

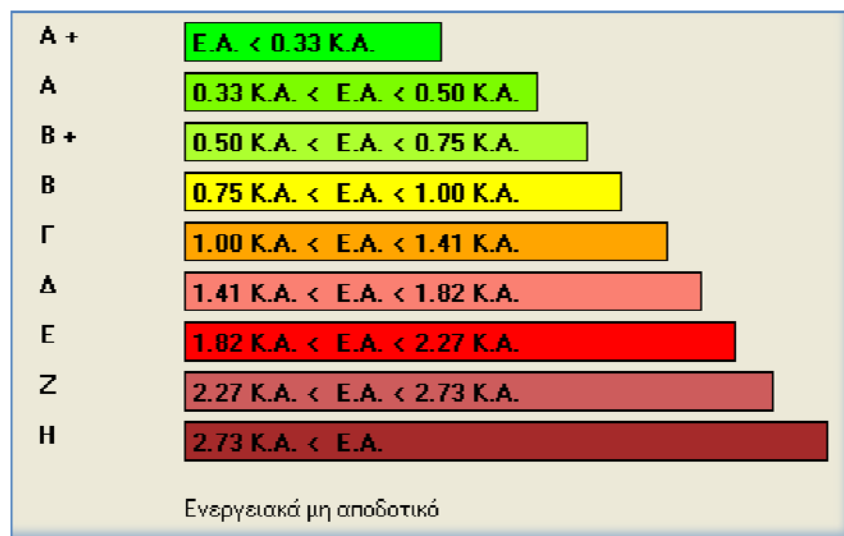


*ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ*

*ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ*

*ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ*

## *Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων*



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΤΑΥΡΟΣ Π. ΖΗΣΗΣ**

Επιβλέπων: Χρήστος Τζιβανίδης

Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2011



*ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ*

*ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ*

*ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ*

## *Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΤΑΥΡΟΣ Π. ΖΗΣΗΣ**

*Επιβλέπων:* Χρήστος Τζιβανίδης

Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή.

.....  
*Χρήστος Τζιβανίδης*

*Λέκτορας Ε.Μ.Π.*

.....  
*Κίμων Αντωνόπουλος*

*Καθηγητής Ε.Μ.Π.*

.....  
*Καθηγητής Ε.Μ.Π.*

Αθήνα, Φεβρουάριος 2011

.....

**Σταύρος Π. Ζήσης**

*Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.*

Copyright © Σταύρος Ζήσης, 2011.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Κατ' αρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου, Λέκτορα του Ε.Μ.Π. στον τομέα Θερμότητας, κο. Τζιβανίδη Χρήστο για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του σε κάθε στάδιο της εξέλιξής της. Επίσης, οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στους υπεύθυνους του λογισμικού του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος για την χορήγηση του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK στο εργαστήριό μας, προκειμένου να ολοκληρώσω επιτυχώς την εργασία μου με την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης ενός κτιρίου.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο «ευχαριστώ» στους γονείς μου (Παναγιώτη και Νικολέττα) και τα αδέρφια μου (Βασίλη και Άγγελο) για την διαρκή υποστήριξη που μου παρείχαν και τις πολύτιμες συμβουλές τους σε κάθε βήμα της πορείας μου μέχρι τώρα, καθώς και στους φίλους μου για τα αξέχαστα φοιτητικά χρόνια που περάσαμε μαζί.

Σταύρος Π. Ζήσης,

Αθήνα, Φεβρουάριος 2011

## 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 CO<sub>2</sub> 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 <sup>[7]</sup>.

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 <sup>[8]</sup>.

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 σηματικότερο 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 σε κτίρια και βιομηχανίες, 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 και αποδοτικότητας των εργαζομένων μιας βιομηχανίας ή 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% <sup>[9]</sup>. 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) <sup>[5]</sup>, όπως προέβλεπε ο νόμος 3661/2008 <sup>[6]</sup>, 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.
- ✓ Αναλύονται οι μεθοδολογίες υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- ✓ Παρουσιάζεται εν συντομία το πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, το οποίο αποτελεί το εργαλείο-λογισμικό των μηχανικών για την εκπόνηση των ενεργειακών μελετών, καθώς και ο τρόπος χρήσης και λειτουργίας του.
- ✓ Εκπονείται μελέτη ενεργειακής απόδοσης (εφαρμογή του προγράμματος ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ) σε ένα κτίριο, από την οποία προκύπτει και η ενεργειακή του κατάταξη.
- ✓ Προτείνονται επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας για το παραπάνω κτίριο, οι οποίες μελετώνται με το ίδιο πρόγραμμα ως εναλλακτικά σενάρια.

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1. Κτίριο αναφοράς - Οι ελάχιστες απαιτήσεις.....	13
1.2. Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης και πιστοποίησης κτιρίου.....	14
1.3. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου.....	17
1.4. Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα .....	18
1.5. Κατηγορίες κτιρίων.....	19
2. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	22
2.1. Συνθήκες λειτουργίας κτιρίου αναφοράς.....	22
2.2. Καθορισμός θερμικών ζωνών κτιρίου .....	23
2.3. Ωράριο και περίοδος λειτουργίας του κτιρίου ή των ανεξάρτητων θερμικών ζωνών .....	25
2.4. Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες χώρων .....	27
2.4.1. Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων .....	28
2.4.2. Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων.....	28
2.4.3. Απαιτούμενος νωπός αέρας εσωτερικών χώρων .....	30
2.4.4. Στάθμη φωτισμού .....	32
2.5. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης .....	34
2.6. Εσωτερικά κέρδη από χρήστες και εξοπλισμό .....	36
2.6.1. Χρήστες κτιρίου ή θερμικής ζώνης .....	38
2.6.2. Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης .....	40
3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ .....	43
3.1. Γεωμετρία του κτιρίου .....	44
3.1.1. Γραμμικές διαστάσεις δομικού στοιχείου.....	45
3.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων .....	47
3.1.3. Όγκος του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης .....	48
3.2. Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κτιρίου .....	49
3.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές κτιρίου αναφοράς .....	52
3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	53

3.2.2.1.	Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανούς δομικού στοιχείου .....	59
3.2.2.1.1.	Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου... ..	61
3.2.2.1.2.	Διάκενο σε επικοινωνία με το περιβάλλον.....	62
3.2.2.1.3.	Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση.....	64
3.2.2.2.	Δομικό στοιχείο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα .....	64
3.2.2.3.	Δομικό στοιχείο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο .....	64
3.2.2.4.	Δομικό στοιχείο σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη .....	66
3.2.2.5.	Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος.....	66
3.2.2.6.	Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτίριο .....	72
3.2.2.7.	Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.....	73
3.2.2.8.	Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων.....	74
3.2.3.	Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών .....	75
3.2.3.1.	Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ μονού κουφώματος.....	77
3.2.3.2.	Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα .....	77
3.2.3.3.	Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ διπλού κουφώματος.....	78
3.2.3.4.	Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα .....	79
3.2.3.5.	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου .....	81
3.2.3.6.	Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα $\Psi_g$ .....	82
3.2.4.	Υπολογισμός των θερμογεφυρών .....	82
3.2.5.	Υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου $A/V$ .....	88
3.2.6.	Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου ( $U_m$ ).....	90
3.2.7.	Ο μειωτικός συντελεστής ( $b$ ).....	92
3.2.8.	Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων.....	95
3.2.9.	Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας.....	96
3.2.10.	Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία .....	98
3.2.11.	Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων .....	98
3.3.	Συντελεστές σκίασης.....	100
3.3.1.	Συντελεστές σκίασης κτιρίου αναφοράς.....	101
3.3.2.	Συντελεστής σκίασης ορίζοντα $F_{hor}$ .....	101



3.3.3.	Συντελεστής σκίασης από προβόλους $F_{ov}$ .....	103
3.3.4.	Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές $F_{fin}$ .....	105
3.3.5.	Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας .....	107
3.3.6.	Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων .....	108
3.4.	Αερισμός .....	110
3.4.1.	Αερισμός κτιρίου αναφοράς .....	110
3.4.2.	Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα) .....	111
3.4.3.	Φυσικός αερισμός .....	114
3.4.4.	Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων .....	115
3.5.	Παθητικά ηλιακά συστήματα .....	115
4.	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-KENAK .....	118
4.1.	ΤΕΕ-KENAK Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων .....	118
4.2.	Μάσκα εισαγωγής δεδομένων .....	119
4.3.	Δεδομένα κτιρίου .....	120
4.4.	Δεδομένα θερμικής ζώνης .....	122
4.5.	Δεδομένα μη θερμαινόμενου ή ηλιακού χώρου .....	124
4.6.	Υπολογισμοί και αποτελέσματα .....	124
4.6.1.	Ενεργειακή κατάταξη .....	125
4.6.2.	Απαιτήσεις – Κατανάλωση .....	126
4.6.3.	Οικονομοτεχνική ανάλυση .....	128
5.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ .....	129
5.1.	Αρχικό σενάριο .....	130
5.1.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη .....	138
5.1.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	139
5.2.	2 <sup>ο</sup> σενάριο .....	141
5.2.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη .....	142
5.2.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	143
5.3.	3 <sup>ο</sup> σενάριο .....	144
5.3.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη .....	145
5.3.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	146
5.4.	4 <sup>ο</sup> σενάριο .....	147

5.4.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.....	148
5.4.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	149
5.5.	5 <sup>ο</sup> σενάριο.....	150
5.5.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.....	151
5.5.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	152
5.6.	6 <sup>ο</sup> σενάριο.....	153
5.6.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.....	154
5.6.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	155
5.7.	7 <sup>ο</sup> σενάριο.....	156
5.7.1.	Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.....	157
5.7.2.	Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις .....	158
5.8.	Ανάλυση αποτελεσμάτων .....	159
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	169

## **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, μηχανημάτων στην βιομηχανία 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 και φωτισμό (για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα)), 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 <sup>[5]</sup>.

Η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου αποδίδει σε αυτό έναν ποιοτικό δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης ( $A^+$ ,  $A$ ,  $B^+$ ,  $B$ ,  $\Gamma$ ,  $\Delta$ ,  $E$ ,  $Z$ ,  $H$ ), 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 επιλεχθούν για ένα συγκεκριμένο κτίριο οι αντίστοιχες τιμές των παραμέτρων και με χρήση του προγράμματος ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ θα υπολογιστεί η ενεργειακή του απόδοση.

Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτίριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και να μπορέσει να τη βελτιώσει.

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, καθώς επίσης και με τη σωστή χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη.

Ο μελετητής ή ο επιθεωρητής επιλέγει τις παραμέτρους, δίνοντας προτεραιότητα στα στοιχεία που θα συλλέξει κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ή – στην περίπτωση νέων κτιρίων – σε αυτά που καθορίζονται στη μελέτη εφαρμογής (αρχιτεκτονική, ηλεκτρομηχανολογική, κ.ά.), προκειμένου να προσεγγίσει κατά το δυνατόν ακριβέστερα την πραγματική κατάσταση του κτιρίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών επιθεωρήσεων, η συλλογή των απαραίτητων δεδομένων δεν είναι δυνατή στο βαθμό που απαιτείται. Γι' αυτό το λόγο παρέχεται η δυνατότητα εκτίμησης αυτών των δεδομένων, που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς με βάση την ισχύουσα πρακτική δόμησης που εφαρμόζεται σε εθνικό επίπεδο. Προκειμένου να περιοριστεί η εσφαλμένη εκτίμηση και εισαγωγή δεδομένων κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής καλείται να επιλέξει, ανάλογα με την περίπτωση και τις ειδικές συνθήκες, τις κατάλληλες παραμέτρους.

**1.1. ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ – ΟΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του ΚΕΝΑΚ <sup>[5]</sup>, 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 <sup>[5]</sup> 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 <sup>[5]</sup>, 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’ <sup>[5]</sup>:

- 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 <sup>[5]</sup>, 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.<sup>[6]</sup>

<b>Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης κτιρίου για θέρμανση και ψύξη (μηνιαία μέθοδος)</b>		
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 με τη μέθοδο 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.	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα.
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	
ΕΛΟΤ EN 15193(2008)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό.
<b>Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου για θέρμανση και ψύξη – Μελέτη ενεργειακής απόδοσης (μηνιαία μέθοδος)</b>		
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 απόδοση 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 κτίριο.	
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 τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου.	
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 απόδοσης 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.
<b>Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.) και φωτισμό</b>		
ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης).	Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης (Z.N.X.).
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 των 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 <sup>[5]</sup>:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμό), 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.<sup>[5]</sup>

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλύομενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /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 <sup>[1]</sup>.

Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1.3. Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. <sup>[1]</sup>

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A <sup>+</sup>	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B <sup>+</sup>	$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
<b>B</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.

Όταν ένα κτίριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα, που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης, τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και αντίστοιχα, εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης του κτιρίου ξεχωριστά.

#### 1.4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

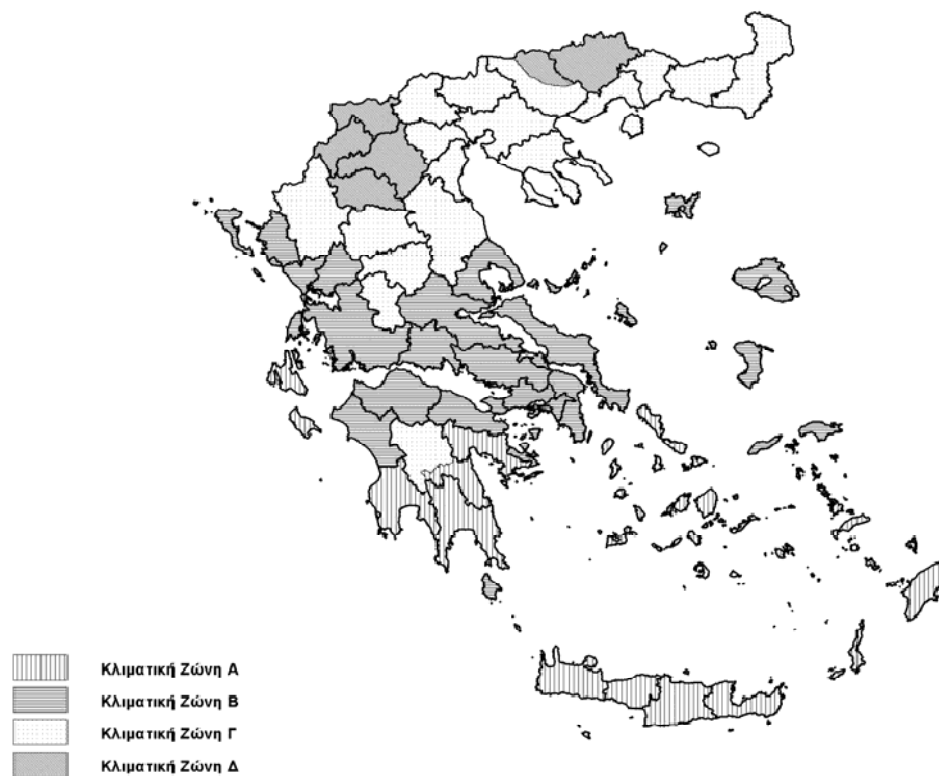
Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης. Στον επόμενο πίνακα προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη).

Πίνακας 1.4. Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς. <sup>[3]</sup>

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

Ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών.



Σχήμα 1.1. Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας. <sup>[3]</sup>

### 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. <sup>[1]</sup>

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις κτιρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτίριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.

Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.
Βιομηχανίας και βιοτεχνίας	Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο, παρασκευαστήριο τροφίμων, καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων, αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης.
Αποθήκευσης	Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου.
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	Στάθμευση αυτοκινήτων, δικύκλων ή τρίκυκλων, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων.

Να σημειωθεί ότι: <sup>[1]</sup>

- 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 <sup>[11]</sup>:

- 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 m<sup>2</sup>.

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.).

## **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 γενικώς, εκτός αν απαιτούνται ειδικές συνθήκες.

### **2.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ**

Το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ορισμό του, είναι ένα κτίριο με ίδιο προφίλ και με ίδιες συνθήκες λειτουργίας με το υπό μελέτη κτίριο. Κατά συνέπεια οι συνθήκες λειτουργίας που αναφέρονται στις ακόλουθες ενότητες ισχύουν τόσο για το κτίριο αναφοράς, όσο και για το προς μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο, εκτός αν για το υπό μελέτη κτίριο καθορίζεται διαφορετική τιμή για κάποια από τις παραμέτρους των υποενοτήτων των συνθηκών λειτουργίας.

Για παράδειγμα, τα επίπεδα φωτισμού καθορίζονται ανά κατηγορία και χρήση κτιρίου σε συγκεκριμένα όρια, αλλά το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο μπορεί να διαθέτει φωτιστικά με υψηλότερα επίπεδα φωτισμού από τα απαιτούμενα για την

κάλυψη των αναγκών του. Σ' αυτήν την περίπτωση, για το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο τα επίπεδα φωτισμού θα διαμορφωθούν ανάλογα με τα συστήματα που διαθέτει, ενώ για το κτίριο αναφοράς τα επίπεδα φωτισμού λαμβάνονται όπως ορίζονται στις εθνικές προδιαγραφές στις ακόλουθες ενότητες.

## **2.2. 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 <sup>[1]</sup>:

- ✓ 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 <sup>[1]</sup>.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες <sup>[5,21]</sup>:

- 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) <sup>[1]</sup>.



### **2.3. 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 <sup>[1]</sup>:

1. τη χρήση του κτιρίου,
2. τον ανθρώπινο παράγοντα, δηλαδή από τις ιδιαιτερότητες που προσδίδουν σε κάθε γενική χρήση κτιρίου οι επιλογές και οι συνθήκες 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.<sup>[1]</sup>

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	

Πίνακας 2.1. (συνέχεια) Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτιρίων 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.- Μαϊ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
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	Συnergείο 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 περίοδοι για την θέρμανση και την ψύξη, ανάλογα με την κλιματική ζώνη: <sup>[3]</sup>

- Για τις ζώνες Α και Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

#### **2.4. 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: <sup>[1]</sup>

- 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.

#### **2.4.1. 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.

#### **2.4.2. 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. Εξαίρεση 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 μικρής 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. <sup>[1]</sup>

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
Υποδομάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστείο, 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

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος 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

#### **2.4.3. 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 ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$ ), ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού ( $\text{άτομα}/\text{m}^2$ ) ανά χρήση κτιρίου. Στον ακόλουθο πίνακα καθορίζονται ο αριθμός ατόμων ανά  $100 \text{ m}^2$  μεικτής δομημένης επιφάνειας, ο απαιτούμενος νωπός αέρας ανά άτομο ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$ ) και ο απαιτούμενος νωπός αέρας ανά επιφάνεια δαπέδου ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ) για κάθε κατηγορία κτιρίου. Αυτές είναι και οι τιμές που λαμβάνονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου.

Πίνακας 2.3. Απαιτούμενος νωπός αέρα ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.<sup>[1]</sup>

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα /100 $\text{m}^2$ επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [ $\text{m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$ ]	Νωπός αέρας [ $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ ]
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
Ζαχαροπλαστείο, 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



Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα /100 m <sup>2</sup> επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
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

#### 2.4.4. 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<sup>2</sup> 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.<sup>[1]</sup>

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτίριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	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



Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτίριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
χειμερινής λειτουργίας	300	5,5	0,8
Ξερόνοτος 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
Υποδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	4,5	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	1,8	0,5
Εστιατόριο	200	3,6	0,8
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	4,5	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	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 ατόμων 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, αγορά και υπεραγορά	300	5,5	0,8
Κατάστημα, φαρμακείο,	500	9,1	0,8
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	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

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτίριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
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

## 2.5. 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 συνήθειες 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.<sup>[1]</sup>*

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [l/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [l/m <sup>2</sup> /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /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

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [l/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [l/m <sup>2</sup> /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
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

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [l/άτομο/ημέρα]	Ημερήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [l/m <sup>2</sup> /ημέρα]	Ετήσια κατανάλωση ανά δομημ. επιφάνεια [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]
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»<sup>[3]</sup> 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.<sup>[3]</sup>

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

## 2.6. 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 <sup>[1]</sup>.

### 2.6.1. 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. Εκλύομενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.<sup>[1]</sup>

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [ $W/άτομο$ ]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ.επιφάνειας [ $W/m^2$ ]	Μέσος 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
Υποδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	50	5	0,50

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ.επιφάνειας [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
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	13	0,43
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



Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμική ισχύς ανά άτομο [W/άτομο]	Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημ.επιφάνειας [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής παρουσίας
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	75	4	1,00
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	90	3	0,50

### 2.6.2. Εξοπλισμός κτιρίου ή θερμικής ζώνης

Η εκλύομενη 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 <sup>[21]</sup>, 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.<sup>[1]</sup>

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m <sup>2</sup> ]	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



Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
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, οικοτροφείου κ.ά.	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 σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	15	0,5	7,5	0,36
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	10	0,5	5	1,00
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	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	20	0,3	6	0,43
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

Χρήσεις κτιρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής ετερ/σμού	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m <sup>2</sup> ]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
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

### **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: <sup>[8]</sup>

- 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<sup>[7]</sup>:

- 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 κατάταξη 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 <sup>[21]</sup>. 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 <sup>[1]</sup>.

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.

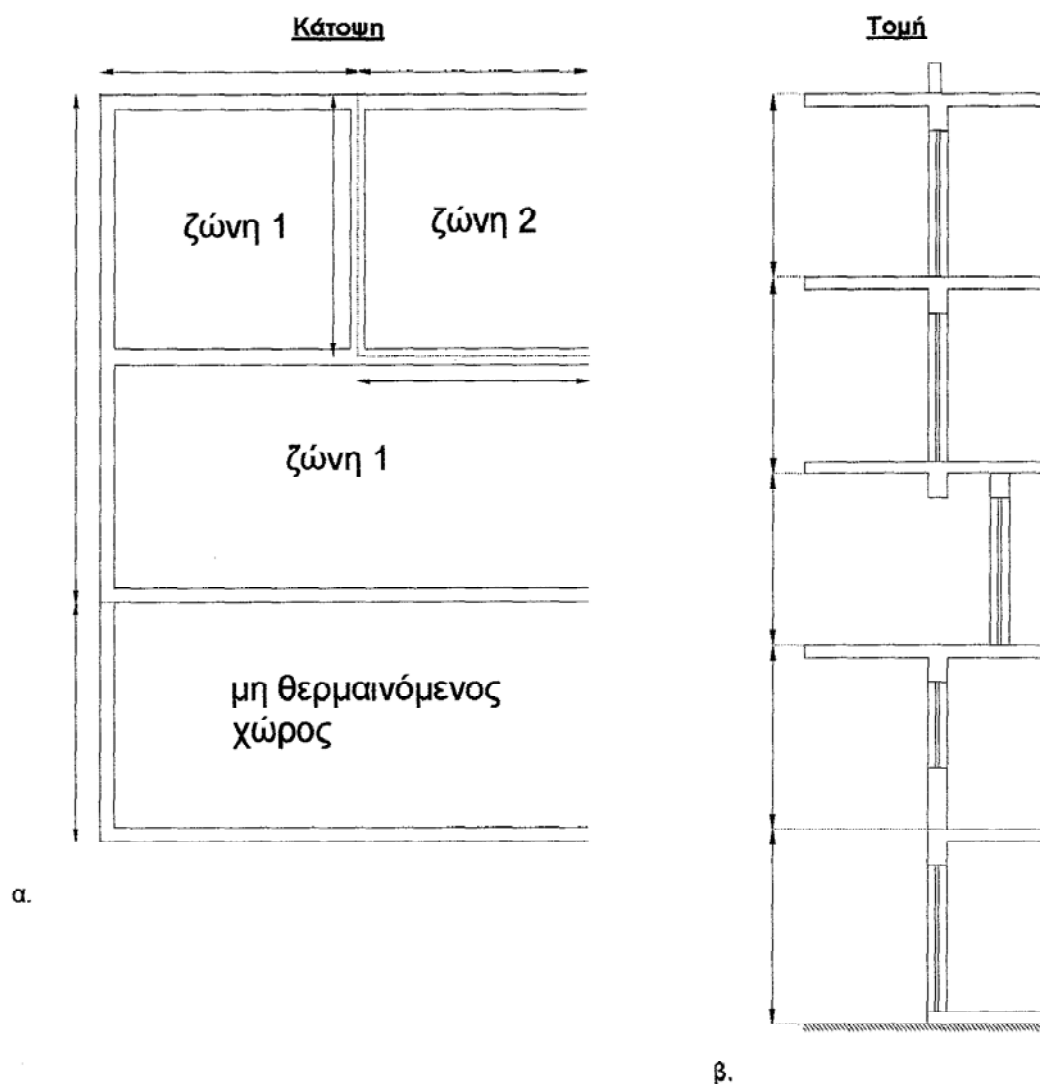
Οι πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων ορίζονται με βάση την αφετηρία μέτρησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που τα ορίζουν.

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 δάπεδό του είναι σε επαφή με το έδαφος μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος του επόμενου ορόφου. Όταν το δάπεδό 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. <sup>[1]</sup>

### 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.<sup>[1]</sup>

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.<sup>[4]</sup>

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 δάπεδό 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: <sup>[2]</sup>

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

όπου:  $R$   $[m^2 \cdot K/W]$  η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,

$d$   $[m]$  το πάχος της στρώσης,

$\lambda$   $[W/(m \cdot K)]$  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 όψεων του κατά την εξίσωση: <sup>[2]</sup>

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

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: <sup>[2]</sup>

$$U = 1 / R_{o\lambda} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

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: <sup>[2]</sup>

- 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 εντασσομένου 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 ιδίου 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 οπλισμένου 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.<sup>[1]</sup>

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> .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.<sup>[1]</sup>

A/V (m <sup>-1</sup> )	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής ( $U_m$ )σε[W/m <sup>2</sup> .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	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

Να σημειωθεί ότι, 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. Ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές κτιρίου αναφοράς

Τόσο στην ενεργειακή μελέτη, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου αναφοράς ορίζεται ίσος με το μέγιστο επιτρεπόμενο ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη. Επίσης, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου αναφοράς  $U_m$ , δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον πίνακα 3.3β. Στην περίπτωση κτιρίων

(κυρίως υφιστάμενων με μεγάλης επιφάνειας ανοίγματα), όπου το κτίριο αναφοράς δεν πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ , τότε οι επιμέρους συντελεστές θερμοπερατότητας (πίνακας 3.3α.) των δομικών αδιαφανών στοιχείων του που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (τοιχοποιίες, οροφές, πυλωτές), μειώνονται ποσοστιαία και ομοιόμορφα, μέχρι ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας να πληροί τους περιορισμούς.

Στην περίπτωση κτιρίου μεικτής χρήσης με διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριων χρήσεων, το κτίριο αναφοράς ορίζεται ξεχωριστά για την κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης και κατά συνέπεια ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου αναφοράς ανά χρήση πρέπει να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  (πίνακας 3.3.β).

Στο κτίριο αναφοράς τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα (εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους) αντικαθίστανται με συμβατικά ίδιων διαστάσεων και συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  ίσο με το μέγιστο επιτρεπτό (πίνακας 3.3α.) της κλιματικής ζώνης, στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο.

### **3.2.2. 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: <sup>[1]</sup>

- 1<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1980.
- 2<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> Ιανουαρίου 1980 ως ημερομηνία έναρξης της περιόδου.
  - η 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου 2010 ως ημερομηνία λήξης της περιόδου.
- 3<sup>η</sup> 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<sup>η</sup> 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: <sup>[5]</sup>

- 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 προστασίας 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). [2]

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο μ. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο μ. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)
<b>Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)</b>						
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
<b>Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)</b>						
<b>Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
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
<b>Δρομική οπτοπλινθοδομή</b>						
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
<b>Αργολιθοδομή</b>						
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). [2]

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 <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)
<b>Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)</b>						
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	-	-
<b>Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)</b>						
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: [1]

- 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.<sup>[1]</sup>

Δομικό στοιχείο	Συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)		
	A	B	Γ
	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·K)	(W/m <sup>2</sup> ·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 περίβλημα 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. <sup>[1]</sup>

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Θερμομονωτική προστασία	Κτίριο μελέτης		Κτίριο αναφοράς	
		Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών	Υπολογισμός τιμών U	Υπολογισμός θερμογεφυρών
<b>Πριν από το 1979 (ανυπαρξία κανονισμού)</b>	Χωρίς θερμομονωτική προστασία	Τιμές από πίνακα 3.4.	όχι	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Μερική πρόνοια θερμικής προστασίας (εξαρχής πρόνοια ή μετέπειτα επέμβαση)	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·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 <sup>2</sup> ·K)	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·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 <sup>2</sup> ·K)	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Περίοδος 1979 -2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)</b>	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 <sup>2</sup> ·K)
	Πλημμελής εφαρμογή Κ.Θ.Κ.	Τιμές από πίνακα 3.4.	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Σύμφωνα με απαιτήσεις Κ.Θ.Κ.	Σύμφωνα με τη μελέτη ή με $k_{max}$ κατά Κ.Θ.Κ.	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Περίοδος 1979 -2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)</b>	Κάλυψη των απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ. (εξαρχής πρόνοια	Σύμφωνα με τη μελέτη	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_{max}$ κατά Κ.Εν.Α.Κ	$U+0,1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)

	ή μετέπειτα επέμβαση)				
<b>Μετά το 2010 (ισχύς Κ.Εν.Α.Κ.)</b>	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

**3.2.2.1. 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 όψεών του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου n στρώσεων ορίζεται από τον τύπο: [2]

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

όπου: U [W/(m<sup>2</sup>·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<sub>δ</sub> [m<sup>2</sup>·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<sub>i</sub> [m<sup>2</sup>·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 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:

- ✓ με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,
- ✓ 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 <sup>[2]</sup> παρατίθενται πίνακες, στους οποίους:

- Δίδονται ενδεικτικές τιμές σχεδιασμού του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  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  $\lambda \leq 0,18$  W/(mK),
  - εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, γίνεται χρήση της τιμής του  $\lambda$ , 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  $\lambda$  του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα/εργαστηρίου.
  - για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 6cm και  $\lambda > 0,06$  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 ( $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο. Η τιμή  $\lambda_{eq}$  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,  $\lambda_{eq}$ , 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  $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού.
- εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή  $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού, χρησιμοποιείται απευθείας αυτή.
- εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή  $\lambda_{eq}$  αλλά την τιμή  $\lambda_{unit}$  της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. οπτόπλινθο), ακολουθείται η μεθοδολογία υπολογισμού δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από ανομοιογενείς στρώσεις.
- σε κάθε περίπτωση, όταν η τιμή  $\lambda_{eq}$  δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με  $\lambda < 0,80 \text{ W/(mK)}$  η τιμή  $\lambda$  του συνδετικού κονιάματος λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

### **3.2.2.1.1. 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 εγλωβισμένος 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  $10^\circ\text{C}$  και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με  $5^\circ\text{C}$ . Θεωρήθηκε ότι η μία



κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή οπτόπλινθους) 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.<sup>[2]</sup>

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 <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -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 <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -K/W	m <sup>2</sup> -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

### 3.2.2.1.2. 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 <sup>[2]</sup>. 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  $R_a$ ).
- 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 δικέλφων 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  $R_a$ ).

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

**3.2.2.1.3. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση**

Στην περίπτωση τοποθέτησης θερμοανακλαστικής μόνωσης στο διάκενο, η θερμική αντίσταση  $R_{\delta}$  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.

**3.2.2.2. Δομικό στοιχείο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα**

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτίρια της 1<sup>ης</sup> 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<sup>ης</sup> 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<sup>ης</sup> 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.<sup>[1]</sup>

**3.2.2.3. 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.<sup>[1,2]</sup>

- 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 ( $U_w$ ) 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:

$$R_a = R_i \quad [m^2K/W]$$

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

### 3.2.2.4. 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.

### 3.2.2.5. 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 έδρασης  $z$  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  $\Pi$  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 προβάλει 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: <sup>[1]</sup>

- Για κτίρια της 1<sup>ης</sup> κατηγορίας από τον πίνακα 3.4. (3.4α. ή 3.4β.).
- Για κτίρια της 2<sup>ης</sup> 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<sup>ης</sup> 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.<sup>[2]</sup>

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:

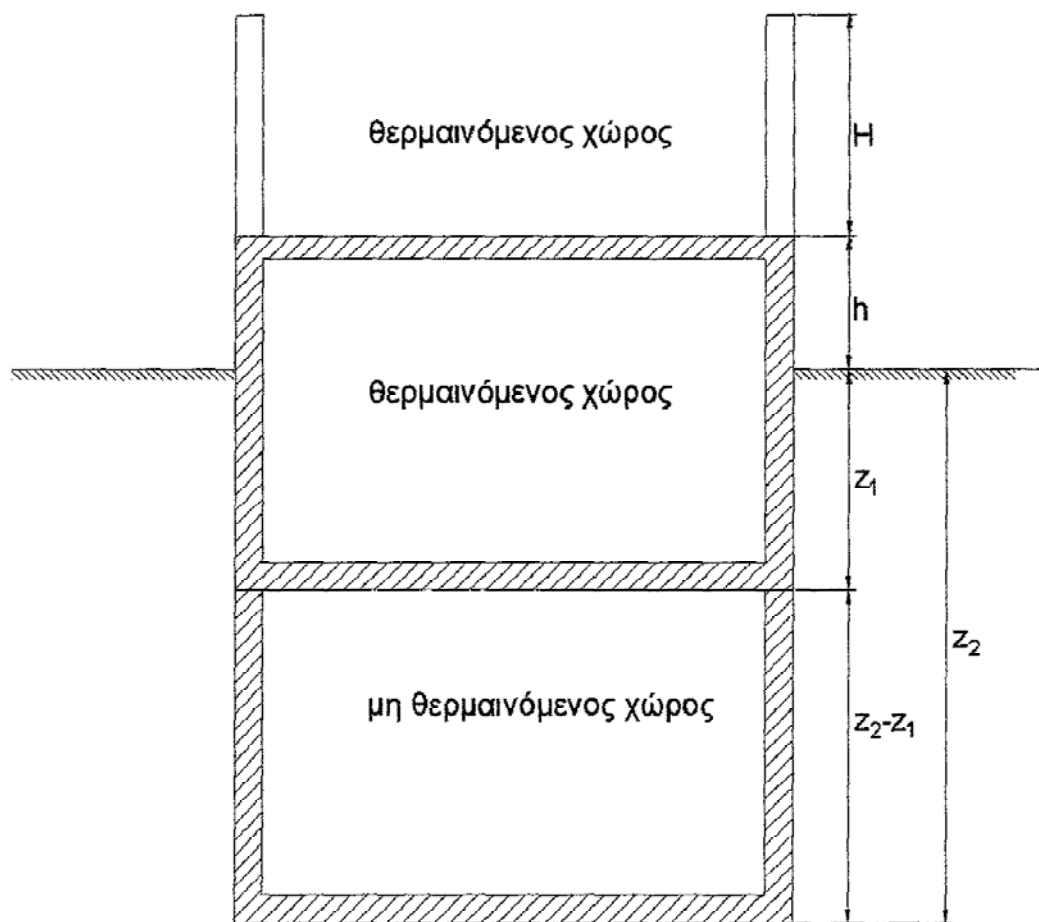
$$U_{FB} = \frac{z_2 \cdot U'_{FB,z2} - z_1 \cdot U'_{FB,z1}}{z_2 - z_1} \quad [W/(m^2 \cdot K)]^{[2]}$$

όπου:  $U'_{FBzi}$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας για βάθος έκτασης  $z_i$

$z_1$  [m] το βάθος από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,

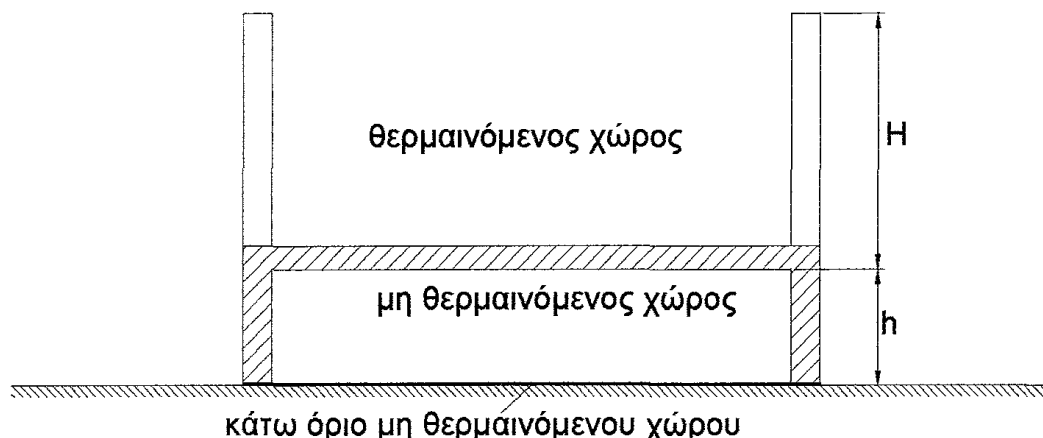
$z_2$  [m] το βάθος μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.





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.<sup>[1]</sup>

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.<sup>[1]</sup>

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].<sup>[2]</sup>

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).<sup>[2]</sup>

Ονομαστικό $\epsilon$ 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
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

Όνομαστικό ς συντελεστής $U_{FB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	z(m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας Β' [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
<b>3,00</b>	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
<b>2,00</b>	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	
<b>1,00</b>	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	
<b>0,90</b>	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
<b>0,80</b>	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	

Όνομαστικό ς συντελεστής $U_{FB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	z(m)	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
<b>0,70</b>	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	
<b>0,60</b>	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	
<b>0,50</b>	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	

### 3.2.2.6. 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.

### 3.2.2.7. 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 ενδιαμέσου 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:<sup>[2]</sup>

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

όπου  $U_{RU}$  [W/(m<sup>2</sup>·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·K)]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,
R <sub>δ</sub>	[m <sup>2</sup> ·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 <sub>i</sub>	[m <sup>2</sup> ·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 <sub>u</sub>	[m <sup>2</sup> ·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 <sub>α</sub>	[m <sup>2</sup> ·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 TOTEE 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  $\varphi > 30^\circ$ .

### 3.2.2.8. 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:<sup>[2]</sup>

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

όπου: U [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο ενιαίος συντελεστής θερμοπερατότητας του σύνθετου δομικού στοιχείου,

n [-] το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,

- $U_j$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επί μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,  
 $A_j$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] 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.  $\lambda$ ,  $R_i$ ,  $R_a$ ) 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.

### **3.2.3. 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 πλαισίου, 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 μέγιστη 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 μπορούν να βρεθούν στην ΤΟΤΕΕ 20701\_2\_2010.

Πίνακας 3.10. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων  $U_w$  [ $W/(m^2K)$ ] ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου, τον τύπο του υαλοπίνακα και το ποσοστό πλαισίου.<sup>[1]</sup>

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου $F_f$	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm
	[ % ]	[ $W/(m^2K)$ ]	[ $W/(m^2K)$ ]	[ $W/(m^2K)$ ]	[ $W/(m^2K)$ ]	[ $W/(m^2K)$ ]
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	-	-	-	-
<b>Εξωτερικές Πόρτες</b>						
<b>Υλικό</b>	<b>Χωρίς υαλοπίνακες [<math>W/(m^2K)</math>]</b>					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

\* Οι τιμές για το διπλό ξύλινο παράθυρο ισχύουν, εφόσον και τα δύο φύλλα του παραθύρου δεν παρουσιάζουν προβλήματα αεροστεγανότητας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύουν οι τιμές του μονού παραθύρου.

**3.2.3.1. 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: [2]

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

όπου $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
$U_f$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
$U_g$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
$A_g$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
$I_g$ [m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
$\Psi_g$ [W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

**3.2.3.2. 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: [2]

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

όπου $U_w$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
$U_f$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
$U_g$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
$U_p$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος,
$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
$A_g$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
$A_p$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος,
$I_g$ [m]	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
$\Psi_g$ [W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.
$I_p$ [m]	το μήκος της θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος (περίμετρος του πετάσματος),
$\Psi_p$ [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  $I_g$  ίσα με το μηδέν.

### 3.2.3.3. 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:<sup>[2]</sup>

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

- όπου  $U_w$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος,  
 $U_{w,i}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος,  
 $U_{w,\alpha}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος,  
 $R_\alpha$  [m<sup>2</sup>·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 εξωτερικό περιβάλλον.  
 $R_i$  [m<sup>2</sup>·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<sup>2</sup>·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.<sup>[2]</sup>

Πάχος διακένου mm	Θερμική αντίσταση διακένου υαλοπινάκων $R_{δ,w}$ [W/(m <sup>2</sup> 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

### 3.2.3.4. 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:<sup>[2]</sup>

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

όπου  $U_g$  [W/(m<sup>2</sup>·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·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.<sup>[2]</sup>

Υάλωση			$U_g$ [ $W/(m^2K)$ ] 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	$\leq 0,1$	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	$\leq 0,05$	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	$\leq 0,1$	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	$\leq 0,05$	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

### 3.2.3.5. 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.<sup>[1]</sup>

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

### 3.2.3.6. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα $\Psi_g$

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  $\Psi_g$  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. <sup>[2]</sup>

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων $\Psi_g$ [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

### 3.2.4. 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 πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, 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 θερμομόνωμένο 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: <sup>[2]</sup>

- ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, που εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ , 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:

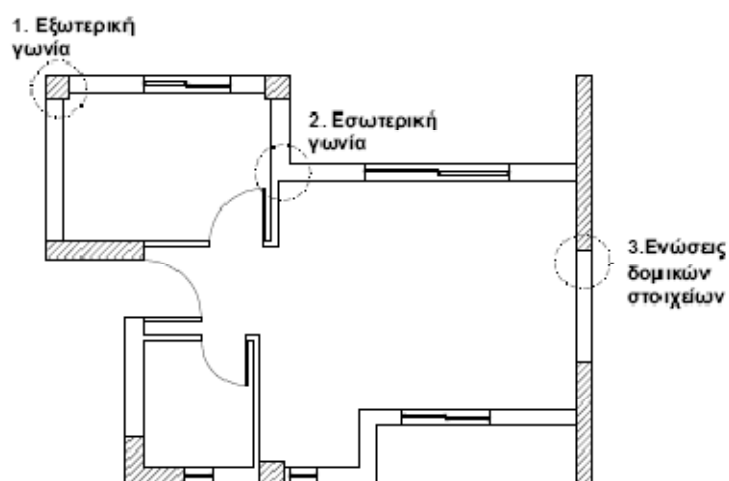
1. στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**).
2. στη συναρμογή των οριζοντιών δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**).
3. στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

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:

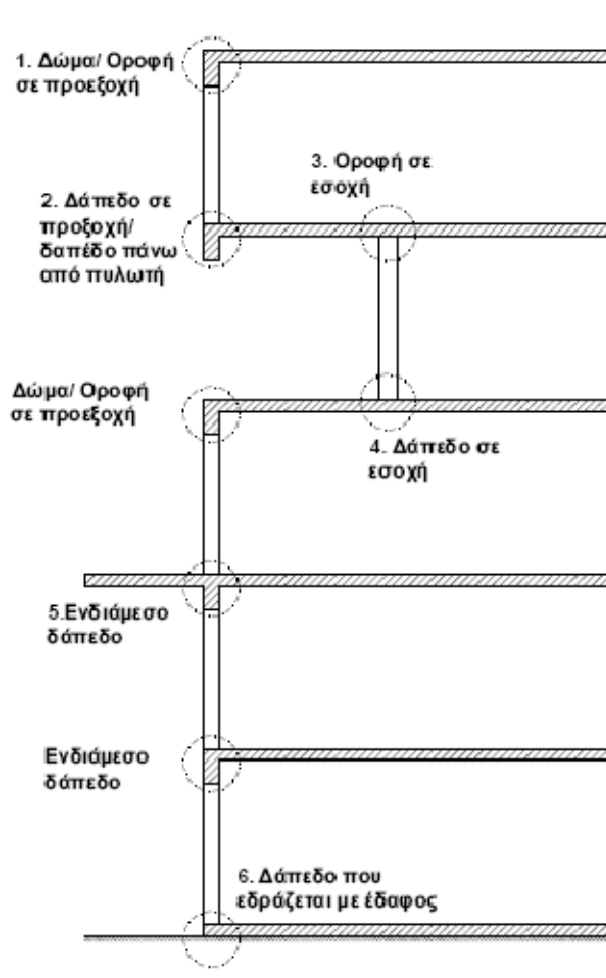
1. θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
2. θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
3. θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

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 κατοψέων. Διακρίνονται σε έξι υποκατηγορίες:

1. θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (Δ)
2. θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/δαπέδου πάνω από πυλωτή(ΔΠ)
3. θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
4. θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
5. θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
6. θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)



Σχήμα 3.4. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης κατακόρυφων θερμογεφυρών. [2]



Σχήμα 3.5. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης οριζόντιων θερμογεφυρών.<sup>[2]</sup>

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 δυο υποκατηγορίες:

1. θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ).
2. 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  $\Psi$  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  $\psi$ , ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού διαστάσεων 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  $\Psi$  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: <sup>[2]</sup>

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  $\Psi$  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 επίμερους 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<sup>ης</sup> κατηγορίας οι θερμογέφυρες μπορούν να παραλειφθούν, καθώς η θερμική προστασία των κτιρίων εκείνης της περιόδου είναι ούτως ή άλλως ανεπαρκής.

Τα κτίρια της 2<sup>ης</sup> 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<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> κατηγορίας, που έχουν υποστεί ανακαίνιση με θερμική ενίσχυση των κατακόρυφων δομικών τους στοιχείων.

Στα κτίρια της 3<sup>ης</sup> 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.

#### **3.2.5. 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 κατοικίσιμος χώρος που διαμορφώνεται επάνω από την οροφή και κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη. Προφανώς αν ο χώρος είναι κατοικίσιμος (σοφίτα), συνυπολογίζεται 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 τα μή 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 ιδίου 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 κλιμακοστασίου και της εισόδου της πολυκατοικίας). Ομοίως, ως εξωτερική επιφάνεια  $A$  λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων.<sup>[1]</sup>

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.

### **3.2.6. 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: [2]

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^k l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

όπου $U_m$ [W/(m <sup>2</sup> ·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 <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου.
$U_j$ [W/(m <sup>2</sup> ·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.
$\Psi_i$ [W/(m·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 πηλίκο  $U_m$  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: [1]

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

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 θερμαινόμενος 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 ενδιάμεσου 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.

### 3.2.7. 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  $1^\circ\text{C}$  ( ή  $1\text{ K}$ ). 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: <sup>[2]</sup>

- **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: [2]

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

$U_{u/a}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
$U_{i/u}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
$A_{u/a}$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
$A_{i/u}$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
$n_u$ [-]	το πλήθος των εναλλαγών αέρα ανά ώρα,
$V_u$ [m <sup>3</sup> ]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
$c_{\alpha\epsilon\rho\alpha}$ [W/(m <sup>3</sup> ·K)]	η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{\alpha\epsilon\rho\alpha} = 0,33$ W/(m <sup>3</sup> ·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.<sup>[2]</sup>

Α/Α	Βαθμός αεροστεγανότητας	Εναλλαγές αέρα ανά ώρα $n_u$
		[ h <sup>-1</sup> ]
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 αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται  $b = 1,0$ .

### 3.2.8. 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: <sup>[1]</sup>

$$C_m = \sum (k_j \cdot A_j)$$

όπου:  $C_m$  [kJ/K] η εσωτερική θερμοχωρητικότητα της θερμικής ζώνης,  
 $A_j$  [m<sup>2</sup>] η εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου.  
 $k_j$  [kJ/(m<sup>2</sup>.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  $\text{m}^2$ , σύμφωνα με τη σχέση: <sup>[1]</sup>

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

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  $250 \text{ kJ}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$  θερμαινόμενης επιφάνειας κτιρίου).

Πίνακας 3.16. Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά  $\text{m}^2$  δαπέδου. <sup>[1]</sup>

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

### 3.2.9. 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: <sup>[1]</sup>

$$\rho + \alpha = 1$$

όπου:  $\rho$ , 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 <sup>[2]</sup>

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
<b>Κατακόρυφα δομικά στοιχεία</b>		
Επίχρυσμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρυσμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπλε, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρυσμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπλε, σκούρη όχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρυσμα 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
<b>Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)</b>		
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

### **3.2.10. 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 (εκπεμπτικότητα) 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  $\epsilon$  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. <sup>[1]</sup>

Πίνακας 3.18. Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας.

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

### **3.2.11. 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. <sup>[1]</sup>

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

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. <sup>[1]</sup>

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.<sup>[1]</sup>

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 (γειτνιάζοντα κτίρια κ.τ.λ.),
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο
- και του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο 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 [ $W/(m^2 \cdot K)$ ], ο συντελεστής σκίασης θεωρείται ίσος με 0,9.

### 3.3.1. Συντελεστές σκίασης κτιρίου αναφοράς

Τα ανοίγματα του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά οριζόντια ή πλευρικά σκίαστρα (πρόβολους, εξωτερικές περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.ά.), λόγω των οποίων ο μέσος συντελεστής σκίασης τους κατά τη θερινή περίοδο είναι:

- τουλάχιστον 0,70 για τις νότιες όψεις, και
- 0,75 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό.

Για τους ενδιάμεσους προσανατολισμούς ισχύουν οι συντελεστές:

- 0,80 για βορειοανατολικό και βορειοδυτικό,
- 0,73 για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό
- 1,00 για βόρειο.

Για τη χειμερινή περίοδο ο μέσος συντελεστής σκίασης προκύπτει ανάλογα με τον τύπο σκιάστρου, όπως καθορίζεται και στις ενότητες που ακολουθούν. Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία επίσης δεν θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δεν λαμβάνονται υπόψη. Η σκίαση του κτιρίου αναφοράς λόγω εξωτερικών εμποδίων (κτιρίων, ανάγλυφου του εδάφους κ.ά.), δηλαδή ο συντελεστής σκίασης ορίζοντα, λαμβάνεται κατά τον ίδιο τρόπο που λαμβάνεται και στο εξεταζόμενο κτίριο.

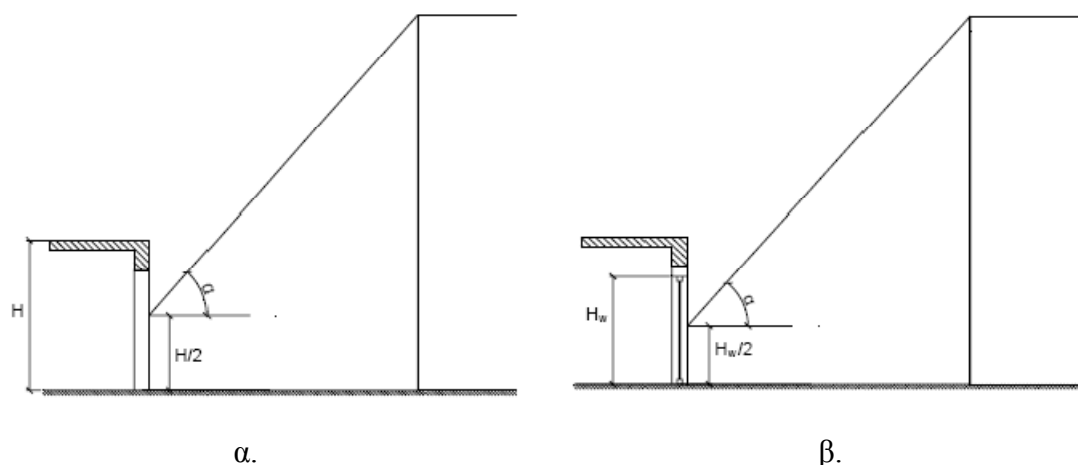
Επίσης, ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών του κτιρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 0,90. <sup>[1]</sup>

### 3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα $F_{hor}$

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 ορίζοντας 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 ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας  $\alpha$  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 ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου μιας όψης (με ίδιο προσανατολισμό). Σ' αυτήν την περίπτωση η γωνία  $\alpha$  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  $\alpha$  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  $\alpha$  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).<sup>[1]</sup>

Η τιμή του συντελεστή σκίασης οριζόντα τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον επόμενο πίνακα ανάλογα με τη γωνία θέασης του εμποδίου  $\alpha$  (κυμαίνεται από  $10^\circ$  έως  $70^\circ$ ) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Πίνακας 3.21. Συντελεστή σκίασης από οριζόντα  $F_{hor}$ .<sup>[2]</sup>

Γωνία $\alpha$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	ΝΑ και ΝΔ	Α και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
$0^\circ$	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$5^\circ$	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
$10^\circ$	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
$15^\circ$	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
$20^\circ$	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
$25^\circ$	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
$30^\circ$	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
$35^\circ$	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

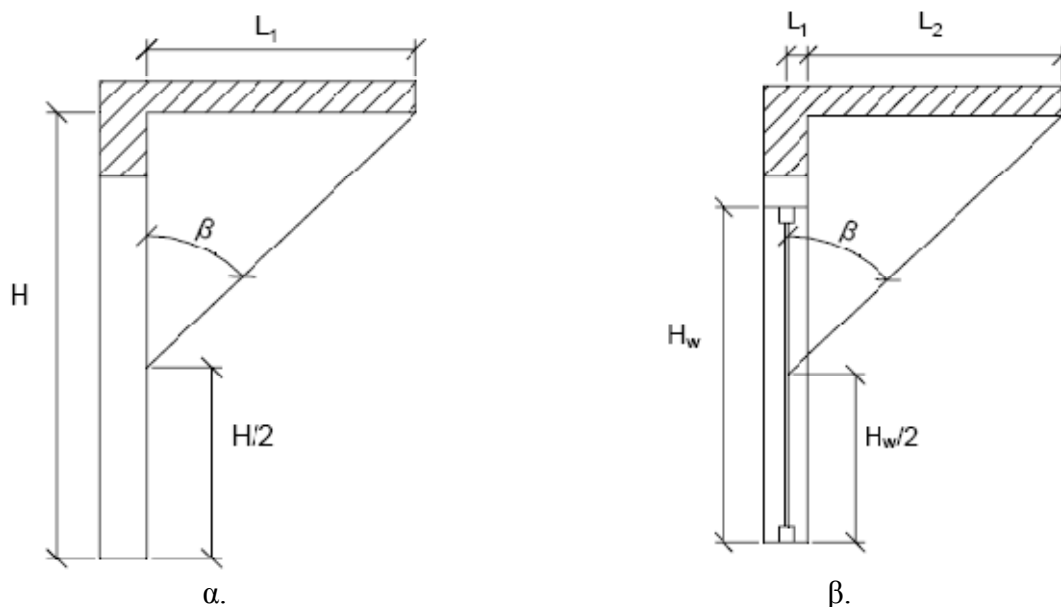
### 3.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους $F_{ov}$

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  $\beta$  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  $\beta$  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  $\beta$ , 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).<sup>[1]</sup>

Αντίθετα, η γωνία  $\beta$  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  $\beta$  του προβόλου (κυμαίνεται από  $10^\circ$  έως  $90^\circ$ ) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.

Πίνακας 3.22. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους  $F_{ov}$ .<sup>[2]</sup>

Γωνία $\beta$	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

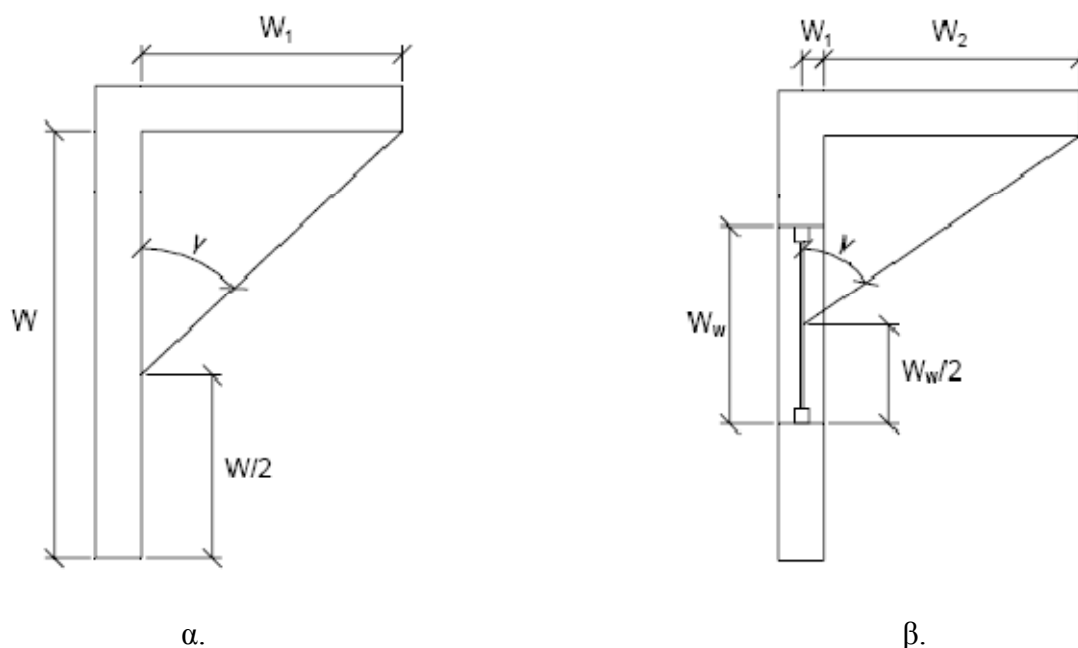
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	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

### 3.3.4. 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  $\gamma$  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  $\gamma$  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  $\gamma$  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).<sup>[1]</sup>

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  $\gamma$  της πλευρικής προεξοχής (κυμαίνεται από  $10^\circ$  έως  $70^\circ$ ) 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  $F_{fm}$  από την αριστερή πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).<sup>[2]</sup>

Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	NA	A	BA	B	BA	A	NA
0°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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  $F_{fm}$ , από την δεξιά πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).<sup>[2]</sup>

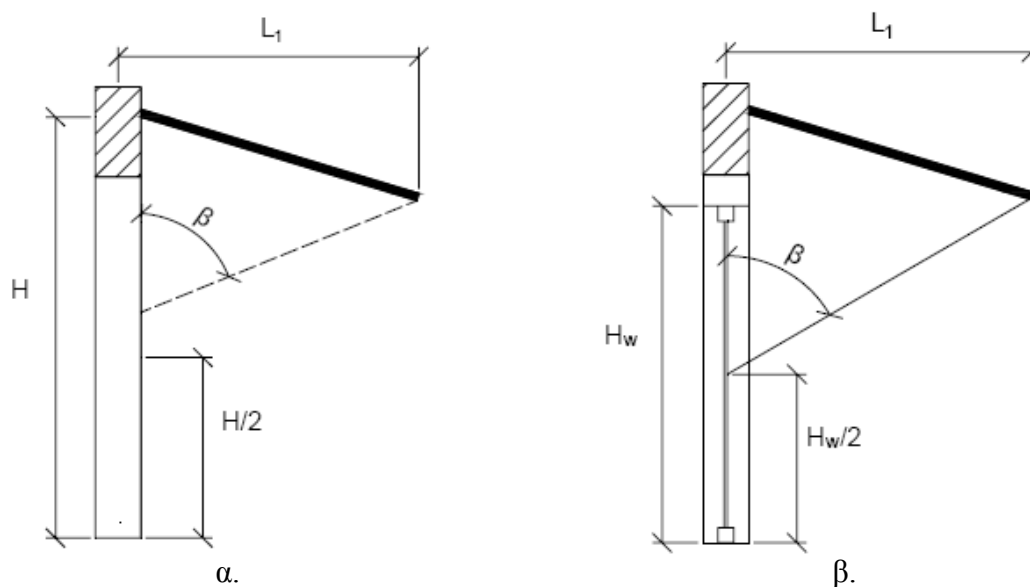
Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	B	ΒΑ	A	ΝΑ
0°	θέρμανση ς	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανση ς	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανση ς	0,95	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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°	θέρμανση ς	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

### 3.3.5. 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  $\beta$  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  $\beta$  της τέντας και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για την περίοδο θέρμανσης ο συντελεστής σκίασης λόγω τέντας λαμβάνεται ίσος με την μονάδα.

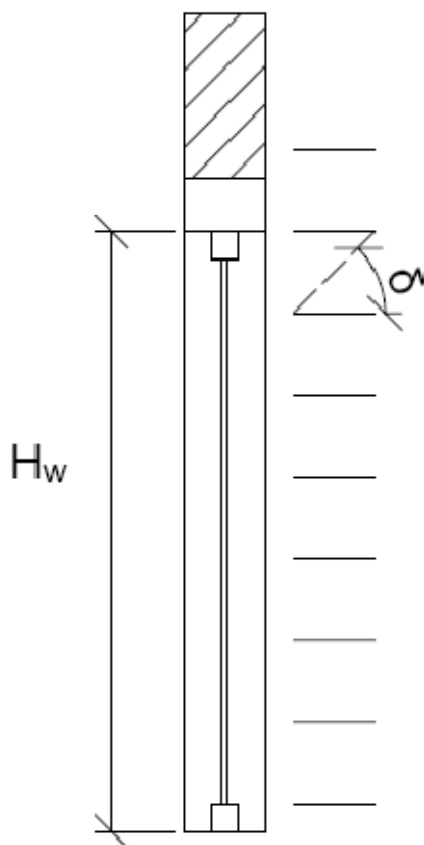


Σχήμα 3.9. Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\beta$  που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).<sup>[1]</sup>

### 3.3.6. 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  $\delta$  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  $\delta$ , τον τύπο των περσίδων και τον προσανατολισμό της επιφάνειας.



Σχήμα 3.10. Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\delta$ , που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περσίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο.<sup>[1]</sup>

Πίνακας 3.24. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες  $F_{sh}$ .<sup>[1]</sup>

Τύπος περσίδων	Γωνία $\delta$	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 κτιρίου αναφοράς

Στο κτίριο αναφοράς για κτίρια κατοικίας θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα. Αντίθετα, στο κτίριο αναφοράς, για κτίρια του τριτογενούς τομέα θεωρείται ότι εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχή νωπού αέρα ή εξαερισμός ή κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα), προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις σε νωπό αέρα.

Όσον αφορά στον αερισμό λόγω της ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα (διείσδυση αέρα), το κτίριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει αεροστεγανά κουφώματα και ο αερισμός μέσω χαραμάδων ορίζεται σε  $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$  και ανά  $\text{m}^2$  κουφώματος, για συνθήκες κανονικής ανεμόπτωσης και επιφάνεια ελεύθερη σε ελεύθερα δομημένο σύστημα. Ο αερισμός λόγω χαραμάδων από τα μη ανοιγόμενα τμήματα των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων θεωρείται αμελητέος και δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτίριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο, ανάλογα με τον τύπο



των θυρίδων (καμινάδα, εξαερισμό για συσκευές φυσικού αερίου) και τον αριθμό αυτών. <sup>[1]</sup>

### 3.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμιάδων 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. <sup>[1]</sup>

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 <sup>3</sup> /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 χαραμιάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμιάδων, την ποιότητα των χαραμιάδων (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 χαραμιάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση: <sup>[1]</sup>

$$V_{\text{inf}} = \Sigma(1 \cdot \alpha) \cdot R \cdot H$$

όπου:  $l$  [m] το συνολικό μήκος των χαραμιάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.),

- $\alpha$  [ $\text{m}^3/(\text{h.m})$ ] 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.<sup>[2]</sup>

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας $\alpha$		
Υλικό πλαισίου	Είδος ανοίγματος	$\alpha$ [ $\text{m}^3/(\text{h.m})$ ]
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.<sup>[2]</sup>

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

Πίνακας 3.28. Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης H για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων.<sup>[2]</sup>

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H			
Ανεμόπτωση	Θέση εξωτερικής επιφάνειας	Τρόπος δόμησης	
		Όψεις 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 χαραμιάδων 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  $\alpha$ , όπως αναγράφονται στον σχετικό πίνακα 3.26, εκτιμήθηκαν τυπικές τιμές του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμιάδων (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 χαραμιάδων καταγράφεται ο τύπος και η επιφάνεια των ανοιγμάτων και κατόπιν λαμβάνεται η τιμή αερισμού [ $m^3/(h/m^2)$ ] λόγω χαραμιάδων από τον πίνακα 3.29. <sup>[1]</sup>

Πίνακας 3.29. Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμιάδων ανά μονάδα επιφανείας κουφώματος.

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[ $m^3/(h/m^2)$ ]	[ $m^3/(h/m^2)$ ]
<b>Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο</b>		
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
<b>Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο</b>		
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
<b>Γυάλινες προσόψεις</b>		
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.

### **3.4.3. 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 χαραμιάδων (διεισδυτικός αερισμός) καθορίζεται ανάλογα με το είδος των κουφωμάτων, επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτιρίου και καθορίζεται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

### 3.4.4. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων

Για τους μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους, ο συνολικός αερισμός τους (φυσικός αερισμός και διείδυση) λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα, ανάλογα με την περίπτωση. <sup>[1]</sup>

Πίνακας 3.30. Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους.

Τύπος αεροστεγανότητας	Παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου [m <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> ]
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 διαστασιολογηθεί 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.

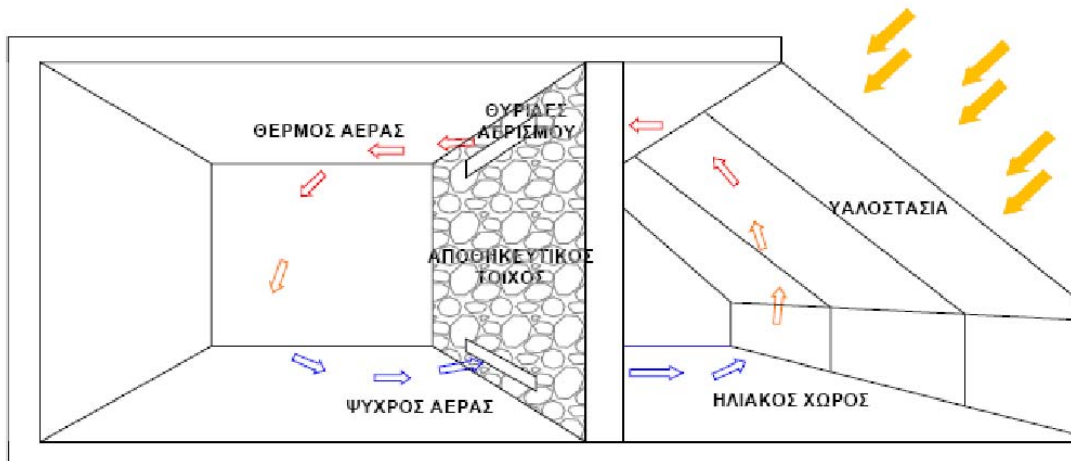
Ως παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, νοούνται τα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού ή αυτά με απόκλιση  $\pm 30^\circ$  από το νότο. Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους κατασκευάζονται σε συνδυασμό με ειδικές εσωτερικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας, ώστε να αποθηκεύεται η θερμική 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: <sup>[1]</sup>

- 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.





#### **4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-KENAK**

Το Λογισμικό ΤΕΕ-KENAK αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μηχανικούς για την ενεργειακή μελέτη και πιστοποίηση των κτιρίων, την επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Το ΤΕΕ-KENAK δημιουργήθηκε σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), ενώ αποτελείται από 5 ανεξάρτητα μεταξύ τους λογισμικά, τα οποία είναι δομημένα σε περιβάλλον παραθύρων (windows) με παρεμφερείς μάσκες εισαγωγής δεδομένων:

- Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου
- Ενεργειακή Μελέτη
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Λέβητα
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Θέρμανσης
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Κλιματισμού

Κατά την εφαρμογή του παρόντος συγγράμματος, στην οποία θα μελετηθεί η ενεργειακή απόδοση και κατάταξη ενός κτιρίου, χρησιμοποιείται το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK Ενεργειακή Μελέτη.

##### **4.1. ΤΕΕ-KENAK ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Το ΤΕΕ-KENAK Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων χρησιμοποιείται για την εκπόνηση υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α΄ 89) <sup>[6]</sup>, του Κανονισμού Ενεργειακή Απόδοσης Κτιρίων - KENAK (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) <sup>[5]</sup> και της σχετικής Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (20701-1/2010) <sup>[1]</sup>.

Το συγκεκριμένο λογισμικό, με τον τρόπο που είναι δομημένο και το περιβάλλον του, καθοδηγεί τον μελετητή με συγκεκριμένα και σαφή βήματα για την εκτέλεση του έργου του ζητώντας από αυτόν με λογική σειρά την καταχώρηση όλων των απαραίτητων παραμέτρων. Να σημειωθεί ότι άλλες παραμέτρους από αυτές που αναπτύχθηκαν στα πρώτα τρία κεφάλαια του παρόντος χρειάζεται ο μελετητής να τις έχει ήδη υπολογίσει από πριν, όπως π.χ. τους συντελεστές θερμοπερατότητας επιφανειών, ενώ άλλες από αυτές συμπληρώνονται αυτόματα από το λογισμικό, π.χ. οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες μιας θερμικής ζώνης καταχωρούνται αυτόματα στο πρόγραμμα, εφόσον προηγουμένως ο μελετητής έχει ορίσει απλά και μόνο την χρήση της ζώνης.

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων για το προς μελέτη κτίριο ή τμήμα κτιρίου, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτίριο αναφοράς με το οποίο συγκρίνεται το υπάρχον κτίριο. Το κτίριο αναφοράς είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπάρχον κτίριο. 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.

Στην συνέχεια, γίνεται μια περιήγηση στο λογισμικό, καθώς περιγράφεται εν συντομία ο τρόπος λειτουργίας και χειρισμού του.

#### 4.2. ΜΑΣΚΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η μάσκα του λογισμικού χωρίζεται σε δυο τμήματα:

1. Στο αριστερό τμήμα της οθόνης υπάρχει ένα δέντρο πλοήγησης με το οποίο ο χρήστης «ορίζει» το προς μελέτη κτίριο ή τμήμα κτιρίου. Κάθε στοιχείο του κτιρίου (π.χ. κέλυφος, συστήματα) είναι διαθέσιμο (ενεργοποιείται) απλά επιλέγοντάς το.
2. Στο δεξί τμήμα της οθόνης, ανάλογα με την επιλογή στοιχείου του κτιρίου στη δομή του δέντρου, εμφανίζεται η αντίστοιχη οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων.

Σχήμα 4.1. Μάσκα εισαγωγής δεδομένων – Γενικά στοιχεία κτιρίου.

### 4.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στην προηγούμενη οθόνη ‘Γενικά στοιχεία κτιρίου’, ο μελετητής συμπληρώνει βασικά την χρήση του κτιρίου ή του υπό μελέτη τμήματος του κτιρίου, καθώς και την περιοχή στην οποία βρίσκεται, ώστε να συμπληρωθεί αυτόματα η κλιματολογική ζώνη στην οποία ανήκει το κτίριο.

Στην ακόλουθη οθόνη ‘Κτίριο’, ο μελετητής συμπληρώνει κάποια βασικά στοιχεία του κτιρίου, πάνω στα οποία θα βασιστεί στην συνέχεια ολόκληρη η μελέτη. Είναι το σημείο στο οποίο ‘χτίζει’ ουσιαστικά το κτίριο και διαμορφώνει με αυτό τον τρόπο το δέντρο του αριστερού τμήματος της οθόνης.

Σχήμα 4.2. Γενικά στοιχεία κτιρίου – Τεχνικά χαρακτηριστικά ΣΗΘ και φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Εδώ συμπληρώνεται αν το κτίριο διαθέτει κάποιο σύστημα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ) ή κάποιο φωτοβολταϊκό σύστημα, καθώς και όλες οι λοιπές πληροφορίες που φαίνονται παραπάνω.

Παρακάτω φαίνεται πως διαμορφώνεται το ‘δέντρο’ του κτιρίου, ανάλογα με τον αριθμό των θερμικών ζωνών, των μη θερμαινόμενων χώρων και των ηλιακών χώρων που θα ορίσει ο μελετητής. Κατόπιν, εισάγει τα δεδομένα για κάθε στοιχείο του κτιρίου στην αντίστοιχη μάσκα που εμφανίζεται στο δεξί τμήμα της οθόνης.

Σχήμα 4.3. Σχηματισμός ‘δέντρου’ κτιρίου.

Η γενική δομή για την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό για το προς μελέτη κτίριο είναι η ακόλουθη:

Ενεργειακή μελέτη		Γενικά στοιχεία
		Κλιματολογικά δεδομένα
Κτίριο		Γενικά
		Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
		Φωτοβολταϊκά
	Θερμική Ζώνη	Γενικά
		Κέλυφος
		Αδιαφανείς επιφάνειες
		Σε επαφή με το έδαφος
		Διαφανείς επιφάνειες
		Παθητικά ηλιακά
		Εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια
		Γενικά
		Αδιαφανείς επιφάνειες
		Διαφανείς επιφάνειες
		Συστήματα
		Θέρμανση
		Ψύξη
		Υγρανση
		ΚΚΜ
		ΖΝΧ
		Ηλιακός συλλέκτης
		Φωτισμός
	Μη θερμαινόμενος χώρος	Γενικά
		Κέλυφος
		Αδιαφανείς επιφάνειες
		Σε επαφή με το έδαφος
		Διαφανείς επιφάνειες
	Ηλιακός χώρος	Γενικά
		Κέλυφος
		Αδιαφανείς επιφάνειες
		Σε επαφή με το έδαφος
		Διαφανείς επιφάνειες

Σχήμα 4.4. 'Δέντρο' κτιρίου.

Για κάθε κτίριο ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Τουλάχιστον μία (1) Θερμική Ζώνη (θερμαινόμενος χώρος).
- Κανέναν ή περισσότερους Μη Θερμαινόμενους Χώρους.
- Κανέναν ή περισσότερους Ηλιακούς Χώρους.
- Κανένα ή περισσότερα Φ/Β συστήματα.
- Κανένα ή περισσότερα συστήματα ΣΗΘ.

Για κάθε θερμική ζώνη ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Καμία ή περισσότερες εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες.
- Ένα (1) σύστημα θέρμανσης.
- Ένα (1) σύστημα ψύξης.
- Ένα (1) σύστημα ΖΝΧ.
- Μία ή περισσότερες ΚΚΜ (Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες) (για κτίρια του τριτογενή τομέα), καμία ή περισσότερες ΚΚΜ (για κτίρια του οικιακού τομέα).
- Ένα (1) σύστημα φωτισμού (για κτίρια του τριτογενή τομέα).

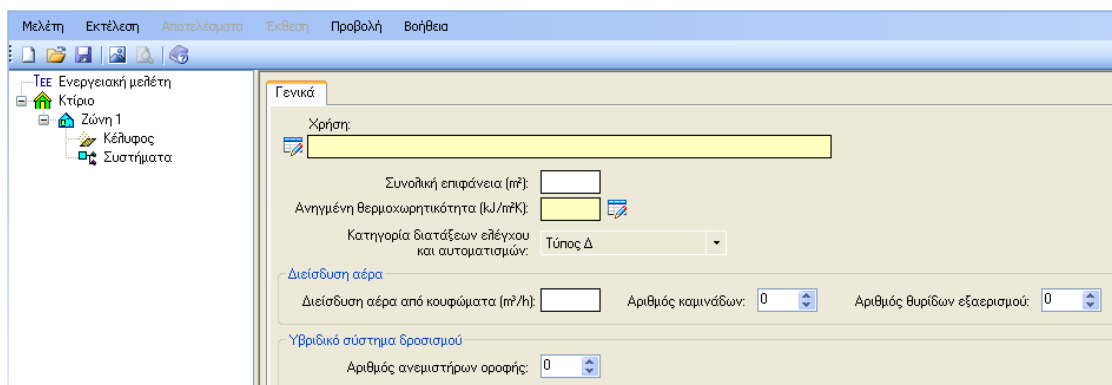
- Κανένα ή ένα (1) σύστημα ύγρανσης.
- Καμία ή μία (1) εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (για ZNX ή/και θέρμανση χώρων).

Για κάθε σύστημα θέρμανσης/ψύξης/ύγρανσης/ZNX ανά θερμική ζώνη, δηλαδή για όλη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και απόδοσης, ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Ένα (1) ή περισσότερα συστήματα παραγωγής (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας).
- Ένα (1) σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα (κλάδοι διανομής) εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα διανομής.
- Ένα (1) σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής (π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στοιχεία μονάδας ανεμιστήρα), εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα εκπομπής.
- Ένα (1) ή περισσότερα βοηθητικά συστήματα (π.χ. κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.α.).

#### 4.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

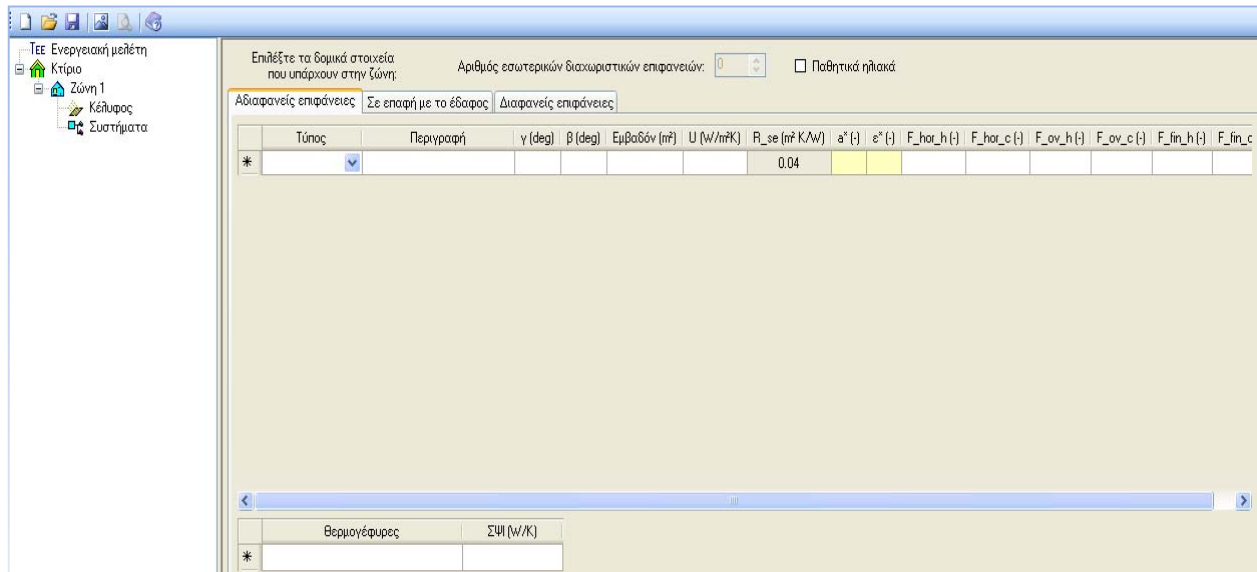
Για κάθε θερμική ζώνη, εκτός από κάποια γενικά στοιχεία που φαίνονται παρακάτω (π.χ. χρήση ζώνης, επιφάνεια κτλ.), πρέπει να συμπληρωθούν και αναλυτικά στοιχεία σχετικά με το κέλυφός της και τα συστήματα που διαθέτει.



Σχήμα 4.5. Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης.

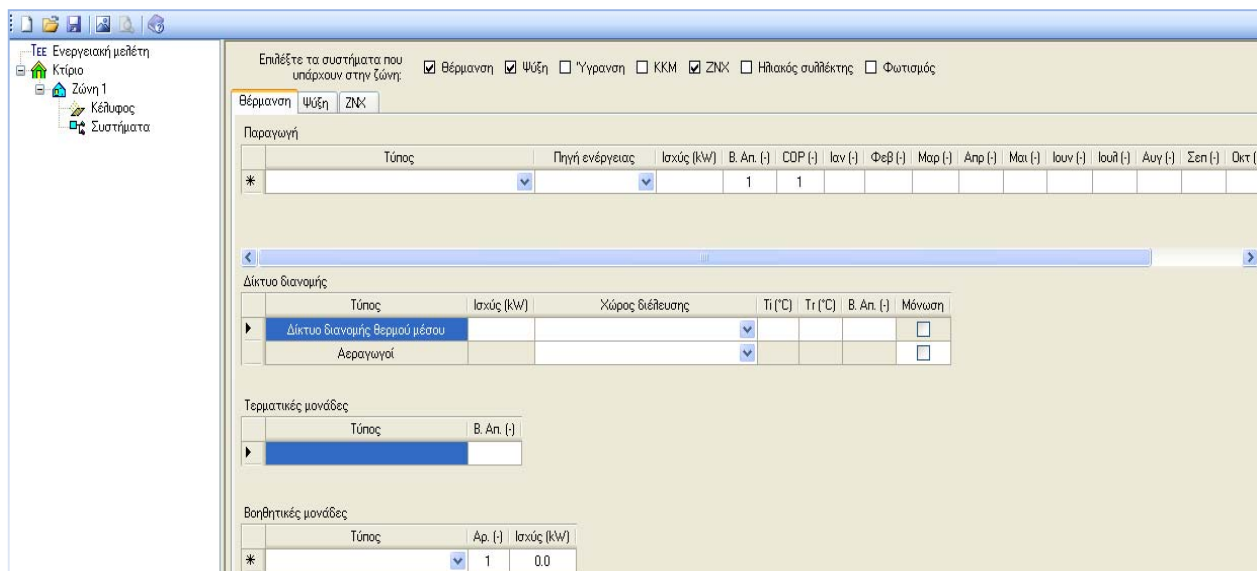
Συγκεκριμένα, αναφορικά με το κέλυφός της, πρέπει να συμπληρωθούν στοιχεία σχετικά με τις εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες της θερμικής ζώνης με τους μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους, με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, αν διαθέτει,

καθώς και με τις αδιαφανείς της επιφάνειες, τις επιφάνειές της σε επαφή με το έδαφος και τέλος τις διαφανείς της επιφάνειες.



Σχήμα 4.6. Στοιχεία κελύφους θερμικής ζώνης.

Αναφορικά με τα συστήματα, αφού επιλεγθούν αυτά που διαθέτει η θερμική ζώνη, όπως φαίνεται παρακάτω, κατόπιν συμπληρώνονται τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών.



Σχήμα 4.7. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων θερμικής ζώνης.

#### 4.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥ Ή ΗΛΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Για κάθε μη θερμαινόμενο και κάθε ηλιακό χώρο, συμπληρώνονται κάποια βασικά στοιχεία αυτών σχετικά με τις αδιαφανείς τους επιφάνειες, τις επιφάνειές τους σε επαφή με το έδαφος και τις διαφανείς τους επιφάνειες, όπως φαίνεται παρακάτω.

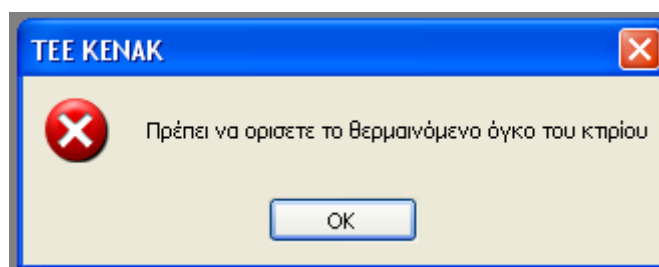
The screenshot shows the TEE KENAK software interface. On the left, a tree view shows the project structure: 'ΤΕΕ Ενεργειακή μελέτη', 'Κτίριο', 'Ζώνη 1', 'Μη θερμαινόμενος χώρος 1', and 'Ηλιακός χώρος 1'. The main window is divided into several sections:

- Γενικά:** Includes input fields for 'Συνολική επιφάνεια (m²)' and 'Δείσδυση αέρα (m³/h)'.
- Αδιαφανείς επιφάνειες:** A table with columns: Τύπος, Περιγραφή,  $\gamma$  (deg),  $\beta$  (deg), Εμβαδόν (m²), U (W/m²K), R<sub>se</sub> (m²K/W),  $\alpha^*$  (-),  $\epsilon^*$  (-), F<sub>ho\_h</sub> (-), F<sub>ho\_c</sub> (-), F<sub>ov\_h</sub> (-), F<sub>ov\_c</sub> (-), F<sub>fin\_h</sub> (-), F<sub>fin\_c</sub> (-). A row with a '\*' in the first column has a value of 0.04 in the U column.
- Διαφανείς επιφάνειες:** A table with columns: Τύπος, Περιγραφή,  $\gamma$  (deg),  $\beta$  (deg), Εμβαδόν (m²), Τύπος ανοίγματος, U (W/m²K), g<sub>w</sub> (-). A row with a '\*' in the first column has 'Κούφωμα' in the Περιγραφή column.
- Σε επαφή με το έδαφος:** A table with columns: Τύπος, Περιγραφή, Εμβαδόν (m²), U (W/m²K), Κ. Βάθος (m), Α. Βάθος (m), Περίμετρος (m). A row with a '\*' in the first column is present.

Σχήμα 4.8. Στοιχεία κελύφους μη θερμαινόμενου και ηλιακού χώρου.

#### 4.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

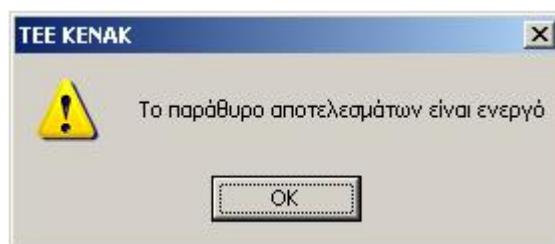
Αφού έχουν συμπληρωθεί όλα τα στοιχεία του κτιρίου και όλα τα δεδομένα για κάθε θερμική ζώνη, κάθε μη θερμαινόμενο και κάθε ηλιακό χώρο, μπορούν πλέον να γίνουν οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και την ενεργειακή του κατάταξη. Η συσχέτιση όλων των παραπάνω παραμέτρων και οι αντίστοιχοι υπολογισμοί πραγματοποιούνται αυτόματα με την επιλογή 'Εκτέλεση'. Αν έχει παραλειφθεί κάποια παράμετρος, τότε παρουσιάζεται σχετικό μήνυμα, όπως π.χ.:



Σχήμα 4.9. Μήνυμα ελλιπούς καταχώρησης δεδομένων.

Αν η καταχώρηση είναι πλήρης, τότε παρουσιάζεται το εξής μήνυμα:





Σχήμα 4.10. Μήνυμα πλήρους καταχώρησης δεδομένων – Ένδειξη ότι τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα.

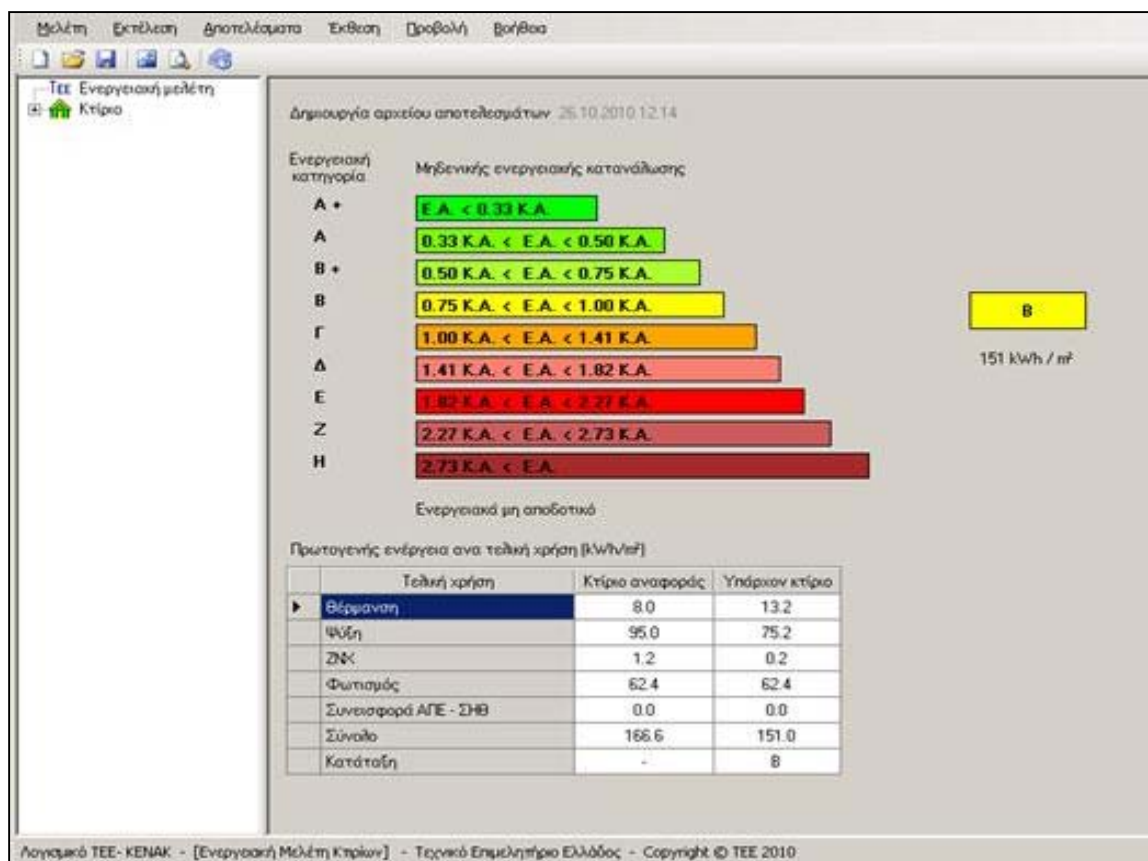
Κατόπιν, τα αποτελέσματα της μελέτης είναι διαθέσιμα και μπορούν να εμφανιστούν με την επιλογή 'Αποτελέσματα' και την εκ νέου επιλογή της κατηγορίας των αποτελεσμάτων που είναι επιθυμητό να εμφανιστούν, όπως φαίνεται και παρακάτω.



Σχήμα 4.11. Κατηγορίες αποτελεσμάτων.

#### 4.6.1. Ενεργειακή κατάσταση

Με την επιλογή αυτή, εμφανίζεται η ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου καθώς επίσης και ένας συγκριτικός πίνακας με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμός και συνεισφορά από ΑΠΕ και ΣΗΘ) για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς.



Σχήμα 4.12. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.

#### 4.6.2. Απαιτήσεις – Κατανάλωση

Με την επιλογή αυτή, εμφανίζονται σε μορφή πίνακα για το υπό μελέτη κτίριο και το κτίριο αναφοράς σε μηνιαία και ετήσια βάση τα αποτελέσματα σχετικά με:

- Τις ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m<sup>2</sup>). Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ZNX.
- Την ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>). Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές τελικής ενεργειακής κατανάλωσης για:
  - θέρμανση (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους χειμερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
  - συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση),
  - ψύξη (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους θερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
  - ζεστό νερό χρήσης (ZNX),

- ο συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ZNX (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για ZNX),
- ο φωτισμό,
- ο συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ (η οποία αφαιρείται από την συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση) και
- ο συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.

Υπάρχον κτίριο													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	1.1	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	2.9
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	32.6	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0	87.8
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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	1.5	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	4.1
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	6.7	9.2	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	24.9
ZNX	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.6
Φωτισμός	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	21.4
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	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	3.4	2.5	2.1	1.9	1.8	8.5	11.0	10.7	1.8	1.8	2.2	3.0	50.7
Εκπομπές													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► CO2(kg/m²)	2.1	1.8	1.9	1.9	1.8	8.5	10.9	10.6	7.2	1.8	1.9	2.1	52.6
Πηγή ενέργειας													
Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)													
► Ηλεκτρισμός	47.4												
Πετρέλαιο	0												
Φυσικό αέριο	3.3												
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0												
Ηλιακή	1.3												
Βιομάζα	0												
Γεωθερμία	0												
Άλλο ΑΠΕ	0												
Σύνολο	50.7												

Σχήμα 4.13. Αποτελέσματα –Απαιτήσεις- Καταναλώσεις.

- Τις εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>). Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.
- Την κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>). Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο μελετητής στα διάφορα συστήματα του κτιρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τη συνολική κατανάλωση και εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά είδος καυσίμου.

#### 4.6.3. Οικονομοτεχνική ανάλυση

Με την επιλογή αυτή, εμφανίζονται σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα σε ετήσια βάση για:

- Λειτουργικό κόστος, €. Εμφανίζεται το ετήσιο λειτουργικό κόστος του κτιρίου ανάλογα με τις πηγές ενέργειας που έχουν εισαχθεί.
- Αρχικό κόστος επένδυσης, €. Εμφανίζεται το συνολικό κόστος του εκάστοτε σεναρίου εξοικονόμησης ενέργειας που έχει προταθεί. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή, αλλά ούτε και οι επόμενες.
- Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, kWh/m<sup>2</sup>. Εμφανίζεται η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο.
- Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, (%). Εμφανίζεται το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο.
- Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας, €/kWh. Εμφανίζεται ο λόγος του αρχικού κόστους επένδυσης προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια.
- Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, kg/m<sup>2</sup>. Εμφανίζεται η ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο.
- Περίοδος αποπληρωμής, έτη. Εμφανίζεται η απλή περίοδος αποπληρωμής για το συγκεκριμένο σενάριο.

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
► Λειτουργικό κόστος (€)	4,146.1	3,497.7	3,127.9
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			2,000.0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			15.1
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			10.0
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0.3
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )			6.2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			2.0

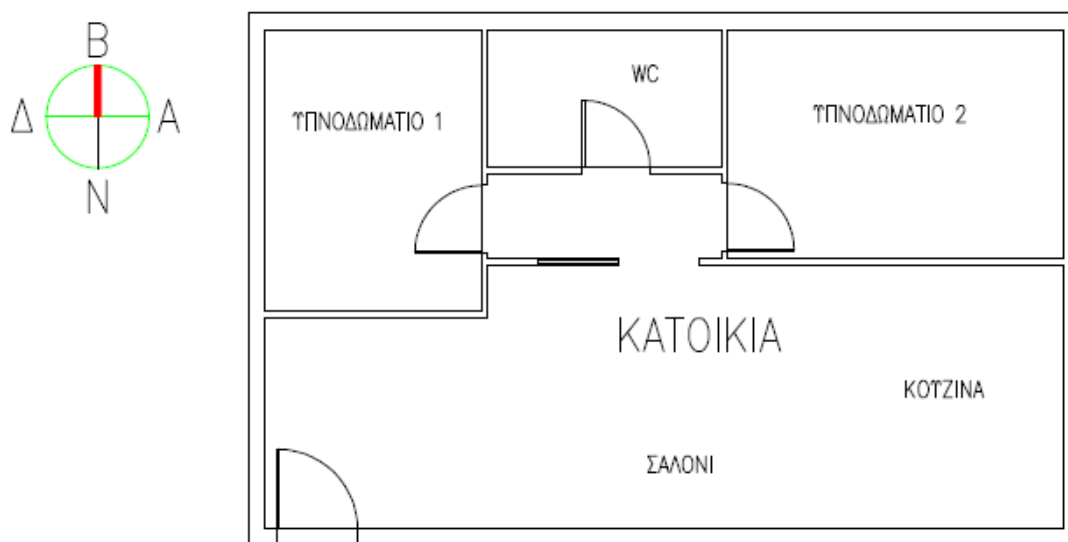
Σχήμα 4.14. Αποτελέσματα – Οικονομοτεχνική ανάλυση.

Η εισαγωγή δεδομένων θα περιγραφεί αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο παράλληλα με την εφαρμογή.

## 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί η ενεργειακή απόδοση μιας ισόγειας μονοκατοικίας με την βοήθεια, φυσικά, του λογισμικού ‘ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ Ενεργειακή Μελέτη’. Αρχικά, θα πραγματοποιηθεί η εκτέλεση του προγράμματος για την δεδομένη ισόγεια μονοκατοικία (αρχικό σενάριο), ενώ στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί και για ακόμη 6 σενάρια, κατά τα οποία η μονοκατοικία θα έχει κάποια διαφοροποιημένα στοιχεία, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω. Κατόπιν, θα συγκριθούν τα αποτελέσματα μεταξύ τους και θα εξαχθούν κάποια συμπεράσματα.

Μια πρόχειρη κάτοψη της μονοκατοικίας φαίνεται παρακάτω: (Να αναφερθεί ότι δεν έχει σκεπή, αλλά απλή ταράτσα)



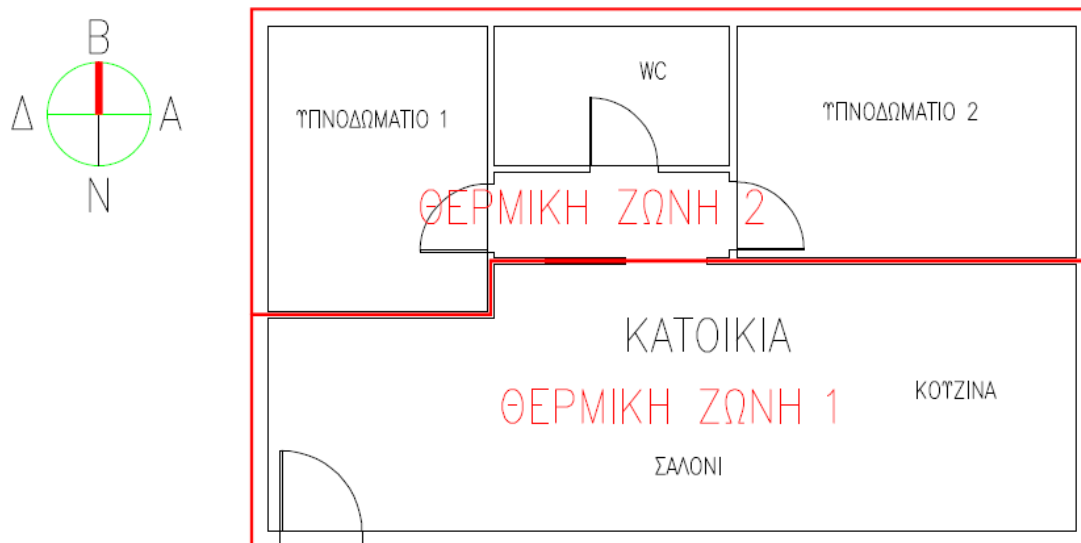
Σχήμα 5.1. Κάτοψη ισόγειας κατοικίας.

Βρίσκεται στην Ν.Φιλαδέλφεια Αττικής και οι εξωτερικές της διαστάσεις είναι 8m X 12,5m, με αποτέλεσμα η συνολική της επιφάνεια να είναι 100m<sup>2</sup>.

Με κριτήριο ότι η νότια όψη της, λόγω και του γεγονότος ότι το κτίριο δεν σκιάζεται ιδιαίτερος από τον περιβάλλοντα χώρο, έχει πολύ περισσότερα ηλιακά θερμικά κέρδη σε σχέση με την βόρεια, η κατοικία χωρίζεται σε 2 θερμικές ζώνες ως εξής:

(Να σημειωθεί ότι κάτι τέτοιο ουδέποτε θα γινόταν στην πραγματικότητα, αφενός επειδή η επιφάνεια είναι πολύ μικρή για να γίνει κάτι τέτοιο, και αφετέρου επειδή η γενική ‘γραμμή’ είναι να θεωρούνται ως μια ενιαία θερμική ζώνη χώροι με παρόμοια χρήση - στην περίπτωση μας έχουν και οι 2 ζώνες την χρήση ‘κατοικίας’ – εκτός αν συντρέχει άλλος αξιοσημείωτος λόγος (για περισσότερες λεπτομέρειες, βλ.

σχετική παράγραφο). Στα πλαίσια όμως του παρόντος, γίνεται ο διαχωρισμός απλά και μόνο για λόγους εξάσκησης.)



Σχήμα 5.2. Διαχωρισμός θερμικών ζωνών κτιρίου.

### 5.1. ΑΡΧΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Στην ενότητα αυτή, κρίνεται σκόπιμο να περιγραφεί το κτίριο σταδιακά με τις συμπληρωμένες, κατά τις προδιαγραφές του υπάρχοντος κτιρίου, φόρμες του λογισμικού που θα παρουσιάζονται παράλληλα δίνοντας έμφαση κάθε φορά σε συγκεκριμένα στοιχεία, τα οποία θα αλλάξουν σε επόμενα σενάρια.

Ξεκινώντας, συμπληρώνεται η χρήση του κτιρίου, καθώς και η περιοχή στην οποία βρίσκεται που το κατατάσσει αυτόματα στην κλιματολογική ζώνη Β.

Σχήμα 5.3. Καταχώρηση γενικών στοιχείων κτιρίου και κλιματολογικών δεδομένων.

Κατά το αρχικό σενάριο, το κτίριο δεν διαθέτει ούτε ΣΗΘ ούτε φωτοβολταϊκό σύστημα. Έτσι, θεωρώντας ότι το υπό μελέτη κτίριο χωρίζεται σε 2 θερμικές ζώνες, ενώ δεν έχει καθόλου μη θερμαινόμενους και ηλιακούς χώρους, συμπληρώνεται η παρακάτω φόρμα και 'χτίζεται' παράλληλα το δέντρο του αριστερού τμήματος της οθόνης.

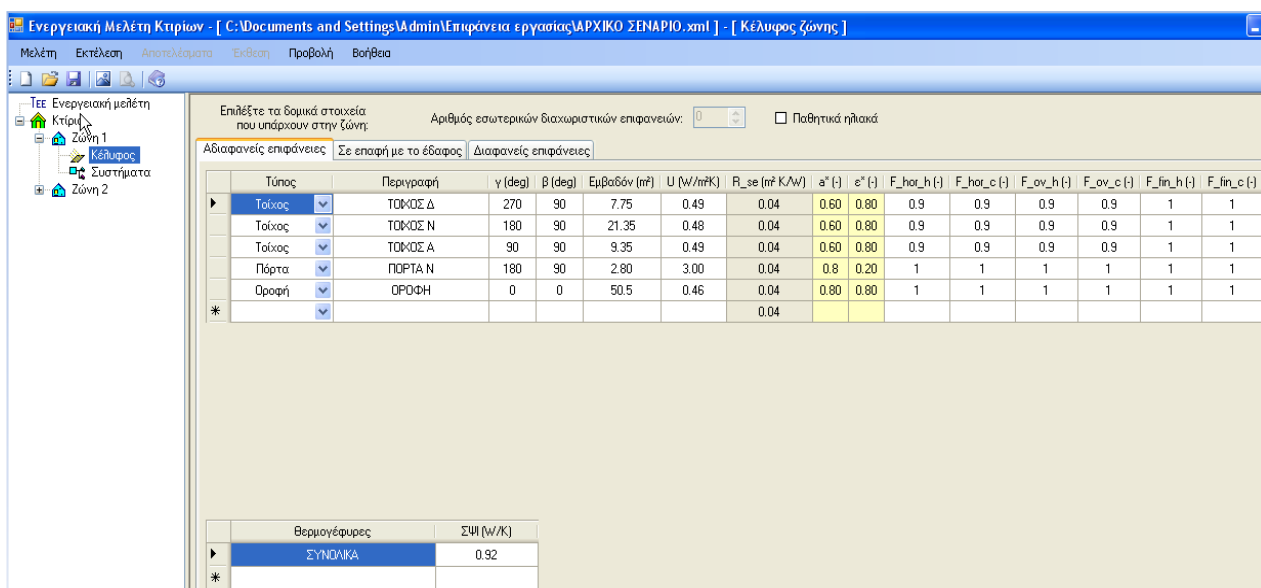
Σχήμα 5.4. Καταχώρηση γενικών στοιχείων κτιρίου – Σχηματισμός 'δέντρου' κτιρίου.

Στην συνέχεια, συμπληρώνουμε κάποια γενικά στοιχεία για την θερμική ζώνη 1.

Σχήμα 5.5. Καταχώρηση γενικών στοιχείων θερμικής ζώνης 1.

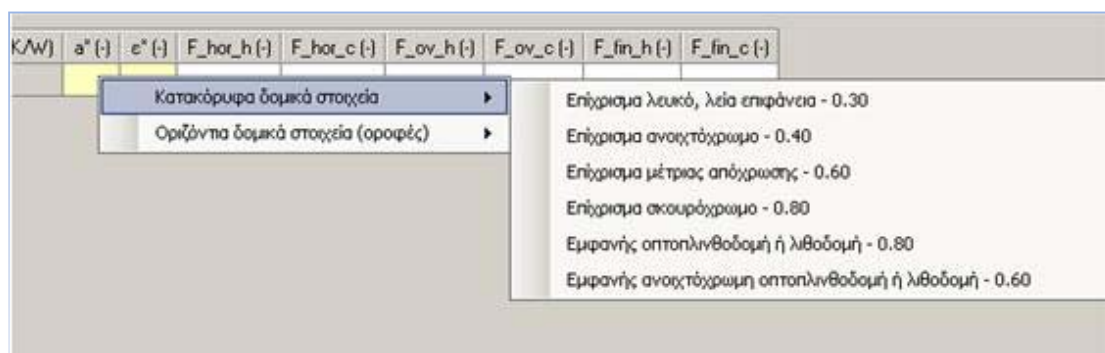
Αναφορικά με το κέλυφος της ζώνης 1, έχοντας υπόψη την κάτοψη της κατοικίας καθώς και ότι ο προσανατολισμός κάθε επιφάνειας δίνεται από τις μοίρες  $\gamma$  (deg) με την σύμβαση ότι ο Βοράς αντιστοιχεί σε  $0^\circ$ , η Ανατολή σε  $90^\circ$ , ο Νότος σε  $180^\circ$ , ενώ η Δύση σε  $270^\circ$ , οι διάφορες επιφάνειες έχουν ως εξής:





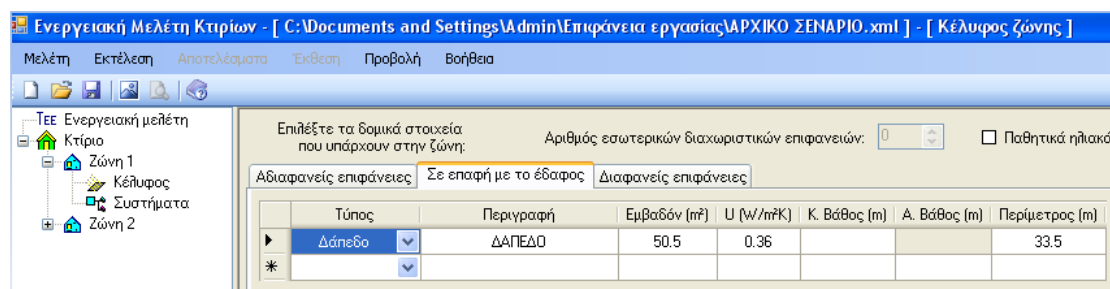
Σχήμα 5.6. Καταχώρηση δεδομένων αδιαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 1: προσανατολισμός  $\gamma$ , κλίση επιφάνειας  $\beta$ , εμβαδό επιφάνειας, συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$ , απορροφητικότητα  $a$ , συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $\epsilon$ , συντελεστής σκίασης από περιβάλλοντα χώρο  $F_{hor}$ , από προβόλους  $F_{ov}$  και από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  κατά την χειμερινή ( $h$ ) και την θερινή περίοδο ( $c$ ), θερμογέφυρες.

Να σημειωθεί ότι κατ’ αυτό το σενάριο, οι τοίχοι έχουν επίχρσιμα μέτριας απόχρωσης, η οροφή είναι από σύνηθες δομικό υλικό με σκουρόχρωμη επίστρωση, ενώ η πόρτα έχει σκουρόχρωμο επίχρσιμα.



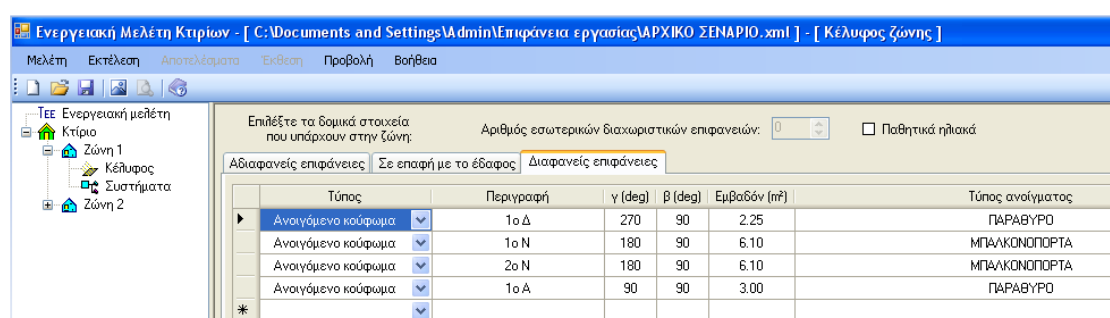
Σχήμα 5.7. Καταχώρηση τιμών απορροφητικότητας  $a$  σύμφωνα με το υλικό και το χρώμα της επιφάνειας.

Επίσης, καμία θερμική ζώνη δεν διαθέτει παθητικό ηλιακό σύστημα, ενώ το δάπεδο της κατοικίας είναι σε επαφή με το έδαφος, οπότε το βάθος έδρασής του μέσα σ’ αυτό λαμβάνεται ίσο με 0.



Σχήμα 5.8. Καταχώρηση δεδομένων για τις επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος της ζώνης 1.

Ακόμη, κατ’ αυτό το σενάριο, οι διαφανείς επιφάνειες αποτελούνται από μονά απλά τζάμια, με τα παρακάτω στοιχεία.



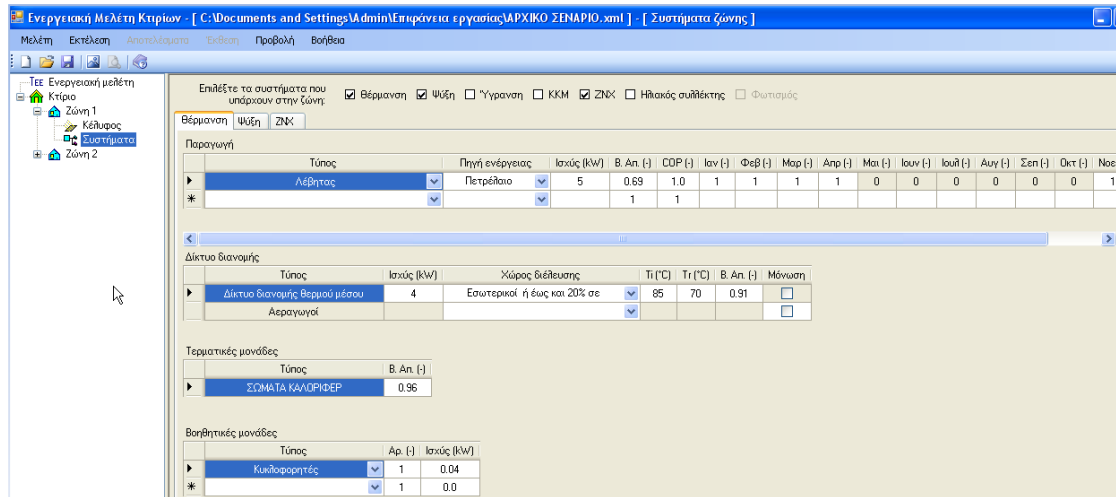
Σχήμα 5.9α. Καταχώρηση δεδομένων για τις διαφανείς επιφάνειες της ζώνης 1: τύπος κουφώματος, προσανατολισμός  $\gamma$ , κλίση  $\beta$ , εμβαδόν επιφάνειας.

Τύπος ανοίγματος	U (W/m²K)	$g_w$ (-)	$F_{hor,h}$ (-)	$F_{hor,c}$ (-)	$F_{ov,h}$ (-)	$F_{ov,c}$ (-)	$F_{fin,h}$ (-)	$F_{fin,c}$ (-)
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.75	0.42	0.86	0.89	0.89	0.91	0.80	0.88
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.90	0.45	0.95	0.98	0.90	0.96	0.88	0.92
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.90	0.45	0.95	0.98	0.90	0.96	0.88	0.92
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.78	0.42	0.88	0.91	0.90	0.93	0.85	0.89

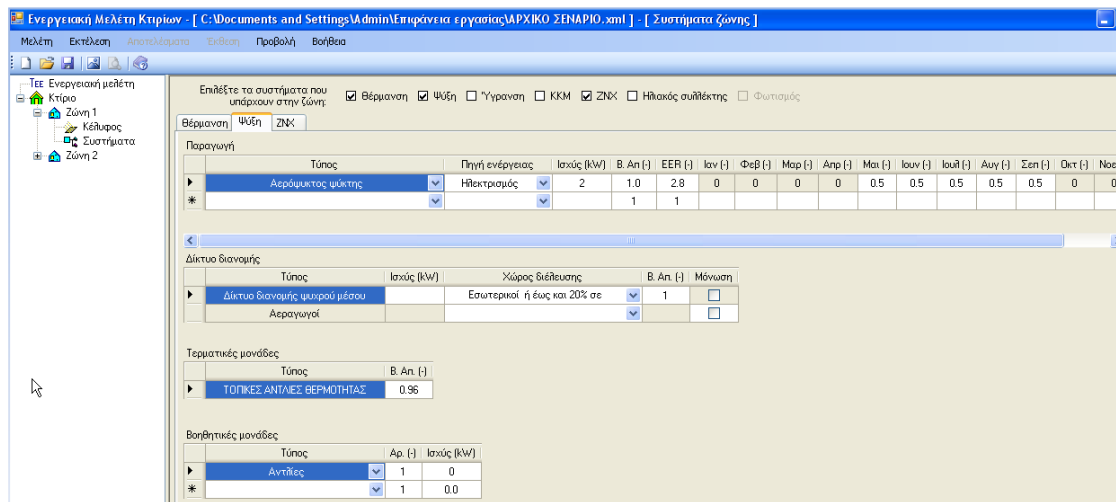
Σχήμα 5.9β. Καταχώρηση δεδομένων για τις διαφανείς επιφάνειες της ζώνης 1: συντελεστής θερμοπερατότητας U, συντελεστής διαπερατότητας  $g_w$ , συντελεστής σκίασης από περιβάλλοντα χώρο  $F_{hor}$ , από προβόλους  $F_{ov}$  και από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  κατά την χειμερινή (h) και την θερινή περίοδο (c).

Σχετικά με τα συστήματα της ζώνης 1, αυτή διαθέτει έναν λέβητα πετρελαίου θέρμανσης για την θέρμανση, έναν ηλεκτρικό αερόψυκτο ψύκτη για την ψύξη του και έναν τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα για ZNX, όπως φαίνεται παρακάτω.

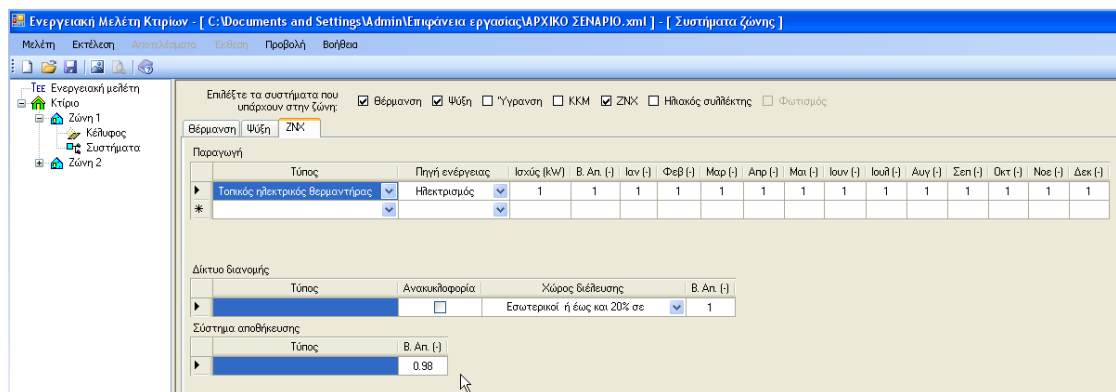
## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ



Σχήμα 5.10. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών συστήματος θέρμανσης της θερμικής ζώνης 1.



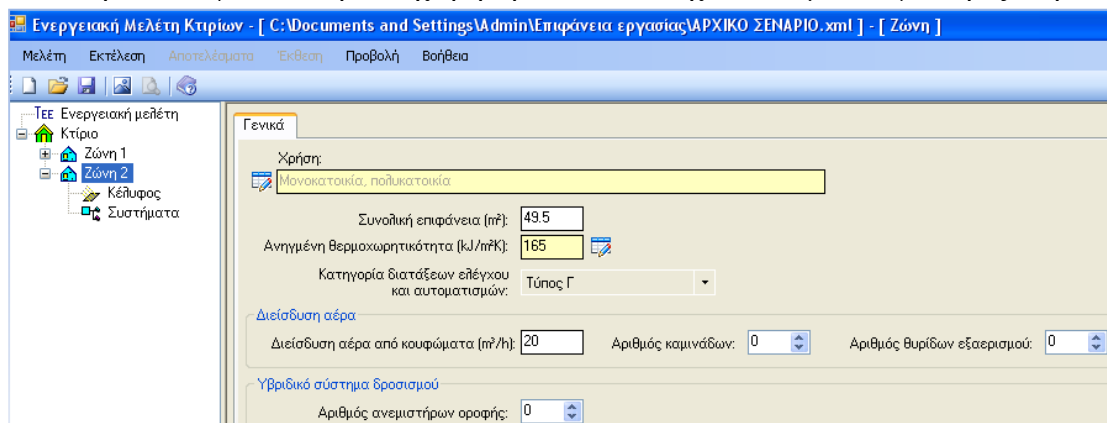
Σχήμα 5.11. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών συστήματος ψύξης της θερμικής ζώνης 1.



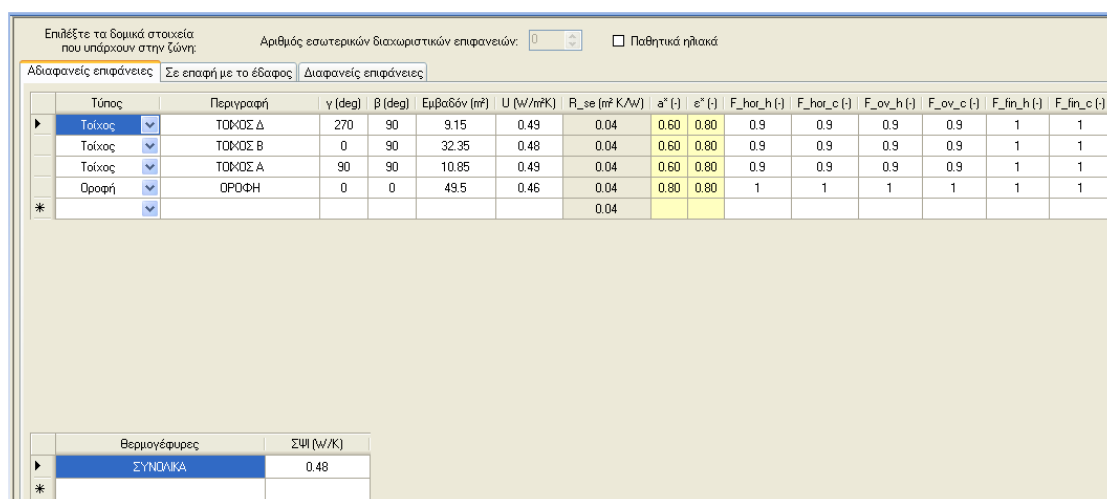
Σχήμα 5.12. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών συστήματος ΖΝΧ της θερμικής ζώνης 1.

Αφού έχει ολοκληρωθεί η καταχώρηση των δεδομένων της ζώνης 1, τώρα μπορεί να γίνει αυτή των δεδομένων της ζώνης 2, η οποία θα πρέπει να σημειωθεί ότι διαθέτει ακριβώς τα ίδια συστήματα με την ζώνη 1. Οι παρατηρήσεις που έγιναν για την ζώνη 1 ισχύουν σε αυτό το σενάριο και για την ζώνη 2.

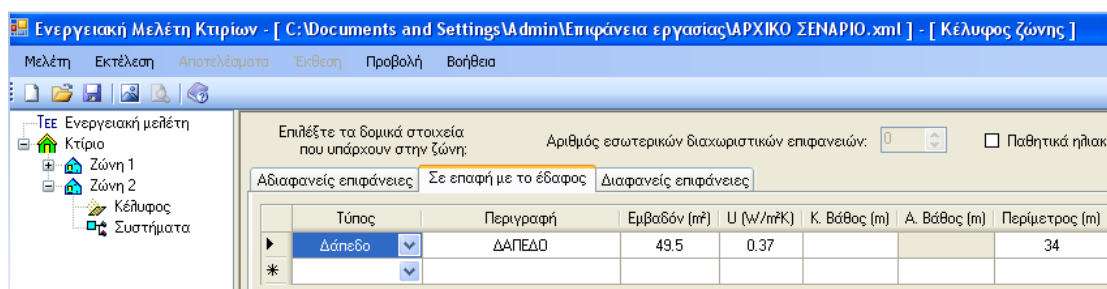
Παρακάτω φαίνεται η καταχώρηση των αντίστοιχων δεδομένων για την ζώνη 2.



Σχήμα 5.13. Καταχώρηση γενικών στοιχείων της θερμικής ζώνης 2.



Σχήμα 5.14. Καταχώρηση δεδομένων αδιαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 2: προσανατολισμός  $\gamma$ , κλίση επιφάνειας  $\beta$ , εμβαδό επιφάνειας, συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$ , απορροφητικότητα  $a$ , συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $e$ , συντελεστής σκίασης από περιβάλλοντα χώρο  $F_{hor}$ , από προβόλους  $F_{ov}$  και από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  κατά την χειμερινή (h) και την θερινή περίοδο (c), θερμογέφυρες.



Σχήμα 5.15. Καταχώρηση δεδομένων για τις επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος της ζώνης 2.

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	$g_w$ (-)
Ανοιγόμενο κουφώμα	2ο Δ	270	90	3.90	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.81	0.42
Ανοιγόμενο κουφώμα	1ο Β	0	90	2.25	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.75	0.42
Ανοιγόμενο κουφώμα	2ο Β	0	90	0.75	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.65	0.42
Ανοιγόμενο κουφώμα	3ο Β	0	90	3.90	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.81	0.42
Ανοιγόμενο κουφώμα	2ο Α	90	90	2.25	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.75	0.42

Σχήμα 5.16α. Καταχώρηση δεδομένων για τις διαφανείς επιφάνειες της ζώνης 2: τύπος κουφώματος, προσανατολισμός  $\gamma$ , κλίση  $\beta$ , εμβαδόν επιφάνειας.

Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	$g_w$ (-)	$F_{hor,h}$ (-)	$F_{hor,c}$ (-)	$F_{ov,h}$ (-)	$F_{ov,c}$ (-)	$F_{fin,h}$ (-)	$F_{fin,c}$ (-)
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.81	0.42	0.86	0.89	0.89	0.91	0.80	0.88
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.75	0.42	0.81	0.84	0.87	0.90	0.85	0.87
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.65	0.42	0.81	0.84	0.87	0.90	0.84	0.87
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.81	0.42	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.90
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.75	0.42	0.88	0.91	0.90	0.93	0.85	0.89

Σχήμα 5.16β. Καταχώρηση δεδομένων για τις διαφανείς επιφάνειες της ζώνης 2: συντελεστής θερμοπερατότητας U, συντελεστής διαπερατότητας  $g_w$ , συντελεστής σκίασης από περιβάλλοντα χώρο  $F_{hor}$ , από πρόβλους  $F_{ov}$  και από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  κατά την χειμερινή (h) και την θερινή περίοδο (c).

Και για τα συστήματα της ζώνης 2, όπως προαναφέρθηκε, ισχύουν τα εξής:

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη:  Θέρμανση  Ψύξη  Υγρασία  ΚΚΜ  ΖΝΧ  Ηλεκτικός αυθόλεκτος  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
Λέβητας	Πετρέλαιο	5	0.69	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Ti (°C)	Tt (°C)	B. An. (-)	Μόνωση
Δίκτυο διανομής θερμικού μέσου	4	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	85	70	0.91	<input type="checkbox"/>
Αεραγωγοί						<input type="checkbox"/>

Θερματικές μονάδες

Τύπος	B. An. (-)
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΩΡΙΦΕΡ	0.96

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
Κυκλοφορητές	1	0.04
*	1	0.0

Σχήμα 5.17. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών συστήματος θέρμανσης της θερμικής ζώνης 2.

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη:  Θέρμανση  Ψύξη  Ύγραση  ΚΚΜ  ΖΝΧ  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	EER (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
Αεράμικτης ψυκτήρας	Ηλεκτρισμός	2	1.0	2.8	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0

Δίκτυο διανομής

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

Θερματικές μονάδες

Τύπος	B. Αν. (-)
ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	0.96

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
Αντλίες	1	0
*	1	0.0

Σχήμα 5.18. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών συστήματος ψύξης της θερμικής ζώνης 2.

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη:  Θέρμανση  Ψύξη  Ύγραση  ΚΚΜ  ΖΝΧ  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ανακλιση	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)
	<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1

Σύστημα αποθήκευσης

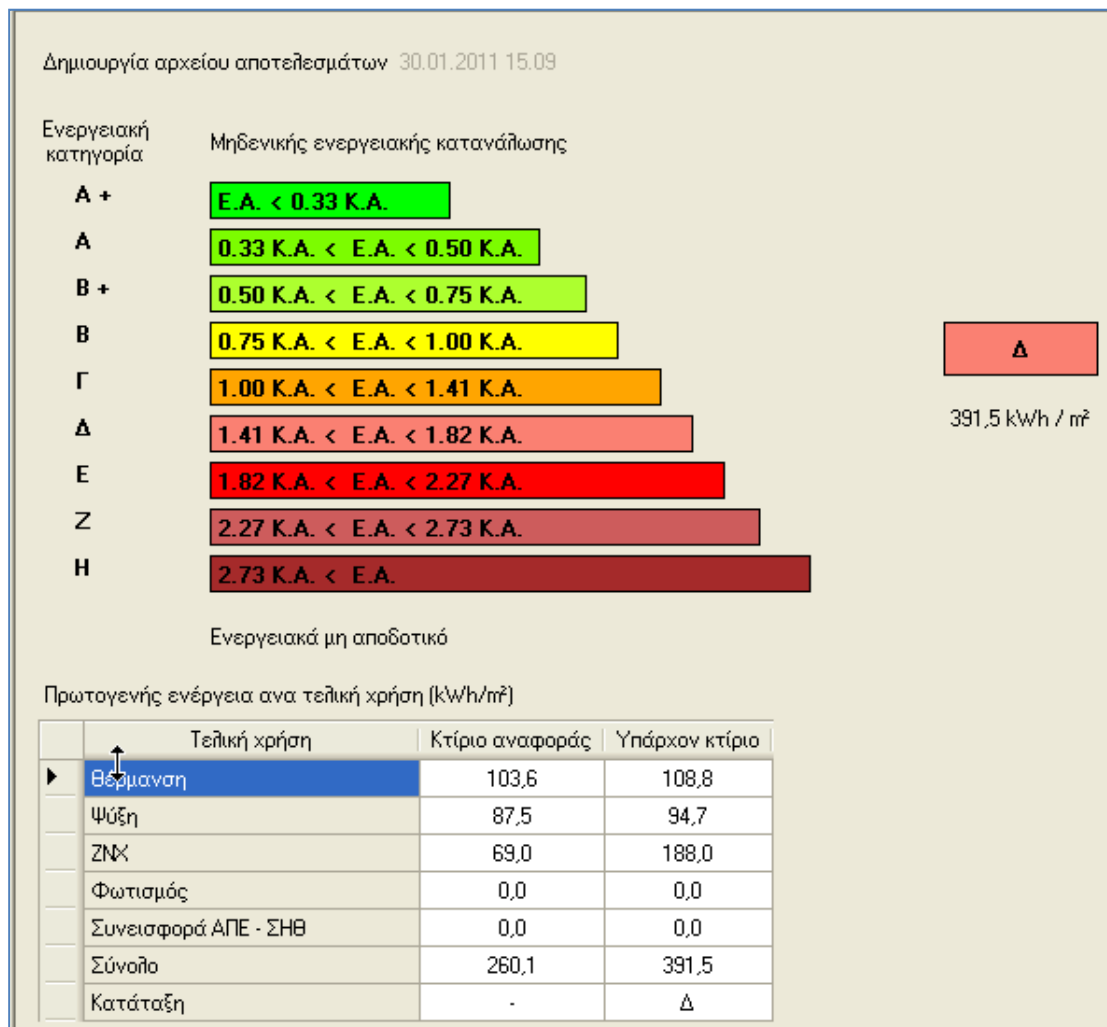
Τύπος	B. Αν. (-)
	0.98

Σχήμα 5.19. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών συστήματος ΖΝΧ της θερμικής ζώνης 2.

Πλέον, είναι όλα έτοιμα για την εκτέλεση των υπολογισμών και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

**5.1.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη**

Όπως φαίνεται και παρακάτω από την οθόνη αποτελεσμάτων, το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Δ με δείκτη  $391,5 / 260,1 = 1,5052 \text{ K.A.}$  .



Σχήμα 5.20. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου αρχικού σεναρίου.

Από τον παραπάνω πίνακα, παρατηρείται ότι η συνολική πρωτογενής ενέργεια που καταναλώνει το κτίριο αναφοράς είναι  $260,1 \text{ kWh/m}^2$  ενώ αυτή που καταναλώνει το υπάρχον κτίριο είναι  $391,5 \text{ kWh/m}^2$ . Πιο αναλυτικά αποτελέσματα ανά τελική χρήση φαίνονται στον παραπάνω πίνακα.



### 5.1.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις

Για το κτίριο αναφοράς, το οποίο είναι ακριβώς το ίδιο σε όλα τα σενάρια, ο παρακάτω πίνακας παραμένει αμετάβλητος, οπότε εκτός από αυτή την περίπτωση, ισχύει και για όλα τα άλλα σενάρια.

Κτίριο αναφοράς													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	22,7	18,6	13,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	17,0	78,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	34,2	50,5	49,4	12,7	0,0	0,0	0,0	154,0
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNΧ	2,3	2,1	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	27,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	13,4	11,0	7,9	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	10,0	47,1
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	0,6	3,0	4,4	4,3	1,1	0,0	0,0	0,0	13,4
ZNΧ	2,7	2,4	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,7
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5,6
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	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	16,1	13,4	10,6	4,3	3,3	5,6	7,1	7,0	3,7	2,7	5,7	12,7	92,2
Πηγή ενέργειας													
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )												Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶ Ηλεκτρισμός	15,8												15,6
Πετρέλαιο	76,4												20,2
Φυσικό αέριο	0,0												0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0												0,0
Ηλιακή	5,6												0,0
Βιομάζα	0,0												0,0
Γεωθερμία	0,0												0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0												0,0
Σύνολο	92,2												35,8

Σχήμα 5.21. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου αναφοράς.

Για το υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	17,2	14,0	10,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	12,7	58,7
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	34,7	48,4	47,6	13,8	0,0	0,0	0,0	153,2
	Υγρασία	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
	ZNC	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	14,2	11,6	8,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	10,5	49,4
	Ηλεκτρική 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	0,8	3,2	4,5	4,4	1,3	0,0	0,0	0,0	14,2
	ZNC	2,8	2,5	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	32,9
	Ηλεκτρική 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 από φωτοβολταϊκά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	17,2	14,1	11,0	4,4	3,6	5,9	7,3	7,2	4,0	2,8	5,9	13,3	96,5
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)		Εκπομπές CO2 (kg/m²)										
▶	Ηλεκτρισμός	48,5		48,0										
	Πετρέλαιο	48,0		12,7										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλεκική	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	96,5		60,6										

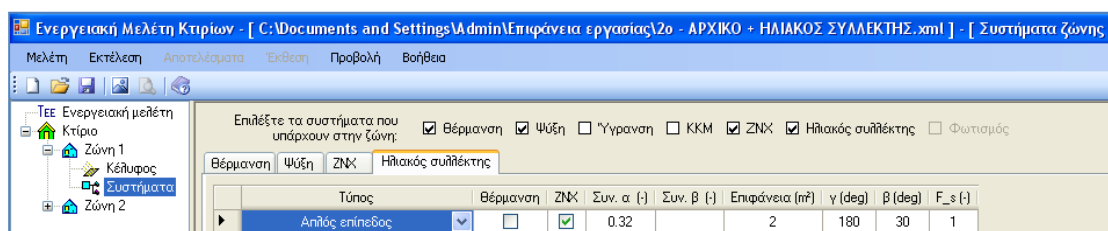
Σχήμα 5.22. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου αρχικού σεναρίου.

## 5.2. 2<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ

Κατά το 2<sup>ο</sup> σενάριο, το κτίριο και όλα τα στοιχεία του παραμένουν ως έχουν στο αρχικό σενάριο με την μόνη διαφορά ότι πλέον προστίθεται ένας απλός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης για ZNX συνολικής επιφάνειας 4m<sup>2</sup> με νότιο προσανατολισμό και κλίση ως προς το οριζόντιο δάπεδο 30<sup>ο</sup>.

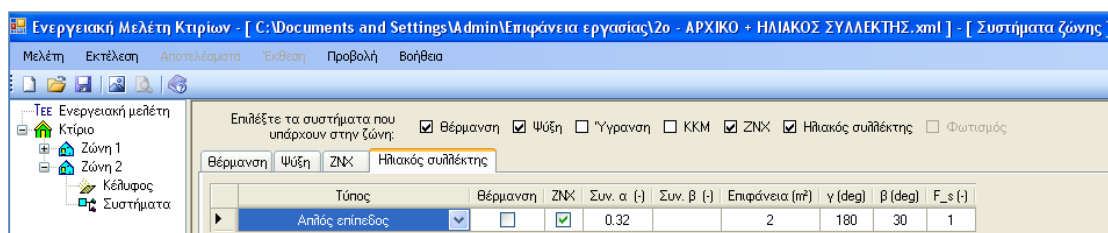
Παρακάτω φαίνεται η καταχώρηση του ηλιακού συλλέκτη (διασπασμένου στις δυο θερμικές ζώνες – σε κάθε θερμική ζώνη αντιστοιχεί ηλιακός συλλέκτης 2m<sup>2</sup>) :

Για την ζώνη 1:



Σχήμα 5.23α. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών ηλιακού συλλέκτη που προστέθηκε στην θερμική ζώνη 1 του κτιρίου.

Για την ζώνη 2:

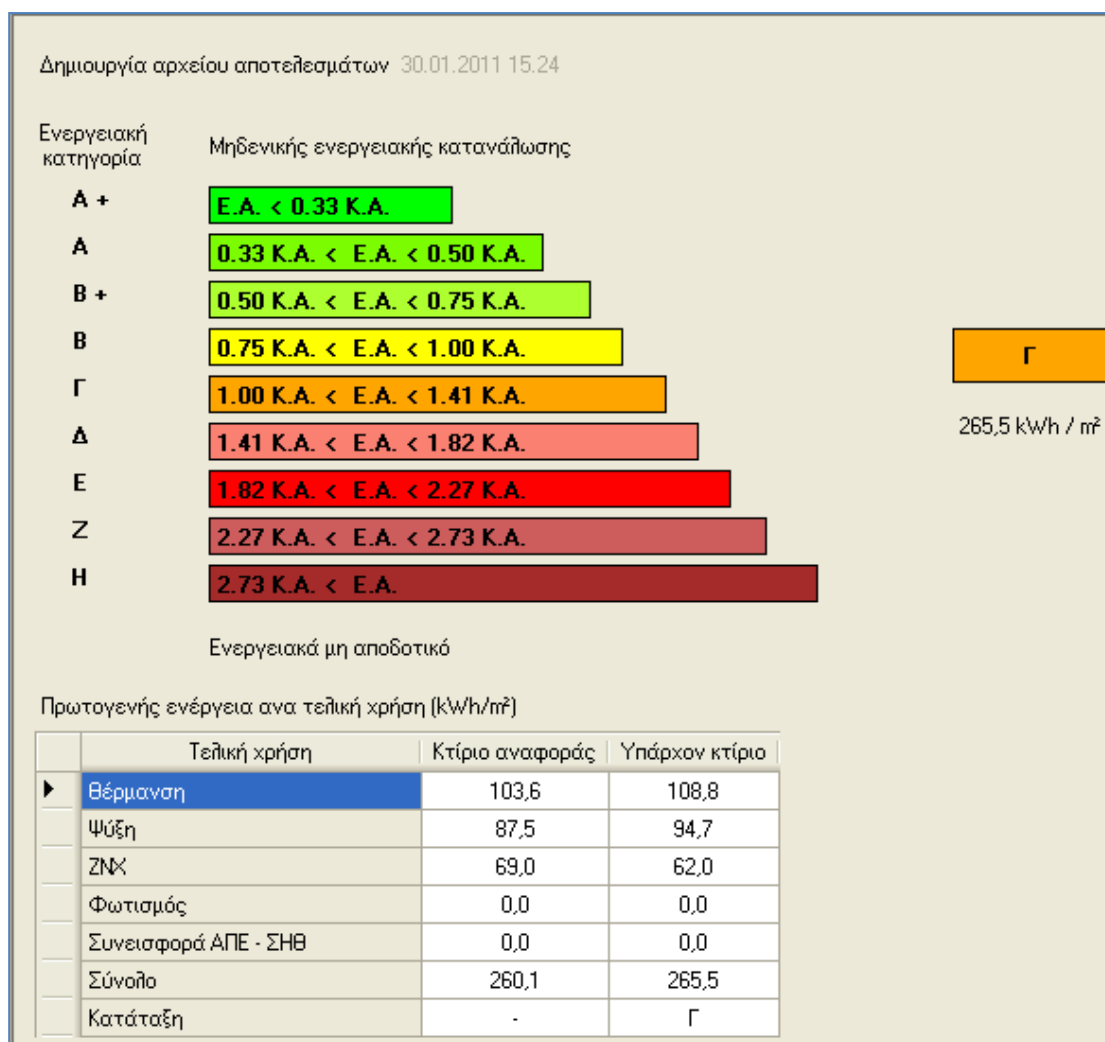


Σχήμα 5.23β. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών ηλιακού συλλέκτη που προστέθηκε στην θερμική ζώνη 2 του κτιρίου.

### 5.2.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Όπως ήταν αναμενόμενο, η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου βελτιώθηκε σημαντικά, καθώς αφενός η συνολική πρωτογενής ενέργεια μειώθηκε κατά 32,19%, ενώ η πρωτογενής ενέργεια για ΖΝΧ μειώθηκε κατά 67,02% ! Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ πριν (αρχικό σενάριο) η πρωτογενής ενέργεια που κατανάλωνε το κτίριο για ΖΝΧ ήταν κατά 172,46% μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του κτιρίου αναφοράς, πλέον είναι κατά 10,14% μικρότερη! Τα ποσά για θέρμανση και ψύξη παραμένουν ίδια.

Πλέον, το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Γ με δείκτη  $265,5 / 260,1 = 1,0208 \text{ Κ.Α.}$  .



Σχήμα 5.24. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου 2<sup>ο</sup> σεναρίου.

**5.2.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις**

Για το νέο υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα παρακάτω αναλυτικά αποτελέσματα, τα οποία επιβεβαιώνουν όσα αναλύθηκαν παραπάνω.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	17,2	14,0	10,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	12,7	58,7
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	34,7	48,4	47,6	13,8	0,0	0,0	0,0	153,2
	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
	ΖΝΚ	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	14,2	11,6	8,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	10,5	49,4
	Ηλεκτρική 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	0,8	3,2	4,5	4,4	1,3	0,0	0,0	0,0	14,2
	ΖΝΚ	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,5	1,7	11,0
	Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,2	1,1	21,6
	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	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	15,8	12,9	9,3	2,5	1,3	3,5	4,8	4,7	1,9	1,0	4,7	12,2	74,6
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	27,3		27,0										
	Πετρέλαιο	47,3		12,5										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλεκτρική	21,6		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	74,6		39,5										

Σχήμα 5.25. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου 2<sup>οο</sup> σεναρίου.

### 5.3. 3<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ

Κατά το 3<sup>ο</sup> σενάριο, το κτίριο και όλα τα στοιχεία του παραμένουν ως είχαν στο 2<sup>ο</sup> σενάριο με την μόνη διαφορά ότι πλέον έχουν τοποθετηθεί στις διαφανείς επιφάνειες διπλά τζάμια υψηλότερης ποιότητας με αργό στο διάκενο των υαλοπινάκων αντί για τα μονά απλά τζάμια των προηγούμενων σεναρίων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να προκύπτουν κουφώματα με σημαντικά μειωμένο συντελεστή θερμοπερατότητας U στις διαφανείς επιφάνειες κάθε ζώνης.

Παρακάτω γίνεται η καταχώρηση των τροποποιήσεων:

Για την ζώνη 1:

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη:		Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0		<input type="checkbox"/> Παθητικά ηλιακά			
Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες			
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)
Ανοιγόμενο κουφωμα	1ο Δ	270	90	2.25	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.15	0.42
Ανοιγόμενο κουφωμα	1ο N	180	90	6.10	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.30	0.45
Ανοιγόμενο κουφωμα	2ο N	180	90	6.10	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.30	0.45
Ανοιγόμενο κουφωμα	1ο Α	90	90	3.00	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.18	0.42
*							

Σχήμα 5.26α. Καταχώρηση νέων συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 1.

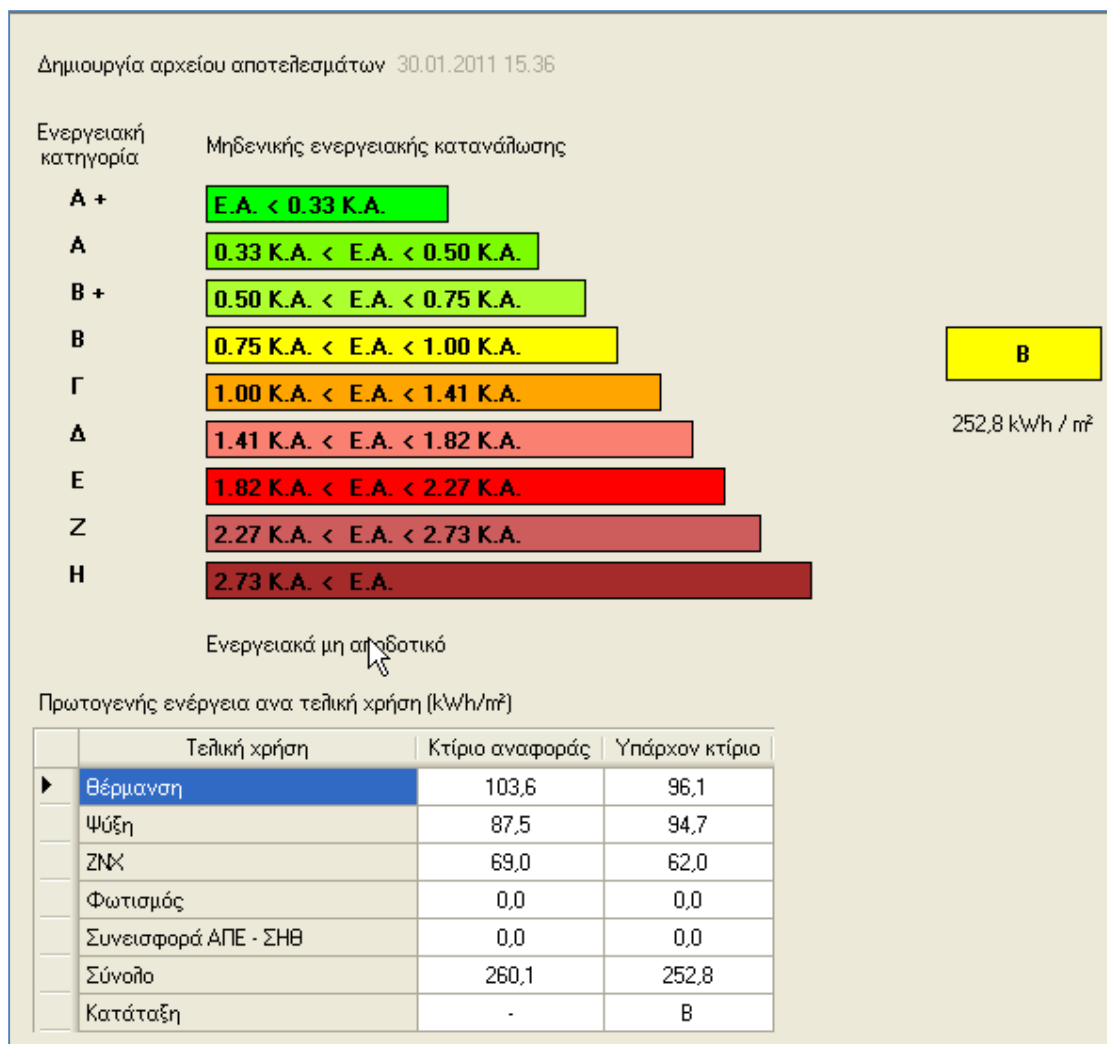
Για την ζώνη 2:

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία που υπάρχουν στην ζώνη:		Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0		<input type="checkbox"/> Παθητικά ηλιακά				
Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες				
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος	U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)	F <sub>s</sub>
Ανοιγόμενο κουφωμα	2ο Δ	270	90	3.90	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.21	0.42	
Ανοιγόμενο κουφωμα	1ο Β	0	90	2.25	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.15	0.42	
Ανοιγόμενο κουφωμα	2ο Β	0	90	0.75	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.05	0.42	
Ανοιγόμενο κουφωμα	3ο Β	0	90	3.90	ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.21	0.42	
Ανοιγόμενο κουφωμα	2ο Α	90	90	2.25	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2.15	0.42	
*								

Σχήμα 5.26β. Καταχώρηση νέων συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 2.

**5.3.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη**

Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα για το κτίριο αναφοράς παραμένουν ίδια, ενώ η ενεργειακή απόδοση του υπάρχοντος κτιρίου βελτιώθηκε. Πλέον, το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία B με δείκτη  $252,8 / 260,1 = 0,9719$  Κ.Α. .



Σχήμα 5.27. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου 3<sup>ου</sup> σεναρίου.



**5.3.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις**

Για το νέο υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	15,4	12,4	8,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	11,3	51,9
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	34,7	47,9	47,1	13,9	0,0	0,0	0,0	152,6
	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
	ΖΝΚ	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	12,7	10,3	7,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	9,3	43,6
	Ηλεκτρική 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	0,9	3,2	4,5	4,4	1,3	0,0	0,0	0,0	14,3
	ΖΝΚ	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,5	1,7	11,0
	Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,2	1,1	21,6
	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	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	14,3	11,6	8,3	2,2	1,4	3,5	4,8	4,7	1,9	1,0	4,2	11,0	68,9
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	27,2		26,9										
	Πετρέλαιο	41,6		11,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλεκτρική	21,6		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	68,9		37,9										

Σχήμα 5.28. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου 3<sup>ου</sup> σεναρίου.

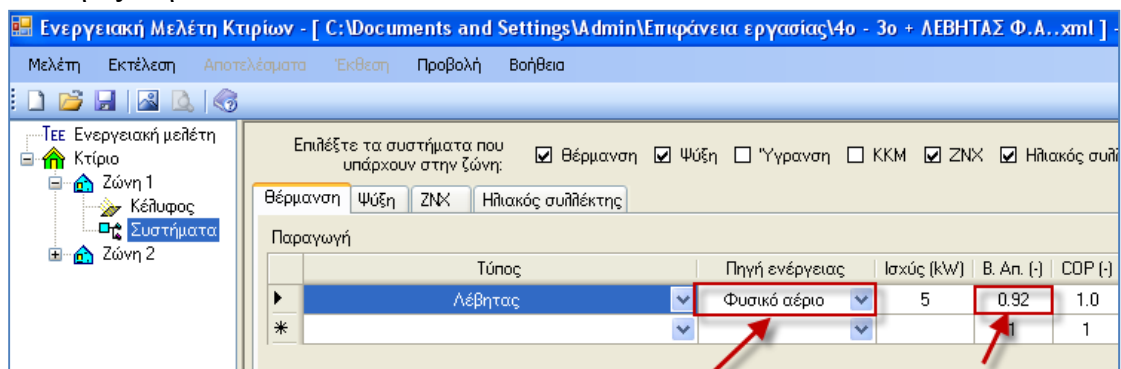
Για το κτίριο αναφοράς, ισχύει ο πίνακας που είχε προκύψει από τους υπολογισμούς του αρχικού σεναρίου.

#### 5.4. 4<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ

Κατά το 4<sup>ο</sup> σενάριο, το κτίριο και όλα τα στοιχεία του παραμένουν ως έχουν στο 3<sup>ο</sup> σενάριο με την μόνη διαφορά ότι αντικαθίσταται ο λέβητας πετρελαίου θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου ίδιας ισχύος (παράλληλα αυξάνεται και ο βαθμός απόδοσης του λέβητα, καθώς στο νέο σενάριο ο λέβητας είναι καινούριος, ενώ στα προηγούμενα ο λέβητας είχε μειωμένη απόδοση λόγω ηλικίας).

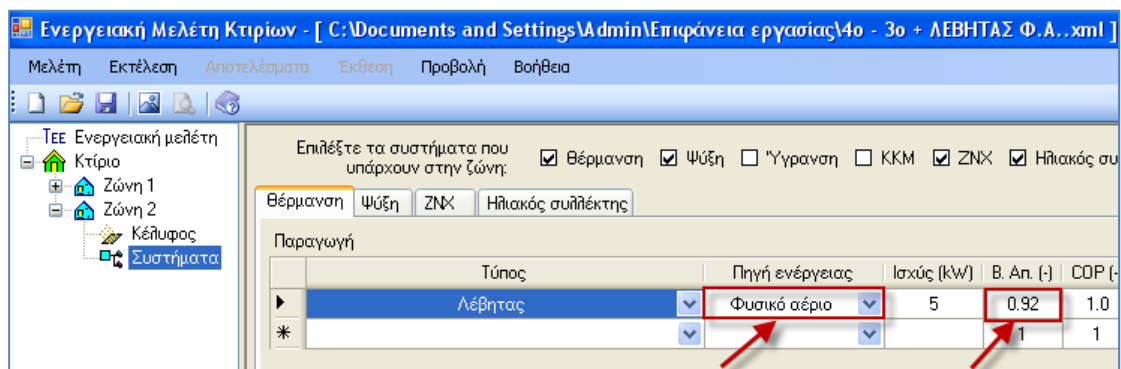
Παρακάτω φαίνεται η καταχώρηση των νέων δεδομένων.

Για την ζώνη 1:



Σχήμα 5.29α. Καταχώρηση νέου λέβητα φυσικού αερίου στην θερμική ζώνη 1.

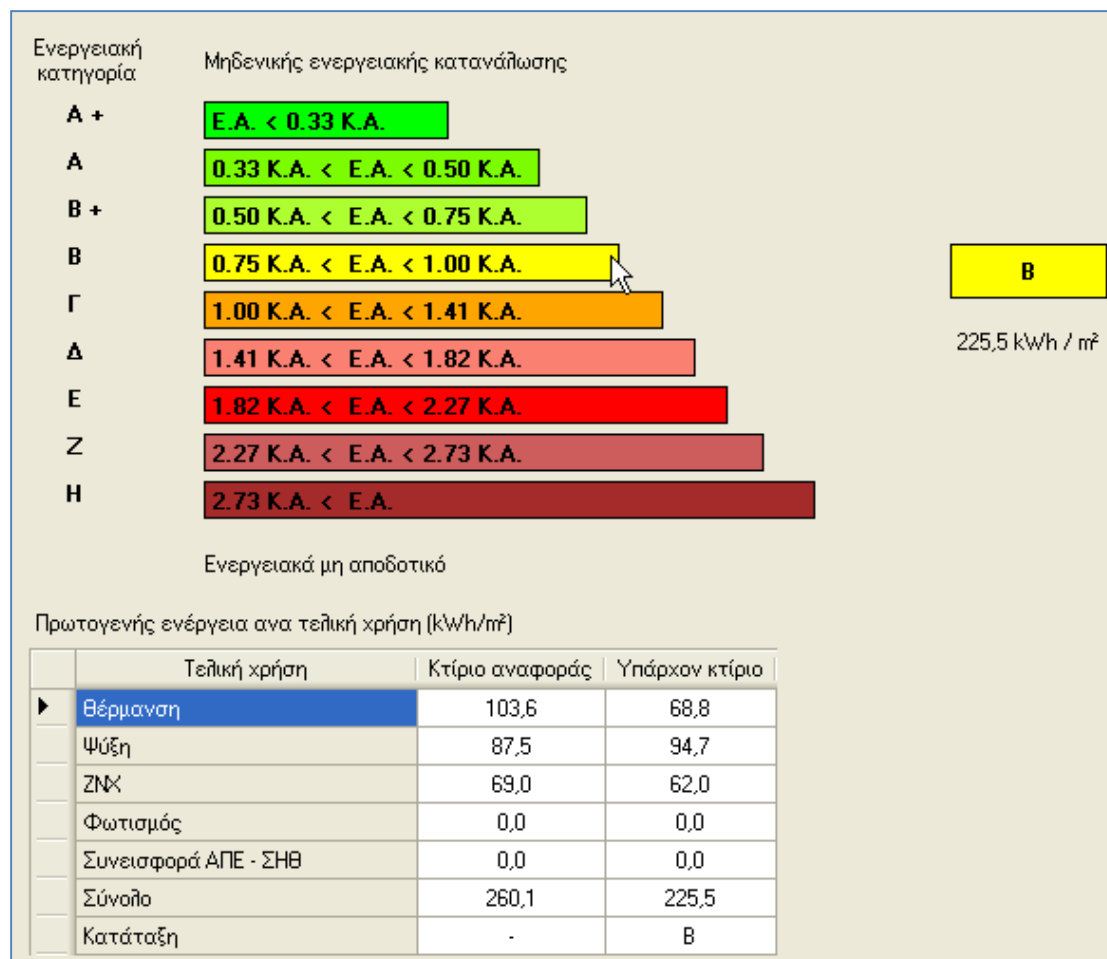
Για την ζώνη 2:



Σχήμα 5.29β. Καταχώρηση νέου λέβητα φυσικού αερίου στην θερμική ζώνη 2.

### 5.4.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Όπως ήταν αναμενόμενο, τα αποτελέσματα για το κτίριο αναφοράς παραμένουν ίδια, ενώ η συνολική ενεργειακή απόδοση του υπάρχοντος κτιρίου βελτιώθηκε. Πλέον, το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία B με δείκτη  $225,5 / 260,1 = 0,8670 \text{ K.A.}$ .



Σχήμα 5.30. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου 4<sup>οο</sup> σεναρίου.

**5.4.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις**

Για το νέο υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα παρακάτω αναλυτικά αποτελέσματα.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	15,4	12,4	8,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	11,3	51,9
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	34,7	47,9	47,1	13,9	0,0	0,0	0,0	152,6
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	9,5	7,7	5,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,0	32,7
	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	0,9	3,2	4,5	4,4	1,3	0,0	0,0	0,0	14,3
	ZNX	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,5	1,7	11,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,2	1,1	21,6
	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	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	11,1	9,0	6,5	1,9	1,4	3,5	4,8	4,7	1,9	1,0	3,5	8,7	58,0
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	27,0		26,7										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	31,0		6,1										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	21,6		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	58,0		32,8										

Σχήμα 5.31. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου 4<sup>οο</sup> σεναρίου.

### 5.5. 5<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ

Κατά το 5<sup>ο</sup> σενάριο, το κτίριο και όλα τα στοιχεία του παραμένουν ως έχουν στο 4<sup>ο</sup> σενάριο με την μόνη διαφορά ότι πλέον:

- Στους εξωτερικούς τοίχους, η επιφάνεια είναι λεία με λευκό επίχρισμα (απορροφητικότητα  $\alpha = 0,30$ ) αντί για επίχρισμα μέτριας απόχρωσης που είχε το κτίριο κατά τα προηγούμενα σενάρια ( $\alpha = 0,60$ ).
- Η οροφή έχει γαρμπίλι ( $\alpha = 0,30$ ,  $\varepsilon = 0,30$ ) αντί για σύνηθες δομικό υλικό με σκούρα επίστρωση.

Παρακάτω φαίνεται η καταχώρηση των τροποποιήσεων.

Για την ζώνη 1:

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	a* (-)	e* (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)
Τοίχος	ΤΟΙΧΟΣ Δ	270	90	7.75	0.49	0.04	0.3	0.80	0.9
Τοίχος	ΤΟΙΧΟΣ Ν	180	90	21.35	0.48	0.04	0.3	0.80	0.9
Τοίχος	ΤΟΙΧΟΣ Α	90	90	9.35	0.49	0.04	0.3	0.80	0.9
Πόρτα	ΠΟΡΤΑ Ν	180	90	2.80	3.00	0.04	0.8	0.20	1
Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	50.5	0.46	0.04	0.30	0.30	1
*						0.04			

Σχήμα 5.32α. Καταχώρηση νέων συντελεστών απορροφητικότητας  $\alpha$  και εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $\varepsilon$  αδιαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 1.

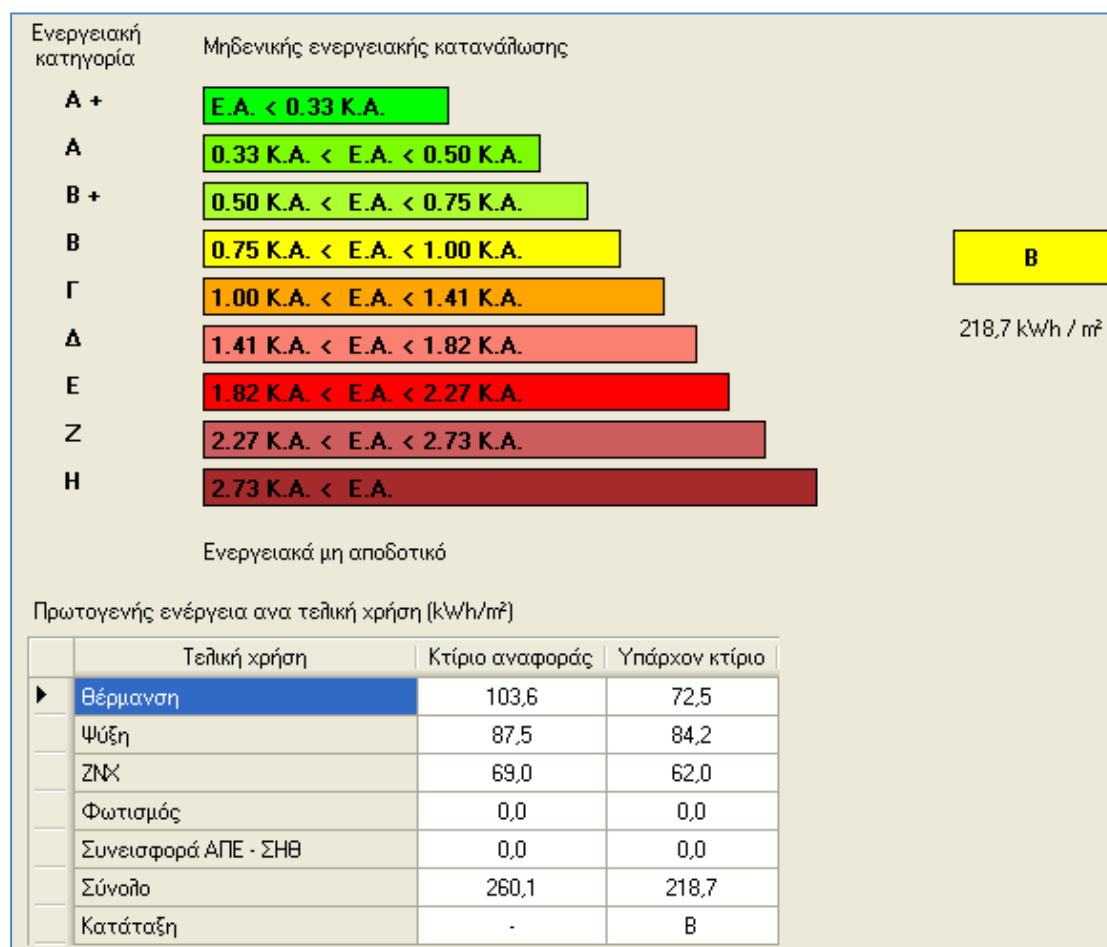
Για την ζώνη 2:

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	a* (-)	e* (-)	F <sub>hor_h</sub> (-)
Τοίχος	ΤΟΙΧΟΣ Δ	270	90	9.15	0.49	0.04	0.3	0.80	
Τοίχος	ΤΟΙΧΟΣ Β	0	90	32.35	0.48	0.04	0.3	0.80	
Τοίχος	ΤΟΙΧΟΣ Α	90	90	10.85	0.49	0.04	0.3	0.80	
Οροφή	ΟΡΟΦΗ	0	0	49.5	0.46	0.04	0.30	0.30	
*						0.04			

Σχήμα 5.32β. Καταχώρηση νέων συντελεστών απορροφητικότητας  $\alpha$  και εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας  $\varepsilon$  αδιαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 2.

### 5.5.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Πλέον, το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β με δείκτη  $218,7 / 260,1 = 0,8408 \text{ Κ.Α.}$ .



Σχήμα 5.33. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου 5<sup>ο</sup> σεναρίου.

Με τις μετατροπές που πραγματοποιήθηκαν στο κτίριο, μειώθηκε η απορροφητικότητα των αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, καθώς και ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας της οροφής. Αυτό είχε σαν συνέπεια να μειωθούν τα ηλιακά θερμικά κέρδη, με αποτέλεσμα να αυξηθούν θερμικά φορτία, αλλά να μειωθούν τα ψυκτικά. Συγκεκριμένα, η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση αυξήθηκε κατά 5,4% ενώ για ψύξη μειώθηκε κατά 11,09%! Η συνισταμένη αυτών των δυο αντίρροπων επιδράσεων είναι να μειωθεί η συνολική πρωτογενής ενέργεια κατά 3,02%.

**5.5.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις**

Για το νέο υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα παρακάτω αναλυτικά αποτελέσματα, τα οποία επιβεβαιώνουν όσα αναλύθηκαν παραπάνω.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	15,9	13,1	9,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	11,6	54,5
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	30,4	43,4	42,9	12,3	0,0	0,0	0,0	136,4
	Ύγρανση	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
	ZNΧ	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	9,9	8,1	5,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	7,3	34,6
	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	0,7	2,8	4,0	4,0	1,2	0,0	0,0	0,0	12,7
	ZNΧ	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,5	1,7	11,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,2	1,1	21,6
	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	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	11,5	9,4	6,9	2,1	1,2	3,1	4,3	4,3	1,8	1,0	3,7	9,0	58,3
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	25,4		25,1										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	32,8		6,4										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	21,6		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	58,3		31,5										

Σχήμα 5.34. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου 5<sup>οο</sup> σεναρίου.

**5.6. 6<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ**

Κατά το 6<sup>ο</sup> σενάριο, το κτίριο και όλα τα στοιχεία του παραμένουν ως έχουν στο 5<sup>ο</sup> σενάριο με την μόνη διαφορά ότι πλέον προστίθενται κινητά εξωτερικά σκίαστρα, τα οποία κατά τους θερινούς μήνες σκιάζουν τις διαφανείς επιφάνειες του κτιρίου, ενώ θεωρούμε ότι κατά την χειμερινή περίοδο αφαιρούνται τελείως και δεν σκιάζουν καθόλου το κτίριο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα σημαντικά μειωμένα ηλιακά θερμικά κέρδη τους θερινούς μήνες, άρα μειωμένα ψυκτικά φορτία.

Με την προσθήκη αυτή, μειώνονται για τις διαφανείς επιφάνειες του κτιρίου οι συντελεστές  $F_{ov\_c}$  και  $F_{fin\_c}$ , όπως φαίνεται παρακάτω:

Για την ζώνη 1:

Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

δαφος Διαφανείς επιφάνειες

Τύπος ανοίγματος	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.15	0.42	0.86	0.89	0.89	0.11	0.80	0.38
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.30	0.45	0.95	0.98	0.90	0.16	0.88	0.40
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.30	0.45	0.95	0.98	0.90	0.16	0.88	0.40
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.18	0.42	0.88	0.91	0.90	0.13	0.85	0.39

Σχήμα 5.35α. Καταχώρηση νέων συντελεστών σκίασης από πρόβολους και πλευρικές προεξοχές κατά την θερινή περίοδο διαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 1.

Για την ζώνη 2:

Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0  Παθητικά ηλιακά

δαφος Διαφανείς επιφάνειες

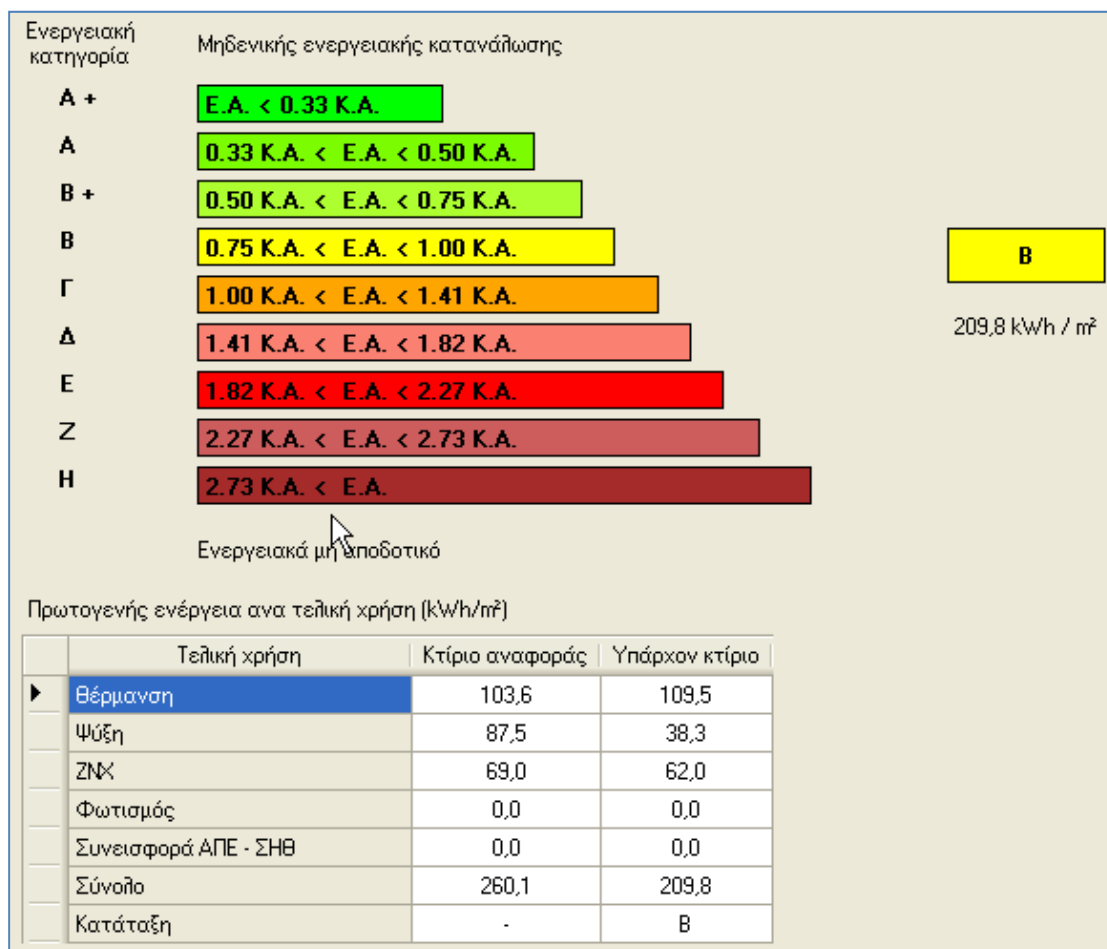
Τύπος ανοίγματος	U (W/m²K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.21	0.42	0.86	0.89	0.89	0.11	0.80	0.38
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.15	0.42	0.81	0.84	0.87	0.10	0.85	0.37
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.05	0.42	0.81	0.84	0.87	0.10	0.84	0.37
ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΑ	2.21	0.42	0.81	0.84	0.86	0.09	0.89	0.40
ΠΑΡΑΒΥΡΟ	2.15	0.42	0.88	0.91	0.90	0.13	0.85	0.39

Σχήμα 5.35β. Καταχώρηση νέων συντελεστών σκίασης από πρόβολους και πλευρικές προεξοχές κατά την θερινή περίοδο διαφανών επιφανειών θερμικής ζώνης 2.



**5.6.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη**

Όπως ήταν αναμενόμενο, η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου βελτιώθηκε, με αποτέλεσμα πλέον το κτίριο να κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β με δείκτη  $209,8 / 260,1 = 0,8066 \text{ Κ.Α.}$ .



Σχήμα 5.36. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου 6<sup>ο</sup> σεναρίου.

**5.6.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις**

Για το νέο υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα παρακάτω αναλυτικά αποτελέσματα.

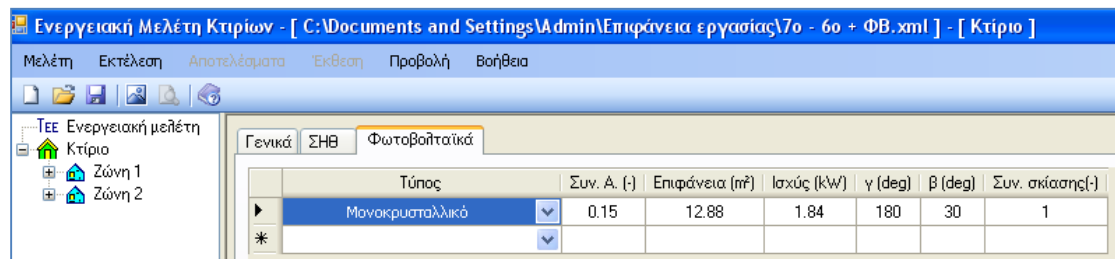
Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	22,7	19,1	15,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	16,9	83,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	12,3	24,2	23,6	4,1	0,0	0,0	0,0	65,7
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ΖΝΚ	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	13,6	11,6	9,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	10,4	52,1
	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	0,2	1,1	2,3	2,2	0,4	0,0	0,0	0,0	6,2
	ΖΝΚ	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,5	1,7	11,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,2	1,1	21,6
	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	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	15,2	12,9	10,6	3,7	0,7	1,4	2,6	2,5	1,0	1,0	5,6	12,1	69,3
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )			Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )									
▶	Ηλεκτρισμός	18,3			18,1									
	Πετρέλαιο	0,0			0,0									
	Φυσικό αέριο	50,9			10,0									
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0			0,0									
	Ηλιακή	21,6			0,0									
	Βιομάζα	0,0			0,0									
	Γεωθερμία	0,0			0,0									
	Άλλο ΑΠΕ	0,0			0,0									
	Σύνολο	69,3			28,1									

Σχήμα 5.37. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου 6<sup>ου</sup> σεναρίου.

### 5.7. 7<sup>ο</sup> ΣΕΝΑΡΙΟ

Κατά το 7<sup>ο</sup> σενάριο, το κτίριο και όλα τα στοιχεία του παραμένουν ως έχουν στο 6<sup>ο</sup> σενάριο με την μόνη διαφορά ότι πλέον προστίθεται ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην ταράτσα του κτιρίου ισχύος 1,84 kW με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30<sup>ο</sup> ως προς το οριζόντιο δάπεδο.

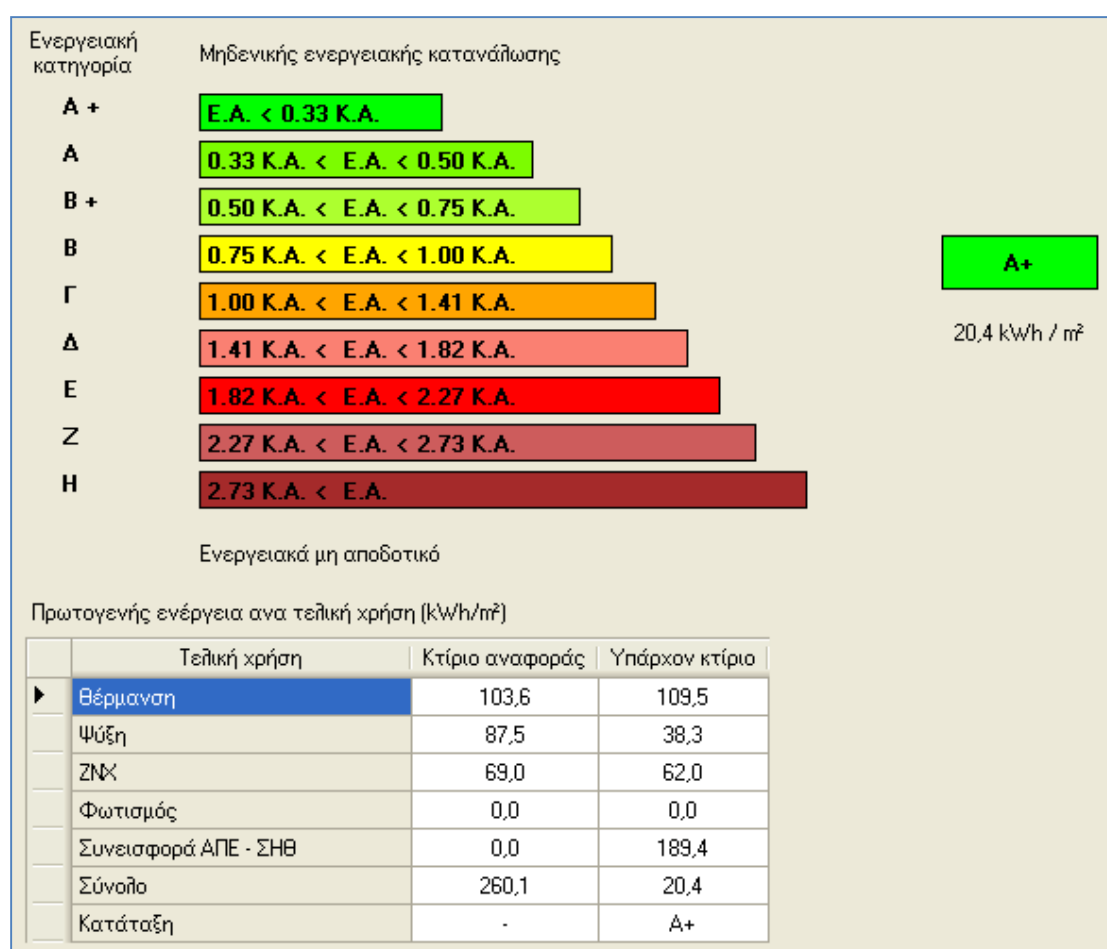
Η καταχώρηση του νέου συστήματος φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 5.38. Καταχώρηση τεχνικών χαρακτηριστικών φωτοβολταϊκού συστήματος που προστέθηκε στο κτίριο.

### 5.7.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Όπως ήταν αναμενόμενο, η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου βελτιώθηκε εξαιρετικά, καθώς πλέον προστέθηκε ένα σύστημα που εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια, η οποία είναι απεριόριστη και δεν κοστίζει, και την μετατρέπει σε ηλεκτρική χωρίς μάλιστα να παράγονται καθόλου ρύποι. Τα ποσά πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνει το κτίριο για θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ παραμένουν αμετάβλητα σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο, αφού άλλωστε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα δεν σχετίζεται άμεσα με αυτές τις καταναλώσεις, αλλά πλέον η συνεισφορά ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου είναι πολύ σημαντική. Έτσι, πλέον το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία A<sup>+</sup> με δείκτη  $20,4 / 260,1 = 0,0784$  Κ.Α. .



Σχήμα 5.39. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου 7<sup>ο</sup> σεναρίου.

**5.7.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις**

Για το νέο υπάρχον κτίριο, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα, τα οποία επιβεβαιώνουν όσα αναλύθηκαν παραπάνω.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλι.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	22,7	19,1	15,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	16,9	83,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	12,3	24,2	23,6	4,1	0,0	0,0	0,0	65,7
	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
	ZNΧ	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	31,8
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλι.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	13,6	11,6	9,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	10,4	52,1
	Ηλεκτρική 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	0,2	1,1	2,3	2,2	0,4	0,0	0,0	0,0	6,2
	ZNΧ	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,5	1,7	11,0
	Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1	1,7	1,2	1,1	21,6
	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	1,8	1,9	2,5	2,9	3,4	3,6	3,7	3,7	3,2	2,6	1,8	1,6	32,7
	Σύνολο	15,2	12,9	10,6	3,7	0,7	1,4	2,6	2,5	1,0	1,0	5,6	12,1	69,3
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	0,0		0,0										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	69,3		13,6										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλεκτρική	21,6		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	69,3		13,6										

Σχήμα 5.40. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις- Καταναλώσεις κτιρίου 7<sup>00</sup> σεναρίου.

**5.8. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα των παραπάνω σεναρίων, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (kWh/m <sup>2</sup> )					ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ - ΣΗΘ	ΣΥΝΟΛΟ:	
ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	103,6	87,5	69,0	0,0	260,1	-
ΑΡΧΙΚΟ	108,8	94,7	188,0	0,0	391,5	-
2ο	108,8	94,7	62,0	0,0	265,5	ΑΡΧΙΚΟ + ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ
3ο	96,1	94,7	62,0	0,0	252,8	2ο + ΔΙΠΛΑ ΤΖΑΜΙΑ
4ο	68,8	94,7	62,0	0,0	225,5	3ο + ΛΕΒΗΤΑΣ Φ.Α.
5ο	72,5	84,2	62,0	0,0	218,7	4ο + ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ ΛΕΥΚΟ
6ο	109,5	38,3	62,0	0,0	209,8	5ο + ΚΙΝΗΤΑ ΕΞΩΤ.ΣΚΙΑΣΤΡΑ
7ο	109,5	38,3	62,0	189,4	20,4	6ο + ΦΒ

Πίνακας 5.1. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας κάθε σεναρίου ανά τελική χρήση.

Για την ανάλυση και την επεξήγηση της ενεργειακής συνεισφοράς της εκάστοτε επέμβασης κάθε σεναρίου, χρήσιμοι κρίνονται οι παρακάτω πίνακες, οι οποίοι αναφέρονται σε ετήσια βάση και προέκυψαν από την επεξεργασία του παραπάνω πίνακα..

	2ο ΣΕΝΑΡΙΟ	
	ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ(kWh/m <sup>2</sup> )	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΕΝ.
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	0	0,00%
ΨΥΞΗ	0	0,00%
ΖΝΧ	-126	-67,02%
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ	0	0,00%
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	-126	-32,18%

Πίνακας 5.2. Συνεισφορά του ηλιακού συλλέκτη στην ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου .

Στο 2<sup>ο</sup> σενάριο, προστίθεται ένας ηλιακός συλλέκτης, ο οποίος ανάλογα με την ηλιοφάνεια κάθε μέρας συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για ΖΝΧ. Προφανώς, όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα, δεν έχει κάποια επιρροή στα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου, κάτι που είναι απολύτως λογικό.

<b>3ο ΣΕΝΑΡΙΟ</b>		
	<b>ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ(kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΕΝ.</b>
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	-12,7	-11,67%
<b>ΨΥΞΗ</b>	0	0,00%
<b>ΖΝΧ</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	-12,7	-4,78%

Πίνακας 5.3. Συνεισφορά της αντικατάστασης των μονών με διπλά τζάμια με αργό στο διάκενο των υαλοπινάκων στην ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου .

Στο 3<sup>ο</sup> σενάριο, αντικαθίστανται τα μονά τζάμια των διαφανών επιφανειών των προηγούμενων σεναρίων με διπλά τζάμια με αργό στο διάκενο των υαλοπινάκων. Αυτή η ποιοτική βελτίωση των διαφανών επιφανειών του κτιρίου έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένες θερμικές απώλειες, άρα και μειωμένα θερμικά φορτία. Με λίγα λόγια, πλέον απαιτούνται μικρότερα ποσά ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου, κάτι που φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα.

<b>4ο ΣΕΝΑΡΙΟ</b>		
	<b>ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ(kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΕΝ.</b>
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	-27,3	-28,41%
<b>ΨΥΞΗ</b>	0	0,00%
<b>ΖΝΧ</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	-27,3	-10,80%

Πίνακας 5.4. Συνεισφορά της αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου θέρμανσης με λέβητα Φ.Α. στην ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου .

Στο 4<sup>ο</sup> σενάριο, αντικαθίσταται ο λέβητας πετρελαίου θέρμανσης με λέβητα φυσικού αερίου, ο οποίος έχει και αυξημένο βαθμό απόδοσης. Προφανώς, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση μειώνεται κατά 28,41%.

	<b>5ο ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	
	<b>ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ(kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΕΝ.</b>
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	+3,7	+5,38%
<b>ΨΥΞΗ</b>	-10,5	-11,09%
<b>ΖΝΧ</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ</b>	0	0,00%
<b><u>ΣΥΝΟΛΟ:</u></b>	-6,8	-3,02%

Πίνακας 5.5. Συνεισφορά των ανοιχτόχρωμων επιστρώσεων των εξωτερικών αδιαφανών επιφανειών στην ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου .

Στο 5<sup>ο</sup> σενάριο, με τις μετατροπές που πραγματοποιούνται στις εξωτερικές αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου, μειώνεται η απορροφητικότητα αυτών, πράγμα που συνεπάγεται μειωμένα ηλιακά θερμικά κέρδη καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των θερμικών φορτίων την χειμερινή περίοδο, αλλά την μείωση των ψυκτικών φορτίων τους θερινούς μήνες. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση αυξάνεται κατά 5,38%, ενώ για ψύξη μειώνεται κατά 11,09%. Η συνισταμένη αυτών των δύο αντίρροπων επιδράσεων είναι η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου με μειωμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά 3,02%.

	<b>6ο ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	
	<b>ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ(kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΕΝ.</b>
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	+37	+51,03%
<b>ΨΥΞΗ</b>	-45,9	-54,51%
<b>ΖΝΧ</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ</b>	0	0,00%
<b><u>ΣΥΝΟΛΟ:</u></b>	-8,9	-4,07%

Πίνακας 5.6. Συνεισφορά των κινητών εξωτερικών σκιάστρων κατά την θερινή περίοδο στην ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου .

Κατά το 6<sup>ο</sup> σενάριο, προστίθενται στο κτίριο κινητά εξωτερικά σκιάστρα τους θερινούς μήνες. Κατά την χειμερινή περίοδο, θεωρούμε ότι τα σκιάστρα αφαιρούνται τελείως, άρα δεν σκιάζονται καθόλου οι διαφανείς επιφάνειες του κτιρίου τον χειμώνα (άλλαξαν μόνο οι συντελεστές  $F_{ov_c}$  και  $F_{fin_c}$ , όχι και οι  $F_{ov_h}$  και  $F_{fin_h}$ ). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένα ηλιακά θερμικά κέρδη τους θερινούς μήνες. Επομένως, η αναμενόμενη ενεργειακή επίδραση της επέμβασης είναι **μόνο** η μείωση των ψυκτικών φορτίων, δηλαδή η μειωμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη.

Μη αναμενόμενα, όμως, κατά τα εξαγόμενα αποτελέσματα του λογισμικού TEE – KENAK, εκτός από την μειωμένη κατανάλωση για ψύξη, προκύπτει μεγάλη



αύξηση της κατανάλωσης για θέρμανση! Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη μειώθηκε κατά 54,51% και για θέρμανση αυξήθηκε κατά 51,03%. Η συνισταμένη αυτών των δύο αντίρροπων επιδράσεων είναι η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου με μειωμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά 4,07%.

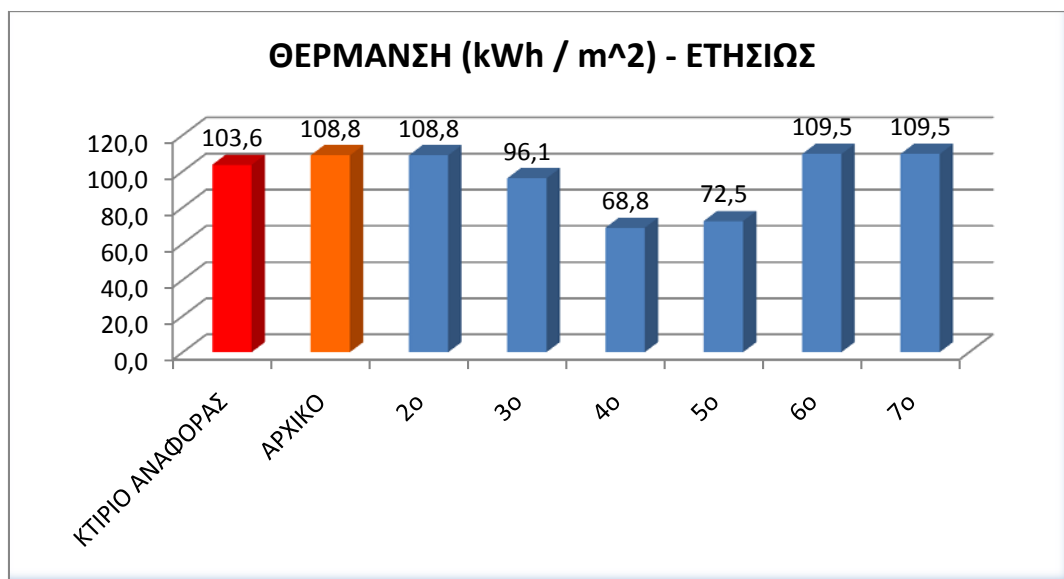
Κατά τα παραπάνω, μια ερμηνεία των μη λογικών αποτελεσμάτων είναι ενδεχόμενη δυσλειτουργία του λογισμικού TEE-KENAK στην επεξεργασία των συντελεστών σκίασης  $F_{ov}$  και  $F_{fin}$  των διαφανών επιφανειών και στην ενσωμάτωσή τους στους υπολογισμούς για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

	<b>7ο ΣΕΝΑΡΙΟ</b>	
	<b>ΑΠΟΛΥΤΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ(kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΕΝ.</b>
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>	0	0,00%
<b>ΨΥΞΗ</b>	0	0,00%
<b>ZNX</b>	0	0,00%
<b>ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΑΠΕ</b>	189,4	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>	-189,4	-90,28%

Πίνακας 5.7. Συνεισφορά του φωτοβολταϊκού συστήματος στην ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου .

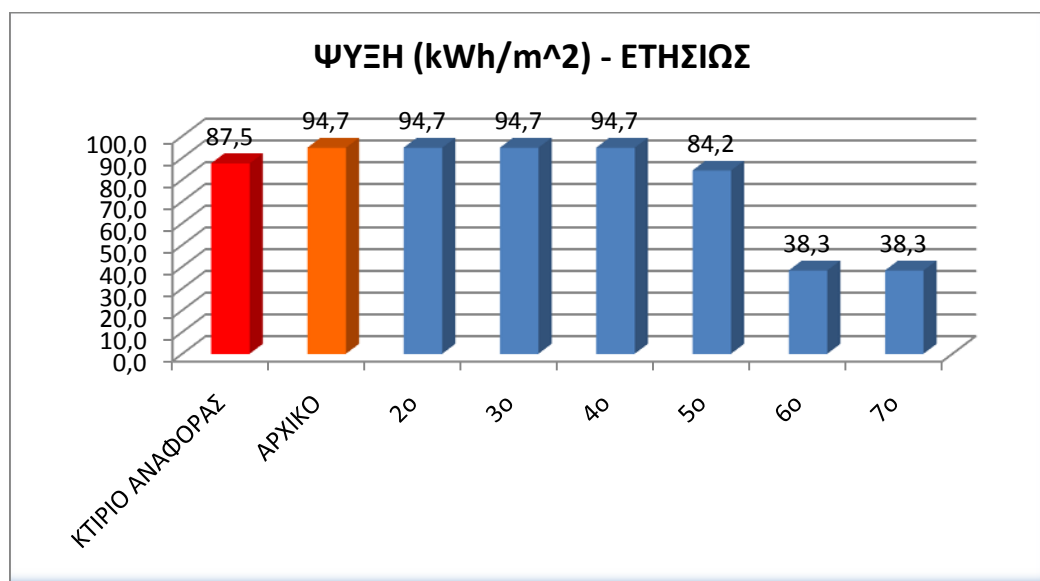
Στο 7<sup>ο</sup> σενάριο, προστίθεται στο κτίριο ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 1,84kW, το οποίο δεν επηρεάζει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και ZNX, αλλά εκμεταλλευόμενο την ηλιακή ενέργεια παράγει σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι που βελτιώνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Συγκεκριμένα, μειώνει την συνολική καταναλισκόμενη πρωτογενή ενέργεια κατά 90,28%!

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα ακόλουθα διαγράμματα, τα οποία αναφέρονται σε ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις και επιβεβαιώνουν όσα αναλύθηκαν παραπάνω.



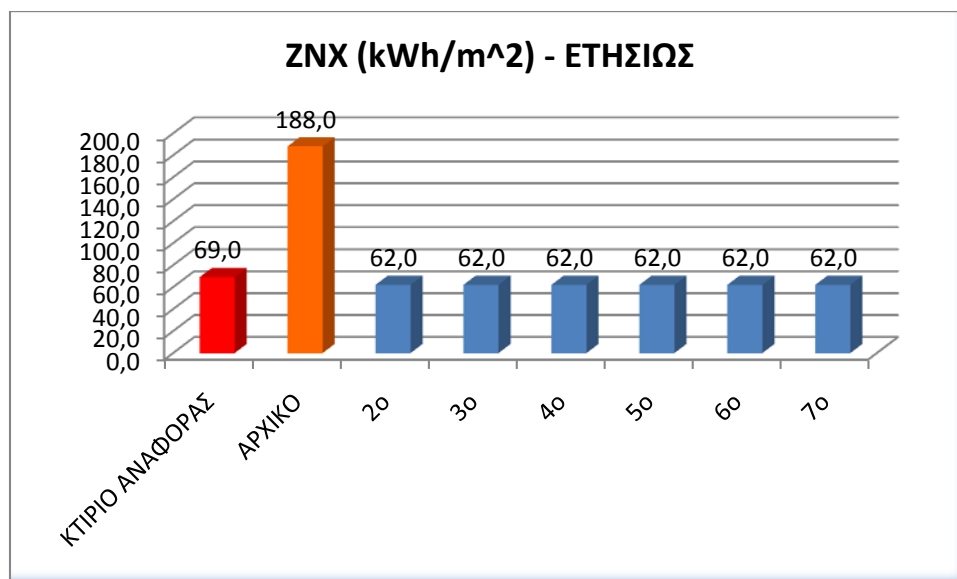
Διάγραμμα 5.1. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου κάθε σεναρίου.

Τελικά, το κτίριο του 7<sup>ου</sup> σεναρίου καταναλώνει ετησίως για θέρμανση πρωτογενή ενέργεια που είναι κατά 0,64% περισσότερη σε σχέση με αυτή που καταναλώνει το κτίριο του αρχικού σεναρίου και κατά 5,69% περισσότερη σε σχέση με αυτή του κτιρίου αναφοράς.



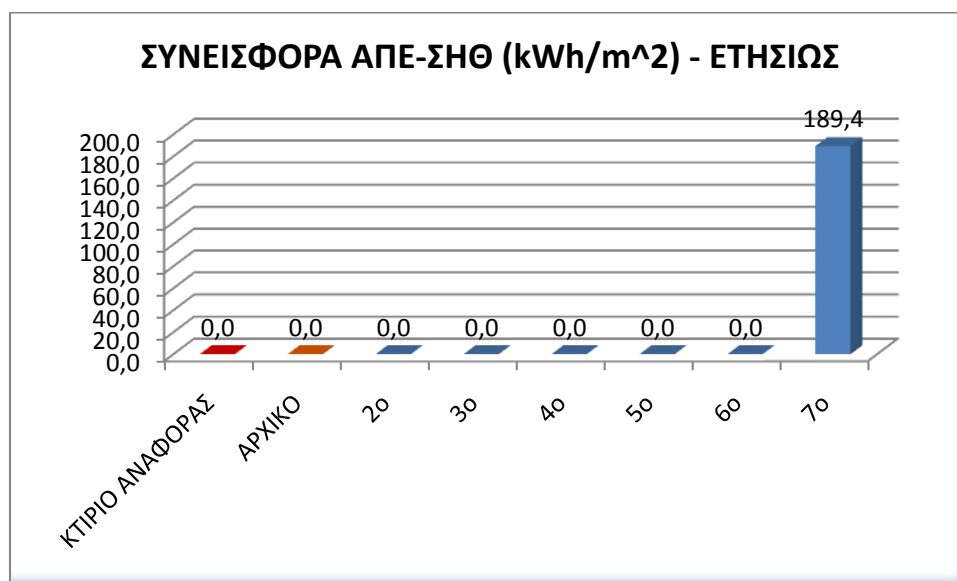
Διάγραμμα 5.2. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του κτιρίου κάθε σεναρίου.

Επιπλέον, το κτίριο του 7<sup>ου</sup> σεναρίου καταναλώνει ετησίως για ψύξη πρωτογενή ενέργεια που είναι κατά 59,56% λιγότερη σε σχέση με αυτή που καταναλώνει το κτίριο του αρχικού σεναρίου και κατά 56,23% λιγότερη σε σχέση με αυτή του κτιρίου αναφοράς.



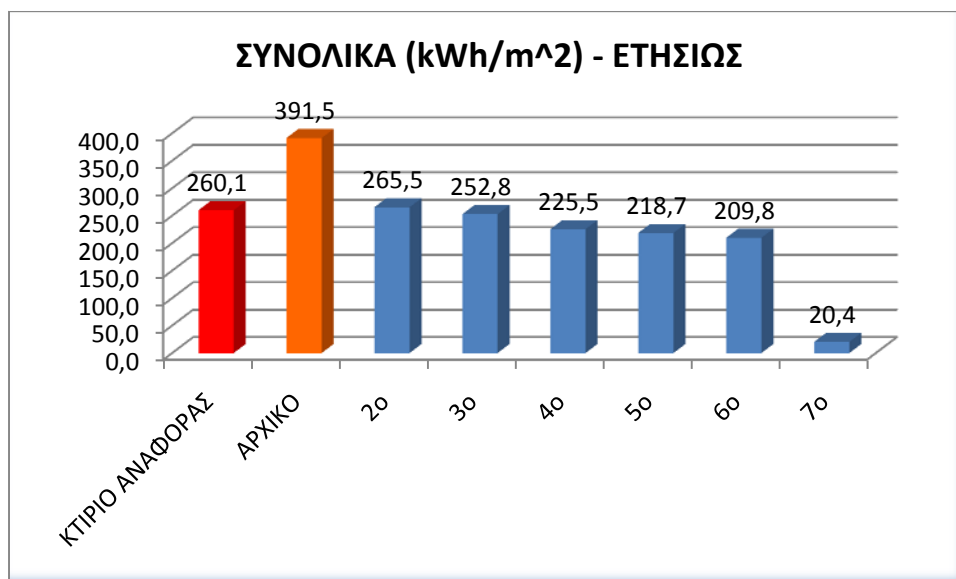
Διάγραμμα 5.3. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για ZNX του κτιρίου κάθε σεναρίου.

Επίσης, το κτίριο του 7<sup>ου</sup> σεναρίου καταναλώνει ετησίως για ZNX πρωτογενή ενέργεια που είναι κατά 67,02% λιγότερη σε σχέση με αυτή που καταναλώνει το κτίριο του αρχικού σεναρίου και κατά 10,14% λιγότερη σε σχέση με αυτή του κτιρίου αναφοράς.



Διάγραμμα 5.4. Ετήσια συνεισφορά πρωτογενούς ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ του κτιρίου κάθε σεναρίου.

Όπως παρατηρούμε και παραπάνω, σε κανένα από τα πρώτα έξι σενάρια, αλλά ούτε και στο κτίριο αναφοράς σημειώνεται παραγωγή ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ή ΣΗΘ. Μόνο στο 7<sup>ο</sup> σενάριο υπάρχει παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, και συγκεκριμένα από ηλιακή ενέργεια.



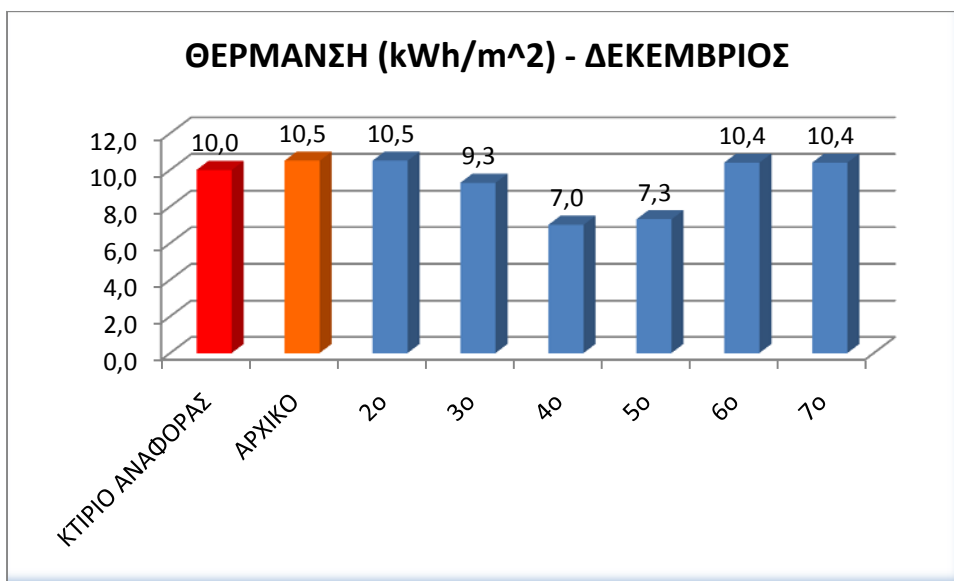
Διάγραμμα 5.5. Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου κάθε σεναρίου.

Τελικά, το κτίριο του 7<sup>ου</sup> σεναρίου καταναλώνει συνολικά ετησίως πρωτογενή ενέργεια που είναι κατά 94,79% λιγότερη σε σχέση με αυτή που καταναλώνει το κτίριο του αρχικού σεναρίου και κατά 92,16% λιγότερη σε σχέση με αυτή του κτιρίου αναφοράς.

Ακολουθώς, παρουσιάζονται ενδεικτικά υπό μορφή πινάκων, αλλά και διαγραμμάτων, οι ενεργειακές καταναλώσεις όλων των κτιρίων που εξετάστηκαν για θέρμανση τον μήνα Δεκέμβριο, για ψύξη τον μήνα Ιούλιο και ΖΝΧ τον Μάρτιο.

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ</b>	<b>10,0</b>
<b>ΑΡΧΙΚΟ</b>	<b>10,5</b>
2ο	10,5
3ο	9,3
4ο	7,0
5ο	7,3
6ο	10,4
7ο	10,4

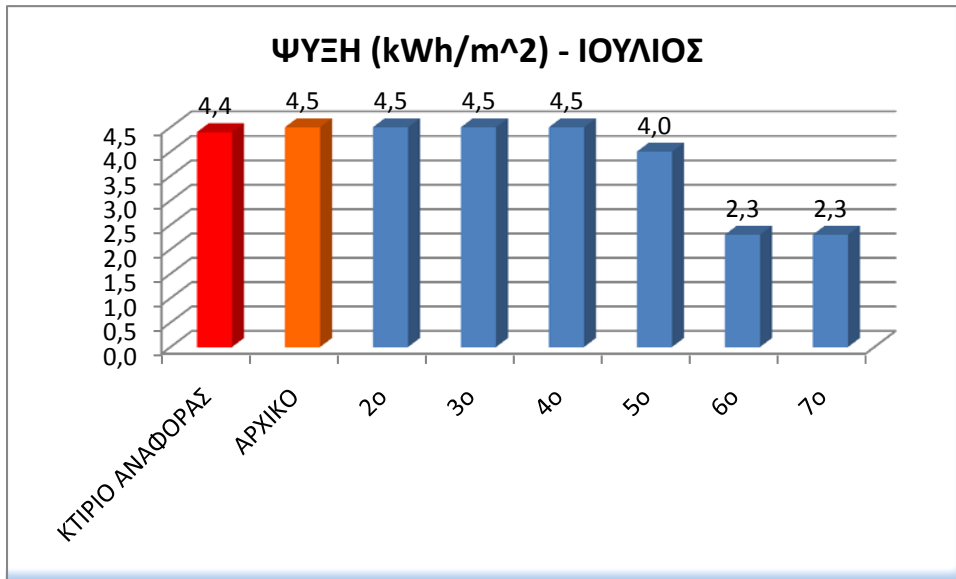
Πίνακας 5.8. Ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κάθε σεναρίου για θέρμανση κατά τον μήνα Δεκέμβριο.



Διάγραμμα 5.6. Ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κάθε σεναρίου για θέρμανση κατά τον μήνα Δεκέμβριο.

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΙΟΥΛΙΟΣ
	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ</b>	4,4
ΑΡΧΙΚΟ	4,5
2ο	4,5
3ο	4,5
4ο	4,5
5ο	4,0
6ο	2,3
7ο	2,3

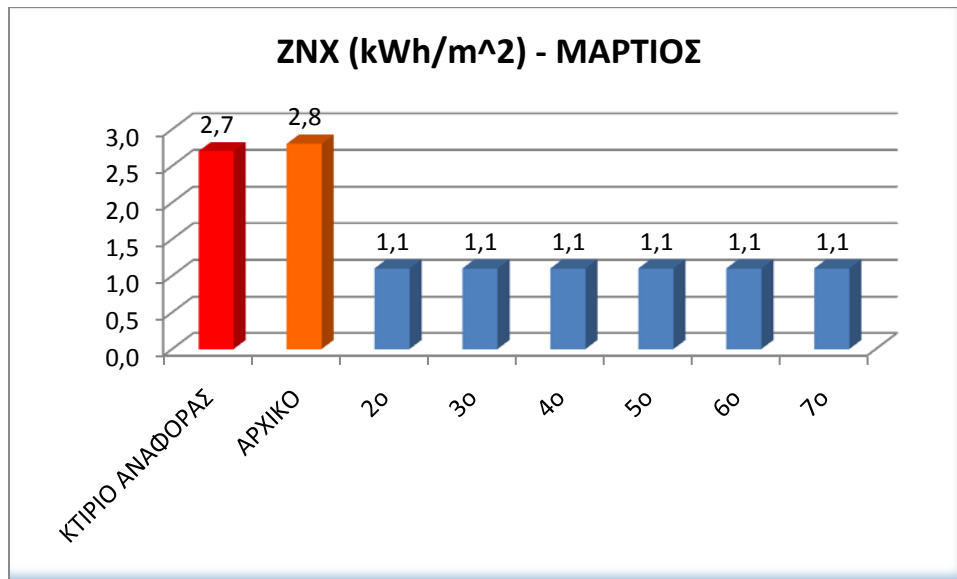
Πίνακας 5.9. Ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κάθε σεναρίου για ψύξη κατά τον μήνα Ιούλιο.



Διάγραμμα 5.7. Ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κάθε σεναρίου για ψύξη κατά τον μήνα Ιούλιο.

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΜΑΡΤΙΟΣ
	ZNX (kWh/m <sup>2</sup> )
ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	2,7
ΑΡΧΙΚΟ	2,8
2ο	1,1
3ο	1,1
4ο	1,1
5ο	1,1
6ο	1,1
7ο	1,1

Πίνακας 5.10. Ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κάθε σεναρίου για ZNX κατά τον μήνα Μάρτιο.



Διάγραμμα 5.8. Ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου κάθε σεναρίου για ZNX κατά τον μήνα Μάρτιο.

**6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. 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'.
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Έκδοση Α'.
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Έκδοση Α'.
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού», 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. Σταμάτης Δ.Περδίας, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και βιομηχανιών».
8. Σταμάτης Δ.Περδίας, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές», Τόμος Α'.
9. Σταμάτης Δ.Περδίας, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές», Τόμος Β'.
10. Κίμων Α. Αντωνόπουλος, «Θερμικά – ηλιακά συστήματα».
11. Φ.Ε.Κ. Β' 407 / 9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων».
12. Φ.Ε.Κ. Α' 210, νόμος 1577/1985, «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το νόμο 2831/2000, ΦΕΚ Α' 140.
13. Φ.Ε.Κ. Β' 1526, απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Δ6/Β/11038/8-7-1999, «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων».
14. ISO 6946:2007: “Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method”.
15. ISO 10077-1:2006: “Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General”.
16. ISO 10077-2:2003: “Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2: Numerical method for frames”.
17. ISO 10211:2007: “Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures -- Detailed calculations”.
18. ISO 13370:2007: “Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods”.
19. ISO 13786:2007: “Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods”.
20. ISO 13789:2007: “Thermal performance of buildings - Transmission and ventilation heat transfer coefficients -- Calculation method”.
21. ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009: “Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων”.
22. ISO 14683:2007: “Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values”.
23. Κ.Α. Μπαλαράς. «Οδηγός για Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Κατοικίες».



24. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, «Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου - ζεστού νερού».
25. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 1/86, «Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών έργων». ΦΕΚ 67/Β/4-2-88, Έκδοση Δ΄.
26. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86 Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών έργων. ΦΕΚ 148/Β/17-3-88, Έκδοση Δ΄.
27. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, «Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Κλιματισμός κτιριακών χώρων». ΦΕΚ 177/Β/31-3/88, Έκδοση Γ΄.
28. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων». Έκδοση Ε΄.

### ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- ✓ Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - ΤΕΕ: [www.tee.gr](http://www.tee.gr)
- ✓ Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ΥΠΕΚΑ: [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
- ✓ Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης ΕΛΟΤ: [www.elot.gr](http://www.elot.gr)
- ✓ Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- ✓ Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας- ΙΕΠΒΑ- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: [www.energycon.org](http://www.energycon.org)

### ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ

ASHRAE 06-12-2010 «Modeling/Ενεργειακές Μελέτες για ΚΕΝΑΚ».