.
- Ο βαθμός έκθεσης στο περιβάλλον των διάφορων χώρων του κτιρίου. Οι εσωτερικοί χώροι θεωρούνται ότι δεν υπόκεινται σε θερμικές μεταβολές. Αντίθετα, οι χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν υψηλές απώλειες.

2.4.3. Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων

Ο ρυθμός ροής θερμότητας μεταξύ του κελύφους ενός κτιρίου οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Ανάμεσα σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται τα μέτρα που λαμβάνονται και, κυρίως, τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Η μελέτη και η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης βασίζεται στον βέλτιστο συνδυασμό των μεθόδων και υλικών κατασκευής. Αυτά τα μέτρα και υλικά προσδίδουν συγκεκριμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες στα δομικά στοιχεία του κτιρίου. (Παντατοσάκη, 2012).

2.5. Η χρησιμότητα της θερμομόνωσης στις κατασκευές

Η βελτίωση της θερμομόνωσης έχει κυρίως ως στόχο την αντιμετώπιση θεμάτων υγιεινής και ποιότητας στις κτιριακές εγκαταστάσεις και κατασκευές. Μια αποτελεσματική θερμομόνωση πρέπει να παρέχει οικονομικά προσιτές συνθήκες για άνετη, ευχάριστη και υγιεινή διαβίωση των χρηστών, διατηρώντας την θερμική άνεση στο ανθρώπινο σώμα. Πρέπει να περιορίζει το αρχικό κόστος κατασκευής και εγκατάστασης των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, μειώνοντας τις απαιτήσεις ενέργειας. Σε αυτό το πλαίσιο, πρέπει επίσης να

ληφθεί υπόψη η προστασία του περιβάλλοντος με μείωση των εκπομπών καυσαερίων στην ατμόσφαιρα (Ηλιάσκου, 2013).

Οι θερμογέφυρες αποτελούν περιοχές ή σημεία στο εξωτερικό κτιριακό περίβλημα, όπου η θερμική αντίσταση είναι σημαντικά χαμηλότερη από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του περιβλήματος. Οι απώλειες από τις θερμογέφυρες, παρόλο που αντιστοιχούν συνήθως σε ένα μικρό μέρος του εξωτερικού περιβλήματος, αποτελούν σημαντικό ποσοστό των συνολικών απωλειών του κτιρίου. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αίσθηση δυσάρεστων ρευμάτων αέρα στους χρήστες, ιδίως όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού αέρα του χώρου και της εσωτερικής επιφάνειας του κτιρίου. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, όλα τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα μετά το 1980 πρέπει να είναι θερμομονωμένα. Ωστόσο, περίπου το 82% των κτιρίων στην Ελλάδα που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 δεν διαθέτουν μόνωση, και η αναλογία κατανάλωσης ενέργειας και το κόστος της, για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, ανάμεσα στα μονωμένα και μη μονωμένα κτίρια, είναι 1 προς 3 (Ηλιάσκου, 2013).

2.6. Συντελεστής θερμοπερατότητας (k)

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας K ισχύει (Σελλούντος, 2005):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{εσωτ}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{εξωτ}}}} \quad (2.1)$$

Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ενός υλικού εκφράζεται σε $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ή σε $\text{W/m}^2\text{K}$ στο SI και ισούται με την ποσότητα θερμότητας σε Kcal η οποία μεταδίδεται σε σταθερή θερμοκρασιακή κατάσταση ανά ώρα δια μέσου επιφάνειας 1m^2 του στοιχείου κατασκευής όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο πλευρών του υλικού είναι 1 βαθμός Κελσίου (Σελλούντος, 2005).

Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας (λ) ενός υλικού εκφράζεται σε $\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$ ή σε W/mK στο SI και ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας σε Kcal η οποία διέρχεται ανά ώρα κάθετα διαμέσου της στρώσης του υλικού αυτού,

επιφάνειας 1m^2 και για πάχος 1m όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι 1 βαθμός Κελσίου(Σελλούντος, 2005).

Συντελεστής θερμικής μετάβασης (α) εκφράζεται σε $\text{Kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ (από την επιφάνεια στοιχείου κατασκευής προς τον εν επαφή αέρα και αντίστροφα) ορίζεται ως η ποσότητα θερμότητας σε Kcal η οποία μεταδίδεται σε σταθερή θερμική κατάσταση ανά ώρα μεταξύ 1m^2 της επιφάνειας του στοιχείου κατασκευής και του εν επαφή αέρα όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας 1 βαθμός Κελσίου(Σελλούντος, 2005).

Πάχος διαφόρων υλικών που αποτελούν τον τοίχο(δ) εκφράζεται σε m .

Πίνακας 2.1: Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) τοίχων από τούβλα (Σελλούντος, 2005)

α/α	Είδος τοίχου	Πάχος τοίχου χωρίς επιχρίσματα cm			
		6,5	9	19	29
1	<u>Εσωτερικός</u> Με σοβάτισμα από τις δύο πλευρές	2,0	1,8	1,3	-
1	<u>Εξωτερικός</u> Με σοβάτισμα από τις δύο πλευρές	-	2,2	1,6	1,2
2	Με σοβάτισμα εσωτερικά αρτιφισιέλ εξωτερικά	-	2,3	1,7	1,2

Πίνακας 2.2: Συντελεστής Θερμοπερατότητας (Κ) ανοιγμάτων (Σελλούντος, 2005)

α/α	Είδος ανοίγματος	Κ	α/α	Είδος ανοίγματος	Κ
	<u>Θύρες</u>				
1	Εξωτερική από ξύλο	3,5	8	Εξωτερικό μεταλλικό απλό	6,0
2	Εξωτερική μεταλλική	6,0	9	Εξωτερικό μεταλλικό διπλό	3,3
3	Μπαλκονόθυρα ξύλινη απλή	5,0	10	Εσωτερικό	3,0
4	Μπαλκονόθυρα ξύλινη διπλή	2,5	11	Από γυάλινα τούβλα πάχους ≥ 80 mm	2,5
5	Εσωτερική	2,5			
	<u>Παράθυρα</u>				
6	Εξωτερικό ξύλινο απλό	5,0	12	Μεγάλες Εξωτερικές	6,5
7	Εξωτερικό ξύλινο διπλό	2,8	13	Ιδιαίτερα ανεμόδαρτες	7,5
				<u>Βιτρίνες</u>	

Πίνακας 2.3: Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων (Σελλούντος, 2005)

Τύπος ανοίγματος	Ξύλο, Συνθετικό υλικό		Χάλυβας, άλλα μέταλλα, σκυρόδεμα	
	Συντελεστής θερμοπερατότητας			
	Kcal/(m ² h°C)	W/(m ² K)	Kcal/(m ² h°C)	W/(m ² K)
Απλό τζάμι	4,5	5,23	5,0	5,81
Διπλό μονωτικό τζάμι με διάκενο 6mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Διπλό μονωτικό τζάμι με διάκενο 12mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλό τζάμι με απόσταση 2cm < S < 4cm	2,2	2,56	2,6	3,02
Διπλό τζάμι με απόσταση 4cm < S < 7cm	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με απόσταση τζαμιών ≥7cm	2,2	2,56	-	-
Τοίχος από γυάλινα τούβλα πάχους 80mm	-	-	3,0	3,49
Άνευ τζαμιών ξύλινο άνοιγμα	3,0	3,49	5,0	5,81

Πίνακας 2.4: Πυκνότητα και συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας(Σελλούντος, 2005)

Υλικό	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Λ	
		Kcal/(mh ^{°C})	W/(mK)
Ασβεστοκονίαμα	1680	0,75	0,87
Γύψος	1650	0,25	0,29
Μάρμαρο	2700	3,00	3,49
Ξύλο βελανιδιάς (κάθετα στα νερά) (παράλληλα στα νερά)	800	0,178	0,207
	800	0,312	0,363
Πετροβάμβακας	200	0,04	0,047
Πλακάκι	1400	0,14	0,163
Οπλισμένο σκυρόδεμα	2300	1,75	2,04
Τούβλο οικοδομικό	800 – 1500	0,45	0,52
Τούβλο πυρίμαχο	1900	0,70	0,814
Φελλός (κόκκοι)	45	0,033	0,038
Φελλός (πλάκα)	190	0,036	0,042
Διογκωμένη πολυστερίνη	90	0,035	0,041
Κισηρόδεμα	750	0,30	0,349
Τσιμέντο πλήρωσης	1700	0,75	0,87

Πίνακας 2.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) εξωτερικής οροφής
(Σελλούντος, 2005)

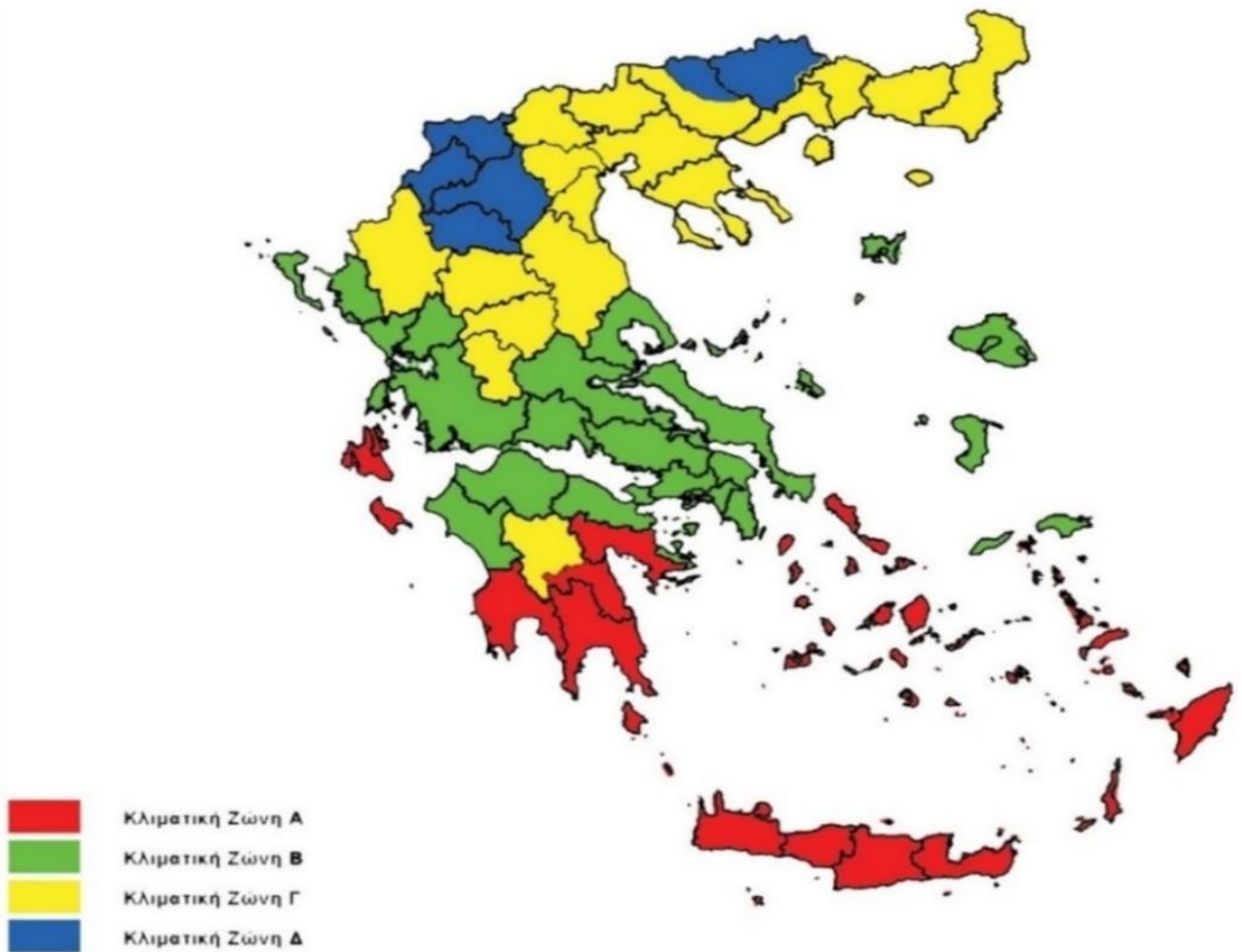
α/α	Είδος εξωτερικής οροφής	Καθαρό πάχος πλάκας	
		10	15
1	Πλάκα από σκυρόδεμα με σοβά εσωτερικά	3,0	2, 8
2	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με μόνωση από μαλτεζόπλακες	2,3	2, 1
3	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με μόνωση από τσιμεντόπλακες	2,8	2, 6
4	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με μόνωση ελαφρόπετρας, ισχνού σκυροδέματος και μαλτεζόπλακες συνολικού πάχους 20cm	1,0	0, 9
5	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με λανκοπλάτ πάχους 2cm, ισχνό σκυρόδεμα 7cm και μωσαϊκό 2cm	1,1	1, 0
6	Στέγη με κεραμίδια	1,6	
7	Στέγη με πισσόχαρτο	2,1	
8	Στέγη με κυματοειδή λαμαρίνα	10,4	

Πίνακας 2.6: Αντιστάσεις θερμικής μεταβάσεως (Σελλούντος, 2005)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1/α _{εσωτ}		1/α _{εξωτ}	
	Εξωτερικοί τοίχοι			
Οροφές	0,14	0,12	0,05	0,04
Pilotis				
Επενδύσεις τοίχων με κυκλοφορία αέρα πίσω από αυτές	0,14	0,12	0,05	0,04
Κεκλιμένες στέγες				
Οροφές κάτω από στέγες όταν στο χώρο μεταξύ της οροφής και της κεκλιμένης στέγης δεν κυκλοφορεί αέρας	0,14	0,12	0,14	0,12
Οροφές υπογείων				
Οροφές μη θερμαινόμενων χώρων	0,20	0,17	0,20	0,17
Εσωτερικές στοές ανοικτές	0,20	0,17	0,05	0,04
Δάπεδα που συνορεύουν με το έδαφος	0,20	0,17	0	0
Τοίχοι που συνορεύουν με το έδαφος	0,14	0,12	0	0

Ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων μιας οικοδομής μπορεί να καθορισθεί ανάλογα με τις κλιματικές ζώνες κάθε περιοχής.

Εικόνα 2.1: Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας (Microboiler, 2023)



Πίνακας 2.7:Νομοί της Ελλάδας ανά κλιματική ζώνη (Μονοδομική, 2023)

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

Πίνακας 2.8: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων οικοδομής (Σελλούντος, 2005)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	k_{max} επιτρεπόμενο	
	Kcal/(m ² h °C)	W/(m ² K)
1. Εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων εκ σκυροδέματος σε όλες τις Ζώνες	0,6	0,7
2. Οριζόντιες επιφάνειες και οροφές που χωρίζουν θερμαινόμενο χώρο από τον ελεύθερο αέρα, είτε προς τα άνω είτε προς τα κάτω σε όλες τις Ζώνες	0,4	0,5
3. Δάπεδα κείμενα επί του εδάφους ή δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπογείου ή ημιυπογείου χώρου		
για την Ζώνη Α	2,6	3,0
για την Ζώνη Β	1,6	1,9
για την Ζώνη Γ	0,6	0,7
4. Διαχωριστικοί τοίχοι προς μη θερμαινόμενους κλειστούς χώρους		
για την Ζώνη Α	2,6	3,0
για την Ζώνη Β	1,6	1,9
για την Ζώνη Γ	0,6	0,7

3. ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

3.1. Γενικά περί των θερμομονωτικών υλικών

Τα θερμομονωτικά υλικά είναι υλικά που χρησιμοποιούνται για να μειώσουν τη μεταφορά θερμότητας ανάμεσα σε δύο περιοχές με διαφορετικές θερμοκρασίες. Αυτά τα υλικά παρέχουν θερμομονωτική προστασία σε κτίρια, οχήματα, σκάφη και άλλες εφαρμογές. Εδώ είναι μερικές βασικές πληροφορίες για τα θερμομονωτικά υλικά:

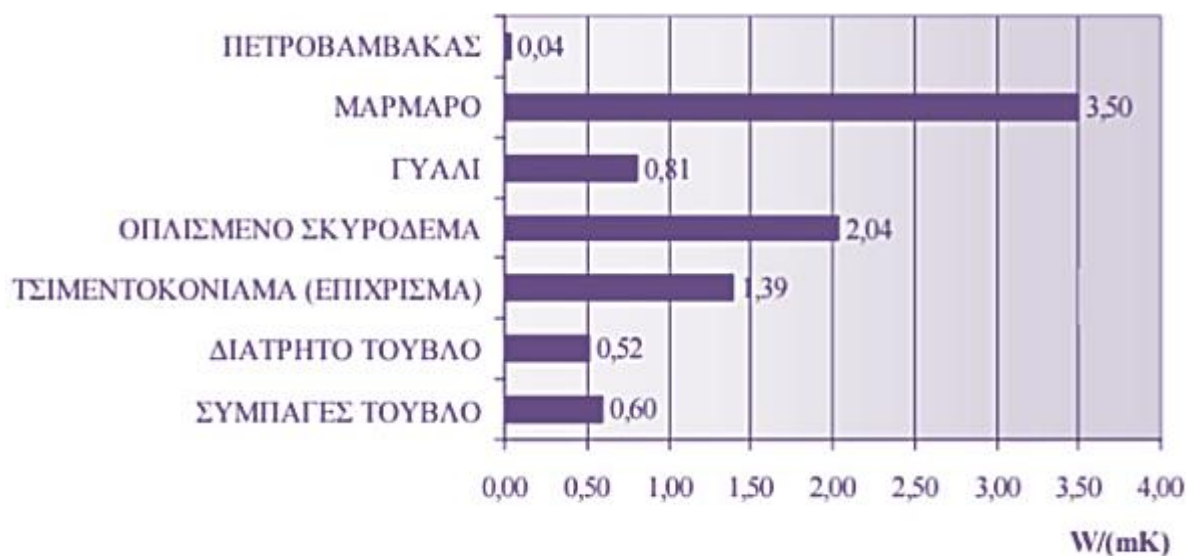
Υλικά θερμομόνωσης: Υπάρχουν πολλά διαφορετικά υλικά που χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση. Αυτά περιλαμβάνουν γυαλί με διπλά τζάμια, μονωτικά αφρώδη υλικά (όπως πολουρεθάνη, πολυστυρένη, πολυισοκυανουρική αφρόλεξη), οργανικά ινοπλάστ, περλίτη, πυρίτιο, καλαμώνες, αερογέλες κ.ά. Κάθε υλικό έχει διαφορετικές ιδιότητες θερμομόνωσης και χαρακτηριστικά εφαρμογής.

Συντελεστής θερμομόνωσης (R-value): Ο συντελεστής θερμομόνωσης R-value μετρά την ικανότητα ενός υλικού να αντιστέκεται στη μεταφορά θερμότητας. Όσο υψηλότερος είναι ο R-value, τόσο καλύτερη είναι η θερμομονωτική ικανότητα του υλικού. Ο R-value εξαρτάται από το είδος και το πάχος του θερμομονωτικού υλικού.

Εφαρμογές: Τα θερμομονωτικά υλικά χρησιμοποιούνται ευρέως σε κατοικίες, εμπορικά κτίρια, βιομηχανικά κτίρια, αυτοκίνητα, αεροσκάφη και πλοία για να μειώσουν τις απώλειες θερμότητας και να διατηρήσουν τις εσωτερικές θερμοκρασίες σε επιθυμητά επίπεδα. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται σε δομικά στοιχεία, όπως τοίχοι, οροφές, δάπεδα και σωληνώσεις, για να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Οικολογική αειφορία: Κάποια θερμομονωτικά υλικά είναι φιλικά προς το περιβάλλον και ανακυκλώσιμα. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να μειωθούν οι απορρίψεις και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι οργανικές ίνες, όπως το βαμβάκι και η ίνα που παράγεται από ανακυκλωμένα υλικά, είναι παραδείγματα φιλικών προς το περιβάλλον θερμομονωτικών υλικών.

Τα θερμομονωτικά υλικά αποτελούν σημαντικό στοιχείο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε πολλούς τομείς. Η επιλογή του κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού εξαρτάται από τις απαιτήσεις της εφαρμογής και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα που επιδιώκεται (Στενός, 2020).



Εικόνα 3.1: Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, για διάφορα στοιχεία(Στενός, 2020)

3.2. Ανάλυση κύκλου ζωής των υλικών

Η διαδικασία συγκριτικής ανάλυσης αξιολογεί τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που σχετίζονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια δραστηριότητα. Στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης, γίνεται ποσοτικοποίηση της ενέργειας και των υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των αποβλήτων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Το επίκεντρο της ανάλυσης είναι η εκτίμηση των επιπτώσεων από τη χρήση της ενέργειας, των υλικών και των αποβλήτων, καθώς και η αναγνώριση και εκτίμηση των δυνατοτήτων περιβαλλοντικών βελτιώσεων.

Στη διαδικασία αυτή, λαμβάνεται υπόψη ολόκληρος ο κύκλος ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας. Αυτό σημαίνει ότι αξιολογούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη φάση της παραγωγής ή της απόκτησης των αρχικών υλικών, μέχρι τη χρήση, την απόρριψη και τη διάθεση του προϊόντος ή των αποβλήτων του.

Η συγκριτική ανάλυση επιτρέπει να αξιολογηθούν διάφορες επιλογές, διερευνώντας τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και εντοπίζοντας πιθανές βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων.(Κολοβός, 2012):

- Εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών.
- Κατασκευή.
- Μεταφορά και διαμονή.

- Χρήση.
- Συντήρηση.
- Επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση.
- Τελική απόρριψη.

Πρόκειται για ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων που έχει ως στόχο να αξιολογήσει τις επιπτώσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στοπεριβάλλον. Η ανάλυση του κάθε σταδίου της πορείας αυτής και των επιπτώσεών του στο περιβάλλον είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό της οικολογικής συμπεριφοράς του προϊόντος. Ωστόσο, η διάρκεια και τα στάδια του κύκλου ζωής του ποικίλουν, κάτι που δυσκολεύει την καθιέρωση μιας μεθοδολογίας ανάλυσης κοινής για όλα τα προϊόντα. Επιπλέον, η αξιολόγηση των επιπτώσεων του σταδίου της παρασκευής στο εργοτάξιο είναι δυσχερής λόγω της αστάθμητης επίδρασης παραγόντων όπως οι καιρικές συνθήκες, οι ανθρώπινες ενέργειες και οι αναλογίες ανάμειξης υλικών. Παρ' όλα αυτά, η ανάλυση κύκλου ζωής παραμένει ένα ισχυρό εργαλείο που επιτρέπει την αξιολόγηση δομικών υλικών και συστημάτων σε όλη τη διάρκεια ζωής τους, με σκοπό την επιλογή του προϊόντος ή της διαδικασίας με τη μικρότερη επιβάρυνση στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία.

3.3. Κατηγορίες θερμομονωτικών υλικών

Η μετάδοση της θερμότητας στα δομικά υλικά γίνεται κυρίως μέσω αγωγής. Άρα όσο μικραίνει ο συντελεστής της θερμικής αγωγιμότητας λ που περιέχει το υλικό, τόσο μεγαλύτερη θερμομονωτική ικανότητα εμφανίζει. Με βάση αυτό το κριτήριο, ως θερμομονωτικό υλικό χαρακτηρίζεται εκείνο το υλικό, το οποίο έχει $\lambda < 0.1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Συνήθως, τα θερμομονωτικά υλικά είναι πορώδη υλικά, τα οποία περιέχουν στο εσωτερικό τους ένα μεγάλο αριθμό μικρών πόρων (κυψελίδων), οι οποίες περικλείουν ακίνητο αέρα. Τα μονωτικά υλικά χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, οι οποίες είναι (Ζορμπάς, 2016):

- Τα οργανικά υλικά.
- Τα ανόργανα υλικά.
- Τα μονωτικά σκυροδέματα.
- Τα οικολογικά υλικά.

Ανήκουν στα ανόργανα υλικά ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, ο ορυκτοβάμβακας, ο διογκωμένος περλίτης (perlomin), τα θερμομονωτικά τούβλα, και άλλα. Στα μονωτικά σκυροδέματα ανήκει το κισσηρομπετόν, το κυψελομπετόν, και το περλομπετόν. Στα οικολογικά υλικά ανήκει ο διογκωμένος φελλός, η διογκωμένη άργιλος, το λιναρόμαλλο, τα ρολά από ίνες

κοκκοφοίνικα ή υπολείμματα βαμβακιού, και άλλα. Τα οικολογικά υλικά έχουν πλεονεκτήματα όπως η περιορισμένη ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή τους, η δυνατότητα ανακύκλωσής τους και η φιλική συμπεριφορά προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ωστόσο, το κόστος τους είναι υψηλότερο από τα υπόλοιπα θερμομονωτικά υλικά. Αντίθετα, υπάρχουν υλικά η χρήση των οποίων εγκυμονεί κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Για παράδειγμα, ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας έχουν χαρακτηριστεί ως καρκινογόνοι από το Διεθνές Κέντρο Έρευνας Καρκίνου. Η χρήση αυτών των υλικών πρέπει να γίνεται σε μικρές ποσότητες και να είναι πλήρως στεγανοποιημένη. Επιπλέον, το PVC, που είναι ένα συνθετικό υλικό από πετρέλαιο και χλώριο, έχει πολλές αρνητικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο υγεία και το περιβάλλον, και η χρήση του έχει περιοριστεί ή απαγορευτεί σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.3.1 Τα πιο συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά

Τη σήμερον ημέρα, στην αγορά υπάρχει μια υπερπληθώρα θερμομονωτικών υλικών με διάφορες ιδιότητες, πάχη και αντοχές σε καταπόνηση λόγω καιρικών φαινομένων και άλλων παραγόντων. Η ποικιλία αυτή επιτρέπει στους καταναλωτές να επιλέγουν ανάμεσα σε διάφορες επιλογές ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Ορισμένα θερμομονωτικά υλικά προσφέρουν βελτιωμένες ιδιότητες μόνωσης, ενώ άλλα είναι πιο ανθεκτικά σε καταπονήσεις λόγω καιρικών συνθηκών, όπως έντονες βροχοπτώσεις ή υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, υπάρχουν θερμομονωτικά υλικά που είναι πιο λεπτά και ευέλικτα, καθιστώντας την εγκατάστασή τους πιο ευκολοχώνευτη.

Είναι σημαντικό να εξετάσει κανείς τις ανάγκες του, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής του και τον προϋπολογισμό του πριν αποφασίσει ποιο θερμομονωτικό υλικό είναι η καλύτερη επιλογή για το έργο του. Σε κάθε περίπτωση, η υπερπληθώρα επιλογών παρέχει τη δυνατότητα να βρεθεί η κατάλληλη λύση που θα προσφέρει αποτελεσματική θερμομόνωση και προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Μερικά από αυτά είναι (Κολοβός, 2012):

- Εξηλασμένη πολυστερίνη.
- Διογκωμένη πολυστερίνη.
- Υαλοβάμβακας.
- Πολυουρεθάνη.
- Αφρώδες Γυαλί.
- Πετροβάμβακας.
- Περλιτοειδή.

- Κυψελωτό σκυρόδεμα.
- Φελλός.
- PVC.
- Θερμομονωτικά τούβλα.
- Πλάκες περλιτουόλου.

3.4. Βασικές ιδιότητες θερμομονωτικών υλικών

Οι βασικές ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών περιλαμβάνουν:

Θερμική αγωγιμότητα (Thermal Conductivity): Αυτή η ιδιότητα μετρά την ικανότητα ενός υλικού να μεταφέρει θερμότητα. Χαμηλή θερμική αγωγιμότητα σημαίνει ότι το υλικό είναι καλό θερμομονωτικό, καθώς μειώνει τη μεταφορά θερμότητας από μια περιοχή υψηλής θερμοκρασίας σε μια περιοχή χαμηλής θερμοκρασίας.

Αντοχή στην υγρασία (Moisture Resistance): Καλά θερμομονωτικά υλικά πρέπει να έχουν καλή αντοχή στην υγρασία. Αν ένα υλικό απορροφά υγρασία, μπορεί να μειώσει την ικανότητά του να προσφέρει θερμομόνωση και να προκαλέσει προβλήματα υγρασίας, όπως μούχλα και σημάδια υγρασίας.

Πυκνότητα (Density): Η πυκνότητα του υλικού επηρεάζει την ικανότητά του να παρέχει θερμομόνωση. Υλικά χαμηλής πυκνότητας συνήθως έχουν καλύτερη θερμομονωτική απόδοση, καθώς περιλαμβάνουν περισσότερο αέρα ή άλλα αέρια που λειτουργούν ως μονωτικά από τη θερμότητα.

Αντίσταση στη φωτιά (Fire Resistance): Καλά θερμομονωτικά υλικά πρέπει να έχουν καλή αντίσταση στη φωτιά και να μην προκαλούν ή επιδεινώνουν πυρκαγιές. Ορισμένα υλικά μπορούν να παρέχουν πρόσθετη προστασία κατά της εξάπλωσης της φωτιάς και να επιβραδύνουν την καύση.

Περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Environmental Sustainability): Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι επίσης σημαντική για τα θερμομονωτικά υλικά. Πολλά υλικά είναι ανακυκλώσιμα και μπορούν να προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές, όπως η βιομάζα, ενώ άλλα υλικά μπορεί να περιέχουν επιβλαβείς ουσίες που πρέπει να αποφεύγονται.

Οι παραπάνω ιδιότητες μπορούν να ποικίλλουν ανάλογα με το είδος και τη σύνθεση του θερμομονωτικού υλικού. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού εξαρτάται από τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της εφαρμογής, καθώς και από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Στενός, 2020).

3.5 Ρόλος και κριτήρια επιλογής των θερμομονωτικών υλικών

Τα θερμομονωτικά υλικά έχουν τον ρόλο να επηρεάζουν τη συμπεριφορά του κτηριακού περιβλήματος από την άποψη της δομικής φυσικής, με στόχο την ελάττωση του συντελεστή θερμοπερατότητας. Σε γενικές γραμμές, τα θερμομονωτικά υλικά έχουν το πλεονέκτημα της θερμικής αντίστασης στον αέρα που περιέχεται μέσα τους. Ο αέρας αποτελεί "κακό αγωγό" της θερμότητας, δηλαδή έχει χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. Με αυτό τον τρόπο αναγνωρίζονται ποια θερμομονωτικά υλικά προσφέρουν μεγαλύτερη θερμική προστασία. Αναλυτικότερα, τα κριτήρια επιλογής των θερμομονωτικών υλικών περιλαμβάνουν (Μπαμίχας, 2013):

Η επιλογή της θερμομόνωσης πρέπει να γίνεται με βάση τις παρακάτω παράμετρος, σύμφωνα με τη μελέτη του μηχανικού Περδίου (2007):

- Το τοπικό κλίμα και ιδιαίτερα η υγρασία της περιοχής: Η υγρασία επηρεάζει τη συμπεριφορά των μονωτικών υλικών και μπορεί ακόμα και να αποδυναμώσει τις θερμομονωτικές τους ιδιότητες. Για αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό να επιλέγονται θερμομονωτικά υλικά που πληρούν τις προδιαγραφές για τη συγκεκριμένη κλιματική περιοχή και τη δομή στην οποία θα εφαρμοστούν. Συνήθως, στις οροφές προτείνεται να γίνεται επιπλέον υγρασιμόνωση.
- Η κλιματική ζώνη και τα ανώτατα όρια του συντελεστή θερμοπερατότητας: Αυτό ρυθμίζει το πάχος της μόνωσης προκειμένου να μην υπερβαίνονται τα επιβαλλόμενα όρια. Οι κανονισμοί ορίζουν τα ανώτατα όρια της θερμοπερατότητας για κάθε κλιματική ζώνη, και ανάλογα με αυτά πρέπει να επιλέγεται το κατάλληλο πάχος μόνωσης.
- Η λειτουργία μιας θερμομόνωσης: Η διάρκεια ζωής οφείλεται σε πολλές παραμέτρους, ιδιαίτερα από τα κλιματολογικά στοιχεία όπως η υγρασία και η θερμοκρασία. Κατά την επιλογή της θερμομόνωσης, πρέπει να ληφθούν υπόψη αυτοί οι παράγοντες προκειμένου να επιλεγεί ένα υλικό με αντοχή και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Αυτές οι παράμετροι είναι απαραίτητοι λαμβάνονται ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο υλικό θερμομόνωσης ως μια δομή. Για να προστατευθεί μια θερμομόνωση, πέραν της καλής κατασκευής της, απαιτούνται επιπλέον μέτρα. Ένα κτήριο με θερμομόνωση πρέπει να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες μέσω της κάλυψής του με δομικά στοιχεία με αντοχή σε παγετούς, βροχοπτώσεις και ισχυρές ανεμοπτώσεις. Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματική λειτουργία της θερμομόνωσης, είναι απαραίτητο να εμφανίζεται εξωτερική κάλυψη με κατάλληλο υδατοστεγές επίχρισμα ή επένδυση από στοιχεία ανθεκτικά στον παγετό. Αυτά τα υλικά πρέπει να τοποθετηθούν με προσεκτική αρμολόγηση, χρησιμοποιώντας τσιμεντοκονία, κεραμικές πλάκες, φυσικούς λίθους ή τεχνητές λίθινες πλάκες. (Κορωναίος & Πουλάκος, 2006).

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

4.1. Θερμικές απώλειες

Υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q=k \cdot F \cdot \Delta T \text{ (kcal/h)} \quad (4.1)$$

Όπου Q: θερμικές απώλειες

K(kcal/m²h°C): συντελεστής θερμοπερατότητας

F(m²): εμβαδόν διαχωριστικής επιφάνειας εσωτερικού χώρου περιβάλλοντος

$\Delta T(^{\circ}\text{C})$: διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου και εξωτερικού χώρου
 $\Delta T=t_{\text{εσ}} - t_{\text{εξ}}$

4.1.1. Προσαυξήσεις απωλειών θερμότητας

Οι τιμές των θερμικών απωλειών παραπάνω, της σχέσης (4.1) αναφέρονται σε ποιοτικές κατασκευές και σε κτίρια που βρίσκονται σε προφυλαγμένες θέσεις ή δεν υπόκεινται στην επίδραση κάποιου παράγοντα. Εντούτοις, υπάρχουν παράγοντες που εξαρτώνται από τη λειτουργία, την κατασκευή και τη θέση που πλαισιώνουν την διορθωτική αύξηση ή μείωση των τιμών αυτών.

4.1.2. Προσαυξήσεις προσανατολισμού (Z_H)

Η θερμοκρασία ενός χώρου ορίζεται από τον προσανατολισμό όπου σχετίζεται με την επίδραση των βόρειων ψυχρών ανέμων. Αποφεύγεται η τοποθέτηση ανοιγμάτων στους βόρειους τοίχους διότι θεωρούνται περιοχές ψύχους. Αντιθέτως έχει διαπιστωθεί ότι στους χώρους με προσανατολισμό Νότιο, Νοτιοανατολικό και Νοτιοδυτικό, οι θερμικές απώλειες είναι λιγότερες. Οι κανονισμοί τους οποίους ακολουθούμε στη χώρα μας, δίνουν προσαυξήσεις σε ποσοστό όπως στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.1 Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού Z_H (%)

BA	B	BΔ	Δ	A	NA	N	NΔ
5	5	5	0	0	-5	-5	-5

Οπότε θα πρέπει να γνωρίζεται ο προσανατολισμός ώστε να σημειώνεται στις κατόψεις με βέλος δείχνοντας το βορρά. Όταν ένας τοίχος έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα τότε ο τοίχος αυτός καθορίζει τον προσανατολισμό του κτιρίου. Αν υπάρχουν πάνω από έναν τότε καθορίζει η ακμή τον προσανατολισμό.

4.1.3. Προσαυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας (Z_D)

Στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης η λειτουργία είναι διακοπτόμενη. Οι διακοπές δεν είναι συνεχείς. Οι διακοπές αυτές συνήθως είναι προγραμματισμένες και ολιγόωρες.

$$D = \frac{\Sigma Q}{E_{\sigma}(t_{\varepsilon\sigma} - t_{\varepsilon\xi})} \text{ (kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C)} \quad (4.2)$$

Όπου:

D: μέση θερμοπερατότητα

ΣQ (kcal/h): Σύνολο των θερμικών απωλειών

E_{σ} (m²): Το συνολικό εμβαδόν των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο (τοίχοι, οροφή, δάπεδο)

$t_{\varepsilon\sigma}$ (°C): Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία χώρου

$t_{\varepsilon\xi}$ (°C): Επιθυμητή εξωτερική θερμοκρασία

Πίνακας 4.2 Συντελεστής Z_D διακοπτόμενης λειτουργίας (%)

Λειτουργία ανά 24ωρο	ΤΙΜΕΣ D			
	0,1-0,29	0,3-0,69	0,7-1,49	1,5
Συνεχής λειτουργία	7	7	7	7
Από 12 έως 15 ώρες	20	15	15	15
Από 8 έως 12 ώρες	30	25	20	15

Για την εσωτερική θερμοκρασία ($t_{εσ}$) χρησιμοποιείται ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 4.3 Επιθυμητές θερμοκρασίες εσωτερικού χώρου

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	$t_{εσ}$
<u>Κατοικίες</u>	
Δωμάτια, κουζίνες	16-20
Διάδρομοι, προθάλαμοι	15
Αποχωρητήρια	15
Κλιμακοστάσια	10
Λουτρό	22

Πίνακας 4.4 Εξωτερικές θερμοκρασίες

Όνομα πόλης	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία °C	Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού m	Όνομα πόλης	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία °C	Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού m
Αγρίνιο	-3	45,8	Λάρισα	-6	72,7
Αθήνα Αστεροσκο.	1	107,0	Λευκάδα	0	2,4
			Λήμιος	0	12,3
Αίγιο	0	64,0	Μέγαρα	0	36,0
Αλεξανδρουπ	-7	2,5	Μεθώνη	1	33,0
Αλίαρτος	-2	110,0	Μεσολόγγι	-2	1,0
Ανάβρυτα	-2	290,0	Μήλος	3	182,0
Αργοστόλι	-1	1,7	Μυτιλήνη	2	3,2
Άρτα	-2	42,0	Νάξος	4	9,0
Βόλος	-3	2,7	Ναύπλιο	0	1,5
Δράμα	-8	74,0	Νέα Φιλαδέλ. Αττικής	0	136,0
Έδεσσα	-7	237,0			
Ελευσίς	0	29,5	Ξάνθη	-8	82,0
Ελληνικό Αττ.	-2	10,2	Ορεστιάς	-9	43,0
Ζάκυνθος	-2	6,6	Παλαιοχώρα Κρ.	5	8,0
Ηράκλειο	-3	38,5	Πάτρα	-1	1,0
Θάσος	-6	2,6	Πειραιάς	2	
Θεσσαλονίκη Μικρά	-5	2,8	Πολύγυρος	-8	107,0
			Πρέβεζα	0	64,0
			Πτολεμαΐς	-12	2,5
Θήρα	-3	208,0	Πύργος	-1	110,0
Ιεράπετρα	4	13,0	Ρέθυμνο	3	290,0
Ιωάννινα	-6	483,0	Ρόδος	3	1,7
Καβάλα	-8	62,8	Σάμος	3	42,0
Καλάβρυτα	-6	731,0	Σέρρες	-9	2,7
Καλαμάτα	-1	4,6	Σητεία	4	74,0
Καλαμπάκα	-6	226,0	Σκύρος	2	237,0
Κάρπαθος	5	9,0	Σουφλί	-10	15,0

Κάρυστος	1	10,0	Σπάρτη	0	212,0
Κατερίνη	-5	31,5	Σταυρός Χαλκιδ	-7	10,0
Κέρκυρα	0	1,0	Σύρος	3	25,0
Κοζάνη	-10	625,0	Τανάγρα	-2	138,8
Κομοτηνή	-7	30,0	Τρίκαλα	-6	116,0
Κόνιτσα	-6	542,0	Τρίπολη	-5	661,0
Κόρινθος	-1	14,4	Φλώρινα	-11	661,0
Κύθηρα	4	166,6	Χαλκίδα	2	4,0
Κύμη	0	221,0	Χανιά	3	62,5
Κως	-3	10,0	Χίος	3	60,0
Λαμία	-4	143,0			

Οι συνολικές απώλειες λόγω προσανατολισμού θα είναι:

$$Q_{\pi} = (\Sigma Q)(1 + \frac{Z_H}{100} + \frac{Z_D}{100}) \quad (4.3)$$

4.1.4.Απώλειες αερισμού Q_A

Οι απώλειες αερισμού δημιουργούνται από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων. Δηλαδή υπάρχει ροή στον αέρα από τους εσωτερικούς χώρους στο εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα. Λόγω αυτού δημιουργούνται θερμικές απώλειες οι οποίες εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- Από την διαπερατότητα των χαραμάδων
- Από τη διαφορά θερμοκρασίας ΔT
- Από τους ανέμους της περιοχής
- Από το λόγο των εμβαδών των επιφανειών των ανοιγμάτων προς εξωτερικά ανοίγματα

$$Q_A = 10 \div 30 \cdot I_{ολ} \quad (4.4)$$

Όπου Q_A (kcal/h)

$I_{ολ}$ (m): ολικό μήκος χαραμάδων

Το ολικό μήκος των χαραμάδων επιλέγεται από τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.5 Για τον απλοποιημένο προσεγγιστικό υπολογισμό των απωλειών αερισμού, για συνηθισμένες πολυκατοικίες στην Ελλάδα.

Για τα ανοίγματα ημιυπόγειων χώρων και Α ορόφου	$Q_A=15 \text{ Ιολ}$
Για τα ανοίγματα πρώτων ορόφων (Β και Γ)	$Q_A=20 \text{ Ιολ}$
Για τα ανοίγματα των άνω ορόφων	$Q_A=25 \text{ Ιολ}$
Για τα ρετιρέ	$Q_A=30 \text{ Ιολ}$
Για απώλειες από κλειστά ανοίγματα εσωτερικών χώρων	$Q_A=15 \text{ Ιολ}$

Άρα η ολική απώλεια ενός κτιρίου υπολογίζεται από τον τύπο

$$Q = (\Sigma Q) \left(1 + \frac{Z_H}{100} + \frac{Z_D}{100} \right) + Q_A \quad (4.5)$$

4.1.5.Κλιματικά δεδομένα

Τα κλιματικά στοιχεία για την περιοχή της Ανδραβίδας έχουν ενσωματωθεί σε βιβλιοθήκη λογισμικού σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται στην Τεχνική Οδηγία ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010, με τίτλο "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών". Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία σχετική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευαστεί το κτήριο είναι κάτω από τα 500 μέτρα, ενώ η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

4.1.6. Γενικά στοιχεία κτηρίου

Το υπό μελέτη κτήριο θα ανεγερθεί εντός Δήμου Ανδραβίδας-Κυλλήνης.

Πρόκειται για κτήριο με μία θερμαινόμενη ζώνη που εκτείνεται σε 2 επίπεδα, ισόγειο και όροφος (σοφίτα).

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι Μονοκατοικία.

Πίνακας 4.6. Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών.

Θερμικήζώνη	Επίπεδο	Χρήσηζώνης	Επιφάνεια[m ²]
Ζώνη1	Ισόγειο	Μονοκατοικία	141,14
Ζώνη1	Σοφίτα	Μονοκατοικία	141,14
		Σύνολο:	282,27

4.1.7. Τοπογραφία οικοπέδου κτηρίου

Το οικόπεδο 1-2-3-4-5-6-7 στο οποίο θα ανεγερθεί το κτήριο είναι τραπεζοειδούς σχήματος.

Ειδικότερα:

- Η νότια γειτνιάζει με οικόπεδο με διώροφη οικοδομή.
- Η βόρεια συνορεύει με οικόπεδο με ισόγεια οικοδομή.
- Η ανατολική συνορεύει με οικόπεδο.

Στο σχήμα 4.1 που ακολουθεί δίνεται το τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικόπεδό που φαίνονται οι αποστάσεις που θα έχει σε σχέση με τα γειτονικά κτήρια.

Σχήμα 4.1. Τοπογραφικό διάγραμμα.



4.2. Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

4.2.1.Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο

Όπως αναφέρθηκε, το κτήριο θα ανεγερθεί εντός του κατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά την βέλτιστη εφαρμογή των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

Οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) υπολογίζονται από την σχέση:

$$VSA = \arctan(\tan(\alpha) / \cos(HSA)) \quad [4.6]$$

όπου:

- α το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με σχέση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-4/2010 και
- HSA η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

Η οριζόντια γωνία σκιάς (HSA) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^\circ$$

όπου:

- γ_s το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με σχέση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-4/2010
- γ το αζιμούθιο της όψης.

4.2.2.Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτήριο

Έγινε προσπάθεια να γίνει ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων του κτηρίου με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή. Οι κύριοι χώροι τοποθετήθηκαν στο νότιο προσανατολισμό, ενώ οι κουζίνες τοποθετήθηκαν στον ανατολικό προσανατολισμό, έτσι ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνεται δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων προτού η εξωτερική θερμοκρασία ανέβει αισθητά. Τα δωμάτια τοποθετήθηκαν στους δυτικούς προσανατολισμούς, έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και κατά τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

4.3. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτηρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8.2.1.1 του Κ.Εν.Α.Κ. 2017 τα επιμέρους δομικά στοιχεία του κελύφους του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 4.7. (Πίνακας Γ.1ΚΕΝΑΚ 2017) Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων (U_{max}), ανά κλιματική ζώνη, για νέα κτίρια.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [$W/(m^2 \cdot K)$]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UR	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	URU	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	URB	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UT	0,55	0,45	0,40	0,35
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	UTU	1,30	0,90	0,70	0,65
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	UTB	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλοτές)	UFA	0,45	0,40	0,35	0,30
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	UFU	1,10	0,80	0,65	0,60
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	UFB	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UW	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	UWU	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UW	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	UWU	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UW _g	2,10	1,90	1,75	1,70
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	UW _g U	3,80	3,40	3,00	2,80

Σύμφωνα με το άρθρο 8.2.1.3 του Κ.Εν.Α.Κ. 2017 η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) του εξεταζόμενου κτηρίου δεν υπερβαίνει τα όρια που δίδονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 4.8.(Πίνακας Γ.3 ΚΕΝΑΚ 2017) Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (U_m), ανά κλιματική ζώνη, για νέα κτίρια, συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του.

Λόγος A/V [m^2/m^3]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [$W/(m^2 \cdot K)$]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
0,2	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88
0,4	1,10	0,99	0,91	0,83
0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
$\geq 1,0$	0,77	0,69	0,62	0,55

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.7.

Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.8.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-2/2017.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a}$$

[4.7]

όπου:

- D_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,
- λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,
- R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και
- R_{δ} η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα.

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [4.8]$$

όπου:

- U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
- U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- A_f το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
- A_g το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- L_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και
- Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει

$$U_w \leq U_{\delta, \sigma, \max} \quad [4.9]$$

όπου:

- U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων (4.7) ή (4.8) και
- $U_{\delta, \sigma, \max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο

Έλεγχος θερμομονωτική ζεπάρκειας κτηρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7, απαιτείται και το κτήριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v L_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [4.10]$$

όπου:

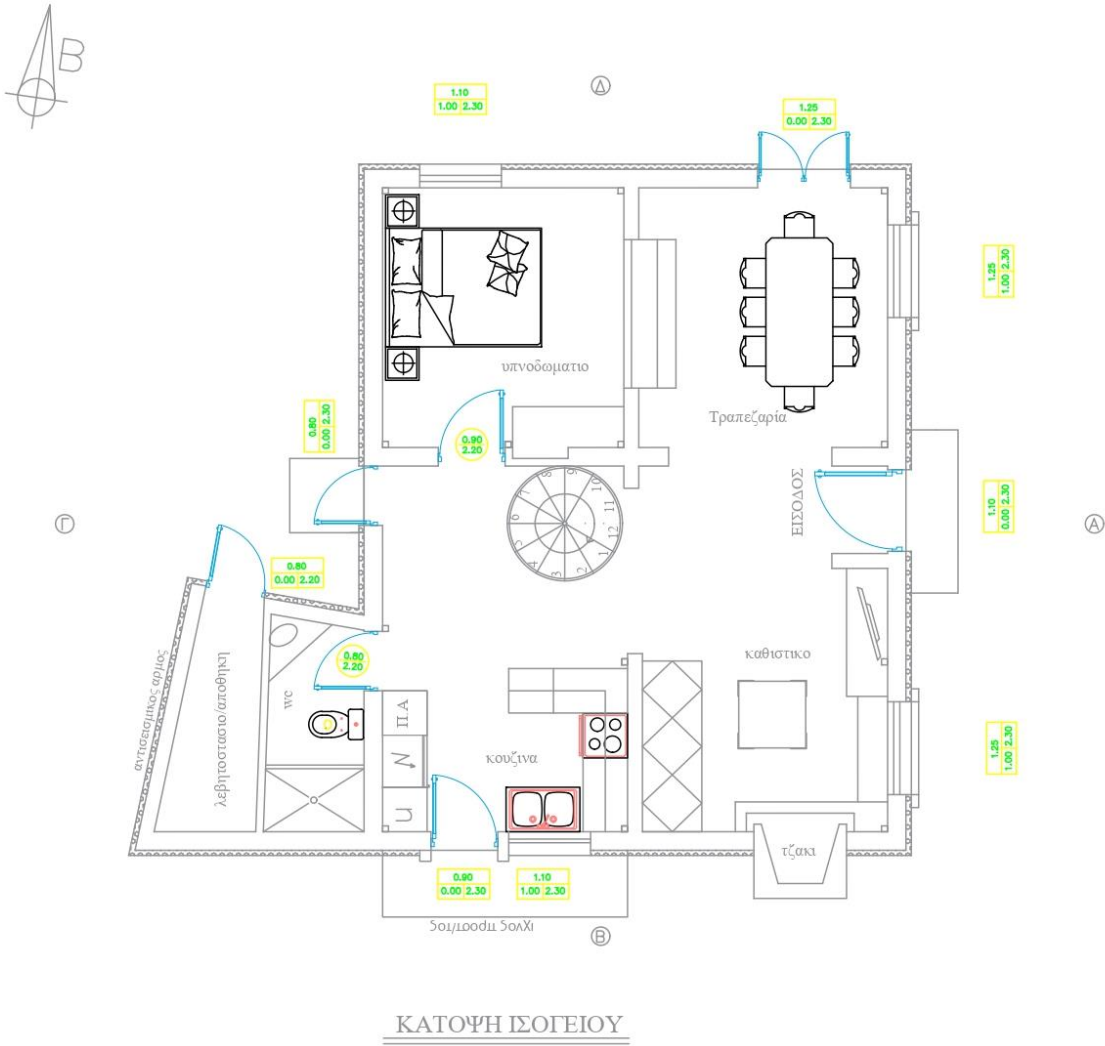
- A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j ,
- U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,
- Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,
- L_i το μήκος της θερμογέφυρας i και
- b μειωτικός συντελεστής.

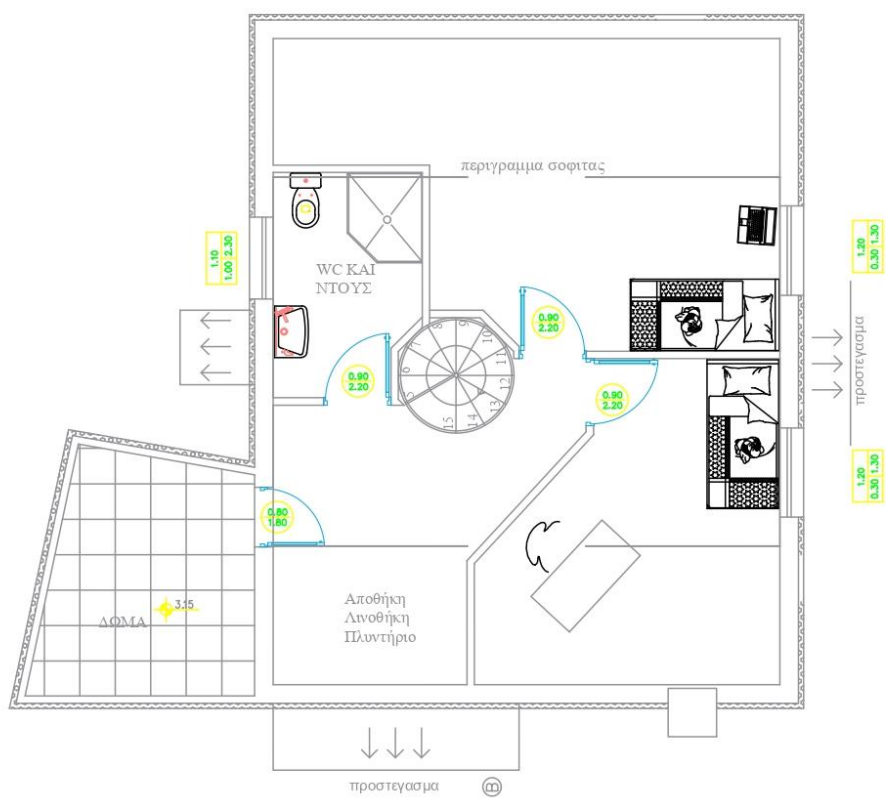
Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \geq U_{m,max} \quad [4.11]$$

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

4.3.1. Γενικά στοιχεία κτηριακού κελύφους





ΚΑΤΟΥΨΗ ΣΟΦΙΤΑΣ

Η συλλογή γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου πραγματοποιούνται λαμβάνοντας υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία:

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και, επομένως, της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, είναι αναγκαία η γνώση όχι μόνο των θερμικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών των θερμαινόμενων χώρων, αλλά και αυτών που αφορούν τους μη θερμαινόμενους χώρους που έρχονται σε επαφή με τους θερμαινόμενους.

Για την αξιολόγηση της θερμικής επάρκειας του κτηρίου, τα δομικά στοιχεία που εφάπτονται με άλλα θερμαινόμενα κτίρια θεωρούνται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (όπως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτίρια). Ωστόσο, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης, θεωρούνται αδιαβατικά.

Τα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που εφάπτεται με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά.

Οι αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους.

Ο συντελεστής σκίασης μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

4.3.2. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτηρίου

Πίνακας 4.9. Συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου.

Περιγραφή δομικού στοιχείου	Κωδικός δομικού στοιχείου	U [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)] Πίνακας 4.1
Εξωτερικός τοίχος μεμόνωση 10cm	T1	0,267	0,450
Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8cm	R1	0,306	0,400
Μονωμένη ταράτσα με μπετόν κλίσης πάνω από μόνωση 10 cm	R1	0,250	0,400
Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 10 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος	FB1	0,268	0,800

Πίνακας 4.10. Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και τωνμηθερμαινόμενων χώρωντου κτηρίου

Ζώνη	Επίπεδο	Δομικό Στοιχείο	U [W/(m ² ·K)]	Μέσο Βάθος z[m]	U' [W/(m ² ·K)]
Ζώνη 1	Ισόγειο	Δάπεδο επί εδάφους μεμόνωση 10 cm και πλακίδια επίσκυροδέματος	0,268	0,00	0,320

4.3.3. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διάφανων δομικών στοιχείων κτηρίου

Τα κουφώματα που θα τοποθετηθούνπρέπει να έχουν μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Επιλέχθηκε πλαίσιο αλουμινίου με $U_f = 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Υαλοπίνακας πάχους 12mm με επίστρωση χαμηλής εκπομπής

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας θα είναι $U_g = 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.8 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύειτην παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 4.11 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες, οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουντις ελάχιστες απαιτήσεις.

Πίνακας 4.11. Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Θερμική Ζώνη: Ζώνη 1		Επίπεδο: Ισόγειο				
A/A	No Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	UW κουφώματος [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
1	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ-1102	1,25	2,30	2,88	2,274	2,600
2	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ-1202	1,25	1,30	1,63	2,380	2,600
3	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ-1103	1,10	1,30	1,43	2,415	2,600
4	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ-1303	1,10	1,30	1,43	2,415	2,600
5	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ-1204	1,25	1,30	1,63	2,380	2,600

Θερμική Ζώνη: Ζώνη 1		Επίπεδο: Σοφίτα				
A/A	No Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό Κουφώματος [m ²]	UW Κουφώματος [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
1	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 2202	1,20	1,00	1,20	2,463	2,600
2	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 2402	1,10	1,00	1,10	2,485	2,600
3	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 2203	1,20	1,00	1,20	2,463	2,600

4.3.4. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Σύμφωνα με το λόγο $A/V = 0,684 \text{ m}^{-1}$ αντιστοιχεί στο $U_{m,max} = 0,840 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m = 0,528 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{m,max} = 0,840 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Πίνακας 4.12. Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

A/A	Κέλυφος κτηρίου	Σύμβολο	$\Sigma(A_j)$ [m ²]	$\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b)$ [W/K]	$\Sigma(l_i)$ [m]	$\Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b)$ [W/K]
1	Οριζόντιες ή κεκλιμένες επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	R	98,08	29,544	0,000	0,000
2	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	T	137,40	36,648	205,365	24,156
3	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	TU	0,00	0,000	0,000	0,000
4	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους	TU _j	0,00	0,000	0,000	0,000
5	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	TB	0,00	0,000	0,000	0,000
6	Δάπεδο PILOTIS	FA	0,00	0,000	0,000	0,000
7	Δάπεδα σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	FU	0,00	0,000	0,000	0,000
8	Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	FB	75,65	24,209	0,000	0,000
9	Κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	W	22,13	52,212	70,500	9,244
10	Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	W _g	0,00	0,000	0,000	0,000
11	Κουφώματα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	WU	0,00	0,000	0,000	0,000
12	Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	W _{gU}	0,00	0,000	0,000	0,000
13	Σύνολο	-	333,26	142,613	275,865	33,399

$$\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b) = 143 \text{ W/K}$$

$$\Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b) = 33 \text{ W/K}$$

$$\Sigma(A_j) = 333 \text{ m}^2$$

$$U_m = (\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b) + \Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b)) / \Sigma(A_j) = 0,528 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

4.4. Υπολογισμοί δομικών στοιχείων

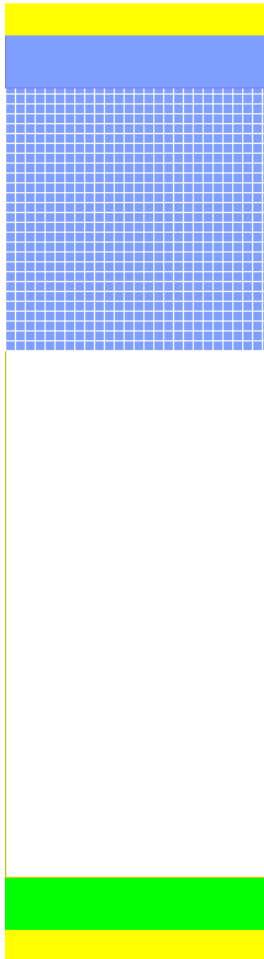
4.4.1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Κωδικός	T1	U-value	0,267W/(m²·K)
Περιγραφή	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm		
Πάχος	0,340m	Βάρος	289,40kg/m²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)

A/A	Κωδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			kJ/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A001	Εξωτερικό φίλμ αέρα					0,040
2	1.4.6.C	Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)	1,100	500,0	0,020	0,140	0,143
3	DOW-06	STYROFOAMSP		34,0	0,100	0,033	3,030
4	A103	Τούβλο 6χ9χ19cm σε μπατικό κτίσιμο		1.200,0	0,200	0,522	0,383
5	A301-20	Επίχρισμα 2cm		1.800,0	0,020	0,870	0,023
6	A002	Εσωτερικό φίλμ αέρα					0,130
Σύνολο					0,340		3,749
U=1/ΣR_i=1/3,749=0,267W/(m²·K)							

Τομή δομικού στοιχείου



0,020 m A001, Εξωτερικό φιλμ αερα
1.4.6.C, Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)

0,100 m DOW-06, STYROFOAM SP

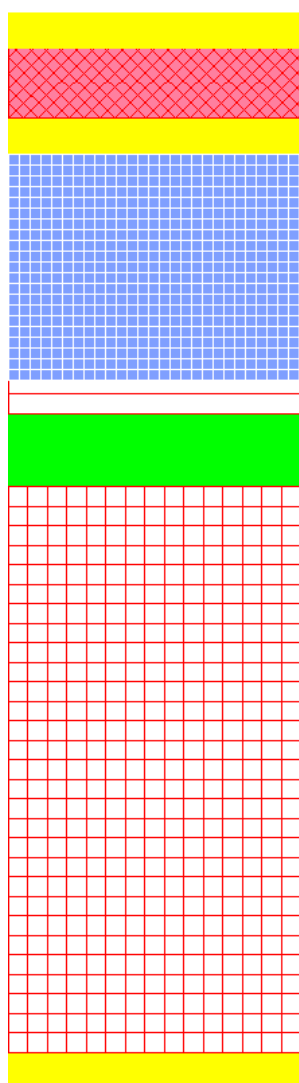
0,200 m A103, Τούβλο 6χ9χ19 cm σε μπατικό κτίσιμο

0,020 m A301-20, Επίχρισμα 2cm
A002, Εσωτερικό φιλμ αέρα

Κώδικός	R1	U-value	0,306W/(m²·K)
Περιγραφή	Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8cm		
Πάχος	0,352m	Βάρος	567,56kg/m²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)							
A/A	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			kJ/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αέρα			0,001		0,040
2	E301	Ρωμαϊκό κεραμίδι Τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ		1.200,0	0,025	0,580	0,043
3	A003	Ενδιάμεσο Στρώμα αέρα			0,010		0,160
4	DOW-02	ROOFMATE KS		32,0	0,080	0,029	2,759
5	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1,670	1.000,0	0,010	0,190	0,053
6	A302	Σιμεντοκονία		1.800,0	0,025	1,392	0,018
7	C102	Σκυρόδεμα 2400kg/m ³		2.400,0	0,200	2,204	0,091
8	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα			0,001		0,100
Σύνολο					0,352		3,263
U=1/ΣR_i=1/3,263=0,306W/(m²·K)							

**Τομή δομικού
στοιχείου**



0,001 m A001, Εξωτερικό στρώμα αερα

0,025 m E301, Ρωμαϊκό κεραμίδι Τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ

0,010 m A003, Ενδιάμεσο Στρώμα αέρα

0,080 m DOW-02, ROOFMATE KS

0,010 m E003, Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)

0,025 m A302, Σιμεντοκονία

0,200 m C102, Σκυρόδεμα 2400 kg/m³

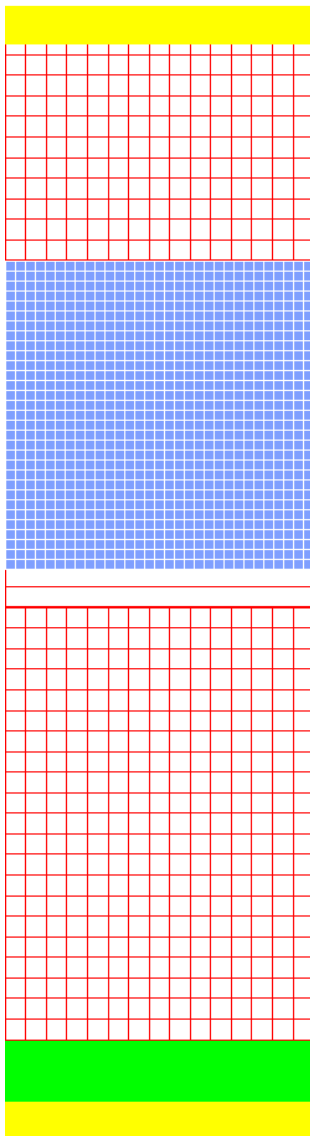
0,001 m E0, Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα

Κώδικός	R1	U-value	0,250W/(m²·K)
Περιγραφή	Μονωμένη ταράτσα με μπετόν κλίσης πάνω από μόνωση 10cm		
Πάχος	0,340m	Βάρος	490,20kg/m²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)

A/A	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			kJ/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A001	Εξωτερικό φίλμ αέρα					0,059
2	C301	Γαρμπιλόδεμα		1.500,0	0,070	0,638	0,110
3	DOW-01	ROOFMATESL		32,0	0,100	0,028	3,571
4	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1,670	1.000,0	0,010	0,190	0,053
5	C102	Σκυρόδεμα 2400kg/m ³		2.400,0	0,140	2,204	0,064
6	A301-20	Επίχρισμα 2cm		1.800,0	0,020	0,870	0,023
7	A002	Εσωτερικό φίλμ αέρα					0,121
Σύνολο					0,340		4,000
U=1/ΣR_i=1/4,000=0,250W/(m²·K)							

Τομή δομικού
στοιχείου



A001, Εξωτερικό φιλμ αερα

0,070 m C301, Γαρμπιλόδεμα

0,100 m DOW-01, ROOFMATE SL

0,010 m E003, Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)

0,140 m C102, Σκυρόδεμα 2400 kg/m³

0,020 m A301-20, Επίχρισμα 2cm
A002, Εσωτερικό φιλμ αέρα

Κώδικός	FB1	U-value	0,268W/(m²·K)
Περιγραφή	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 10 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος		
Πάχος	0,680m	Βάρος	1.167,80kg/m²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)

A/A	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			kJ/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A004	Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο					0,170
2	E401	Πλακίδια επίστρωσης		2.000,0	0,015	1,050	0,014
3	A302	Σιμεντοκονία		1.800,0	0,035	1,392	0,025
4	C102	Σκυρόδεμα 2400kg/m ³		2.400,0	0,100	2,204	0,045
5	DOW-07	FLOORMATE 500		38,0	0,100	0,033	3,030
6	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1,670	1.000,0	0,010	0,190	0,053
7	A302	Σιμεντοκονία		1.800,0	0,020	1,392	0,014
8	C102	Σκυρόδεμα 2400kg/m ³		2.400,0	0,150	2,204	0,068
9	F102	Ψηφίδες κόκκου5-10mm		1.700,0	0,250	0,810	0,309
Σύνολο					0,680		3,729
U=1/ΣR_i=1/3,729=0,268W/(m²·K)							

**Τομή δομικού
στοιχείου**



A004 Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο
0,015m E401, Πλακίδια Επίστρωσης
0,035m A302, Σιμεντοκονία

0,100 m C102, Σκυρόδεμα 2400 kg/m³

0,100 m DOW-07, FLOORMATE 500

0,010m E003, Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)
0,020m A302, Σιμεντοκονία

0,150 m C102, Σκυρόδεμα 2400 kg/m³

0,250 m F102, Ψηφίδες κόκκου 5-10mm

4.4.2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

4.4.2.1. Πλάκες σε επαφή με το έδαφος

Δομικό στοιχείο	κωδ.	U	Εμβαδό	Εκτεθειμ έη Περίμετ ρος	B' = 2A/Π	Μέσο βάθος έδραση ς	U '
			A	Π		z	
		W/(m ² ·K)	m ²	m	m	m	W/(m ² ·K)
Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 10 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος	FB1	0,268	75,65	38,60	3,92	0,00	0,320

4.4.2.2. Κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Δομικό στοιχείο	U	Ανώτερο βάθος	Κατώτερο βάθος	U '
		Z1	Z2	
	W/(m ² ·K)	m	m	W/(m ² ·K)

4.4.3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας και συντελεστών ηλιακών κερδών διαφανών δομικών στοιχείων

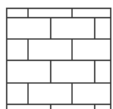
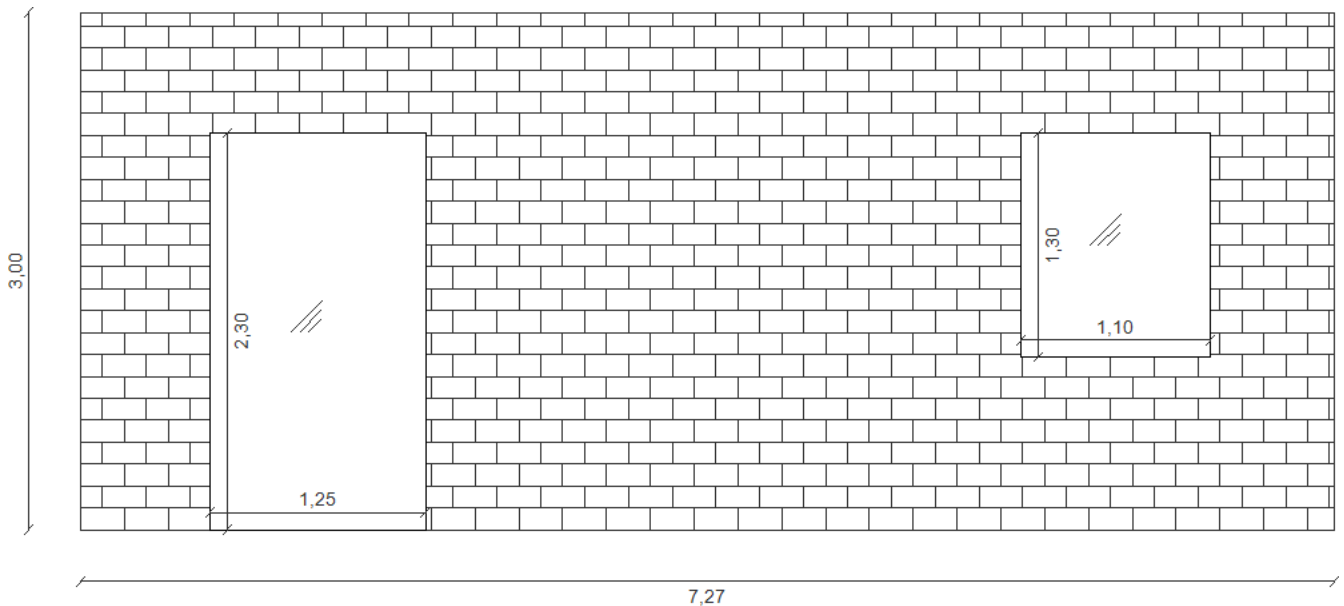
Κωδικός κουφώματος:	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ						
Τύπος πλαισίου:	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm						
Τύπος υαλοπίνακα:	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm και επίστρωση χαμ. εκπομπής						
Θερμοπερατότητα πλαισίου:							U _f = 2,800 W/(m ² ·K)
Θερμοπερατότητα υαλοπίνακα:							U _g = 1,800 W/(m ² ·K)
g υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση:							g = 0,67
g υαλοπίνακα:							$\frac{gg_l}{0,600}$
Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα πλαισίου:							Ψ _g = 0,11 W/(m·K)
Πλάτος πλαισίου: Αριστερά/Πάνω/Δεξιά/Κάτω	0,10	0,10	0,10	0,10	m		
Κλιματική ζώνη:	B						

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη 1				Επίπεδο:		Ισόγειο				
No κουφώ- ματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαisiού	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαisiού	Θερμ. lg	gw m	UW	U _w , max	Ισχύει ησυνθήκη U _w β%αU _w ,m a x	
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. πλαisiού			W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	
W1- ΜΕΕΞΩ ΦΥΛΛΑ -1102	1,25	2,30	2,21	0,67	2,88	0,233	6,30	0,46	1,985	2,600	NAI	
W1- ΜΕΕΞΩ ΦΥΛΛΑ -1103	1,10	1,30	0,99	0,44	1,43	0,308	4,00	0,42	2,094	2,600	NAI	
W1- ΜΕΕΞΩ ΦΥΛΛΑ -1202	1,25	1,30	1,16	0,47	1,63	0,289	4,30	0,43	2,067	2,600	NAI	
W1- ΜΕΕΞΩ ΦΥΛΛΑ -1204	1,25	1,30	1,16	0,47	1,63	0,289	4,30	0,43	2,067	2,600	NAI	
W1- ΜΕΕΞΩ ΦΥΛΛΑ -1303	1,10	1,30	0,99	0,44	1,43	0,308	4,00	0,42	2,094	2,600	NAI	

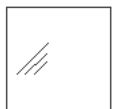
Θερμική Ζώνη:		Ζώνη 1				Επίπεδο:		Σοφίτα			
No κουφώ- ματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαisiού	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαisiού	Θερμ. lg	gw	U _w	U _w , max	Ισχύει ησυνθήκη U _w β%σU _w , ma x
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. πλαisiού			m	W/ (m ² · K)
W1-ME ΕΞΩΦΥ ΛΛΑ- 2202	1,20	1,00	0,80	0,40	1,20	0,333	3,60	0,40	2,131	2,600	NAI
W1-ME ΕΞΩΦΥ ΛΛΑ- 2203	1,20	1,00	0,80	0,40	1,20	0,333	3,60	0,40	2,131	2,600	NAI
W1-ME ΕΞΩΦΥ ΛΛΑ- 2402	1,10	1,00	0,72	0,38	1,10	0,345	3,40	0,39	2,148	2,600	NAI

4.4.4.Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 1 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός: 356° (ΒΒΔ)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	17,50	0,267	4,667
Σύνολα			17,50		4,667

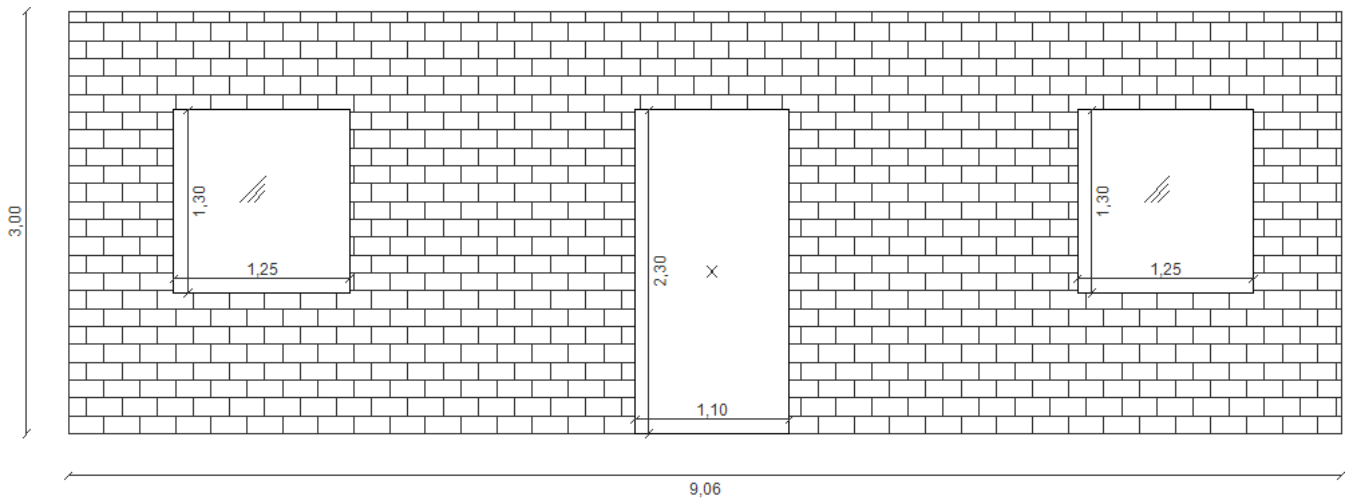


T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm



Κούφωμα διαφανές

Ζώνη1,Ισόγειο,Όψη2 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός:84°(Α)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος μεμόνωση 10cm	21,39	0,267	5,704
2	Θ1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	2,53	2,100	5,313
Σύνολα			23,92		11,017



T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm

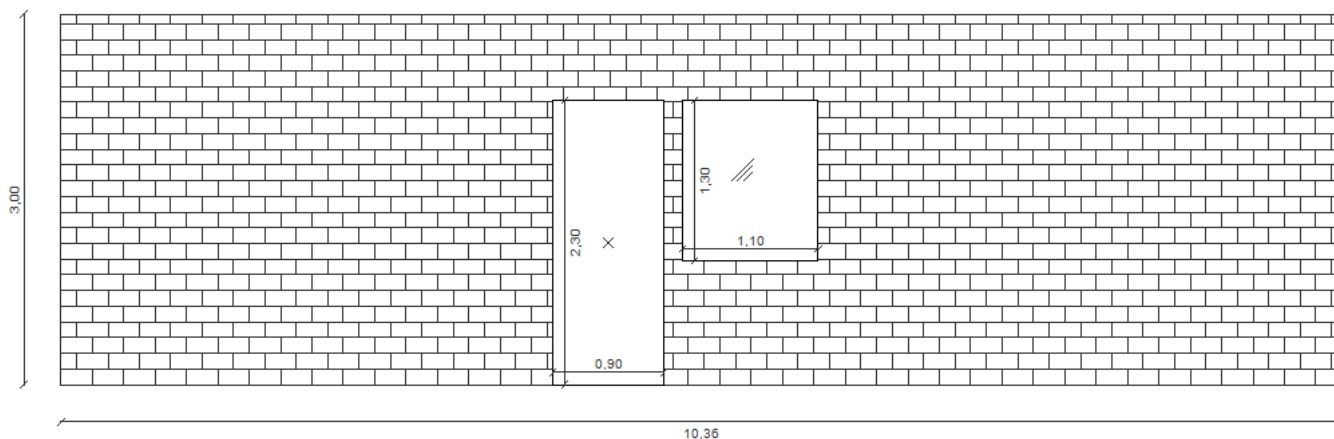


Κούφωμα διαφανές



Κούφωμα αδιαφανές

Ζώνη1,Ισόγειο,Όψη3 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός:174°(N)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	27,58	0,267	7,357
2	Θ2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλήθύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	2,07	2,500	5,175
Σύνολα			29,65		12,532



T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm

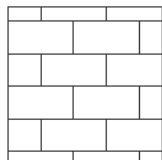
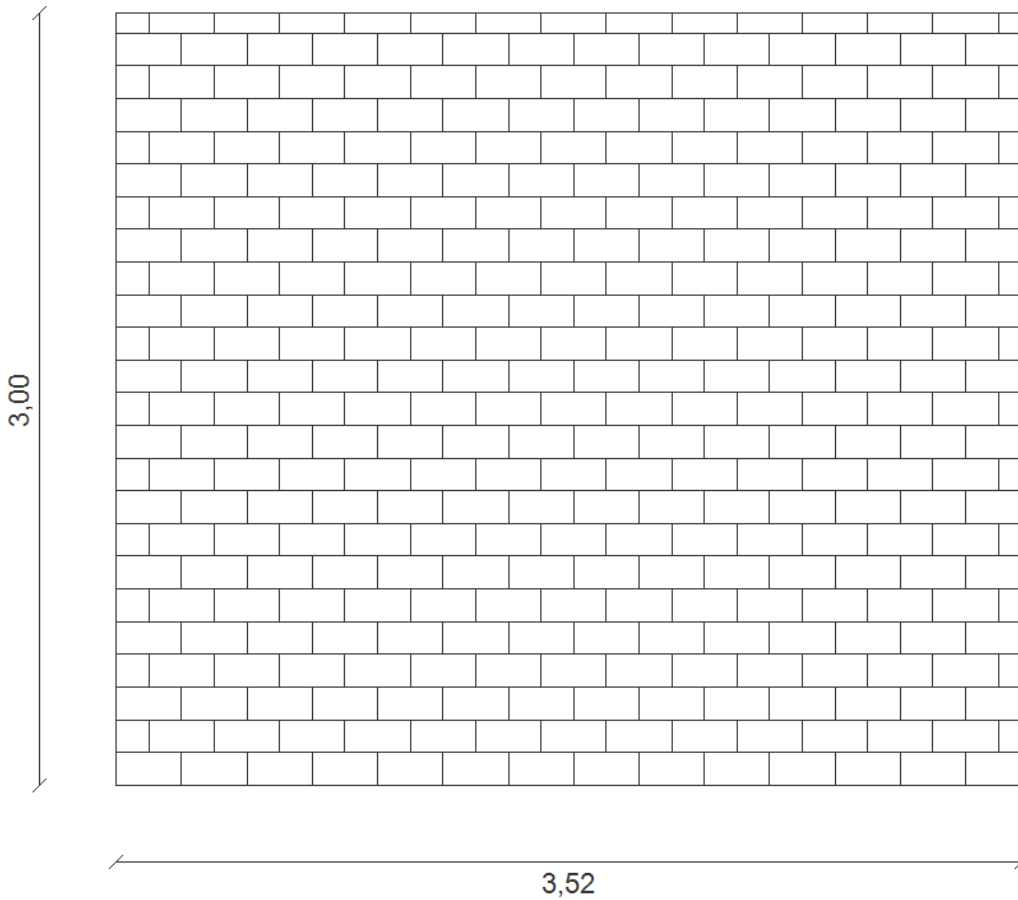


Κούφωμα διαφανές



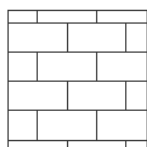
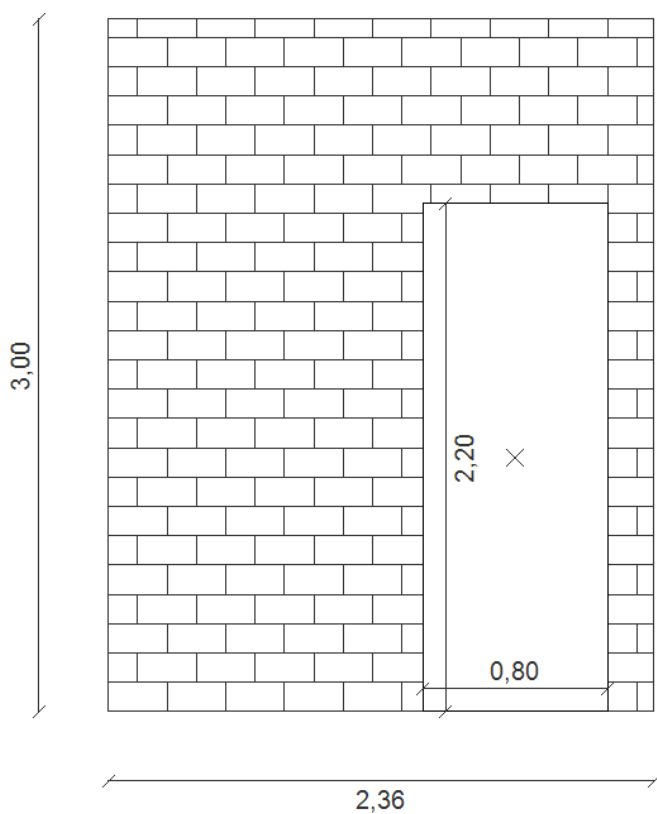
Κούφωμα αδιαφανές

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 4 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός: 276°(Δ)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	10,56	0,267	2,815
Σύνολα			10,56		2,815

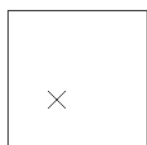


T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 5 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός: 0° (B)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	5,32	0,267	1,418
2	Θ1	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	1,76	2,100	3,696
Σύνολα			7,08		5,114

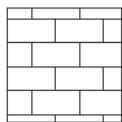
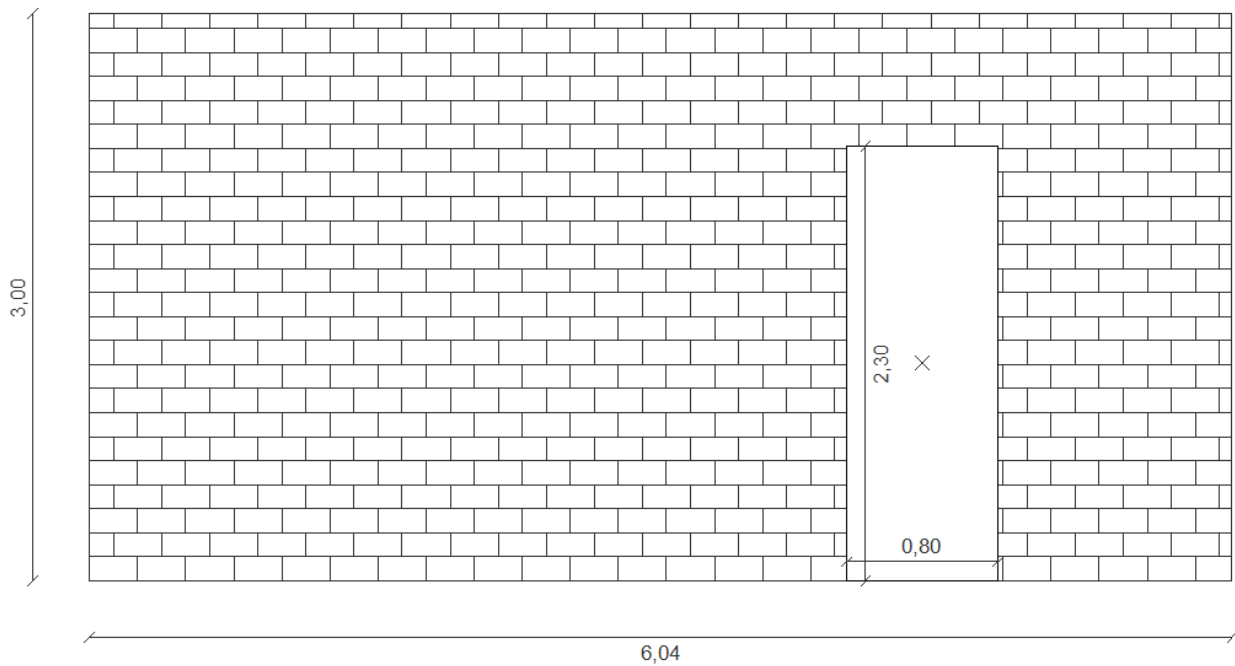


T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm

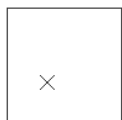


Κούφωμα αδιαφανές

Ζώνη 1, Ισόγειο, Όψη 6 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός: 264°(Δ)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	16,27	0,267	4,339
2	Θ2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	1,84	2,500	4,600
Σύνολα			18,11		8,939

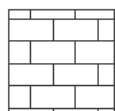
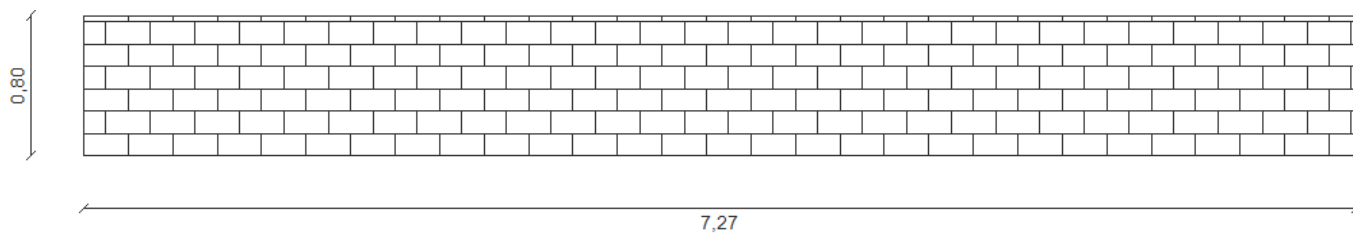


T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm



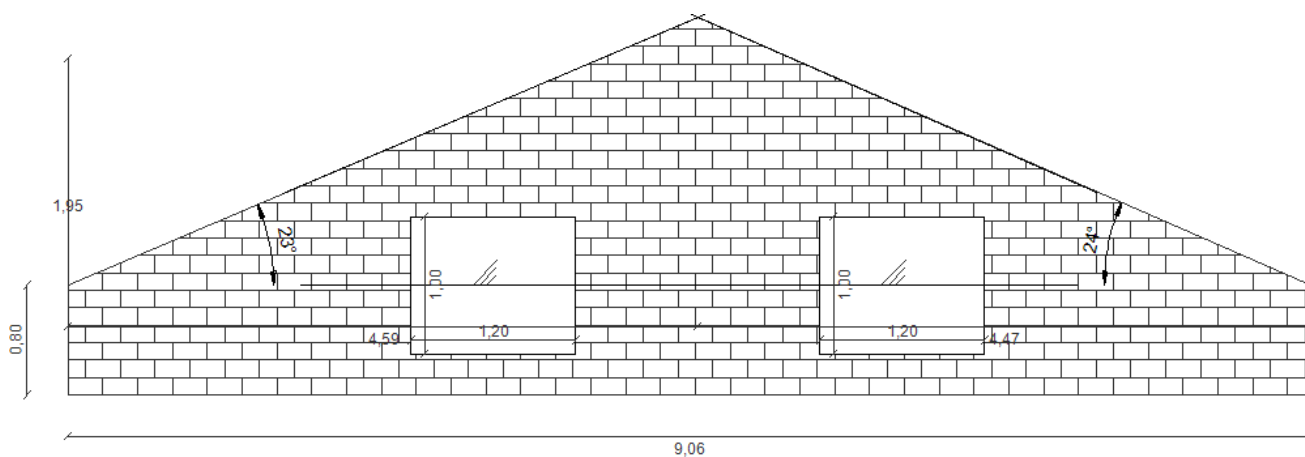
Κούφωμα αδιαφανές

Ζώνη 1, Σοφίτα, Όψη 1 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός: 356° (ΒΒΔ)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος μεμόνωση 10cm	5,81	0,267	1,551
Σύνολα			5,81		1,551



T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm

Ζώνη 1, Σοφίτα, Όψη 2 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός: 84°(Α)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	13,67	0,267	3,647
Σύνολα			13,67		3,647

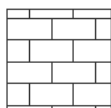
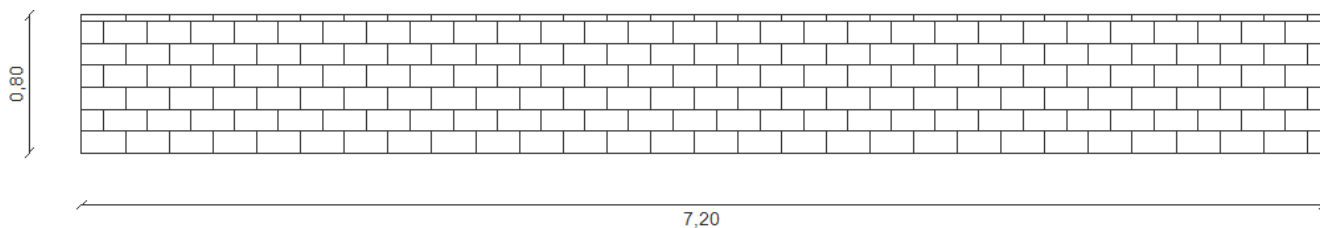


T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm



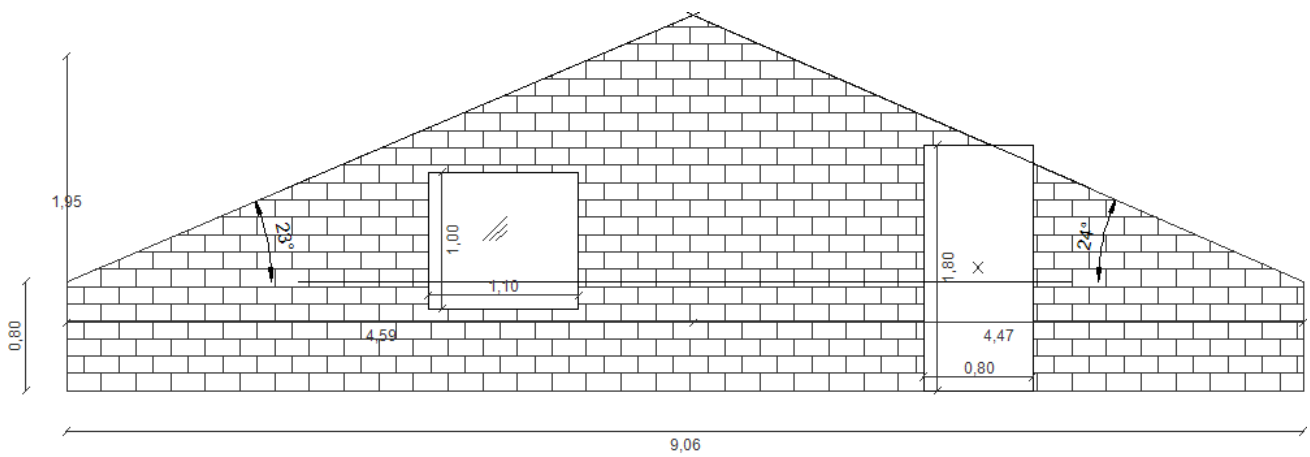
Κούφωμα διαφανές

Ζώνη1,Σοφίτα,Όψη3 σε επαφή με εξωτερικόαέρα			Προσανατολισμός:176°(N)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	5,76	0,267	1,537
Σύνολα			5,76		1,537



T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm

Ζώνη1,Σοφίτα,Όψη 4 σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Προσανατολισμός:263°(Δ)		
α/α	Κωδικός επιφάνειας	Περιγραφή επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερ.	Μερικό
			Ai	Ui	Ui·Ai
			m ²	W/(m ² ·K)	W/K
1	T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	13,55	0,267	3,613
2	Θ2	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	1,44	2,500	3,600
Σύνολα			14,99		7,213



T1 Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10 cm



Κούφωμα διαφανές



Κούφωμα αδιαφανές

4.4.4.1. Συγκεντρωτικά στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Επίπεδο: Ισόγειο		U	A	U·A
Κωδικός	Στοιχείο	W/(m ² ·K)	m ²	W/K
		Όψη:	Όψη 1	Προσανατολισμός:
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	17,50	4,67
Όψη:	Όψη 2	Προσανατολισμός:		A(84°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	21,39	5,70
Όψη:	Όψη 3	Προσανατολισμός:		N(174°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	27,58	7,36
Όψη:	Όψη 4	Προσανατολισμός:		Δ(276°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	10,56	2,82
Όψη:	Όψη 5	Προσανατολισμός:		B(0°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	5,32	1,42
Όψη:	Όψη 6	Προσανατολισμός:		Δ(264°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	16,27	4,34
Σύνολα επιπέδου:			98,61	26,30

Επίπεδο: Σοφίτα		U	A	U·A
Κωδικός	Στοιχείο	W/(m ² ·K)	m ²	W/K
		Όψη:	Όψη 1	Προσανατολισμός:
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	5,81	1,55
Όψη:	Όψη 2	Προσανατολισμός:		A(84°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	13,67	3,65
Όψη:	Όψη 3	Προσανατολισμός:		N(176°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	5,76	1,54
Όψη:	Όψη 4	Προσανατολισμός:		Δ(263°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	13,55	3,61
Σύνολα επιπέδου:			38,80	10,35

4.4.4.2. Συγκεντρωτικά στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

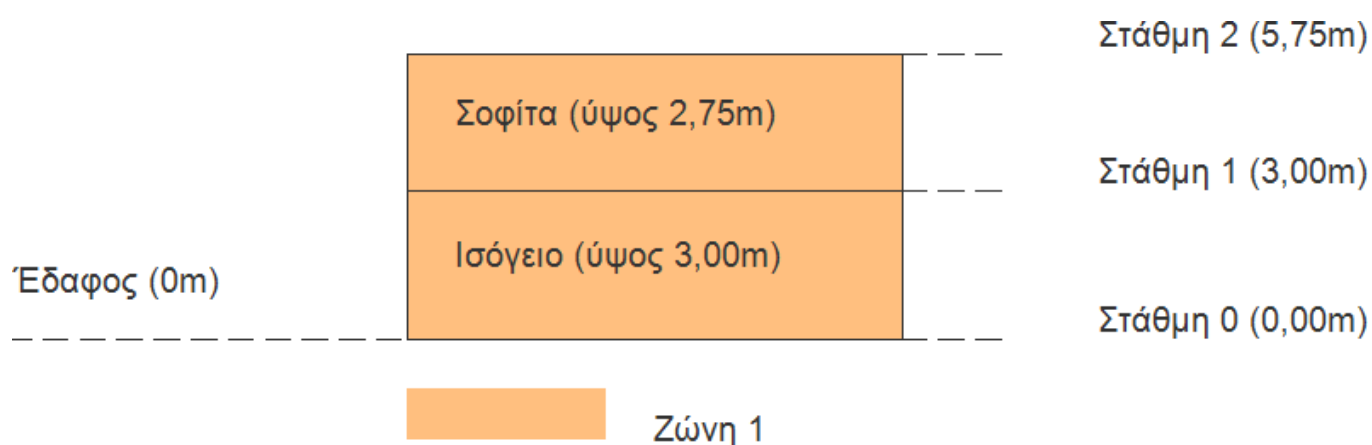
Επίπεδο:	Ισόγειο			
Κωδικός	Στοιχείο	U	A	U·A
		W/(m ² ·K)	m ²	W/K
Όψη:	Όψη 1	Προσανατολισμός:		BΒΔ (356°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	17,50	4,67
Όψη:	Όψη 2	Προσανατολισμός:		A(84°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	21,39	5,70
Όψη:	Όψη 3	Προσανατολισμός:		N(174°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	27,58	7,36
Όψη:	Όψη 4	Προσανατολισμός:		Δ(276°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	10,56	2,82
Όψη:	Όψη 5	Προσανατολισμός:		B(0°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	5,32	1,42
Όψη:	Όψη 6	Προσανατολισμός:		Δ(264°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	16,27	4,34
Σύνολα επιπέδου:			98,61	26,30

Επίπεδο:	Σοφίτα			
Κωδικός	Στοιχείο	U	A	U·A
		W/(m ² ·K)	m ²	W/K
Όψη:	Όψη 1	Προσανατολισμός:		BΒΔ (356°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	5,81	1,55
Όψη:	Όψη 2	Προσανατολισμός:		A(84°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	13,67	3,65
Όψη:	Όψη 3	Προσανατολισμός:		N(176°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	5,76	1,54
Όψη:	Όψη 4	Προσανατολισμός:		Δ(263°)
T1	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0,267	13,55	3,61
Σύνολα επιπέδου:			38,80	10,35

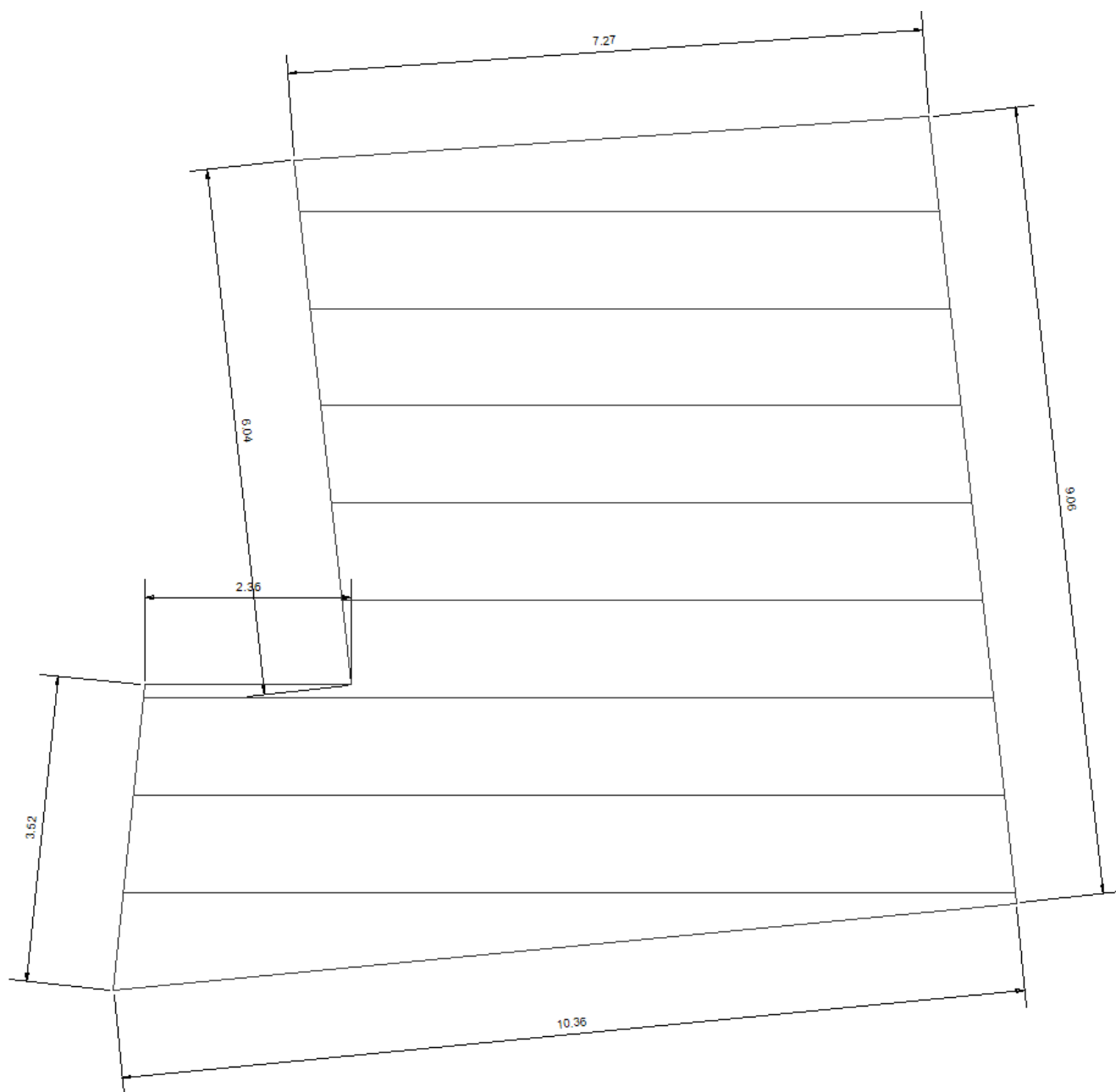
4.4.5.Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Όροφος	Δομικό Στοιχείο	ΣΑ	U	ΣΑ·U	b	b·ΣΑ·U
		m ²	W/(m ² ·K)	W/K		W/K
Ισόγειο	Δάπεδο FB1	75,65	0,320	24,21	1,00	24,21
Ισόγειο	Δώμα R1	9,11	0,250	2,28	1,00	2,28
Σοφίτα	R1	65,48	0,306	20,07	1,00	20,07
Σύνολα:		150,25				46,56

4.4.5.1.Σχηματική τομή επιπέδων κτηρίου

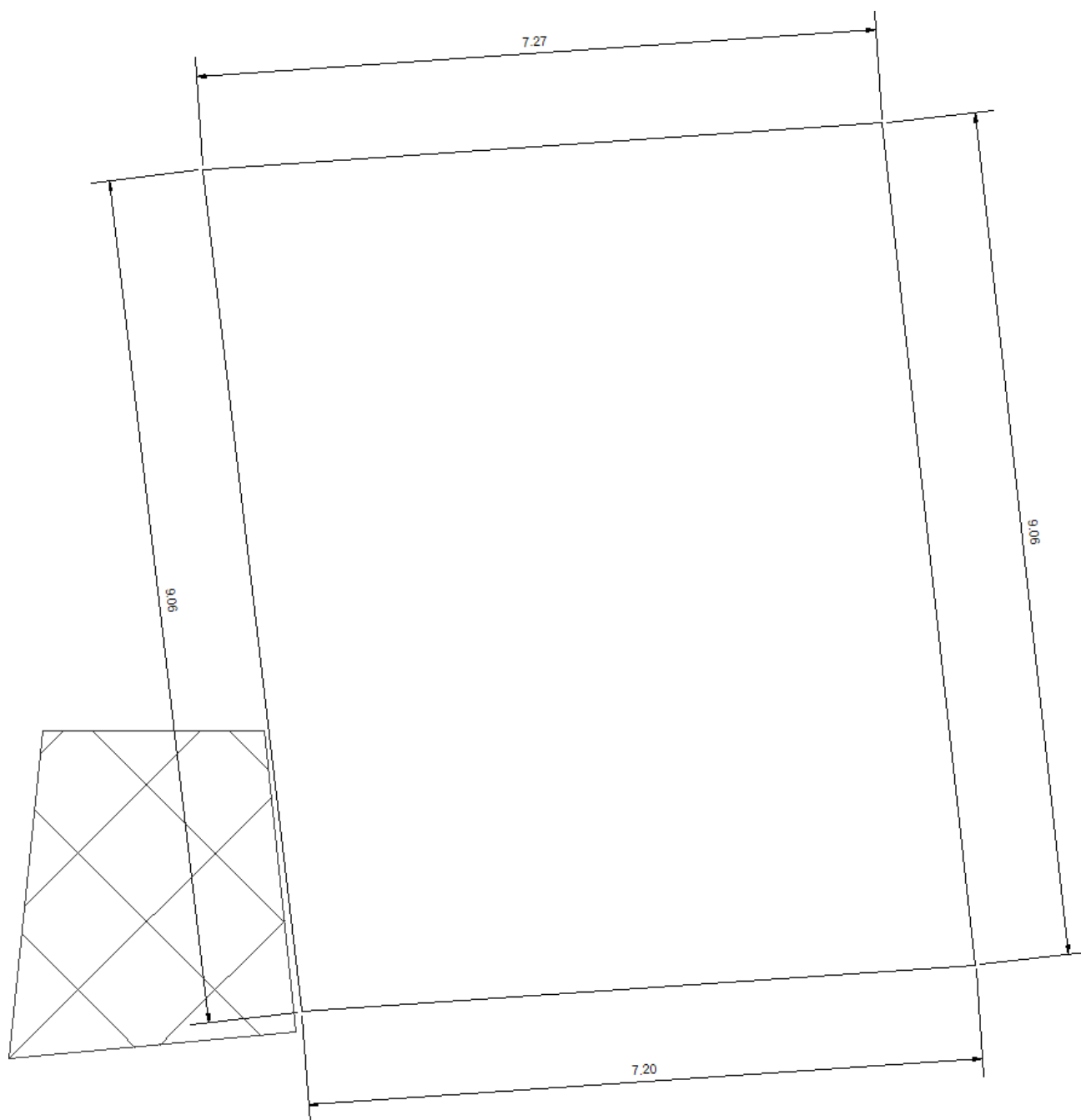


Στάθμη 0 (Ισόγειο)



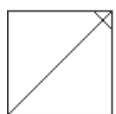
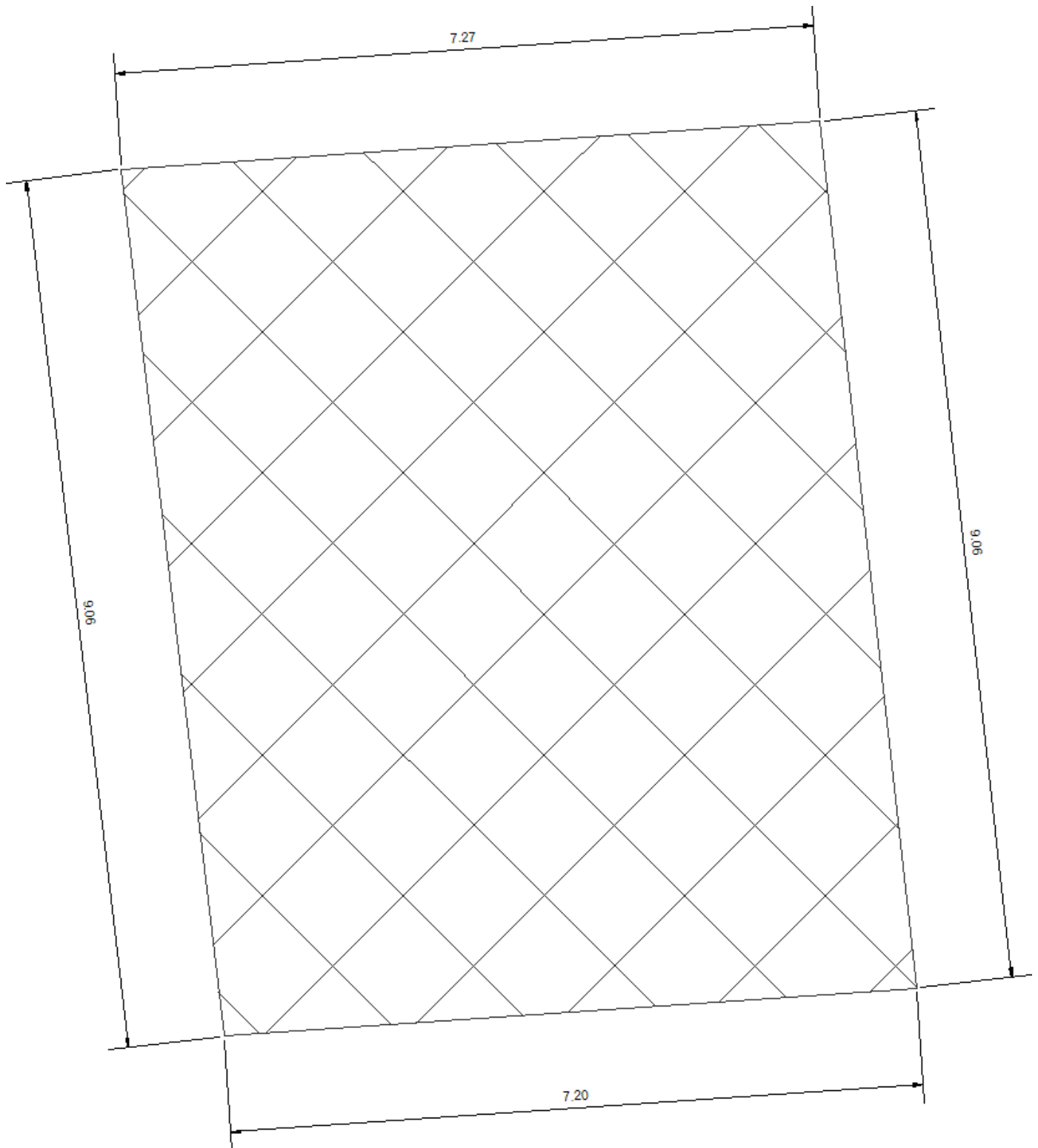
FB1 Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 10 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος

Στάθμη 1 (Σοφίτα)



R1 Μονωμένη τάρτασα με μπετόν κλίσης πάνω από μόνωση 10 cm

Στάθμη 2



R1 Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8 cm

4.4.6. Διαφανή δομικά στοιχεία

4.4.6.1. Συνολικά στοιχεία κουφωμάτων ανά επίπεδο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Επίπεδο:	Ισόγειο				
Κούφωμα	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδό	U	U·A
	m	m	m ²	W/(m ² ·K)	W/K
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-1102	1,25	2,30	2,88	2,274	6,538
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-1103	1,10	1,30	1,43	2,415	3,454
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-1202	1,25	1,30	1,63	2,380	3,868
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-1204	1,25	1,30	1,63	2,380	3,868
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-1303	1,10	1,30	1,43	2,415	3,454
Συνολικά:			8,99		21,182
Επίπεδο:	Σοφίτα				
Κούφωμα	Πλάτος	Ύψος	Εμβαδό	U	U·A
	m	m	m ²	W/(m ² ·K)	W/K
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-2202	1,20	1,00	1,20	2,463	2,956
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-2203	1,20	1,00	1,20	2,463	2,956
W1-MEEΞΩΦΥΛΛΑ-2402	1,10	1,00	1,10	2,485	2,734
Συνολικά:			3,50		8,646

4.4.6.2.Συνολικά στοιχεία κουφωμάτων κτηρίου για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό	Σ(U·A)
	m ²	W/K
Ισόγειο	8,99	21,182
Σοφίτα	3,50	8,646
Συνολικά:	12,49	29,828

4.4.6.3.Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτηρίου

1.Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτηρίου

Ζώνη	Επίπεδο	Εμβαδό	Ύψος	Όγκος
		m ²	m	m ³
Ζώνη1	Ισόγειο	75,65	3,00	226,95
Ζώνη1	Σοφίτα	65,48	2,75	180,07
Σύνολο:				407,02

2.Υπολογισμός παράπλευρης επιφάνειας κτηρίου

	ΣΑ	Σ(b·U·A)	Σ(b·Ψ·l)
	m ²	W/K	W/K
Οριζόντιες ή κεκλιμένες επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	98,08	29,54	0,00
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	137,40	36,65	24,16
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	0,00	0,00	0,00
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους	0,00	0,00	0,00
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	0,00	0,00	0,00
Δάπεδο PILOTIS	0,00	0,00	0,00
Δάπεδα σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	0,00	0,00	0,00
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	75,65	24,21	0,00
Κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	22,13	52,21	9,24
Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,00	0,00	0,00
Κουφώματα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	0,00	0,00	0,00
Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	333,26	142,61	33,40

3. Υπολογισμός U_m

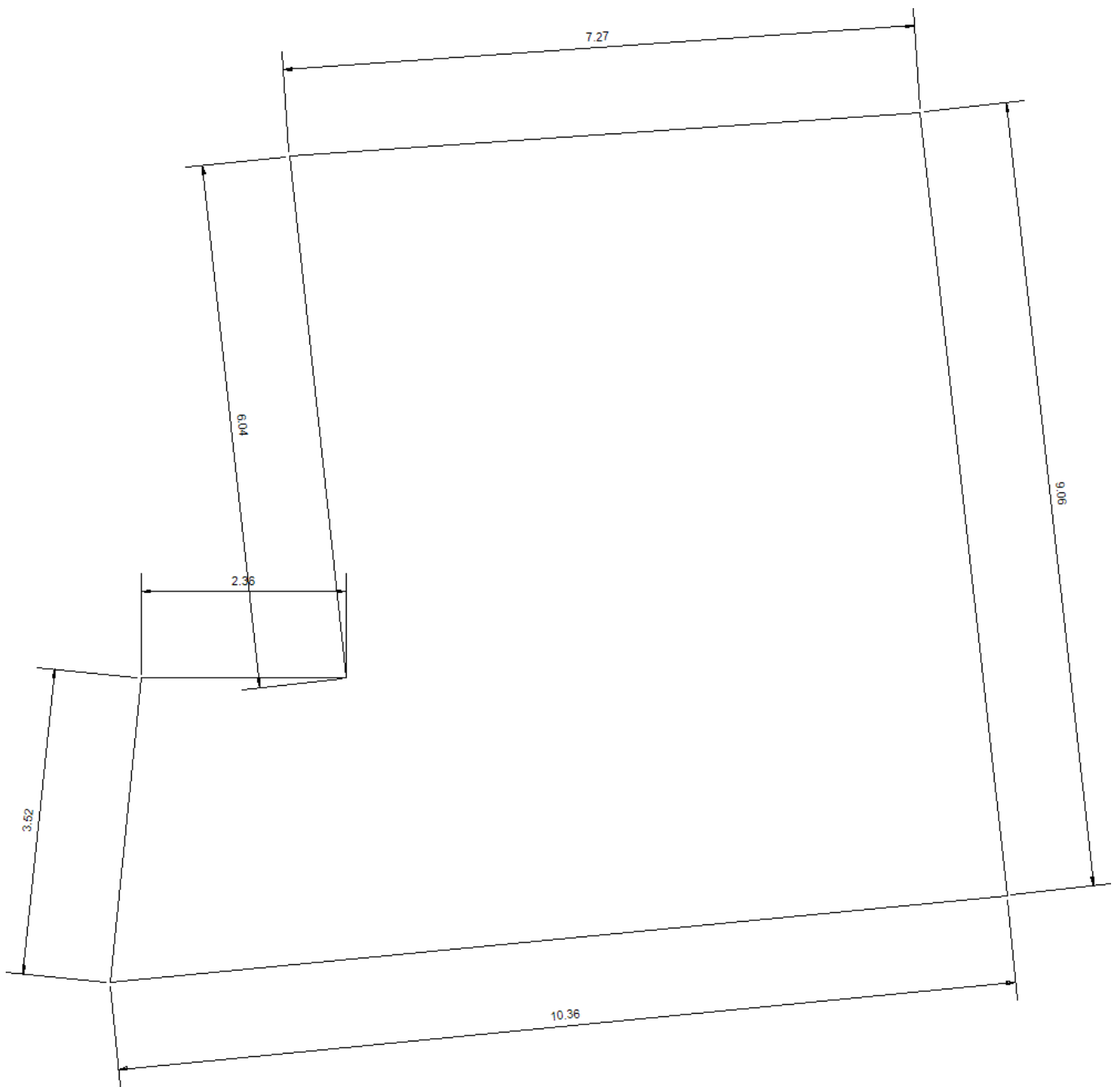
$\Sigma(b \cdot U \cdot A)$	142,61
$\Sigma(b \cdot \Psi \cdot I)$	33,40
	176,01

4. Υπολογισμός $U_{m,max}$

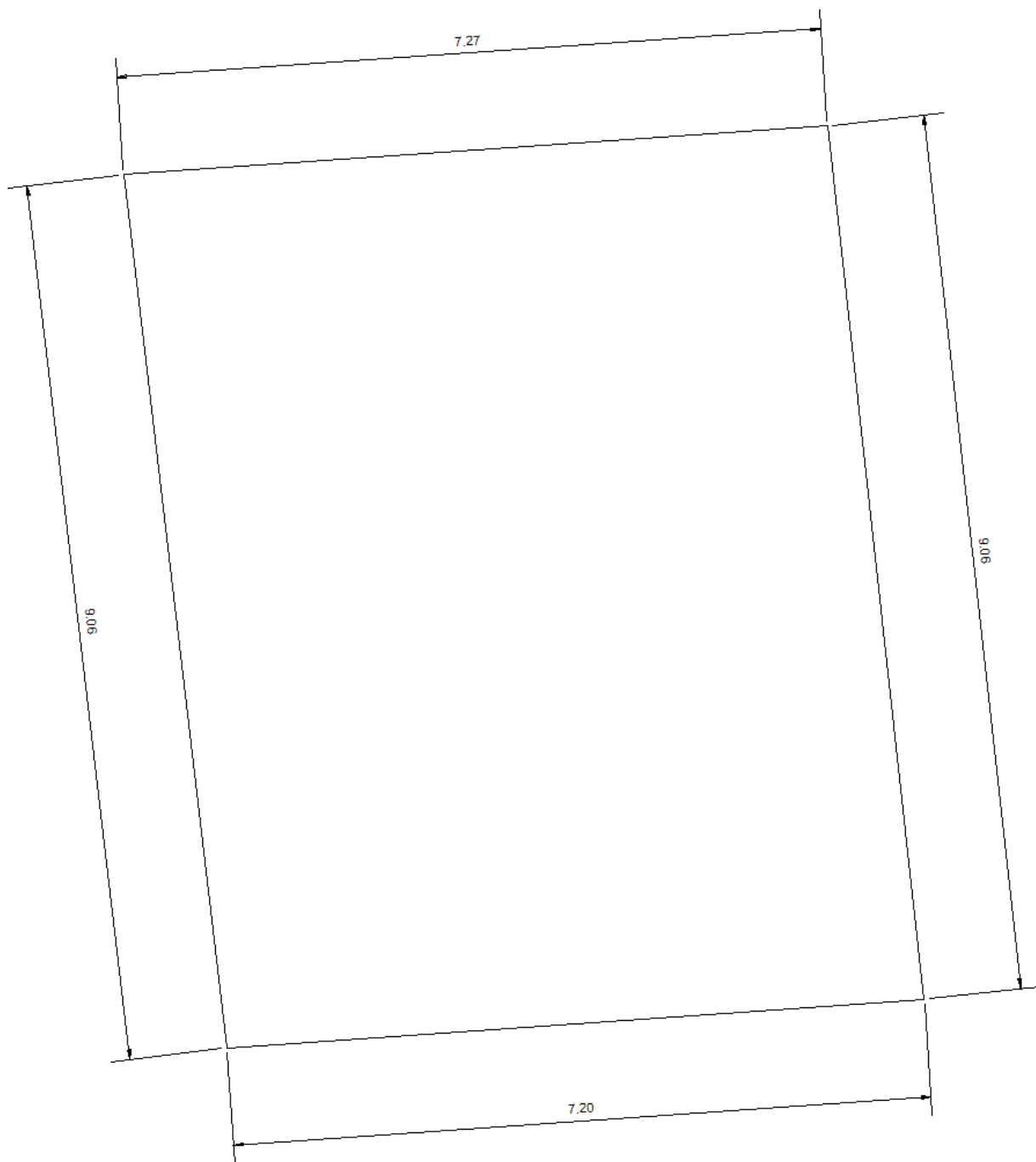
Ολική εξωτερική επιφάνεια κτιρίου για το λόγο A/V	$\Sigma(A_j \cdot b)$	333,26 m ²
Άθροισμα όγκων ζωνών	ΣV	470,89 m ³
Τελικός όγκος κτηρίου	V	487,26 m ³
Λόγος A/V	A/V	0,6841/m
	$U_{m,max}$	0,840 W/(m ² ·K)

5. Έλεγχος U_m

Πραγματοποιούμενο $U_m = 176,01 \text{ (W/K)} / 333,26 \text{ (m}^2\text{)} =$
0,528 W/(m²·K) < 0,840 W/(m²·K)



Στάθμη 0 (Ισόγειο) Α=75,65m²



Στάθμη 1(Σοφίτα) $A=65,48m^2$

Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον υπολογισμό του αθέλητου αερισμού

Ισόγειο						
Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος	Ύψος	Συντελ.α	Εμβαδό	Διείσδυση αέρα
		m	m	m ³ /(m ² ·h)	m ²	m ³ /h
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 1102	1,25	2,30	1,40	2,88	4,03
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 1103	1,10	1,30	1,40	1,43	2,00
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 1202	1,25	1,30	1,40	1,63	2,28
Πόρτες	Θ1-1203	1,10	2,30	1,40	2,53	3,54
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 1204	1,25	1,30	1,40	1,63	2,28
Πόρτες	Θ2-1302	0,90	2,30	1,40	2,07	2,90
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 1303	1,10	1,30	1,40	1,43	2,00
Πόρτες	Θ1-1502	0,80	2,20	1,40	1,76	2,46
Πόρτες	Θ2-1602	0,80	2,30	1,40	1,84	2,58
Σύνολο:						24,06
Σοφίτα						
Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος	Ύψος	Συντελ.α	Εμβαδό	Διείσδυση αέρα
		m	m	m ³ /(m ² ·h)	m ²	m ³ /h
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 2202	1,20	1,00	1,40	1,20	1,68
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 2203	1,20	1,00	1,40	1,20	1,68
Παράθυρα	W1-ME ΕΞΩΦΥΛΛΑ- 2402	1,10	1,00	1,40	1,10	1,54
Πόρτες	Θ2-2403	0,80	1,80	1,40	1,44	2,02
Σύνολο:						6,92

4.5. Τεκμηρίωση ελαχίστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου

4.5.1.Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου σε όλους τους χώρους θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότηταςδαιρούμενου τύπου. Σε όλα τα διαμερίσματα θα εγκατασταθούν τοπικές αντλίες θερμότητας, μία σε κάθε καθιστικό και μία στους διαδρόμους πριν τα υπνοδωμάτια για ήπια ψύξη των υπνοδωματίων. Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτηρίου, σε διαμερίσματα κατοικιών η χρήση μονάδων ψύξης,παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C.

Στον πίνακα 4.13, δίνονται αναλυτικά, η ψυκτική ικανότητα (kW), η ονομαστική απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) ηλεκτρική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας που θα εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδεςπου επιλεχτήκαν κατά την μελέτη ψύξης.

Πίνακας 4.13.Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας για την ψύξη

Θερμικήζώνη:Ζώνη1					
Περιγραφή	Τύπος	Ποσοστό κάλυψης φορτίου ψύξης[%]	Ψυκτική Ικανότητα [kW]	Απορ. Ισχύς [kW]	Δείκτης απόδοτ. EER
Εγκατάσταση παραγωγής ψύξης	ΥδρόψυκτηΑ.Θ.	50	14,00	3,54	3,95

4.5.2.Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. για την μονοκατοικία δίνεται στο πίνακα 4.14. Οι καταναλώσεις ανά χρήση του κτηρίου είναι:

Πίνακας4.14.Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) σε lit/day ανά θερμική ζώνη του κτηρίου

Ζώνη	Χρήση	Επιφάνεια [m ²]	Κατανάλωση [l/day]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	141,14	225
		Σύνολο:	225

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για Ζ.Ν.Χ. στο κτήριο είναι: **225,04** (lit/ημέρα). Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50°C, ενώ Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_dσε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου σε Ζ.Ν.Χ.δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \cdot \rho \cdot \Delta T \quad [4.12]$$

όπου:

- V_d [lt/ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d= **225,04**(lit/ημέρα),
- ρ[kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση ,ρ=0,998(kg/lt),
- c[kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα του νερού,c=4,18kJ/(kg.K),
- ΔT[K] ή [°C] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης.

Πίνακας 4.15. Μέση θερμοκρασία δικτύου νερού (°C) και θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης κτηρίου

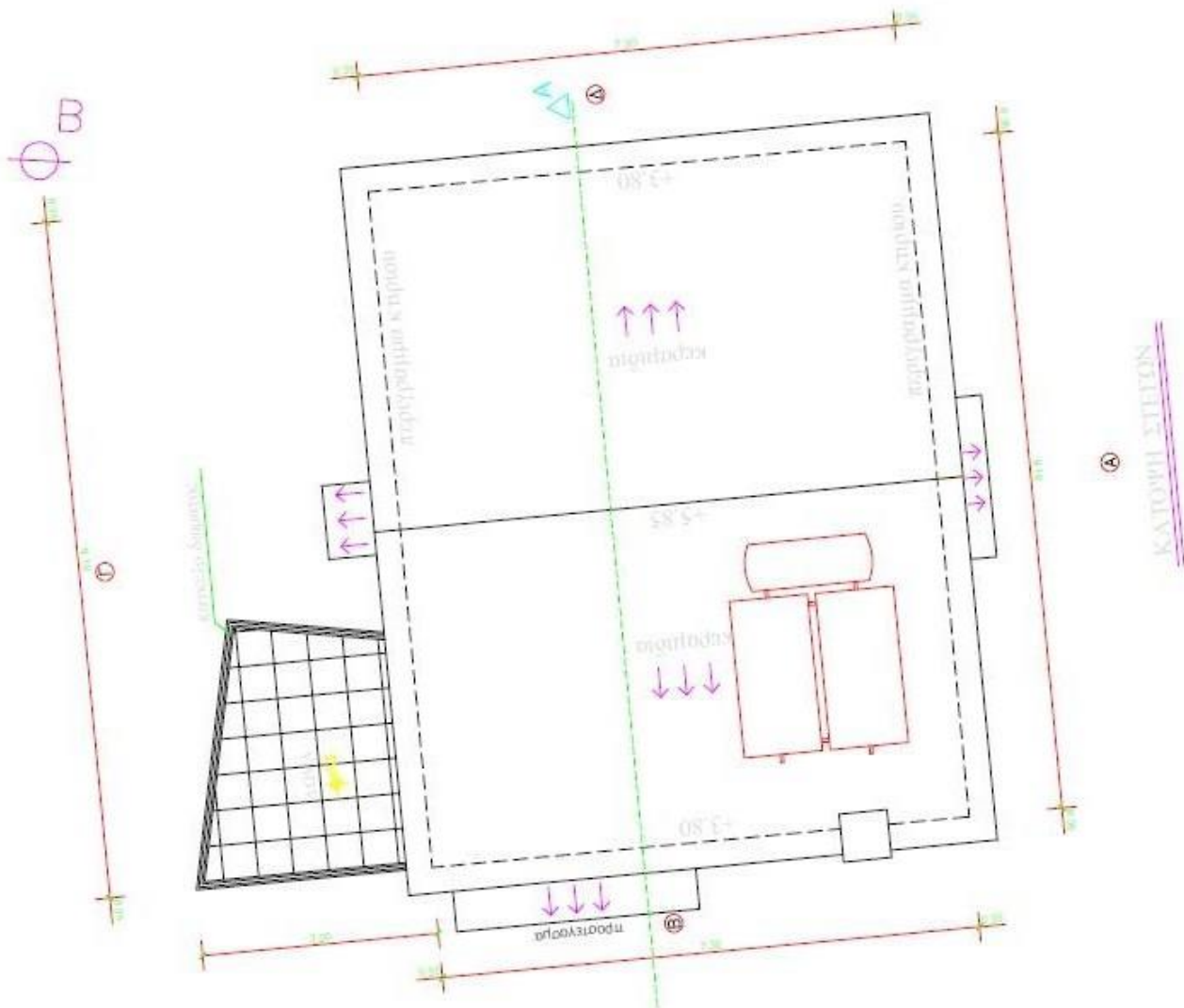
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛ ΟΤ1291	10,4	10,1	11,7	14,8	18,9	23,1	25,6	25,8	23,5	19,7	15,5	12,2
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ΖΝΧ κτηρίου (kwh/ημέρα)	9,02	9,10	8,68	7,88	6,81	5,71	5,06	5,01	5,61	6,60	7,69	8,55

4.5.2.1.Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ΖΝΧ

Για να εφαρμοστούν τα κατάλληλα μέτρα της παραγωγής Ζ.Ν.Χ. σε ότι αφορά την μονοκατοικία, θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση των παρακάτω συστημάτων, σύμφωνα με τη συγκεντρωτική παρουσίαση που ακολουθεί στους πίνακες, όπως φαίνεται στους αντίστοιχους Πίνακες.

4.5.2.2.Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Η εκτίμηση που έγινε με βάση την αναζήτηση η απαιτούμενη επιφάνεια είναι 25m².



Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f (S.Klein, W.A. Beckman

και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής. Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή επίπεδων ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του κτηρίου, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον του 60% του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα. Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους.

Στο πίνακα 4.16. δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m²), για την περιοχή Πόλη που βρίσκεται η οικοδομή για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση 40°.

Πίνακας 4.16. Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m ²)	68,0	83,0	128,0	159,0	200,0	221,0	228,0	206,0	156,0	116,0	75,0	60,0
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο 45° με το νοτινό προσανατολισμό	115,0	115,0	149,0	156,0	175,0	183,0	194,0	192,0	171,0	154,0	123,0	108,0

Η απόσταση που υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου.

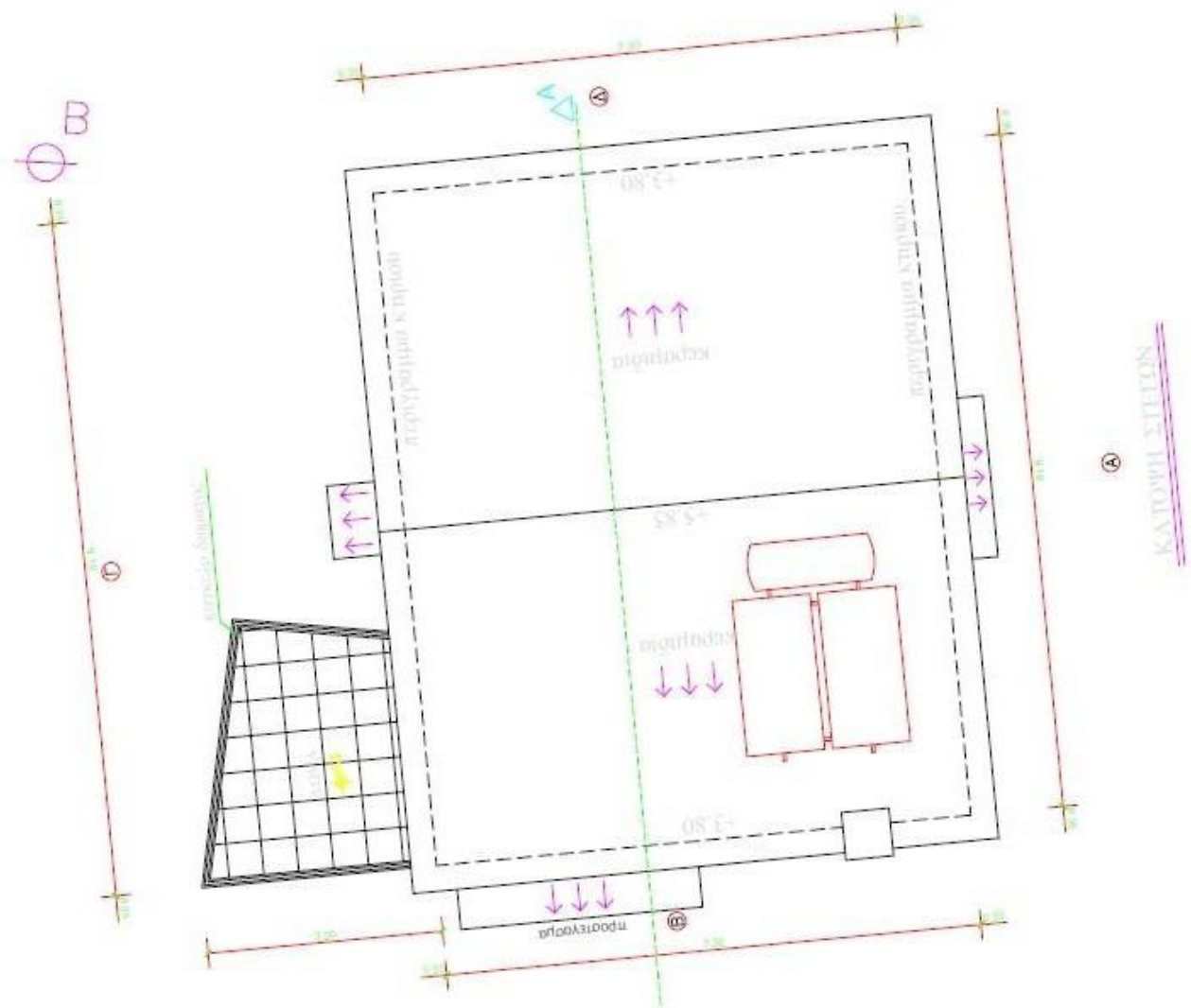
γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 0^\circ$,

η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23,44978^\circ$.

ζηνθιακή γωνία (θ_z) = $1,478779E-06^\circ$.

Υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους όταν τοποθετηθούν με γωνία 40° για να μην αλληλοσκιάζονται. Στο σχήμα 4.5.2 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης

και της απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του υπό μελέτη κτηρίου.

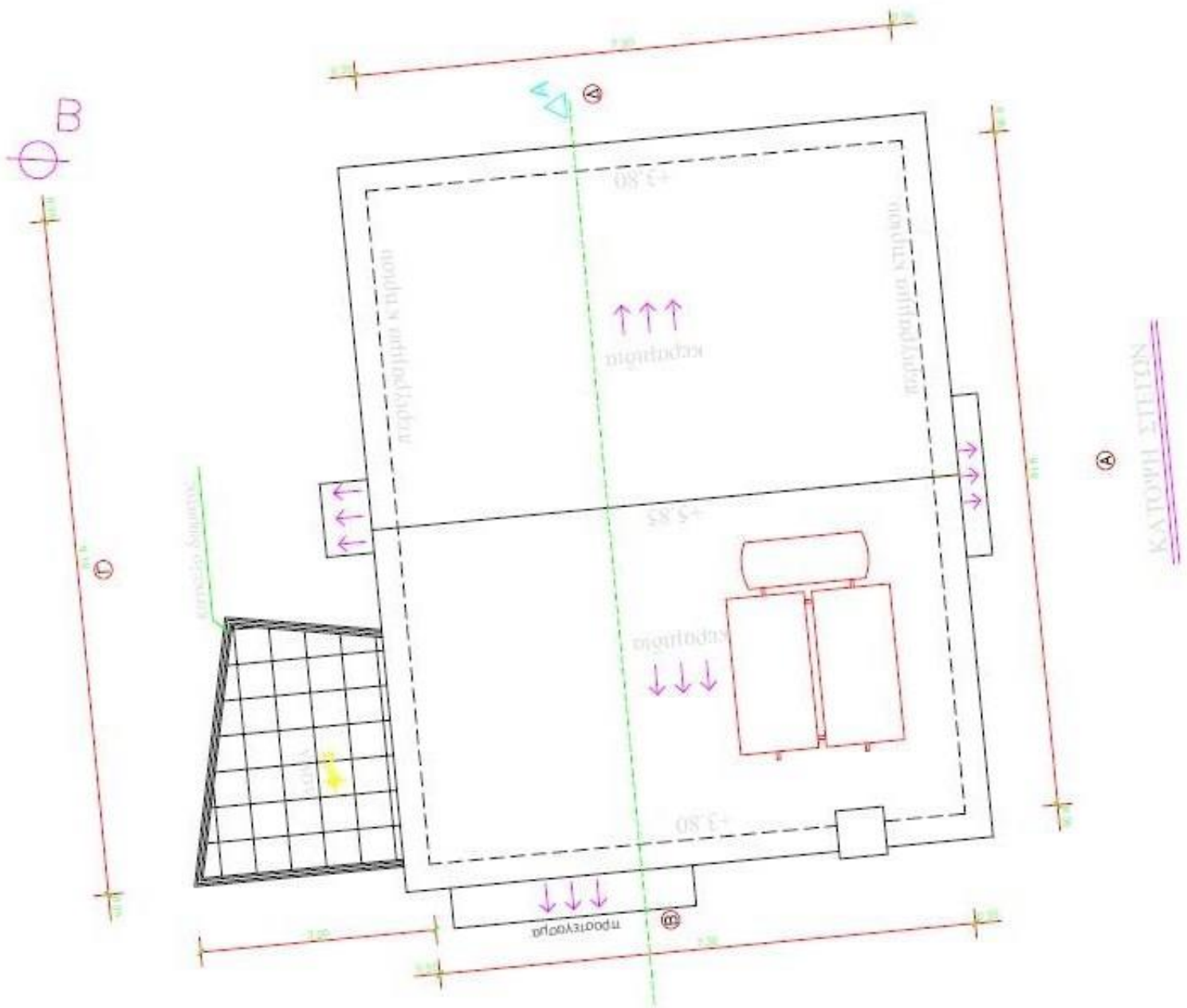


Σχήμα 4.5.2. Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα ως προς τον νότο.

Πίνακας 4.17. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη ZNX από ηλιακούς συλλέκτες

	Μέσο μηνιαίοφο ρτίογιαZN X(kWh/ mo)	Μέσομηνιαίοφο ρτίοκάλυψης από Η.Σ.(kWh/ mo)	Ποσοστό κάλυψηςφορτί ου από Η.Σ. - fi(%)	Ποσοστόαξι οποίησης απόΗ.Σ.(%)
ΙΑΝ	282	169	60,0	36,9
ΦΕΒ	254	169	66,7	36,9
ΜΑΡ	268	226	84,2	36,9
ΑΠΡ	240	226	94,1	36,9
ΜΑΙ	212	254	120,0	36,9
ΙΟΥΝ	169	268	158,3	36,9
ΙΟΥΛ	155	282	181,8	36,9
ΑΥΓ	155	282	181,8	36,9
ΣΕΠ	169	254	150,0	36,9
ΟΚΤ	212	226	106,7	36,9
ΝΟΕ	226	183	81,2	36,9
ΔΕΚ	268	155	57,9	36,9
Σύνολο:	2.611	2.696		
Μέσοςόροςετήσιος:			103,2	

Το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για Z.N.X. είναι στο **103,2 %**. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από **57,9 % - 181,8 %**.



Σχήμα 4.5.3. Θέση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, εκτός περιοχής σκίαση

4.6. Ενεργειακή απόδοση κτηρίου

4.6.1. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) είναι ένα πιστοποιητικό που αποδεικνύει την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου. Συνήθως, αναφέρεται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και σε άλλες χώρες με παρόμοια συστήματα πιστοποίησης.

Το ΠΕΑ βασίζεται σε μια αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η θερμομόνωση, η στεγανότητα, η θέρμανση, η ψύξη, η εγκατάσταση και η απόδοση των συστημάτων ενέργειας. Μετά από μια εκτενή αξιολόγηση, το κτήριο λαμβάνει ένα βαθμολογικό σύστημα ή ένα επίπεδο απόδοσης που αναγνωρίζει την ενεργειακή του απόδοση.

Ο σκοπός του ΠΕΑ είναι να ενημερώσει και να προωθήσει τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Με την ανάθεση ενός ΠΕΑ, οι ιδιοκτήτες κτηρίων και οι δυνητικοί αγοραστές μπορούν να αξιολογήσουν την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου και να λάβουν υπόψη τις ενεργειακές ανάγκες πριν από αποφάσεις για αγορά, ενοικίαση ή ανακαίνιση.

Οι βαθμολογίες ΠΕΑ μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα και το πρόγραμμα πιστοποίησης που χρησιμοποιείται. Συνήθως, οι βαθμολογίες κυμαίνονται από A+ (υψηλή ενεργειακή απόδοση) έως Γ ή και χαμηλότερα (χαμηλή ενεργειακή απόδοση). Οι ΠΕΑ μπορεί να παρέχουν επίσης πληροφορίες σχετικά με το ετήσιο κόστος λειτουργίας του κτηρίου και τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.

4.6.2. Τμήματα κτηρίου ανά χρήση

Οι επιφάνειες καθώς και οι χώροι της μονοκατοικίας παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.18.

Πίνακας 4.18. Εμβαδά και όγκοι ανά χρήση

Ειδική χρήση χώρων	Θερμινόμνη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμινόμνος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Μονοκατοικία	141,14	141,14	470,89	470,89

4.6.2.1.Θερμικές ζώνες

Οι θερμικές ζώνες σε ένα κτήριο μπορεί να περιλαμβάνουν τις ακόλουθες περιοχές:

- Θερμική ζώνη κατανάλωσης ενέργειας: Αυτή η ζώνη αναφέρεται στις περιοχές του κτηρίου που απαιτούν θέρμανση ή ψύξη για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας. Αυτές οι περιοχές περιλαμβάνουν τα δωμάτια ή τους χώρους όπου οι άνθρωποι εργάζονται ή διαμένουν.
- Μη θερμική ζώνη: Αυτή η ζώνη περιλαμβάνει τις περιοχές του κτηρίου που δεν απαιτούν θέρμανση ή ψύξη, όπως οι αποθήκες ή οι χώροι υπηρεσίας.
- Ζώνη μεταβατικής θερμοκρασίας: Αυτή η ζώνη αναφέρεται στις περιοχές που βρίσκονται ανάμεσα στις θερμικές ζώνες κατανάλωσης ενέργειας και τη μη θερμική ζώνη. Συνήθως, αποσκοπεί στο να μειώσει τις απώλειες ενέργειας και να διατηρήσει τη σταθερή θερμοκρασία στις περιοχές που βρίσκονται κοντά στις εισόδους ή τις εξόδους του κτηρίου.
- Η διαμόρφωση των θερμικών ζωνών εξαρτάται από τον σχεδιασμό και τις απαιτήσεις του κτηρίου. Η κατάλληλη διαχείριση των θερμικών ζωνών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και αύξηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Πίνακας 4.19.Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

Θερμική ζώνη	Ζώνη 1	
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	141,14	
Ειδική Θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² ·K)	370	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό	B	T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	0	
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	0,75	Μόνο για κατοικίες
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	-	100% για κατοικίες, 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0	
Αριθμός καμινάδων	0	

4.6.2.2.Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2017 ορίστηκαν οι επιθυμητές προδιαγραφές όπως τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τα άτομα και τις συσκευές. Οι παράμετροι των συνθηκών λειτουργίας ενός μέρους μιας κατοικίας εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.20. Συνθήκες λειτουργίας για τις θερμικές ζώνες

Θερμική ζώνη	Ζώνη 1
Ωράριο λειτουργίας	18
Ημέρες λειτουργίας	7
Μήνες λειτουργίας	12
Περίοδος θέρμανσης	1 - 12
Μέση εσωτερική θερμοκρασία Θέρμανσης (°C)	20,0
Μέση εσωτερική θερμοκρασία Ψύξης (°C)	26,0
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	45
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	40
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /m ² ·έτος)	0,75
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	6,40
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /(m ² ·έτος))	0
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45,0
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	15,0
Ελκυσόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	4,00
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,75
Ελκυσόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	2,00
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75

4.6.2.3.Κέλυφος κτηρίου

Παρακάτω παραθέτονται οι παράμετροι σε ότι αφορά το κέλυφος του κτηρίου.

Πίνακας 4.21α. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Θερμικήζώνη:Ζώνη1		Επίπεδο:Ισόγειο				
Τύπος	Δομικόστοιχείο	γ ⁽¹⁾	U [W/(m ² ·K)]	A [m ²]	α ⁽²⁾	ϵ ⁽³⁾
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος μεμόνωση 10cm	356	0,267	17,50	0,40	0,80
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος μεμόνωση 10cm	84	0,267	21,39	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	84	2,100	2,53	0,00	0,00
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος μεμόνωση 10cm	174	0,267	27,58	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονόυαλοπίνακα	174	2,500	2,07	0,00	0,00
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	276	0,267	10,56	0,40	0,80
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	0	0,267	5,32	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή συμπαγής θύρα με μεταλλικό πλαίσιο	0	2,100	1,76	0,00	0,00
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	264	0,267	16,27	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	264	2,500	1,84	0,00	0,00
Οροφή	Μονωμένη ταράτσα με μπετόν κλίσης πάνω από μόνωση 10 cm	0	0,250	9,11	0,65	0,80

Θερμικήζώνη:Ζώνη1		Επίπεδο:Σοφίτα				
Τύπος	Δομικόστοιχείο	γ ⁽¹⁾ [W/(m ² ·K)]	U [W/(m ² ·K)]	A [m ²]	α ⁽²⁾ [m]	ϵ ⁽³⁾
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	356	0,267	5,81	0,40	0,80
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	84	0,267	13,67	0,40	0,80
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	176	0,267	5,76	0,40	0,80
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με μόνωση 10cm	263	0,267	13,55	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	263	2,500	1,44	0,00	0,00
Οροφή	Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8cm	264	0,306	8,83	0,60	0,80
Οροφή	Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8cm	263	0,306	8,84	0,60	0,80
Οροφή	Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8cm	356	0,306	35,73	0,60	0,80
Οροφή	Στέγη τύπου ΚΕΡΑΜΟΣ με μονωση 8cm	176	0,306	35,58	0,60	0,80

1. Αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180=νότια, 270=δυτική
2. απορροφητικότητα επιφάνειας
3. συντελεστής εκπομπής επιφάνεια

Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Πίνακας 4.21β. Δ.Α.Δ. στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

Θερμικήζώνη:Ζώνη1		Επίπεδο:Ισόγειο			
Τύπος	Δομικόστοιχείο	U [W/(m ² ·K)]	Εμβαδόν [m ²]	ΕκτεθειμένηπερίμετροςΠ [m]	Μέσο βάθοςέδρασης z[m]
Δάπεδο-Οροφή	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 10cm και πλακίδια επί σκυροδέματος	0,320	75,65	38,60	0,00

Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

Πίνακας 4.22α. Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1					Επίπεδο: Ισόγειο					
Νο κουφώματος	$\gamma^{>(1)</sup></sup>$	Εμβαδόν [m ²]	U [W/(m ² ·K)]	gw	F _{hor} θερμ.	F _{hor} ψύξη	F _{ov} θερμ.	F _{ov} ψύξη	F _{fin} θερμ.	F _{fin} ψύξη
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-1303	174	1,43	2,094	0,42	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 4.22β. Δεδομένα κουφωμάτων

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1					Επίπεδο: Ισόγειο					
Νο κουφώματος	$\gamma^{>(1)</sup></sup>$	Εμβαδόν [m ²]	U [W/(m ² ·K)]	gw	F _{hor} θερμ.	F _{hor} ψύξη	F _{ov} θερμ.	F _{ov} ψύξη	F _{fin} θερμ.	F _{fin} ψύξη
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-1102	356	2,88	1,985	0,46	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,86
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-1103	356	1,43	2,094	0,42	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,86
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-1202	84	1,63	2,067	0,43	0,73	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-1204	84	1,63	2,067	0,43	0,73	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1					Επίπεδο: Σοφίτα					
Νο κουφώματος	$\gamma^{>(1)</sup></sup>$	Εμβαδόν [m ²]	U [W/(m ² ·K)]	gw	F _{hor} θερμ.	F _{hor} ψύξη	F _{ov} θερμ.	F _{ov} ψύξη	F _{fin} θερμ.	F _{fin} ψύξη
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-2202	84	1,20	2,131	0,40	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-2203	84	1,20	2,131	0,40	0,83	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-ΜΕΕΞΩΦΥΛΛΑ-2402	263	1,10	2,148	0,39	0,93	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00

4.6.2.4. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης χώρων,
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του τμήματος κατοικιών, στο λογισμικό.

Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων

Σύστημα θέρμανσης

Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Αντλία θερμότητας αέρος-νερού

Θερμική απόδοση μονάδας: SCOP=3.47

Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):

ΙΑΝ:1	ΦΕΒ:1	ΜΑΡ:1	ΑΠΡ:0,5	ΜΑΙ:0	ΙΟΥΝ:0	ΙΟΥΛ:0	ΑΥΓ:0	ΣΕΠ:0	ΟΚΤ:0,5
ΝΟΕ:1	ΔΕΚ:1								

Δίκτυο διανομής θερμότητας

Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 14Χώροςδιέλευσης:
Εσωτερικοί χώροι

Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 55

Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 35

Βαθμός θερμικήςαπόδοσης δικτύου διανομής (%): 0,975

Ύπαρξη μόνωσης στους αγωγούς: ΝΑΙ

Τερματικές μονάδες

Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: FCUs θερμ.55°C

Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 93% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2010)

Τύπος βοηθητικών συστημάτων: Κυκλοφορητής

Αριθμός συστημάτων:1

Ισχύς βοηθητικών συστημάτων: 0

Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων

Σύστημα ψύξης

Μονάδα παραγωγής ψύξης

Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης: Αντλία θερμότητας αέρος-νερού

Βαθμού απόδοσης SEER=3.95

Είδοςκαυσίμου: Electricity

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):

ΙΑΝ:0	ΦΕΒ:0	ΜΑΡ:0	ΑΠΡ:0	ΜΑΙ:0,5	ΙΟΥΝ:0,5	ΙΟΥΛ:0,5	ΑΥΓ:0,5	ΣΕΠ:0,5
ΟΚΤ:0	ΝΟΕ:0	ΔΕΚ:0						

Δίκτυο διανομής ψύξης

Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο (kW): 14

Χώρος διέλευσης : Εσωτερικοί χώροι

Ψυκτική απόδοση δικτύου (%): 93

Μόνωση στους αεραγωγούς : ΝΑΙ

Τερματικές μονάδες

Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : FCUs

Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 93% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2010)

Βοηθητική ενέργεια

Τύπος βοηθητικών συστημάτων:-

Αριθμός συστημάτων:-

Ισχύς βοηθητικών συστημάτων:-

Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Οι παράμετροι των συστημάτων που εφαρμόζεται στη μελέτη κτηρίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ παραθέτονται παρακάτω.

Σύστημα Ζ.Ν.Χ.

Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Κατηγορία μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ.: Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας

Θερμική απόδοση μονάδας: 1

Είδος καυσίμου: Electricity

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):

ΙΑΝ:0 ΦΕΒ:0 ΜΑΡ:0 ΑΠΡ:0,5 ΜΑΙ:1 ΙΟΥΝ:1 ΙΟΥΛ:1 ΑΥΓ:1 ΣΕΠ:1 ΟΚΤ:0,5
ΝΟΕ:0 ΔΕΚ:0

Δίκτυο διανομής θερμότητας

Δίκτυο αναδιανομής θερμότητας: ΝΑΙ

Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι

Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ(%) : 100

Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας

Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης: boiler

Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης:1

Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Boiler αντλίας θερμότητας

Θερμική απόδοση μονάδας: 1

Είδος καυσίμου: Electricity

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):

ΙΑΝ:1 ΦΕΒ:1 ΜΑΡ:1 ΑΠΡ:0,5 ΜΑΙ:0 ΙΟΥΝ:0 ΙΟΥΛ:0 ΑΥΓ:0 ΣΕΠ:0 ΟΚΤ:0,5
ΝΟΕ:1 ΔΕΚ:1

Δίκτυο διανομής θερμότητας

Δίκτυο αναδιανομής θερμότητας: ΝΑΙ

Χώρος διέλευσης:Εσωτερικοίχώροι

Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%) : 100

Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας

Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης: boiler

Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης:0,93

Λεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Ο ηλιακός συλλέκτης που θα τοποθετηθεί στη στέγη, καλύπτει όλο το ποσοστό του συνολικού ζεστού νερού χρήσης . Η επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών που καλύπτει το ΖΝΧ για το κτίριο είναι 3m².

Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για τους χώρους κατοικιών και για τους κοινόχρηστους θερμαινόμενους και μη χώρους, δεν λαμβάνονται υπ'όψη στους υπολογισμούς.

Στοιχεία κτηρίου αναφοράς

Τα στοιχεία του κτηρίου αναφοράς υπολογίζονται με τη βοήθεια του λογισμικού, και τον κανονισμό που ορίζεται από το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2017.

4.7. Αποτελέσματα υπολογισμών

Παρακάτω εμφανίζονται στοιχείασε ότι αφορά τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²),όπως:

- φορτία που απαιτούνται για θέρμανση και για ψύξη.
- Την κατανάλωση όλου του χρόνου (kWh/m²)
- Την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)ανάχρηση και αντίστοιχες εκπομπές CO₂.

4.7.1. Κατανάλωση ενέργειας

Το φορτίο που απαιτείται με σκοπό για θέρμανση και την ψύξη, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.23.

Πίνακας 4.23. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

ΚΤΗΡΙΟ													
Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kW/m ²)													
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Σύνολο
Θέρμανση	6,60	5,10	3,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	5,10	21,70
Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	5,60	8,50	8,30	1,80	0,00	0,00	0,00	25,00
Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ζεστό νερό χρήσης	2,00	1,80	1,90	1,70	1,50	1,20	1,10	1,10	1,20	1,50	1,60	1,90	18,50

Πίνακας 4.24. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

ΚΤΗΡΙΟ														
Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kW/m ²)														
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Σύνολο	
Θέρμανση	2,00	1,60	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	1,60	6,90	
- Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,90	1,30	1,30	0,30	0,00	0,00	0,00	4,00	
Υγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ζεστό νερό χρήσης	0,30	0,30	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,30	1,90	
- Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,20	1,20	1,60	1,60	1,80	1,90	2,00	2,00	1,80	1,60	1,30	1,10	19,20	
Φωτισμός	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ηλεκτρική ενέργεια βοηθητικών συστημάτων	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
- Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Σύνολο	2,30	1,80	1,30	0,40	0,20	1,00	1,40	1,30	0,30	0,10	0,90	1,90	12,80	

Η ανάλογη κατανάλωση καυσίμων (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 4.25:

Πίνακας 4.25.Κατανάλωση ανά καύσιμο

ΚΤΗΡΙΟ	
Κατανάλωση καυσίμων (kW/m ²)	
Ηλεκτρισμός	12,39
Σύνολο:	12,39

Η ανάλογη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα

Πίνακας 4.26.Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση :Μονοκατοικία

ΚΤΗΡΙΟ		
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m ²)	
	Κτήριοαναφοράς	Εξεταζόμενοκτήριο
Θέρμανση	36,30	20,10
Ψύξη	13,80	11,60
Ζεστόνερόχρήσης	23,70	4,40
Φωτισμός	0,00	0,00
Συνεισφοράηλεκτρικήςενέργειας από ΑΠΕ	0,00	0,00
Σύνολο	73,80	36,00

Η ανάλογη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ,παρουσιάζονται στον πίνακα 4.27

Πίνακας 4.27.Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρυπών ανά καύσιμο

Ζώνη 1		
Καύσιμο	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Σύνολο:	0,00	0,00

ΚΤΗΡΙΟ		
Καύσιμο	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	35,94	12,30
Σύνολο:	35,94	12,30

4.7.2.Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου

Χρήση: Μονοκατοικία

Έπειτα από τον υπολογισμό σε ότι αφορά την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του τμήματος του κτηρίου με χρήση: Μονοκατοικία, το κτήριο αναβαθμίστηκε σε ανώτερη κατηγορία η οποία είναι Α. Συνεπώς συμφωνεί με τις ελάχιστες προϋποθέσεις του Κ.Εν.Α.Κ., σε ότι αφορά τις καταναλώσεις της πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο που ισούται με το κτήριο αναφοράς.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/(m ² ·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΣΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	
A+ < 0.33 · RR	
0.33 · RR < A β% □ 0.5 · RR	β —, 36,00
0.5 · RR < B β% □ 0.75 · RR	
0.75 · RR < B β% □ 1.00 · RR	
1.0 · RR < Γ β% □ 1.41 · RR	
1.41 · RR < Δ β% □ 1.82 · RR	
1.82 · RR < E β% □ 2.27 · RR	
2.27 · RR < Z β% □ 2.73 · RR	
2.73 · RR β% □ Η	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Ενεργειακή κατάταξη: Α

Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας: 36,00 kWh/m²

Συμπεράσματα

Μια ενεργειακή μελέτη κτηρίου είναι μια αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Περιλαμβάνει ανάλυση της κατανάλωσης ενέργειας, του συστήματος θέρμανσης, του συστήματος ψύξης, και άλλων σχετικών παραγόντων που επηρεάζουν την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Πραγματοποιήθηκε ενεργειακή μελέτη διώροφης κατοικίας που βρίσκεται στην Ανδραβίδα, Ηλείας. Έγινε έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών υλικών, διαφανών και αδιαφανών στοιχείων με τιμές που είναι δεκτές σύμφωνα με τους κανονισμούς της TOTEE. Ύστερα προσθέσαμε τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης για την κάλυψη των αναγκών. Το κτήριο πληροί τις προϋποθέσεις για την ενεργειακή κατάταξη Α που είναι και το ζητούμενο.

Οι υπολογισμοί έγιναν με τη βοήθεια προγραμμάτων ενεργειακών μελετών και με τις γνώσεις που έχουμε λάβει από το μάθημα Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός όπου διδάσκεται στο τμήμα μας. Τέλος θα θέλαμε να προτείνουμε μερικές καινοτομίες για το παρόν σπίτι που θα μπορούσαν να είναι η συνέχεια της μελέτης μας για ένα ενεργειακό σπίτι, όπως , φωτοβολταϊκά συστήματα και ενδοδαπέδια θέρμανση σε σύνδεση με την υπάρχουσα ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

- B2green. (2022, Ιανουάριος 17). ΚΑΠΕ: Διαγωνισμός για εκπαίδευση στα Θερμικά Ηλιακά Συστήματα. Ανάκτηση από <https://news.b2green.gr>
- ICAP Group. (2017). *Κλαδική Μελέτη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Αθήνα.
- learn photovoltaics. (2023, Ιανουάριος 20). Ενέργεια. Ανάκτηση από <https://learnphotovoltaics.communityenergyriver.com/html/Energy.html>
- Micro boiler. (2023, Ιανουάριος 27). Κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Ανάκτηση από <https://microboiler.eu>
- Offsite Team. (2019, Ιανουάριος 8). Η τρομακτική ενέργεια των ωκεανών απειλεί τον πλανήτη. Ανάκτηση από <https://www.offsite.com.cy/eidiseis/periballon/i-tromaktiki-energeia-ton-oceanon-apeilei-ton-planiti>
- Press room. (2018, Οκτώβριος 3). Υπεγράφη στο Αμύνταιο η σύμβαση για την κατασκευή μονάδας βιομάζας. Ανάκτηση από <https://energyin.gr>
- Αλεξοπουλος, Κ. (2009). *Εξοικονομηση ενέργειας στα κτήρια: Ελληνική και Ευρωπαϊκή πραγματικότητα*.
- Ανδρίτσος, Ν. (2015). *Ενέργεια και Περιβάλλον*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Αργυροπούλου, Α. (2009). *Κτήριο, Ενέργεια, Θερμομόνωση, Περιβάλλον & Η Αλληλοεξάρτησή τους*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- Βιτουλαδίτης, Ν., & Χάϊτος, Α. (2012). *Ενεργειακά κτίρια, Βιώσιμες κατασκευές, Μέτρα και υλικά εξοικονόμησης ενέργειας, Πλαίσιο ενεργειακής μελέτης κτιρίων*. Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κεντρικής Μακεδονίας .
- Βρεττός, Β. (2010). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και η συμβολή των επιχειρήσεων - τραπεζών στην ανάπτυξη τους στην Ελλάδα*. Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- ΔΕΗ. (2023, Ιανουάριος 25). Ανανεώσιμες. Ανάκτηση από <https://ppcr.gr/el/>
- ΔΙΠΕ. (2000). *Οικολογική Δόμηση*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ζορμπάς, Α. (2016). *Μελέτη βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας του Δημοτικού Μεγάρου Κατερίνης*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Χίος.
- Ηλιάσκου, Ε. (2013). *Υπολογισμός βέλτιστου πάχους θερμικής μόνωσης για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών του κτιριακού κελύφους στην*

- Ελλάδα. Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Καλκάνη, Γ., & Χατήρη, Ι. (2005). *Τεχνολογία Υλικών*. Αθήνα: Ίων.
- Καπλάνης, Σ. (2008). *Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Αθήνα: Ίων.
- Καραμάνος, Γιαμά, Χαδιαράκου, & Παπαδόπουλος. (2005). *Heleco TEE*.
- Καράμπαμπα, Ε. (2007). *Ενεργειακή Συμπεριφορά Κτηρίων-Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Υφιστάμενα Κτήρια*. Αθήνα.
- Κολοβός, Κ. (2012). *Σύγχρονα Υλικά Ι*. Αθήνα: Κέντρο Ελέγχου όπλων.
- Κοντονής, Γ. (2022, Φεβρουάριος 22). Φωτοβολταϊκά αγροτών και ποσοστά επιδότησης ως 70% σε Αναπτυξιακό. Ανάκτηση από <https://www.agronews.gr/programmata/ependuseis/197097/fotovoltaika-agroton-kai-pososta-epidotisis-os-70-sto-neo-anaptuxiako-nomo/>
- Κορωναίος, Α. Γ., & Πουλάκος, Γ. Ι. (2006). *Τεχνικά Υλικά*. Αθήνα: ΕΜΠ.
- Μανώλης, Γ. (2018, Ιούλιος 16). Γεωθερμία: Μια προσέγγιση και οι προοπτικές της στην Ελλάδα. Ανάκτηση από <https://www.envinow.gr/post/geothermia-mia-proseggisi-oi-prooptikes-tis-stin-ellada>
- Μονοδομική. (2023, Ιανουάριος 29). Κλιματικές Ζώνες και όρια Συντελεστή Θερμοπερατότητας. Ανάκτηση από www.monodomiki.gr
- Μπαμίχας, Δ. (2013). *Μελέτη θερμομόνωσης κτηρίων - κατοικιών με βάση τους ισχύοντες κανονισμούς*. Πτυχιακή Εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αθήνα.
- Οικονόμου, Ν., Στεφανίδου, Μ., & Μαυρίδου, Σ. (2012). *Ειδικά θέματα δομικών υλικών*. Α.Π.Θ.
- Παντατοσάκη, Α. (2012). *Η επίδραση των θερμογέφυρων στη θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ*. Πτυχιακή Εργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Ηράκλειο.
- Περδίας, Σ. Δ. (2007). *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές* (Τόμ. Β). Τεχνική Εκδοτική.
- Σελλούντος, Β. Η. (2005). *Θέρμανση - Κλιματισμός*. ΣΕΛΚΑ.
- Στενός, Ε. (2020). *Θερμομονωτικά πολυμερή υλικά*. Πτυχιακή Εργασία, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, Ηράκλειο.
- Τριανταφύλλου, Α. (2005). *Δομικά Υλικά* (7η εκδ.). Πάτρα.
- Τσιλιγκιρίδης, Γ. (2007). *Ηλιακά Θερμικά Συστήματα στην Ελλάδα. Οφέλη Προοπτικές*. Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

ΥΠΕΧΩΔΕ. (2000). *Οικολογική δόμηση: σχεδιασμός – υλικά – συστήματα – ευρετήριο αγοράς*. Ελληνικά Γράμματα.

Υπηρεσία ενέργειας Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού. (2010). *Οδηγός θερμομόνωσης Κτιρίων* (2η εκδ.).

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2020). Θεσμικό Πλαίσιο ΑΠΕ. Ανάκτηση από www.ypeka.gr

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις.

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων».

Φ.Ε.Κ.89, νόμος 3661/19-05-2008.«Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».

Φ.Ε.Κ.407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων-Κ.Εν.Α.Κ.».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2017, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-2/2017, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».

Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECKLIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

Σύμφωνα με τους κανονισμούς το παρόν κτήριο υποχρεούται να εφαρμόζει τις ελάχιστες προδιαγραφές σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν το σχεδιασμό του, τη θερμομονωτική επάρκεια του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές προδιαγραφές για ορισμένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το κτήριο.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.1.
Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.7.
Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού	-
Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού)	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α.. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτιρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού	Παράγραφος 3.5
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Αρ. Σχ. ENAK 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ. Σχ. ENAK 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ. Σχ. ENAK 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσους κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο
Τεύχος αναλυτικών προμετρήσεων εμβαδών αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται: 1. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων. 2. Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους. 3. Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών 4. Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m .	Παράγραφος 4. Τεύχος Υπολογισμών

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Κάθε σύστημα κεντρικής κλιματιστική μονάδας ΚΚΜ, που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νεπού αέρα $\geq 60\%$, επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. και 5.2
Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτιρίων θα πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.	Παράγραφος 5.1.3.
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων, ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.	Παράγραφοι 5.1.1 και 5.1.2
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με ανακυκλοφορία ΖΝΧ ανά κλάδους, εφαρμόζεται ανακυκλοφορία με σταθερό Δp και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών ($\Delta n-cP$) βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ.	Παράγραφοι 5.2.
Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό 60% κατ'ελάχιστον.	Παράγραφος 5.2.2.
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m ² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.	Παράγραφος 5.3.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.	Παράγραφος 5.1.1.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, εφαρμόζεται θερμοδομέτρηση.	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ'ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια θα πρέπει να έχουν ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση ή μικρότερη από την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς και κατά συνέπεια να κατατάσσονται κατ'ελάχιστον στην ενεργειακή κλάση B, δηλαδή την ίδια με το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.3 και 7.4.
Το υπό μελέτη κτήριο ή τμήμα κτηρίου, θα πρέπει να έχει ανά κύρια χρήση μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφος 7.1. και 7.2
ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	
Μελέτη σκοπιμότητας που συνοδεύει την ενεργειακή μελέτη, σύμφωνα με το άρθρο	Παράγραφος 5.4.
Τεχνική έκθεση για τις περιπτώσεις που αναφέρει η εγκύκλιος, σχετικά με την ριζική ανακαίνιση κλπ	Δεν απαιτείται