



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΚΤΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΠΕΝΤΑΟΡΟΦΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ



Κώτη Βασιλική Στυλιανή Α.Ε.Μ.: 617
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Καθ. Κικκινίδης Ευστάθιος
Κοζάνη, Μάρτιος 2013

Ευχαριστίες

Πριν ξεκινήσω θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους που βοήθησαν στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Πρώτα ευχαριστώ πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κικκινίδη Ευστάθιο για τις συμβουλές του και τον κ. Κωνσταντίνου Κωνσταντίνο για την πολύτιμη βοήθειά του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Περηφανάκη Παναγιώτη για την παραχώρηση των όποιων στοιχείων χρειάστηκαν για το υπό μελέτη κτίριο. Τέλος την Πολιτικό Μηχανικό Λεμπίδα Μαρίζα για την πολύτιμη βοήθειά της.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει συνεχή αύξηση με σοβαρές επιπτώσεις στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, στην εξάντληση των φυσικών πόρων και κατά συνέπεια στην ποιότητα ζωής. Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των επιπτώσεων, πρωταρχικό ρόλο αποκτά η εξοικονόμηση ενέργειας, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην παγκόσμια οικονομία, στην κάλυψη των κοινωνικών και αναπτυξιακών αναγκών και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η φθηνότερη, εναλλακτική, ήπια, καθαρή και άμεσα διαθέσιμη πηγή ενέργειας για την αντιμετώπιση των σύγχρονων οικονομικών και ενεργειακών αναγκών.

Τα κτίρια, οι βιομηχανίες και οι μεταφορές απορροφούν το σύνολο σχεδόν της ενέργειας που καταναλώνεται σε μια χώρα. Στην Ελλάδα, το 2005 ο κτιριακός τομέας (οικιακός και τριτογενής), συμμετείχε σε ποσοστό 34% (που σήμερα πλησιάζει το 40%) στο ενεργειακό ισοζύγιο και σε ποσοστό 65% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Λόγω της υψηλής συμμετοχής των κτιρίων στην κατανάλωση ενέργειας και κυρίως στον ηλεκτρισμό, τα κτίρια συμμετέχουν ετησίως στις εκπομπές ρύπων CO₂ σε ποσοστό άνω του 43%. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά κτίρια για τη δεκαετία 1995-2005 ανέρχεται στο 5,5%, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης για το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 3%. Παράλληλα, η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς για την κάλυψη των φορτίων αιχμής κυρίως κατά τους θερινούς μήνες (λόγω κλιματισμού) αυξάνεται συνεχώς με μέσο ετήσιο ρυθμό τα 400 MW, που συνεπάγεται την αναγκαιότητα για έναν επιπλέον σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως^[7].

Στη χώρα μας οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι ιδιαίτερα υψηλές και μπορούν να υλοποιηθούν σχετικά εύκολα με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων. Πρέπει να επισημανθεί ότι το 70% των ελληνικών κτιρίων δεν είναι θερμομονωμένα, ενώ ταυτόχρονα το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτά έχουν κακή αεροστεγανότητα και παλιάς τεχνολογίας ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού κ.ά.). Η σημερινή, υψηλής ενεργειακής απόδοσης τεχνολογία χρήσης και διαχείρισης ενέργειας μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην εξοικονόμηση στα κτίρια, ενώ η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακών συστημάτων, γεωθερμίας, βιομάζας κ.ά.) είναι πλέον ενεργειακά αποδοτικότερη και τεχνικοοικονομικά βιώσιμη στα κτίρια^[8].

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται με την ποιότητα των ενεργειακών συστημάτων και την ορθή ενεργειακή διαχείριση, που περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξασφάλιση των παραπάνω αποτελεί η μελέτη ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, η οποία μας επιτρέπει να αποκτήσουμε επαρκή γνώση για την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Χωρίς αυτήν είναι αδύνατη η εξασφάλιση των στόχων της ενεργειακής διαχείρισης, η επιλογή και εφαρμογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου με βάση την ενεργειακή του κατανάλωση.

Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, μπορεί να αποδώσει οικονομικά, λειτουργικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά οφέλη συμβάλλουν στην μείωση των λειτουργικών εξόδων, τα λειτουργικά οφέλη βελτιώνουν τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας των ενοίκων ενός κτιρίου και τα περιβαλλοντικά οφέλη εξασφαλίζουν την μείωση των εκπομπών των διαφόρων ρύπων και των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση του 1973, οι συμμετέχουσες χώρες εφάρμοσαν τα πρώτα εθνικά προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα την εντυπωσιακή μείωση της αποκαλούμενης «ειδικής κατανάλωσης ενέργειας» μέχρι και 25%^[9]. Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δεν έχει εφαρμοστεί κανένα ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Οι μέχρι τώρα προσπάθειες στη χώρα μας αφορούν κυρίως στην υλοποίηση ανταγωνιστικών κοινοτικών προγραμμάτων. Η καθιέρωση κινήτρων για την εφαρμογή οικονομικά βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, θα πρέπει να είναι ο κύριος άξονας των προγραμμάτων που θα εφαρμοστούν στον μέλλον.

Στις 9 Απριλίου 2010, εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- KENAK (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010)^[5], όπως προέβλεπε ο νόμος 3661/2008^[6], που ουσιαστικά εναρμόνισε τη νομοθεσία της χώρας μας προς την κοινοτική οδηγία 91/2000 περί ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Στο παρόν σύγγραμμα:

- Αναφέρονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Γίνεται η εφαρμογή ενεργειακής επιθεώρησης σε πολυκατοικία με τη βοήθεια του λογισμικού του KENAK

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1. ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ – ΟΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	7
1.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	7
1.3. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	10
1.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	11
1.5. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	13
2.1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	13
2.2. ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΤΩΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ.....	14
2.3. ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΩΡΩΝ.....	16
2.3.1. Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων.....	17
2.3.2. Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων.....	17
2.3.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων.....	19
2.3.4. Στάθμη φωτισμού.....	20
2.4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ.....	22
2.5. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ.....	24
2.5.1. Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης.....	25
2.5.2. Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.....	29
3.1. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	29
3.1.1. Γραμμικές διαστάσεις δομικού στοιχείου.....	30
3.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων.....	31
3.1.3. Όγκος του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.....	32
3.2. ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	32
3.2.1. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	35
3.2.1.1. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανούς δομικού στοιχείου.....	40
3.2.1.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου.....	42
3.2.1.1.2. Διάκενο σε επικοινωνία με το περιβάλλον.....	44
3.2.1.1.3. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση.....	44
3.2.1.2. Δομικό στοιχείο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	44

3.2.1.3. Δομικό στοιχείο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	45
3.2.1.4. Δομικό στοιχείο σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη	46
3.2.1.5. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος	46
3.2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτίριο	52
3.2.1.7. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη	52
3.2.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων	53
3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών	53
3.2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w μονού κουφώματος	55
3.2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα.....	55
3.2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w διπλού κουφώματος.....	56
3.2.2.4. Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα.....	56
3.2.2.5. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου.....	58
3.2.2.6. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψ_g	59
3.2.3. Υπολογισμός των θερμογεφυρών.....	60
3.2.4. Υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V	64
3.2.5. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m).....	65
3.2.6. Ο μειωτικός συντελεστής (b).....	66
3.2.7. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων	68
3.2.8. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας	69
3.2.9. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία	70
3.2.10. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων.....	71
3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ.....	72
3.3.1. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}	73
3.3.2. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}	75
3.3.3. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}	76
3.3.4. Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας	78
3.3.5. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων	79
3.4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	80
3.4.1. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα).....	80
3.4.2. Φυσικός αερισμός	83
3.4.3. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων.....	84
3.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	86

4.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	86
4.2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	87
4.3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.....	88
4.3.1 Ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων	95
4.3.1.1 Βόρεια Όψη	96
4.3.1.2 Νότια Όψη	96
4.3.1.3 Ανατολική Όψη.....	97
4.3.1.4 Δυτική Όψη	97
4.3.1.5 Κλιμακοστάσιο	98
4.3.1.6 Απόληξη κλιμακοστασίου (5 ^{ος} όροφος)	98
4.3.1.7 Είσοδος πολυκατοικίας	99
4.3.1.8 Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο	99
4.3.2 Δεδομένα αδιαφανών επιφανειών κτιρίου	100
4.3.3 Συντελεστές σκίασης δομικών στοιχείων κτιρίου.....	101
4.3.3.1 Συντελεστές σκίασης λόγω ορίζοντα	101
4.3.3.2 Συντελεστές σκίασης οριζόντιων σκιάστρων	101
4.3.3.3 Συντελεστές σκίασης πλευρικών σκιάστρων	102
4.3.3.4 Συντελεστές σκίασης λόγω τέντας	103
4.3.4 Δεδομένα διαφανών επιφανειών κτιρίου - κουφώματα	103
4.4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ	104
4.4.1. Συστήματα Θέρμανσης χώρων	104
4.4.1.1. Περιγραφή.....	104
4.4.1.2. Μονάδα Παραγωγής Θέρμανσης	105
4.4.1.3. Δίκτυο Διανομής.....	106
4.4.1.4. Τερματικές Μονάδες.....	107
4.4.1.5. Βοηθητικά Συστήματα Θέρμανσης	107
4.4.1.6. Δεδομένα υπολογισμών.....	108
4.4.2. Σύστημα ψύξης χώρων.....	108
4.4.2.1. Περιγραφή.....	108
4.4.2.2. Μονάδες Παραγωγής Ψύξης	108
4.4.2.3. Δίκτυο Διανομής.....	109
4.4.2.4. Τερματικές Μονάδες.....	109
4.4.2.5. Βοηθητικά Συστήματα.....	109
4.4.2.6. Δεδομένα υπολογισμών.....	109

4.4.3. Σύστημα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης.....	110
4.4.3.1. Περιγραφή.....	110
4.4.3.2. Δεδομένα υπολογισμών.....	110
4.4.4. Συστήματα φωτισμού	110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΚΕΝΑΚ	111
5.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	111
5.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ	111
5.3 ΚΕΛΥΦΟΣ	112
5.3.1 Αδιαφανείς επιφάνειες	112
5.3.2 Διαφανείς επιφάνειες	112
5.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	113
5.4.1 Σύστημα Θέρμανσης	113
5.4.2 Σύστημα Ψύξης	113
5.4.3 Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης.....	113
5.5 ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ.....	114
5.5.1 Υπόγειο	114
5.5.2 Κλιμακοστάσιο	114
5.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	115
5.7 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ – ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΕΝΑΚ	116
6.1 ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ^ο : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΖΝΧ	116
6.2. ΣΕΝΑΡΙΟ 2 ^ο : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΛΕΠΤΟΥ ΥΜΕΝΑ CIS-CIGS.....	116
6.3 ΣΕΝΑΡΙΟ 3 ^ο : ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	116
6.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ / ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟ.....	117
6.4.1. Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή των σεναρίων	117
6.4.2. Απαιτήσεις/Κατανάλωση Σεναρίου 1 ^{ου}	117
6.4.3. Απαιτήσεις/Κατανάλωση Σεναρίου 2 ^{ου}	118
6.4.4. Απαιτήσεις/Κατανάλωση Σεναρίου 3 ^{ου}	119
6.5 ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ.....	120
6.6 ΣΕΝΑΡΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΦΗ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	121
6.6.1 Απαιτήσεις – Καταναλώσεις	121
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	122
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	123

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	129

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα κτίριο καταναλώνει ενέργεια για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) και φωτισμό (εκτός της ηλεκτρικής ενέργειας που δαπανάται για την χρήση ηλεκτρικών συσκευών, π.χ. διαφόρων οικιακών συσκευών, ηλεκτρονικών υπολογιστών, κ.α.). Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, σκοπός είναι ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης), αλλά και αθροιστικά, και κατόπιν η σύγκριση αυτής με την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς, προκειμένου να καταταχθεί ενεργειακά το υπό εξέταση κτίριο.

Ως «κτίριο αναφοράς» ορίζεται ένα κτίριο που είναι ίδιο με το υπό μελέτη. Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Ο λόγος χρήσης αυτής της έννοιας είναι ότι το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό^[5].

Η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου αποδίδει σε αυτό έναν ποιοτικό δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης (A⁺, A, B⁺, B, Γ, Δ, E, Z, H), ο οποίος επιτρέπει στον κάθε ένοικο ή γενικότερα χρήστη του κτιρίου να έχει μια γενική άποψη για την ποιότητα της κατασκευής του (από άποψη θερμομονώσεως αλλά και εφαρμογής 'έξυπνων' ενεργειακών λύσεων) και των ηλεκτρομηχανολογικών του εγκαταστάσεων, και κατ' επέκταση του ύψους των εξόδων που απαιτούνται για να εξασφαλίζονται στο κτίριο οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες.

Στις πρώτες ενότητες του παρόντος, παρουσιάζονται οι παράμετροι που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης βάσει ευρωπαϊκών προτύπων, εθνικών προδιαγραφών, του νόμου 3661/2008, του ΚΕΝΑΚ και των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ), καθώς και κάποιες μεθοδολογίες υπολογισμού αυτών. Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται τόσο στην ενεργειακή μελέτη ενός κτιρίου, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρησή του.

Στην συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί μια εφαρμογή, κατά την οποία θα επιλεγθούν για ένα συγκεκριμένο κτίριο οι αντίστοιχες τιμές των παραμέτρων και με χρήση του προγράμματος ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ θα υπολογιστεί η ενεργειακή του απόδοση.

Οι προδιαγραφές για τις παραμέτρους της μεθοδολογίας ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτιρίων (δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα), το προφίλ λειτουργίας των κτιρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τις ειδικές κλιματικές συνθήκες για κάθε περιοχή. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν αλλά και καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτιρίων και συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού.

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι επόμενες παράμετροι στις εξής κατηγορίες:

- Προδιαγραφές για τις συνθήκες λειτουργίας ανά τελική χρήση κτιρίου όπως ωράριο λειτουργίας, επιθυμητές θερμοκρασίες χώρων, επιθυμητή σχετική υγρασία, απαιτήσεις νωπού αέρα ανά χρήση κτιρίου, κατανάλωση νερού χρήσης, θερμοκρασία νερού δικτύου, εσωτερικά κέρδη από χρήστες και συσκευές.
- Προδιαγραφές παραμέτρων για τα στοιχεία κτιριακού κελύφους όπως τεχνικά χαρακτηριστικά και θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών, τυπολογίες τοιχοποιίας, τυπολογίες ανοιγμάτων, θερμογέφυρες, σκίαση, παθητικά συστήματα, κ.ά.

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, βασίζεται σε θεωρητικές σχέσεις κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές και εκτιμήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας στην πραγματική του διάσταση, ο οποίος στην πράξη διαφοροποιεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ανάλογα με τις δραστηριότητές του. Για κάθε κτίριο ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη συγκεκριμένες παράμετροι που έχουν να κάνουν με τον ανθρώπινο παράγοντα και κυρίως με τα εσωτερικά κέρδη στα οποία συμμετέχει.

1.1. ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ – ΟΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του ΚΕΝΑΚ^[5], κάθε νέο κτίριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ^[5] και:

- A. είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ή ίση με αυτήν.
- B. είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτιρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ^[5], οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτίρια, αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, στη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Αυτές οι ελάχιστες απαιτήσεις αναλύονται παρακάτω στις αντίστοιχες ενότητες.

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, το «κτίριο αναφοράς»^[5]:

- καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο,
- θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο,
- πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές, και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Στις ενότητες που ακολουθούν καθορίζονται με λεπτομέρεια τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς ως προς το κτιριακό κέλυφος.

1.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ^[5], η μεθοδολογία υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, είναι ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και βασίζεται στα παρακάτω ευρωπαϊκά πρότυπα:

Πίνακας 1.1. Ευρωπαϊκά πρότυπα για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων^[6].

Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτιρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού κελύφους ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική επίδοση κτιρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού.	Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτιρίου προς το περιβάλλον μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτιρίου (διείσδυσης αέρα, φυσικού ή μηχανικού αερισμού).
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτιριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτιρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού.	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683(2009)	Θερμογέφυρες σε κτιριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής.	

ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτιριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί.	
EN ISO 10077-1 (2006)	Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξώφυλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος.	
ΕΛΟΤ EN 13947 (2007)	Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης.	
ΕΛΟΤ EN 15241 (2008)	Αερισμός κτιρίων - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτίρια λόγω αερισμού και διήθησης.	
ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004)	Υγροθερμικές επιδόσεις κτιρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα.
ΕΛΟΤ EN 15193(2008)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό.
Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου για θέρμανση και ψύξη – Μελέτη ενεργειακής απόδοσης (μηνιαία μέθοδος)		
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη βάσει της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού κελύφους και των αποδόσεων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.
ΕΛΟΤ EN 15316.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 1: Γενικά.	Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.
ΕΛΟΤ EN 15316.02.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοσης συστημάτων - Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρων.	
ΕΛΟΤ EN 15316.02.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για τη θέρμανση χώρων.	Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης
ΕΛΟΤ EN 15316.04.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (λέβητες).	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοσης συστημάτων - Μέρος 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων, συστήματα αντλιών θερμότητας.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοσης συστημάτων - Μέρος 4-3: Συστήματα παραγωγής θερμότητας, θερμικά ηλιακά.	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.04 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.05 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση και ποιότητα συστημάτων	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.06 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα.	

ΕΛΟΤ EN 15316.04.07 (2010)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θερμότητας χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας.	
ΕΛΟΤ EN 15243(2008)	Αερισμός κτιρίων - Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και της ενέργειας κτιρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού.	Υπολογισμός απόδοσης συστήματος ψύξης.
ΕΛΟΤ EN 15232(2007)	Ενεργειακή λειτουργία των κτιρίων - Επίδραση του αυτοματισμού κτιρίων, των συσκευών ελέγχου και της διαχείρισης κτιρίων.	Υπολογισμός εξοικονομούμενης ενέργειας από διατάξεις αυτομάτου ελέγχου.
Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) και φωτισμό		
ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης συστημάτων - Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης).	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.).
ΕΛΟΤ EN 15316.03.02 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή.	
ΕΛΟΤ EN 15316.03.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης συστημάτων - Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή.	
ΕΛΟΤ EN 15193(2008)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για τεχνητό φωτισμό.

Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται λογισμικά, τα οποία αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν), η οποία υπάγεται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.). Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου, καθώς και από τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία^[5]:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.), καθώς και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, εάν υπάρχουν στο κτίριο.

Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται η θετική επίδραση των ενδεχόμενων ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα, καθώς και άλλα συστήματα παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).
- Συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας/ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού.

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία τόσο στο υπό μελέτη κτίριο, όσο και στο αντίστοιχο κτίριο αναφοράς. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1.2. Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια.^[5]

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	—
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

1.3. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου - Π.Ε.Α».

Ο δείκτης R_R είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης^[2].

Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1.3. Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.^[2]

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

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης B. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

1.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

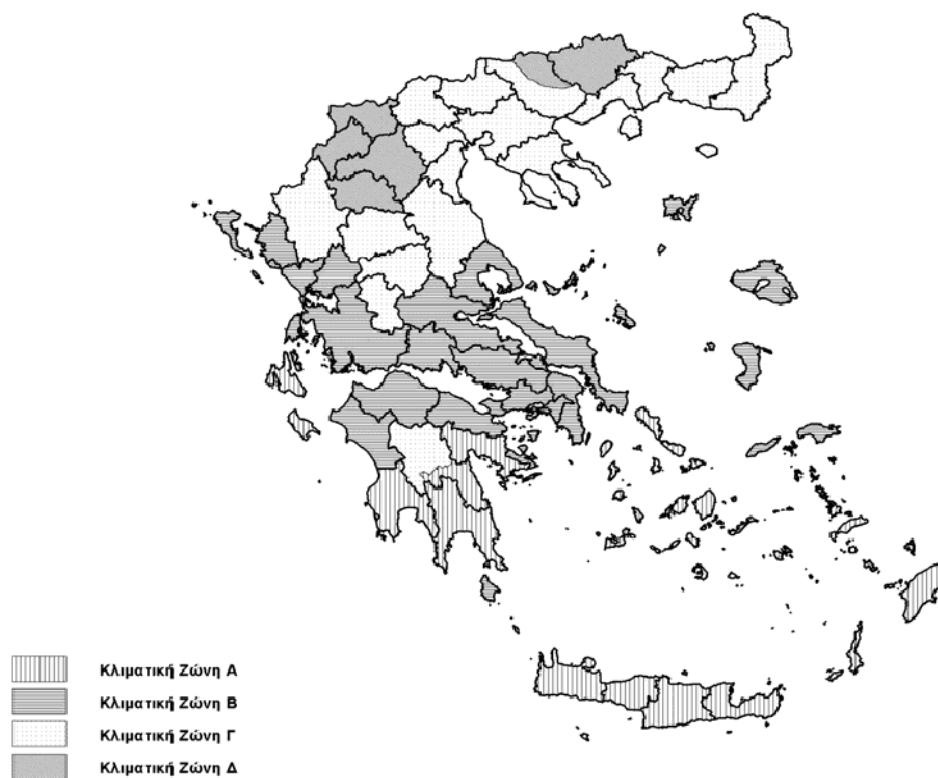
Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης. Στον επόμενο πίνακα προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη).

Πίνακας 1.4. Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.^[4]

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

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψόμετρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.

Ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών.



Σχήμα 1.1. Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας.^[4]

1.5. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Στα πλαίσια του ΚΕΝΑΚ, καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες, καθώς και οι επιμέρους υποκατηγορίες (χρήσεις), των κτιρίων, στις οποίες εντάσσεται το υπό μελέτη κτίριο και βάσει των οποίων επιλέγονται οι συνθήκες λειτουργίας αυτού, προκειμένου να εξεταστεί η ενεργειακή του απόδοση. Αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1.5. Ταξινόμηση των κτιρίων με βάση τη χρήση τους.^[2]

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις κτιρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτίριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικότροφείο και κοιτώνας.
Εκπαίδευσης	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο,
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.
Αποθήκευσης	Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο,
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου.
	Στάθμευση αυτοκινήτων, δικύκλων ή τρίκυκλων, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων.

Να σημειωθεί ότι:^[2]

- σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτιρίου επιλέγεται μία από τις τελικές χρήσεις του πίνακα.
- σε περίπτωση μεικτής χρήσης κτιρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας (π.χ. κτίριο πολυκατοικίας με εμπορικά καταστήματα στο ισόγειο), η ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου και η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση. Κτίρια όμως μεικτής χρήσης, στα οποία υπερτερεί μία χρήση σε ποσοστό δομημένης επιφάνειας ίσο ή μεγαλύτερο του 90%, χαρακτηρίζονται ως κτίρια με μία κύρια χρήση.
- σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτιρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις παρακάτω κατηγορίες, τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία (εκτός αν χρήζει ανεξάρτητης αντιμετώπισης ως ξεχωριστή θερμική ζώνη, όπως αναλύεται στη συνέχεια).

Επίσης, από την υποχρέωση έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α) εξαιρούνται οι ακόλουθες κατηγορίες κτιρίων^[10]:

- Κτίρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας τους.
- Κτίρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων.
- Μη μόνιμα κτίρια, των οποίων η διάρκεια της χρήσης τους με βάση το σχεδιασμό τους δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη.
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
- Εργαστήρια.
- Κτίρια αγροτικών χρήσεων – πλην κατοικιών – με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις.
- Αυτοτελή κτίρια, με συνολική επιφάνεια κάτω των 50 m².

Ως βιομηχανικές εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται μόνο οι μεγάλες βιομηχανικές παραγωγικές μονάδες και όχι οι κτιριακές εγκαταστάσεις βιομηχανιών με χρήση γραφείων. Επίσης, ως εργαστήρια χαρακτηρίζονται μόνο τα επιστημονικά και ερευνητικά εργαστήρια που λειτουργούν κάτω από ειδικές εσωτερικές συνθήκες (π.χ. εργαστήρια βιολογικών ή χημικών διεργασιών, καθαροί χώροι, κ.ά.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στην ενότητα αυτή καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου και που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου καθορίζεται και ο αριθμός των ανεξάρτητων θερμικών ζωνών, στις οποίες θα διαχωριστεί το κτίριο κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση.

Οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα με τη χρήση και τους χρήστες του κτιρίου. Επομένως, είναι απαραίτητο να καθοριστούν και να 'τυποποιηθούν' σε εθνικό επίπεδο οι αποδεκτές, κατά τα πρότυπα, συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου συγκεκριμένης χρήσης, προκειμένου να προσδιορίζεται πιο εύκολα και με μικρότερη επίδραση της υποκειμενικότητας του μελετητή η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Να σημειωθεί ότι σε ειδικές περιπτώσεις κτιρίων ή/και ειδικών χώρων κτιρίων και γενικότερα σε περιπτώσεις που χρήζουν πιο λεπτομερούς αντιμετώπισης, οι συνθήκες λειτουργίας καθορίζονται από τις συνθήκες σχεδιασμού κατά περίπτωση.

Οι ειδικές συνθήκες λειτουργίας των επί μέρους χώρων ενός κτιρίου (WC, διαδρόμων, αποθηκών, κ.ά.) λαμβάνονται υπόψη μόνο κατά το σχεδιασμό του κτιρίου ή κατά το σχεδιασμό της θερμικής ζώνης, ενώ κατά την ενεργειακή μελέτη για κάθε παράμετρο (θερμοκρασία, σχετική υγρασία κ.ά.) λαμβάνεται υπόψη μια ενιαία τιμή, η οποία αντιστοιχεί στη γενική χρήση του κτιρίου, κατά τους αντίστοιχους πίνακες.

Επίσης, σε όσες υποκατηγορίες κτιρίων δεν υπάρχει καθορισμένη τιμή παραμέτρων (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, κ.ά.), λαμβάνεται υπόψη η γενική τιμή της κατηγορίας. Για παράδειγμα, οι αποθήκες μουσείων μπορούν να λάβουν την τιμή που δίνεται για τις αποθήκες γενικών, εκτός αν απαιτούνται ειδικές συνθήκες.

2.1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτίριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας και κοινά ενδεχομένως ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ισχύουν οι παρακάτω γενικοί κανόνες^[2]:

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου αλλά και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου.
- Τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητες ζώνες.

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διαχωρίζεται κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον διαχωριστεί ένα κτίριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα, βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων, να εκπονηθεί η ενεργειακή μελέτη με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την ενεργειακή μελέτη είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών^[2].

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες^[5,11]:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων της ζώνης διαφέρει περισσότερο από 4 °C σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση - λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).

- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες, κ.α.). Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του όγκου του κτιρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτίριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.

Εν τω μεταξύ, για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης και της ενεργειακής επιθεώρησης η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων. Γι' αυτό το λόγο, καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου καθορίζονται και οι θερμαινόμενοι χώροι (ή θερμικές ζώνες), αλλά και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (οι ηλιακοί χώροι - αίθρια), που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων θεωρούνται μηδενικά.

Διευκρινίζεται, ωστόσο, ότι στους μη θερμαινόμενους χώρους ενός κτιρίου, δεν συμπεριλαμβάνονται μη θερμαινόμενοι χώροι κύριας χρήσης (π.χ. χώροι στάθμευσης, αποθήκες καταστημάτων, κ.ά.), για τους οποίους προβλέπεται η υπαγωγή τους στο κτίριο ως αυτόνομες θερμικές ζώνες με την αντίστοιχη χρήση (όταν το μέγεθος τους είναι τουλάχιστον 10% του συνόλου του κτιρίου)^[2].

2.2. ΩΡΑΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ή ΤΩΝ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ

Το ωράριο λειτουργίας ενός κτιρίου ή ενός τμήματός του, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη, εξαρτάται από τα εξής χαρακτηριστικά^[2]:

1. τη χρήση του κτιρίου,
2. τον ανθρώπινο παράγοντα, δηλαδή από τις ιδιαιτερότητες που προσδίδουν σε κάθε γενική χρήση κτιρίου οι επιλογές και οι συνήθειες των χρηστών του,
3. τις τοπικές συνθήκες, κλιματικές, λειτουργικές (ωράρια λειτουργίας) κ.ά.

Για τις ανάγκες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου καθορίζεται ένα τυπικό ωράριο λειτουργίας κάθε κτιρίου, ανάλογα με τη γενική χρήση του. Το ίδιο ισχύει και για τμήμα κτιρίου, που αποτελεί ανεξάρτητη θερμική ζώνη υπολογισμού, με διαφορετική χρήση. Σε περιπτώσεις κτιρίων με πολλές παράλληλες χρήσεις, όταν οι χρήσεις αυτές αντιμετωπίζονται ως ανεξάρτητες θερμικές ζώνες, το τυπικό ωράριο και οι εσωτερικές θερμικές συνθήκες λειτουργίας, καθορίζονται για κάθε χρήση χωριστά και ανεξάρτητα από τη βασική κατηγορία και τη γενική χρήση του κτιρίου (π.χ. οι χώροι γραφείων των νοσοκομείων, αντιμετωπίζονται ως γραφεία).

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το τυπικό ωράριο λειτουργίας ανά χρήση κτιρίου ή χρήση θερμικής ζώνης.

Πίνακας 2.1. Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτιρίων ανά χρήση. ^[2]

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	12	7	ανά χρήση
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση	
Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Λουτρό (κοινόχρηστο)	14	7	12
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	8 (Οκτ.-Μαΐ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	12	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικών ιατρείων	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12

Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12
Βιομηχανίας & βιοτεχνίας	Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	12	6	12
	Παρασκευαστήριο τροφίμων	12	6	12
	Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	12	6	12
	Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	24	7	12
Αποθήκευσης	Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	24	7	12
Στάθμευσης & πρατηρίων καυσίμων	Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	14	6	12

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτιρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για την θέρμανση και την ψύξη, ανάλογα με την κλιματική ζώνη:^[4]

- Για τις ζώνες Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου, ενώ η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για τις ζώνες Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από τις 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου, ενώ η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

2.3. ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΩΡΩΝ

Ο σκοπός κάθε συστήματος θέρμανσης ή κλιματισμού είναι η επίτευξη θερμικής άνεσης στους χώρους διαμονής και δραστηριότητας των χρηστών κάθε κτιρίου. Η θερμική άνεση είναι μια σχετικά υποκειμενική κατάσταση, που επηρεάζεται από σειρά παραμέτρων και συνθηκών, οι σημαντικότερες των οποίων είναι οι ακόλουθες:^[2]

- η θερμοκρασία (ξηρού θερμομέτρου) του αέρα,
- η μέση θερμοκρασία «ακτινοβολίας» των περιβαλλουσών επιφανειών ενός χώρου, όπως αυτή διαμορφώνεται από τη θερμοκρασία των επιφανειών, τα υλικά αυτών (συγκεκριμένα τους συντελεστές εκπομπής τους στο μεγάλο μήκος κύματος), την εγκατεστημένη ενεργή ηλεκτρική ισχύ εξοπλισμού και τον πληθυσμό,
- η σχετική υγρασία του αέρα,
- η ένδυση των χρηστών,
- η δραστηριότητα των χρηστών,
- η ταχύτητα εσωτερικών ρευμάτων αέρα.

Προκειμένου να καθοριστούν οι τυπικές συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, θεωρούνται, ανάλογα με τη χρήση κάθε κτιρίου, σχεδόν σταθερές οι παράμετροι ένδυσης και δραστηριότητας των χρηστών, καθώς και οι ταχύτητες εσωτερικών ρευμάτων αέρα (που ούτως ή άλλως πρέπει να διατηρούνται στα επιβαλλόμενα όρια, προκειμένου να μην υπάρξει δυσφορία εκ μέρους των χρηστών).

Έτσι, οι απομένουσες παράμετροι, που διαμορφώνουν τη θερμική άνεση σε ένα χώρο, είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, καθώς και η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών.

Ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και υπό την προϋπόθεση ότι η κατασκευή τηρεί τα σύγχρονα επιβαλλόμενα πρότυπα (θερμομονωτική προστασία στα δομικά στοιχεία, θερμομονωτικοί και αεροστεγανοί υαλοπίνακες κ.ά.), η θερμοκρασία επιφανειών έχει συνήθως τιμές παραπλήσιες της θερμοκρασίας του αέρα.

Επομένως, οι παράμετροι που διαμορφώνουν τελικά τη θερμική άνεση σε ένα χώρο, είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του εσωτερικού αέρα, οπότε αυτές είναι που επιδιώκεται να ρυθμιστούν από το σύστημα θέρμανσης (μόνο η θερμοκρασία του αέρα) ή κλιματισμού (θερμοκρασία και σχετική υγρασία του αέρα), προκειμένου να επιτευχθούν τα επιθυμητά επίπεδα θερμικής άνεσης.

Σ' αυτή τη βάση, για κάθε κατηγορία κτιρίου και για κάθε ιδιαίτερη χρήση μέσα σ' αυτό, καθορίζονται οι συνθήκες σχεδιασμού, προκειμένου να επιτυγχάνεται θερμική άνεση χωρίς σπατάλη ενέργειας.

2.3.1. Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων

Η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα είναι η βασικότερη παράμετρος διαμόρφωσης της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο. Είναι σαφές ότι, δεδομένης της υποκειμενικότητας του επιπέδου θερμικής άνεσης και των επιλογών του εκάστοτε χρήστη, η επιθυμητή θερμοκρασία μπορεί να ποικίλλει.

Ωστόσο, για τις ανάγκες της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου πρέπει να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο τα επιθυμητά όρια εσωτερικής θερμοκρασίας ανά χρήση. Αυτό πρέπει να γίνει στη βάση της επίτευξης της θερμικής άνεσης με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Με βάση τις συνιστώμενες τιμές στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251:2007 καθορίζονται και δίνονται στον επόμενο πίνακα για όλες τις κατηγορίες των κτιρίων οι τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας για τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με διακοπτόμενη λειτουργία, στις περιόδους εκτός τυπικού ωραρίου λειτουργίας του κτιρίου, η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων λαμβάνεται ίση με την μέση εξωτερική μηνιαία θερμοκρασία για κάθε μήνα.

2.3.2. Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων

Για το βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτίρια, εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Εξάιρεση αποτελούν τα τοπικά και ημικεντρικά συστήματα κλιματισμού (αντλίες θερμότητας άμεσης εξάτμισης, διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου, τοπικές και ημικεντρικές), που συνήθως χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε μικρές σχετικά κλίμακας εφαρμογές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο έλεγχος των τιμών της σχετικής υγρασίας είναι δυνατός μόνο σε λειτουργία ψύξης.

Για κάθε κατηγορία και υποκατηγορία κλιματιζόμενων κτιρίων ή τμημάτων κτιρίων, οι τιμές σχετικής υγρασίας για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων καθορίζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 2.2. Τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.^[2]

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστέιο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50

Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	26	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50
Νηπιαγωγείο	20	26	35	45
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών(δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο(τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικών ιατρείων	20	26	35	50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα απόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκο ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	19	25	40	50
Παρασκευαστήριο τροφίμων	19	25	35	45
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	19	25	40	50
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	20	26	35	45
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	20	26	35	50
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	19	25	35	45

2.3.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων

Για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτιρίου απαιτείται η ανανέωση του αέρα, δηλαδή η αντικατάσταση μέρους του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος. Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται ανάλογα με:

- τη χρήση του κτιρίου,
- τον πληθυσμό των χρηστών και
- την παραγωγή ρύπων λόγω χρήσης του κτιρίου, που σε γενική προσέγγιση είναι αντίστοιχη της χρήσης του κτιρίου.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι υπολογισμού της απαραίτητης ποσότητας νωπού αέρα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 15251:2007. Για τις ανάγκες υπολογισμού του αερισμού σε μελέτες εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, ο πιο εύχρηστος τρόπος υπολογισμού της ανανέωσης αέρα είναι βάσει των ελάχιστων ποσοτήτων που απαιτούνται σύμφωνα με τα εξής δύο κριτήρια:

- την εξασφάλιση των συνθηκών υγιεινής για τους χρήστες και
- την ελάχιστη ανανέωση βάσει του όγκου και της χρήσης του κτιρίου.

Σε γενική κατεύθυνση, οι απαιτήσεις νωπού αέρα ανά κατηγορία κτιρίου (χρήση) θα πρέπει να καθορίζονται έτσι, ώστε να καλύπτουν τον ελάχιστο απαιτούμενο αερισμό ($m^3/h/άτομο$), ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού ($άτομα/m^2$) ανά χρήση κτιρίου. Στον ακόλουθο πίνακα καθορίζονται ο αριθμός ατόμων ανά $100 m^2$ μεικτής δομημένης επιφάνειας, ο απαιτούμενος νωπός αέρας ανά άτομο ($m^3/h/άτομο$) και ο απαιτούμενος νωπός αέρας ανά επιφάνεια δαπέδου ($m^3/h/m^2$) για κάθε κατηγορία κτιρίου. Αυτές είναι και οι τιμές που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου.

Πίνακας 2.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.^[2]

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα /100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	5	15	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	15	30	4,50
θερινής λειτουργίας	15	30	4,50
χειμερινής λειτουργίας	15	30	4,50
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	15	30	4,50
θερινής λειτουργίας	15	30	4,50
χειμερινής λειτουργίας	15	30	4,50
Οικοτροφείο και κοιτώνας	10	15	1,50
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	8	15	1,20
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	30	30	9,00
Εστιατόριο	80	70	56,00
Ζαχαροπλασείο, καφενείο	80	70	56,00
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	70	70,00
Θέατρο, κινηματογράφος	100	30	30,00
Χώρος συναυλιών	100	22	22,00
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	80	22	17,60
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	110	30	33,00
Τράπεζα	40	30	12,00
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	75	30	22,50

Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό Κολυμβητήριο	75	45	33,75
Λουτρό (κοινόχρηστο)	10	60	6,00
Νηπιαγωγείο	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση αίθουσα διδασκαλίας	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα Διδασκαλίας	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο	55	22	12,10
Νοσοκομείο, κλινική	30	70	21,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	35	7,70
Χειρουργείο (τακτικό)	20	80	0,25
Εξωτερικών ιατρείων	10	45	4,50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	50	7,50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	5	15	0,75
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	25	45	11,25
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	22	4,40
Αστυνομική διεύθυνση	10	30	3,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	14	22	3,08
Κατάστημα, φαρμακείο	14	22	3,08
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	15	30	4,50
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	19	4,18
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	10	60	6,00
Παρασκευαστήριο τροφίμων	12	50	6,00
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	12	50	6,00
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	15	30	4,50
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	5	30	1,50
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	3	22	0,66

2.3.4. Στάθμη φωτισμού

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την εκτέλεση εργασιών, χωρίς φαινόμενα που δημιουργούν οπτική δυσφορία και κόπωση.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464.1:2002 δίνονται τα συνιστώμενα μέσα ελάχιστα επίπεδα φωτισμού και εγκατεστημένης ισχύος ηλεκτροφωτισμού ανά χρήση κτιρίου. Με βάση τις προτεινόμενες τιμές του προτύπου για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές για τη μέση ελάχιστη στάθμη φωτισμού (lx) ανά χρήση χώρου, καθώς και η εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2 δομημένης επιφάνειας) του κτιρίου αναφοράς, για το οποίο η φωτιστική απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα) καθορίζεται στα 55 lm/W. Οι τιμές αυτές λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Πίνακας 2.4. Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού κτιρίου αναφοράς ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.^[2]

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτίριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	3,6	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	5,5	0,8
θερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	5,5	0,8
θερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	5,5	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου,	250	4,5	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου,	100	1,8	0,5
Εστιατόριο	200	3,6	0,8
Ζαχαροπλαστέιο, καφενείο	250	4,5	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης,	100	1,8	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	1,8	0,8
Χώρος συναυλιών	100	1,8	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	3,6	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	9,1	0,8
Τράπεζα	500	9,1	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	5,5	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο	300	5,5	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	3,6	0,5
Νηπιαγωγείο	300	5,5	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	300	5,5	0,8
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	9,1	0,8
Φροντιστήριο, ωδείο	500	9,1	0,8
Νοσοκομείο, κλινική	300	5,5	0,8
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	1,8	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	18,2	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	9,1	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	9,1	0,8
Ψυχιατρείο, ίδρυμα απόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	5,5	0,8
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	300	5,5	0,8
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	300	5,5	0,8
Αστυνομική διεύθυνση	500	9,1	0,8
Εμπορικό κέντρο,	300	5,5	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	9,1	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής,	400	7,3	0,8
Γραφείο	500	9,1	0,8
Βιβλιοθήκη	500	9,1	0,8
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	500	9,1	0,8
Παρασκευαστήριο τροφίμων	400	7,3	0,8

Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	300	5,5	0,8
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	500	9,1	0,8
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	150	2,7	0
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	100	1,8	0

2.4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η ζήτηση ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X.) σε ένα κτίριο ή σε ένα ανεξάρτητο (λειτουργικά) τμήμα του εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου (ή του τμήματος) αλλά και σε σημαντικό βαθμό από τον ανθρώπινο παράγοντα. Έτσι, κάθε κτίριο, ανάλογα με τη γενική του χρήση αλλά και τις συνθήκες των χρηστών του, παρουσιάζει διαφορετική κατανάλωση Z.N.X.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Z.N.X. καθορίζεται η ημερήσια κατανάλωση του Z.N.X. ανά άτομο και ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας του υπό μελέτη κτιρίου ή της υπό μελέτης ζώνης, καθώς επίσης και η ετήσια κατανάλωση ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας για όλες τις χρήσεις κτιρίων.

Οι τιμές, που παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα, είναι εμπειρικές και λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας για Z.N.X. του κτιρίου στα πλαίσια του υπολογισμού της ενεργειακής του απόδοσης.

Πίνακας 2.5. Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας.^[2]

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [l/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. Επιφάνεια [l/m ² /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	50	2,50	0,91
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
Θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	60	9,00	3,28
Θερινής λειτουργίας	50	7,50	1,59
χειμερινής λειτουργίας	60	9,00	2,18
Οικοτροφείο και κοιτώνας	50	5,00	1,82
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	45	3,60	1,31
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά	5	1,50	0,55
Εστιατόριο	8	6,40	2,33
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	2	1,60	0,58
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	3	3,00	0,62
Θέατρο, κινηματογράφος	2	2,00	0,73
Χώρος συναυλιών	2	2,00	0,73
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	2	1,60	0,58
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	5	5,50	1,43
Τράπεζα	5	2,00	0,52
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	5	3,75	0,59
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	40	30,00	10,92

Λουτρό (κοινόχρηστο)	40	4,00	1,46
Νηπιαγωγείο	5	2,50	0,43
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,68
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	7	3,50	0,76
Φροντιστήριο, ωδείο	5	2,75	0,54
Νοσοκομείο, κλινική	60	18,00	6,55
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	30	6,60	2,40
Χειρουργείο (τακτικό)	70	0,00	0,00
Εξωτερικών ιατρείων	5	0,50	0,13
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	10	1,50	0,39
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	50	2,50	0,91
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	10	2,50	0,60
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	45	9,00	3,28
Αστυνομική διεύθυνση	5	0,50	0,18
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	1	0,14	0,04
Κατάστημα, φαρμακείο,	1	0,14	0,04
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	40	6,00	1,87
Γραφείο	5	0,50	0,13
Βιβλιοθήκη	2	0,44	0,11
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	10	1,00	0,31
Παρασκευαστήριο τροφίμων	10	1,20	0,37
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	10	1,20	0,37
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	2	0,30	0,11
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	2	0,10	0,04
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	10	0,30	0,09

Επίσης για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών για την παραγωγή του απαιτούμενου ζεστού νερού χρήσης, είναι απαραίτητη και η μέση θερμοκρασία του νερού του δικτύου ανά κλιματική ζώνη. Η θερμοκρασία του νερού δικτύου, εξαρτάται από την μέση εξωτερική θερμοκρασία του αέρα αλλά και δευτερευόντως από τη θερμοκρασία εδάφους στην εκάστοτε περιοχή. Στην τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε.

«Κλιματικά δεδομένα για ελληνικές περιοχές»^[4] δίνονται τυπικές τιμές για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του νερού δικτύου για διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Γενικά, η μέση ετήσια θερμοκρασία του νερού δικτύου θεωρείται ίση με τη μέση ετήσια θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα της εκάστοτε περιοχής. Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων για ζεστό νερό χρήσης, λαμβάνονται οι τιμές της μέσης θερμοκρασίας νερού δικτύου, όπως δίνονται στον ακόλουθο πίνακα για κάθε κλιματική ζώνη. Να υπενθυμιστεί ότι περιοχές με υψόμετρο άνω των 500 μέτρων κατατάσσονται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη, ενώ για την ζώνη Δ όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ.

Πίνακας 2.6. Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου για τις διάφορες κλιματικές ζώνες.^[4]

Κλιματική ζώνη	A	B	Γ	Δ
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου T (°C)	19,7	18,1	16,4	14,5

2.5. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Η παραγόμενη - εκλυόμενη θερμότητα στο εσωτερικό των κτιρίων επηρεάζει την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων και κατά συνέπεια τα πραγματικά φορτία θέρμανσης και ψύξης. Να σημειωθεί ότι σε ό,τι αφορά στη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, για λόγους ασφαλείας των υπολογισμών αυτά τα εσωτερικά κέρδη αγνοούνται πλήρως στη συντριπτική πλειοψηφία των προτύπων υπολογισμού φορτίων θέρμανσης.

Ωστόσο, στο πλαίσιο της προσπάθειας για εξοικονόμηση ενέργειας, όταν αυτά τα κέρδη ή μέρος τους, είναι σταθερά και μόνιμα λόγω της λειτουργίας του κτιρίου, τότε στη διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης το σταθερό και μόνιμο τμήμα των εσωτερικών κερδών θα πρέπει να συνυπολογίζεται.

Σε ό,τι αφορά στους υπολογισμούς φορτίων ψύξης, τα εσωτερικά κέρδη συνυπολογίζονται κανονικά, αφού αποτελούν τη βασική παράμετρο του υπολογιζόμενου ψυκτικού φορτίου. Ωστόσο, και πάλι, προκειμένου να αποφεύγονται υπερδιαστασιολογήσεις συστημάτων, τα κέρδη που συμμετέχουν στο φορτίο ψύξης πρέπει να υπολογίζονται ετεροχρονισμένα προσομοιάζοντας κατά το δυνατόν την πραγματική λειτουργία του κτιρίου. Δηλαδή, τα κέρδη κάθε κατηγορίας θα πρέπει να συμμετέχουν στον υπολογισμό των φορτίων ψύξης, πολλαπλασιασμένα επί έναν συντελεστή ετεροχρονισμού. Ο συντελεστής ετεροχρονισμού εκφράζει το ποσοστό του λειτουργικού χρόνου του κτιρίου, κατά τον οποίο τα εσωτερικά κέρδη πράγματι υπάρχουν.

Ανάλογα με το είδος των εσωτερικών κερδών και τη χρήση του κτιρίου, επιλέγεται ο αντίστοιχος συντελεστής ετεροχρονισμού. Εναλλακτικά και ανάλογα με τη μέθοδο υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου ενός κτιρίου, χρησιμοποιούνται και «προφίλ» ετεροχρονισμού, δηλαδή χρονοσειρές διαφορετικών τιμών ετεροχρονισμού, ανάλογα με το είδος του κέρδους, τη χρήση του κτιρίου και την περίοδο της λειτουργικής ημέρας.

Τα εσωτερικά κέρδη συμπεριλαμβάνουν τις εξής τρεις βασικές κατηγορίες:

- τον ηλεκτροφωτισμό (αισθητά κέρδη),
- την έκλυση θερμότητας από τους ανθρώπους (αισθητά και λανθάνοντα κέρδη, η αναλογία των οποίων είναι συνάρτηση της δραστηριότητας των ανθρώπων) και
- τον εξοπλισμό (κατά μεγάλο ποσοστό αισθητά κέρδη στην πλειοψηφία των εφαρμογών).

Για τα κέρδη από ηλεκτροφωτισμό στους υπολογισμούς χρησιμοποιείται μια μέση τιμή ισχύος ηλεκτροφωτισμού. Όμως η πραγματική εκλυόμενη θερμική ισχύς λόγω του ηλεκτροφωτισμού είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων και σε αναλυτικότερες και ακριβέστερες μελέτες, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως δεδομένο, η ισχύς που πραγματικά αντιστοιχεί στο σύστημα ηλεκτροφωτισμού. Επιγραμματικά, αναφέρονται οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την εκλυόμενη στο χώρο θερμική ισχύ λόγω του συστήματος ηλεκτροφωτισμού:

- είδος λαμπτήρα και φωτιστικού,
- ύψος χώρου και τοποθέτησης φωτιστικού,
- ύπαρξη ψευδοροφής,
- ύπαρξη συστήματος εξαερισμού του χώρου τοποθέτησης των φωτιστικών (αν υπάρχει ψευδοροφή).

Ακολούθως εξετάζονται οι άλλες δύο κατηγορίες εσωτερικών κερδών. Διευκρινίζεται πως για την ενεργειακή μελέτη, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη (από χρήστες και συσκευές), καθώς και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων δεν λαμβάνονται υπόψη και θεωρούνται μηδενικά^[2].

2.5.1. Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης

Κάθε άτομο ανάλογα με τη δραστηριότητα του, εκλύει θερμότητα υπό τη μορφή αισθητού και λανθάνοντος φορτίου.

Το αισθητό φορτίο οφείλεται στην ακτινοβολία του σώματός του και τη μεταφορά θερμότητας από το σώμα του στον αέρα. Η αναλογία ακτινοβολίας / μεταφοράς είναι περίπου 50-50% και φυσικά εξαρτάται από την ένδυση και τη δραστηριότητα του ατόμου. Ωστόσο, για τους απλούς υπολογισμούς στο πλαίσιο της εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, η αναλογία αυτή δεν επηρεάζει ουσιαστικά και συνήθως δεν υπεισέρχεται στους υπολογισμούς.

Το λανθάνον φορτίο οφείλεται στην αναπνοή και στην εφίδρωση κάθε ανθρώπου και είναι τόσο μεγαλύτερο, όσο αυξάνεται η δραστηριότητα του ατόμου.

Ο συνυπολογισμός της έκλυσης θερμότητας στα φορτία του κτιρίου θα πρέπει να γίνεται βάσει συντελεστή ετεροχρονισμού (μέσου συντελεστή παρουσίας χρηστών), μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική - κατά μέσο όρο - παρουσία των ατόμων στους χώρους, κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Ακόμη καλύτερα, σε αναλυτικότερους υπολογισμούς μπορούν να χρησιμοποιούνται «προφίλ» ετεροχρονισμού ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την ώρα της ημέρας.

Στον επόμενο πίνακα, καθορίζονται οι μέσες τυπικές τιμές έκλυσης θερμότητας ανά άτομο, λαμβάνοντας υπόψη την αντίστοιχη μέση δραστηριότητα των χρηστών στις διάφορες κατηγορίες κτιρίων, σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 και ΕΛΟΤ EN 13779:2008. Στον ίδιο πίνακα δίνεται και η εκπομπή θερμικής ισχύος ανά μονάδα μεικτής επιφάνειας κτιρίου (W/m^2) και ο μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών, ο οποίος ορίζεται ως το ποσοστό του χρόνου, κατά το οποίο είναι παρόντες οι χρήστες στο χώρο (εκτιμάται από το χρόνο λειτουργίας του κτιρίου). Οι τιμές του πίνακα είναι αυτές που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου.

Πίνακας 2.7. Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.^[2]

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [$W/άτομο$]	Θερμική ισχύς ανά Μονάδα δομημ.επιφάνειας [W/m^2]	συντελεστής παρουσίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	80	4	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	75	11	1,00
θερινής λειτουργίας	75	11	0,58
χειμερινής λειτουργίας	75	11	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	75	8	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	50	5	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	80	24	1,00
Εστιατόριο	75	60	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	75	60	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	75	75	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	75	75	0,29
Χώρος συναυλιών	75	75	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	90	72	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	75	83	0,18
Τράπεζα	75	30	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	80	60	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	120	90	0,58

Λουτρό (κοινόχρηστο)	90	9	0,58
Νηπιαγωγείο	80	40	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	80	40	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	80	44	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	90	27	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	70	15	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	90	0	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	90	9	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	90	14	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	80	4	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	90	23	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	80	16	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	80	8	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	90	12	0,42
Κατάστημα, φαρμακείο,	90	13	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	90	14	0,43
Γραφείο	80	8	0,30
Βιβλιοθήκη	75	17	0,18
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	110	11	0,43
Παρασκευαστήριο τροφίμων	110	13,2	0,43
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	110	13,2	0,43
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	80	12	1,00
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	75	4	1,00
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	90	3	0,50

2.5.2. Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης

Η εκλούμενη θερμική ισχύς από ηλεκτρικό - κατά το πλείστον - εξοπλισμό (ηλεκτρικές συσκευές) αλλά και δευτερευόντως από άλλες συσκευές, είναι η τρίτη βασική κατηγορία εσωτερικών κερδών στα κτίρια. Αυτή η ισχύς εκλύεται με ακτινοβολία και μεταφορά όπως συμβαίνει και με τις άλλες κατηγορίες εσωτερικών κερδών, σε αναλογία που εξαρτάται από το είδος της συσκευής. Η αναλογία ακτινοβολίας - μεταφοράς δεν επηρεάζει ιδιαίτερα και δεν υπεισέρχεται σε απλουστευμένους υπολογισμούς. Στη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών αυτά τα κέρδη εισέρχονται στο χώρο υπό τη μορφή αισθητής θερμότητας.

Λόγω της αύξησης των εφαρμογών ηλεκτρικών συσκευών και ειδικότερα της πληροφορικής και των επικοινωνιών, τα εσωτερικά κέρδη από συσκευές είναι ιδιαίτερα σημαντικά, κυρίως σε χρήσεις κτιρίων εμπορικών και διοικητικών δραστηριοτήτων (γραφεία, υπηρεσίες κ.ά.).

Ο συνυπολογισμός του εξοπλισμού στα φορτία του κτιρίου γίνεται βάσει του συντελεστή ετεροχρονισμού, μέσω του οποίου αντιστοιχίζεται η πραγματική - κατά μέσο όρο - λειτουργία των συσκευών στους χώρους κατά τη διάρκεια της λειτουργικής ημέρας. Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009^[11], οι μέσες τιμές ισχύος ηλεκτρικών συσκευών για κάθε τύπο κτιρίου, ο μέσος συντελεστής ετεροχρονισμού, καθώς και η μέση ετεροχρονισμένη ισχύς

εξοπλισμού και ο μέσος συντελεστής πραγματικού χρόνου λειτουργίας του κτιρίου και κατά συνέπεια των ηλεκτρικών συσκευών, δίνονται στον επόμενο πίνακα και είναι αυτές που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Πίνακας 2.8. Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.^[2]

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου,	4	0,5	2	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά	2	0,5	1	1,00
Εστιατόριο	20	0,5	10	0,50
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	20	0,5	10	0,62
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	15	0,5	7,5	0,14
Θέατρο, κινηματογράφος	4	0,3	1,2	0,29
Χώρος συναυλιών	4	0,5	2	0,25
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	4	0,3	1,2	0,25
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	2	0,3	0,6	0,18
Τράπεζα	2	0,3	0,6	0,24
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	4	0,25	1	0,25
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	4	0,25	1	0,58
Λουτρό (κοινόχρηστο)	2	0,25	0,5	0,58
Νηπιαγωγείο	5	0,15	0,75	0,16
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,18
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32
Φροντιστήριο, ωδείο	5	0,15	0,75	0,16
Νοσοκομείο, κλινική	15	0,5	0,75	1,00
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	8	0,5	4	0,75
Χειρουργείο (τακτικό)	20	0,5	10	0,24
Εξωτερικών ιατρείων	15	0,5	7,5	0,24
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με				
Βρεφικός σταθμός, παιδικός	15	0,3	4,5	0,22
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	4	0,2	0,8	1,00
Αστυνομική διεύθυνση	15	0,2	3	1,00
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	10	0,25	2,5	0,43
Κατάστημα, φαρμακείο,	10	0,2	2	0,32
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο				
Γραφείο	15	0,3	4,5	0,30
Βιβλιοθήκη	2	0,25	0,5	0,18
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής Αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	170	0,5	85	0,43
Παρασκευαστήριο τροφίμων	120	0,5	60	0,43
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	150	0,5	75	0,43

Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	25	0,3	7,5	1,00
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	2	0,1	0,2	1,00
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, Πλυντήριο αυτοκινήτων	10	0,5	5	0,50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι το πρώτο βήμα για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Το κτίριο πρέπει να σχεδιάζεται με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία του, αξιοποιώντας όλες τις τεχνικές θωράκισης του κτιριακού κελύφους και περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο τις θερμικές και ψυκτικές απώλειες. Έτσι, κατά τον σχεδιασμό του κτιρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι:^[8]

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών (κλιματικών δεδομένων, προσανατολισμού, ηλιασμού).
- Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- 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 (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότιων ανοιγμάτων), τοίχου μάζας, τοίχου Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκηπίου) κ.ά.
- Ηλιοπροστασία του κτιρίου.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη^[7]:

- η χρήση του κτιρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων (θερμικών ζωνών) του κτιρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και εσωτερικά φορτία,
- η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους, με μόνωση δομικών στοιχείων και επιλογή κατάλληλων διαφανών στοιχείων (παραθύρων, γυάλινων προσόψεων κ.ά.),
- η δυνατότητα εφαρμογής τεχνολογιών παθητικών συστημάτων δροσισμού,
- η δυνατότητα εφαρμογής φυσικού σκιασμού του κτιρίου μέσω δένδροφύτευσης.

Στον ΚΕΝΑΚ εκτός από τις ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για το κτιριακό κέλυφος των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτιρίων, ορίζονται και οι προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς, με το οποίο συγκρίνεται και αξιολογείται ενεργειακά το κτίριο. Ο μελετητής μπορεί πάντα να εφαρμόσει στο κτίριο τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με καλύτερες προδιαγραφές από τις ελάχιστες απαιτούμενες (δηλαδή από αυτές του κτιρίου αναφοράς), ώστε η τελική ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου να είναι τουλάχιστον κατηγορίας Β. Στα περισσότερα κτίρια, υπάρχει πάντα η δυνατότητα ενσωμάτωσης τεχνολογιών αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτιριακό κέλυφος και της διαμόρφωσης του μικροκλίματος με φύτευση του περιβάλλοντος χώρου.

Σ' αυτή την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος ενός κτιρίου και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009^[11]. Οι βασικότερες παράμετροι που απαιτούνται για τους υπολογισμούς αφορούν κυρίως στις θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών και στοιχείων (θερμοπερατότητα, θερμογέφυρες, θερμοχωρητικότητα κ.ά.), στη σκίαση και στον αερισμό του κτιρίου.

Αρχικά λαμβάνονται υπόψη οι παράμετροι των δομικών στοιχείων και των υλικών που έχουν καταγραφεί κατά την επιθεώρηση του κτιρίου ή είναι καθορισμένα στις τελικές αρχιτεκτονικές μελέτες του κτιρίου. Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων και μόνο τότε (κυρίως σε υφιστάμενες παλιές κτιριακές εγκαταστάσεις) γίνεται χρήση των πινάκων με ενδεικτικές τιμές για κάθε παράμετρο, που παρατίθενται στις επόμενες ενότητες.

3.1. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου, καθώς επάνω σε αυτά θα απεικονιστούν οι θερμικές ζώνες του κτιρίου και κατόπιν θα εκτιμηθούν τα γεωμετρικά δεδομένα των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων, που ορίζουν τις επιφάνειες κάθε θερμικής ζώνης. Τα γεωμετρικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τους υπολογισμούς τόσο της ενεργειακής μελέτης, όσο και της ενεργειακής επιθεώρησης είναι οι επιφάνειες όλων των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό, τα μήκη των θερμογεφυρών που εμφανίζονται, καθώς και ο όγκος του κτιρίου.

Για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης ο μηχανικός μπορεί να στηριχθεί στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου σε

επίπεδο προμελέτης. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και η αρχιτεκτονική μελέτη είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και προχωρούν ταυτόχρονα, καθώς η διαμόρφωση του κτιριακού κελύφους καθορίζει ουσιαστικά και την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης, ο ιδιοκτήτης του κτιρίου πρέπει να διαθέσει στο μηχανικό αντίγραφο της αρχιτεκτονικής μελέτης και της μελέτης θερμομόνωσης που είχε υποβληθεί στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, ο ιδιοκτήτης πρέπει να διαθέσει στο μηχανικό τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, τομές) «ως κατασκευασθέντος».

Σε κάθε περίπτωση, η πιστότητα εφαρμογής των αρχιτεκτονικών σχεδίων πρέπει να επιβεβαιωθεί κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης με δειγματοληπτικές (π.χ. ανά όροφο κτιρίου) ή αναλυτικές μετρήσεις με τη χρήση κατάλληλων οργάνων. Σε περίπτωση απόκλισης της γεωμετρίας του κτιρίου από τα τελικά αρχιτεκτονικά σχέδια, λαμβάνεται υπόψη η σχηματική αποτύπωση γεωμετρίας του κτιρίου από τον επιθεωρητή^[2].

Ο τρόπος υπολογισμού των γεωμετρικών στοιχείων του κτιρίου που συλλέγονται για την ενεργειακή μελέτη και την επιθεώρηση βάσει των αρχιτεκτονικών σχεδίων αναφέρονται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες.

3.1.1. Γραμμικές διαστάσεις δομικού στοιχείου

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Για όλους τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνον εξωτερικών διαστάσεων για όλα τα δομικά στοιχεία.

Συγκεκριμένα, τα μήκη των δομικών στοιχείων (οριζόντιες διαστάσεις) μετρώνται στις κατόψεις των ορόφων ως εξής (σχήμα 3.1α.):

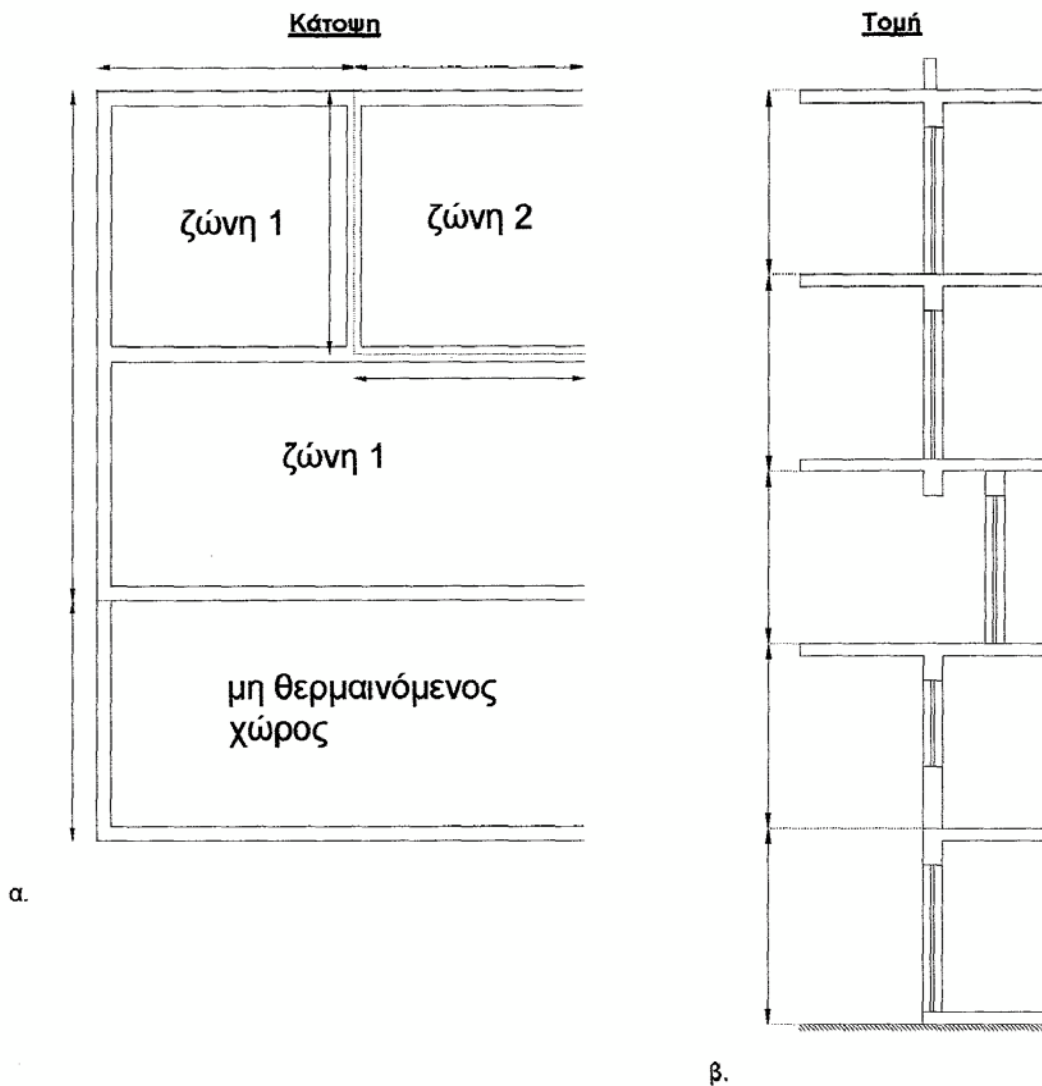
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (π.χ. τοιχοποιία) μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά και την τελική της επίστρωση.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη, η οποία είναι θερμαινόμενη, λαμβάνεται υπόψη η αξονική διάσταση του δομικού στοιχείου, ανεξάρτητα από την ύπαρξη θερμομόνωσης.

Οι πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων ορίζονται με βάση την αφετηρία μέτρησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που τα ορίζουν.

Το ύψος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (κατακόρυφες διαστάσεις) μετράται από τα σχέδια των τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω (σχήμα 3.1β.):

- Στους ενδιάμεσους ορόφους το ύψος ορόφου ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επιστρώσεις του δαπέδου, ανεξαρτήτως της ύπαρξης θερμομόνωσης.
- Στον τελευταίο όροφο το ύψος ορόφου ορίζεται μεταξύ της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας του οπλισμένου σκυροδέματος του ορόφου και της στάθμης που διαμορφώνεται από την τελική επιφάνεια της επιστέγασης που φέρει θερμική προστασία. Στην περίπτωση ύπαρξης οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, ως ανώτερο όριο για τη μέτρηση του ύψους ορίζεται η τελική διαμορφωμένη στάθμη της οροφής.
- Στον κατώτερο όροφο του κτιρίου το ύψος ορόφου μετράται από τη θέση της στεγανοποίησης και άνω, όταν το δάπεδο του είναι σε επαφή με το έδαφος μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου. Όταν το δάπεδο του είναι σε επαφή με τον αέρα (π.χ. πυλωτή), με μη θερμαινόμενη ζώνη (π.χ. υπόγειο) ή με άλλη θερμική ζώνη που θερμαίνεται, μετράται από την κάτω τελικώς διαμορφωμένη στάθμη του πατώματος (δηλαδή συμπεριλαμβανομένης της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος και των επιστρώσεων κάτω από αυτήν) μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας του οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου.
- Σε όροφο του κτιρίου που βρίσκεται σε προεξοχή, το ύψος ορόφου μετράται από την κάτω τελικώς διαμορφωμένη στάθμη του πατώματος που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου.

- Σε όροφο του κτιρίου που βρίσκεται σε εσοχή το ύψος ορόφου μετράται από την άνω στάθμη της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του δαπέδου του μέχρι την άνω στάθμη της πλάκας σκυροδέματος (αν ακολουθεί και άλλος όροφος) ή μέχρι την άνω στάθμη της ανώτερης τελικής στρώσης των επικαλύψεων της οροφής (αν πρόκειται για τον τελευταίο όροφο του κτιρίου).



Σχήμα 3.1. Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων. ^[2]

3.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων

Η επιφάνεια των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα φέροντα δομικά στοιχεία κ.ά.) προσδιορίζεται από τις γραμμικές διαστάσεις τους (μήκος, ύψος), οι οποίες λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια ή από σκαριφήματα με τον τρόπο που αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδου ενός κτιρίου ή μιας θερμικής ζώνης προσδιορίζεται από τις πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων, όπως αυτές ορίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού, το εμβαδό του λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα ως ποσοστό επί της όψης του κτιρίου. Στον πίνακα ως «γωνιακό κτίριο» ορίζεται αυτό που έχει ελεύθερες τουλάχιστον δύο κάθετες μεταξύ τους πλευρικές όψεις, ενώ σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ορίζεται ως «μη γωνιακό κτίριο». Επίσης, για κτίσματα με έτος έκδοσης της οικοδομικής τους άδειας μετά το 1999, είναι υποχρεωτική η

αποτύπωση του φέροντος οργανισμού, και τα εμβαδά που αυτός καταλαμβάνει στις όψεις δεν μπορούν να ληφθούν κατά απλοποιητική παραδοχή από τις τιμές του πίνακα.

Πίνακας 3.1. Συμβατικός τρόπος υπολογισμού του εμβαδού που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτιρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του, σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού.^[2]

Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Τύπος κτιρίου	Αριθμός ορόφων	
		έως 5	>5
Προ του 1981	Γωνιακό κτίριο	15%	22%
	Μη γωνιακό κτίριο	25%	30%
1981 έως 1999	Γωνιακό κτίριο	18%	25%
	Μη γωνιακό κτίριο	30%	35%

Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμουθίου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.2. Γωνίες αζιμουθίου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους.^[12]

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμουθίου [°]	0	90	180	270

3.1.3. Όγκος του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης

Ο μεικτός όγκος του κτιρίου αναφέρεται στον όγκο της εξεταζόμενης θερμικής ζώνης, η οποία περικλείεται από:

- το δάπεδο της, το οποίο μπορεί να έρχεται σε επαφή με τον αέρα, το έδαφος, μη θερμαινόμενους χώρους ή άλλη θερμική ζώνη,
- τις κατακόρυφες πλευρικές επιφάνειές της, οι οποίες μπορεί να είναι σε επαφή με τον αέρα, το έδαφος, μη θερμαινόμενους χώρους ή άλλες θερμικές ζώνες, και
- την επιστέγασή της.

Οι διαστάσεις των παραπάνω δομικών στοιχείων που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό έχουν ορισθεί στις προηγούμενες ενότητες.

Ως όγκος κτιρίου για τους υπολογισμούς των διαφόρων παραμέτρων (π.χ. αερισμό) ορίζεται ο μεικτός όγκος.

3.2. ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:^[3]

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Όπου:

- **R [(m²·K)/W]** η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,
- **d [m]** το πάχος της στρώσης,
- **λ [W/(m·K)]** ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεών του κατά την εξίσωση:^[3]

$$R_{0\lambda} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Όπου:

- $R_{ολ} [(m^2 \cdot K)/W]$ η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,
- $N [-]$ το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
- $R_i [(m^2 \cdot K)/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
- $R_a [(m^2 \cdot K)/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου πρακτικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς τους.

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, δηλαδή την ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα στη μάζα του.
- Αντίθετα, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εξωτερική επιφάνεια επαυξάνει τη θερμοχωρητικότητά του.

Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Στόχος είναι η αποθηκευόμενη ποσότητα θερμότητας να μπορεί να επαναποδοθεί στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία της μάζας του.

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:^[3]

$$U = \frac{d}{\lambda} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτιριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτόχρονα όμως με τη θερμομονωτική προστασία των κτιρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας του εσωτερικού χώρου.

Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζει την απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνει την κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και τη ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Η θερμομονωτική προστασία του κτιρίου αξιολογείται σε δύο στάδια. Συγκεκριμένα:^[3]

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{εξεταζ}$ αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:
$$U_{εξεταζ} \leq U_{max} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο (U_m, max), αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή

θερμοπερατότητας (U_m, \max) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του (A/V). Πρέπει, λοιπόν, να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \max} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτιρίου, διαφανή και αδιαφανή.

Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτιρίου.

Επιπλέον, όμως, θερμομονωμένα οφείλουν να είναι και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ίδιου κτιρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

Λόγω των παραπάνω, λοιπόν, για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτιρίου με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα στοιχεία φέροντος οργανισμού, επιστεγάσεις, δάπεδο επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο κ.ά.), με το έδαφος (π.χ. κατακόρυφα στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, δάπεδο σε επαφή με το έδαφος κ.ά.), με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. τοιχοποιίες, φέροντα στοιχεία σπλισμένου σκυροδέματος, δάπεδα, οροφές σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους) θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής.

Γενικά, και στην περίπτωση της ενεργειακής μελέτης αλλά και σ' αυτήν της ενεργειακής επιθεώρησης, υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου του κτιρίου ξεχωριστά και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου. Κατόπιν, οι τιμές αυτές συγκρίνονται με αυτές των πινάκων 3.3α και 3.3β, κατά τα παραπάνω.

Πίνακας 3.3α. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.^[2]

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U_{V-D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	U_{V-W}	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	U_{V-DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U_{V-G}	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U_{V-WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	U_{V-F}	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U_{V-GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 3.3β. Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας U_m κτιρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.^[2]

A/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε [W/m ² ·K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας (πίνακας 3.3α), ενώ ως γυάλινες προσόψεις ορίζονται τα υαλοπετάσματα, οι προσθήκες των καταστημάτων, και μεγάλα διαφανή τμήματα μη ανοιγόμενα ή μερικώς ανοιγόμενα.

3.2.1. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, εκτιμάται η θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη και το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτίρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο ανέγερσής τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 γενικές κατηγορίες:^[2]

- **1^η κατηγορία.** Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (4 Ιουλίου 1979), χρονική περίοδο κατά την οποία δεν υπήρχε καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτιρίων. Πρακτικά, ως τυπική ημερομηνία οριοθέτησης της παραπάνω περιόδου ορίζεται η 1^η Ιανουαρίου 1980.
- **2^η κατηγορία.** Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε κατά την περίοδο 1979 - 2010, δηλαδή στο διάστημα των 30 ετών που μεσολάβησε από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ) μέχρι την ισχύ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Σ' αυτό το διάστημα όλα τα κτίρια όφειλαν να πληρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων. Πρακτικά, ως τυπικές ημερομηνίες οριοθέτησης της περιόδου ορίζονται:
 - η 1^η Ιανουαρίου 1980 ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου.
 - η 1^η Οκτωβρίου 2010 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου.
- **3^η κατηγορία.** Περιλαμβάνει τα κτίρια εκείνα, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μετά την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ (2010) και τα οποία έχουν την υποχρέωση συμμόρφωσης προς τις απαιτήσεις του νέου κανονισμού. Πρακτικά, ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου ορίζεται η 1^η Οκτωβρίου 2010.

Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και όσα κτίρια ανεγέρθηκαν πριν από την ισχύ του ΚΕΝΑΚ αλλά υπέστησαν ή πρόκειται να υποστούν, μετά την έναρξη ισχύος του νέου κανονισμού ριζική ανακαίνιση. Μια επέμβαση σε ένα κτίριο νοείται ως «ριζική ανακαίνιση» όταν:^[5]

- I. Το συνολικό κόστος επεμβάσεων στο κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου ή
- II. όταν η ανακαίνιση εφαρμόζεται σε ποσοστό άνω του 25% της συνολικής επιφάνειας του κτιριακού κελύφους.

Ανάλογα με την πρόνοια που έχει ληφθεί για την θερμομονωτική προστασία του κτιρίου, η κάθε κατηγορία υποδιαιρείται σε μικρότερες υποκατηγορίες:

- σε κτίρια χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας,
- σε κτίρια με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία,
- σε κτίρια με πλήρη θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ή τον ΚΕΝΑΚ.

Ειδικότερα, στις περιπτώσεις κτιρίων χωρίς καμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασία ή με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία, βοηθητικός είναι ο πίνακας 3.4. (3.4α. και 3.4β.), στον οποίο καταγράφονται τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U των αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, υπάρχουν δύο δυνατότητες:

- είτε να θεωρηθούν οι τιμές αυτές του πίνακα 3.4. (3.4α. και 3.4β.).
- είτε να υπολογιστούν αναλυτικά οι συντελεστές στα πλαίσια του υπολογισμού της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτιρίου, με την προϋπόθεση πάντα ότι είναι διαθέσιμα όλα τα απαιτούμενα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων (π.χ. πάχος στρώσεων δομικού στοιχείου, ποιότητα υλικών κ.ά.) και εφόσον η ορθότητά τους είναι αναμφισβήτητη. Τότε ο υπολογισμός οφείλει να γίνει σύμφωνα με τις τιμές των μεταβλητών που δίνει ο ΚΕΝΑΚ και όχι ο προγενέστερος κανονισμός (Κ.Θ.Κ.).

Πίνακας 3.4α. *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979).^[3]*

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	-	1,00	0,90	-
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα,τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	-	0,85	0,80	-
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα,τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	-	0,95	0,85	-
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα,τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
Αργολιθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένη και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	-	1,00	0,95	-
Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα,τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Πίνακας 3.4β. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979).^[3]

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμιν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμιν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	-	-	0,95	-	-
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	-	-	-	0,95	-	-
Αεριζόμενο δώμα.	-	3,70	-	1,00	-	-
Φυτεμένο δώμα.	1,20	-	-	0,70	-	-
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	-	-	1,00	-	-
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,90	-	-	0,90	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4,70	-	-	1,05	-	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4,25	-	-	1,00	-	-
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	-	-	0,90	-	-
Επί εδάφους.	-	-	3,10	-	-	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,00	-	-	0,80	-

Όταν ένα δομικό στοιχείο δεν συμπεριλαμβάνεται στους παραπάνω πίνακες, επιλέγεται η τιμή της πλησιέστερης προς αυτό διατομής του πίνακα.

Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης, υπογεγραμμένη από μηχανικό και κατατεθειμένη σε διεύθυνση πολεοδομίας και η εφαρμογή της μελέτης δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση, ακολουθείται η μελέτη και λαμβάνονται ως δεδομένες οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U (ή k του Κ.Θ.Κ.) της μελέτης.

Επίσης, εάν προσκομισθούν έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία, που αναμφισβήτητα αποδεικνύουν ότι τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν έχουν καλύτερες τιμές των προδιαγραφόμενων στον Κ.Θ.Κ. (π.χ. καλύτερη τιμή λ κάποιου υλικού), διεξάγεται ο έλεγχος βάσει αυτών των στοιχείων.

Ως τέτοια αποδεικτικά στοιχεία που πιστοποιούν την ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών μπορούν, για παράδειγμα, να θεωρηθούν:^[2]

- Η πιστοποίηση που είχε για τα προϊόντα της μια εταιρεία και αποδεικνύεται με τιμολόγια αγοράς ή δελτία αποστολής ότι αυτά τα υλικά χρησιμοποιήθηκαν για την ανέγερση του επιθεωρούμενου κτιρίου. Αντιθέτως, δεν θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία οι βεβαιώσεις ή άλλα πιστοποιητικά που εκδίδονται εκ των υστέρων, προκειμένου να τεκμηριώσουν την ποιότητα των υλικών που είχαν παλαιότερα χρησιμοποιηθεί.
- Συμβολαιογραφική πράξη, ιδιωτικό συμφωνητικό ή οποιοδήποτε άλλο επίσημο έγγραφο μεταξύ πωλητή και αγοραστή του κτιρίου, από το οποίο σαφώς προκύπτει και χωρίς περιθώρια αμφισβήτησης η ποιότητα και τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιηθέντων υλικών.
- Το αποτέλεσμα διερευνητικής τομής που θα γίνει σε επί μέρους δομικά στοιχεία, εφόσον το απαιτήσει ο ιδιοκτήτης.
- Η θερμοφωτογραφική αποτύπωση των δομικών στοιχείων με την προϋπόθεση ότι θα γίνει από διαπιστευμένο εργαστήριο ή φορέα και σύμφωνα με όλες τις σχετικές επιστημονικές προδιαγραφές.

Σε περίπτωση που με βάση το στέλεχος έκδοσης οικοδομικής άδειας αποδεικνύεται ότι υπήρξε και κατατέθηκε, στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας, μελέτη θερμομονωτικής προστασίας ή ενεργειακή μελέτη και δεν συντρέχει εμφανής λόγος αμφισβήτησης της εφαρμογής της, αλλά ωστόσο δεν υφίσταται πλέον η ίδια η μελέτη (λόγω απώλειας, καταστροφής κ.τ.λ.), τότε διεξάγεται η επιθεώρηση, λαμβάνοντας ως τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U των επί μέρους δομικών στοιχείων τις μέγιστες επιτρεπόμενες του ισχύοντος κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας κανονισμού (k_{max} του Κ.Θ.Κ. ή U_{max} του ΚΕΝΑΚ).

Πίνακας 3.5. Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979) για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.^[2]

Δομικό στοιχείο	Συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)		
	A	B	Γ
	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)	(W/m ² ·K)
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές, πυλωτές).	0,50	0,50	0,50
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	0,70	0,70	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	3,00	1,90	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	3,00	1,90	0,70

Σε κτίρια που ανεγείρονται ή ανακαινίζονται ριζικώς μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο, για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής ταυτότητας, να προσκομισθούν ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

- Η υπογεγραμμένη από το μηχανικό ενεργειακή μελέτη που κατατέθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας.
- Τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτιρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφονται τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών.
- Φωτογραφικό υλικό κατά την φάση κατασκευής στο οποίο θα φαίνεται με ευκρίνεια ο τρόπος τοποθέτησης και το είδος της θερμομόνωσης που εφαρμόστηκε στο κτιριακό κέλυφος. Σε τουλάχιστον μία φωτογραφία θα πρέπει να παρουσιάζεται μια γενική άποψη του κτιρίου.

Συνοπτικά τα παραπάνω καταγράφονται στον πίνακα 3.6. Συγκεκριμένα, σ' αυτόν καταγράφονται κατά κατηγορία και υποκατηγορία κτιρίων ο τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας U (ή του k σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ.) και ο τρόπος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

Αναλυτικά, η εκτίμηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων καθώς και ο υπολογισμός των θερμογεφυρών γίνεται ακολουθώντας τον τρόπο που περιγράφεται στις επόμενες ενότητες, ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα με τη θέση του δομικού στοιχείου στο κτιριακό περιβλήμα και του μέσου που το περιβάλλει από την εξωτερική του πλευρά (εξωτερικός αέρας, έδαφος, μη θερμαινόμενος χώρος κ.τ.λ.).

Πίνακας 3.6. Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας.^[2]

Περίοδος Έκδοσης Οικοδομικής άδειας	Θερμομονωτική προστασία	Κτίριο μελέτης		Κτίριο αναφοράς	
		Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών	Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών
Πριν από το 1979 (ανυπαρξία κανονισμού)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} Κ.Θ.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Μετέπειτα επεμβάσεις που καλύπτουν τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
Περίοδος 1979 -2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)	Χωρίς θερμομονωτική προστασία (μη εφαρμογή Κ.Θ.Κ.)	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με k_{max} κα Κ.Θ.Κ.	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
Περίοδος 1979 -2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)	Κάλυψη των απαιτήσεων Του Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Σύμφωνα με τη μελέτη	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U + 0,1$ W/(m ² ·K)
Μετά το 2010 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Υποχρέωση βελτίωσης εντός έτους	ναι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	ναι
	Πλήρης εφαρμογή Κ.Εν.Α.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	ναι	U_{max} κατά Κ.Εν.Α.Κ	ναι

3.2.1.1. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανούς δομικού στοιχείου

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), ο οποίος ορίζεται από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεων του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου η στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:^[3]

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \left(\frac{d_j}{\lambda_j} + R_{\delta} + R_{\alpha} \right)} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

όπου:

- **U [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
- **N [-]** το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
- **d [m]** το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,
- **λ [W/(m·K)]** ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
- **R_δ [m²·K/W]** η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
- **R_i [m²·K/W]** η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
- **R_α [m²·K/W]** η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής.

Αν η τιμή προκύπτει μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

- ο με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,
- ο με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο (ενδεχομένως και των υλικών άλλων στρώσεων) που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, ώστε να προκύπτει μικρότερη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U.

Χρήσιμοι πίνακες τιμών

Στην ΤΟΤΕΕ 20701_2_2010^[3] παρατίθενται πίνακες, στους οποίους:

- Δίδονται ενδεικτικές τιμές σχεδιασμού του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ διαφόρων δομικών προϊόντων.
- Δίδονται οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου.

Παρατηρήσεις:

- ❖ Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(mK)}$,
 - εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, γίνεται χρήση της τιμής του λ, που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει προτύπου προδιαγραφής του ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης.
 - εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα/εργαστηρίου.
 - για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 6cm και $\lambda > 0,06 \text{ W/(mK)}$ της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνει χρήση των ενδεικτικών τιμών των πινάκων.

- ❖ Οι τιμές που αναγράφονται στους πίνακες για τις τοιχοποιίες είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού (λ_{eq} σχεδιασμού) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο. Η τιμή λ_{eq} συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,80 \text{ W/(mK)}$. Για προϊόντα τοιχοποιίας με $\lambda_{eq} \leq 0,30 \text{ W/(mK)}$:
 - εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή
 - θερμικής αγωγιμότητας, λ_{eq} , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις, είτε από χρήση υπολογιστικών μοντέλων προσομοίωσης, είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή προσαυξάνεται κατά 24% και λαμβάνεται ως λ_{eq} σχεδιασμού.
 - Εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή λ_{eq} σχεδιασμού,
 - χρησιμοποιείται απευθείας αυτή.
 - εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή λ_{eq} αλλά την τιμή λ_{unit} της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. σπτόπλινθο), ακολουθείται η μεθοδολογία
 - υπολογισμού δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από ανομοιογενείς στρώσεις.
 - σε κάθε περίπτωση, όταν η τιμή λ_{eq} δίνεται από τον κατασκευαστή
 - για συνδετικό κονίαμα με $\lambda < 0,80 \text{ W/(mK)}$ η τιμή λ του συνδετικού κονιάματος λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

3.2.1.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου

Ο αέρας του διακένου ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου που δεν έρχεται σε επαφή με το εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου εξωτερικό περιβάλλον θεωρείται πρακτικά ακίνητος και λαμβάνει τιμές από τον παρακάτω πίνακα. Να σημειωθούν τα εξής:

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
 - ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
 - η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι $\pm 30^\circ$.

Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 για μέση τιμή θερμοκρασίας 10°C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5°C . Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή σπτόπλινθους) με εκπεμπιμότητα ίση με $\epsilon = 0,8$. Η εκπεμπιμότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20, προκειμένου να καλύψει όλο το φάσμα των υλικών που διατίθενται στην αγορά.

Πίνακας 3.7. Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας.^[3]

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Χωρίς ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,80$) σε καμιά πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,05$) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω
mm	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W
5	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,19
7	0,13	0,13	0,13	0,26	0,26	0,26
10	0,15	0,15	0,15	0,36	0,36	0,36
15	0,17	0,16	0,17	0,52	0,45	0,52
25	0,18	0,16	0,19	0,67	0,45	0,80
50	0,18	0,16	0,21	0,67	0,45	0,80
100	0,18	0,16	0,22	0,67	0,45	0,80
300	0,18	0,16	0,23	0,67	0,45	0,80

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,10$) στη μία πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,20$) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω
mm	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W
5	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
7	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,22
10	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29
15	0,46	0,41	0,46	0,38	0,34	0,38
25	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,50
50	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,67
100	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75
300	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,83

3.2.1.1.2. Διάκενο σε επικοινωνία με το περιβάλλον

Όταν ο αέρας του διακένου επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μιας εκ των όψεων του δομικού στοιχείου μέσω οπών, σχισμών ή άλλου τύπου ανοιγμάτων, αδιαφόρως του μεγέθους αυτών των στοιχείων επικοινωνίας, τότε δεν θεωρείται ακίνητος αλλά ήπια κινούμενος και η προβαλλόμενη αντίσταση στη ροή θερμότητας θεωρείται ανάλογη αυτής που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στην εσωτερική όψη του δομικού στοιχείου και λαμβάνει τιμές από τον αντίστοιχο πίνακα της TOTEE 20701-2/2010^[3]. Ισχύει δηλαδή:

$$R_{\delta} = R_i \quad [m^2K/W]$$

Ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, ισχύουν τα εξής:

- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία με το εσωτερικό περιβάλλον, τότε οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του εσωτερικού περιβάλλοντος και του διακένου δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (U) και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εσωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου.
- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον, τότε δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου U οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του διακένου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι – λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό – τιμές R_i και όχι R_{α}).
- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία τόσο με το εσωτερικό, όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον, θεωρείται ότι το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν προσφέρει θερμομονωτική προστασία στο κτίριο.

Στα παθητικά συστήματα με οπές αερισμού (π.χ. τοίχο Trombe) η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του δομικού στοιχείου λαμβάνεται ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη.

Σημειώνεται ακόμη ότι σε περιπτώσεις δικέλυφων τοιχοποιιών με διάκενο μεταξύ αυτών, εντός του οποίου σύρονται τα φύλλα συρόμενου κουφώματος, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου U μόνο οι αντιστάσεις των στρώσεων του εσωτερικού κελύφους, δηλαδή οι αντιστάσεις των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο έως το διάκενο. Ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται, στην περίπτωση αυτή, αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι – λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό – τιμές R_i και όχι R_{α}).

Για την αποτελεσματική θερμική προστασία του δομικού στοιχείου συνίσταται η θερμομονωτική στρώση να τοποθετείται στο εσωτερικό κέλυφος του κτιρίου και όχι στο εξωτερικό.

3.2.1.1.3. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση

Στην περίπτωση τοποθέτησης θερμοανακλαστικής μόνωσης στο διάκενο, η θερμική αντίσταση R_{δ} λαμβάνεται ίση με την τιμή της θερμικής αντίστασης της θερμοανακλαστικής μόνωσης, η οποία παρέχεται από τον κατασκευαστή της και συνοδεύεται απαραίτητα από το σχετικό πιστοποιητικό.

3.2.1.2. Δομικό στοιχείο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 1^{ης} κατηγορίας μπορούν να υπολογιστούν αναλυτικά ή να ληφθούν απευθείας από τον πίνακα 3.4. (3.4α. ή 3.4β.).

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις που έχει γίνει κάποια ανακαίνιση στο κτίριο για βελτίωση της θερμικής του συμπεριφοράς, π.χ. θερμομόνωση δώματος. Γι' αυτό το λόγο, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση θα πρέπει να αναζητούνται ενδείξεις για μεταγενέστερες επεμβάσεις σε εξωτερικά δομικά στοιχεία, π.χ. έντονη ανισοσταθμία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού δαπέδου στην απόληξη του κλιμακοστασίου, αυξημένο πάχος των εξωτερικών τοιχοποιιών κ.ά.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 2^{ης} κατηγορίας, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη θερμομόνωσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια,

εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που η οικοδομική άδεια δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.5., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 3^{ης} κατηγορίας, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ωστόσο πρέπει να διασταυρωθούν τόσο η ποιότητα, όσο και η ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη.^[2]

3.2.1.3. Δομικό στοιχείο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτιρίου ή βρίσκεται στην περίμετρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτιρίου και εφόσον διαχωρίζεται από τους λοιπούς θερμαινόμενους χώρους με κοινά προς αυτούς δομικά στοιχεία, αυτά οφείλουν να θερμομονώνονται πλήρως και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού.^[2,3]

- Συνήθως μη θερμαινόμενοι χώροι είναι:
 - ✓ Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται.
 - ✓ Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου ή σε επαφή με αυτό και δεν διαθέτουν θέρμανση.
 - ✓ Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
 - ✓ Κάθε κλειστός χώρος που από τη φύση της λειτουργίας του δεν θερμαίνεται (π.χ. βιομηχανικά εργαστήρια).
- Θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, αδιαφόρως αν θερμαίνονται ή όχι, βοηθητικοί χώροι και μικρές αποθήκες που συνυπολογίζονται στον ωφέλιμο χώρο ενός διαμερίσματος και έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτιρίου.
- Ο χώρος της εισόδου μονοκατοικίας ή πολυκατοικίας, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι μπορούν να θεωρηθούν είτε ως θερμαινόμενοι είτε ως μη θερμαινόμενοι:
 - ✓ Στην πρώτη περίπτωση οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει και γι' αυτούς ό,τι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο.
 - ✓ Στη δεύτερη περίπτωση εξαιρούνται της θερμομονωτικά προστατευμένης περιοχής του κτιρίου.

Ο μελετητής οφείλει εξ αρχής να ορίσει ποιους χώρους του κτιρίου θεωρεί ως θερμαινόμενους και να τους συμπεριλάβει στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας και ποιους θεωρεί ως μη θερμαινόμενους και να τους αποκλείσει απ' αυτήν.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_u) ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο εφαρμόζεται ή ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται η ίδια σχέση, λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτήν του εσωτερικού.

Δηλαδή ισχύει:

$$R_a=R_i$$

$$[m^2 \cdot K/W]$$

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο (U_u) υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) με ένα μειωτικό συντελεστή b_u , όπως περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω στην αντίστοιχη ενότητα.

3.2.1.4. Δομικό στοιχείο σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη

Τόσο κατά την ενεργειακή μελέτη, όσο και κατά την ενεργειακή επιθεώρηση γίνεται η παραδοχή ότι οι θερμικές ζώνες δεν είναι μεταξύ τους θερμικά συζευγμένες, δηλαδή δεν ανταλλάσσουν θερμότητα. Συνεπώς, τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν θερμικές ζώνες λαμβάνονται ως αδιαβατικά.

3.2.1.5. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος

Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, βασικότερες των οποίων είναι:

- η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους,
- το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
- η γεωμετρία του κτιρίου,
- η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας U' , ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου,
- του βάθους z του δομικού στοιχείου και
- της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας (B'),

ενώ όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου και
- του βάθους z , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας B' σε m ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του καθαρού εμβαδού της πλάκας A σε m^2 προς την εκτεθειμένη περίμετρό της Π σε m.

$$B' = 2 \cdot A / \Pi$$

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας U ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται κανονικά από τη σχέση που υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου, όπως έχει αναπτυχθεί παραπάνω, θεωρώντας όμως ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλλει αντίσταση στη ροή θερμότητας και ότι η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται. Είναι δηλαδή: $R_a = 0$. Ο έλεγχος επάρκειας θερμομόνωσης δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος γίνεται για τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Για κτίριο πανταχόθεν ελεύθερο η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτίριο σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτίρια η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα. Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του κτιρίου, η πλευρά εκείνη δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Για το κτίριο αναφοράς ο ονομαστικός συντελεστής δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος ισούται με το μέγιστο επιτρεπτό για την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτίριο (πίνακας 3.3.).

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος προσδιορίζεται από τον πίνακα 3.8. και τον πίνακα 3.9., λαμβάνοντας τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για κάθε κατηγορία κτιρίων ως εξής:^[2]

- Για κτίρια της 1^{ης} κατηγορίας από τον πίνακα 3.4. (3.4α. ή 3.4β.).
- Για κτίρια της 2^{ης} κατηγορίας από τη μελέτη θερμομόνωσης, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που αυτή δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 3.5., οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.
- Για τα κτίρια της 3^{ης} κατηγορίας ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να ληφθεί ίσος με την τιμή που προβλέπεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια.

Η τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι αυτή που υπεισέρχεται στη σχέση για τον υπολογισμό του U_m .

Στην περίπτωση κτιρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτίριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του παρακάτω σχήματος:

- το βάθος έδρασης της πλάκας θα ληφθεί ίσο με $z = (z_1 + z_2) / 2$, ενώ
- τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θα υπολογιστούν για τα βάθη στα οποία εκτείνεται το καθένα, δηλαδή z_1 και z_2 .



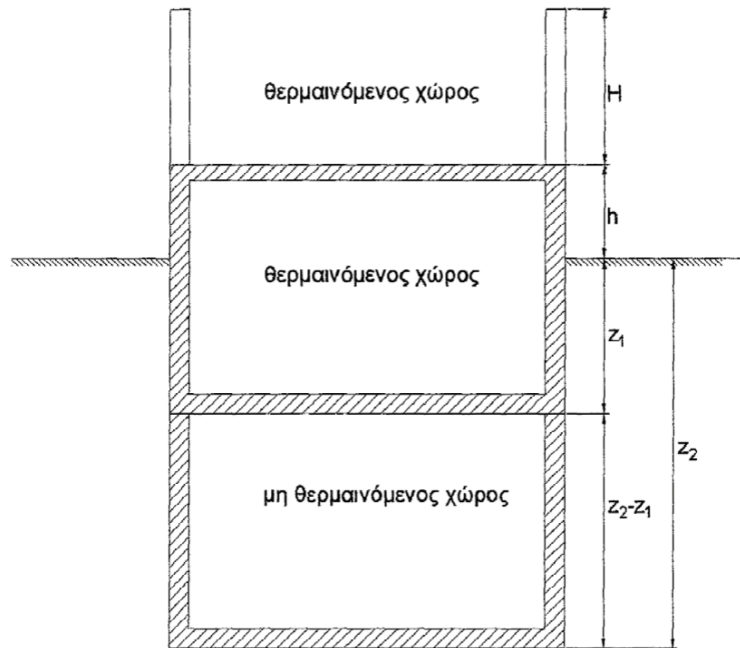
Σχήμα 3.2. Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.^[3]

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου που ξεκινά από βάθος z_1 και εκτείνεται σε βάθος z_2 από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 3.3.) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{FB} του δομικού στοιχείου προκύπτει από τη σχέση:^[3]

$$\text{_____} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

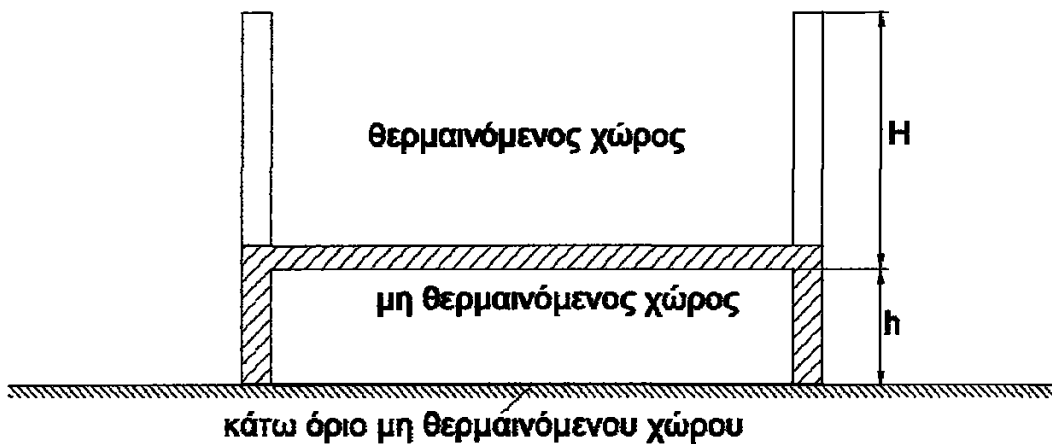
όπου:

- U_{FB} $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας για βάθος έκτασης z_i ,
- z_1 $[m]$ το βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,
- z_2 $[m]$ το βάθος μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.



Σχήμα 3.3. Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους.^[2]

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 3.4.), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος είναι πληρωμένος με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριο του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας U ίσο με $4,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Σχήμα 3.4. Ενδεικτική διατομή κτιρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.^[2]

Πίνακας 3.8. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'_{TB} [$W/(m^2K)$] κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{TB} [$W/(m^2K)$] που εκτείνεται σε βάθος z [m].^[3]

Z[m]	Ονομαστικός συντελεστής U_{TB} [$W/(m^2K)$]											
	4,50	3,00	2,00	1,50	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,35	0,27
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39	0,32	0,25
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36	0,30	0,24
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34	0,29	0,23
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32	0,27	0,22
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30	0,26	0,21
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26	0,23	0,19
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15

Πίνακας 3.9. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{FB} [$W/(m^2K)$] πλάκας (οριζόντιου δομικού στοιχείου).^[3]

Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [$W/(m^2K)$]	z(m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
4,50	0,00	1,21	0,83	0,64	0,53	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,20
	0,50	1,05	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	1,00	0,92	0,68	0,54	0,45	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,50	0,82	0,62	0,50	0,42	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	2,00	0,74	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,50	0,67	0,53	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	3,00	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	6,00	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
9,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,50	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,58	0,47	0,40	0,34	0,31	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,47	0,40	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14
	6,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
9,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	
2,00	0,00	0,89	0,66	0,53	0,45	0,39	0,31	0,26	0,22	0,20	0,18
	0,50	0,80	0,61	0,49	0,42	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
	1,00	0,72	0,56	0,46	0,39	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
	1,50	0,66	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	3,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	4,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	6,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
9,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	
1,00	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
9,00	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	

0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	9,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
Ονομαστικός συντελεστής U_{FB} [W/(m²K)]	z(m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,50	0,37	0,32	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
	9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

3.2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτίριο

Τα δομικά στοιχεία, τα οποία έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο, υπολογίζονται:

- ❖ ως αδιαβατικά, αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος,
- ❖ ως ερχόμενα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, αν ο χώρος δεν θερμαίνεται.

Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστό αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος ή μη, το δομικό στοιχείο αντιμετωπίζεται ως ερχόμενο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

3.2.1.7. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κλειστών χώρων που διαμορφώνονται μεταξύ των οριζόντιων οροφών των τελευταίων ορόφων των κτιρίων και των κεκλιμένων επιστεγάσεων τους που δεν είναι θερμομονωμένες υπολογίζεται λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τη θερμική αντίσταση που προβάλλει το στρώμα αέρα του ενδιάμεσου αυτού χώρου. Η στρώση του αέρα αυτού του χώρου θεωρείται πρακτικά ομογενής και λαμβάνεται υπόψη ως πρόσθετη θερμική αντίσταση.

Έτσι, ο συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη υπολογίζεται βάσει της σχέσης:^[3]

$$U_{RU} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_\alpha + R_u} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου:

- U_{RU} $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οριζόντιας οροφής κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,
- n $[-]$ το πλήθος των στρώσεων της οριζόντιας οροφής,
- d $[m]$ το πάχος της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,
- λ $[W/(m \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,
- R_δ $[m^2 \cdot K/W]$ η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου θεωρείται πρακτικά ακίνητος και δεν επικοινωνεί ούτε με τον αέρα του εσωτερικού χώρου ούτε με τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,
- R_i $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την οριζόντια οροφή,
- R_u $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης,
- R_α $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από την κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι τιμές θερμικής αντίστασης του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, λαμβάνονται από αντίστοιχο πίνακα της ΤΟΤΕΕ 20701_2_2010. Σ' αυτήν την τιμή συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της κεκλιμένης μη θερμομονωμένης στέγης.

Σε περίπτωση που η κεκλιμένη στέγη είναι θερμομονωμένη, ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας θα γίνει σ' αυτήν και όχι στην οριζόντια οροφή. Τότε η κεκλιμένη στέγη υπολογίζεται:

- ως να επρόκειτο για οριζόντια επιφάνεια οροφής, όταν η κλίση της στέγης είναι $\varphi \leq 30^\circ$ και
- ως να επρόκειτο για κατακόρυφη επιφάνεια, όταν η κλίση της στέγης είναι $\varphi > 30^\circ$.

3.2.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων

Ως σύνθετα δομικά στοιχεία θεωρούνται αυτά που προκύπτουν από την εφαρμογή του ίδιου δομικού υλικού με διαφορετικά πάχη κατά τη δόμηση του στοιχείου ή από την εφαρμογή διαφορετικών δομικών υλικών, τα οποία συνδέονται άρρηκτα μεταξύ τους, παρουσιάζουν μία σχετική επαναληπτικότητα και διαμορφώνουν ένα δομικό στοιχείο με συγκεκριμένη λειτουργία. Παραδείγματα σύνθετων δομικών υλικών είναι η πλάκα σκυροδέματος με διαδοκιδώσεις (πλάκα Zöllner), οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες, τα δομικά στοιχεία με φέροντα οργανισμό από χάλυβα ή ξύλο και πλήρωση από θερμομονωτικά υλικά κ.ά.

Τα σύνθετα δομικά στοιχεία μπορούν να υπεισέλθουν στους υπολογισμούς και να ελεγχθούν ως προς την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κανονισμού με δύο τρόπους:

- είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επί μέρους διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου κατά το εμβαδό που αναλογεί σε μια εκάστη εξ αυτών.
- είτε με έναν ενιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού που αυτοί καταλαμβάνουν στο συνολικό εμβαδό του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τον τύπο:^[3]

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

όπου:

- **U [W/(m²·K)]** ο ενιαίος συντελεστής θερμοπερατότητας του σύνθετου δομικού στοιχείου,
- **N [-]** το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,
- **U_j [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επί μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,
- **A_j [m²·K/W]** η επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε επί μέρους διαφορετική διατομή στη συνολική επιφάνεια του σύνθετου δομικού στοιχείου.

Η τιμή του ενιαίου συντελεστή θερμοπερατότητας U του σύνθετου δομικού στοιχείου οφείλει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κανονισμού σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια.

Ωστόσο, οι τιμές όλων των επί μέρους διαφορετικών διατομών (U_j) υπολογίζονται όπως υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός οποιουδήποτε δομικού στοιχείου, λαμβάνοντας τιμές των διαφόρων μεγεθών (π.χ. λ, R_i, R_a) που να ανταποκρίνονται στην πραγματική κατάσταση στην οποία βρίσκονται (π.χ. δομικό στοιχείο προς τον ελεύθερο αέρα, προς το έδαφος ή προς μη θερμαινόμενο χώρο). Ελέγχονται όμως οι επί μέρους διατομές του σύνθετου δομικού στοιχείου αν ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κανονισμού σαν να επρόκειτο για ανεξάρτητα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια κάθε δομικού στοιχείου. Αυτή η απαίτηση τίθεται, προκειμένου να περιορισθεί στο ελάχιστο δυνατό ο κίνδυνος δημιουργίας επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) στις θερμομονωτικά ασθενέστερες θέσεις του σύνθετου δομικού στοιχείου.

3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος U_w εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα που φέρει, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς, κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαίσιο, αλλά είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι' αυτό το λόγο πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους να υπολογίζεται ξεχωριστά.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση, πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος να προσδιορίζεται με σχετική ακρίβεια, καθώς η επιρροή του στην τελική διαμόρφωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Στην περίπτωση που η επιθεώρηση αφορά σε κτίρια που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων λαμβάνεται ίσος με αυτόν που διατυπώνεται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, αφού ελεγχθούν η ποσότητα και ο τύπος των κουφωμάτων που τοποθετήθηκαν στο κτίριο, λαμβάνοντας υπόψη τις επιμετρήσεις των κουφωμάτων, τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων, καθώς και τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό (π.χ. λόγω απώλειας των σχετικών δικαιολογητικών), ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων θα πρέπει να υπολογίζεται αναλυτικά.

Πάντως σε κάθε περίπτωση, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος θα πρέπει να προσδιοριστούν η επιφάνεια και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου και του υαλοπίνακα ανάλογα με τον τύπο τους, καθώς και η γραμμική θερμογέφυρα που σχηματίζεται κατά μήκος της ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο.

Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται ενδεικτικά τιμές του συντελεστή U_w για διαφορετικούς τύπους κουφώματος. Εκτενέστεροι και αναλυτικότεροι πίνακες υπάρχουν στο TOTEE 20701_2_2010.

Πίνακας 3.10. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_w [$W/(m^2 \cdot K)$] ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου, τον τύπο του υαλοπίνακα και το ποσοστό πλαισίου.^[2]

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεψιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm
			[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm	20%	-	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	-	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	-	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	-	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	-	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	-	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	-	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	-	-	-	-
	30%	2,3	-	-	-	-
	40%	2,1	-	-	-	-
Εξωτερικές Πόρτες						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες [$W/(m^2 \cdot K)$]					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

3.2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w μονού κουφώματος

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:^[3]

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

Όπου:

- **U_w [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
- **U_f [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
- **U_g [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
- **A_f [m²]** το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
- **A_g [m²]** το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- **l_g [m]** το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
- **Ψ_g [W/(m·K)]** ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

3.2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα.

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει πέτασμα προκύπτει από τον τύπο:^[3]

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_p \cdot U_p + l_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου:

- **U_w [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
- **U_f [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
- **U_g [W/(m²·K)]** ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
- **A_f [m²]** το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
- **A_g [m²]** το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- **A_p [m²]** το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος,
- **l_g [m]** το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
- **Ψ_g [W/(m·K)]** ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- **l_p [m]** το μήκος της θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος (περίμετρος του πετάσματος),
- **Ψ_p [W/(m·K)]** ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος.

Στην περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει διαφανές τμήμα, η παραπάνω σχέση εφαρμόζεται θέτοντας τα A_g και l_g ίσα με μηδέν.

3.2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w διπλού κουφώματος

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός διπλού κουφώματος, δηλαδή ενός κουφώματος αποτελούμενου από δύο χωριστά κουφώματα με τους υαλοπίνακές τους (μονούς, διπλούς ή τριπλούς) υπολογίζεται σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία με εφαρμογή της σχέσης υπολογισμού του μονού κουφώματος ξεχωριστά για την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος (δηλαδή των τιμών $U_{w,\alpha}$ του εξωτερικού κουφώματος και $U_{w,i}$ του εσωτερικού) και κατόπιν για την τιμή του διπλού κουφώματος στο σύνολό του βάσει του τύπου: ^[3]

$$\frac{1}{U_w} = \frac{1}{U_{w,i}} + \frac{1}{U_{w,\alpha}} + \frac{R_{\alpha}}{2} + \frac{R_i}{2} + R_{\delta,w} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου:

- U_w $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος,
- $U_{w,i}$ $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος,
- $U_{w,\alpha}$ $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος,
- R_{α} $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα
- R_i $[m^2 \cdot K/W]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν αν το διάκενο θεωρείτο εσωτερικό περιβάλλον
- $R_{\delta,w}$ $[m^2 \cdot K/W]$ η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων

Η τιμή της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3.11. Τυπικές τιμές της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων. ^[3]

Πάχος διακένου mm	Θερμική αντίσταση διακένου υαλοπινάκων $R_{\delta,w}$ $[W/(m^2 \cdot K)]$		
	Χωρίς επίστρωση	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ίσης με:	
		0,20	0,10
6	0,127	0,191	0,211
9	0,154	0,259	0,299
12	0,173	0,316	0,377
15	0,186	0,364	0,447
50	0,179	0,336	0,406

3.2.2.4. Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα αναφέρεται με ακρίβεια στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση πρέπει να βεβαιώνεται ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών

στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου πιστοποιώντας τον τύπο του με επί τόπου ελέγχους (π.χ. χρήση απλών εργαλείων για τη μέτρηση του πάχους των υαλοπινάκων και της μεταξύ τους απόστασης, την ύπαρξη μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας κ.ά.).

Στην περίπτωση κτιρίων, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία ισχύος του ΚΕΝΑΚ και ο υαλοπίνακας που τοποθετήθηκε δεν συνοδεύεται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ή δεν αναγράφονται οι θερμοφυσικές ιδιότητές του στον αποστάτη μεταξύ των υαλοπινάκων ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον παρακάτω πίνακα.

Αν η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα δεν ληφθεί απευθείας από τον παραπάνω πίνακα, μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά από τον τύπο:^[3]

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{n-1} R_{\delta} + R_{\alpha}} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου:

- **$U_g [W/(m^2 \cdot K)]$** ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα,
- **$n [-]$** το πλήθος των φύλλων του υαλοπίνακα:
 - για $n=1$ μονός υαλοπίνακας,
 - για $n=2$ διπλός υαλοπίνακας,
 - για $n=3$ τριπλός υαλοπίνακας,
- **$d [m]$** το πάχος του κάθε φύλλου του υαλοπίνακα,
- **$\lambda [W/(m \cdot K)]$** ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της υάλου,
- **$R_{\delta} [m^2 \cdot K/W]$** η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα,
- **$R_i [m^2 \cdot K/W]$** η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
- **$R_{\alpha} [m^2 \cdot K/W]$** η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Πίνακας 3.12. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπίνακα. [3]

Υάλωση			U _g [W/(m ² K)] για διαφορετικούς τύπους αερίων στο διάκενο των υαλοπινάκων			
Τύπος υάλωσης	Υαλοπίνακας	Συντελεστής εκπομπής	Διαστάσεις	Αέρας	Αργό	Κρύπτο
Διπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8
			4-8-4	3,1	2,9	2,7
			4-12-4	2,8	2,7	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7
			4-8-4	2,2	1,9	1,4
			4-12-4	1,8	1,5	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,4
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ενός φύλλου	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5
			4-8-4	2,1	1,7	1,3
			4-12-4	1,7	1,3	1,1
			4-16-4	1,4	1,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2
Τριπλή	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6
	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	≤0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5

3.2.2.5. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου αναφέρεται στο πιστοποιητικό που συνοδεύει το προϊόν και προέρχεται από τον κατασκευαστή του. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση πρέπει να βεβαιώνεται ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφετέρου εξακριβώνοντας τον τύπο του κουφώματος με επιτόπου ελέγχους.

Στην περίπτωση κτιρίων των οποίων η οικοδομική τους άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία έναρξης ισχύος του ΚΕΝΑΚ και δεν είναι εφικτό να πιστοποιηθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου, μπορεί να λάβει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 3.13. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου. ^[2]

Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [$W/(m^2K)$]
Μεταλλικό πλαίσιο	χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	με θερμοδιακοπή	1,0-3,8
Συνθετικό πλαίσιο	Πολιουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC με παραπάνω από τρεις θαλάμους	1,0-2,0
Ξύλινο πλαίσιο	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,4
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,0
	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,7
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,5

3.2.2.6. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψ_g

Για τον προσδιορισμό της θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της γραμμικής θερμογέφυρας που εμφανίζεται κατά μήκος της συναρμογής της υάλωσης με το πλαίσιο.

Στην περίπτωση κουφωμάτων που φέρουν μονούς υαλοπίνακες, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ_g ισούται με μηδέν.

Στην περίπτωση κουφωμάτων με μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες, χωρίς κάποια ειδική επίστρωση χαμηλής εκπομπής, η επίδραση της θερμογέφυρας στο συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας είναι μικρή και γι' αυτό το λόγο γενικά μπορεί να αγνοηθεί.

Γενικώς, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου και του υαλοπίνακα. Το μήκος της θερμογέφυρας ισούται με το μήκος της περιμέτρου της συναρμογής του υαλοπίνακα με το πλαίσιο.

Πίνακας 3.14. Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα. [3]

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ_g [W/(m.K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

3.2.3. Υπολογισμός των θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτιρίου που εμφανίζεται, σε σχέση με τις γειτονικές τους, διαφοροποίηση στην θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης, είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου, είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σε αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτιριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενoi ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επομισιδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτιρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτιρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στις γραμμικές, και
- στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στην δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει.

Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση ενώ η επίδραση τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα· γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους. Ως προς τις αιτίες δημιουργίας τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- στις γεωμετρικές,
- στις κατασκευαστικές,
- σε συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων.

Οι γεωμετρικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με την συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σε αυτή την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας.

Ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, η τιμή του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται.

Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων λαμβάνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων αρνητικές λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Στα πλαίσια των υπολογισμών με βάση τον KENAK, γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, αρνητική, θετική ή μηδενική τιμή ανάλογα με την περίπτωση.

Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:^[3]

- ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, που εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ , μετρούμενο σε $W/(m \cdot K)$ και
- το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας l , που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου, μετρούμενο σε m .

Τις θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζει το γινόμενο $\Psi \cdot l$ (σε W/K).

Ως προς την θέση εμφάνισης τους στο κτίριο, οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

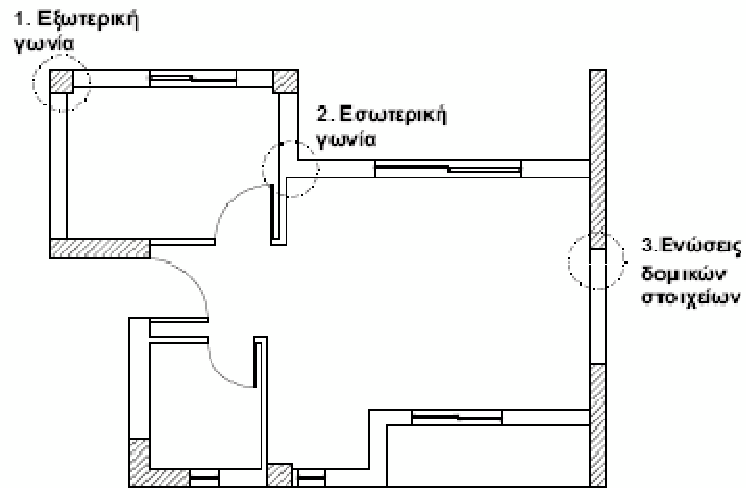
1. στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**).
2. στη συναρμογή των οριζοντίων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**).
3. στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτιρίου και δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες:

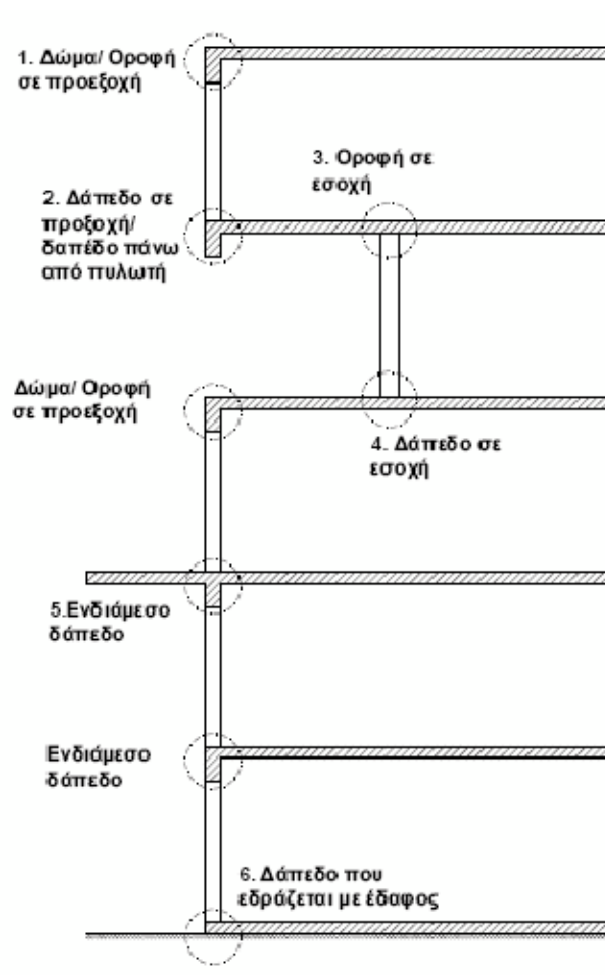
1. θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
2. θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
3. θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτιρίου και δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται σε έξι υποκατηγορίες:

1. θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (Δ)
2. θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/δαπέδου πάνω από πυλωτή ($\Delta\Pi$)
3. θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
4. θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή ($\Delta\text{Ε}$)
5. θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
6. θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)



Σχήμα 3.4. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης κατακόρυφων θερμογεφυρών. [3]



Σχήμα 3.5. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης οριζόντιων θερμογεφυρών. [3]

Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:

- I. θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ).
- II. θερμογέφυρες στο ανωκάσι / κατωκάσι του κουφώματος (ΑΚ).

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου πρέπει να είναι γνωστή η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ και το μήκος l της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στους πίνακες 16α έως 16λ της ΤΟΤΕΕ 20701_2_2010 παρατίθενται οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που εμφανίζονται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτιριακό κέλυφος. Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ψ , ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού δισδιάστατης ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων.

Εναλλακτικά, για την διευκόλυνση των υπολογισμών των γραμμικών θερμογεφυρών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο πίνακας 15 της ίδιας ΤΟΤΕΕ. Σε αυτήν την περίπτωση οι συνολικές ροές θερμότητας που προκύπτουν είναι αυξημένες σε σχέση με αυτές που προκύπτουν με χρήση των σχημάτων.

Στον εν λόγω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της γραμμικής θερμοπερατότητας με βάση:

- τη θέση εμφάνισης της θερμογέφυρας.
- τη θέση της θερμομόνωσης (π.χ. εσωτερικά, εξωτερικά ή στον πυρήνα των δομικών στοιχείων).

Για να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε κατασκευής με στόχο την ακριβέστερη προσέγγιση της τιμής Ψ της γραμμικής θερμοπερατότητας των θερμογεφυρών, δίνονται στον ίδιο πίνακα για κάθε βασική κατηγορία θέσης της θερμομόνωσης οι κατάλληλες προσαυξήσεις / μειώσεις, ανάλογα με την κατασκευαστική πρακτική που συναντάται.

Έτσι, τα βασικά βήματα είναι τα εξής:^[3]

1. επιλογή του τύπου της θερμογέφυρας ανάλογα με τη θέση εμφάνισής της στο κτιριακό κέλυφος.
2. επιλογή της βασικής κατηγορίας θέσης ανάλογα με την θέση της θερμομόνωσης.
3. Λήψη της αντίστοιχης τιμής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ από τον πίνακα 15 και προσδιορισμός του μήκους εμφάνισης της συγκεκριμένης θερμογέφυρας.
4. σύγκριση των γενικών συνθηκών που ορίζει η βασική κατηγορία ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης σε σχέση με αυτές που αποτυπώνονται στα αρχιτεκτονικά σχέδια.
5. λήψη της αντίστοιχης προσαύξησης/μείωσης του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας και υπολογισμός του αντίστοιχου μήκους για το οποίο ισχύει η συνθήκη.
6. Άθροισμα των γινομένων των επί μέρους συντελεστών γραμμικής θερμοπερατότητας επί τα μήκη των αντίστοιχων θερμογεφυρών.

Διευκρινίσεις

Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει δύο θερμικές ζώνες, αφού προσδιοριστεί ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας διαιρείται δια του δύο και λαμβάνεται ανεξάρτητα για τις δύο ζώνες.

Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει θερμαινόμενο χώρο με εξωτερικό αέρα και μη θερμαινόμενο χώρο, για τον προσδιορισμό της τιμής της γραμμικής θερμοπερατότητας ο μη θερμαινόμενος χώρος θα λαμβάνεται ως εξωτερικό περιβάλλον. Αφού προσδιοριστεί ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας αυτός διαιρείται δια του δύο λαμβάνεται ανεξάρτητα για τον υπολογισμό των ροών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον και των ροών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς τον μη θερμαινόμενο.

Συμπερασματικά:

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων της 1^{ης} κατηγορίας οι θερμογέφυρες μπορούν να παραλειφθούν, καθώς η θερμική προστασία των κτιρίων εκείνης της περιόδου είναι ούτως ή άλλως ανεπαρκής.

Τα κτίρια της 2^{ης} κατηγορίας θεωρητικά είναι κατά την πλειοψηφία τους θερμομονωμένα, χωρίς όμως να πληρούν τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Γι' αυτό το λόγο οι θερμογέφυρες δεν πρέπει να παραλειφθούν, αλλά προσεγγιστικά να

ληφθούν υπόψη στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, προσαυξάνοντας το συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου κατά $\Delta U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος. Να σημειωθεί πως η προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων κατά $\Delta U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ισχύει και για τα κτίρια της 1^{ης} και 2^{ης} κατηγορίας, που έχουν υποστεί ανακαίνιση με θερμική ενίσχυση των κατακόρυφων δομικών τους στοιχείων.

Στα κτίρια της 3^{ης} κατηγορίας, οι υπολογισμοί γίνονται αναλυτικά όπως παραπάνω.

Σε περίπτωση που ένα κτίριο έχει τμήματα κατασκευασμένα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, η γραμμική θερμοπερατότητα λαμβάνεται βάσει της νεότερης κατασκευής.

3.2.4. Υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V

Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) και τον έλεγχο της θερμικής του επάρκειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός ορισμένων γεωμετρικών μεγεθών του κτιρίου και συγκεκριμένα:

- ✓ Ο υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων.
- ✓ Ο υπολογισμός των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών.
- ✓ Ο όγκος του κτιρίου.

Αυτά τα μεγέθη είναι σκόπιμο να υπολογισθούν κατ' όροφο και κατά επιφάνεια, προκειμένου να διευκολυνθεί ο υπολογισμός. Χρήσιμη κρίνεται η κατασκευή πίνακα που θα δίνει:

- το πλάτος του κάθε δομικού στοιχείου,
- το ύψος του,
- το εμβαδό του.

Τα επί μέρους αθροίσματα αυτών των ποσοτήτων δίνουν τα συνολικά μεγέθη στην επιφάνεια του κελύφους για κάθε διαφορετικό δομικό στοιχείο.

Κατ' αντίστοιχο τρόπο μπορεί να υπολογισθεί το μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας για κάθε διαφορετικό τύπο θερμογέφυρας.

Για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτιρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας. Ειδικότερα:

- Για την εύρεση του A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτιρίου.
- Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτιρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

Στον όγκο του κτιρίου **δεν** συμπεριλαμβάνονται:

- Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πιλοτή.
- Ο χώρος της εισόδου, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι, αν θεωρηθούν ως μη θερμαινόμενοι. Αντίθετα, συμπεριλαμβάνονται κανονικά στον όγκο του κτιρίου αν θεωρηθούν θερμαινόμενοι.
- Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν είναι θερμαινόμενοι.
- Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου ή σε επαφή με αυτό, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι.
- Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα.
- Ο μη κατοικήσιμος χώρος που διαμορφώνεται επάνω από την οροφή και κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη. Προφανώς αν ο χώρος είναι κατοικήσιμος (σοφίτα), συυπολογίζεται στον όγκο του κτιρίου και η στέγη οφείλει να θερμομονωθεί, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις του πρώτου ελέγχου, δηλαδή $U_{\text{στέγης}} \leq U_{\text{max}}$.
- Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
- Κάθε κλειστός χώρος που δεν θεωρείται θερμαινόμενος (π.χ. εργαστήρια που από τη φύση της λειτουργίας τους δεν θερμαίνονται).

- Οι όγκοι, τους οποίους καταλαμβάνουν αίθριοι χώροι μέσα στο σώμα του κτιρίου, δηλαδή μη στεγασμένα τμήματα του κτιρίου που περιβάλλονται από όλες τις πλευρές τους από το κτίριο ή από άλλα κτίρια του οικοπέδου.
- Οι φωταγωγοί του κτιρίου.
- Οι υποχρεωτικώς ή προαιρετικώς ακάλυπτοι χώροι.
- Κάθε ανοικτός χώρος, που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είτε βρίσκεται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου είτε όχι.

Οι εξωτερικές επιφάνειες σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, εφόσον αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία με θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό της επιφάνειας A στο σύνολό τους, πολλαπλασιαζόμενες με ένα μειωτικό συντελεστή (b), όπως ορίζεται σε επόμενη ενότητα.

Στα προσαρτημένα θερμοκήπια, τα οποία λειτουργούν ως παθητικά ηλιακά συστήματα, ως εξωτερική επιφάνεια λαμβάνεται ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ κυρίως χώρου του κτιρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου και όχι η εξωτερική γυάλινη όψη του θερμοκηπίου.

Επιφάνειες του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτιρίου είτε αυτό το κτίριο βρίσκεται εντός του ίδιου οικοπέδου είτε στο όμορο (δηλαδή τα δύο κτίρια βρίσκονται σε επαφή στο διαχωριστικό όριο των δύο οικοπέδων) λαμβάνονται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον και δεν υπάρχει κάποια ξεχωριστή αντιμετώπιση.

Σε περίπτωση που ο θερμαινόμενος όγκος του κτιρίου αποτελείται από επί μέρους όγκους, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από μη θερμαινόμενους χώρους και δεν έχουν δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ τους, ως όγκος του κτιρίου λαμβάνεται για τον υπολογισμό του λόγου A/V το άθροισμα όλων αυτών των επί μέρους θερμαινόμενων όγκων (π.χ. θερμαινόμενος υπόγειος χώρος που χωρίζεται από τους θερμαινόμενους ορόφους με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακостаσίου και της εισόδου της πολυκατοικίας). Ομοίως, ως εξωτερική επιφάνεια A λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων.^[2]

Σε όλες τις περιπτώσεις η εύρεση του λόγου A/V οδηγεί στον προσδιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου όπως αυτή ορίζεται για κάθε κλιματική ζώνη από τον πίνακα 3.3β.

3.2.5. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m)

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτιρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του U_m προκύπτει από τον τύπο:^[3]

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^k l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου:

- U_m [$W/(m^2 \cdot K)$] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου,
- n [-] το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,
- k [-] το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας A_j του κελύφους.
- A_j [m^2] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου.
- U_j [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου,
- l_i [m] το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου.
- Ψ_i [$W/(m \cdot K)$] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,
- b [-] μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται σε επόμενη ενότητα) για κάθε τύπο δομικού στοιχείου και θερμογέφυρας.

Το ηηλίκο U_m που υπολογίζεται από τον παραπάνω τύπο συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ με βάση το λόγο A/V και την κλιματική ζώνη, κατά τον πίνακα 3.3β.

Πρέπει πάντα να ισχύει:^[2]

$$U_m \leq U_{m,max}$$

Αν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή, έχοντας προηγουμένως βελτιώσει τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους δομικών στοιχείων (π.χ. αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων, μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων κ.ά.).

Για τη εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Στον υπολογισμό του U_m συμμετέχουν όλες οι επιφάνειες που περικλείουν το κέλυφος του κτιρίου. Συμμετέχουν επίσης παντός είδους επιφάνειες που συνορεύουν με αίθριους χώρους, φωταγωγούς κ.τ.λ., που βρίσκονται μέσα στο σώμα του κτιρίου.
- Ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) κατά παραδοχή με τιμή τη μέγιστη επιτρεπόμενη, την προβλεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με εξωτερικό αέρα της αντίστοιχης κλιματικής ζώνης.
- Το προσαρτημένο θερμοκήπιο θεωρείται μη θερμαινόμενο χώρος και ως εξωτερικό στοιχείο του κελύφους λαμβάνεται το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτιρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου. Αυτό το δομικό στοιχείο θα υπεισέρχεται στον υπολογισμό κατά παραδοχή με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή U που προβλέπεται ανά ζώνη ως εξής:
 - Για αδιαφανές δομικό στοιχείο (τοιχοποιία) με την τιμή της τοιχοποιίας, της ερχόμενης σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.
 - Για διαφανή δομικά στοιχεία (κουφώματα) με την τιμή του κουφώματος ανοίγματος.

Αν ωστόσο ένα δομικό στοιχείο του ενδιαμέσου διαχωριστικού τοίχου του προσαρτημένου θερμοκηπίου παρουσιάζει τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U μικρότερη της μέγιστης επιτρεπόμενης, υπεισέρχεται στον υπολογισμό με αυτήν την καλύτερη τιμή.

Όλα τα δομικά στοιχεία του προσαρτημένου θερμοκηπίου, θεωρούμενα ως δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό του U_m με το μειωτικό συντελεστή.

3.2.6. Ο μειωτικός συντελεστής (b)

Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα $A \cdot U$ (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος 1°C (ή 1 K). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη. Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα στην πραγματικότητα.

Έτσι ο μειωτικός συντελεστής (b) λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις:^[3]

❖ Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή $b = 1,0$, καθώς η ποσότητα $A \cdot U$ θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή $b = 1,0$ ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

❖ Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο.

Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτιρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή συντελεστή $b = 1,0$, διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτιρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι.

Αντίθετα, στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτιρίου και αποτιμάται η πραγματική μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων των ερχόμενων σε επαφή με τα δομικά στοιχεία του όμορου κτιρίου.

❖ Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτιρίου.

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτιρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού συντελεστή $b = 0,5$.

Για παράδειγμα σε περίπτωση προσθήκης νέου κτίσματος (ή και ενός μόνο δωματίου) σε υφιστάμενο θερμομονωμένο ή μη θερμομονωμένο κτίριο τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν το υφιστάμενο κτίριο από την προσθήκη υπάγονται σ' αυτήν την κατηγορία. Αν το διαχωριστικό δομικό στοιχείο αποτελεί μέρος του υφιστάμενου, θα πρέπει να θερμομονωθεί κατά την κατασκευή του νέου προστιθέμενου κτίσματος. Παρέχεται ωστόσο η δυνατότητα ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας να γίνει για το σύνολο του κτιρίου (υφιστάμενου και προσθήκης) με την προϋπόθεση της ριζικής ανακαίνισης του υφιστάμενου και της πλήρους θερμομονωτικής του προστασίας.

❖ Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.

Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή $b = 1,0$, καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση R_{RU} του στρώματος αέρα μεταξύ

της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης. Σ' αυτήν την τιμή, όπως έχει αναφερθεί, συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της μη θερμομονωμένης στέγης.

❖ Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό, μη θερμαινόμενο χώρο.

Στην περίπτωση αυτή η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο είναι ίση με τη ροή θερμότητας από το μη θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον, επηρεασμένη κατά την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται ή απάγεται μέσω αερισμού στο μη θερμαινόμενο χώρο.

Ο μειωτικός συντελεστής (b_u), που καθορίζει την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου, προκύπτει από την αναλογική σχέση των μεταφερόμενων ποσοτήτων θερμότητας από τον ένα χώρο στον άλλο και κατά το βαθμό επηρεασμού τους από τον αερισμό του χώρου σύμφωνα με τον τύπο: ^[3]

$$b_u = \frac{\sum(U_{u/a} \cdot A_{u/a}) + (n_u \cdot V_u \cdot c_{\alpha\epsilon\rho\alpha})}{\sum(U_{u/a} \cdot A_{u/a}) + \sum(U_{i/u} \cdot A_{i/u})} \quad [-]$$

Όπου:

- $U_{u/a}$ [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
- $U_{i/u}$ [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
- $A_{u/a}$ [m^2] το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
- $A_{i/u}$ [m^2] το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη

- θερμαινόμενο χώρο,
- n_u [-] το πλήθος των εναλλαγών αέρα ανά ώρα, V_u [m³] ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
- **σαέρα** [W/(m³·K)] η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: σαέρα = 0,33 W/(m³·K).

Το πλήθος των εναλλαγών αέρα n_u ορίζεται ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου κατά τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.15. Εναλλαγές αέρα ανά ώρα ενός μη αεριζόμενου χώρου με το εξωτερικό του περιβάλλον βάσει του βαθμού αεροστεγανότητάς του.^[3]

Α/Α	Βαθμός αεροστεγανότητας	Εναλλαγές αέρα ανά ώρα n_u
		[h ⁻¹]
1	Χωρίς ανοίγματα, υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς αερισμό	0,1
2	Υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς χρήση ανοιγμάτων για αερισμό	0,5
3	Υψηλή αεροστεγανότητα, μικρά ανοίγματα για αερισμό	1
4	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω τοπικών διαμπερών αρμών ή λόγω μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	3
5	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω μεγάλου πλήθους διαμπερών αρμών ή μεγάλων ή πολλών μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	10

Ωστόσο, εναλλακτικά, παρέχεται η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις που το δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο να ληφθεί κατά απλοποιητική παραδοχή ως τιμή του μειωτικού συντελεστή $b_u = 0,50$.

❖ **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.**

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται $b = 1,0$.

3.2.7. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης C_m (kJ/K) υπολογίζεται με βάση τη θερμοχωρητικότητα και την επιφάνεια των δομικών στοιχείων που περικλείουν τη θερμική ζώνη και βρίσκονται σε άμεση επαφή με τον εσωτερικό αέρα της ζώνης. Συγκεκριμένα, η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης προκύπτει από την εφαρμογή της σχέσης:^[2]

[kJ/K]

όπου:

- **C_m [kJ/K]** η εσωτερική θερμοχωρητικότητα της θερμικής ζώνης,
- **A_j [m²]** η εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου.
- **k_j [kJ/(m²·K)]** η εσωτερική θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα επιφάνειας του δομικού στοιχείου j .

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα προσδιορίζεται από τη θερμοχωρητικότητα των υλικών που δομικού στοιχείου που βρίσκονται μέχρι το «μέγιστο» ενεργό βάθος του δομικού στοιχείου. Το ενεργό βάθος ορίζεται ως η μικρότερη τιμή που αντιστοιχεί στην απόσταση από την επιφάνεια του δομικού στοιχείου προς τον εσωτερικό χώρο μέχρι τη θέση της θερμομονωτικής στρώσης, το ήμισυ του πάχους του δομικού στοιχείου ή τα 10 cm.

Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [$\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})$] θερμικής ζώνης ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης A σε m^2 , σύμφωνα με τη σχέση:^[2]

$$c_m = \frac{C_m}{A}$$

Για την ενεργειακή μελέτη και την ενεργειακή επιθεώρηση η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης πρέπει να υπολογιστεί με βάση τα παραπάνω ή, εναλλακτικά, να εκτιμηθεί προσεγγιστικά με βάση τον τύπο και τον τρόπο δόμησης του κτιρίου από τον παρακάτω πίνακα.

Για το κτίριο αναφοράς η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα κάθε θερμικής ζώνης λαμβάνεται ίση με $250 \text{ kJ}/(\text{K}\cdot\text{m}^2 \text{ θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου})$.

Πίνακας 3.16. Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m^2 δαπέδου.^[2]

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ($\text{kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

3.2.8. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας

Η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία αδιαφανή επιφάνεια μπορεί να ανακλαστεί ή να απορροφηθεί από αυτή. Το άθροισμα του ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται και του ποσοστού που απορροφάται από μια επιφάνεια ισούται με τη μονάδα:^[2]

$$\rho + \alpha = 1$$

όπου:

- ρ , ο συντελεστής ανακλαστικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία,
- α , ο συντελεστής απορροφητικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία.

Τόσο η ανακλαστικότητα, όσο και η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός αδιαφανούς υλικού ή μιας επιφάνειας εξαρτώνται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από το χρώμα και την υφή της. Η ανακλαστικότητα στιλπνών και λείων επιφανειών πλησιάζει προς τη μονάδα, ενώ η απορροφητικότητά τους είναι αντίστοιχα μειωμένη. Από την άλλη, σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες εμφανίζουν υψηλή απορροφητικότητα και χαμηλή ανακλαστικότητα. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και μπορεί να έχουν σημαντικό ρόλο, κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των δωματίων.

Για το κτίριο αναφοράς, η απορροφητικότητα των εξωτερικών του επιφανειών λαμβάνεται ίση με:

- ✓ 0,40 για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία,
- ✓ 0,40 για τα δώματα και
- ✓ 0,60 για επικλινείς στέγες.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας για διάφορες επιφάνειες που συναντώνται ως τελικές επιστρώσεις των κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων του περιβλήματος.

Πίνακας 3.17. Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία. ^[3]

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλαζίο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σωμόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωματίων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30

3.2.9. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία

Ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από μία εξωτερική επιφάνεια εκπέμπεται προς το περιβάλλον με τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας. Η ικανότητα εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό και τη διαμόρφωση της τελικής του επιφάνειας.

Για τα περισσότερα δομικά υλικά ο συντελεστής εκπομπής κυμαίνεται μεταξύ 0,80 και 0,90. Χαμηλές τιμές του συντελεστή εκπομπής των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους συναντώνται σε στιλπνές επιφάνειες από μέταλλο (αλουμίνιο, ορείχαλκο ή κασσίτερο).

Για την ενεργειακή μελέτη και την ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής εκπομπής σε θερμική ακτινοβολία ε μπορεί να ληφθεί από τον ακόλουθο πίνακα. Στην περίπτωση που η τελική επιφάνεια διαμορφωθεί με κάποιο ειδικό υλικό (π.χ. ανακλαστικά μεταλλικά φύλλα κ.ά.), λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς η τιμή του συντελεστή εκπομπής του συγκεκριμένου υλικού που εμφανίζεται σε σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

Για το κτίριο αναφοράς ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου αναφοράς λαμβάνεται ίσος με 0,80.^[2]

Πίνακας 3.18. Τιμές του συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας.

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

3.2.10. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Επειδή όπως αναφέρθηκε η τιμή του g_w εξαρτάται από το ποσοστό του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τύπο κουφώματος ξεχωριστά. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g_w υπολογίζεται από τη επόμενη σχέση.^[2]

$$g_w = g_{gl} \cdot (1 - F_f)$$

όπου:

- F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,
- g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα (g_{gl}), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή g δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον ακόλουθο πίνακα.^[2]

Πίνακας 3.19. Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση g , της ημισφαιρικής διαπερατότητας g_{em} καθώς και της μέσης διαπερατότητας g_{gl} για διάφορους τύπους υαλοπίνακα.

Τύπος υαλοπίνακα	g	g_{gl}	g_{em}
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77	0,78
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68	0,66
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60	0,56
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68	0,66

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου:

- Όταν υπάρχει μελέτη κλιματισμού, η τιμή του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται από τη μελέτη.
- Στην περίπτωση έγχρωμων ή ανακλαστικών υαλοπινάκων και όταν η εύρεση επιπλέον στοιχείων σχετικά με τις ιδιότητες τους είναι αδύνατη, ο συντελεστής ηλιακών κερδών λαμβάνεται ίσος με $g = 0,50$.
- Στην περίπτωση αδιαφανών υαλοπινάκων, ο συντελεστής ηλιακών κερδών g θεωρείται 0.
- Όταν δεν υπάρχει από τη μελέτη ο συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, τότε λαμβάνονται οι συντελεστές του ακόλουθου πίνακα της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, ανάλογα με το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα.

Πίνακας 3.20. Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων. ^[2]

Τύπος υαλοπίνακα	Ποσοστό πλαισίου F_f			
	10%	20%	30%	40%
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36
Διπλό παράθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27

Για το κτίριο αναφοράς ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία είναι $g = 0,76$, για κάθετη πρόσπτωση. Η μέση διαπερατότητα του υαλοπίνακα g_{gl} θα είναι $0,9 \times 0,76 = 0,68$. Για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ποσοστό πλαισίου 20%, οπότε η συνολική διαπερατότητα του κουφώματος λαμβάνεται 0,55.

3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ

Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτιρίου, όπως προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής (π.χ. εσοχές). Η κινητή εσωτερική σκίαση δεν λαμβάνεται υπόψη.

Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, είτε πρόκειται για την ενεργειακή μελέτη ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτιρίου είτε για την ενεργειακή επιθεώρηση, με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταξύ τους συντελεστών σκίασης.

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα) και την γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο, ανάλογα με το είδος σκιάστρου. Στην περίπτωση ταυτόχρονης ύπαρξης προβόλου και εξωτερικού σκιάστρου η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται. Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γεινιάζοντα κτίρια κ.τ.λ.),
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο
- και του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκιάστρο κατά περίπτωση.

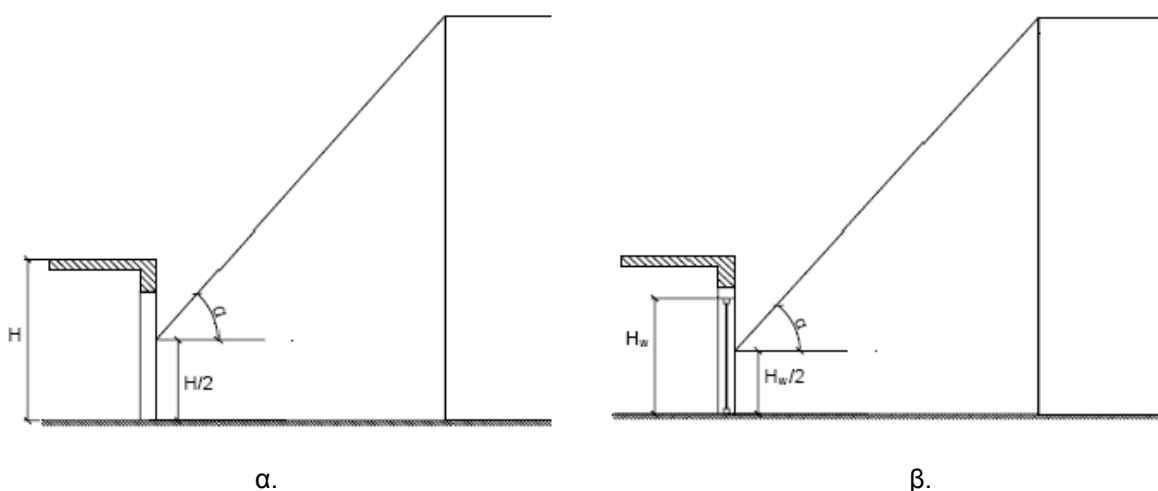
Τονίζεται ότι όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα (1), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

Στην περίπτωση καλά θερμομονωμένων κτιρίων η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία είναι περιορισμένη. Για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, με συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφων αδιαφανών δομικών στοιχείων μικρότερο από $0,6 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$, ο συντελεστής σκίασης θεωρείται ίσος με 0,9.

3.3.1. Συντελεστής σκίασης οριζοντα F_{hor}

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτιρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτιρίων). Όταν ο οριζοντας είναι ελεύθερος ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{hor} = 1$), ενώ για πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν ($F_{hor} = 0$).

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης οριζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας α του εμποδίου, κατά το επόμενο σχήμα. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης οριζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία α ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη παρειά του εμποδίου. Αντίθετα, η τιμή της γωνίας α πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο ξεχωριστά και αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με την άνω παρειά του εμποδίου.



Σχήμα 3.6. Γραφική απεικόνιση της γωνίας α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).^[2]

Η τιμή του συντελεστή σκίασης ορίζοντα τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον επόμενο πίνακα ανάλογα με τη γωνία θέασης του εμποδίου α (κυμαίνεται από 10° έως 70°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Πίνακας 3.21. Συντελεστή σκίασης από ορίζοντα $F_{hor}^{[3]}$

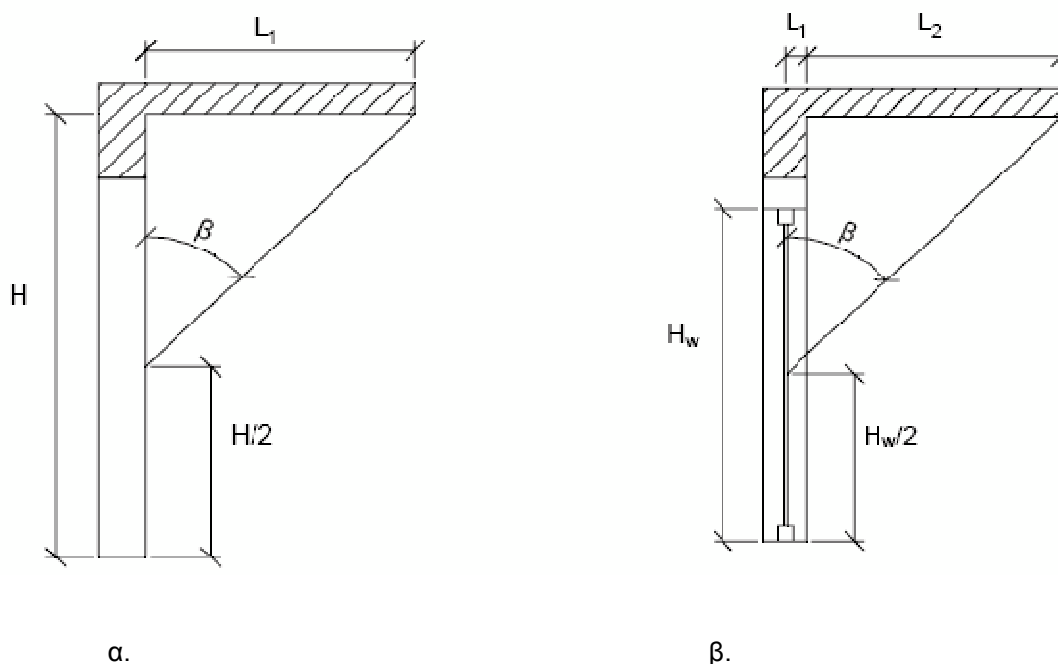
Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	BA και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

3.3.2. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων (F_{ov}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα ($F_{ov} = 1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{ov} = 0$).

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από προβόλους είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του προβόλου. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης προβόλου για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία β αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο, που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρασ του προβόλου, κατά το ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 3.7. Γραφική απεικόνιση της γωνίας β , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).^[2]

Αντίθετα, η γωνία β πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο ξεχωριστά. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με το πέρασ του προβόλου.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από προβόλους τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον επόμενο πίνακα ανάλογα με τη γωνία β του προβόλου (κυμαίνεται από 10° έως 90°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Πίνακας 3.22. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_{ov} [3]

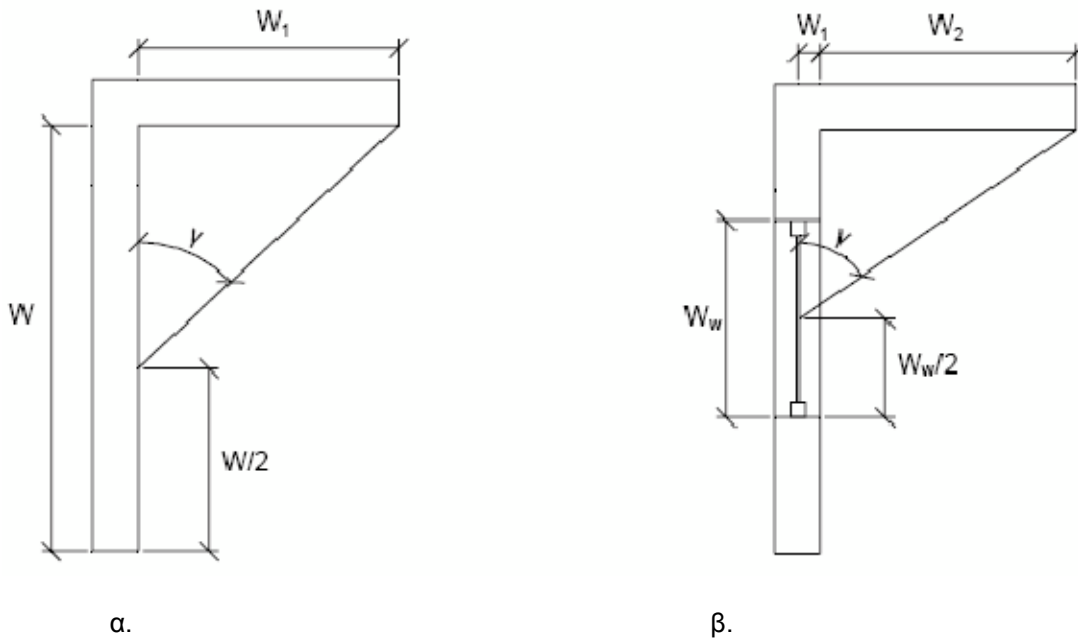
Γωνία β	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	BA και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

3.3.3. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές (F_{fin}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ίδιου του κτιρίου, διπλανών κτιρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα ($F_{fin} = 1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{fin} = 0$).

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης πλευρικής προεξοχής για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία γ αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της όψης με το πέρασ της πλευρικής προεξοχής, κατά το ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 3.8. Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).^[2]

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τους παρακάτω πίνακες ανάλογα με τη γωνία γ της πλευρικής προεξοχής (κυμαίνεται από 10° έως 70°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Στην περίπτωση που η επιφάνεια σκιάζεται και από τις δυο μεριές, λαμβάνονται και οι δυο συντελεστές ανεξάρτητα και γίνεται χρήση του συνολικού συντελεστή σκίασης ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο.

Πίνακας 3.23.α Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} , από την αριστερή πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).^[3]

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

Πίνακας 3.23.β Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} , από την δεξιά πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).^[3]

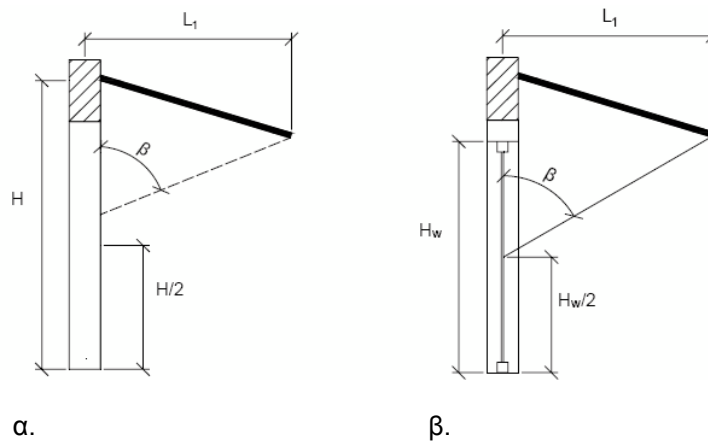
Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

3.3.4. Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας

Στην περίπτωση ύπαρξης τέντας, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία που προσφέρει κατά τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου θεωρείται ότι δεν υπάρχει σκίαση λόγω τέντας. Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, όταν υπάρχει παράλληλη σκίαση λόγω τέντας και λόγω προβόλου, η σκίαση λόγω προβόλου αγνοείται.

Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από τέντες είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β της τέντας. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με το πέρασ της τέντας σε πλήρη έκταση, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από τέντα για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα συντελεστών σκίασης λόγω προβόλου ανάλογα με τη γωνία β της τέντας και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περίοδο θέρμανσης ο συντελεστής σκίασης λόγω τέντας λαμβάνεται ίσος με την μονάδα.



α.

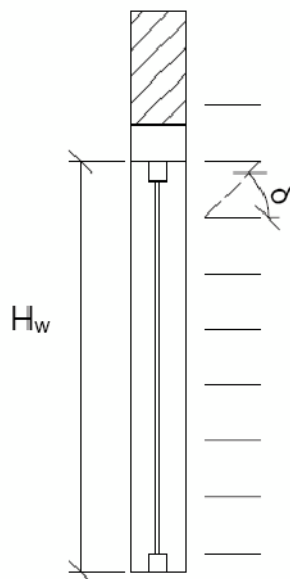
β.

Σχήμα 3.9. Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).^[2]

3.3.5. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων

Στην περίπτωση ύπαρξης μόνιμων εξωτερικών περσίδων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία που προσφέρουν κατά τη θερινή περίοδο αλλά και κατά τη χειμερινή περίοδο με χρήση του συντελεστή σκίασης F_{sh} . Για την εκτίμηση του συντελεστή γωνίας δ που σχηματίζουν οι περσίδες, ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από οριζόντιες περσίδες τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον ακόλουθο πίνακα ανάλογα με τη γωνία δ , τον τύπο των περσίδων και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.



Σχήμα 3.10. Γραφική απεικόνιση της γωνίας δ , που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περσίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο.^[2]

Πίνακας 3.24. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες F_{sh} .^[2]

Τύπος περσίδων	Γωνία δ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
			N	NA και NΔ	A και Δ	BA και ΒΔ	B
Σταθερές οριζόντιες	30°	θέρμανσης	0,65	0,65	0,64	0,64	0,65
		ψύξης	0,51	0,57	0,61	0,62	0,64
Σταθερές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,36	0,39	0,44	0,45	0,49
Κινητές οριζόντιες	45°	θέρμανσης	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
		ψύξης	0,03	0,07	0,12	0,23	0,41

3.4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Για τον υπολογισμό του αερισμού του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη ξεχωριστά ο αερισμός από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.), από τη χρήση φυσικού αερισμού για την επίτευξη άνετων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και από τη χρήση μηχανικού αερισμού στην περίπτωση που υπάρχει ανάλογη διάταξη.

Οι διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας υπολογίζονται με τη χρήση τιμών αεροστεγανότητας, που αναφέρονται συνολικά στο χώρο, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι διαφυγές τόσο από τα κουφώματα (θέσεις συναρμογής με τα περιμετρικά δομικά στοιχεία και θέσεις επαφής των σταθερών πλαισίων με τα κινητά φύλλα), όσο και από άλλες διόδους του κελύφους (αρμούς κ.τ.λ.). Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνεται υπόψη μόνον ο αερισμός λόγω της ύπαρξης των χαραμάδων στα κουφώματα, όπως περιγράφεται ακολούθως.

Ο φυσικός και ο μηχανικός αερισμός πραγματοποιούνται με την ανανέωση του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος, για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών υγιεινής και άνεσης. Στη μεθοδολογία ορίζονται τα απαιτούμενα επίπεδα νωπού αέρα ανάλογα με την κατηγορία και τη χρήση του κτιρίου.

Οι τιμές για τα δύο είδη αερισμού λαμβάνονται ξεχωριστά, δεδομένου ότι ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας έχει συνεχή λειτουργία, ενώ ο αερισμός για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών ποιότητας αέρα πραγματοποιείται μόνο κατά τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου.

3.4.1. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές φυσικού αερίου) ή των καμινάδων εστιών καύσης (τζάκι, θερμάστρα πετρελαίου ή ξύλων κ.ά.), καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Ο αερισμός μέσω θυρίδων αερισμού ή καμινάδων εστιών καύσης (τζακιού, θερμάστρας ξύλων ή πετρελαίου κ.ά.), λαμβάνεται υπόψη κατά περίπτωση και σύμφωνα με το αριθμό των θυρίδων του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτιρίου. Στον πίνακα 3.25. δίνονται τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο, όσο και στο κτίριο αναφοράς.^[2]

Πίνακας 3.25. Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα (m ³ /h)
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών φυσικού αερίου	10

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των χαραμάδων (αεροστεγείς ή όχι), το αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, καθώς και από την αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:^[2]

$$V_{inf} = \sum (1 \cdot a) \cdot R \cdot H$$

όπου:

- **I [m]** το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.),
- **a [m³/(h.m)]** ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.26., ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος,
- **R [–]** ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφάνειας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.27.,
- **H [–]** ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.28.

Πίνακας 3.26. Συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες ανοιγμάτων για τον υπολογισμό του αερισμού.^[3]

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας α		
Υλικό πλαισίου	Είδος ανοίγματος	α [m ³ /(h.m)]
Ξύλο	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επάλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	3,0
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	2,5
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση.	2,0
Μέταλλο ή Συνθετικό	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επάλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	1,5
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	1,4
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	1,2

Πίνακας 3.27. Συντελεστής διεισδυτικότητας R για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων. [3]

Συντελεστής διεισδυτικότητας R		
Εξωτερικό παράθυρο ή πόρτα	Λόγος εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα	R
Κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο	<3	0,9
	3 ÷ 9	0,7
Κούφωμα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο	<6	0,9
	≥6	0,7

Πίνακας 3.28. Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης H για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων. [3]

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H			
Ανεμόπτωση	Θέση εξωτερικής επιφάνειας	Τρόπος δόμησης	
		Ύψεις σε επαφή με όμορου	Ελεύθερες όψεις
Κανονική	Προστατευμένη	0,78	1,10
	Ελεύθερη	1,32	1,87
	Άκρως απροστάτευτη	1,94	2,71
Ισχυρή	Προστατευμένη	1,32	1,87
	Ελεύθερη	1,94	2,71
	Άκρως απροστάτευτη	2,65	3,65

Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση του κτιρίου και για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων λαμβάνονται οι τιμές $R = 0,7$ και $H = 1,87$ για κανονική ανεμόπτωση, ελεύθερη θέση και για ελεύθερες όψεις κτιρίου (μη ερχόμενες σε επαφή με όμορου). Μ' αυτές τις παραδοχές και για τις τιμές του συντελεστή αεροδιαπερατότητας α , όπως αναγράφονται στον σχετικό πίνακα 3.26, εκτιμήθηκαν τυπικές τιμές του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (δηλαδή λόγω διείσδυση του αέρα) ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος [$m^3/(h/m^2)$], όπως δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων καταγράφεται ο τύπος και η επιφάνεια των ανοιγμάτων και κατόπιν λαμβάνεται η τιμή αερισμού [$m^3/(h/m^2)$] λόγω χαραμάδων από τον πίνακα 3.29.^[2]

Πίνακας 3.29. Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος.

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[$m^3/(h/m^2)$]	[$m^3/(h/m^2)$]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο.	11,8	15,1
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο .	7,4	8,7
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	4,8	6,2
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Στην περίπτωση που το κτίριο ή η θερμική ζώνη εφάπτεται με μη θερμαινόμενο χώρο ή με χώρο προσαρτημένου θερμοκηπίου ή με χώρο κυκλοφορίας (διάδρομοι κτλ.) η διείσδυση αέρα μεταξύ των δύο χώρων λαμβάνεται μηδενική.

3.4.2. Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στις κατοικίες, ενώ στα κτίρια του τριτογενούς τομέα η απαίτηση για νωπό αέρα καλύπτεται με σύστημα μηχανικού αερισμού.

Ο φυσικός αερισμός των χώρων εφαρμόζεται μέσω της χρήσης των υφιστάμενων κουφωμάτων και καταγράφεται σε m^3/s . Εάν ένα κτίριο δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό (μέσω κλιματιστικής μονάδας διαχείρισης αέρα ή άλλου συστήματος αερισμού), ως φυσικός αερισμός λαμβάνονται τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών), όπως αναφέρονται στην σχετική παράγραφο. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα χώρο, τότε ο φυσικός αερισμός θεωρείται μηδενικός κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου.

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, για τον αερισμό των κτιρίων (μηχανικό ή φυσικό), προβλέπεται ότι:

- ✓ στο κτίριο αναφοράς των κατοικιών εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στην σχετική παράγραφο,
- ✓ στα κτίρια αναφοράς του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού όπως περιγράφεται στην αντίστοιχη ενότητα.

Ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, που υποδηλώνει το μέσο ποσοστό του χρόνου (καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) κατά τον οποίο εφαρμόζεται φυσικός αερισμός, υπολογίζεται από την ποσότητα του απαιτούμενου νωπού αέρα και τη διάρκεια λειτουργίας του κτιρίου. Για τα κτίρια κατοικίας η διάρκεια λειτουργίας θεωρείται κατά σύμβαση ίση με 18 ώρες ανά ημέρα και στο χρόνο αυτό γίνεται ισοκατανομή του απαιτούμενου νωπού αέρα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός παροχής φυσικού αερισμού σε m^3/s .

Ο αερισμός λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διδυμικός αερισμός) καθορίζεται ανάλογα με το είδος των κουφωμάτων, επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτιρίου και καθορίζεται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

3.4.3. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων

Για τους μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους, ο συνολικός αερισμός τους (φυσικός αερισμός και διείσδυση) λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα, ανάλογα με την περίπτωση.^[2]

Πίνακας 3.30. Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους.

Τύπος αεροστεγανότητας	Παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου [$m^3/h/m^3$]
Δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,1
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με επαρκή αεροστεγανότητα	0,5
Υπάρχουν κουφώματα με ανεπαρκή αεροστεγανότητα	1,0
Υπάρχουν κουφώματα με φθορές και συνεχή αερισμό	3,0

3.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), τα οποία έχουν επιλεγεί και διαστασιοποιηθεί κατά το σχεδιασμό του κτιρίου. Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα παθητικά ηλιακά συστήματα που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτίριο δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτίριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σ' αυτήν την περίπτωση, στο κτίριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με συντελεστές θερμοπερατότητας τους αντίστοιχους μέγιστους επιτρεπόμενους.

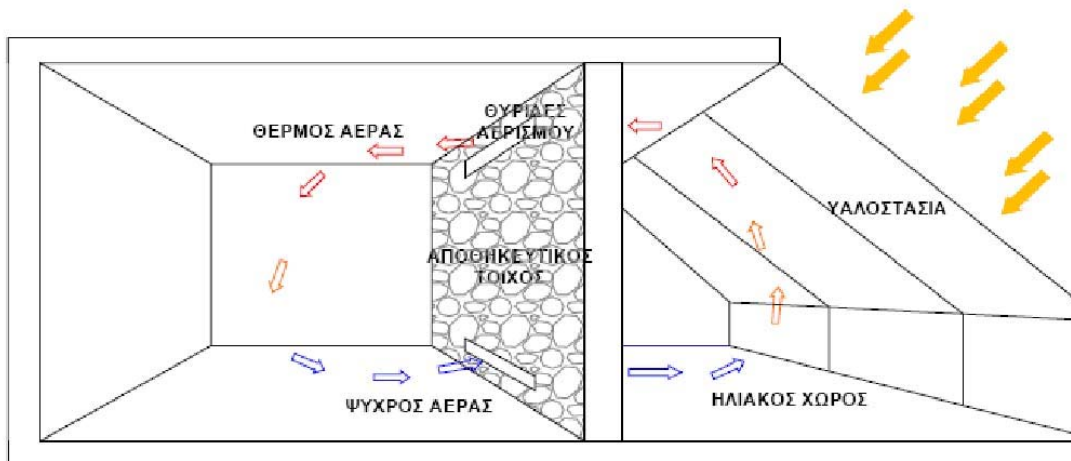
Ως παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, νοούνται τα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού ή αυτά με απόκλιση $\pm 30^\circ$ από το νότο. Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους κατασκευάζονται σε συνδυασμό με ειδικές εσωτερικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας, ώστε να αποθηκεύεται η θερμική ενέργεια. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου με άμεσο ηλιακό κέρδος η διαφοροποίηση του ως προς το κτίριο αναφοράς, είναι η επιπλέον αύξηση της ειδικής θερμοχωρητικότητας των εσωτερικών επιφανειών στους χώρους που ηλιάζονται.

Για το υπολογισμό της συνεισφοράς των παθητικών ηλιακών συστημάτων στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός και καταγραφή διαφόρων παραμέτρων που σχετίζονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων και αναφέρονται αναλυτικά στη μελέτη σχεδιασμού που περιλαμβάνεται στην ενεργειακή μελέτη του κτιρίου. Στους υπολογισμούς, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι:^[2]

- ✓ Ο τύπος του παθητικού ηλιακού συστήματος: άμεσου ηλιακού κέρδους και έμμεσου κέρδους, όπως το προσαρτημένο θερμοκήπιο (ηλιακός χώρος), ο τοίχος Trombe, ο τοίχος μάζας κ.ά.
- ✓ Η διαφανής επιφάνεια του παθητικού ηλιακού συστήματος σε m^2 . Ανάλογα με το παθητικό ηλιακό σύστημα, προσδιορίζεται η διαφανής επιφάνεια (υαλοστάσιο), τόσο ως προς τη γεωμετρία της (m^2), όσο και ως προς τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών όπως η θερμοπερατότητα, η ηλιακή

- διαπερατότητα, η ανακλαστικότητα και η διείσδυση του αέρα (m^3/sec). Επίσης καταγράφεται ο συντελεστής σκίασης, ο προσανατολισμός, η κλίση της επιφάνειας και η νυχτερινή προστασία.
- ✓ Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου κέρδους, ο προσδιορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών και της γεωμετρίας των εσωτερικών επιφανειών του χώρου, η οποία λαμβάνεται υπόψη ως επιφάνεια υψηλής θερμικής μάζας που αποθηκεύει τη θερμική ενέργεια από τον ήλιο. Γι' αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους (m), η θερμοχωρητικότητα τους ($kJ/kg.K$), η θερμοπερατότητά τους [$W/(m^2.K)$] και η απορροφητικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία.
 - ✓ Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους, ο προσδιορισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών του αδιαφανούς δομικού στοιχείου που χρησιμοποιείται ως στοιχείο αποθήκευσης (τοίχος Trombe, τοίχος μάζας κ.ά.). Γι' αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους (m), η θερμοχωρητικότητα τους ($kJ/kg.K$), η θερμοπερατότητά τους [$W/(m^2.K)$], η απορροφητικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και η εκπεμπτικότητα τους στη θερμική ακτινοβολία.
 - ✓ Για τα παθητικά ηλιακά συστήματα έμμεσου κέρδους με τοίχο Trombe ή τοίχο θερμικής μάζας, ο προσδιορισμός επίσης της απόστασης διακένου (cm) μεταξύ κουφώματος και αδιαφανούς αποθηκευτικής επιφάνειας (τοίχου Trombe ή τοίχου μάζας), της κυκλοφορίας αέρα αν εφαρμόζεται μεταξύ του διακένου του παθητικού ηλιακού συστήματος και του εξωτερικού περιβάλλοντος, καθώς και της κυκλοφορίας αέρα μεταξύ του διακένου του παθητικού ηλιακού συστήματος και του εσωτερικού χώρου του κτιρίου μέσω κατάλληλων θυρίδων κυκλοφορίας αέρα. Για τις θυρίδες αερισμού προσδιορίζεται και η επιφάνειά τους (m^2).

Σχήμα 3.11. Τα πλέον συνήθη παθητικά ηλιακά συστήματα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Το κτίριο κατασκευάστηκε το 2010 και βρίσκεται στην Θεσσαλονίκη, στην περιοχή της Καλαμαριάς. Διαθέτει δύο ελεύθερες πλευρές, την βορεινή και τη νότια, ενώ η δυτική πλευρά εφάπτεται σε κτίριο με ύψους 16,02 μέτρων και η ανατολική πλευρά εφάπτεται με κτίριο ύψους 16,02 μέτρων. Στη βορεινή πλευρά του κτιρίου υπάρχει κτίριο ύψους 15,17 μέτρων σε απόσταση 10,6 μέτρων. Η περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη όπως φαίνεται στην τοπογραφική φωτογραφία.



Εικόνα 4.1: Τοπογραφική φωτογραφία κτιρίου

Αποτελείται από 5 ορόφους, το ισόγειο και το υπόγειο με ύψος ορόφου από πλάκα σε πλάκα 3 μέτρα. Ο μεγάλος άξονας του κτιρίου είναι προσανατολισμένος κατά τον άξονα Β-Ν, ενώ η πρόσοψή του είναι προσανατολισμένη προς τον νότο.

Όλοι οι όροφοι του κτιρίου είναι ίδιοι και αποτελούνται από ένα διαμέρισμα έκαστος. Το κτίριο διαθέτει πυλωτή στο ισόγειο, η οποία χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης, ενώ στο υπόγειο υπάρχει ο χώρος του λεβητοστασίου και αποθήκες. Όλοι οι χώροι των διαμερισμάτων είναι θερμαινόμενοι. Το κλιμακοστάσιο και το υπόγειο είναι μη θερμαινόμενοι χώροι. Η κύρια χρήση του κτιρίου είναι ΚΑΤΟΙΚΙΑ.

Το κτίριο είναι θερμομονωμένο σε όλες τις εξωτερικές του πλευρές. Στον πίνακα 4.1 δίνονται τα γενικά γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου (τμήμα κατοικιών).

Πίνακας 4.1: Γενικά γεωμετρικά στοιχεία κτιρίου

Αριθμός ορόφων: Πέντε όροφοι	
Συνολική επιφάνεια (m ²) κτιρίου : 582,12	Συνολικός όγκος κτιρίου (m ³) : 1746,36
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²) : 333,74	Θερμαινόμενος όγκος (m ³) : 1001,21
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²) : 166,87	Ψυχόμενος όγκος (m ³) : 500,6
Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m) : 3	Ύψος ισόγειου (m) : 3

4.2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Για την μελέτη του κτιρίου απαιτείται ο διαχωρισμός του σε θερμικές ζώνες. Επειδή όλοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου λειτουργούν ως χώροι κατοικίας δύναται να μελετηθούν ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Οι κοινόχρηστοι χώροι του κλιμακοστασίου καταλαμβάνουν περισσότερο από το 10% της συνολικής κάτοψης του κτιρίου (19,7%), οπότε το κλιμακοστάσιο αποτελεί μη θερμαινόμενο χώρο.

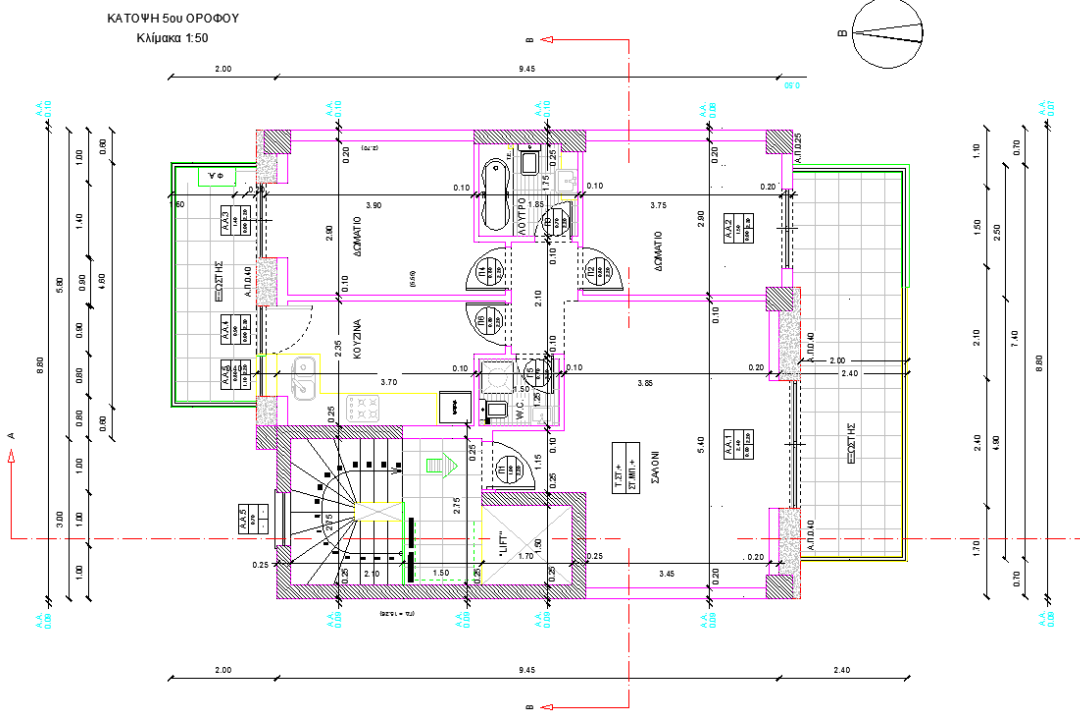
Στον πίνακα 4.2 δίνονται τα δεδομένα για τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας όπως οι εσωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας της θερμικής ζώνης, είναι σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Πίνακας 4.2: Επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας κτιρίου

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (κατοικίες)	
Ωράριο λειτουργίας	18 ώρες
Ημέρες λειτουργίας	7
Μήνες λειτουργίας	12
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	0,75
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	3,6
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /(m ² .έτος))	0,91
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	4
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,75
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	2
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75

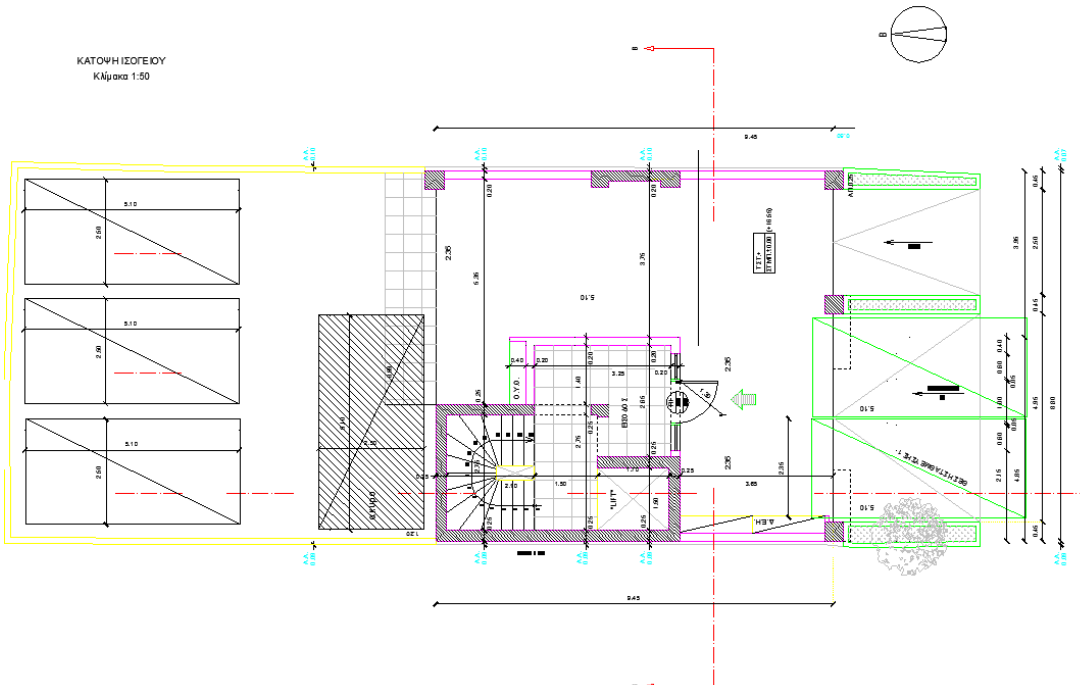
4.3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Και οι πέντε όροφοι του κτιρίου έχουν την ίδια κάτοψη όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2.



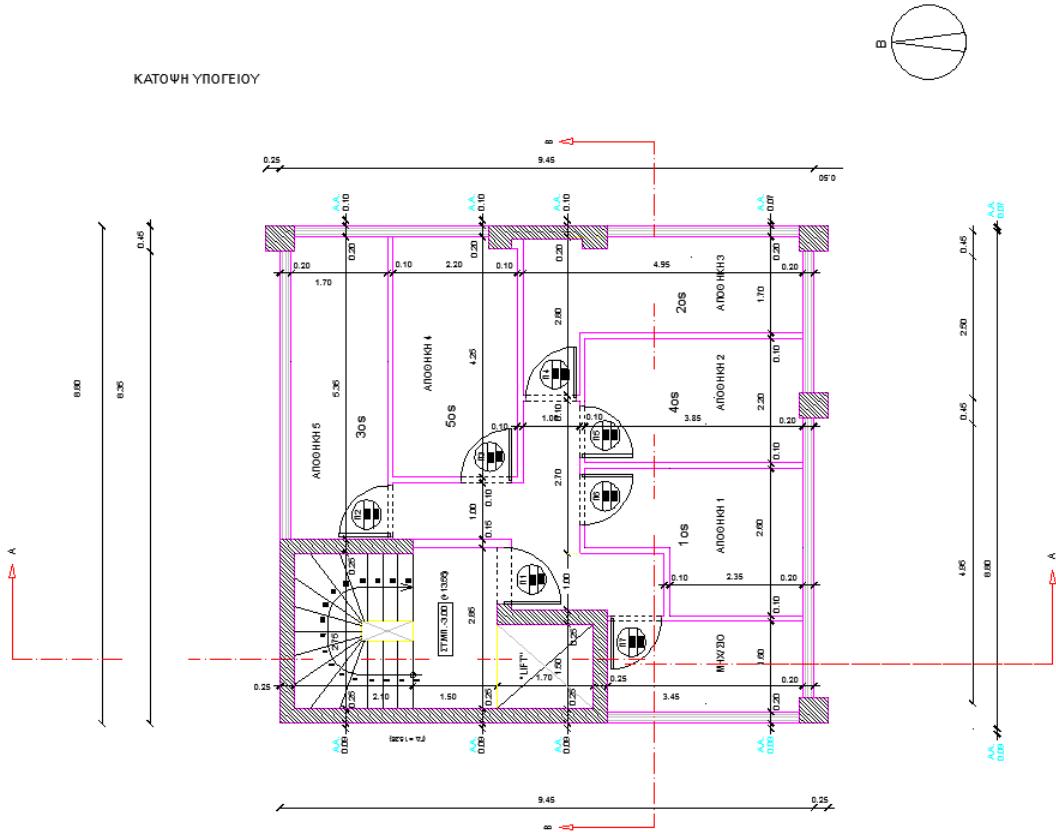
Σχήμα 4.2: Κάτοψη ορόφου

Η κάτοψη του ισογείου, υπογείου και σκεπής δίνονται αντίστοιχα στα σχήματα 4.3, 4.4 και 4.5.



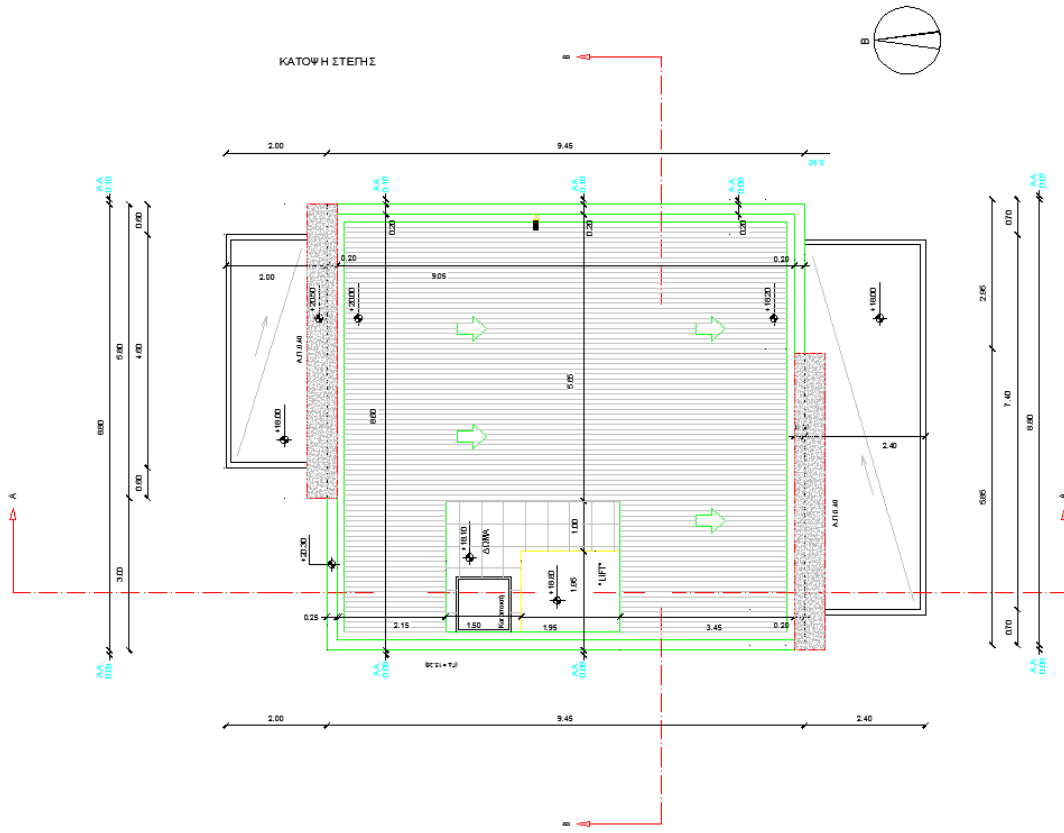
Σχήμα 4.3: Κάτοψη ισογείου

ΚΑΤΩΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ



Σχήμα 4.4: Κάτοψη υπογείου

ΚΑΤΩΦΗ ΣΤΕΓΗΣ



Σχήμα 4.5: Κάτοψη σκεπής



Σχήμα 4.6: Τομή κτιρίου A-A



Σχήμα 4.7: Τομή κτιρίου Β-Β

Οι επιφάνειες των επιμέρους χώρων του κτιρίου ανά όροφο δίνονται στον πίνακα 4.3. Οι γκρι σκιαγραφήσεις αφορούν τους μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου. Όλοι οι χώροι των διαμερισμάτων θεωρούνται ως θερμαινόμενοι χώροι.

Πίνακας 4.3: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών

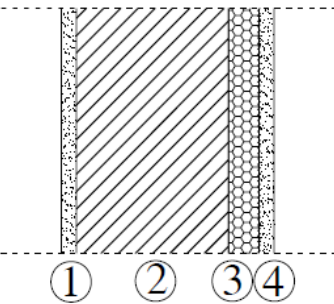
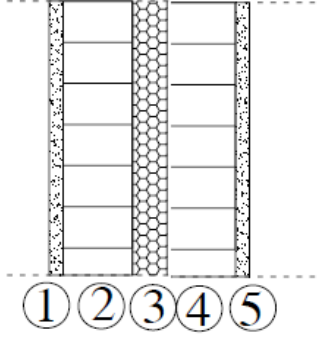
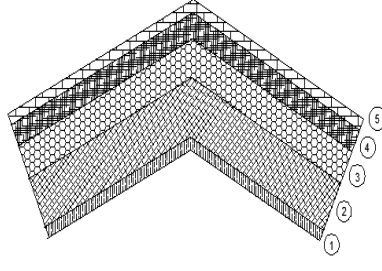
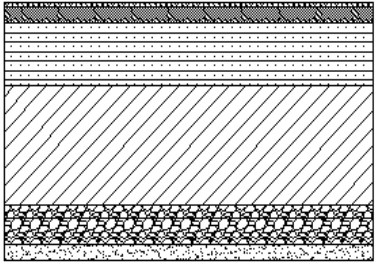
Επιφάνειες επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²			
	Χώροι κατοικιών	Κοινόχρηστοι χώροι, κλιμακοστάσια	Λεβητοστάσιο και αποθήκες
Υπόγειο	-	83,16	66,75
Ισόγειο	-	83,16	-
Α' όροφος	66,75	16,41	-
Β' όροφος	66,75	16,41	-
Γ' όροφος	66,75	16,41	-
Δ' όροφος	66,75	16,41	-
Ε' όροφος	66,75	16,41	-
Κεραμοσκεπή	-	-	-

Από τις όψεις του κτιρίου, η βόρεια και η νότια είναι ελεύθερες και διαθέτουν ανοίγματα. Όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα καθώς και τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με το κλιμακοστάσιο είναι θερμομονωμένα. Στον πίνακα 4.4 δίνονται αναλυτικές περιγραφές κατασκευής για όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου (φέρων οργανισμός, τοιχοποιίες, σκεπή και δάπεδο). Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων χώρων ελήφθησαν από τους πίνακες 3.4.α και 3.4.β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.^[2]

Οι κατακόρυφες εξωτερικές επιφάνειες είναι επιχρισμένες και ανοιχτού χρώματος. Η κεραμοσκεπή ως τελική στρώση φέρει ασφαλτοτάπητα.

Το κτίριο ανήκει στην περίοδο 1979-2010 και εφαρμόστηκε θερμομόνωση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίου (Κ.Θ.Κ), οπότε οι θερμογέφυρες του κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.6), λαμβάνονται υπόψη ως προσαύξηση κατά 0,10 W/(m².Κ) του συντελεστή θερμοπερατότητας των επιμέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων.

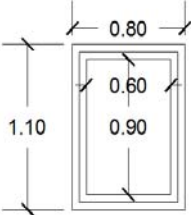
Πίνακας 4.4: Αδιαφανή δομικά στοιχεία κτιρίου

Σχηματική Παράσταση	Περιγραφή	Συντελεστής θερμοπερατότητας
	<p>Φέρον οργανισμός κτιρίου (δοκοί, υποστυλώματα, τοιχώματα)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 2. Οπλισμένο σκυρόδεμα 25cm 3. Διογκωμένη Εξηλασμένη πολυστερίνη 5cm 4. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 	$U=0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$
	<p>Τοιχοποιίες πλήρωσης (οπτοπλινθοδομή)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 2. Οπτοπλινθοδομή 9cm 3. Εξηλασμένη πολυστερίνη 5 cm 4. Οπτοπλινθοδομή 5. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 	$U=0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$
	<p>Κεραμοσκεπή</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Πέτσωμα 0,2cm 2. Ψευδοροφή 0,9cm 3. Εξηλασμένη Πολυστερίνη 5cm 4. Ασφαλτόπανο 5. Κεραμίδι 	$U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	<p>Δάπεδο</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Πλακίδιο 0,5cm 2. Τσιμεντοκονίαμα 2cm 3. Κισσηρόδεμα 8cm 4. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm 5. Συμπιεσμένο υαλοβάμβακα 5cm 6. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 	$U=0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι ενός τύπου όπως δίνονται στον πίνακα 4.5 που ακολουθεί. Τα κουφώματα είναι ανοιγόμενα με συνθετικό πλαίσιο, χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ και δίδυμο υαλοπίνακα (6mm διάκενο) με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_g=3,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου – υαλοπίνακα, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με $\Psi=0,06 \text{ W/mK}$. Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση είναι $g=0,75$ και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι $gg_l=0,90 \times 0,75=0,675$. Στον πίνακα 4.5 δίνονται οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας και των συντελεστών ηλιακών κερδών των κουφωμάτων που προκύπτουν από τους αναλυτικούς υπολογισμούς καθώς και οι τυπικές τιμές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σύμφωνα με τον πίνακα 3.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.^[1]

Πίνακας 4.5: Κουφώματα κτιρίου

Σχηματική Παράσταση	Γεωμετρικά Στοιχεία	Συντελεστής θερμοπερατότητας και συντελεστής ηλιακού κέρδους
	<p>Νότιος Προσανατολισμός $A_w=2,20 \times 2,40=5,28\text{m}^2$ $A_g=2 \times (2,00 \times 1,05)=4,2\text{m}^2$ $A_f=A_w-A_g=1,08\text{m}^2$ $F_f=A_f/A_w=0,21$ $L_g=2 \times [2 \times (2,00+1,05)]=12,2\text{m}$ $L_g/A_w=2,31\text{m}^{-1}$</p>	$U_w=(A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w$ $=(1-F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi$ $=0,79 \times 3,3 + 0,21 \times 2,8 + 2,31 \times 0,06$ $=2,607 + 0,588 + 0,138$ $=3,334 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w=(1-F_f) \times g_{gl}=0,79 \times 0,68=0,5372$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 20% $U_w=3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $g_w=0,54$)</p>
	<p>Βόρειος Προσανατολισμός $A_w=2,20 \times 1,40=3,08\text{m}^2$ $A_g=2 \times (2,00 \times 0,49)=1,96\text{m}^2$ $A_f=A_w-A_g=1,12\text{m}^2$ $F_f=A_f/A_w=0,36$ $L_g=2 \times [2 \times (2,00+0,49)]=9,96\text{m}$ $L_g/A_w=3,23\text{m}^{-1}$</p>	$U_w=(A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w$ $=(1-F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi$ $=0,64 \times 3,3 + 0,36 \times 2,8 + 3,23 \times 0,06$ $=2,112 + 1,008 + 0,1938$ $=3,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w=(1-F_f) \times g_{gl}=0,64 \times 0,68=0,4352$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 40% $U_w=3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $g_w=0,41$)</p>
	<p>Νότιος Προσανατολισμός $A_w=2,20 \times 1,50=3,3\text{m}^2$ $A_g=2 \times (2,00 \times 0,60)=2,4\text{m}^2$ $A_f=A_w-A_g=0,9\text{m}^2$ $F_f=A_f/A_w=0,27$ $L_g=2 \times [2 \times (2,00+0,60)]=10,4\text{m}$ $L_g/A_w=3,15\text{m}^{-1}$</p>	$U_w=(A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w$ $=(1-F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi$ $=0,73 \times 3,3 + 0,27 \times 2,8 + 3,15 \times 0,06$ $=2,409 + 0,756 + 0,189$ $=3,354 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w=(1-F_f) \times g_{gl}=0,73 \times 0,68=0,4964$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 30% $U_w=3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $g_w=0,48$)</p>
	<p>Βόρειος Προσανατολισμός $A_w=2,20 \times 0,90=1,98\text{m}^2$ $A_g=2,00 \times 0,70=1,4\text{m}^2$ $A_f=A_w-A_g=0,58\text{m}^2$ $F_f=A_f/A_w=0,3$ $L_g=2 \times (2,00+0,70)=5,4\text{m}$ $L_g/A_w=2,73\text{m}^{-1}$</p>	$U_w=(A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w$ $=(1-F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi$ $=0,7 \times 3,3 + 0,3 \times 2,8 + 2,73 \times 0,06$ $=2,31 + 0,84 + 0,1638$ $=3,314 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w=(1-F_f) \times g_{gl}=0,7 \times 0,68=0,476$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 30% $U_w=3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $g_w=0,48$)</p>

	<p>Βόρειος Προσανατολισμός $A_w=1,10 \times 0,80=0,88\text{m}^2$ $A_g=0,9 \times 0,60=0,54\text{m}^2$ $A_f=A_w-A_g=0,34\text{m}^2$ $F_f=A_f/A_w=0,4$ $L_g=2 \times (0,90+0,60)=3\text{m}$ $L_g/A_w=3,4\text{m}^{-1}$</p>	$U_w=(A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w$ $=(1-F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi$ $=0,6 \times 3,3 + 0,4 \times 2,8 + 3,4 \times 0,06$ $=1,98 + 1,12 + 0,204$ $=3,304 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w=(1-F_f) \times g_{gl}=0,6 \times 0,68=0,408$ (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 40%) $U_w=3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $g_w=0,41$)
---	---	---

Το συνολικό εμβαδό των παραθύρων είναι $4,40\text{m}^2$ και των μπαλκονόπορτων $58,30\text{m}^2$. Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.26) και είναι ίση με $4.8\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ για τις μπαλκονόπορτες και $6.2\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ για τα παράθυρα. Συνολικά προκύπτει ότι η διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες ισούται με:

$$4,40\text{m}^2 \times 6,2\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h}) + 58,30\text{m}^2 \times 4,8 \text{m}^3/(\text{m}^2\text{h}) = 307,12 \text{m}^3/\text{h}.$$

Στο μη θερμαινόμενο χώρο υπάρχουν κουφώματα με επαρκή αεροστεγανότητα εκτός της απόληξης του κλιμακοστασίου στο υπόγειο όπου δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Συνεπώς σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.27) λαμβάνεται συνολικός αερισμός $0,5\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h})$ για τους ορόφους όπου υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και $0,1 \text{m}^3/(\text{m}^3\text{h})$ για το υπόγειο όπου δεν υπάρχει επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Ο συνολικός αερισμός του μη θερμαινόμενου χώρου λαμβάνεται ίσως με:

$$16,4125\text{m}^2 \times 3\text{m} \times 5\text{όροφοι} \times 0,5\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) + 25,34\text{m}^2 \times 3\text{m} \times 1\text{όροφος} \times 0,5\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) + 83,16\text{m}^2 \times 3\text{m} \times 1\text{όροφος} \times 0,1\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h})$$

$$= 186,052 \text{m}^3/\text{h}$$

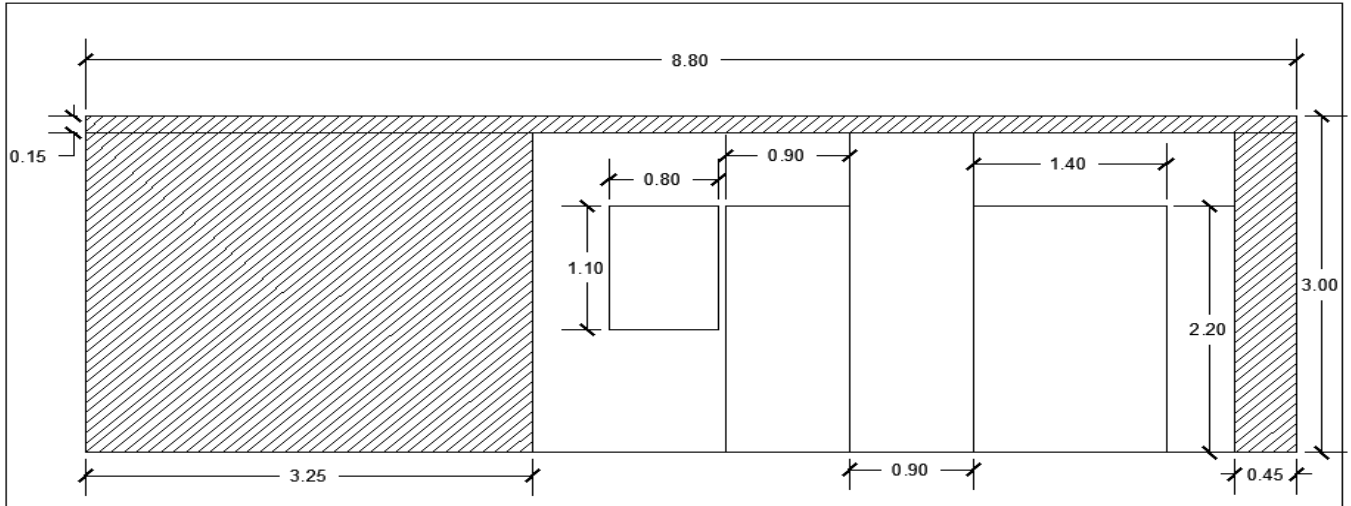
4.3.1 Ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιμέρους θερμοπερατότητες των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου:

- Τοιχοποιίες: $U=0.46 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Στοιχεία από σκυρόδεμα: $U=0.54 \text{ W/m}^2\text{K}$

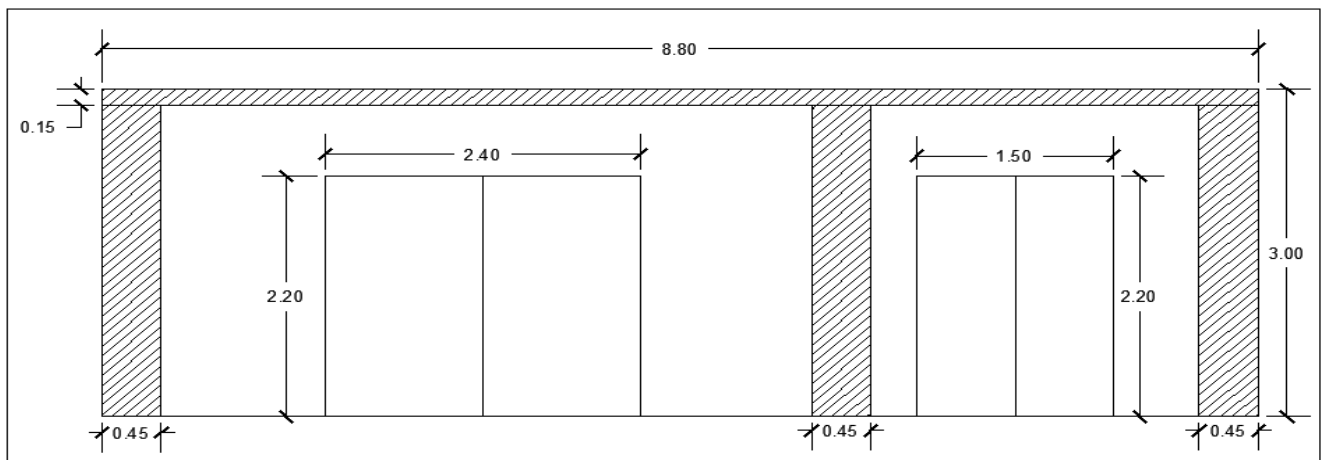
και το ποσοστό τοιχοποιίας και σκυροδέματος στην κάθε όψη του κτιρίου, υπολογίστηκε η ισοδύναμη επιφάνεια και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό.

4.3.1.1 Βόρεια Όψη



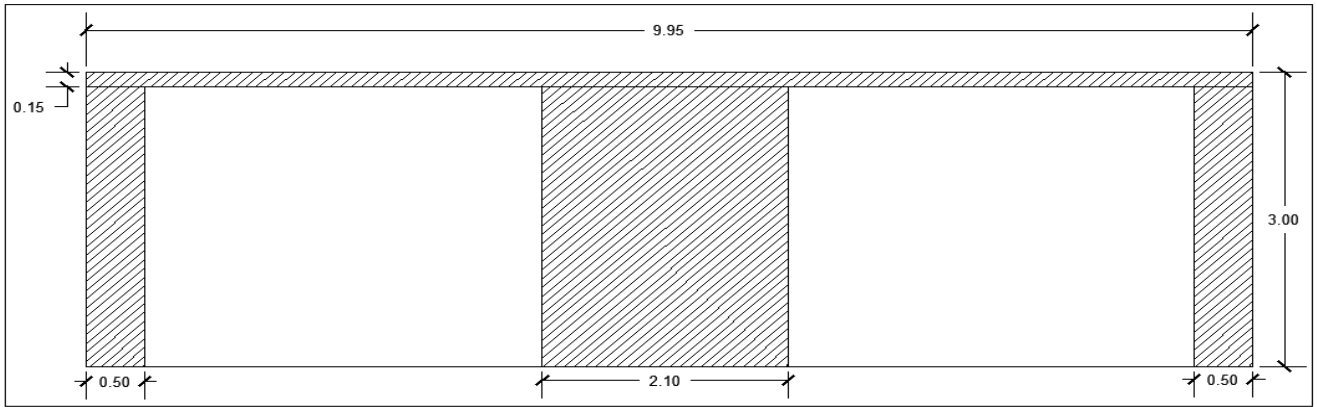
$$\begin{aligned} \text{Αανοιγμ} &= (0,80 \times 1,10) + (0,90 \times 2,20) + (1,40 \times 2,20) = 5,94 \text{m}^2 \\ \text{Ασκυροδέματος} &= (0,15 \times 8,80) + (3,25 \times 3) + (0,45 \times 3) = 12,42 \text{m}^2 \\ \text{Ατοιχοποιίας} &= (3,00 \times 8,80) - 12,42 - 5,94 = 8,04 \text{m}^2 \\ \text{Αεπ} &= 8,04 + 12,42 = 20,46 \text{m}^2 \\ \text{Uεπ} &= (12,42 \times 0,54 + 8,04 \times 0,46) / 20,46 = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

4.3.1.2 Νότια Όψη



$$\begin{aligned} \text{Αανοιγμ} &= (2,40 \times 2,20) + (1,50 \times 2,20) = 8,58 \text{m}^2 \\ \text{Ασκυροδέματος} &= (0,15 \times 3) + 3 \times (0,45 \times 3) = 5,37 \text{m}^2 \\ \text{Ατοιχοποιίας} &= (8,80 \times 3) - 8,58 - 5,37 = 12,45 \text{m}^2 \\ \text{Αεπ} &= (12,45 + 5,37) = 17,82 \text{m}^2 \\ \text{Uεπ} &= (5,37 \times 0,54 + 12,45 \times 0,46) / 17,82 = 0,48 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

4.3.1.3 Ανατολική Όψη



$$\text{Αανοιγμ}=0,00\text{m}^2$$

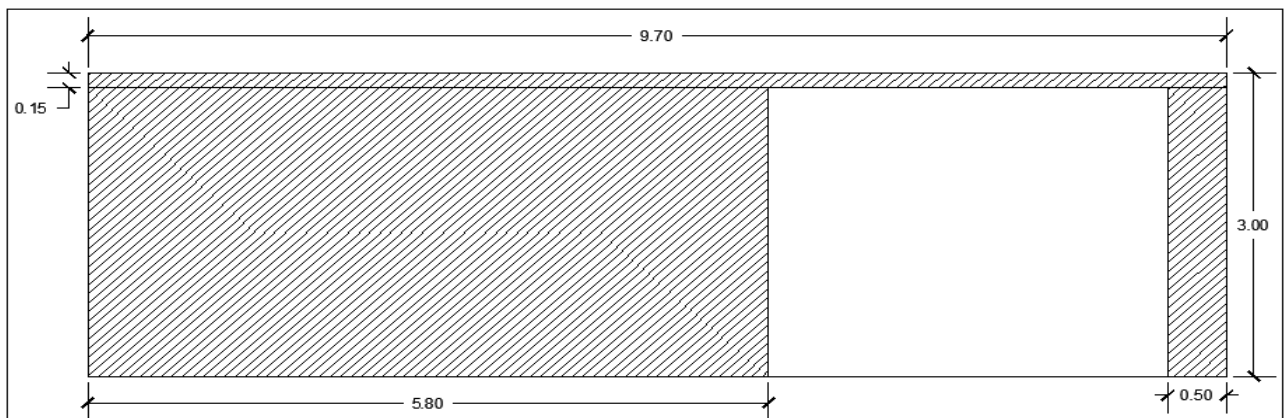
$$\text{Ασκυροδέματος}=(9,95\times 0,15)+2\times(0,50\times 3,00)+(2,10\times 3)=10,79\text{m}^2$$

$$\text{Ατοιχοποιίας}=(9,95\times 3)-10,79=19,06\text{m}^2$$

$$\text{Αεπ}=19,06+10,79=29,85\text{m}^2$$

$$\text{Uεπ}=(10,79\times 0,54+19,06\times 0,46)/29,85=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$$

4.3.1.4 Δυτική Όψη



$$\text{Αανοιγμ}=0,00\text{m}^2$$

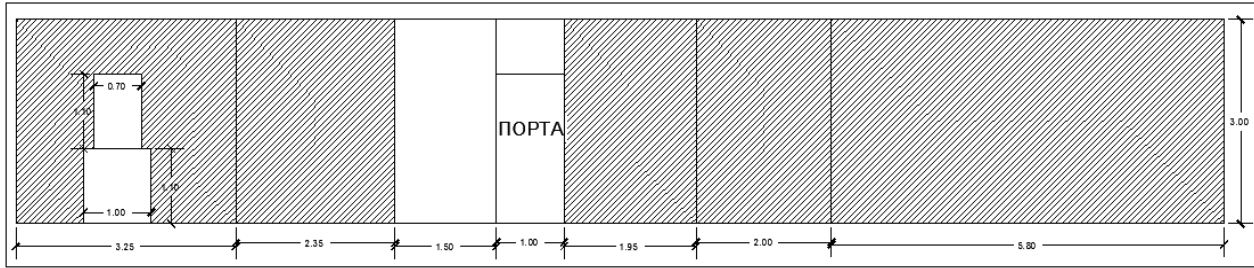
$$\text{Ασκυροδέματος}=(0,15\times 9,70)+(5,80\times 3)+(0,50\times 3)=20,355\text{m}^2$$

$$\text{Ατοιχοποιίας}=(9,70\times 3)-20,355=8,745\text{m}^2$$

$$\text{Αεπ}=8,745+20,355=29,10\text{m}^2$$

$$\text{Uεπ}=(20,355\times 0,54+8,745\times 0,46)/29,10=0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$$

4.3.1.5 Κλιμακοστάσιο



Σε επαφή με θερμαινόμενο χώρο:

$$\text{Ασκυροδέματος}=(2.35 \times 3)+(1.95 \times 3)+(2 \times 3)=18.90\text{m}^2$$

$$\text{Απορτάς}=2.20 \times 1=2.20\text{m}^2$$

$$\text{Ατοιχοποιίας}=(1.50 \times 3)+(0.80 \times 1)=5.30\text{m}^2$$

$$\text{Αεπ}=18.90+2.20+5.30=26.40\text{m}^2$$

Υπορτάς= 3,5 W/m²K (από πίνακα 3.12 Τ.Ο.Τ.Τ.Ε.Ε. 20701-1)

$$\text{Υσκ}=0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Υεπ}=[(18.90 \times 0.54)+(5.30 \times 0.46)]/26.40=0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Σε επαφή με εξωτερικό αέρα:

$$\text{Ατοιχοποιίας}=1 \times 1,10=1,10\text{m}^2$$

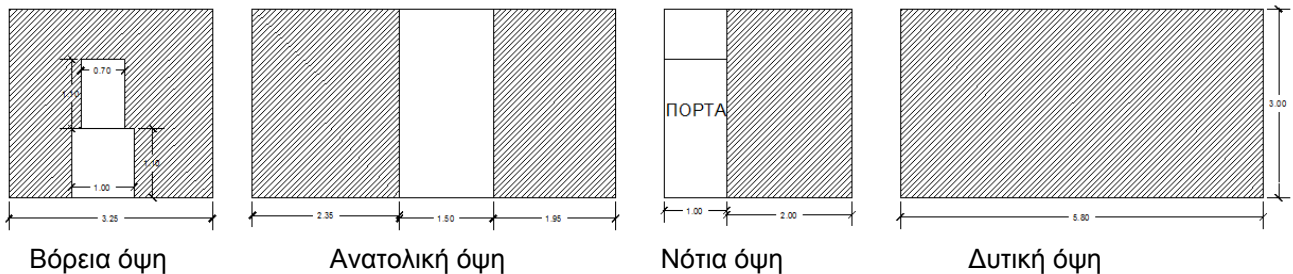
$$\text{Ανοιγματος}=0,70 \times 1,10=0,77\text{m}^2$$

$$\text{Ασκυροδέματος}=[(3.25 \times 3)-0.77-1.10]+[(2.35+1.95+2+5.80) \times 3]=44.18\text{m}^2$$

$$\text{Αεπ}=1.10+0.77+44.18=46.05\text{m}^2$$

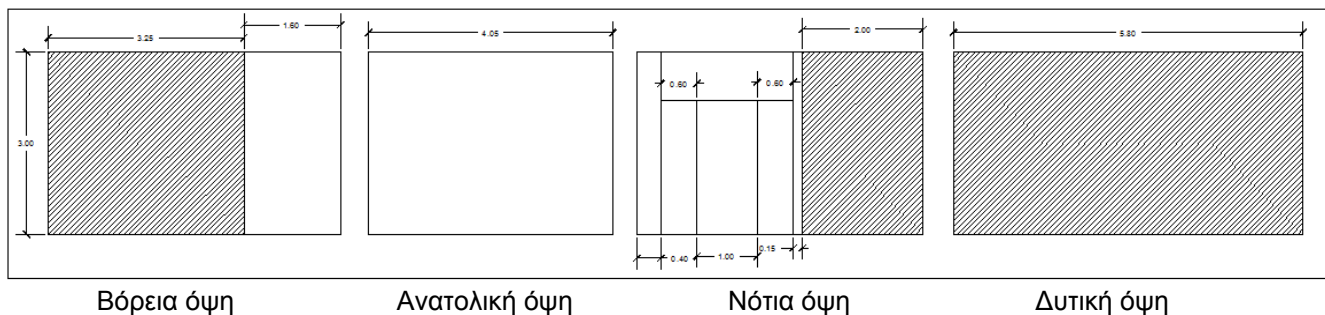
$$\text{Υεπ}=[(44.18 \times 0.54)+(1.10 \times 0.46)]/46.05=0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$$

4.3.1.6 Απόληξη κλιμακοστασίου (5^{ος} όροφος)



4.3.1.7 Είσοδος πολυκατοικίας

Επειδή η είσοδος της πολυκατοικίας δέχεται σχεδόν μηδενική ηλιακή ακτινοβολία θα αντιμετωπιστεί ως μία επιφάνεια.



Υτοιχοποιίας=0,46W/m²K

Ατοιχοποιίας= (1,6×3)+(4,05×3)+[(2,75×3)-(2,20×2,20)]=20,36 m²

Υπορτας= 3,5 W/m²K (από Τ.Ο.Τ.Τ.Ε.Ε. 20701-1)

Αανοίγματος= 2,2×2,2=4,84 m²

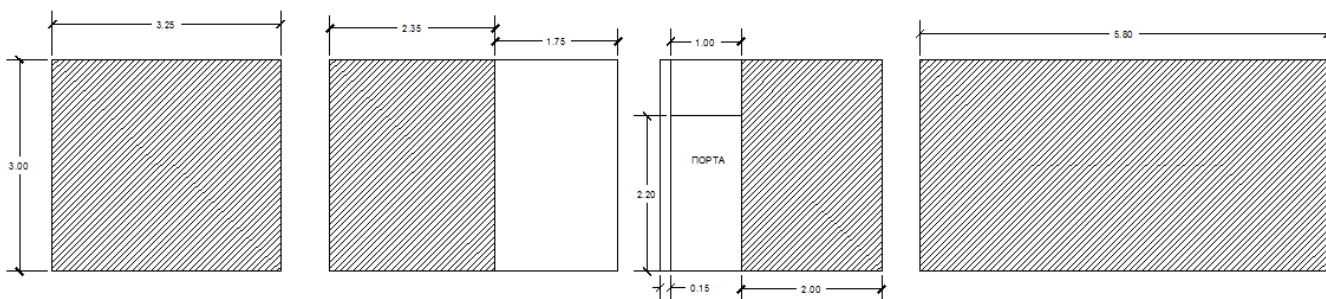
Υσκ= 0,54 W/m²K

Ασκυροδέματος= (3,25×3)+(2,00×3)+(5,80×3)=33,15m²

Αεπ= 33,15+20,36+4,84=58,35m²

Υεπ= [(33,15×0,54)+(20,36×0,46)]/58,35=0,47W/m²

4.3.1.8 Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο



Για λόγους απλοποίησης η απόληξη του κλιμακοστασίου στο υπόγειο θα θεωρηθεί ότι έρχεται σε επαφή μόνο με έδαφος (θα αγνοηθεί η ύπαρξη των αποθηκών και του λεβητοστασίου).

Αανοίγματος=2,20×1,00=2,20m²

Ατοιχοποιίας=(1,75×3,00)+(1,15×0,80)=6,17m²

Ασκυροδέματος=(3,00×3,25)+(3,00×2,35)+(2,00×3,00)+(5,80×3,00)=40,20m²

Αεπ= 40,20+6,17+2,20=48,57m²

Υεπ=[(40,20×0,54)+(6,17×0,46)]/48,57=0,5 W/m²K

4.3.2 Δεδομένα αδιαφανών επιφανειών κτιρίου

Στον πίνακα 4.6 δίνονται αναλυτικά οι επιφάνειες των διαφόρων αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου ανά όροφο. Τα δομικά στοιχεία υπολογίστηκαν ξεχωριστά για τον θερμαινόμενο χώρο το κτιρίου και για το μη θερμαινόμενο χώρο. Στον πίνακα 4.7 δίνονται συγκεντρωτικά στοιχεία των αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου για τους υπολογισμούς.

Πίνακας 4.6. Επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου ανά όροφο.

	Όροφος	Επιφάνεια	A [m ²]	U [W/(m ² K)]
Θερμαινόμενος χώρος	Τυπικός όροφος (1 ^{ος} -5 ^{ος})	Νότια	17,82	0,48
		Ανατολική	29,85	0,49
		Βόρεια	20,46	0,51
		Δυτική	29,10	0,52
		Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	26,40	0,48
	1 ^{ος}	Δάπεδο	80,325	0,487
	5 ^{ος}	Οροφή	80,325	0,424
Μη θερμαινόμενος χώρος	Είσοδος πολυκατοικίας	Συνολική επιφάνεια	58,35	0,47
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο	Συνολική επιφάνεια	48,57	0,5
		Δάπεδο	18,4	0,496

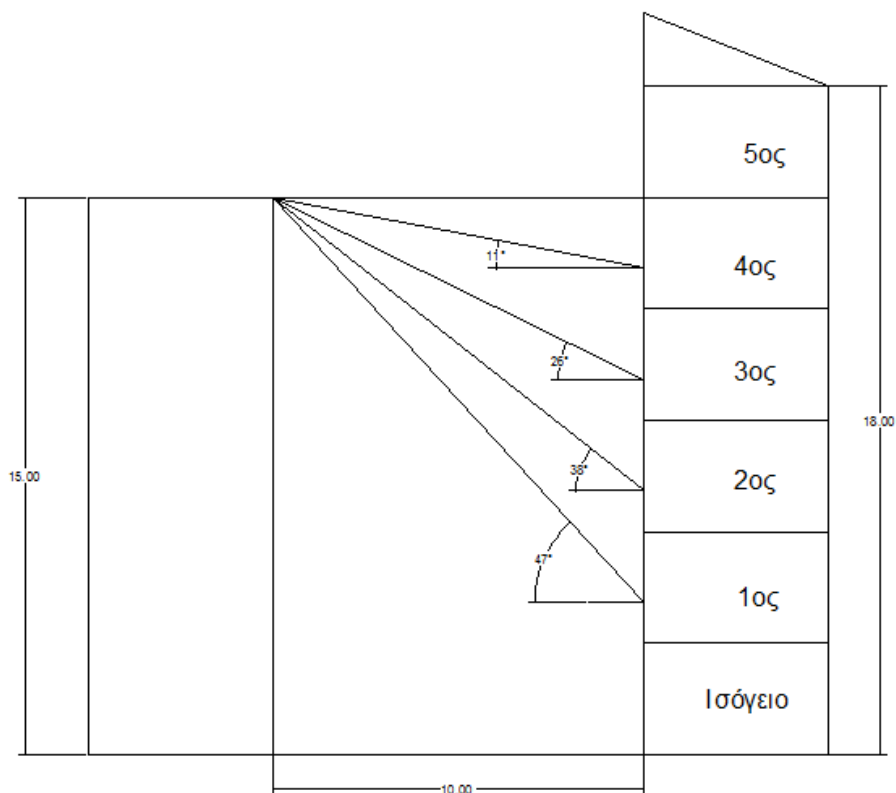
Πίνακας 4.7: Συγκεντρωτικά στοιχεία αδιαφανών δομικών στοιχείων

	Επιφάνεια	A [m ²]	U [W/(m ² K)]	γ	β	α	ε
Θερμαινόμενος χώρος	Νότια	17,82	0,48	180	90	0,40	0,80
	Ανατολική	29,85	0,49	90	90	0,40	0,80
	Βόρεια	20,46	0,51	0	90	0,40	0,80
	Δυτική	29,10	0,52	270	90	0,40	0,80
	Δάπεδο	80,325	0,487	0	180	0,40	0,80
	Οροφή	80,325	0,424	0	0	0,90	0,80
Διαχωριστική επιφάνεια	Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	26,40	0,48	0	90	0,40	0,80
Μη θερμαινόμενος χώρος (κλιμακοστάσιο)	Είσοδος πολυκατοικίας	33,6	3,35	0	90	0,40	0,80
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο	40,5	4,30	-	-	-	-
	Δάπεδο	8,0	3,10	-	-	-	-

4.3.3 Συντελεστές σκίασης δομικών στοιχείων κτιρίου

4.3.3.1 Συντελεστές σκίασης λόγω ορίζοντα

Η βόρεια πρόσοψη του κτιρίου σκιάζεται από μακρινά εμπόδια σύμφωνα με το σχήμα 4.7.



Σχήμα 4.7: Γωνίες σκίασης νότιας όψης από μακρινά εμπόδια

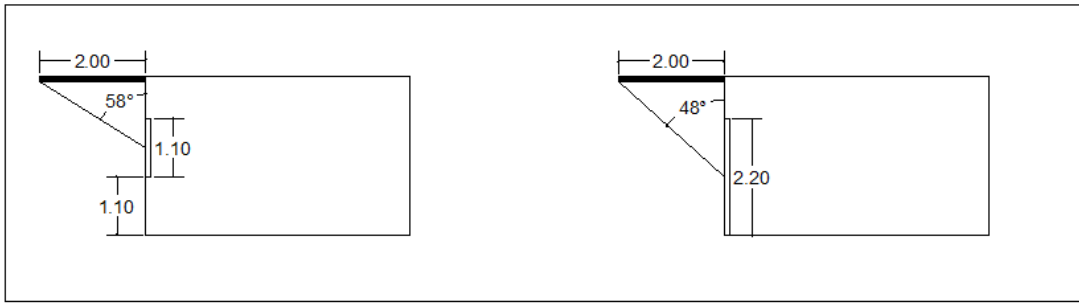
Στον πίνακα 4.8 δίνονται οι γωνίες σκίασης από ορίζοντα και οι αντίστοιχες τιμές των συντελεστών σκιασμού από ορίζοντα για την περίοδο θέρμανσης και την περίοδο ψύξης.

Πίνακας 4.8. Γωνίες και συντελεστές σκίασης ορίζοντα για τη βόρεια πρόσοψη ανά όροφο.

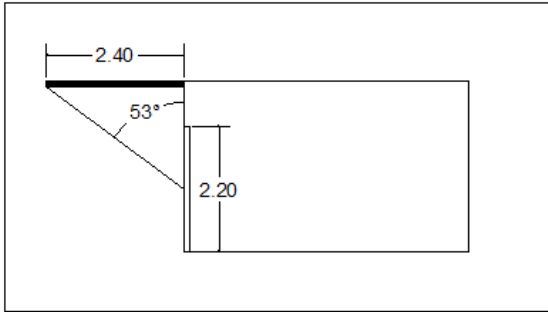
Όροφος	Γωνία α	F_{hor} (θέρμανση)	F_{hor} (ψύξη)
1ος	48°	1,00	0,85
2ος	38°	1,00	0,85
3ος	26°	1,00	0,87
4ος	11°	1,00	0,92
5ος	0°	1,00	1,00

4.3.3.2 Συντελεστές σκίασης οριζόντιων σκιάστρων

Οι βόρειες και οι νότιες όψεις του κτιρίου σκιάζονται από προβόλους. Στο σχήμα 4.8 δίνονται οι γωνίες σκίασης από προβόλους των κουφωμάτων του κτιρίου για τον βόρειο προσανατολισμό και στο σχήμα 4.9 για το νότιο προσανατολισμό.



Σχήμα 4.8: Γωνίες σκίασης βόρειας όψης από πρόβολο



Σχήμα 4.9: Γωνίες σκίασης νότιας όψης από πρόβολο

Στον πίνακα 4.9 δίνονται οι γωνίες σκιασμού για τα κουφώματα του κτιρίου ανά πρόβολο και οι συντελεστές σκιασμού από πρόβολο.

Πίνακας 4.9. Γωνίες και συντελεστές σκίασης προβόλου για τη βόρεια και τη νότια πρόσοψη

Βόρειες προσόψεις

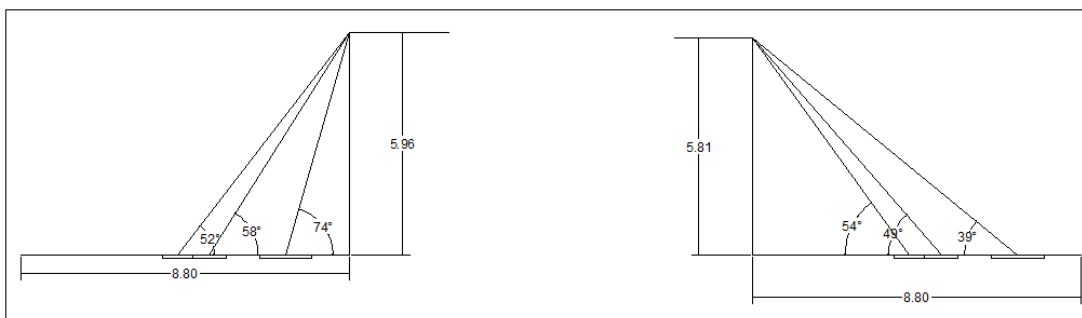
Πρόβολος	Γωνία β	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)
1	58°	0,55	0,60
2	48°	0,62	0,67

Νότιες προσόψεις

Πρόβολος	Γωνία β	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)
1	53°	0,57	0,42

4.3.3.3 Συντελεστές σκίασης πλευρικών σκιάστρων

Τα βορεινά ανοίγματα σε κάθε όροφο σκιάζονται από πλευρικές προεξοχές των όμορων κτιρίων. Οι γωνίες σκίασης από τις πλευρικές προεξοχές φαίνονται στο σχήμα 4.10. Στον πίνακα 4.10 δίνονται οι γωνίες σκίασης και οι συντελεστές σκιασμού από τις πλευρικές προεξοχές.



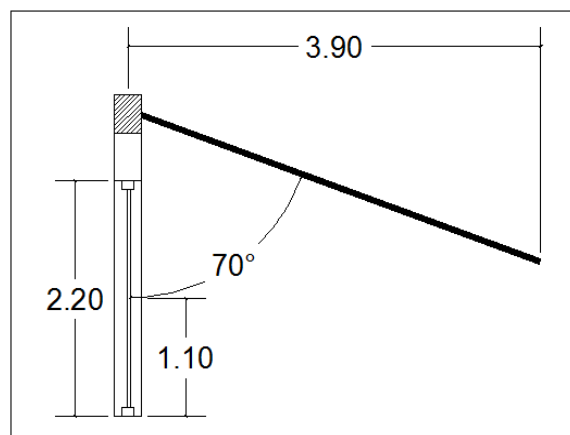
Σχήμα 4.10: Γωνίες σκίασης βόρειου ανοίγματος από πλαϊνά

Πίνακας 4.10. Γωνίες και συντελεστές σκίασης από πλευρικές προεξοχές

Ανοιγμα	Περίοδος	Γωνία γ δεξιά	Γωνία γ αριστερά	F_{fin} δεξιά	F_{fin} αριστερά	F_{fin}
1	Θέρμανσης	52	54	1,00	1,00	1,00
	Ψύξης			0,92	0,92	0,85
2	Θέρμανσης	58	49	1,00	1,00	1,00
	Ψύξης			0,92	0,92	0,85
3	Θέρμανσης	74	39	0	1,00	0
	Ψύξης			0	0,92	0

4.3.3.4 Συντελεστές σκίασης λόγω τέντας

Η προστασία που προσφέρει η τέντα λαμβάνεται μόνο κατά την θερινή περίοδο, αντίθετα κατά τη χειμερινή περίοδο θεωρείται ότι δεν υπάρχει σκίαση. Η τιμή του συντελεστή σκίασης από τέντα για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 3.19 του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, ενώ για την περίοδο θέρμανσης ο συντελεστής σκίασης λόγω τέντας λαμβάνεται ίσος με την μονάδα.



Γωνία β	Περίοδος	F_{ov}
70°	Θέρμανσης	1
	ψύξης	0,33

4.3.4 Δεδομένα διαφανών επιφανειών κτιρίου - κουφώματα

Στον πίνακα 4.11 δίνονται συγκεντρωτικά στοιχεία για τα κουφώματα τυπικού ορόφου και στον πίνακα 4.12 δίνονται όλα τα δεδομένα για τα κουφώματα του κτιρίου.

Πίνακας 4.11: Κουφώματα τυπικού ορόφου

	Κουφώμα	γ [°]	A [m ²]	U [W/m ² K]	g_w	F_{ov} (θερμ.)	F_{ov} (ψύξη)	F_{fin} (θερμ.)	F_{fin} (ψύξη)
Τυπικός όροφος	N1	180	5,28	3,3	0,54	0,57	0,42	1	1
	N2	180	3,3	3,4	0,49	0,57	0,42	1	1
	B1	0	3,08	3,1	0,44	0,62	0,67	0	0
	B2	0	1,98			0,62	0,67	1	0,85
	B3	0	0,88	3,4	0,54	0,55	0,6	1	0,85

Πίνακας 4.12: Κουφώματα κτιρίου

Όροφος	Κουφωμα	γ [°]	A [m ²]	U [W/m ² K]	g_w	F _{hor} (θερμ.)	F _{hor} (ψύξη)	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)	F _{fin} (θερμ.)	F _{fin} (ψύξη)
1ος όροφος	N1	180	5,28	3,3	0,54	1	1	0,57	0,42	1	1
	N2	180	3,3	3,4	0,49	1	1	0,57	0,42	1	1
	B1	0	3,08	3,1	0,44	1	0,85	0,62	0,67	0	0
	B2	0	1,98			1	0,85	0,62	0,67	1	0,85
	B3	0	0,88	3,4	0,54	1	0,85	0,55	0,6	1	0,85
	Κουφωμα	γ [°]	A[m ²]	U[W/m ² K]	g_w	F _{hor} (θερμ.)	F _{hor} (ψύξη)	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)	F _{fin} (θερμ.)	F _{fin} (ψύξη)
2ος όροφος	N1	180	5,28	3,3	0,54	1	1	0,57	0,42	1	1
	N2	180	3,3	3,4	0,49	1	1	0,57	0,42	1	1
	B1	0	3,08	3,1	0,44	1	0,85	0,62	0,67	0	0
	B2	0	1,98			1	0,85	0,62	0,67	1	0,85
	B3	0	0,88	3,4	0,54	1	0,85	0,55	0,6	1	0,85
	Κουφωμα	γ [°]	A[m ²]	U[W/m ² K]	g_w	F _{hor} (θερμ.)	F _{hor} (ψύξη)	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)	F _{fin} (θερμ.)	F _{fin} (ψύξη)
3ος όροφος	N1	180	5,28	3,3	0,54	1	1	0,57	0,42	1	1
	N2	180	3,3	3,4	0,49	1	1	0,57	0,42	1	1
	B1	0	3,08	3,1	0,44	1	0,87	0,62	0,67	0	0
	B2	0	1,98			1	0,87	0,62	0,67	1	0,85
	B3	0	0,88	3,4	0,54	1	0,87	0,55	0,6	1	0,85
	Κουφωμα	γ [°]	A[m ²]	U[W/m ² K]	g_w	F _{hor} (θερμ.)	F _{hor} (ψύξη)	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)	F _{fin} (θερμ.)	F _{fin} (ψύξη)
4ος όροφος	N1	180	5,28	3,3	0,54	1	1	0,57	0,42	1	1
	N2	180	3,3	3,4	0,49	1	1	0,57	0,42	1	1
	B1	0	3,08	3,1	0,44	1	0,92	0,62	0,67	0	0
	B2	0	1,98			1	0,92	0,62	0,67	1	0,85
	B3	0	0,88	3,4	0,54	1	0,92	0,55	0,6	1	0,85
	Κουφωμα	γ [°]	A[m ²]	U[W/m ² K]	g_w	F _{hor} (θερμ.)	F _{hor} (ψύξη)	F _{ov} (θερμ.)	F _{ov} (ψύξη)	F _{fin} (θερμ.)	F _{fin} (ψύξη)
5ος όροφος	N1	180	5,28	3,3	0,54	1	1	0,57	0,42	1	1
	N2	180	3,3	3,4	0,49	1	1	0,57	0,42	1	1
	B1	0	3,08	3,1	0,44	1	1	0,62	0,67	0	0
	B2	0	1,98			1	1	0,62	0,67	1	0,85
	B3	0	0,88	3,4	0,54	1	1	0,55	0,6	1	0,85

4.4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.4.1. Συστήματα Θέρμανσης χώρων

4.4.1.1. Περιγραφή

Η θέρμανση των χώρων γίνεται με το σύστημα της θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία ζεστού νερού (μέσω κυκλοφορητή) με ιδιαίτερη επίτοιχη μονάδα λέβητα για κάθε ιδιοκτησία με ενσωματωμένο καυστήρα αερίου, κυκλοφορητή και ταχυθερμοσίφωνα ροής, ισχύος 24 kW. Η διανομή του φορέα θερμότητας γίνεται με δισωλήνιο δίκτυο με μόνωση πάχους 9mm (σύμφωνα με τον πίνακα 4.7 του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1). Για τη λειτουργία της εγκατάστασης χρησιμοποιείται φυσικό αέριο με ανώτερη θερμογόνο δύναμη από 8,7 έως 13,1 kWh/m³ (μέση τιμή ΔΕΠΑ 11,19 kWh/m³ δεύτερη οικογένεια αερίων- Ομάδα Η).

Πίνακας 4.7. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) Πάχη θερμομόνωσης σωληνώσεων για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης.

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο $\lambda = 0,040$ (W/(m·K)) στους 20°C			
Με διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		Με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους	
Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης	Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού			
από ½" έως ¾"	9 mm	από ½" έως 2"	19 mm
από 1" έως 1½"	11 mm	από 2" έως 4"	21 mm
από 2" έως 3"	13 mm	μεγαλύτερη από 4"	25 mm
μεγαλύτερη από 3"	19 mm		
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης			
ανεξαρτήτου διαμέτρου	9 mm	ανεξαρτήτου διαμέτρου	13 mm

Οι θερμικές μονάδες είναι χαλύβδινες τύπου πάνελ, κατάλληλες για πίεση λειτουργίας 4 bar. Συνδέονται στο δίκτυο του θερμού νερού με διακόπτες στην είσοδο και έξοδο του νερού.

4.4.1.2. Μονάδα Παραγωγής Θέρμανσης

Οι επίτοιχοι λέβητες (ένας για κάθε ιδιοκτησία) είναι τοποθετημένοι εξωτερικά του κτιρίου στον εξώστη της κουζίνας κάθε διαμερίσματος, μέσα σε μεταλλικό ερμάριο ύψους 2,80 m, το οποίο διαθέτει μόνιμο άνοιγμα αερισμού με μεταλλικές ομοίως περσίδες. Η απαγωγή του καυσαερίων γίνεται σε μία καπνοδόχο κοινή για όλους τους λέβητες. Η συνολική θερμική ισχύς του λέβητα είναι 6883 kcal/h ή 24 kW.

Για τον έλεγχο της υπερδιαστασιολόγησης εφαρμόζεται η σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

$$P_{gen} = A \times U_m \times \Delta T \times 1.8$$

Όπου:

- P_{gen} : σε [W] η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου,
- A : σε [m^2], είναι η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοιχοί, ανοίγματα, οροφές, πυλοτή), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα.
- U_m : σε [W/m^2K], ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A ανάλογα με την κλιματική ζώνη.
- ΔT : σε [$^{\circ}C$], η διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού εξωτερικού χώρου.
- 1,8: συνολικός συντελεστής προσαύξησης που περιλαμβάνει το φορτίο λόγω αερισμού και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής, επιτάχυνση της απόδοσης του συστήματος κ.τ.λ.

Για το υπό μελέτη κτίριο η συνολική εξωτερική επιφάνεια $A=275,82m^2$ για κάθε όροφο, ο μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_m=0.95W/m^2K$ για την περιοχή της Θεσσαλονίκης βάσει του παλαιού Κανονισμού Θερμοπερατότητας Κτιρίων που ίσχυε κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Για $\Delta T=23^{\circ}C$ για την κλιματική ζώνη Γ που ανήκει η Θεσσαλονίκη.

Η θερμική ισχύς του λέβητα P_{gen} υπολογίζεται πως έπρεπε να είναι 10,9kW. Συνεπώς η πραγματική εγκατεστημένη ισχύς του λέβητα είναι υπερδιπλάσια της μέγιστης υπολογιζόμενης P_{gen} . Για το λόγο αυτό, λαμβάνεται συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης $\eta_{g1}=0.75$ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 πίνακας 4.3). Αντίστοιχα ο συντελεστής η_{g2} (κατάσταση λέβητα), λαμβάνεται $\eta_{g2}=1$ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 πίνακας 4.4).

Πίνακας 4.3(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης η_{g1} μονάδας λέβητα -καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής βαρύτητας η_{g1}
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,75
Λέβητας με 50% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με 25% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ίση ή μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

Πίνακας 4.4.(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) Συντελεστής μόνωσης η_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Ονομαστική ισχύς (kW)	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Λέβητας με μόνωση Σε καλή κατάσταση μόνωσης	1,0				
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

Από τον πίνακα 4.2 του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 υπολογίστηκε η ελάχιστη θερμική απόδοση του λέβητα-καυστήρα, και βρέθηκε $\eta_{gm}=92\%$.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παραγωγής θέρμανσης υπολογίστηκε τελικά:
 $\eta_{ge}=\eta_{gm} \times \eta_{g1} \times \eta_{g2}=0.92 \times 0.75 \times 1=0.69$ (**69%**)

Η τελική πραγματική θερμική ισχύς του λέβητα που πηγαίνει και στο δίκτυο διανομής θερμότητας, είναι $24kW \times 0,69=16.56kW$

4.4.1.3. Δίκτυο Διανομής

Το δίκτυο διανομής διέρχεται μέσα από τους εσωτερικούς θερμαινόμενους και μη χώρους του κτιρίου. Η θερμομόνωση των κατακόρυφων σωλήνων είναι 6mm. Η ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής υπολογίστηκε από την πραγματική (από ανάλυση καυσαερίων) ισχύ του λέβητα 24 kW και το συνολικό βαθμό απόδοσης του λέβητα 69% (λόγω υπερδιαστασιολόγησης) στα 16.56 KW. Από τον πίνακα 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, για ισχύ 16,56 kW και υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος, λαμβάνουμε ποσοστό θερμικών απωλειών δικτύου διανομής 4,5% ή αλλιώς θερμική απόδοση 0,89.

Πίνακας 4.11. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο.

Ισχύς συστήματος	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους	
	Μόνωση ¹ κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ² ίση με τη ακτίνα σωλ.	Ανεπαρκής Μόνωση ³	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Με μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ.
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Θέρμανση με υψηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 - 70 ^o C)						
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0

¹ Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.
² Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.
³ Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

4.4.1.4. Τερματικές Μονάδες

Βάσει του πίνακα 4.1.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, λαμβάνουμε απόδοση σωμάτων 0,89.

Πίνακας 4.12. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης.

Απόδοση εκπομπής η _{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

4.4.1.5. Βοηθητικά Συστήματα Θέρμανσης

Στο λεβητοστάσιο για την αναγκαστική κυκλοφορία του ζεστού νερού τοποθετήθηκε στον κεντρικό σωλήνα προσαγωγής νερού κυκλοφορητής. Ο κυκλοφορητής αποτελείται από φυγόκεντρη αντλία ζευγμένη στον ίδιο άξονα του ηλεκτροκινητήρα, μέσω ελαστικού συνδέσμου. Η λειτουργία του κυκλοφορητή είναι αθόρυβη και χωρίς κραδασμούς, εγκαταστάθηκε στους σωλήνες με τη βοήθεια φλαντζών. Ακόμα, ο κυκλοφορητής είναι υδρολίπαντος, κατάλληλος για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας 120°C και πίεση 6 bar. Τέλος, έχει ισχύ ίση με 1 kW.

4.4.1.6. Δεδομένα υπολογισμών

Στον πίνακα 13 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Πίνακας 4.13. Σύστημα θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Λέβητας-Καυστήρας											
Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας: 16,56 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας (%): 69,0%											
Είδος καυσίμου: φυσικό αέριο											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/μ ²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 16,56 (=24x69%)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 85											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 70											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής (%): 95,5% (100% - 4,5% απώλειες)											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: σώματα καλοριφέρ											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0,89 (άμεση απόδοση σε εξωτερικό τοίχο)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων			Αριθμός συστημάτων			Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)					
Κυκλοφορητής			1			1					
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 75 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

4.4.2. Σύστημα ψύξης χώρων

4.4.2.1. Περιγραφή

Στις κατοικίες του κτηρίου υπάρχουν αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, τρεις σε κάθε διαμέρισμα με ψυκτική ισχύ 12.000 btu/h έκαστη (3,52 kWth), οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης. Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής.

4.4.2.2. Μονάδες Παραγωγής Ψύξης

Το σύνολο της εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος είναι: $3 \times 3,52 \times 10 = 105,6$ kWth. Δεδομένου πως δεν υπάρχουν τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τις μονάδες, ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας των αντλιών θερμότητας λαμβάνεται EER=2,0, όπως καθορίζεται στην παρ. 4.2.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

... από την παρ. 4.2.2.1 :

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (δισαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας EER θα λαμβάνεται:

- 1,5 για συστήματα 20-ετίας και
- 2,0 για συστήματα 10-ετίας.

4.4.2.3. Δίκτυο Διανομής

Δεν υπάρχει, αφού γίνεται τοπική παραγωγής και απόδοση ψύξης.

4.4.2.4. Τερματικές Μονάδες

Από τον πίνακα 4.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, λαμβάνουμε βαθμό απόδοσης 0,93.

Πίνακας 4.14.(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1) Απόδοση ημετ τερματικών μονάδων ψύξης

Τύπος τερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής ημετ μονάδων ψύξης
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία διανομής αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες τερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοίχιο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

4.4.2.5. Βοηθητικά Συστήματα

Δεν υπάρχουν.

4.4.2.6. Δεδομένα υπολογισμών

Στον πίνακα 4.15 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης των κατοικιών.

Πίνακας 4.15. Σύστημα ψύξης

Σύστημα Ψύξης Κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής ψύξης											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης : τοπικές αντλίες θερμότητας συνολικής ισχύος 105,6 kWth											
Συντελεστής συμπεριφοράς μονάδας EER: 2,0											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0,5
ΙΟΥΛ	0,5	ΑΥΓ	0,5	ΣΕΠΤ	0,5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων : 93,0%											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων			Αριθμός συστημάτων			Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)					
-			-			-					
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 15 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

4.4.3. Σύστημα παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης

4.4.3.1. Περιγραφή

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιούνται τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες, 80lt, ένας σε κάθε διαμέρισμα του κτιρίου. Η θερμική ισχύς των θερμαντήρων είναι 4 kWe έκαστος. Αυτό το σύστημα υποβοηθάτε από το σύστημα θέρμανσης.

4.4.3.2. Δεδομένα υπολογισμών

Βάσει της παρ. 4.8.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1 :

- η θερμική απόδοση των μονάδων παραγωγής, ηλεκτρικοί θερμαντήρες είναι 100%,
- ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής 100% (δεν υπάρχει δίκτυο) και
- οι απώλειες του δοχείου αποθήκευσης είναι μόνο πλευρικές και λαμβάνονται 2%.

παράγραφος 4.8.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών ή κεντρικών θερμαντήρων (boiler) λαμβάνονται κατά μέσο όρο 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., ενώ για ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) λαμβάνονται μηδενικές. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο.

Τα δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης των κατοικιών δίνονται στον πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16. Σύστημα ZNX

Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης – ZNX											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: ηλεκτρικοί θερμαντήρες συνολικής ισχύος 40 kWe											
Θερμική απόδοση μονάδας (%): 100 %											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής ZNX (kW): τοπική κατανάλωση											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX : <input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι 5 Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%): 100% (λόγω τοπικής κατανάλωσης)											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης : Θερμαντήρες διπλής ενέργειας σε εσωτερικό χώρο											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX : 98% (=100%-2% πλευρικές απώλειες)											

4.4.4. Συστήματα φωτισμού

Η κατανάλωση από το σύστημα φωτισμού δεν λαμβάνεται υπόψη σε κτήρια κατοικιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΚΕΝΑΚ

5.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 333.74 Συνολικός όγκος (m³): 1001.22

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²): 333.74 Θερμαινόμενος όγκος (m³): 1001.22

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 166.87 Ψυχόμενος όγκος (m³): 500.61

Αριθμός ορόφων: 7 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3 Ύψος ισογείου (m): 3

Έκθεση κτιρίου: Ενδιάμεσο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 2 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZNX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
▶	Ηλεκτρική	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	kWh	00/00/00 - 01/01/10
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

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

5.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ

Γενικά

Χρήση: Πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 333.740 Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος): 273.8000 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ZNX

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³K): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Γ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 450 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 5

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

5.3 ΚΕΛΥΦΟΣ

5.3.1 Αδιαφανείς επιφάνειες

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 1 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U (W/m²K)	α* (-)	ε* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
1	Τείχος	T11	0	90.00	6.810	0.491	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.6020	0.6460	1.0000	1.0000
2	Τείχος	T12	0	90.00	0.625	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.5660	0.6120	1.0000	1.0000
3	Τείχος	T12	0	90.00	1.125	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.5660	0.6120	1.0000	1.0000
4	Τείχος	T12	0	90.00	2.900	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.3790	0.3770	1.0000	1.0000
5	Μεσοτοιχία	T11			8.500									
6	Μεσοτοιχία	T12			0.625									
7	Μεσοτοιχία	T12			1.250									
8	Μεσοτοιχία	T12			2.075									
9	Τείχος	T11	180	90.00	10.040	0.491	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.5560	0.4140	1.0000	1.0000
10	Τείχος	T12	180	90.00	1.125	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.5000	0.3900	1.0000	1.0000
11	Τείχος	T12	180	90.00	1.125	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.5000	0.3900	1.0000	1.0000
12	Τείχος	T12	180	90.00	1.125	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.5000	0.3900	1.0000	1.0000
13	Τείχος	T12	180	90.00	4.400	0.561	0.40	0.80	1.0000	1.0000	0.1420	0.2640	1.0000	1.0000
14	Μεσοτοιχία	T11			17.120									
15	Μεσοτοιχία	T12			1.250									

5.3.2 Διαφανείς επιφάνειες

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 1 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	α_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)
1	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	0.8580	0.6140
2	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	0.8560	0.6140
3	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	0.8580	0.5420
4	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	0.5940
5	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	0.5940
6	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	0.8700	0.6140
7	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	0.8700	0.6140
8	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	0.8700	0.5420
9	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	0.5940
10	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	0.5940
11	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	0.9160	0.6140
12	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	0.9160	0.6140
13	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	0.9360	0.5420
14	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	0.5940
15	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	0.5940
16	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	1.0000	0.6140
17	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	0.6140
18	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	0.5420
19	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	0.5940
20	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	0.5940
21	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 40% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.8	0.41	1.0000	1.0000	1.0000
22	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	1.0000
23	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	1.0000
24	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 30% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.5	0.48	1.0000	1.0000	1.0000
25	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Δίδυμος με διάκενο αέρα 6mm	4.1	0.54	1.0000	1.0000	1.0000
* 26										

5.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

5.4.1 Σύστημα Θέρμανσης

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (t)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Φυσικό αέριο	120.0000	0.6893	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0	0	0	1.000	1.000	1.000
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (t)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου			1.0000	<input type="checkbox"/>
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (t)
▶ 1	Σύματα καλοριφέρ	0.8500

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	5	1.0000
* 2		1	0

5.4.2 Σύστημα Ψύξης

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (t)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	52.7200	1	2.0000	0	0	0	0	0	0.500	0.500	0.500	0	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (t)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1.0000	<input type="checkbox"/>
▶ 2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	Β. Αν. (t)
▶ 1	Κλιματιστικά	0.96

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

5.4.3 Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (t)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Τοπική μονάδα φυσικού αερίου	Φυσικό αέριο	120.0000	0.9200	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
▶ 2	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	20.0000	1.0000	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
* 3				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (t)
▶ 1	Άμεση κατανάλωση	<input type="checkbox"/>	Πάνω από 20% σε εξωτερικούς	1.0000

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Αν. (t)
▶ 1	Δεξαμενή	0.8943

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

5.5 ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ

5.5.1 Υπόγειο

Γενικά

Συνολική επιφάνεια (m²): Δείσωση αέρα (m³/h):

Αδιαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	T10	0	90.00	26.400	0.5740	0.40	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	Τοίχος	T10	270	90.00	28.350	0.5740	0.40	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Τοίχος	T10	180	90.00	26.400	0.5740	0.40	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Διαφανείς επιφάνειες

*	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)
* 1	Κούφωμα								

Σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	Δ6	83.160	0.496	0.0		168.3200
* 2							

5.5.2 Κλιμακοστάσιο

Γενικά

Συνολική επιφάνεια (m²): Δείσωση αέρα (m³/h):

Αδιαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
▶ 1	Τοίχος	T11	0	90.00	0.000	0.4910	0.40	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	Τοίχος	T11	0	90.00	9.750	0.4910	0.40	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Τοίχος	T11	270	90.00	0.000	0.4910	0.40	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

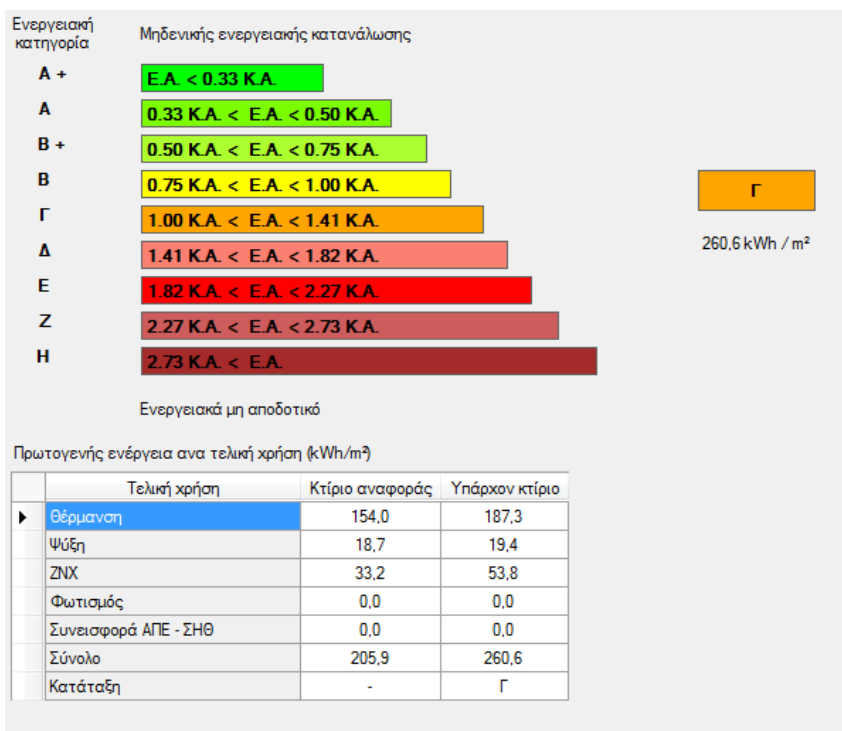
Διαφανείς επιφάνειες

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	A8	180	90.00	1.320	A8	4.490	0.4753	1.0000	1.0000
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	A8	180	90.00	1.320	A8	4.490	0.4753	1.0000	1.0000

Σε επαφή με το έδαφος

*	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
* 1							

5.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ



5.7 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ – ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Υπάρχον κτίριο

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	13,0	9,4	6,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,7	10,9	45,6
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	9,9	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	3,1	2,8	2,9	2,5	2,2	1,8	1,7	1,7	1,8	2,2	2,5	2,9	28,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	28,4	21,8	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	14,1	24,8	115,9
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,6	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
	ZNX	3,8	3,3	3,5	3,0	2,5	2,0	1,9	1,8	2,0	2,7	3,1	3,6	33,2
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	32,2	25,1	20,2	11,3	2,5	3,6	4,5	4,1	2,0	4,6	17,1	28,4	155,6

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO2 (kg/m ²)
►	Ηλεκτρισμός	54,9	54,3
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	100,7	19,7
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	0,0	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	155,6	74,0

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΕΝΑΚ

6.1 ΣΕΝΑΡΙΟ 1^ο: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΖΝΧ

Στο σενάριο τοποθετήθηκαν Ηλιακοί Συλλέκτες απλής κατασκευής, 2 m² για κάθε διαμέρισμα, οπότε συνολικά 10 m². Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών είναι 45° και ο προσανατολισμός Νότιος.

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

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ΖΝΧ	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m ²)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶ 1	Απλός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.332		10	180	45	1.0	750

6.2. ΣΕΝΑΡΙΟ 2^ο : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΛΕΠΤΟΥ ΥΜΕΝΑ CIS-CIGS

Στο σενάριο αυτό τοποθετήθηκαν φωτοβολταϊκά λεπτού υμένα στις διαφανείς επιφάνειες με Νότιο προσανατολισμό, με συνολική επιφάνεια 33m², και ισχύ 175 W/m² για συνεισφορά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

	Τύπος	Συν. Α (-)	Επιφάνεια (m ²)	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Κόστος (€/m ²)
▶	Λεπτού υμένα CIS-CIGS	0.07	33	5.775	180	90	1.0	
*							1	

6.3 ΣΕΝΑΡΙΟ 3^ο : ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Στο σενάριο αυτό έγινε αντικατάσταση των κουφωμάτων από μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή σε μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm και αντικατάσταση των υαλοπινάκων από διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 6 mm σε διπλό υαλοπίνακα με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής κ διάκενο αέρα 12 mm.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 1 Παθητικά ηλιακά

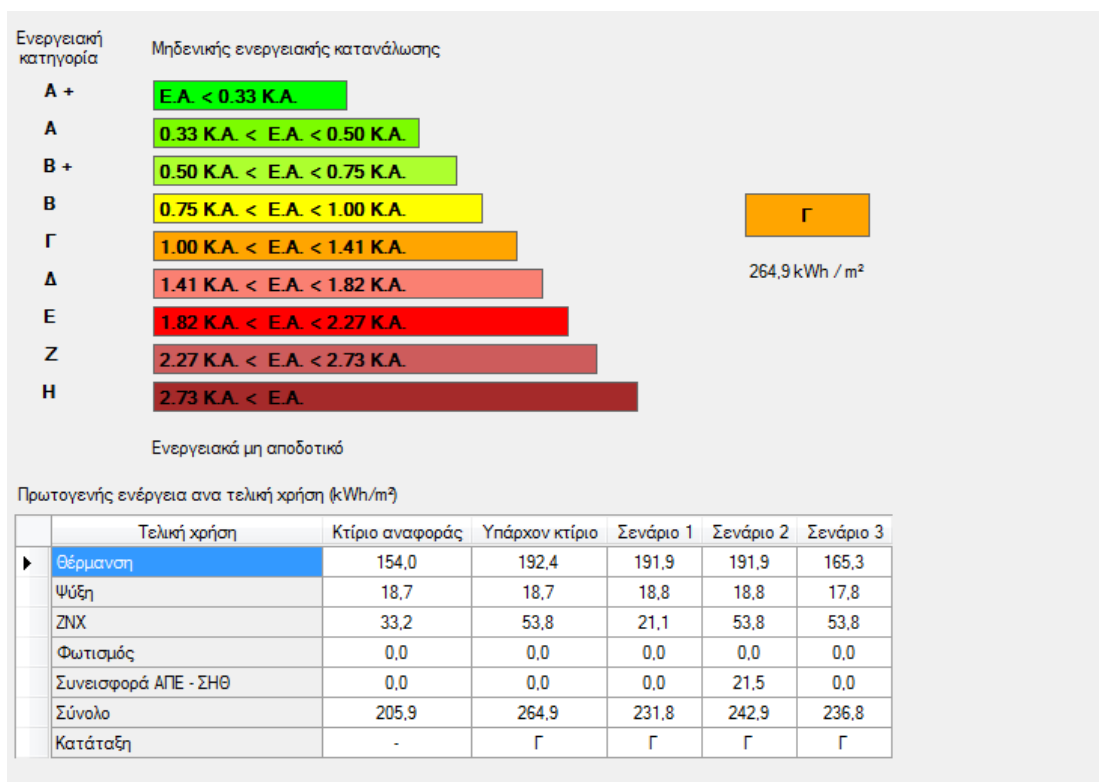
Διαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

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

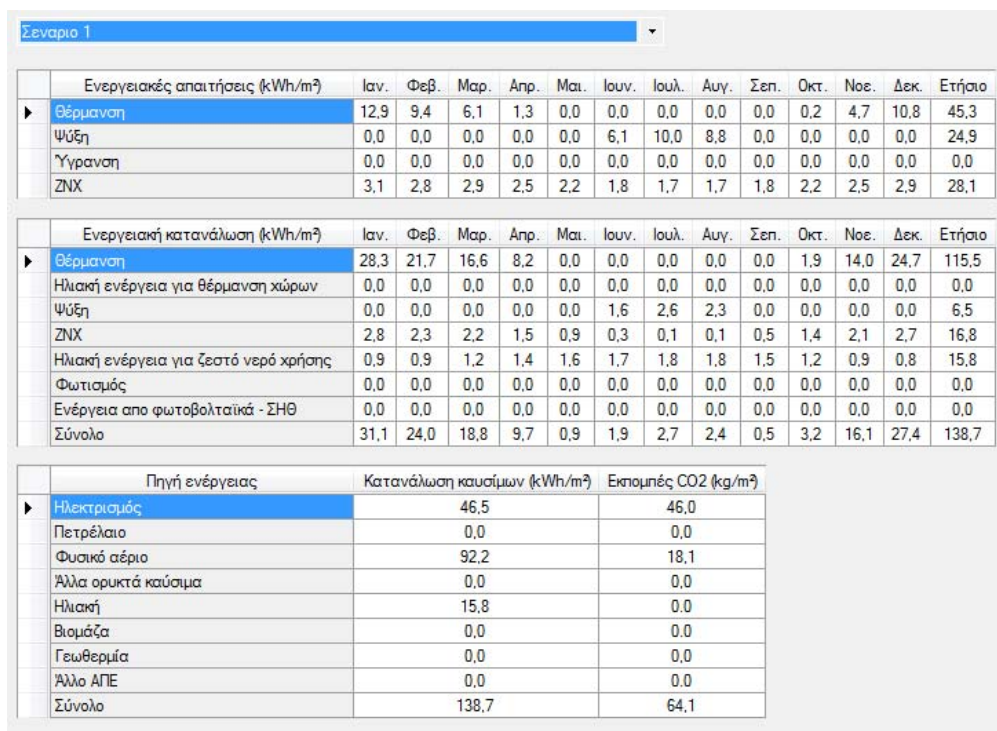
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κουφωμα	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 40% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.36	1.0000
2	Ανοιγόμενο κουφωμα	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 30% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1.0000
3	Ανοιγόμενο κουφωμα	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 20% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.3	0.48	1.0000
4	Ανοιγόμενο κουφωμα	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 30% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1.0000
5	Ανοιγόμενο κουφωμα	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 20% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.3	0.48	1.0000
6	Ανοιγόμενο κουφωμα	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 40% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.36	1.0000
7	Ανοιγόμενο κουφωμα	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 30% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1.0000
8	Ανοιγόμενο κουφωμα	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 20% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.3	0.48	1.0000
9	Ανοιγόμενο κουφωμα	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 30% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1.0000
10	Ανοιγόμενο κουφωμα	A3	180	90.00	5.280	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 20% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.3	0.48	1.0000
11	Ανοιγόμενο κουφωμα	A4	0	90.00	3.080	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 40% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.36	1.0000
12	Ανοιγόμενο κουφωμα	A5	0	90.00	1.980	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 30% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1.0000
13	Ανοιγόμενο κουφωμα	A6	0	90.00	0.880	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 20% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.3	0.48	1.0000
14	Ανοιγόμενο κουφωμα	A2	180	90.00	3.300	Μεταλλικό με θ.δ. 24mm 30% διδμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.4	0.42	1.0000

6.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ / ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟ

6.4.1. Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά την εφαρμογή των σεναρίων



6.4.2. Απαιτήσεις/Κατανάλωση Σεναρίου 1^{ου}



Εικόνα 6.5

Όπως φαίνεται στην εικόνα 6.5, μετά την εφαρμογή του σεναρίου 1, παρατηρείται σημαντική μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²) για ζεστό νερό χρήσης (ZNX) του κτιρίου, κυρίως τους μήνες με έντονη ηλιοφάνεια (Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο) της τάξης του 85%. Επίσης μειώνεται περίπου στο 50% η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για ZNX [από 33,2 (kWh/m²·year) στα 16,8 (kWh/m²·year)] όπως και οι συνολικές εκπομπές CO₂ κατά 13%, ενώ τέλος, εξοικονομείται περίπου 11% της συνολικής ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

6.4.3. Απαιτήσεις/Κατανάλωση Σεναρίου 2^{ου}

Σενάριο 2														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	12,9	9,4	6,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,7	10,8	45,3
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	10,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	24,9
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	3,1	2,8	2,9	2,5	2,2	1,8	1,7	1,7	1,8	2,2	2,5	2,9	28,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	28,3	21,7	16,6	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	14,0	24,7	115,5
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,6	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
	ZNX	3,8	3,3	3,5	3,0	2,5	2,0	1,9	1,8	2,0	2,7	3,1	3,6	33,2
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	7,4
	Σύνολο	32,1	25,0	20,1	11,3	2,5	3,6	4,5	4,1	2,0	4,6	17,1	28,3	155,2

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)	
▶	Ηλεκτρισμός	47,5		47,0	
	Πετρέλαιο	0,0		0,0	
	Φυσικό αέριο	100,3		19,7	
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0	
	Ηλιακή	0,0		0,0	
	Βιομάζα	0,0		0,0	
	Γεωθερμία	0,0		0,0	
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0	
	Σύνολο	155,2		66,6	

Εικόνα 6.6

Όπως φαίνεται στην εικόνα, μετά την εφαρμογή του σεναρίου 2, υπάρχει μείωση στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά 13,5%. Επίσης, παρατηρείται πτώση και στις εκπομπές του CO₂ κατά 13,5%, γεγονός που οδηγεί σε μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂ κατά 10%. Σε αυτό το σενάριο, παρατηρείται πως δεν εξοικονομείται σημαντικό ποσό ενέργειας (0,26%). Αυτό συμβαίνει γιατί η επιφάνεια τους είναι μικρή και όχι ικανή να εξοικονομήσει αρκετή ενέργεια.

6.4.4. Απαιτήσεις/Κατανάλωση Σεναρίου 3^{ου}

Σενάριο 3														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	9,1	6,5	3,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,9	7,5	30,4
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	9,2	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	23,5
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	3,1	2,8	2,9	2,5	2,2	1,8	1,7	1,7	1,8	2,2	2,5	2,9	28,1
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	21,8	16,7	12,9	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	11,0	19,1	90,1
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1
	ZNX	3,8	3,3	3,5	3,0	2,5	2,0	1,9	1,8	2,0	2,7	3,1	3,6	33,2
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	25,6	20,0	16,4	10,1	2,5	3,6	4,3	4,0	2,0	4,4	14,0	22,7	129,5
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)										
▶	Ηλεκτρισμός	54,5		53,9										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	75,0		14,7										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	129,5		68,6										

Εικόνα 6.7

Όπως φαίνεται στην εικόνα 6.7, μετά την εφαρμογή του σεναρίου 3, υπάρχει μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, κυρίως στους χειμερινούς μήνες, έως 30%. Επίσης είναι φανερό η πτώση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση τους χειμερινούς μήνες έως 23%. Παράλληλα, παρατηρείται μείωση κατά 25,5% στην κατανάλωση του φυσικού αερίου και στις εκπομπές CO₂ που απορρέουν από την καύση/χρήση/κατανάλωσή του. Τέλος, οι συνολικές εκπομπές CO₂ μειώνονται κατά 7%, ενώ παρατηρείται εξοικονόμηση στην κατανάλωση καυσίμου και στην ετήσια κατανάλωση ενέργειας κατά 16%.

6.5 ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

Ο ΚΕΝΑΚ δεν θεωρεί το φωτισμό υπολογίσιμο μέτρο στην εξοικονόμηση ενέργεια για κατοικίες, όμως η αλλαγή λαμπτήρων είναι μία σημαντική παράμετρος σε αυτήν.

Το κάθε διαμέρισμα όπως φαίνεται στην κάτοψη του ορόφου (σχήμα 4.2) αποτελείται από δύο δωμάτια, ένα σαλόνι, μία κουζίνα, ένα λουτρό, ένα WC, χωλ και διάδρομο.

Στα δύο δωμάτια, στο σαλόνι, στην κουζίνα, στο χωλ, στο διάδρομο, στο λουτρό και στο WC, θα τοποθετηθούν λαμπτήρες LED μικρού μεγέθους, κατηγορίας A, με φωτεινότητα 700 lumen (7.75W) και μέση κατανάλωση 14 kW το χρόνο, αντί των συμβατικών λαμπτήρων των 60 W. Η διάρκεια ζωής των συγκεκριμένων λαμπτήρων κυμαίνεται από 6 έως 15 χρόνια.

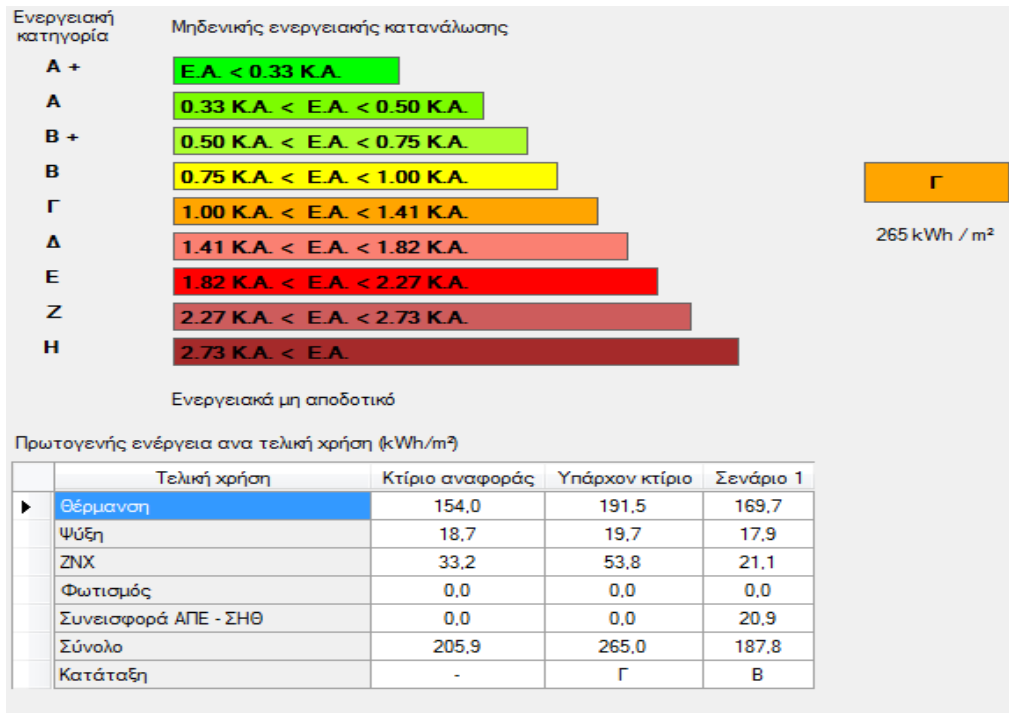
Στα επιτραπέζια φωτιστικά γραφείου και κομοδίνων θα τοποθετηθούν λαμπτήρες φθορισμού μικρού μεγέθους, με φωτεινότητα 220 lumen (4.4W), μέση κατανάλωση 6 kW το χρόνο και διάρκεια ζωής από 6 έως 15 χρόνια, αντί των συμβατικών λαμπτήρων των 25W.

Η αντικατάσταση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.1

ΧΩΡΟΣ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
Δωμάτιο 1	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Δωμάτιο 2	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Σαλόνι	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Κουζίνα	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Χωλ	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Διάδρομος	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Λουτρό	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
WC	Συμβατικός λαμπτήρας 60 W	Λαμπτήρας LED 7.75W (700 lumen)
Επιτραπέζιο φωτιστικό γραφείου	Συμβατικός λαμπτήρας 25 W	Λαμπτήρας φθορισμού 4.4W (220 lumen)
Επιτραπέζιο φωτιστικό κομοδίνου	Συμβατικός λαμπτήρας 25 W	Λαμπτήρας φθορισμού 4.4W (220 lumen)

6.6 ΣΕΝΑΡΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΦΗ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



6.6.1 Απαιτήσεις – Καταναλώσεις

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	9,7	7,0	4,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,2	8,1	32,9
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	9,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	23,7
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	3,1	2,8	2,9	2,5	2,2	1,8	1,7	1,7	1,8	2,2	2,5	2,9	28,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	22,9	17,5	13,5	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	11,5	20,0	94,3
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	2,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
	ZNX	2,8	2,3	2,2	1,5	0,9	0,3	0,1	0,1	0,5	1,4	2,1	2,7	16,8
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,9	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,8	1,5	1,2	0,9	0,8	15,8
	Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	7,4
	Σύνολο	25,7	19,9	15,7	8,7	0,9	1,9	2,5	2,3	0,5	3,1	13,5	22,7	117,3

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
►	Ηλεκτρισμός	39,0	38,6
	Πετρέλαιο	0,0	0,0
	Φυσικό αέριο	71,1	13,9
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
	Ηλιακή	15,8	0,0
	Βιομάζα	0,0	0,0
	Γεωθερμία	0,0	0,0
	Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
	Σύνολο	117,3	52,5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικότερα αποτελέσματα από την εφαρμογή των τριών σεναρίων.

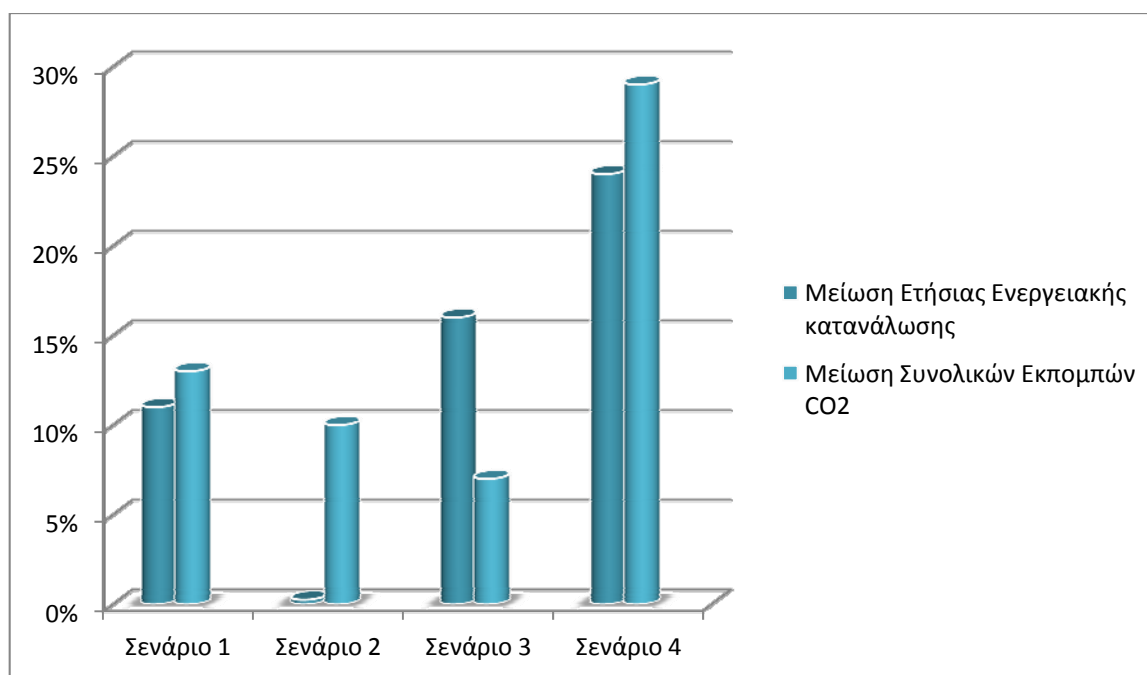
Πίνακας 7.1

	Μείωση Ετήσιας Ενεργειακής Κατανάλωσης	Μείωση Συνολικών Εκπομπών CO ₂
Σενάριο 1	11%	13%
Σενάριο 2	0,26%	10%
Σενάριο 3	16%	7%
Σενάριο 4	24%	29%

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα το βέλτιστο σενάριο, όσον αφορά την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση, είναι το σενάριο 3, καθώς η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται στο 16%. Αντίθετα αν αποτελεί βασικό κριτήριο το ποσό των εκπομπών CO₂, τότε το βέλτιστο σενάριο είναι το σενάριο 1, καθώς μετά την εφαρμογή του οι εκπομπές CO₂ μειώνονται κατά 13%.

Το σενάριο 2 δεν αποτελεί βέλτιστη λύση σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις, λόγω της μικρής επιφάνειας των λεπτών υμενών PVC.

Τέλος, η εφαρμογή και των τριών σεναρίων είναι η βέλτιστη λύση για την κατανάλωση ενέργειας και για τη μείωση εκπομπών CO₂.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

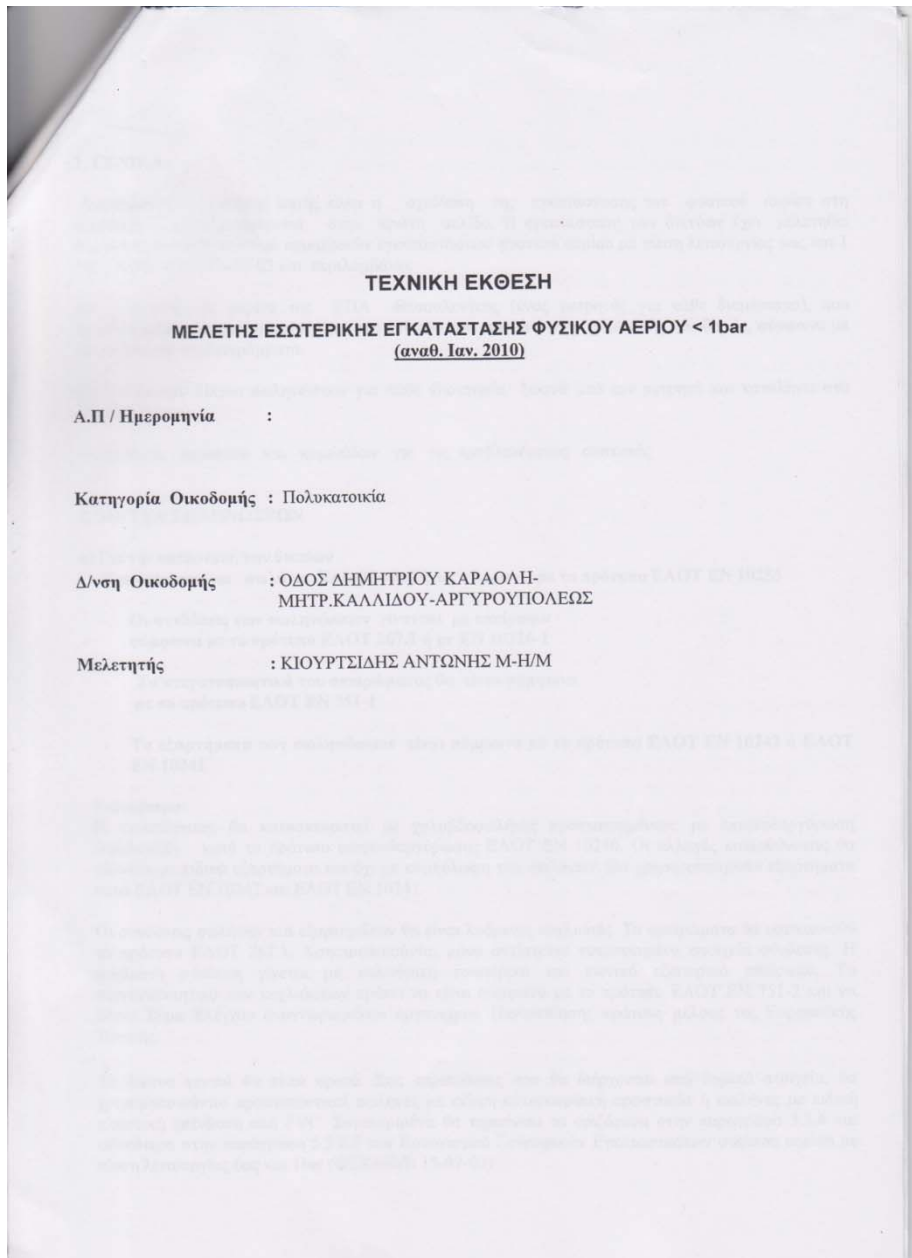
1. «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» Σταύρος Π. Ζήσης, Φεβρουάριος 2011
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και της έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Έκδοση Α'.
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Έκδοση Α'.
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Έκδοση Α'.
5. Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β' 407) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)».
6. Ν.3661/2008 «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89).
7. «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και βιομηχανιών», Σταμάτης Δ.Περδίας.
8. Σταμάτης Δ.Περδίας, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές», Τόμος Α'.
9. «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές», Σταμάτης Δ.Περδίας, Τόμος Β'.
10. Φ.Ε.Κ. Β' 407 / 9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων».
11. ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009: “Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων”.
12. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού», Έκδοση Α'.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. <http://ec.europa.eu> Ευρωπαϊκή Επιτροπή/Ενέργεια/Οικονομικοί λαμπτήρες
2. www.tee.gr Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας – ΤΕΕ
3. www.ypeka.gr Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ΥΠΕΚΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΜΕΛΕΤΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



1. ΓΕΝΙΚΑ

Αντικείμενο της έκθεσης αυτής είναι η σχεδίαση της εγκατάστασης του φυσικού αερίου στη οικοδομή που αναφέρεται στην πρώτη σελίδα. Η εγκατάσταση των δικτύων έχει μελετηθεί σύμφωνα με τον κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar – ΦΕΚ 963/Β/15-07-03 και περιλαμβάνει:

- α) 5 μετρητές αερίου της ΕΠΑ Θεσσαλονίκης (ένας μετρητής για κάθε διαμέρισμα), που τοποθετούνται σε κοινόχρηστο χώρο στο επίπεδο του ισογείου στην pilotis της οικοδομής, σύμφωνα με τα αντίστοιχα σχεδιαγράμματα.
- β) Ανεξάρτητο δίκτυο σωληνώσεων για κάθε ιδιοκτησία ξεκινά από τον μετρητή και καταλήγει στα σημεία λήψεων.
- γ) Διατάξεις αερισμού και καμινάδων για τις προβλεπόμενες συσκευές

2. ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

α) Για την κατασκευή των δικτύων

Χρησιμοποιείται σωλήνας Χαλυβδοσωλήνας σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 10255

- Οι συνδέσεις των σωληνώσεων γίνονται με σπείρωμα σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 267.1 ή pr EN 10226-1
- Τα στεγανοποιητικά του σπειρώματος θα είναι σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 751-1
- Τα εξαρτήματα των σωληνώσεων είναι σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 10242 ή ΕΛΟΤ EN 10241

Ειδικότερα:

Η εγκατάσταση θα κατασκευαστεί με χαλυβδοσωλήνες προστατευμένους με επιψευδαργύρωση (γαλβανιζέ) κατά το πρότυπο επιψευδαργύρωσης ΕΛΟΤ EN 10240. Οι αλλαγές κατευθύνσεως θα γίνονται με ειδικά εξαρτήματα και όχι με καμπύλωση των σωλήνων. Θα χρησιμοποιηθούν εξαρτήματα κατά ΕΛΟΤ EN 10242 και ΕΛΟΤ EN 10241.

Οι συνδέσεις σωλήνων και εξαρτημάτων θα είναι λυόμενες κοχλιωτές. Τα σπειρώματα θα ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ 267.1. Χρησιμοποιούνται μόνο αντίστοιχα τυποποιημένα στοιχεία σύνδεσης. Η κοχλιωτή σύνδεση γίνεται με κυλινδρικό εσωτερικό και κωνικό εξωτερικό σπείρωμα. Το στεγανοποιητικό των κοχλιώσεων πρέπει να είναι σύμφωνο με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 751-2 και να φέρει Σήμα Ελέγχου αναγνωρισμένου οργανισμού Πιστοποίησης κράτους μέλους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα δίκτυα γενικά θα είναι ορατά. Στις περιπτώσεις που θα διέρχονται από δομικά στοιχεία, θα χρησιμοποιούνται προστατευτικοί σωλήνες με ειδική αντισκωριακή προστασία ή σωλήνες με ειδική πλαστική επένδυση από PVC. Συγκεκριμένα θα τηρούνται τα οριζόμενα στην παράγραφο 5.3.6 και ειδικότερα στην παράγραφο 5.3.6.5 του Κανονισμού Εσωτερικών Εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1bar (ΦΕΚ963/Β 15-07-03)

β) Τα δίκτυα φυσικού αερίου απέχουν από τα δίκτυα ύδρευσης τουλάχιστον 5cm και από τα ηλεκτρικά δίκτυα 10cm. Επίσης, τα δίκτυα γειώνονται κατάλληλα, όπως φαίνεται στα σχέδια.

γ) Τα δίκτυα είναι ορατά και εγκαθίστανται σύμφωνα με τις υποδείξεις του κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1bar (ΦΕΚ963/Β 15-07-03)

δ) Στην αρχή κάθε δικτύου, καθώς και σε κάθε σημείο λήψης, εγκαθίστανται διακόπτες, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 331.

ε). Στήριξη σωληνώσεων

Η στήριξη των σωληνώσεων οι οποίες και θα οδεύουν ακάλυπτες σε απόσταση από τον τοίχο θα γίνει με άκαυστα στηρίγματα. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ διαδοχικών στηριγμάτων για οριζόντιες σωληνώσεις φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ονομαστική διάμετρος DN	Απόσταση στερέωσης (m)
15 1/2"	2,75
20 3/4"	3,00
25 1"	3,50
32 1,25"	3,75

3. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΕΡΙΟΥ

α) Οι συσκευές αερίου που προβλέπονται για τα διαμερίσματα είναι:

Είδος	Πλήθος	Τύπος	Ισχύς(KW)
Κουζίνα αερίου 4πλη	5	A1	11.0
Λέβητας επίτ. & ταχυθερμ. 24kW	5	C82	24.0

β) Οι συσκευές αερίου συνδέονται με το δίκτυο σταθερά εκτός από την κουζίνα και τον καυστήρα που μπορούν να συνδεθούν και με εύκαμπτο σύνδεσμο κατά DIN 3383 ή DIN 3384

γ) Στο χώρο όπου θα τοποθετηθεί η οικιακή μαγειρική συσκευή (κουζίνα αερίου) τύπου A1 ονομαστικής θερμικής φόρτισης 11 kW, επαρκεί το υπάρχον άνοιγμα προς το υπαίθρο (θύρα προς τον εξώστη) σαν άνοιγμα αερισμού καθόσον ο όγκος είναι >20 m³, σύμφωνα με την παρ.8.4 του Κανονισμού Εσωτερικών Εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1bar (ΦΕΚ963/Β 15-07-03).

δ) Οι επίτοιχοι λέβητες (ένας για κάθε ιδιοκτησία) θα τοποθετηθούν εξωτερικά του κτιρίου στον εξώστη της κουζίνας κάθε διαμερίσματος, μέσα σε μεταλλικό ερμάριο ύψους 2.80 m, που θα διαθέτει μόνιμο άνοιγμα αερισμού με μεταλλικές ομοίως περσίδες. Το μόνιμο άνοιγμα αερισμού του μεταλλικού ερμαρίου διαστάσεων 0,80 X 0,40 cm, διατομής 320 cm² > 150 cm², υπερκαλύπτει την απαίτηση για άνοιγμα αερισμού της παρ. 8.6.1. του Κανονισμού Εσωτερικών Εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1bar (ΦΕΚ963/Β 15-07-03). Η απαγωγή των καυσαερίων θα γίνεται σε μια καπνοδόχο κοινή για όλους τους λέβητες. Η διάταξη προσαγωγής του αέρα καύσης, που θα γίνεται από το υπαίθρο και η διάταξη απαγωγής των καυσαερίων προς την καπνοδόχο για κάθε λέβητα θα αποτελεί γνήσιο εξάρτημα του κατασκευαστή του και η τοποθέτηση, συναρμολόγηση και σύνδεσή του θα γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και όπως ορίζεται στην παράγραφο 8.6.2. του Κανονισμού Εσωτερικών Εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1bar (ΦΕΚ963/Β 15-07-03).

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

α) Η πίεση λειτουργίας του δικτύου είναι **20 mbar*** και η συνολική πτώση πίεσης σε λειτουργία λόγω τριβών δεν θα υπερβαίνει τα **1,3 mbar**.

Η μέγιστη ταχύτητα ροής του αερίου εντός των σωληνώσεων δεν θα υπερβαίνει τα **6m/sec**

β) Οι διατομές και τα μήκη των σωληνώσεων των δικτύων, φαίνονται στα σχέδια και αιτιολογούνται στους συνημμένους υπολογισμούς.

δ) Στα σχέδια σημειώνονται επίσης η θέση και το είδος του λοιπού εξοπλισμού του δικτύου

Για τα δίκτυα ισχύουν οι υπολογισμοί της αρχικής Μελέτης (Οκτ. 2008)

5. ΚΑΠΝΑΓΩΓΟΙ-ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΙ

α) Η καπνοδόχος των επίτοιχων λεβήτων θα είναι κατασκευασμένη από προκατασκευασμένα λεία τεμάχια αλουμινίου επενδεδυμένα με μονωτικό στρώμα πετροβάμβακα πάχους 7 cm και εξωτερική επένδυση αλουμινίου για επίτευξη αντιστάσης θερμοδιαφυγής τουλάχιστον 0,65 (κατηγορία I), διαμέτρου 25 cm , όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς. Η καπνοδόχος θα οδεύει κατακόρυφα χωρίς λοξές οδεύσεις και σε απόσταση 1 m από το στηθαίο (ή τη στέγη) του δώματος και επιπλέον θα είναι κτιστή.

β) Η θέση της καπνοδόχου των συσκευών που απαιτείται για την απαγωγή των καυσαερίων καθώς και οι διαστάσεις της φαίνεται στα σχέδια. Οι καπναγωγοί αποτελούν εξάρτημα των λεβήτων και διαστασιολογούνται από τους κατασκευαστές τους.

γ) Οι αγωγοί των καυσαερίων θα πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 20cm από τα ανοίγματα του κτιρίου

δ) Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται για κάθε όροφο οι προβλεπόμενες στην μελέτη καμινάδες και το πλήθος των συσκευών των οποίων οι καπναγωγοί καταλήγουν στην ίδια καμινάδα

Όροφος	Καμινάδα	Πλήθος Συσκευών
1ος	N.1	1
2ος	N.1	1
3ος	N.1	1
4ος	N.1	1
5ος	N.2	1

6. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΔΟΚΙΜΕΣ

α) Η εγκατάσταση θα εκτελεσθεί από ειδικευμένο συνεργείο, σύμφωνα με τα σχέδια, την ανωτέρω τεχνική περιγραφή και τους ισχύοντες κανονισμούς.

β) Μετά το τέλος των εργασιών των σωληνώσεων θα γίνει έλεγχος αντοχής σε πίεση 1 bar για 10min. Ο έλεγχος στεγανότητας θα γίνει σε πίεση τουλάχιστον 110mbar και για χρόνο ανάλογα με τον όγκο της εγκατάστασης. Πρέπει να συνυπολογισθεί και ο χρόνος θερμοκρασιακής εξισορρόπησης.

Για την καπνοδόχο ισχύουν οι υπολογισμοί της αρχικής Μελέτης (Οκτ. 2008)

7. ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Στις κτιριακές εγκαταστάσεις και επιχειρήσεις στις οποίες καταναλώνεται Φυσικό Αέριο για κάλυψη των λειτουργικών τους αναγκών θα λαμβάνονται τα μέτρα και τα μέσα πυροπροστασίας που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία πυροπροστασίας για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Παράλληλα πρέπει να τηρούνται τα προβλεπόμενα από την παράγραφο 14.2 του κανονισμού.

8. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ

Όλα τα υλικά της εγκατάστασης Φυσικού Αερίου θα φέρουν τα απαραίτητα πιστοποιητικά καθώς και CE σήμανση.

9. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Οι εγκαταστάσεις του αερίου (σωληνώσεις, εξοπλισμός, συσκευές, καπναγωγοί, καμινάδες) πρέπει να ελέγχονται και να συντηρούνται από τα αρμόδια πρόσωπα, που ορίζονται από τον κανονισμό, τουλάχιστον μία φορά το έτος. Ειδικότερα πρέπει να γίνεται κάθε χρόνο οπτικός έλεγχος του δικτύου, κάθε τέσσερα χρόνια έλεγχος σταγανότητας του δικτύου. Οι συσκευές πρέπει να ελέγχονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις και οδηγίες του κατασκευαστή.

10. ΚΑΘΟΔΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Λόγω μη υπέρξης υπόγειας όδευσης μεγαλύτερης των 20 μέτρων δεν απαιτείται σχετική μελέτη καθοδικής προστασίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΣΩΛΗΝΙΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΣΩΛΗΝΙΟΥ

Εργοδότης	: ΠΕΡΙΦΑΝΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ
Έργο	: 6ΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ, : ΠΙΛΟΤΙΣ, 5 ΟΡΟΦΟΥΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΗ : ΜΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ Σ.Δ.
Θέση	: ΟΔΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΑΡΑΟΛΗ- : ΜΗΤΡ.ΚΑΛΛΙΔΟΥ-ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ
Ημερομηνία Μελετητής	: ΟΚΤ. 2008 : ΚΙΟΥΡΤΣΙΔΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ Μ-Η/Μ
Παρατηρήσεις	:

1. ΓΕΝΙΚΑ

Για την σύνταξη της μελέτης λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω κανονισμοί:

- α) Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΦΕΚ 362/Δ/1979-Κεφ.7)
- β) Το άρθρο 26 του Κτιριοδομικού Κανονισμού (ΦΕΚ 59/Δ/89), καθώς και τα παραπεμπόμενα από αυτό:
 - ΤΟΤΕΕ 2421/86, Μέρος Α και Β (ΦΕΚ 67/Β/88 και ΦΕΚ 177/Β/88)
 - Τα πρότυπα ΕΛΟΤ 234,352,810,447
 - ΚΥΑ 10315/93 (ΦΕΚ 369/Β/93) για τις εστίες καύσης
 - Η απόφαση 20840/1296 (ΦΕΚ 366/Β/79) για υποχρεωτική τοποθέτηση τριόδης ή τετράοδης βάνας
 - Οι κανονισμοί DIN 4701-4706/DIN 4751
 - Το ΠΔ 27/09/85 (ΦΕΚ 631/Δ/85) για την Κατανομή Δαπανών Θέρμανσης και η εγκύκλιος 126/85
 - Το ΦΕΚ 963/Β/15-07-2003 (Κανονισμός εσωτερικών εγκαταστάσεων φυσικού αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar.

Για την παραπάνω μελέτη λήφθηκε υπόψη επιθυμητή θερμοκρασία θερμαινόμενων χώρων ίση με 22 °C, με αντίστοιχη θερμοκρασία περιβάλλοντος 0° C.

Οι θερμικές απώλειες της δυσμενέστερης ιδιοκτησίας (1ος όροφος) ανέρχονται σε 5506 kcal/h
Η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού θα είναι ίση με $t = 85$ °C.

Η Θέρμανση των χώρων γίνεται με το σύστημα της κεντρικής θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία ζεστού νερού (μέσω κυκλοφορητή) με ιδιαίτερη επίτοιχη μονάδα λέβητα για κάθε ιδιοκτησία με ενσωματωμένο καυστήρα αερίου, κυκλοφορητή και ταχυθερμοσίφωνα ροής, ισχύος 25 Kw . Η διανομή του φορέα θερμότητας γίνεται με διπλή γραμμή. Για την λειτουργία της εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθεί φυσικό αέριο με ανώτερη θερμογόνο δύναμη 8,7 έως 13,1 kWh/m³ (2^η οικογένεια αερίων – Ομάδα Η). Για την τέλεια καύση του αερίου θα πρέπει να γίνεται συντήρηση και σωστή ρύθμιση του καυστήρα, λέβητα και καπνοδόχου τουλάχιστον μια φορά το χρόνο.

2. ΛΕΒΗΤΑΣ

Για την τροφοδοσία της εγκατάστασης θέρμανσης προβλέπεται η τοποθέτηση επίτοιχης μονάδας λέβητα για κάθε ιδιοκτησία με ενσωματωμένο καυστήρα αερίου, κυκλοφορητή και ταχυθερμοσίφωνα ροής, ισχύος 25 Kw κατάλληλης για καύση φυσικού αερίου.

Η προσαύξηση για την κάλυψη των απωλειών του Λέβητα, σωληνώσεων και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας πάρθηκε ίση με $Z = 0.25$

Έτσι, απαιτείται λέβητας συνολικής θερμικής ισχύος ίσης με 6883 kcal/h

Ο Λέβητας που επιλέγεται, υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις.

Ο Λέβητας είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις προδιαγραφές

ΕΛΟΤ 234-235 και έχει:

- α) Θυρίδες επίβλεψης της φωτιάς, καθαρισμού του εσωτερικού του και των αεραυλών και ασφάλειες από υπερπίεση μέσα στον χώρο καύσης
- β) Χαλύβδινη πλάκα για την προσαρμογή του καυστήρα
- γ) Κρουνό εκκένωσης στο κάτω μέρος
- δ) Στόμια για την προσαγωγή των σωληνώσεων αναχώρησης και επιστροφής του νερού με φλάντζες
- ε) Ειδικό μονωτικό περίβλημα με εξωτερικό προστατευτικό μανδύα από γαλβανισμένο χαλυβδόφυλλο
- στ) Θερμόμετρο και μανόμετρο

3. ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ

Ο Λέβητας θα θερμαίνεται με καυστήρα φυσικού αερίου τύπου Β αυτόματης λειτουργίας κατάλληλο για λειτουργία με εναλλασσόμενο ρεύμα 220 V/ 50 Hz και προοδευτική ρύθμιση φλόγας σύμφωνα με το απαιτούμενο θερμικό φορτίο.

Ο καυστήρας πληρεί τις προδιαγραφές του ΦΕΚ 963/Β/15-07-2003 και επιτυγχάνει όσο το δυνατόν τελειότερη καύση του αερίου. Επίσης, θα περιλαμβάνει τα παρακάτω εξαρτήματα και συσκευές:

- α) Συγκρότημα οργάνων αερίου
- β) Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα
- γ) Επίβλεψη φλόγας (ιονιστής)
- δ) Επιτηρητή πίεσης αέρα
- ε) Επιτηρητή πίεσης αερίου
- στ) Κινητήρα ρύθμισης διαφράγματος αέρα
- ζ) Σφαιρική βάνα διακοπής παροχής αερίου

4. ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ

Στο λεβητοστάσιο για την αναγκαστική κυκλοφορία του ζεστού νερού τοποθετείται στον κεντρικό σωλήνα προσαγωγής νερού κυκλοφορητής. Αυτός αποτελείται από φυγόκεντρη αντλία ζευγμένη στον ίδιο άξονα του ηλεκτροκινητήρα, μέσω ελαστικού συνδέσμου. Ο Ηλεκτροκινητήρας είναι στεγανού τύπου μονοφασικός 220 V/50 Hz.

Η λειτουργία του κυκλοφορητή είναι αθόρυβη και χωρίς κραδασμούς, εγκαθίσταται δε στους σωλήνες με την βοήθεια φλαντζών. Ακόμα, ο κυκλοφορητής είναι υδρολίπαντος, κατάλληλος για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας 120 °C και πίεση 6 bar.

Ο κυκλοφορητής πρέπει να έχει παροχή ίση με 0.367 m³/h

Επίσης θα πρέπει να έχει μανομετρικό ύψος Η ίσο με 0.486 Μ.Υ.Σ.

5. ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Το δίκτυο κεντρικής θέρμανσης ασφαρίζεται με κλειστό δοχείο διαστολής, τοποθετούμενο στην επιστροφή του ζεστού νερού. Αυτό θα βρίσκεται ενσωματωμένο στη μονάδα λέβητα.

Το δοχείο διαστολής που εκλέγεται είναι REFLEX 12 N και έχει χωρητικότητα ίση με 12lt/3.00bar

6. ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ

Οι καπνοδόχοι θα κατασκευαστούν με προκατασκευασμένα κομμάτια από κισσηρομπετόν. Οι καπνοδόχοι θα προεκταθούν κατά 1 m πάνω από το δάπεδο του δώματος. Θα τοποθετηθούν 2 καπνοδόχοι και θα συνδεθούν οι μονάδες 1ου-2ου και 3ου-4ου-5ου ορόφου αντίστοιχα. Διαστάσεις και λοιπές λεπτομέρειες στη Μελέτη Καυσίμου Αερίου του ενλόγω κτιρίου.

7. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

Τα σώματα θα είναι χαλύβδινα τύπου πάνελ, κατάλληλα για πίεση λειτουργίας 4 bar. Θα τοποθετηθούν με επιμέλεια και θα συνδεθούν στο δίκτυο του θερμού νερού με διακόπτες στην είσοδο και έξοδο του νερού, ενώ θα χρωματιστούν με ειδικό χρώμα που αντέχει στη θερμοκρασία του σώματος.

Η στερέωσης στους τοίχους θα γίνει με τη βοήθεια ειδικών στηριγμάτων.

Το είδος και το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων φαίνεται στα σχέδια και το επισυναπτόμενο ειδικό έντυπο.

8. ΣΩΛΗΝΕΣ

Οι σωλήνες του δικτύου θα τοποθετηθούν σύμφωνα με τα σχέδια.

Στην αρχή κάθε κατακόρυφης στήλης θα τοποθετηθεί βάννα με κρουνό κένωσης ανάλογης διαμέτρου.

Ολες οι σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής ζεστού νερού που βρίσκονται σε μη θερμαινόμενους χώρους, θα μονωθούν για την αποφυγή απωλειών θερμότητας. Η μόνωση των σωληνών θα γίνει με μονωτικούς σωλήνες τύπου Armaflex, πάχους εξαρτημένου από την θερμοκρασία του νερού και την διάμετρο του σωλήνα.

9. ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Οι μονάδες λεβήτων θα τοποθετηθούν στην κουζίνα κάθε ιδιοκτησίας.

Οι συσκευές αερίου των τύπων B2, B3 και B5 επιτρέπεται να εγκαθίστανται σε χώρους με ή χωρίς θύρα προς το ύπαιθρο ή παράθυρο, το οποίο μπορεί να ανοιχθεί, ανεξάρτητα από τον όγκο του χώρου, όταν η επαρκής τροφοδοσία αέρα καύσης εξασφαλίζεται μέσω ανοιγμάτων προς το ύπαιθρο σύμφωνα με την παράγραφο 8.5.4.1.1. του ΦΕΚ 963/Β/15-07-2003.

Οι συσκευές αερίου των τύπων B1 και B4 επιτρέπεται να εγκαθίστανται σε χώρους με ή χωρίς θύρα προς το ύπαιθρο ή παράθυρο, το οποίο μπορεί να ανοιχθεί, όταν ο όγκος του χώρου είναι τουλάχιστον 1 m³ ανά 1 kW συνολικής ονομαστικής θερμικής ισχύος τέτοιων συσκευών αερίου και η επαρκής τροφοδοσία αέρα καύσης εξασφαλίζεται μέσω ανοιγμάτων προς το ύπαιθρο σύμφωνα με την παράγραφο 8.5.4.1.1. του ΦΕΚ 963/Β/15-07-2003.

Κατ' εξαίρεση επιτρέπεται ο χώρος εγκατάστασης να έχει όγκο μικρότερο από 1 m³ ανά 1 kW συνολικής ονομαστικής θερμικής ισχύος τέτοιων συσκευών αερίου, αν η απαιτούμενη σύμφωνα με την παράγραφο 8.5.4.1.1 διατομή για το άνοιγμα τροφοδοσίας αέρα καύσης διαιρεθεί σε δύο ίσου μεγέθους ανοίγματα.

Και τα δύο ανοίγματα πρέπει να βρίσκονται στον ίδιο τοίχο και δεν επιτρέπεται να μπορούν να κλειστούν ή να φραγούν. Το άνω άνοιγμα πρέπει να τοποθετηθεί κατά το δυνατόν σε ύψος τουλάχιστον 1,80 m επάνω από το δάπεδο, ενώ το κάτω άνοιγμα κοντά στο δάπεδο, με μέγιστο ύψος της άνω ακμής του ανοίγματος 45 cm.

10. ΔΟΚΙΜΗ

Μετά την αποπεράτωση του δικτύου των σωληνώσεων και πριν από την τοποθέτηση των θερμαντικών σωμάτων θα τεθεί το δίκτυο υπό υπερπίεση 6 ατμοσφαιρών για τρεις συνεχείς ώρες.

Εφ' όσον δεν παρουσιαστεί καμμία διαρροή, θα τοποθετηθούν τα σώματα. Θα γεμίσει με νερό, θα κλείσουν τα ελεύθερα άκρα των σωλήνων και θα τεθεί το δίκτυο με υπερπίεση 4 ατμοσφαιρών μετρουμένων στο Λεβητοστάσιο επί δύο συνεχείς ώρες.

Σε περίπτωση κάποιας διαρροής, η οποία μπορεί να διαπιστωθεί εύκολα από την πτώση πίεσης που σημειώνεται στο μανόμετρο, θα επισκευαστεί η σχετική ατέλεια, θα αντικατασταθούν τα ελαττωματικά εξαρτήματα και η δοκιμή θα επαναληφθεί.

Στη συνέχεια θα τεθεί η εγκατάσταση σε λειτουργία υπό συνθήκες πλήρους θέρμανσης, μέχρι θερμοκρασίας σχεδόν βρασμού του νερού, και κατόπιν θα αφεθεί να ψυχραθεί με παράλληλο έλεγχο της στεγανότητας των ενώσεων και παρεμβυσμάτων κατά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

11. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Σχετικά με τη συντήρηση απαιτούνται τα παρακάτω:

- α) Μηνιαία Λίπανση των λιπαντήρων του καυστήρα με ελαφρό έλαιο.
- β) Ετήσια επιθεώρηση και καθαρισμός του Λέβητα και της καπνοδόχου.

Σημειώνεται, ότι οποιαδήποτε τροποποίηση της μελέτης αυτής μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μετά από τη σύμφωνη γνώμη του συντάκτη της μελέτης.