



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Θερμότητας

Σύγκριση λογισμικών ΚΕΝΑΚ και SBEM για ενεργειακή απόδοση κτηρίων σε Ελλάδα και Κύπρο αντίστοιχα.



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΗΛΙΑΣ Σ. ΚΤΩΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Χρήστος Τζιβανίδης
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμια κλίμακα. Οι ενέργειες προς αυτήν την κατεύθυνση έχουν οδηγήσει στην εύρεση μεθόδων και την εφαρμογή τεχνολογιών για την επίτευξη του στόχου. Η προσπάθεια αυτή συντονίζεται στην Ευρώπη από ένα συμπαγές και πρόσφατα αναθεωρημένο νομοθετικό πλαίσιο (E.P.B.D.), το οποίο αποβλέπει στο να καθοριστούν σταθερές συνεννόησης μεταξύ των κρατών και να επιβληθούν κοινές μεθοδολογίες.

Επίκεντρο των νομοθετικών διατάξεων αποτελεί ο κτηριακός τομέας, ο οποίος ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τη σπατάλη ενέργειας, ενώ επίσης παρουσιάζει πολύ μεγάλα περιθώρια βελτίωσης σχετικά με την ενεργειακή του απόδοση.

Απώτερος στόχος των νομοθετικών διατάξεων είναι επίτευξη κτηρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Τα κτήρια αυτά αναμένεται να διαδραματίσουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας.

Το περιβάλλον σήμερα απειλείται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου μέσα σε αυτό. Η αλόγιστη χρήση ενεργειακών πόρων, η κατανάλωση επιβλαβών προϊόντων, η ασυδοσία και αυθαιρεσία σε βάρος της φύσης έχουν επιφέρει τη μόλυνση του περιβάλλοντος, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την «τρύπα του όζοντος», την υπερθέρμανση του πλανήτη και πιο πρόσφατα, την αλλαγή των κλιματικών συνθηκών.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα φτάνει σχεδόν το 40% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και παράγει το 45% περίπου των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα, ένα αέριο που είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα ποσοστά αυτά αυξάνονται σταδιακά, έχοντας σαν αποτέλεσμα αφενός την αύξηση της ενεργειακής εξάρτησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (E.E.) και αφετέρου την αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, στις χώρες της Μεσογείου παρατηρείται, τα τελευταία χρόνια, αύξηση της χρήσης συσκευών κλιματισμού το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης και τη διατάραξη των τοπικών ενεργειακών συστημάτων λόγω της αύξησης της ζήτησης αιχμής.

Είναι σαφές ότι για τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της E.E., τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, και επομένως και των εκπεμπόμενων ρύπων, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και μέτρα προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, εκτός από τον πρωτογενή τομέα, τη μεταποίηση και τις μεταφορές θα πρέπει να ληφθούν και στον τομέα των κτηρίων όπου εκτιμάται ότι μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η ενεργειακή συμπεριφορά τους και να επιτευχθεί μείωση της ενεργειακής τους κατανάλωσης.

Ένα από τα τελευταία θεσμικά μέτρα που έχουν ληφθεί σε επίπεδο E.E. είναι η καινούρια Ευρωπαϊκή οδηγία 2002/91/EK, η οποία απαιτεί από όλα τα κράτη – μέλη της E.E. να συμμορφωθούν, από το 2006, στα νέα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και στην ενεργειακή τους πιστοποίηση, μέσω της ενεργειακής επιθεώρησης.

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 κτήρια, οι βιομηχανίες και οι μεταφορές απορροφούν το σύνολο σχεδόν της ενέργειας που καταναλώνεται σε μια χώρα. Στην Ελλάδα, το 2005 ο κτηριακός 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 κτηρίων στην κατανάλωση ενέργειας και κυρίως στον ηλεκτρισμό, τα κτήρια συμμετέχουν ετησίως στις εκπομπές ρύπων CO₂ σε ποσοστό άνω του 43%. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια 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 ένα επιπλέον σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως.

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

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο εξασφαλίζεται με την ποιότητα των ενεργειακών συστημάτων και την ορθή ενεργειακή διαχείριση, που περιλαμβάνει πολλές δραστηριότητες. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξασφάλιση των παραπάνω αποτελεί η μελέτη ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, η οποία μας επιτρέπει να αποκτήσουμε επαρκή γνώση για την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου.

Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτήρια και βιομηχανίες, μπορεί να αποδώσει οικονομικά, λειτουργικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά οφέλη συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων, τα λειτουργικά οφέλη βελτιώνουν τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων μιας βιομηχανίας ή των ενοίκων ενός κτηρίου και τα περιβαλλοντικά οφέλη εξασφαλίζουν τη 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%. Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δεν έχει εφαρμοστεί κανένα ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Οι μέχρι τώρα προσπάθειες στην Ελλάδα 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 στο μέλλον.

Στις 9 Απριλίου 2010, εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – ΚΕΝΑΚ (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), όπως προέβλεπε ο νόμος 3661/2008, που ουσιαστικά εναρμόνισε τη νομοθεσία της Ελλάδας προς την κοινοτική οδηγία περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

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.

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η ενεργειακή μελέτη μιας τυπικής διώροφης κατοικίας, με τη βοήθεια δύο λογισμικών – KENAK για Ελλάδα, SBEM για Κύπρο – η ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων που δίνουν, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό να εναρμονιστεί στην Οδηγία Ενεργειακής Συμπεριφοράς Κτηρίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Σε αυτό το σημείο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή του τμήματος, κ. Τζιβανίδη Χρίστο, για τις χρήσιμες συμβουλές του και για την ευκαιρία που μου δόθηκε από τον ίδιο να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον, χρήσιμο και επίκαιρο θέμα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλη την οικογένειά μου· τους γονείς μου Σωτήριο και Ανδρούλλα, την αδερφή μου Ισιδώρα, τη γιαγιά μου, Θεοδώρα, καθώς και τους φίλους μου, για τη διαρκή υποστήριξη που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας, αλλά και για την υπομονή και πίστη που έδειξαν στο πρόσωπό μου.

Αθήνα, 2016

Κτωρής Ηλίας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	2
2.1 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη.....	2
2.1.1. Μέτρα για την ενεργειακή απόδοση των προϊόντων.....	2
2.1.2. Μέτρα για την ενεργειακή απόδοση στον κτηριακό τομέα.....	2
2.1.3. Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.....	2
2.1.4. Χρηματοδότηση.....	2
2.2. Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα	6
2.2.1. Κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων (ΚΘΚ).....	6
2.3. Νομοθετικό πλαίσιο στη Κύπρο.....	7
2.3.1. Περί ενεργειακής απόδοσης κτηρίων	7
3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	9
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	10
3.1.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων δομικού στοιχείου	11
3.1.2. Γεωμετρικά στοιχεία των επιφανειών των δομικών στοιχείων.....	12
3.1.3. Όγκος του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.....	13
3.2.1. Ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς.....	17
3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	18
3.2.2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	25
3.2.2.2. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	28
3.2.2.3. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος.....	30
3.2.2.4. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους	36
3.2.2.5. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη	37
3.2.2.6. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορα κτίσματα.....	37
3.2.2.7. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου.....	37
3.2.2.8. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση	37
3.2.2.9. Διάκενο σε επικοινωνία με το περιβάλλον	37
3.2.2.10. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη	38
3.2.2.11. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων.....	40
3.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων.....	40
3.2.3.1. Συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα	41
3.2.3.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου.....	42
3.2.3.3. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψ_g	43

3.2.3.4. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w ενός μονού κουφώματος.....	44
3.2.3.5. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα.....	45
3.2.3.6. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w ενός διπλού κουφώματος.....	46
3.2.3.7. Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	47
3.2.4. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων.....	49
3.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας.....	50
3.2.6. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία.....	51
3.2.8. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων.....	51
3.2.9. Υπολογισμός των θερμογεφυρών.....	53
3.2.10. Υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V	56
3.2.11. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m).....	58
3.2.12. Ο μειωτικός συντελεστής (b).....	59
3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ.....	62
3.3.1. Συντελεστές σκίασης κτηρίου αναφοράς.....	62
3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}	63
3.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}	64
3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}	67
3.3.6. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων.....	69
3.4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	70
3.4.1. Αερισμός κτηρίου αναφοράς.....	71
3.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα).....	71
3.4.3. Φυσικός αερισμός.....	74
3.4.4. Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων.....	75
3.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	75
4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ.....	78
4.1. ΤΕΕ-KENAK Ενεργειακή μελέτη κτηρίων.....	78
4.2. Μάσκα εισαγωγής δεδομένων.....	79
4.3. Κατάλογος επιλογών.....	79
4.4. Δεδομένα κτηρίου.....	80
4.5. Δεδομένα θερμικής ζώνης.....	82
4.6. Δεδομένα μη θερμαινόμενου ή ηλιακού χώρου.....	84
4.7. Υπολογισμοί και αποτελέσματα.....	84

4.8. Ενεργειακή κατάσταση.....	85
4.9. Οικονομοτεχνική ανάλυση	86
5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SBEM-CY	88
5.1. Βάση Δεδομένων Έργου	91
5.2. Γεωμετρία.....	94
5.3. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις.....	104
5.4. Κατατάξεις.....	115
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ	116
6.1. Αρχικό σενάριο.....	116
6.1.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη	117
6.1.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις	118
6.2. Δεύτερο σενάριο	118
6.2.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη	118
6.2.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις	119
6.3. Τρίτο σενάριο	120
6.3.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη	120
6.3.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις	121
7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	123
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	127
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	

Πίνακες συμβόλων και μεγεθών

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

Σύμβολο	Ερμηνεία	Μονάδες μέτρησεις
A	εμβαδό, επιφάνεια	m ²
b	μειωτικός συντελεστής	[-]
B'	χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας	m
c	ειδική θερμοχωρητικότητα	J/(kg·K)
d	πάχος	m
h	ύψος	m
l	μήκος	m
n, v	πλήθος	[-]
R	θερμική αντίσταση	m ² ·K/W
U	συντελεστής θερμοπερατότητας	W/(m ² ·K)
V	όγκος	m ³
z	βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους	m
ε	ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα)	[-]
θ	θερμοκρασία	K ή °C
λ	συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	W/m·K
μ	συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών	[-]
Π	περίμετρος	m
Ψ	συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας	W/m·K
ρ	πυκνότητα	kg/m ³

ΔΕΙΚΤΕΣ

Σύμβολα	Ερμηνεία
A	Αέρας
a, α	Εξωτερικό περιβάλλον
B	Έδαφος
cw	Τοιχοπέτασμα – υαλοπέτασμα
dp	Ορθοστάτης
e	Επιφανειακός
F	Δάπεδο
FA	Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή)
FB	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος
FU	Δάπεδο σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους
f	Πλαίσιο κουφώματος
g	Υαλοπίνακας κουφώματος
gf	Γυάλινες προσόψεις
i	Εσωτερικό περιβάλλον
iu	Δομικό στοιχείο που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο
m	Μέση τιμή
n, v	Πλήθος
p	Πέτασμα κουφώματος
R	Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)
RU	Οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη
T	Εξωτερικός τοίχος
TB	Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με το έδαφος
Tr	Τραβέρσα
TU	Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο
u, U	Μη θερμαινόμενος χώρος
W	Κούφωμα
'	Ισοδύναμος
Δ	Διάκενο
Λ	Θερμοδιαφυγή ενός στοιχείου
ολ.	Σύνολο

ΜΕΓΕΘΗ

Σύμβολο	Ερμηνεία	Μονάδες μέτρησεις
A	Το εμβαδό μιας επιφάνειας	m ²
A _{dp}	Το εμβαδό του υαλοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος	m ²
A _f	Το εμβαδό της επιφάνεια του πλαισίου ενός κουφώματος	m ²
A _g	Το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος ή ενός τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος	m ²
A _{iu}	Το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο	m ²
A _p	Το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος ενός κουφώματος	m ²
A _{tr}	Το εμβαδό της τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος	m ²
A _{ua}	Το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον	m ²
B	Μειωτικός συντελεστής	[-]
B'	Η χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας	m
b _u	Ο μειωτικός συντελεστής για την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου χώρου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου	[-]
C	Ειδική θερμοχωρητικότητα	J/(kg·K)
c _{αέρα}	Ειδική θερμοχωρητικότητα αέρα ανά μονάδα όγκου	J/(m ³ ·K)
D	Πάχος	m
H	Το ύψος ενός δομικού στοιχείου	m
L	Το μήκος μιας θερμογέφυρας	m
l _{dp,g}	Το μήκος μιας θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης	m
l _{dp,f}	Το μήκος μιας θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του κουφώματος	m
l _g	Το μήκος μιας θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του υαλοπίνακα του πλαισίου και του κουφώματος	m
l _p	Το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του πετάσματος και του πλαισίου του κουφώματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη)	m
l _{tr,g}	Το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ της τραβέρσας του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης	m
l _{tr,f}	Το μήκος μιας θερμογέφυρας (της περιμέτρου) στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος	m

ΜΕΓΕΘΗ (συνέχεια)

Σύμβολο	Ερμηνεία	Μονάδες μέτρησεις
n_u	Το πλήθος των εναλλαγών αέρα στο μη θεμαινόμενο χώρο ανά ώρα	[-]
R	Η θερμική αντίσταση	$m^2 \cdot K/w$
R_a	Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον	$m^2 \cdot K/w$
R_{RU}	Η θερμική αντίσταση οροφής κάτω από μη θεμομονωμένη στέγη	$m^2 \cdot K/w$
R_i	Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο	$m^2 \cdot K/w$
R_δ	Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, όταν ο αέρας δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος	$m^2 \cdot K/w$
R_Λ	Η θερμική αντίσταση του συνόλου των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου (αντίσταση θερμοδιαφυγής)	$m^2 \cdot K/w$
$R_{ολ.}$	Συνολική θερμική αντίσταση δομικού στοιχείου	$m^2 \cdot K/w$
U	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας	$W/m^2 \cdot K$
U_{dp}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ορθοστατών του πετάσματος ενός κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
U_F	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
U_{FB}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με το έδαφος	$W/m^2 \cdot K$
$U_{FB'}$	Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας μιας πλάκας που εδράζεται στο έδαφος ή βρίσκεται σε βάθος z από την τελική στάθμη του εδάφους	$W/m^2 \cdot K$
U_{FA}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτής)	$W/m^2 \cdot K$
U_{FU}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με κλειστούς μη θεμαινόμενους χώρους	$W/m^2 \cdot K$
U_g	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα του κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
U_{gf}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας γυάλινων προσόψεων	$W/m^2 \cdot K$
U_{iu}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θεμαινόμενο χώρο από το μη θεμαινόμενο χώρο	$W/m^2 \cdot K$
U_m	Η μέση τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας κτηρίου	$W/m^2 \cdot K$
U_p	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος ενός κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$

ΜΕΓΕΘΗ (συνέχεια)

Σύμβολο	Ερμηνεία	Μονάδες μέτρησεις
U_R	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής οριζόντιας ή κεκλιμένης επιφάνειας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφής)	$W/m^2 \cdot K$
U_{RU}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη	$W/m^2 \cdot K$
U_{TA}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχοποιίας σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$W/m^2 \cdot K$
U_{TB}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος	$W/m^2 \cdot K$
U_{tr}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τραβερσών ενός κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
U_{TU}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	$W/m^2 \cdot K$
U_{ua}	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον	$W/m^2 \cdot K$
U_w	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
$U_{w,i}$	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
$U_{w,a}$	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος	$W/m^2 \cdot K$
V_u	Ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου	m^3
z	Το βάθος έδρασης δομικού στοιχείου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους	m
ε	Η ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα)	[-]
θ_a	Η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα	$^{\circ}C$
θ_i	Η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (εξωτερικού περιβάλλοντος)	$^{\circ}C$
λ	Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	$W/m \cdot K$
λ_{eq}	Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τοιχοποιίας	$W/m \cdot K$
μ	Ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών	[-]
Π	Η περίμετρος ενός οριζόντιου δομικού στοιχείου που πατά επάνω στο έδαφος	m
Ψ	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας	$W/m \cdot K$
Ψ_g	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος	$W/m \cdot K$
Ψ_{fg}	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα	$W/m \cdot K$

ΜΕΓΕΘΗ (συνέχεια)

Σύμβολο	Ερμηνεία	Μονάδες μέτρησεις
$\Psi_{dp,g}$	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα	W/m·K
$\Psi_{tr,g}$	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα	W/m·K
$\Psi_{dp,f}$	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη	W/m·K
$\Psi_{tr,f}$	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας	W/m·K
Ψ_p	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και πετάσματος	W/m·K
ρ	Η πυκνότητα ενός υλικού	kg/m ³

Κατάλογος Πινάκων

- 3.1. Συμβατικός τρόπος υπολογισμού του εμβαδού που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτηρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του, σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού.
- 3.2. Γωνίες αζυμούθιου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους.
- 3.3α. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων στις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.
- 3.3β. Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας U_m κτηρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.
- 3.4α. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).
- 3.4β. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).
- 3.5. Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979) για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.
- 3.6. Συμβατικός τρόπος θεώρησης του συντελεστή θερμοπερατότητας και της τιμής των θερμογεφυρών στα επί μέρους δομικά στοιχεία ανά περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας.
- 3.7. Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας.
- 3.8. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'_{TB} [$W/(m^2 \cdot K)$] κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{TB} [$W/(m^2 \cdot K)$] που εκτείνεται σε βάθος z [m].
- 3.9. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{FB} [$W/(m^2 \cdot K)$] πλάκας (οριζόντιου δομικού στοιχείου).
- 3.10. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_w [$W/(m^2 \cdot K)$] ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου, τον τύπο του υαλοπίνακα και το ποσοστό πλαισίου.
- 3.11. Τυπικές τιμές της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων.
- 3.12. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπίνακα.
- 3.13. Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου.

- 3.14. Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα.
- 3.15. Εναλλαγές αέρα ανά ώρα ενός μη αεριζόμενου χώρου με το εξωτερικό του περιβάλλον βάσει του βαθμού αεροστεγανότητάς του.
- 3.16. Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m^2 δαπέδου.
- 3.17. Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.
- 3.18. Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας.
- 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.
- 3.20. Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων.
- 3.21. Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} .
- 3.22. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_{ov} .
- 3.23α. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} , από την αριστερή πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).
- 3.23β. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} , από τη δεξιά πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).
- 3.24. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες F_{sh} .
- 3.25. Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.
- 3.26. Συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες ανοιγμάτων για τον υπολογισμό του αερισμού.
- 3.27. Συντελεστής διεισδυτικότητας R για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων.
- 3.28. Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης H για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων.
- 3.29. Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος.
- 3.30. Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους.
- 5.1. Συντελεστές διορθώσεως σκίασης F_0 και F_f για διάφορα γεωγραφικά πλάτη.
- 5.2. Συντελεστές διορθώσεως σκίασης F_0 και F_f για τη Κύπρο.
- 6.1. Εμβαδά ζώνης της εξεταζόμενης κατοικίας.
- 7.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα που δίνει το λογισμικό KENAK για θέρμανση, ψύξη, Z.N.X. για το εξεταζόμενο κτήριο και για τα 3 σενάρια.

- 7.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα που δίνει το λογισμικό SBEM για θέρμανση, ψύξη, Z.N.X. για το εξεταζόμενο κτήριο και για τα 3 σενάρια.

Κατάλογος σχημάτων

- 3.1. Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων.
- 3.2. Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.
- 3.3. Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε στάθμη χαμηλότερη της επιφάνειας του εδάφους.
- 3.4. Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.
- 3.5. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης κατακόρυφων (αριστερά) και οριζόντιων (δεξιά) θερμογεφυρών.
- 3.6. Γραφική απεικόνιση της γωνίας α , που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).
- 3.7. Γραφική απεικόνιση της γωνίας β , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).
- 3.8. Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές (α) και διαφανές (β) δομικό στοιχείο.
- 3.9. Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).
- 3.10. Γραφική απεικόνιση της γωνίας δ που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περσίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο.
- 3.11. Τα πλέον συνήθη παθητικά ηλιακά συστήματα.
- 4.1. Μάσκα εισαγωγής δεδομένων – Γενικά στοιχεία κτηρίου.
- 4.2. Γενικά στοιχεία κτηρίου – Τεχνικά χαρακτηριστικά Σ.Η.Θ. και φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- 4.3. Σχηματισμός "δέντρου" κτηρίου.
- 4.4. Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης.
- 4.5. Στοιχεία κελύφους θερμικής ζώνης.
- 4.6. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων θερμικής ζώνης.

- 4.7. Μήνυμα ελλιπούς καταχώρησης δεδομένων.
- 4.8. Μήνυμα πλήρους καταχώρησης δεδομένων – Ένδειξη ότι τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα.
- 4.9. Κατηγορίες αποτελεσμάτων.
- 4.10. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.
- 4.11. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις.
- 4.12. Αποτελέσματα – Οικονομοτεχνική ανάλυση.
- 5.1. Τρόπος υπολογισμού της πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου από το λογισμικό SBEM-CY μέσω της διεπαφής του iSBEM-CY.
- 5.2. Επιλογές ξεκινήματος στο iSBEM-CY.
- 5.3. Βασικές πληροφορίες για το κτήριο.
- 5.4. Οι έξι βασικές επιλογές (Φόρμες) του λογισμικού iSBEM-CY.
- 5.5. Βάση Δεδομένων Έργου στο λογισμικό iSBEM-CY.
- 5.6. Λειτουργίες διαφόρων κουμπιών που υπάρχουν στη φόρμα Βάση Δεδομένων Έργου.
- 5.7. Πίνακας ορισμένων κατασκευών.
- 5.8. Φόρμα Γεωμετρία στο λογισμικό iSBEM-CY.
- 5.9. Προειδοποίηση λάθους εισαγωγής ολικού εμβαδού ζώνης (κόκκινο χρώμα).
- 5.10. Πεδίο υπολογισμού όγκου κτηρίου απευθείας από το λογισμικό (προεπιλεγμένη τιμή).
- 5.11. Θερμογέφυρες.
- 5.12. Ετικέτα Ζώνες στη Φόρμα Γεωμετρία.
- 5.13. Γρήγορη εισαγωγή κελυφών στη ζώνη με όνομα z0/01.
- 5.14. Κέλυφος – περιληπτικά.
- 5.15. Υποεπιλογή Γενικά στο Κέλυφος.
- 5.16. Υποεπιλογή Παράθυρα / Πόρτες – περιληπτικά στο Κέλυφος.
- 5.17. Καθορισμός μιας πόρτας.
- 5.18. Παράθυρα και φεγγίτες.
- 5.19. Σκίαση από οριζόντιους προβόλους και πλευρικές προεξοχές.
- 5.20. Φόρμα Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις στο λογισμικό iSBEM-CY.
- 5.21. Υποεπιλογή Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις έργου.
- 5.22. Υποεπιλογή Γενικά.
- 5.23. Υποεπιλογή Θέρμανση.

- 5.24. Υποεπιλογή Ψύξη.
- 5.25. Υποεπιλογή Ρύθμιση Συστήματος.
- 5.26. Υποεπιλογή Μετρητής.
- 5.27. Υποεπιλογή Έλεγχοι Συστήματος.
- 5.28. Υποεπιλογή Ζώνες Περιληπτικά.
- 5.29. Επιλογή Σύστημα Z.N.X.
- 5.30. Επιλογή Πηγή Ηλιακής Ενέργειας.
- 5.31. Υποεπιλογή Ηλιακό δοχείο αποθήκευσης και κύκλωμα συλλέκτη.
- 5.32. Υποεπιλογή δευτερεύουσα ενέργεια και απώλειες συστήματος.
- 5.33. Επιλογή Φωτοβολταϊκά.
- 5.34. Επιλογή Ανεμογεννήτριες.
- 5.35. HVAC, Παροχή ZNX, Συστήματα φωτισμού.
- 5.36. Φόρμα Κατατάξεις.
- 6.1.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου 1^{ου} σεναρίου.
- 6.1.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις κτηρίου 1^{ου} σεναρίου.
- 6.2.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου 2^{ου} σεναρίου.
- 6.2.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις κτηρίου 2^{ου} σεναρίου.
- 6.3.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου 3^{ου} σεναρίου.
- 6.3.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις κτηρίου 3^{ου} σεναρίου.
- 6.3.3. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη (Sbem-CY) για κτήριο 1^{ου} σεναρίου.
- 6.3.4. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη (Sbem-CY) για κτήριο 2^{ου} σεναρίου.
- 6.3.5. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη (Sbem-CY) για κτήριο 3^{ου} σεναρίου.

Συνομογραφίες

Ελληνικές

- T.O.T.E.E. – Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος
- M.Y.E.A.K. – Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων
- K.Εν.Α.Κ. – Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων
- E.E. – Ευρωπαϊκή Ένωση
- Z.N.X. – Ζεστό Νερό Χρήσης
- Θ.Ψ.Κ. – Θέρμανση Ψύξη Κλιματισμός
- Σ.Η.Θ. – Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
- Π.Ε.Α. – Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης
- Δ.Ε.ΤΑ. – Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας
- ΕΛ.Ο.Τ. – Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
- Υ.Π.Ε.Κ.Α. – Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
- Υ.Ε.Β.Τ. – Υπουργείο Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού
- Κ.Κ.Μ. – Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα

Λατινικές

- S.B.E.M. – Simple Building Energy Model
- i.S.B.E.M. - Interface Simple Building Energy Model
- A.S.H.R.A.E. – American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers
- C.E.N. – European Committee for Standardization

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κτήρια αποτελούν τα σημαντικότερα κέντρα στις ζωές των ανθρώπων. Τα χαρακτηριστικά ενός κτηρίου, ο σχεδιασμός του, η οπτική του και οι τεχνικές του προδιαγραφές όχι μόνο επηρεάζουν την απόδοση και παραγωγικότητα, τη διάθεση και την αλληλεπίδραση μας με το υπόλοιπο κόσμο, αλλά καθορίζουν επίσης πόση ενέργεια καταναλώνεται και το ποσό θέρμανσης, ψύξης και αερισμού απαιτείται για να δημιουργηθεί ένα ευχάριστο περιβάλλον.

Γνωρίζουμε ότι τα κτήρια προκαλούν σημαντικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), επηρεάζοντας και αλλάζοντας το κλίμα στο πλανήτη. Με την ανακαίνιση των υφιστάμενων κτηρίων σε πιο υψηλά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης, μπορεί να μετριαστεί η κλιματική αλλαγή στον πλανήτη μας, καθώς και να αυξηθεί η ποιότητα ζωής. Στην Ευρώπη συγκεκριμένα, το μίγμα ιστορικής και μοντέρνας αρχιτεκτονικής προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες αλλά και προκλήσεις.

Σήμερα, η πρόκληση της κλιματικής αλλαγής δεν παίρνει την απαιτούμενη προσοχή από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και την πολιτεία, σε αντίθεση με τα προηγούμενα χρόνια. Ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι το πρόβλημα έχει λυθεί. Ο περιορισμός της συζήτησης μόνο στη κλιματική αλλαγή και όχι και για τα ενεργειακά αποδοτικά κτήρια, αγνοεί τα πολλά επιπρόσθετα οφέλη που δημιουργούνται από τη ανακαίνιση του Ευρωπαϊκού κτηριακού αποθέματος. Η αναβάθμιση των αστικών προαστείων, η βελτίωση των επιπέδων άνεσης και ποιότητας τόσο στο εργασιακό περιβάλλον όσο και σε επίπεδο κατοικίας, καθώς και η διέξοδος που θα παρέχει σε αρκετό κόσμο όσο αφορά την μείωση στη κατανάλωση καυσίμων και η δημιουργία πολλών και μακροπρόθεσμων θέσεων εργασίας, είναι μερικά από τα πολλά πλεονεκτήματα που θα προκύψουν από αυτό το Ευρωπαϊκό «κύμα» ανακαίνισης.

2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει στη παροχή των πιο αποδοτικών προϊόντων, στην κατασκευή κτηρίων με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση καθώς και στην εγκατάσταση των πιο ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων στους κατοίκους. Στο πλαίσιο αυτό, υιοθετήθηκαν συγκεκριμένα μέτρα με τα οποία θα επιτυγχάνονταν ο στόχος της.

2.1.1. Μέτρα για την ενεργειακή απόδοση των προϊόντων

Ζωτικής σημασίας στόχος για την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην ΕΕ υπήρξε η οδηγία «Directive 92/75/EEC». Η οδηγία αυτή περιείχε την οικολογική σχεδίαση των προϊόντων και των ηλεκτρονικών συσκευών.

2.1.2. Μέτρα για την ενεργειακή απόδοση στον κτηριακό τομέα

Ο κτηριακός τομέας απορροφά το 40% της συνολικής κατανάλωσης της ενέργειας της Ευρώπης καθώς και το 40% στις εκπομπές CO₂. Το ποσοστό, μεγαλύτερο στη κατανάλωση ενέργειας, οδήγησε κατά συνέπεια στην ανάγκη σύστασης των απαραίτητων μέτρων. Η υπάρχουσα νομοθεσία «Directive 2002/91/EC», για το σχεδιασμό των κτηρίων, αναθεωρήθηκε το 2010 και αποσκοπούσε στη κάλυψη των ασαφειών.

2.1.3. Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή εξέδωσε την οδηγία «Directive 2004/8/EC» για το λόγο ότι η συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας αποτελεί αποδοτικό μέτρο για τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας.

2.1.4. Χρηματοδότηση

Μολονότι τα πιο πάνω μέτρα είναι εφικτά εντούτοις για να επιτευχθούν χρειάζονται τεράστια κεφάλαια εξαιτίας του αρχικού κόστους που απαιτούνται από τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν. Στην προσπάθεια αυτή η ΕΕ προχώρησε στη σύσταση τμημάτων στο τραπεζικό τομέα. Τέτοια τμήματα είναι η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Ανακατασκευής και η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και χρηματοδοτούν τα κράτη-μέλη της ΕΕ για το αρχικό κεφάλαιο στις νέες τεχνολογίες. Εναλλακτικός τρόπος χρηματοδότησης είναι μέσω ESCO, συμμετοχή εταιρειών. Οι εταιρείες αυτές έχοντας την τεχνογνωσία και τους απαραίτητους φυσικούς πόρους, δίνουν το αρχικό κόστος στον ιδιοκτήτη για την επένδυση και μετά από συνεννόηση μαζί του (ανάλογα με τη συμφωνία) για τα επόμενα χρόνια, παραλαμβάνουν τα κέρδη από την εξοικονόμηση ενέργειας. Όταν η συμφωνία λήξει ο φιλικός προς το περιβάλλον εξοπλισμός παραμένει στον ιδιοκτήτη.

ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ (για την ενεργειακή απόδοση)/16-12-2002

Η οδηγία αυτή αφορά τη βελτίωση ενεργειακής απόδοσης σε νέα και υφιστάμενα κτήρια με στόχο να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση. Για τον σκοπό αυτό και για περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας τα κράτη-μέλη θα πρέπει να εφαρμόσουν νέα προγράμματα και να θεσμοθετήσουν τα αναγκαία διατάγματα λαμβάνοντας υπόψη:

- Τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες της χώρας τους
- Τις κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό των κτηρίων
- Τη σχέση κόστους με το όφελος που θα προκύψει

Βάσει της οδηγίας, για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, μείωση των εκπομπών CO₂, μείωση του οικονομικού κόστους τα κράτη-μέλη θεσπίζουν νέους κανόνες και διατάξεις και μεριμνούν ώστε:

- Για τα νέα κτήρια πριν την έναρξη της ανέγερσής τους να εκπονείται μελέτη και υπολογισμός όλων των εγκαταστάσεων και συστημάτων παροχής ενέργειας (θέρμανσης, ψύξης κ.λπ.)
- Για τα υφιστάμενα κτήρια με την ανακαίνιση (άνω του 25% της αξίας τους / άνω των 1000 m²) να διασφαλίζεται ότι αναβαθμίζεται η ενεργειακή απόδοση τους, ώστε να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις.
- Τακτική επιθεώρηση των λεβήτων (ισχύος 20 ως 100 kW) και των εγκαταστάσεων κλιματισμού (μεγαλύτερης ισχύος 12 kW) σε νέα και υφιστάμενα κτήρια και επιθεώρηση ολόκληρης της εγκατάστασης κατασκευής άνω των 15 χρόνων από εξειδικευμένα άτομα.
- Η πιστοποίηση των κτηρίων να γίνεται από ανεξάρτητους εμπειρογνώμονες
- Να παρέχει χρήσιμες συμβουλές στους χρήστες / ένοικους των κτηρίων για σωστή χρήση όλων των συστημάτων και εγκαταστάσεων για οικονομικό όφελος

Τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων με το τέλος της ανέγερσης δίνονται στους υποψήφιους αγοραστές / ενοικιαστές μετά τη συμφωνία αγοράς ή μίσθωσης (ανώτατο όριο ισχύς τα 10 χρόνια).

Στα δημόσια κτήρια και κοινόχρηστους χώρους τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης τοποθετούνται σε ευδιάκριτους χώρους.

ΟΔΗΓΙΑ 2010/31/EU (για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων)

Η οδηγία αυτή είναι η βελτιωμένη μορφή της προηγούμενης, συμπληρώνει και απλοποιεί τα προηγούμενα δεδομένα όπως:

- Νέα μέτρα για την ενεργειακή απόδοση ηλεκτρικών συσκευών με την προοπτική εμφάνισης τους στην αγορά
- Στην κατηγορία των υφιστάμενων κτηρίων υπό ανακαίνιση εντάσσονται και κτήρια με μικρότερη επιφάνεια από τα 1000 m²
- Θέσπιση κατώτατων ορίων από τα κράτη-μέλη στις τεχνικές εγκαταστάσεις κλιματισμού και λεβήτων

Στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων με την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων η οποία μπορεί να διαφέρει στα κράτη-μέλη ανάλογα με τις κλιματικές τους συνθήκες.

Στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης πρέπει να υπολογιστούν και παράμετροι όπως:

- Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού, φωτισμού και θέρμανσης
- Οι εσωτερικές κλιματολογικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου
- Η τοποθέτηση του κτηρίου σε σχέση με την ηλιοφάνεια

Τα κράτη-μέλη στον ορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης πρέπει επίσης να λάβουν υπόψη την καλύτερη λύση από οικονομικής άποψης, ανάλογα με την ιδιομορφία του κτηρίου (νέο ή υφιστάμενο) και τη χρήση του (κοινόχρηστοι χώροι, ξενοδοχεία, εργοστάσια, εργασιακοί χώροι). Σημαντικό επίσης το χρονικό όριο της 31^{ης} Δεκεμβρίου του 2020 που θέτει η οδηγία για όλα τα νέα κτήρια να είναι σχεδόν με μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (Zero Energy Building) όπως και τα δημόσια κτήρια. Για αυτό το σκοπό τα κράτη-μέλη πρέπει να προετοιμαστούν με νέα σχέδια:

- Με μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης νέων κτηρίων σε χρονικά πλαίσια με οικονομικά μέτρα
- Παροχή οργανωμένων φορέων για πληροφόρηση και συμβουλές για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης
- Στα δημόσια κτήρια και κοινόχρηστους χώρους τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης να τοποθετούνται σε ευδιάκριτα σημεία

ΟΔΗΓΙΑ 2006/32/ΕΚ (για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες καθώς και κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ)

Η οδηγία καταργεί την οδηγία 93/76/ΕΟΚ και σκοπεύει να ενισχυθεί η καλύτερη από οικονομικής άποψης ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση. Μπορεί να εφαρμοστεί στους διανομείς ενέργειας, στους διαχειριστές συστημάτων διανομής, στις εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας και στους τελικούς καταναλωτές. Μέσα στα πλαίσια του γενικού στόχου της οδηγίας, τα κράτη-μέλη θα πρέπει να θεσπίζουν ενδεικτικά μέτρα για να επιτύχουν 9% εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι το 2015. Μέσω του δημόσιου τομέα και με τη βοήθεια των υπηρεσιών ενέργειας πρέπει να προωθηθούν αυτά τα ενδεικτικά μέτρα και να μπορούν να εφαρμοστούν, να είναι οικονομικώς αποδεκτά, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα στο συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο. Τα κράτη-μέλη πρέπει να απλοποιήσουν τις νομοθεσίες οι οποίες περιορίζουν τα μέτρα για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης όπως επίσης να εξασφαλίσουν τη λειτουργία συστημάτων ενεργειακών ελέγχων υψηλής ποιότητας. Επίσης εφ' όσον είναι εφικτό από τεχνικής και οικονομικής πλευράς να παρέχονται στους τελικούς καταναλωτές ενέργειας ατομικοί μετρητές που να δείχνουν τη προσωπική τους κατανάλωση ενέργειας. Με βάση τα στοιχεία του ατομικού μετρητή θα γίνεται και η ανάλογη οικονομική επιβάρυνση σε τακτά χρονικά διαστήματα που να επιτρέπει στον καταναλωτή να προγραμματίζει την ενεργειακή του χρήση. Επίσης με τη κατάσταση του λογαριασμού του καταναλωτή θα παρέχονται και συναφή βοηθητικά στοιχεία (τιμές, συγκρίσεις κ.λπ.).

ΟΔΗΓΙΑ 2004/8/ΕΚ (για τη προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ)

Η οδηγία αυτή σκοπεύει στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης με τη προώθηση στην εσωτερική αγορά (ανάλογα με τη ζήτηση) συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος πρέπει να είναι η δημιουργία μιας γενικής διαδικασίας για μέτρηση της ενέργειας από τη συμπαραγωγή και σχετικά καθοδηγητικά στοιχεία για τον τρόπο λειτουργίας της. Η ανάγκη αυτή προέκυψε λόγω της συνεχούς και αυξανόμενης ανάγκης της ΕΕ για εξωτερικό ενεργειακό εφοδιασμό. Η παρούσα οδηγία θεωρεί πρωταρχικό μέτρο γι' αυτό εξάλλου προωθεί την ιδέα για συμπαραγωγή ενέργειας για τους παρακάτω λόγους:

- Για μείωση της ανάγκης εισαγωγής ενέργειας
- Μείωση των εκπομπών αερίων από τον ενεργειακό τομέα
- Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας

Βάση της οδηγίας αυτής, τα κράτη-μέλη πρέπει με τη δημιουργία διαφόρων προγραμμάτων (εντός της χώρας τους) να συμβάλουν στη προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας, όπως επιχορηγήσεις, μειωμένοι δασμοί κ.λπ.).

ΟΔΗΓΙΑ 2010/30/ΕΕ (για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων από τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα μέσω της επισήμανσης και της παροχής ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με αυτά)

Η οδηγία αυτή ακυρώνει την 92/75/ΕΟΚ στην οποία εμπίπτουν μόνο οι οικιακές συσκευές και αυτή συμπεριλαμβάνει και τις συσκευές οι οποίες έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την κατανάλωση ενέργειας. Η οδηγία αυτή τέθηκε σε ισχύ από τις 20/07/2011.

Η οδηγία αυτή καλεί τους παραγωγούς / προμηθευτές όπως σε κάθε προϊόν, να τοποθετείται σε ευδιάκριτο σημείο, σε γλώσσα κατανοητή, η σημείωση με τις σχετικές λεπτομέρειες που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας, την ενεργειακή βαθμίδα καθώς και για το ίδιο το προϊόν. Επίσης με την παραγωγή κάθε προϊόντος θα ετοιμάζεται αρχείο με όλα τα στοιχεία που το αφορούν το οποίο πρέπει ο παραγωγός να παρουσιάζει, εάν του ζητηθεί.

ΟΔΗΓΙΑ 2009/125/ΕΚ (για τη θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα)

Η οδηγία αυτή αναφέρεται στις απαιτήσεις που προβλέπονται για τον οικολογικό σχεδιασμό των προϊόντων που είναι σχετικά με τη χρήση ενέργειας. Τα σημεία που καθορίζουν πόσο οικολογικό είναι ένα προϊόν είναι ο σχεδιασμός και ο τρόπος κατασκευής του, η συσκευασία και διάθεση στον καταναλωτή και η τακτική επιθεώρησή του. Για το σκοπό αυτό η ΕΚ καθόρισε τη σήμανση CE η οποία δείχνει τη συμμόρφωση του προϊόντος προς της ευρωπαϊκές απαιτήσεις και φαίνεται σε ευδιάκριτο σημείο στο προϊόν όπως και η δήλωση συμμόρφωσης που το συνοδεύει με όλα τα στοιχεία που

αφορούν το προϊόν (προδιαγραφές, διαστάσεις, κ.λπ.). Όλα τα κράτη-μέλη διασφαλίζουν ότι όλα τα προϊόντα που κυκλοφορούν στην έχουν τη σήμανση, και ανά τακτά χρονικά διαστήματα διεξάγουν ελέγχους για την εξακρίβωση της ορθότητας των στοιχείων τους. Στις περιπτώσεις που αποδειχθεί ότι ένα προϊόν δεν συμμορφώνεται με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, διακόπτεται η εισαγωγή και διακίνησή του στην αγορά.

ΣΥΜΦΩΝΙΑ (2006/1005/ΕΚ (μεταξύ ΗΠΑ και ΕΚ για τη σήμανση των συσκευών που χρησιμοποιούνται στα γραφεία)

Η συμφωνία αυτή έγινε μεταξύ ΗΠΑ και ΕΚ και σκοπός της είναι να επιτύχουν όσο το δυνατό μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και περισσότερα περιβαλλοντικά οφέλη με την εισαγωγή στην αγορά ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων. Βάση της συμφωνίας όλες οι συσκευές που είναι αναγκαίες για τη λειτουργία ενός γραφείου (ΗΥ, εκτυπωτές, τηλεομοιότυπα κ.λπ.) πρέπει να έχουν το σήμα Energy Star. Το Energy Star είναι ένδειξη προϊόντος με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση. Τόσο οι ΗΠΑ όσο και η ΕΕ διορίζουν φορείς διαχείρισης, οι οποίοι φροντίζουν για την ορθή χρήση του σήματος εντός των πολιτειών-κρατών τους.

ΟΔΗΓΙΑ 2000/55/ΕΚ (σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού)

Η οδηγία αυτή αναφέρεται στα στραγγαλιστικά πηνία των λαμπτήρων φθορισμού που λειτουργούν από το ηλεκτρικό δίκτυο. Σκοπός της οδηγίας αυτής, είναι να εξασφαλίσει τη όσο το δυνατό καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος, όπως και των καταναλωτών, με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης αυτών των στραγγαλιστικών πηνίων. Πρώτο βήμα είναι η αντικατάσταση των υφιστάμενων λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικότερους και η σήμανση αυτών που απαιτούν τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης με το «CE».

2.2. Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Η Ελλάδα ως μέλος της ΕΕ οφείλει να εναρμονιστεί με τα νέα μέτρα και τις νέες νομοθεσίες της ΕΕ που στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Το 1979 με τον κανονισμό θερμομόνωσης κτηρίων (ΚΘΚ) ξεκίνησε ουσιαστικά η πρώτη απόπειρα εξοικονόμησης ενέργειας στην Ελλάδα. Ακολούθησε ο κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΟΧΕΕ).

2.2.1. Κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων (ΚΘΚ)

Ο κανονισμός αυτός είχε ως κύριο στόχο τη μείωση των θερμικών φορτίων από το κτηριακό κέλυφος με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση. Ο κανονισμός αυτός δεν αφορούσε τα υπάρχοντα κτήρια. Βάσει του κανονισμού αυτού η Ελλάδα χωρίζεται σε 3 κλιματικές ζώνες.

2.2.2. Κανονισμός ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)

Ο κανονισμός αυτός εστιάζει σε μέτρα που αφορούν την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, στο μικρόκλιμα που παρουσιάστηκε εξαιτίας της αστικοποίησης του πληθυσμού. Για την επίτευξη του στόχου, εφαρμόστηκαν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών CO₂ και θεσμούς για την ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων και για την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Κατά συνέπεια, τα μέτρα που λήφθηκαν, έχουν ενταχθεί στις αρχές της αειφόρου ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος.

2.2.3. Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Η εγκύκλιος αυτή αποτελεί την πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από την Ελλάδα για την κάλυψη όλων των παραμέτρων και νομοθετικών πλαισίων που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή επιτροπή όσο αφορά την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου.

Το ΚΕΝΑΚ αποτελεί την υλοποίηση του νόμου 3661/2008 που ψηφίστηκε με σκοπό να εναρμονιστεί η ελληνική νομοθεσία στην οδηγία της Ευρωπαϊκής επιτροπής 2002/91/ΕΚ.

Ακολουθώς εστιάζεται στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό. Αναφέρει αποδοτικές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που πρέπει να χρησιμοποιούνται καθώς και για τη χρήση ΑΠΕ και συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Κύριο μέλημα του κανονισμού αποτελεί ο σχεδιασμός του κελύφους του κτηρίου με αποδοτικά δομικά υλικά.

2.3. Νομοθετικό πλαίσιο στη Κύπρο

2.3.1. Περί ενεργειακής απόδοσης κτηρίων

Μολονότι η Κύπρος, ως κράτος-μέλος της ΕΕ, ακολούθησε την ενεργειακή πολιτική της ΕΕ, εντούτοις η ενεργειακή πολιτική της έχει διαφοροποιηθεί εξαιτίας των ιδιαίτερων αναγκών που εμφανίζει το νησί. Η οδηγία (2002/91/ΕΚ) της ΕΕ έχει εναρμονιστεί στο σύστημα εθνικής νομοθεσίας με τους νόμους Ν.142(Ι)/2006 «Ο περί ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων» καθώς και Ν.30(Ι)/2009 «Ο περί ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των κτηρίων (τροποποιητικός) Νόμος του 2006.

Βασικές πρόνοιες του Ν.142(Ι)/2006:

- Προνοεί την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτηρίων
- Στα κτήρια τα οποία είναι μεγαλύτερα από 1000 m² και υφίστανται ριζική ανακαίνιση προνοεί την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοσή τους
- Ορισμός μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων
- Εφαρμογή τακτικής επιθεώρησης στους λέβητες και στα συστήματα κλιματισμού
- Αξιολόγηση σε εγκαταστάσεις θέρμανσης, παλαιότερες των 15 ετών

- Για κτήρια τα οποία είναι μεγαλύτερα από 1000 m² και είναι νεοαναγειρόμενα, επιβάλλεται τεχνοοικονομική και περιβαλλοντική μελέτη σκοπιμότητας για εγκατάσταση εναλλακτικών ενεργειακών συστημάτων

Σύμφωνα με το Υπουργικό Συμβούλιο, η 1^η Οκτωβρίου 2000 σηματοδοτεί την έναρξη ισχύος των Προνοιών του Νόμου. Οι πρόνοιες αυτές αφορούν το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης και επιθεώρησης των συστημάτων κλιματισμού, ενεργειακή πιστοποίηση των κτηρίων κατά την κατασκευή, πώληση ή ενοικίαση, και προνοούσε τα εξής:

- Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης πρέπει να διατίθεται στον ιδιοκτήτη ή από τον ιδιοκτήτη στον υποψήφιο αγοραστή κατά την κατασκευή, την πώληση ή την εκμίσθωση του κτηρίου
- Το ισχύον πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης πρέπει να είναι τοποθετημένο σε ευδιάκριτη από το κοινό θέση, σε κτήρια που έχουν συνολική επιφάνεια πέρα των 1000 m² και που χρησιμοποιούνται είτε από δημόσιες αρχές είτε από ιδρύματα τα οποία παρέχουν δημόσιες υπηρεσίες σε μεγάλο αριθμό προσώπων και δέχονται συχνά επισκέψεις
- Τα συστήματα κλιματισμού ονομαστικής ωφέλιμης ισχύος μεγαλύτερης των 12 kW πρέπει να τυγχάνουν συντήρησης και επιθεώρησης ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την εφαρμογή της Οδηγίας 2002/91/EK, η Υπηρεσία Ενέργειας έχει διαχωρίσει τη Κύπρο σε 4 κλιματικές ζώνες (σχήμα). Οι κλιματικές ζώνες είναι οι ακόλουθες:

1. Οι παράλιες περιοχές
2. Η κεντρική πεδιάδα
3. Οι ημιορεινές περιοχές
4. Οι ορεινές περιοχές

3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτηρίου είναι το πρώτο βήμα για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Το κτήριο πρέπει να σχεδιάζεται με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία του, αξιοποιώντας όλες τις τεχνικές θωράκισης του κτηριακού κελύφους και περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο τις θερμικές και ψυκτικές απώλειες. Έτσι, κατά το σχεδιασμό του κτηρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι: ^[1]

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για 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 κτηρίου.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

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

Στον Κ.Εν.Α.Κ εκτός από τις ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για το κτηριακό κέλυφος των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων κτηρίων, ορίζονται και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς, με το οποίο συγκρίνεται και αξιολογείται ενεργειακά το κτήριο. Ο μελετητής μπορεί πάντα να εφαρμόσει στο κτήριο τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με καλύτερες προδιαγραφές από τις ελάχιστες απαιτούμενες (δηλαδή από αυτές του κτηρίου αναφοράς), ώστε η τελική ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου να είναι τουλάχιστον κατηγορίας Β. Στα περισσότερα κτήρια, υπάρχει πάντα η δυνατότητα ενσωμάτωσης τεχνολογιών αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτηριακό κέλυφος και της διαμόρφωσης του μικροκλίματος με φύτευση του περιβάλλοντος χώρου.

Σε αυτήν την ενότητα καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος ενός κτηρίου και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009. 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 κτηρίου.

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

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου, καθώς επάνω σε αυτά θα απεικονιστούν οι θερμικές ζώνες του κτηρίου 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 κτηρίου.

Για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης ο μηχανικός μπορεί να στηριχθεί στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου σε επίπεδο προμελέτης. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και η αρχιτεκτονική μελέτη είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και προχωρούν ταυτόχρονα, καθώς η διαμόρφωση του κτηριακού κελύφους καθορίζει ουσιαστικά και την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Για την διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης, ο ιδιοκτήτης του κτηρίου είναι υποχρεωμένος 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 κτηρίου (κατόψεις, τομές) «ως κατασκευασθέντος».

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

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

3.1.1. Ορισμός γραμμικών διαστάσεων δομικού στοιχείου

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτηρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Για όλους τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνο 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):

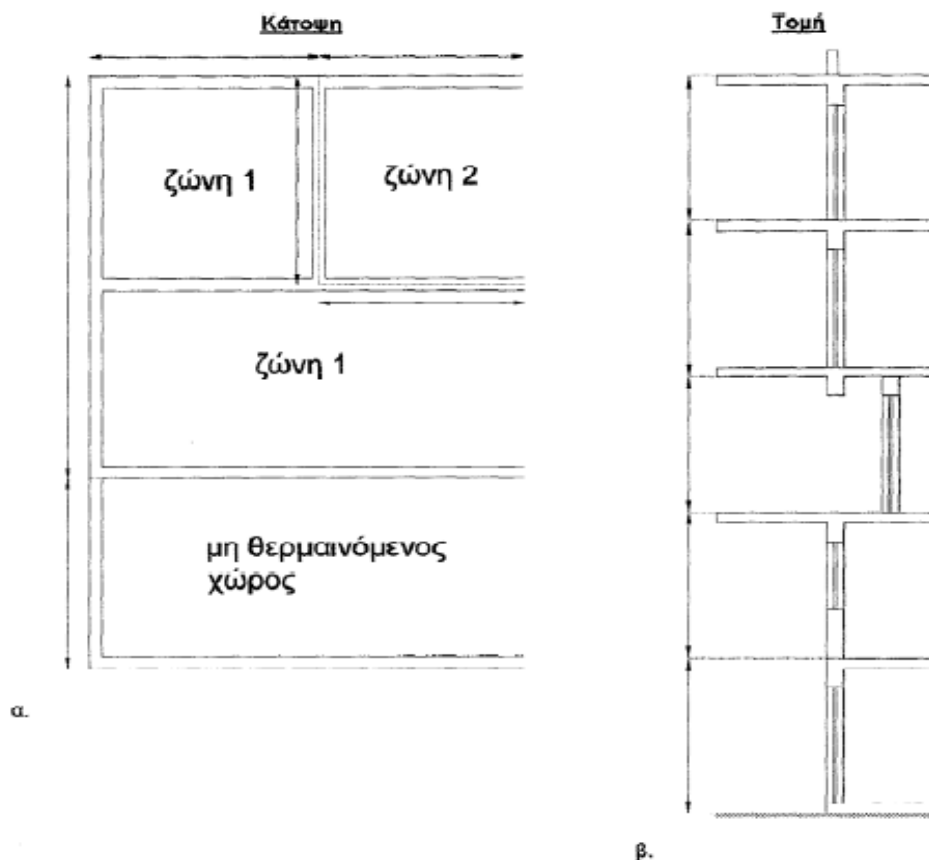
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (π.χ. τοιχοποιία) μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά και την τελική της επίστρωση.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης 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 του 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 κτηρίου 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 κτηρίου 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 κτηρίου 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 κτηρίου).



Σχήμα 3.1. Ορισμός μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων διαστάσεων.

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 κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης προσδιορίζεται από τις πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων, όπως αυτές ορίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Σε κάθε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού, το εμβαδό του λαμβάνεται από τον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3.1.) ως ποσοστό επί της όψης του κτηρίου. Στον πίνακα ως «γωνιακό κτήριο» ορίζεται αυτό που έχει ελεύθερες τουλάχιστον δύο κάθετες μεταξύ τους πλευρικές όψεις, ενώ σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ορίζεται ως «μη γωνιακό κτήριο». 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 φέρον οργανισμός του κτηρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του, σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού.

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

Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζυμούθιου των επιφανειών ανάλογως του προσανατολισμού τους παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2. Γωνίες αζυμούθιου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους.

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

Η γωνία κλίσης της επιφάνειας μετράται μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου. Για παράδειγμα, μια κατακόρυφη επιφάνεια έχει κλίση 90°, ενώ ένα δάπεδο έχει κλίση 0°.

3.1.3. Όγκος του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης

Ο μεικτός όγκος του κτηρίου 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 της, 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 κτηρίου για τους υπολογισμούς των διαφόρων παραμέτρων (π.χ. αερισμό) ορίζεται ο μεικτός όγκος.

3.2. ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η αντίσταση που προβάλλει μια ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R = d / \lambda$$

Όπου:

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

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

$$R_{ολ} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a$$

Όπου:

- $R_{ολ}$ [(m²·K)/W] η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο
- n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου
- R_i [(m²·K)/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
- R_a [(m²·K)/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου πρακτικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας 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 κτηρίου, 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:

$$U = 1/R_{o\lambda}$$

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτηριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτηρίων 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 κτηρίων 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 κτηρίου αξιολογείται σε δύο στάδια. Συγκεκριμένα:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. 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:

$$U_{εξεταζ} \leq U_{max}$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο ($U_{m,max}$), αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m,max}$) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του (A/V). Πρέπει λοιπόν να ισχύει:

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

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου, 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 κτηρίου. Επιπλέον όμως, θερμομονωμένα οφείλουν να είναι και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ίδιου κτηρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

Λόγω των παραπάνω λοιπόν, για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μια θερμική ζώνη του κτηρίου 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 κτηρίου ξεχωριστά και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου. Κατόπιν, οι τιμές αυτές συγκρίνονται με αυτές των πινάκων 3.3α και 3.3β που παρουσιάζονται παρακάτω.

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

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_{V-D}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_{V-W}	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή)	U_{V-DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με 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 κτηρίων 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 για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

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

Να σημειωθεί, ότι σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ, 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 κτηρίου αναφοράς

Τόσο στην ενεργειακή μελέτη, όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτηρίου αναφοράς ορίζεται ίσος με το μέγιστο επιτρεπόμενο ανά δομικό στοιχείο και κλιματική ζώνη.

Επίσης, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου αναφοράς U_m, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον Πίνακα 3.3β. Στην περίπτωση κτηρίων (κυρίως υφιστάμενων με μεγάλης επιφάνειας ανοίγματα), όπου το κτήριο 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 κτηρίου μεικτής χρήσης με διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριων χρήσεων, το κτήριο αναφοράς ορίζεται ξεχωριστά για την κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης και κατά συνέπεια ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου αναφοράς ανά χρήση πρέπει να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m (Πίνακας 3.3β).

Στο κτήριο 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 κτήριο.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτήριο, δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτήριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σε αυτή την περίπτωση, στο κτήριο αναφοράς τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων αντικαθίστανται με αντίστοιχα δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά που δίνονται στον Πίνακα 3.3α.

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 κτηρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτήρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο ανέγερσής τους και το βαθμό θερμομονωτικής τους προστασίας.

Ειδικότερα, ως προς τη περίοδο έκδοσης της οικοδομικής τους άδειας ο διαχωρισμός γίνεται σε 3 γενικές κατηγορίες:

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

Στην τελευταία κατηγορία υπάγονται και όσα κτήρια έχουν ανεγερθεί πριν από την ισχύ του Κ.Εν.Α.Κ. αλλά υπέστησαν ή πρόκειται να υποστούν, μετά την έναρξη ισχύος του νέου κανονισμού, ριζική ανακαίνιση. Μια επέμβαση σε ένα κτήριο νοείται ως «ριζική ανακαίνιση» όταν:

- το συνολικό κόστος επεμβάσεων στο κτηριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτηρίου ή
- όταν η ανακαίνιση εφαρμόζεται σε ποσοστό άνω του 25% της συνολικής επιφάνειας του κτηριακού κελύφους.

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

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

Ειδικότερα στις περιπτώσεις κτηρίων 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 κτηρίου, 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 Κ.Εν.Α.Κ. 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 κτήρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).

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
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80cm)						
Ανεπίχριστο από τη μία ή δύο όψεις	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις	3,40	2,60	-	1,00	0,90	-
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή 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 απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες	1,55	1,35	1,65	0,70	0,70	0,75
Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή 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 απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
Αργολιθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή 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 απλή ή 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 κτήρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).

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
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα	3,05	-	-	0,95	-	-
Αντεστραμμένου τύπου δώμα	-	-	-	0,95	-	-
Αεριζόμενο δώμα	-	3,70	-	1,00	-	-
Φυτεμένο δώμα	1,20	-	-	0,70	-	-
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη	3,70	-	-	1,00	-	-
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο	-	2,90	-	-	0,90	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος	4,70	-	-	1,05	-	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης	4,25	-	-	1,00	-	-
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή)	2,75	-	-	0,90	-	-
Επί εδάφους	-	-	3,10	-	-	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο	-	2,00	-	-	0,80	-

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

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

Επίσης, εάν ο ιδιοκτήτης προσκομίσει στον επιθεωρητή έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία, που αναμφισβήτητα αποδεικνύουν ότι τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν έχουν καλύτερες τιμές των προδιαγραφόμενων του Κ.Θ.Κ. που αναφέρονται στον Πίνακα 3.5 (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:

- 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 κτηρίου. 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 κτηρίου, 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. Σε αυτήν την περίπτωση το οικονομικό κόστος διενέργειας της τομής και αποκατάστασης της φθοράς αναλαμβάνει εξ' ολοκλήρου 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. Το οικονομικό κόστος της θερμοφωτογραφικής αποτύπωσης αναλαμβάνει εξ' ολοκλήρου ο ιδιοκτήτης.

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 τις 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 Κ.Εν.Α.Κ.).

Πίνακας 3.5. Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων για τις τρεις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

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

Σε κτήρια 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 κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφονται τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών.
- Φωτογραφικό υλικό κατά τη φάση της κατασκευής στο οποίο θα φαίνεται με ευκρίνεια ο τρόπος τοποθέτησης και το είδος της θερμομόνωσης που εφαρμόστηκε στο κτηριακό κέλυφος. Σε τουλάχιστον μια φωτογραφία θα πρέπει να παρουσιάζεται μια γενική άποψη του κτηρίου.

Συνοπτικά τα παραπάνω καταγράφονται στον Πίνακα 3.6 Συγκεκριμένα, καταγράφονται κατά κατηγορία και υποκατηγορία κτηρίων 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 κτηριακό περίβλημα και του μέσου που το περιβάλλει από την εξωτερική του πλευρά (εξωτερικός αέρας, έδαφος, μη θερμαινόμενος χώρος κ.λ.π.).

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

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

3.2.2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζόμενου 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:

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

Όπου:

- U [$W/(m^2 \cdot K)$] 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 [$W/(m \cdot K)$] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
- R_δ [$(m^2 \cdot K)/W$] η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
- R_i [$(m^2 \cdot K)/W$] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προκαλεί 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 κτήριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου.

Εάν η τιμή που προκύπτει είναι 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 .

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701_2_2010 ^[2] παρατίθενται πίνακες, στους οποίους:

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

Παρατηρήσεις

- Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda \leq 0.18 \text{ W/(m.K)}$,
 - εφόσον υπόκειται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του λ , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης.
 - εφόσον δεν υπόκειται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα/εργαστηρίου.
 - για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2cm και $\lambda > 0.06 \text{ W/(m.K)}$ της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνει χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.
- Οι τιμές που αναγράφονται στους πίνακες για τις τοιχοποιίες είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού (λ_{eq} σχεδιασμού) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο. Η τιμή λ_{eq} , συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0.80 \text{ W/(m.K)}$. Για προϊόντα τοιχοποιίας με λ_{eq} (σχεδιασμού) $\leq 0.30 \text{ W/(m.K)}$:
 - εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ_{eq} , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις, είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης, είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσαυξάνεται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως λ_{eq} σχεδιασμού,
 - εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή λ_{eq} σχεδιασμού, θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,
 - εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή λ_{eq} αλλά την τιμή λ_{unit} της μοναδιαίας τοιχοποιίας (π.χ. οπτόπλινθο) ακολουθείται η μεθοδολογία υπολογισμού δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από ανομοιογενείς στρώσεις.
 - σε κάθε περίπτωση όταν η τιμή λ_{eq} δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με $\lambda < 0.80 \text{ W/(m.K)}$ η τιμή λ του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

- Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον Πίνακα 3.6 (Πίνακα 3.6α ή Πίνακα 3.6β).
- Η τιμή της θερμικής αντίστασης (R_{δ}) οριζόντιου ή κατακόρυφου στρώματος εγκλωβισμένου αέρα στο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.7, και ορίζεται για τις εξής περιπτώσεις:
 - Για θερμική αντίσταση αέρα, όταν δεν υπάρχει σε καμία πλευρά του διακένου κάποια μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (απουσία ανακλαστικής επιφάνειας).
 - Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν υπάρχει στη μια πλευρά του διακένου μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (ύπαρξη ανακλαστικής επιφάνειας) με εκπεμπτικότητα (ε) ίση με 0.05, 0.10, 0.20.

Σημειώνεται ότι για τα κτήρια που ανεγείρονται ή ριζικώς ανακαινίζονται μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής ταυτότητας, να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή 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 κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο τύπος των υλικών και να συνοδεύονται από τα απαραίτητα πιστοποιητικά.

Πίνακας 3.6α. Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης επιφανειακού στρώματος αέρα κατά ISO (πηγή: ISO 6946).

Α/Α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	R_i	R_a
		[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[(m ² ·K)/W]	[(m ² ·K)/W]
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς το πάνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς το κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

Πίνακας 3.6β. Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).

A/A	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[(m ² ·K)/W]	[(m ² ·K)/W]
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτερικό αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	7,70		0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88		0,17	0,00

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εσωτερικού χώρου $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.
- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εξωτερικού χώρου $\theta_a = 20^\circ\text{C}$ και ταχύτητα ανέμου $u = 4 \text{ m/s}$.

3.2.2.2. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

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

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις που έχει γίνει κάποια ανακαίνιση στο κτήριο για βελτίωση της θερμικής του συμπεριφοράς, π.χ. θερμομόνωση δώματος. Για αυτό το λόγο, κατά την ενεργειακή επιθεώρηση θα πρέπει να αναζητούνται ενδείξεις για μεταγενέστερες επεμβάσεις σε εξωτερικά δομικά στοιχεία.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων για τα κτήρια 2^{ης} κατηγορίας, μπορούν να ληφθούν ίσοι με τις τιμές που προβλέπονται από τη μελέτη θερμομόνωσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής.

Στην περίπτωση που η οικοδομική άδεια δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές που δίνονται στον Πίνακα 3.5, οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων.

Πίνακας 3.7. Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου σε κατάσταση ηρεμίας.

Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Χωρίς ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,80$) σε καμία πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,05$) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω
mm	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W
5	0,11	0,11	0,11	0,19	0,19	0,19
7	0,13	0,13	0,13	0,26	0,26	0,26
10	0,15	0,15	0,15	0,36	0,36	0,36
15	0,17	0,16	0,17	0,52	0,45	0,52
25	0,18	0,16	0,19	0,67	0,45	0,80
50	0,18	0,16	0,21	0,67	0,45	0,80
100	0,18	0,16	0,22	0,67	0,45	0,80
300	0,18	0,16	0,23	0,67	0,45	0,80
Πάχος ακίνητης στρώσης αέρα	Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,10$) στη μία πλευρά του διακένου			Με ανακλαστική επιφάνεια ($\epsilon = 0,20$) στη μία πλευρά του διακένου		
	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω	Οριζόντια ροή	Ροή από κάτω προς τα άνω	Ροή από άνω προς τα κάτω
mm	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W	(m ² ·K)/W
5	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
7	0,25	0,25	0,25	0,22	0,22	0,22
10	0,33	0,33	0,33	0,29	0,29	0,29
15	0,46	0,41	0,46	0,38	0,34	0,38
25	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,50
50	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,67
100	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,75
300	0,57	0,41	0,66	0,44	0,34	0,83

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για τη στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
 - ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
 - η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι $\pm 30^\circ$.
- Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 για μέση τιμή θερμοκρασίας 10 °C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5K. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή οπτόπλινθους) με εκπεμπτικότητα ίση με $\epsilon = 0,8$. Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε ίση με 0,05, 0,10 και 0,20.

Για κτήρια που φέρουν υαλοπετάσματα και ανήκουν στην 1^η και 2^η κατηγορία θα λαμβάνονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας που υπάρχουν στη μελέτη θερμομόνωσης και τη μελέτη κλιματισμού. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τα αδιαφανή τμήματα που αποτελούνται από πετάσματα που έχουν θερμομόνωση θα λαμβάνεται $U = 1/(m \cdot K)$, ενώ για τα αδιαφανή που αποτελούνται από ύαλο και δεν έχουν επιπλέον θερμομόνωση θα λαμβάνονται οι τιμές που δίνονται στον Πίνακα 3.10.

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

3.2.2.3. Αδιαφανή δομικά στοιχεία 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 κτηρίου,
- 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,
- του βάθους z , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας, B' (m) ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του εμβαδού της πλάκας, A (m²) προς την εκτεθειμένη περίμετρό της, Π (m).

$$B'(m) = 2 \cdot \frac{A}{\Pi}$$

Για κτήριο πανταχόθεν ελεύθερο η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτήριο σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτήρια 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 ίδιου κτηρίου, εκείνη η πλευρά δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας U ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο με αυτόν που υπολογίζεται για δομικά στοιχεία σε επαφή με εξωτερικό αέρα, θεωρώντας ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλλει αντίσταση στη ροή θερμότητας και ότι η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται, όπως έχει ήδη άλλωστε αναφερθεί στα προηγούμενα. Είναι δηλαδή: $R_a=0$.

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

Ο έλεγχος επάρκειας θερμομόνωσης δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος γίνεται για τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{FB} μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος z δίνεται από τον Πίνακα 3.9 συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{FB} ,
- του βάθους έδρασης z και
- της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας B'

Αντίστοιχα, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U_{TB} ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δίνεται από τον Πίνακα 3.8 συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{TB} και
- του βάθους z , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για κάθε κατηγορία κτηρίων, λαμβάνεται ως εξής:

- Για κτήρια της 1^{ης} κατηγορίας από τον Πίνακα 3.4. (3.4α και 3.4β).
- Για κτήρια της 2^{ης} κατηγορίας από τη μελέτη θερμομόνωσης, εφόσον διαπιστωθεί ότι αυτή εφαρμόστηκε στη φάση κατασκευής. Στην περίπτωση που αυτή δεν υπάρχει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές του Πίνακα 3.5, οι οποίες αντιστοιχούν στις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων.
- Για τα κτήρια της 3^{ης} κατηγορίας ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να ληφθεί ίσος με τη τιμή που προβλέπεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύει την οικοδομική άδεια. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να διασταυρώσει τόσο την ποιότητα, όσο και την ποσότητα των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή, συγκεντρώνοντας τα πιστοποιητικά και τα δελτία αποστολής τους από το μελετητή μηχανικό ή τον ιδιοκτήτη.

Σε περίπτωση που οι εξεταζόμενες ονομαστικές τιμές των μεγεθών δεν ταυτίζονται με αυτές του Πίνακα 3.8 και Πίνακα 3.9, λαμβάνονται υπόψη οι δύο εκατέρωθεν αυτών πλησιέστερες τιμές, μεταξύ των οποίων γίνεται γραμμική παρεμβολή για την εύρεση της τιμής του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_{FB} ή U_{TB}).

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

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

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του Σχήματος 3.2:

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



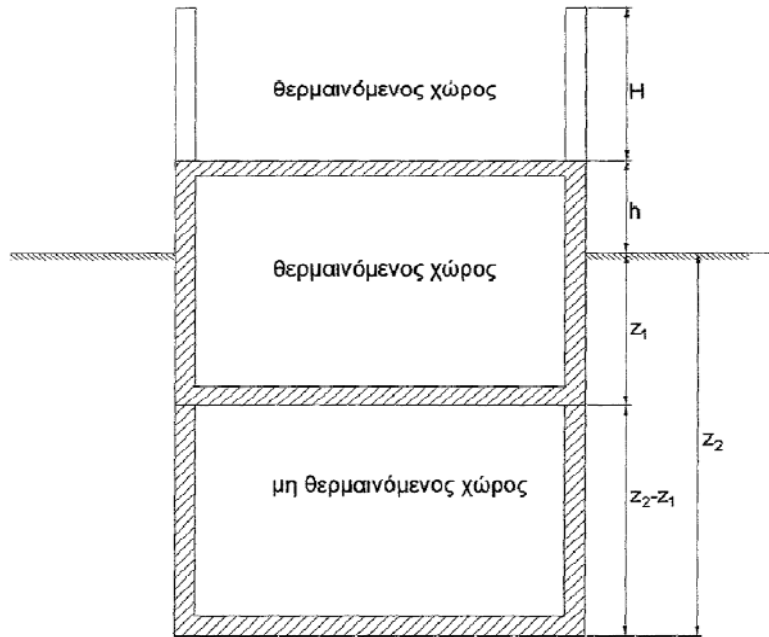
Σχήμα 3.2.: Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.

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 θα προκύπτει από τη σχέση:

$$U_{FB'} = \frac{z_2 \cdot U'_{FB,z2} - z_1 \cdot U'_{FB,z1}}{z_2 - z_1}$$

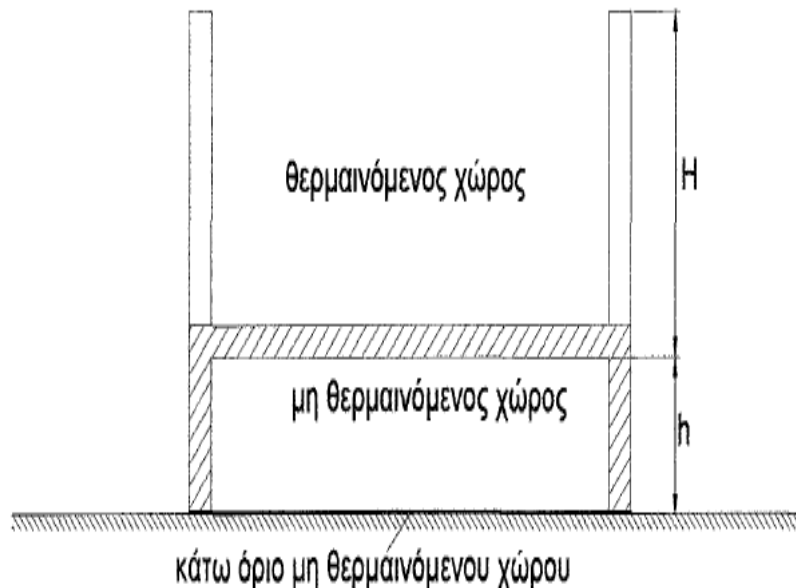
Όπου:

- $U'_{FB,z1}$ – ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_1 ,
- $U'_{FB,z2}$ – ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης z_2 ,
- z_1 – το βάθος, από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,
- z_2 – το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.



Σχήμα 3.3: Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη της επιφάνειας του εδάφους.

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (Σχήμα 3.4), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος πληρούται με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριό του ως πλάκα εδραζόμενη με το έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας U' ίσο με $4.50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.



Σχήμα 3.4: Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.

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

Z [m]	Ονομαστικός συντελεστής U_{TB} [$W/(m^2 \cdot K)$]											
	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} [$W/(m^2 \cdot K)$] πλάκας (οριζόντιου δομικού στοιχείου).

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

1,00	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	6,00										
	9,00										
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	9,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,50	0,37	0,32	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10

0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
	9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

3.2.2.4. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτηρίου ή βρίσκεται στην περιμέτρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτηρίου 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.

- Συνήθως μη θερμαινόμενοι χώροι είναι:
 - Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται.
 - Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου 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 κτηρίου.
- 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, οπότε:
 - στην πρώτη περίπτωση οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει γι' αυτούς ό,τι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο,
 - στη δεύτερη περίπτωση εξαιρούνται της θερμομονωτικά προστατευόμενης περιοχής του κτηρίου.

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

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

$$R_a = R_i$$

3.2.2.5. Αδιαφανή δομικά στοιχεία 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.

3.2.2.6. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορα κτίσματα

Παρόλο που ο προσδιορισμός της απαιτούμενης θερμομονωτικής προστασίας των δομικών στοιχείων σε επαφή με όμορα κτίσματα γίνεται θεωρώντας ότι αυτά είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τόσο στην ενεργειακή μελέτη όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση λαμβάνονται ως αδιαβατικά. Στην περίπτωση που το όμορο κτίσμα είναι μη θερμαινόμενο χώρος, τότε γίνεται η παραδοχή ότι το εξεταζόμενο κτίσμα συνορεύει με τον εξωτερικό αέρα προς την πλευρά του όμορου κτηρίου.

3.2.2.7. 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 Πίνακα 3.7.

3.2.2.8. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση

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

3.2.2.9. 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 Πίνακα 3.6α. Ισχύει δηλαδή:

$$R_\delta = R_i$$

Ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου ισχύουν τα πιο κάτω:

- 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 σε 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 κτήριο.

Στα παθητικά συστήματα με οπές αερισμού (π.χ. Τοίχος 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 από την εξωτερική πλευρά θεωρείται τότε αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι – λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σε αυτό – τιμές R_i και όχι R_a).

Για την αποτελεσματική θερμική προστασία του δομικού στοιχείου συνιστάται η θερμομονωτική στρώση να τοποθετηθεί στο εσωτερικό κέλυφος του κτηρίου και όχι στο εξωτερικό.

3.2.2.10. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη

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

Έτσι, ο συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη θα υπολογιστεί βάσει της πιο κάτω σχέσης:

$$U_{RU} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_u + R_a}$$

Όπου:

- U_{RU} [W/(m²·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_δ [(m²·K)/W] η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου θεωρείται πρακτικά ακίνητος και δεν επικοινωνεί ούτε με τον αέρα του εσωτερικού χώρου ούτε με τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,
- R_i [(m²·K)/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την οριζόντια οροφή,
- R_u [(m²·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_a [(m²·K)/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τη κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι τιμές θερμικής αντίστασης του στρώματος αέρα μεταξύ οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, λαμβάνονται από τον αντίστοιχο πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701_2_2010. Σ' αυτήν 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 $\varphi > 30^\circ$.

3.2.2.11. 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 μια 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 καθώς και πολλά άλλα.

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 έκαστη 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:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

Όπου:

- U – ο ενιαίος συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
- n – το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,
- U_j – ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επί μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,
- A_j – 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 που ορίζονται από τον Πίνακα 3.3α.

3.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος (U_w) μπορεί:

- είτε να υπολογισθεί αναλυτικά,
- είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου, του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβανομένης υπόψη και της γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.

Στην περίπτωση που ο μελετητής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την τιμή θερμοπερατότητας του κουφώματος που δίνει ο κατασκευαστής του, θα πρέπει στη μελέτη να συνυποβάλει και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.

Στον Πίνακα 10 της Τεχνικής Οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» δίδονται ενδεικτικά τιμές του συντελεστή U_w για διαφορετικούς τύπους κουφώματος συναρτήσει του υλικού κατασκευής του πλαισίου (αλουμίνιο, συνθετικό, ξύλο), του τύπου του υαλοπίνακα (διπλός, τριπλός, με επικάλυψη από τη μια πλευρά ή από τις δύο), της ικανότητας θερμικής εκπομπής, του τύπου του αερίου του διακένου μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και της ποσοστιαίας αναλογίας πλαισίου υαλοπίνακα.

Στην περίπτωση που τα κουφώματα του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζουν όμοια γεωμετρικά και θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά με τα κουφώματα του πίνακα τότε μπορεί να γίνει απευθείας χρήση των τιμών του, δηλαδή μπορεί η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος να ληφθεί απευθείας από τον πίνακα. Σημειώνεται ότι στις τιμές του πίνακα έχει ληφθεί επίσης υπόψη η παρατηρούμενη θερμογέφυρα που δημιουργείται στην επαφή του υαλοπίνακα με το πλαίσιο του κουφώματος.

Πάντως ανεξαρτήτως από τον τρόπο υπολογισμού, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.

3.2.3.1. 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 ο μηχανικός πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφ' ενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων, και αφ' ετέρου 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 κτηρίων, των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. 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 λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.10):

Πίνακας 3.10. Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων.

Τύπος υαλοπίνακα	U _g
	[W/m ² ·K]
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε=0,1)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12mm και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε=0,1)	1,80

3.2.3.2. 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 ο επιθεωρητής πρέπει να βεβαιωθεί ότι το προϊόν που τοποθετήθηκε είναι ίδιο με αυτό που προβλεπόταν στη μελέτη, αφ' ενός ελέγχοντας τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων και συγκρίνοντας τις ποσότητες με αυτές που προκύπτουν από την καταγραφή των γεωμετρικών στοιχείων των ανοιγμάτων και αφ' ετέρου εξακριβώνοντας τον τύπο του κουφώματος με επί τόπου ελέγχους.

Στην περίπτωση κτηρίων των οποίων η οικοδομική άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία έναρξης της ισχύος του Κ.Εν.Α.Κ. και δεν είναι εφικτό να πιστοποιηθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου, μπορεί να λάβει τιμές από τους πιο κάτω πίνακες (Πίνακας 3.11α και 3.11β).

Πίνακας 3.11α. Τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων.

Τύπος πλαισίου	U _f
	[W/m ² ·K]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

Πίνακας 3.11β. Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου.

Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [W/(m ² ·K)]
Μεταλλικό πλαισίο	Χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	Με θερμοδιακοπή	1,0 – 3,8
Συνθετικό πλαισίο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με δύο θαλάμους	2,0
	PVC με περισσότερο από τρεις θαλάμους	1,0 – 2,0
Ξύλινο πλαισίο	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,4
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,0
	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,7
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,5

Αναλυτικά

- ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου χωρίς θερμοδιακοπή σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται ίσος με 7,00 W/(m²·K).
- ο συντελεστής θερμοπερατότητας μεταλλικού πλαισίου με θερμοδιακοπή, εφόσον διαπιστωθεί η ύπαρξή της, μπορεί να ληφθεί ίσος με 3,50 W/(m²·K) για θερμοδιακοπή μήκους 12 mm και 2,80 W/(m²·K) για θερμοδιακοπή μήκους 24 mm. Στην περίπτωση που μπορεί να διαπιστωθεί η ύπαρξη θερμοδιακοπής αλλά όχι το μήκος της, αυτή λαμβάνεται ίση με 12 mm.
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας συνθετικού πλαισίου προσδιορίζεται ακολουθώντας τη μεθοδολογία της Τεχνικής Οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Εναλλακτικά λαμβάνεται ίσος με 2,80 W/(m²·K).
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ξύλινου πλαισίου προσδιορίζεται ακολουθώντας τη μεθοδολογία της Τεχνικής Οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Εναλλακτικά λαμβάνεται ίσος με 2,20 W/(m²·K).

3.2.3.3. Προσδιορισμός γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα Ψ_g

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

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

Γενικώς ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.12. 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 3.12. Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα.

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

3.2.3.4. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w ενός μονού κουφώματος

Βάσει των προηγούμενων, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

Όπου:

- U_w – ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος
- U_f – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
- U_g – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού, ή περισσότερων φύλλων)
- A_f – το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
- A_g – το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- l_g – το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου – υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα)
- Ψ_g – ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (U_f) λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.12 που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα (U_w) λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.13 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.

Αν η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα δεν ληφθεί απευθείας από τον Πίνακα 3.13, μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά από τον τύπο:

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{n-1} R_{\delta} + R_a}$$

Όπου:

- U_g – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα,
- n – το πλήθος των φύλλων του υαλοπίνακα: $n=1$ μονός, $n=2$ διπλός, κ.ο.κ.
- d – το πάχος του κάθε φύλλου του υαλοπίνακα,
- λ – ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υαλοπίνακα,
- R_{δ} – η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα,
- R_i – η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
- R_a – η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

3.2.3.5. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα

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

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_p \cdot U_p + l_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p}$$

Όπου:

- U_w – ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος
- U_f – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
- U_g – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού, ή περισσότερων φύλλων)
- U_p – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος
- A_f – το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
- A_g – το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- A_p – το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος
- l_g – το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου – υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα)
- Ψ_g – ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

- l_p – το μήκος της θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου – υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του πετάσματος)
- Ψ_g – ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (U_f) λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.12 που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα (U_w) λαμβάνεται από τον Πίνακα 3.13 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.

3.2.3.6. Αναλυτικός υπολογισμός του U_w ενός 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), θα υπολογισθεί σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία, ξεχωριστά για την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος (δηλαδή των τιμών $U_{w,a}$ του εξωτερικού κουφώματος και $U_{w,i}$ του εσωτερικού) και κατόπιν για την τιμή του διπλού κουφώματος στο σύνολό του, βάσει του τύπου:

$$U_w = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{w,i}} - R_a\right) + R_{\delta,w} + \left(\frac{1}{U_{w,a}} - R_i\right)}$$

Όπου:

- U_w – ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος
- $U_{w,i}$ – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος
- $U_{w,a}$ – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος
- R_a – 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 εάν το διάκενο θεωρείτο εξωτερικό περιβάλλον
- R_i – 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 εάν το διάκενο θεωρείτο εσωτερικό περιβάλλον
- $R_{\delta,w}$ – η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου των δύο κουφωμάτων

Πίνακες τιμών

- Η τιμή της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ δύο κουφωμάτων λαμβάνεται από τον Πίνακα 4β της Τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» [2].

Πίνακας 3.13. Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων.

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

3.2.3.7. Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Για την απλοποίηση των υπολογισμών του ενεργειακού επιθεωρητή έχουν υπολογιστεί οι τιμές θερμοπερατότητας των συνηθισμένων κουφωμάτων που συναντώνται στο κτηριακό απόθεμα, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το εύρος τιμών που αντιστοιχεί σε συνδυασμό διαφορετικών υαλοπινάκων και πλαισίων για διάφορα ποσοστά πλασίου επί του κουφώματος και μήκη θερμογέφυρας που σχηματίζεται στη συναρμογή υαλοπίνακα και πλαισίου.

Ο επιθεωρητής καταγράφει και υπολογίζει το ποσοστό του πλαισίου και ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα και του πλαισίου επιλέγει τον αντίστοιχο συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος από τον Πίνακα 3.14.

Πίνακας 3.14. Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων $U_{v,F}$ [$W/(m^2 \cdot K)$].

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

* 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.

3.2.4. 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:

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

Όπου:

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

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα προσδιορίζεται από τη θερμοχωρητικότητα των υλικών του 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 [kJ/(m²·K)] θερμικής ζώνης ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς την μεικτή επιφάνεια της ζώνης A σε m², σύμφωνα με τη σχέση:

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

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 κτηρίου από τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.15. Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m² δαπέδου.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² ·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 ή σκυρόδεμα.	370

3.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας

Η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια 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.

$$\rho + \alpha = 1$$

όπου: ρ , ο συντελεστής ανακλαστικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία
 α , ο συντελεστής απορροφητικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία

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

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

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3.16) δίνονται τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας για διάφορες επιφάνειες.

Πίνακας 3.16. Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. Ανοικτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκουρη όχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (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

3.2.6. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία

Ένα ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από μια 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 ε μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα 3.17. 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 κτήριο αναφοράς ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για τις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίσος με 0,80.

Πίνακας 3.17. 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

3.2.8. 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 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 την επόμενη σχέση:

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

όπου: F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα

g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα (g_{gl}), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή του g δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα 3.18.

Πίνακας 3.18. Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση, της ημισφαιρικής διαπερατότητας g_{em} 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 κτηρίου:

- Όταν υπάρχει μελέτη κλιματισμού, η τιμή του συντελεστή ηλιακού θερμικού 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 0,50.
- Στη 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 Πίνακα 3.19 της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, ανάλογα με το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα.

Πίνακας 3.19. Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων.

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, με 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 κτήριο 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 κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ποσοστό πλαισίου 20%, οπότε η συνολική διαπερατότητα του κουφώματος λαμβάνεται 0,55.

3.2.9. Υπολογισμός των θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτηρίου στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη 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 κτηριακού 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 τις μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσ αυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου 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 κτηρίου, 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 μια διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα διδιάστατη 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 στις θέσεις, στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με τη συνέχεια της θερμομόνωσης να μη διακόπτεται (γωνία). Σε αυτήν την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα διδιάστατης 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 παίρνει θετικές τιμές, ενώ στη περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων παίρνει αρνητικές, λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Για τις ανάγκες των υπολογισμών με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ 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 διδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά, στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει αναλόγως, (ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας), τιμή αρνητική, θετική ή μηδενική. Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:

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

Οι θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζονται από το γινόμενο:

$$\Psi \cdot l$$

Ανάλογα με τη θέση εμφάνισής τους στο κτήριο, οι θερμογέφυρες απαντώνται:

- στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (*κατακόρυφες θερμογέφυρες*)
- στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (*οριζόντιες θερμογέφυρες*)
- στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (*θερμογέφυρες κουφωμάτων*)

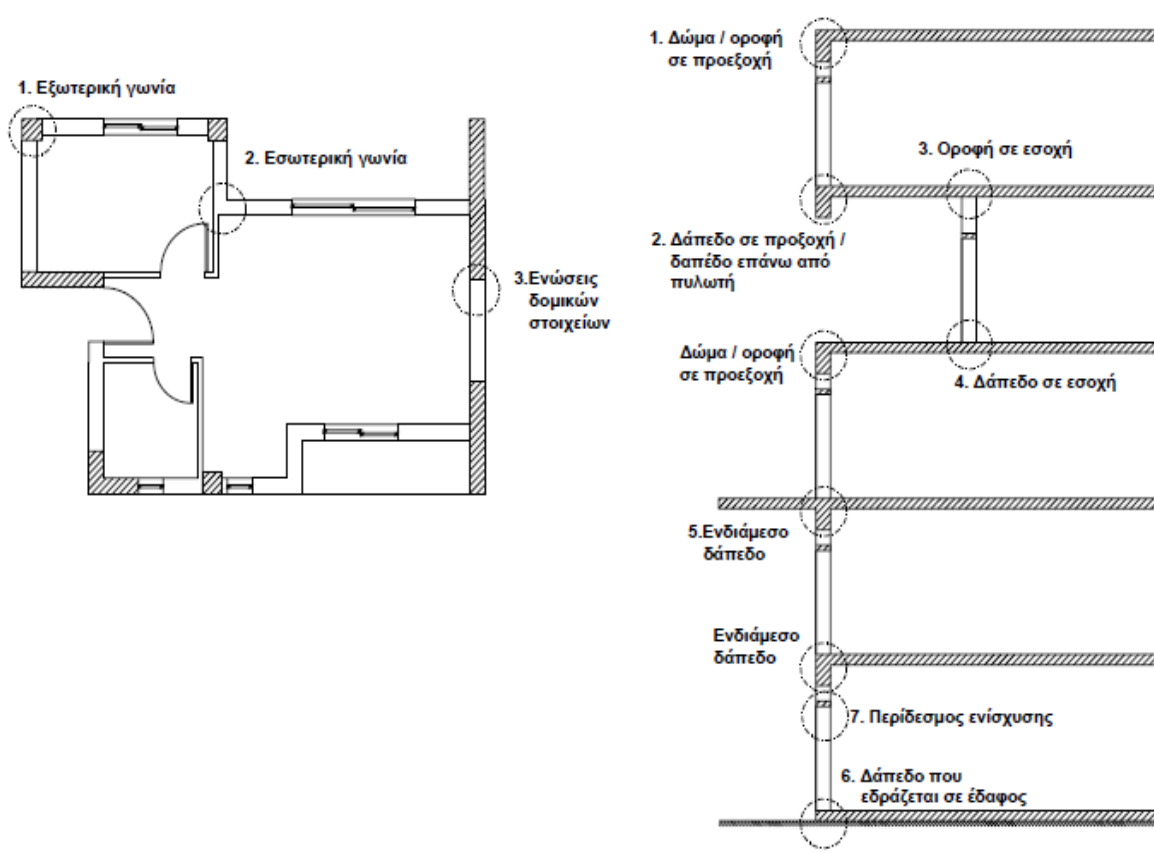
Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται σε τρεις υποκατηγορίες (Σχήμα 3.5α):

- θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών
- θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών
- θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων

Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων.

Διακρίνονται επτά υποκατηγορίες (Σχήμα 3.5β):

- θερμογέφυρες δώματος ή οροφής σε προεξοχή
- θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή ή δαπέδου επάνω από πυλωτή
- θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή
- θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή
- θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου
- θερμογέφυρες περίδεσμου ενίσχυσης
- θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος



Σχήμα 3.5. Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης κατακόρυφων (αριστερά) και οριζόντιων (δεξιά) θερμογεφυρών.

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 δύο υποκατηγορίες:

- ✓ θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος
- ✓ θερμογέφυρες στον ανωκάσι/κατωκάσι του κουφώματος

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ο μελετητής πρέπει να γνωρίζει την τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ και το μήκος l της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στους Πίνακες 16α έως 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. παρουσιάζονται οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που απαντώνται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τα όσα αναλύθηκαν πιο πριν, και παρουσιάζεται η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας ανά περίπτωση. Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ , ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού διδιάστατης ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Σε περίπτωση που ο τύπος μιας θερμογέφυρας δεν περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις των πινάκων, επιλέγεται η πλησιέστερη προς τον τύπο μορφή και λαμβάνεται ο αντίστοιχος συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ .

Εναλλακτικά για την διευκόλυνση των υπολογισμών των γραμμικών θερμογεφυρών, ο μελετητής μπορεί να κάνει χρήση του Πίνακα 15 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι σε αυτή την περίπτωση οι συνολικές ροές θερμότητας που προκύπτουν είναι αυξημένες σε σχέση με τον αναλυτικό του υπολογισμό, κάνοντας χρήση των πινάκων 16α έως 16λ.

3.2.10. Υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V

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

- ✓ ο υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων
- ✓ ο υπολογισμός των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών
- ✓ ο όγκος του κτηρίου

Αυτά τα μεγέθη είναι σκόπιμο να υπολογισθούν κατ' όροφο και κατά επιφάνεια, προκειμένου να διευκολυνθεί ο υπολογισμός. Πρόσφορη είναι η χρήση πρότυπου εντύπου, που θα δίνει σε πινακοποιημένη μορφή:

- ✓ 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, δηλαδή με τη χρήση τυποποιημένου εντύπου, 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 κτηρίου 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 εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτηρίου.
- Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτηρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

Στον όγκο του κτηρίου **δεν** συμπεριλαμβάνονται:

- Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στη πυλωτή
- Ο χώρος της εισόδου, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δάμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι, αν θεωρηθούν ως μη θερμαινόμενοι. Αντίθετα, συμπεριλαμβάνονται κανονικά στον όγκο του κτηρίου αν θεωρηθούν θερμαινόμενοι
- Οι χώροι των υπογείων όταν δεν είναι θερμαινόμενοι
- Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι
- Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα (και είναι μη θερμαινόμενος χώρος)
- Ο μη κατοικήσιμος χώρος που διαμορφώνεται επάνω από την οροφή και κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη. Προφανώς αν ο χώρος είναι κατοικήσιμος (π.χ. σοφίτα), συνυπολογίζεται στον όγκο του κτηρίου 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
- Οι όγκοι, τους οποίους καταλαμβάνουν αίθριοι χώροι μέσα στο σώμα του κτηρίου
- Οι φωταγωγοί του κτηρίου
- Οι υποχρεωτικώς ή προαιρετικώς ακάλυπτοι χώροι
- Κάθε ανοικτός χώρος, που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είτε βρίσκεται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου 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 συντελεστή (b), όπως ορίζεται παρακάτω.

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

Επιφάνειες κτηρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτηρίου, είτε αυτό το κτήριο βρίσκεται εντός του ίδιου οικοπέδου είτε στο ομόρο, λαμβάνονται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον και δεν υπάρχει κάποια ξεχωριστή αντιμετώπιση.

3.2.11. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m)

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτηρίου 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:

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

Όπου:

- U_m – ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτηρίου
- n – το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κελύφος του κτηρίου
- v – το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας A_j του κελύφους
- A_j – το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου
- U_j – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτηρίου
- l_i – το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου
- Ψ_j – ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου
- b – μειωτικός συντελεστής

Το ευρισκόμενο πηλίκο U_m συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ από το λόγο A/V του Πίνακα 3.3β για κάθε κλιματική ζώνη.

Πρέπει πάντα να ισχύει:

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

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.).

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m θα συγκριθεί με αυτή που προκύπτει βάσει του λόγου A/V από τον Πίνακα 3.3β.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ λαμβάνεται από τους Πίνακες 15 ή 16 της Τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» ^[2] που ορίζουν του τύπου των γραμμικών θερμογεφυρών.

Παρατηρήσεις σχετικά με τον υπολογισμό του U_m

Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

1. Στον υπολογισμό του U_m συμμετέχουν όλες οι επιφάνειες που περικλείουν το κελύφος του κτηρίου. Συμμετέχουν επίσης παντός είδους επιφάνειες που συνορεύουν με αίθριους χώρους, φωταγωγούς κ.λ.π., που βρίσκονται μέσα στο σώμα του κτηρίου.
2. 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 κτηρίου (U_m) κατά παραδοχή με τιμή τη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον Πίνακα 3.3β, την προβλεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με εξωτερικό αέρα της αντίστοιχης κλιματικής ζώνης.
3. Το προσαρτημένο θερμοκήπιο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος και ως εξωτερικό στοιχείο του κελύφους λαμβάνεται το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου. Αυτό το δομικό στοιχείο θα υπεισέρχεται στον υπολογισμό κατά παραδοχή με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή U που προβλέπεται ανά ζώνη από τον Πίνακα 3.3β 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.

3.2.12. Ο μειωτικός συντελεστής (b)

Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου 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 κτηρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος 1°C (ή 1 K).

Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη. Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα στην πραγματικότητα.

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

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα**

Ο συντελεστής λαμβάνει την 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 πάνω.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτήριο**

Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτηρίου 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 κτηρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση, είτε οι χώροι του όμορου κτηρίου είναι θερμαινόμενοι, είτε όχι. Αντίθετα στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτηρίου και αποτιμάται η πραγματική μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων των ερχόμενων σε επαφή με τα δομικά στοιχεία του όμορου κτηρίου.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτηρίου**

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτηρίου 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 κτήριο, τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν το υφιστάμενο κτήριο από την προσθήκη υπάγονται σε 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 κτηρίου (υφισταμένου 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. Σε αυτήν την τιμή, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, 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 χώρο 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 τη σχέση:

$$b_u = \frac{\sum (U_{ua} \cdot A_{ua}) + (n_u \cdot V_u \cdot C_{air})}{\sum (U_{ua} \cdot A_{ua}) + \sum (U_{iu} \cdot A_{iu})}$$

Όπου:

- U_{ua} – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον
- U_{iu} – ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο
- A_{ua} – το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον
- A_{iu} – το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο
- n_u – το πλήθος των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα
- V_u – ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου
- C_{air} – η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $C_{air} = 0.33 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$

Πίνακες τιμών

Το πλήθος των εναλλαγών αέρα n_u ορίζεται με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου από τον Πίνακα 8 της Τεχνικής οδηγίας «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»^[21].

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 σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται $b=1.0$.

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

3.3. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ

Τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ιδίου του κτηρίου, 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 κτηρίου, 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 τη 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 εμπόδια του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.)
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικά εμπόδια
- 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 το μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

Στην περίπτωση καλά θερμομονωμένων κτηρίων η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία είναι περιορισμένη. Για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, με συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφων αδιαφανών δομικών στοιχείων μικρότερο από 0,6 [$W/(m^2 \cdot K)$], ο συντελεστής σκίασης θεωρείται ίσος με 0,90.

3.3.1. Συντελεστές σκίασης κτηρίου αναφοράς

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

- τουλάχιστον 0,70 για τις νότιες όψεις
- 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

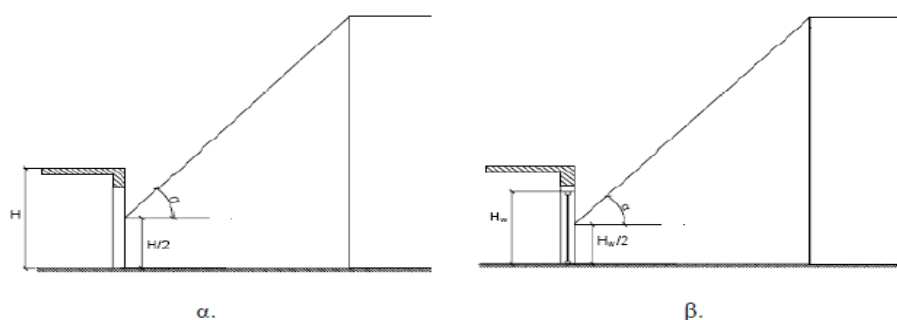
Για τη χειμερινή περίοδο ο μέσος συντελεστής σκίασης προκύπτει ανάλογα με τον τύπο σκιάστρου, όπως καθορίζεται και στις ενότητες που ακολουθούν. Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων και τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα, τα οποία επίσης δεν θεωρούνται σταθερά σκίαστρα, δεν λαμβάνονται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

Επίσης, ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών του κτηρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 0,90.

3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}

Αυτός ο συντελεστής προσδιορίζει τη σκίαση που προκύπτει στις επιφάνειες του κτηρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. λόφων) ή τεχνητών (π.χ. υψηλών κτηρίων). 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 α του εμποδίου, κατά το επόμενο σχήμα. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής για το συντελεστή σκίασης ορίζοντα για τα αδιαφανή στοιχεία του κτηρίου μιας όψης (με τον ίδιο προσανατολισμό). Σε αυτήν την περίπτωση η γωνία α ορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και της ευθείας που ενώνει το μέσο της κατακόρυφης επιφάνειας με την ανώτερη παρειά του εμποδίου. Αντίθετα, η τιμή της γωνίας α πρέπει να υπολογιστεί για κάθε διαφανές στοιχείο ξεχωριστά και αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με την άνω παρειά του εμποδίου.



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

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

Πίνακας 3.21. Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} .

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

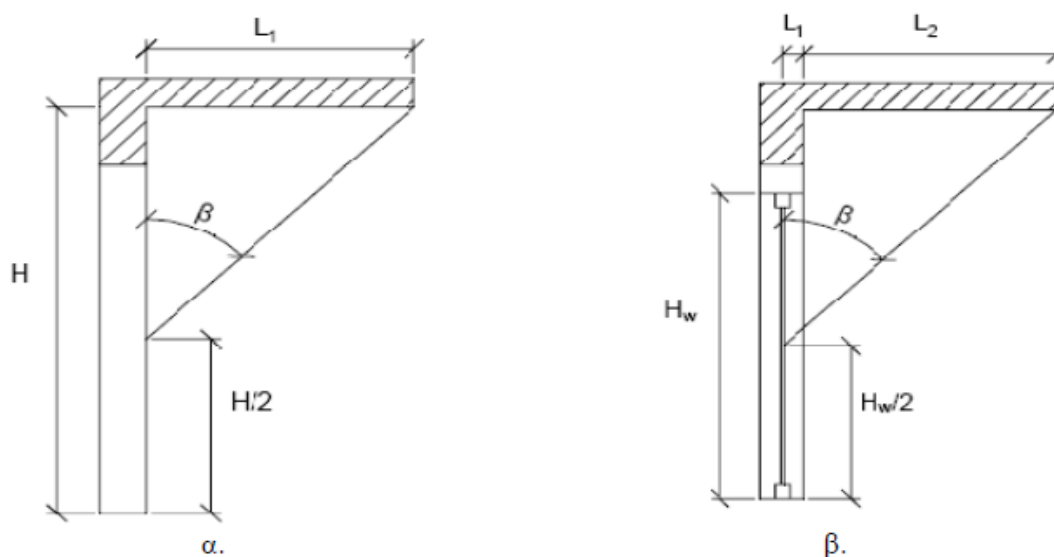
3.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων (F_{ov}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων).

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα ($F_{ov}=1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{ov}=0$).

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

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



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

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

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

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

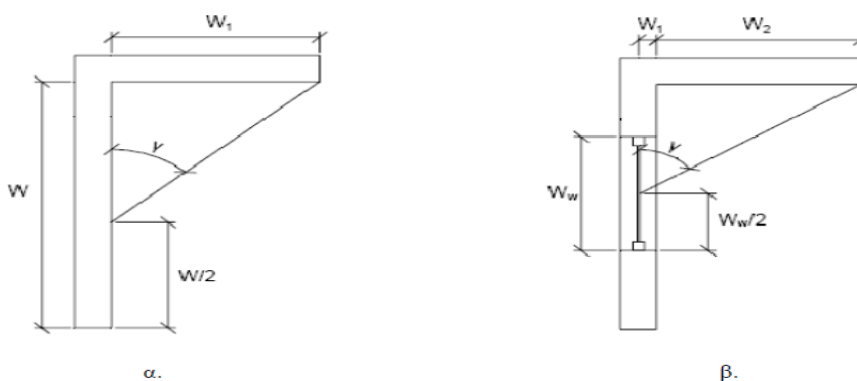
Γωνία β	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΑ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	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	0,722	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 κτηρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ιδίου κτηρίου, διπλανών κτηρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα ($F_{fin}=1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{fin}=0$).

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

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



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

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

Πίνακας 3.23α. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fm} , από την αριστερή πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).

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

Πίνακας 3.23β. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fm} , από τη δεξιά πλευρά (όπως φαίνεται από έξω).

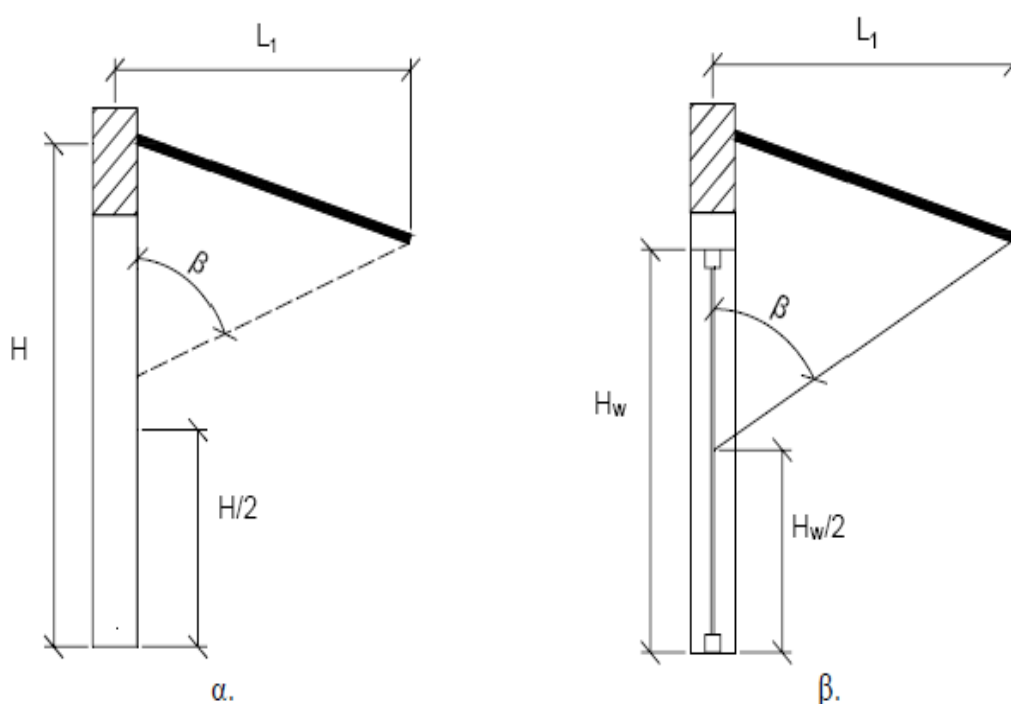
Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	NA	Δ	BA	B	BA	A	NA
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90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

3.3.5. 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 β της τέντας. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ οριζόντιου επιπέδου που διέρχεται από το μέσο του ανοίγματος και της ευθείας που ενώνει το κέντρο του ανοίγματος με το πέρασ της τέντας σε πλήρη έκταση, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.

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

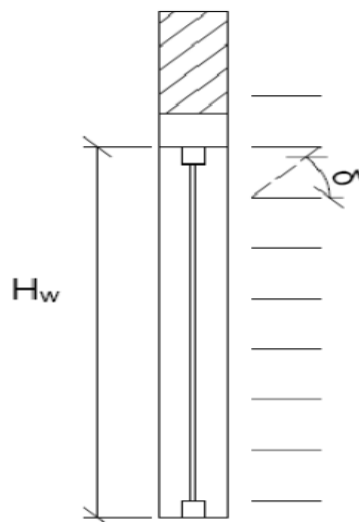


Σχήμα 3.9. Γραφική απεικόνιση της γωνίας β που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).

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 δ που σχηματίζουν οι περσίδες, ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτηρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης.

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



Σχήμα 3.10. Γραφική απεικόνιση της γωνίας δ που σχηματίζουν μεταξύ τους οριζόντιες εξωτερικές περισίδες για τον υπολογισμό της σκίασης σε διαφανές δομικό στοιχείο.

Πίνακας 3.24. Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περισίδες F_{sh} .

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

3.4. ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Για τον υπολογισμό του αερισμού του κτηρίου λαμβάνεται υπόψη ξεχωριστά ο αερισμός από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (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 κτηρίων λαμβάνεται υπόψη μόνο ο αερισμός λόγω της ύπαρξης των χαραμιάδων 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 κτηρίου.

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 κτηρίου.

3.4.1. Αερισμός κτηρίου αναφοράς

Στο κτήριο αναφοράς, για κτήρια κατοικίας θεωρείται ότι εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα. Αντίθετα, στο κτήριο αναφοράς, για κτήρια 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 ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα (διείσδυση αέρα), το κτήριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει αεροστεγανά κουφώματα και ο αερισμός μέσω χαραμάδων ορίζεται σε $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$ και ανά 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 κτήριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, ανάλογα με τον τύπο των θυρίδων (καμινάδα, εξαερισμό για συσκευές φυσικού αερίου) και τον αριθμό αυτών.

3.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)

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

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση του αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτηριακού 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 τον αριθμό των θυρίδων του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου. Στον Πίνακα 3.25 δίνονται τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και στο κτήριο αναφοράς.

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

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

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

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

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

Όπου:

- l [m] : το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.),
- a [m³/(h·m)] : ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, που λαμβάνει τιμές από τον Πίνακα 3.26, ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος,
- R [-] : ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφανείας 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.3. Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στις κατοικίες, ενώ στα κτήρια 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 m³/s. Εάν ένα κτήριο 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 στη σχετική παράγραφο. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα χώρο, τότε ο φυσικός αερισμός θεωρείται μηδενικός κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τον αερισμό των κτηρίων (φυσικό ή μηχανικό), προβλέπεται ότι:

- στο κτήριο αναφοράς των κατοικιών εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στη σχετική παράγραφο
- στα κτήρια αναφοράς του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού όπως περιγράφεται στη 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 κτηρίου. Για τα κτήρια κατοικίας η διάρκεια λειτουργίας θεωρείται κατά σύμβαση ίση με 18 ώρες ανά ημέρα και στο χρόνο αυτό γίνεται ισοκατανομή του απαιτούμενου νωπού αέρα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός παροχής φυσικού αερισμού σε m^3/s .

Ο αερισμός λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διεισδυτικός αερισμός) καθορίζεται ανάλογα με το είδος των κουφωμάτων, επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτηρίου 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 διείσδυση) λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα ανάλογα με τη περίπτωση.

Πίνακας 3.30. Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους.

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

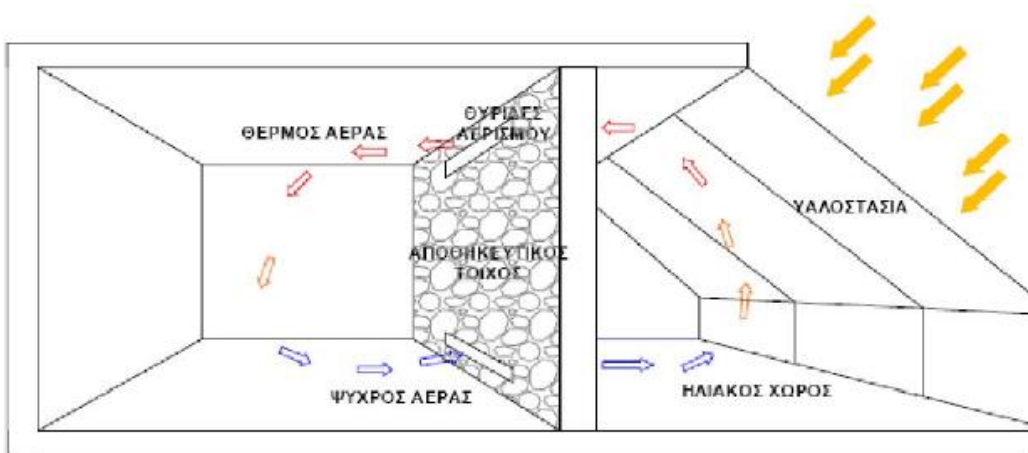
3.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), τα οποία έχουν επιλεγεί και διαστασιολογηθεί κατά το σχεδιασμό του κτηρίου. Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα παθητικά ηλιακά συστήματα που πιθανώς ενσωματώνονται στο εξεταζόμενο κτήριο δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτήριο αναφοράς, εκτός από το σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους. Σε αυτήν την περίπτωση, στο κτήριο 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 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 κτηρίου με άμεσο ηλιακό κέρδος η διαφοροποίηση του ως προς το κτήριο αναφοράς, είναι η επιπλέον αύξηση της ειδικής θερμοχωρητικότητας των εσωτερικών επιφανειών στους χώρους που ηλιάζονται.

Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς των παθητικών ηλιακών συστημάτων στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, 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 κτηρίου. Στους υπολογισμούς, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι:

- 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 διείδυση του αέρα (m^3/s). 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. Για αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους (m), η θερμοχωρητικότητά τους ($kJ/kg \cdot K$), η θερμοπερατότητα τους [$W/(m^2 \cdot K)$] 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.). Για αυτές τις επιφάνειες προσδιορίζεται το πάχος τους (m), η θερμοχωρητικότητά τους ($kJ/kg \cdot K$), η θερμοπερατότητα τους [$W/(m^2 \cdot K)$] και η εκπεμπτικότητα τους στην 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 κτηρίου 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 Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ

Το λογισμικό TEE-KENAK αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μηχανικούς για την ενεργειακή μελέτη και πιστοποίηση των κτηρίων, την επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (Ι.Ε.Π.Β.Α.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.).

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

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

Στην εφαρμογή του παρόντος συγγράμματος, όπου μελετάται η ενεργειακή απόδοση και κατάταξη ενός κτηρίου, χρησιμοποιείται το TEE-KENAK Ενεργειακή Μελέτη.

4.1. TEE-KENAK Ενεργειακή μελέτη κτηρίων

Το TEE-KENAK Ενεργειακή Μελέτη Κτηρίων χρησιμοποιείται για την εκπόνηση υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του νόμου 3661/2008 (Φ.Ε.Κ. Α' 89), του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - KENAK (Φ.Ε.Κ.) 407/9.4.2010) και της σχετικής Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (2701-1/2010).

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 κάποιες παραμέτροι πρέπει να έχουν ήδη υπολογισθεί πριν την χρησιμοποίηση του λογισμικού (π.χ. συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων), ενώ κάποιες άλλες εισάγονται απευθείας από το λογισμικό.

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων για το προς μελέτη κτήριο, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτήριο αναφοράς με το οποίο θα συγκρίνει το υπάρχον κτήριο. Το κτήριο αναφοράς είναι το ίδιο με το προς μελέτη κτήριο· συγκεκριμένα θεωρείται ότι έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπάρχον κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά του στοιχεία όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν την Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

4.2. Μάσκα εισαγωγής δεδομένων

Η μάσκα του λογισμικού χωρίζεται σε δύο τμήματα:

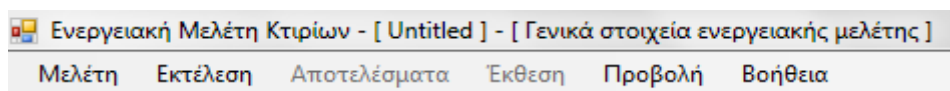
1. Στο αριστερό τμήμα της οθόνης υπάρχει ένα δέντρο πλοήγησης με το οποίο ο χρήστης «ορίζει» το προς μελέτη κτήριο ή τμήμα κτηρίου. Κάθε στοιχείο του κτηρίου (π.χ. κέλυφος, συστήματα) είναι διαθέσιμο (δηλαδή ενεργοποιείται) απλά και μόνο όταν το επιλέξει ο χρήστης.
2. Στο δεξί τμήμα της οθόνης, ανάλογα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

The screenshot shows the 'Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων' software interface. The title bar reads 'Ενεργειακή Μελέτη Κτιρίων - [Untitled] - [Γενικά στοιχεία ενεργειακής μελέτης]'. The menu bar includes 'Μελέτη', 'Εκτέλεση', 'Αποτελέσματα', 'Έκθεση', 'Προβολή', and 'Βοήθεια'. On the left, a tree view shows 'Ενεργειακή μελέτη' and 'Κτίριο'. The main area is titled 'Γενικά στοιχεία κτηρίου' and contains several input fields: 'Χρήση κτηρίου:' (with a dropdown menu), 'ΚΑΕΚ:', 'Όνομα ιδιοκτήτη:', 'Ιδιοκτησιακό καθεστώς:' (with a dropdown), 'Ταχυδρομική διεύθυνση:', 'Στοιχεία επικοινωνίας υπεύθυνου:' (with a dropdown), and 'Όνοματεπώνυμο:', 'Τηλέφωνο / Φαξ:', and 'Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:'. Below these fields is a table with columns: 'Πολεοδομικό γραφείο έκδοσης οικοδομικής άδειας', 'Έτος', 'Αριθμός', 'Έτος ολοκλήρωσης', and 'Τύπος'. The first row of the table is highlighted in blue. At the bottom, there are checkboxes for 'Κλιματολογικά δεδομένα' and 'Υψόμετρο πάνω από 500 (m)', and a 'Ζώνη:' dropdown menu.

Σχήμα 4.1. Μάσκα εισαγωγής δεδομένων – Γενικά στοιχεία κτηρίου.

4.3. Κατάλογος επιλογών

Με την έναρξη του λογισμικού εμφανίζεται η αρχική οθόνη που περιλαμβάνει το βασικό κατάλογο επιλογών (μενού) όπως τα περισσότερα λογισμικά σε περιβάλλον παραθύρων (windows), καθώς και την γραμμή εργαλείων όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα:



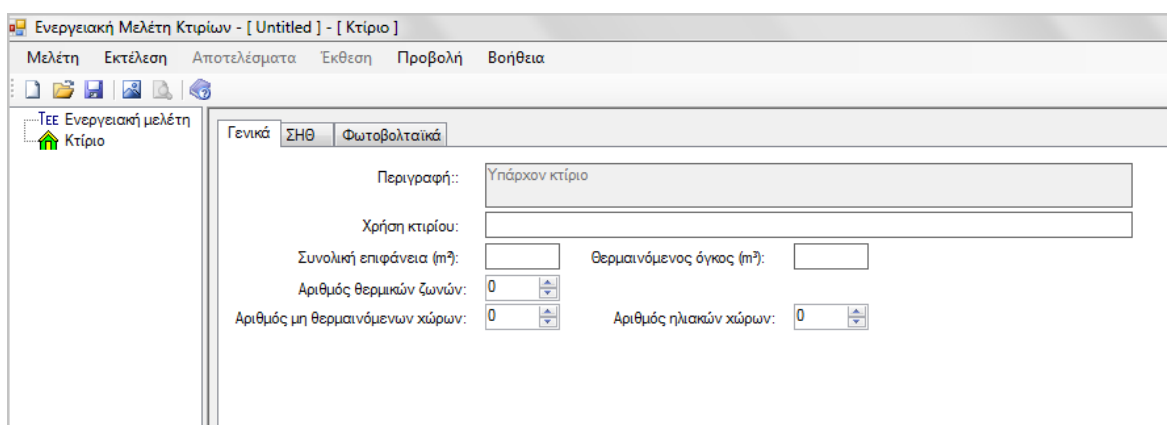
Ο κατάλογος επιλογών (μενού) στη βασική οθόνη του λογισμικού περιλαμβάνει τις ακόλουθες επιλογές:

1. Μελέτη
2. Εκτέλεση
3. Αποτελέσματα
4. Έκθεση
5. Προβολή
6. Βοήθεια

4.4. Δεδομένα κτηρίου

Στην προηγούμενη οθόνη "Γενικά Στοιχεία Κτηρίου", ο μελετητής συμπληρώνει βασικά τη χρήση του κτηρίου ή του υπό μελέτη τμήματός του, καθώς και την περιοχή στην οποία βρίσκεται το κτήριο, έτσι ώστε να συμπληρωθεί αυτόματα η κλιματολογική ζώνη στην οποία ανήκει.

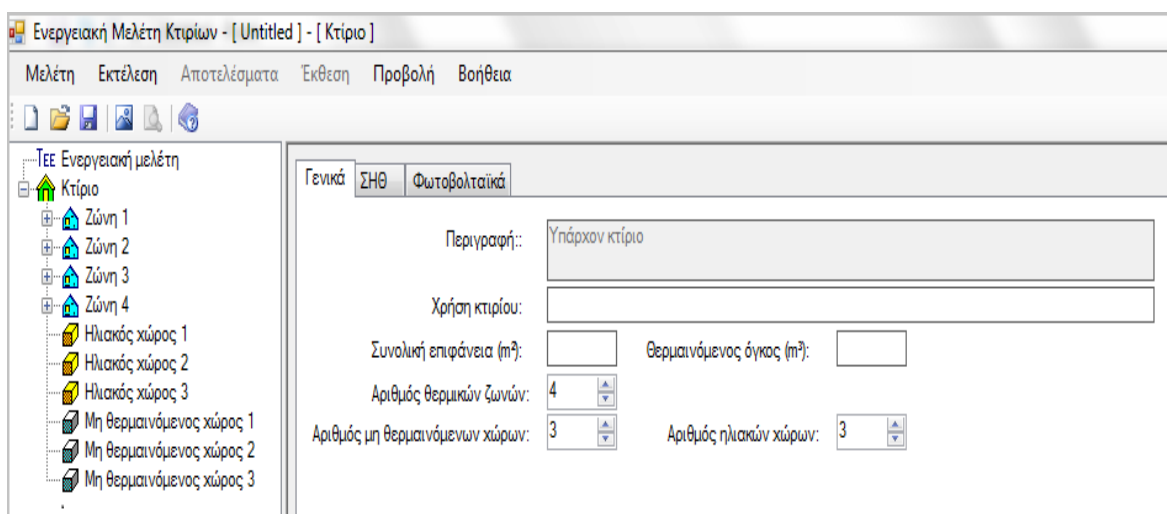
Στην ακόλουθη οθόνη, "Κτήριο", ο μελετητής συμπληρώνει κάποια βασικά στοιχεία του κτηρίου, πάνω στα οποία θα βασιστεί στη συνέχεια ολόκληρη η μελέτη. Είναι το σημείο στο οποίο ξεκινά να «χτίζεται» ουσιαστικά το κτήριο και διαμορφώνεται με αυτό το τρόπο το δέντρο του αριστερού τμήματος της οθόνης.



Σχήμα 4.2. Γενικά στοιχεία κτηρίου – Τεχνικά χαρακτηριστικά Σ.Η.Θ. και φωτοβολταϊκών συστημάτων.

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

Παρακάτω φαίνεται πως διαμορφώνεται το «δέντρο» του κτηρίου, 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 κτηρίου στην αντίστοιχη μάσκα που εμφανίζεται στο δεξί μέρος της οθόνης.



Σχήμα 4.3. Σχηματισμός "δέντρου" κτηρίου.

Η γενική δομή για την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό για το προς μελέτη κτήριο φαίνεται πιο κάτω:

Ενεργειακή επιθεώρηση		Γενικά στοιχεία
		Κλιματολογικά δεδομένα
Κτίριο		Γενικά
		Υδρευση, Αποχέτευση, Άρδευση
		Ανελκυστήρες
		Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
		Φωτοβολταϊκά
		Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος
	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
		ZNX
		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

Για κάθε κτήριο ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Τουλάχιστον μια (1) Θερμική Ζώνη (Θερμαινόμενος Χώρος).
- Κανέναν ή περισσότερους Μη Θερμαινόμενους Χώρους.
- Κανέναν ή περισσότερους Ηλιακούς Χώρους.
- Κανένα ή περισσότερα Φωτοβολταϊκά συστήματα.
- Κανένα ή περισσότερα συστήματα Σ.Η.Θ.

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 Z.N.X.
- Μια ή περισσότερες Κ.Κ.Μ. (Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες), για κτήρια του τριτογενή τομέα.
- Καμία ή περισσότερες Κ.Κ.Μ. (Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες), για κτήρια του οικιακού τομέα.
- Ένα (1) σύστημα φωτισμού (για κτήρια του τριτογενή τομέα).
- Κανένα ή ένα (1) σύστημα ύγρανσης.
- Καμία ή μια (1) εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (για Z.N.X. ή/και θέρμανση χώρων).

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

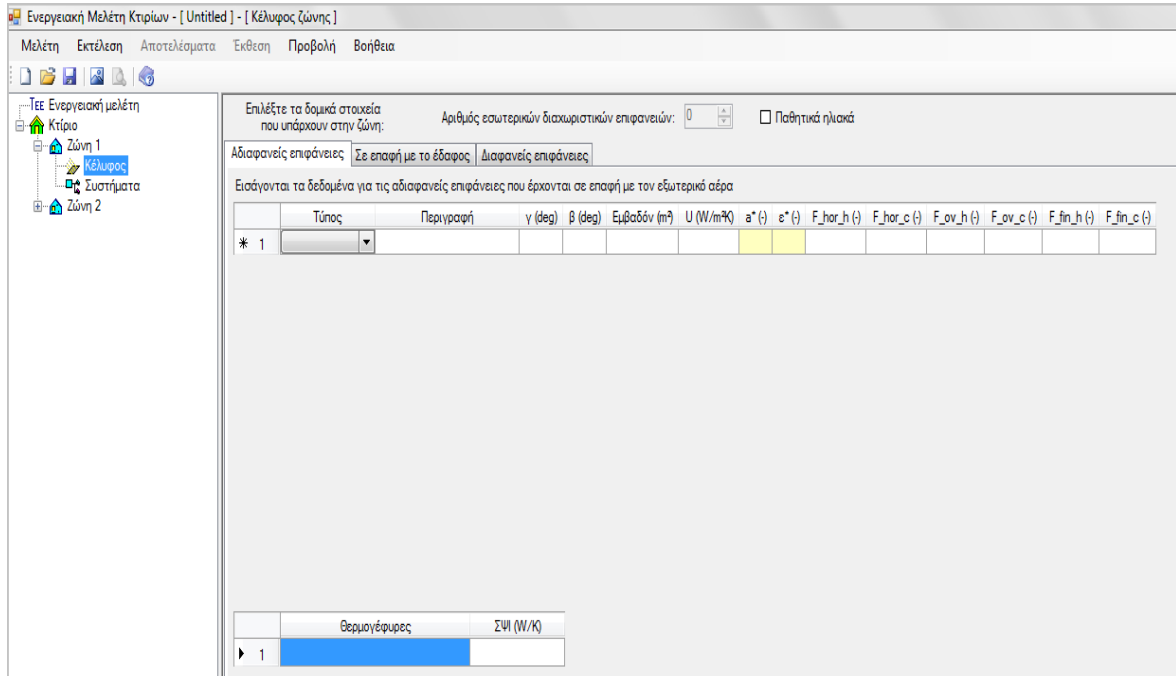
- Ένα (1) ή περισσότερα συστήματα παραγωγής (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας).
- Ένα (1) σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα (κλάδοι διανομής) εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα διανομής.
- Ένα (1) σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής (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).

4.5. Δεδομένα Θερμικής Ζώνης

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

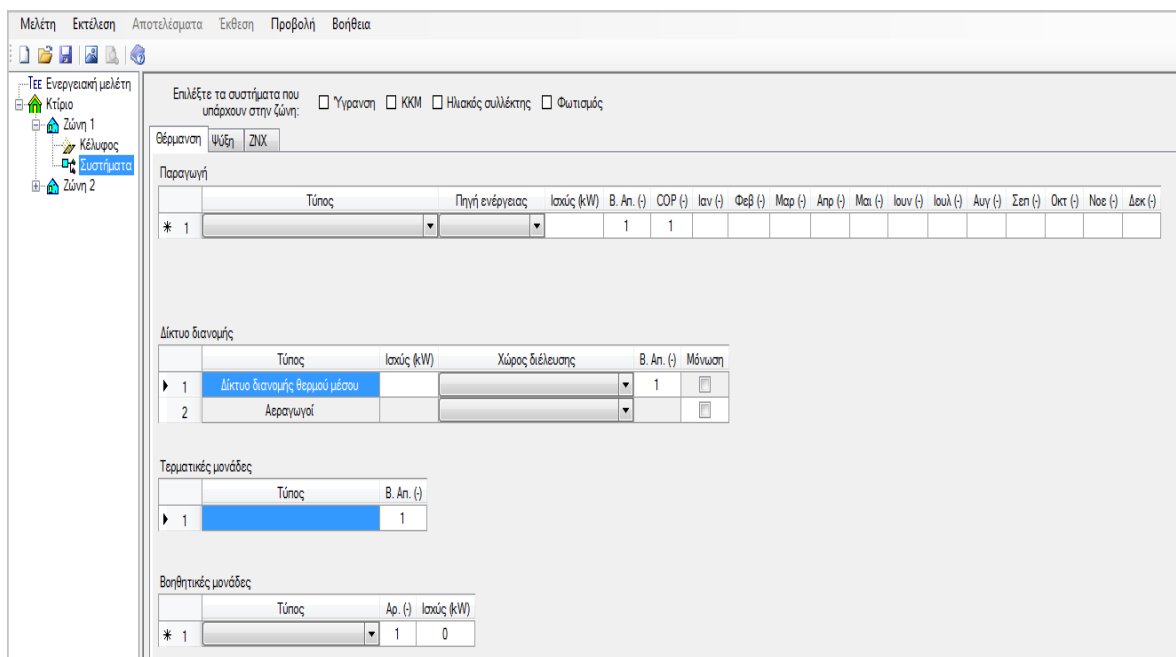
Σχήμα 4.4. Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης.

Συγκεκριμένα, αναφορικά με το κέλυφος της, πρέπει να συμπληρωθούν στοιχεία σχετικά με τις εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες της θερμικής ζώνης με τους μη θερμαινόμενους χώρους ή ηλιακούς χώρους, για τα παθητικά ηλιακά συστήματα (αν διαθέτει), καθώς και για τις αδιαφανείς επιφάνειες της ζώνης, τις επιφάνειες της σε επαφή με το έδαφος και τις διαφανείς της επιφάνειες.



Σχήμα 4.5. Στοιχεία κελύφους θερμικής ζώνης.

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



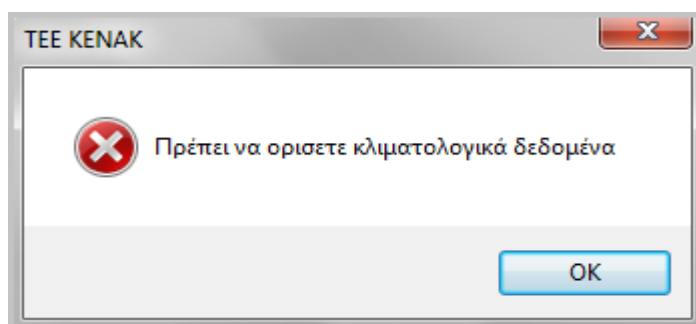
Σχήμα 4.6. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων θερμικής ζώνης.

4.6. Δεδομένα μη θερμαινόμενου ή ηλιακού χώρου

Για κάθε μη θερμαινόμενο και ηλιακό χώρο, συμπληρώνονται κάποια βασικά στοιχεία τους σχετικά με τις αδιαφανείς τους επιφάνειες, τις επιφάνειές τους σε επαφή με το έδαφος και τις διαφανείς τους επιφάνειες όπως και στη περίπτωση του κελύφους μιας θερμικής ζώνης.

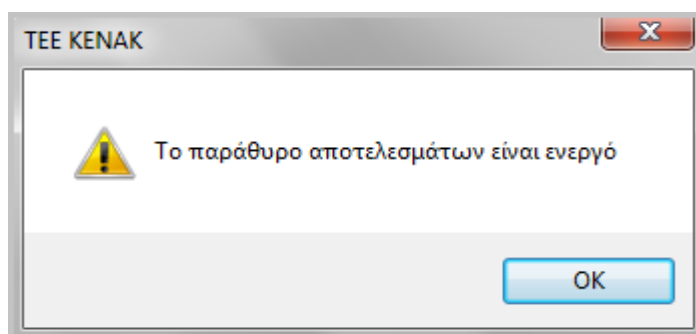
4.7. Υπολογισμοί και αποτελέσματα

Αφού έχουν συμπληρωθεί όλα τα στοιχεία του κτηρίου 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 κτηρίου και την ενεργειακή του κατάσταση. 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.:



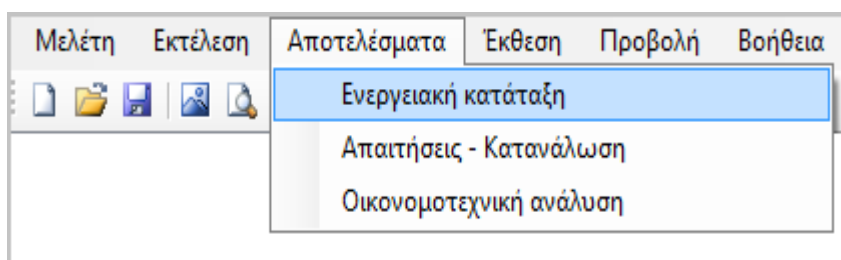
Σχήμα 4.7. Μήνυμα ελλιπούς καταχώρησης δεδομένων.

Αν η καταχώρηση των δεδομένων είναι πλήρης τότε παρουσιάζεται το εξής μήνυμα:



Σχήμα 4.8. Μήνυμα πλήρους καταχώρησης δεδομένων – Ένδειξη ότι τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα.

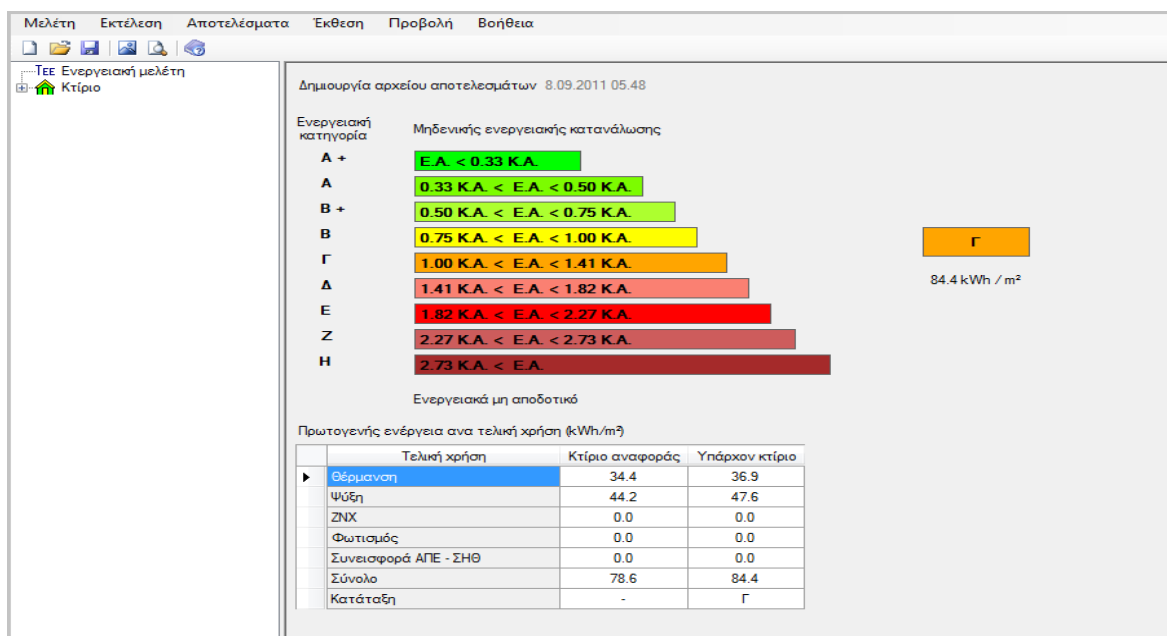
Κατόπιν, τα αποτελέσματα της μελέτης είναι διαθέσιμα και μπορούν να εμφανιστούν με την επιλογή «Αποτελέσματα» και την εκ νέου επιλογή της κατηγορίας των αποτελεσμάτων που είναι επιθυμητό να εμφανιστούν, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Σχήμα 4.9. Κατηγορίες αποτελεσμάτων.

4.8. Ενεργειακή κατάσταση

Με την επιλογή αυτή, εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου καθώς επίσης και ένας συγκριτικός πίνακας με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ., φωτισμός και συνεισφορά από Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.) για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς.



Σχήμα 4.10. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη.

Απαιτήσεις – Κατανάλωση

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

- Τις *ενεργειακές απαιτήσεις* (kWh/m²). Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και Ζ.Ν.Χ.
- Την *ενεργειακή κατανάλωση* (kWh/m²). 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 βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους θερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
 - Συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για Ζ.Ν.Χ. (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για Ζ.Ν.Χ.),
 - Φωτισμό
 - Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β (η οποία αφαιρείται από την συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας) και
 - Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια													
Γεε Ενεργειακή μελέτη													
Κτήριο													
Υπάρχον κτήριο													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	5.6	4.4	2.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	18.1
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	17.6	23.2	22.9	7.2	0.0	0.0	0.0	75.9
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	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
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9.4	7.5	5.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.8	31.1
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	0.9	3.3	4.3	4.3	1.3	0.0	0.0	0.0	14.1
ZNX	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
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	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	9.4	7.5	5.0	0.5	0.9	3.3	4.3	4.3	1.3	0.0	1.9	6.8	45.2
Πηγή ενέργειας													
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)												
	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)												
Ηλεκτρισμός	16.6												16.4
Πετρέλαιο	28.6												7.6
Φυσικό αέριο	0.0												0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0												0.0
Ηλιακή	0.0												0.0
Βιομάζα	0.0												0.0
Γεωθερμία	0.0												0.0
Άλλα ΑΠΕ	0.0												0.0
Σύνολο	45.2												24.0

Σχήμα 4.11. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις.

- Τις εκπομπές CO₂ (kg/m²). Εμφανίζονται οι μηνιαίες και οι ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO₂.
- Την κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²). Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο μελετητής στα διάφορα συστήματα του κτηρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες Α.Π.Ε., καθώς επίσης και τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση και εκπομπές CO₂ ανά είδος καυσίμου.

4.9. Οικονομοτεχνική ανάλυση

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

- *Λειτουργικό κόστος (€)*. Εμφανίζεται το ετήσιο λειτουργικό κόστος του κτηρίου ανάλογα με της πηγές ενέργειας που έχουν εισαχθεί.
- *Αρχικό κόστος επένδυσης, (€)*. Εμφανίζεται το συνολικό κόστος του εκάστοτε σεναρίου εξοικονόμησης ενέργειας που έχει προταθεί. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή, αλλά ούτε και οι επόμενες
- *Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, (kWh/m²)*. Εμφανίζεται η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας του σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτήριο.
- *Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, (%)*. Εμφανίζεται το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτήριο.
- *Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας, (€/kWh)*. Εμφανίζεται ο λόγος του αρχικού κόστους επένδυσης προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια.
- *Ετήσια μείωση εκπομπών CO₂, (kg/m²)*. Εμφανίζεται η ετήσια μείωση των εκπομπών CO₂ του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτήριο.
- *Περίοδος αποπληρωμής, (έτη)*. Εμφανίζεται η απλή περίοδος αποπληρωμής για το συγκεκριμένο σενάριο.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή μελέτη
Κτίριο

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

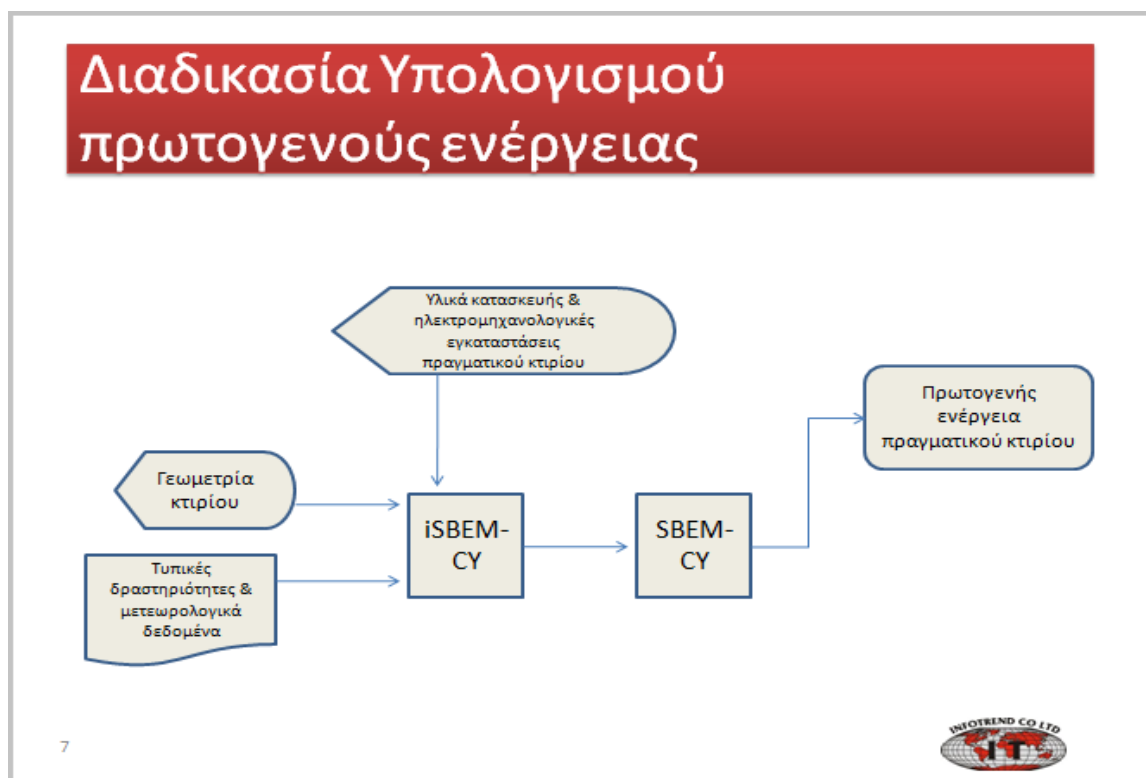
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Λειτουργικό κόστος (€)	527.7	509.0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)		
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)		
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)		
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)		
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)		

Σχήμα 4.12. Αποτελέσματα – Οικονομοτεχνική ανάλυση.

5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SBEM-CY

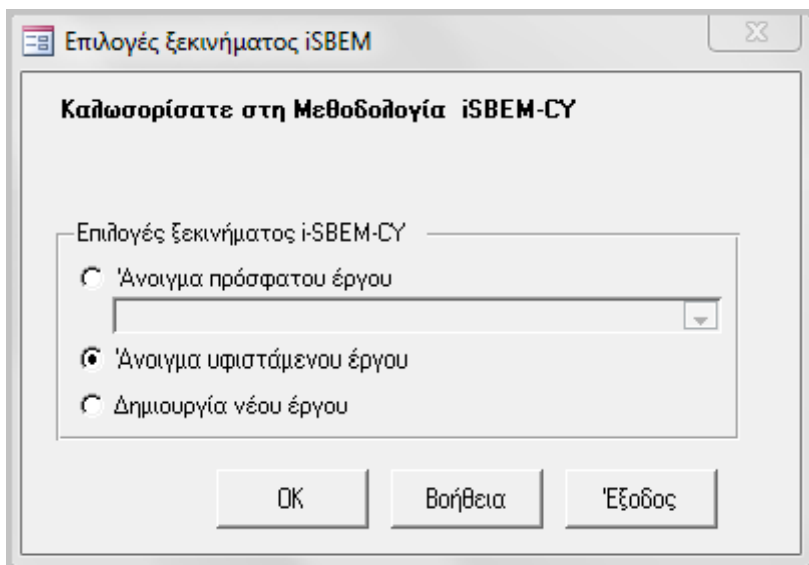
Το λογισμικό SBEM και η διεπαφή του (interface) iSBEM, αναπτύχθηκαν από την Infotrend Innovations Co. Ltd και την B.R.E. (Building Research Establishment) και υπολογίζει την ενεργειακή απόδοση κτηρίων με βάση την Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση κτηρίων (E.P.B.D. – Energy Performance of Building Directive) 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Το λογισμικό υπολογίζει την πρωτογενή ενέργεια του κτηρίου και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ και δίνει το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσής του (Π.Ε.Α.). Στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες, τις εσωτερικές συνθήκες και πολλές άλλες παραμέτρους. Το λογισμικό, που είναι δομημένο σε περιβάλλον παραθύρων (windows), μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα ευρύ φάσμα επιστημόνων όπως:

- Αρχιτέκτονες
- Πολιτικούς μηχανικούς
- Μηχανολόγους μηχανικούς
- Ηλεκτρολόγους μηχανικούς
- Ενεργειακούς επιθεωρητές



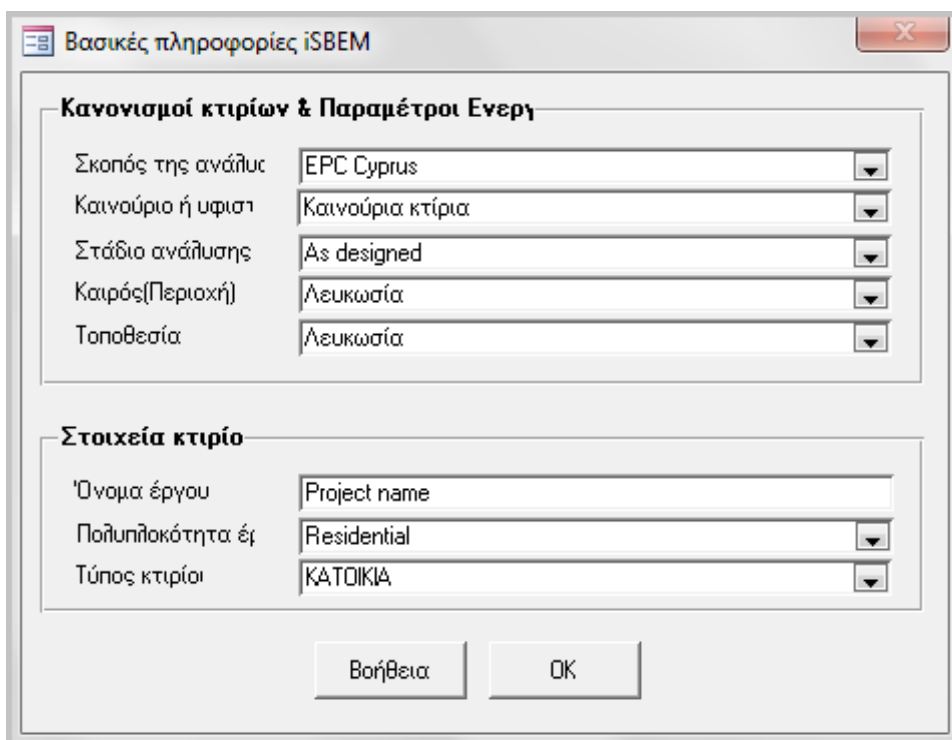
Σχήμα 5.1. Τρόπος υπολογισμού της πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου από το λογισμικό SBEM-CY μέσω της διεπαφής του iSBEM-CY.

Μετά την εγκατάσταση του λογισμικού στον υπολογιστή θα εμφανιστούν τρεις επιλογές (Σχήμα 5.2) που αφορούν στο αν πρόκειται για δημιουργία νέου έργου, ή σε περίπτωση που το λογισμικό είναι ήδη εγκατεστημένο στον υπολογιστή, σε άνοιγμα πρόσφατων ή υφιστάμενων έργων.



Σχήμα 5.2. Επιλογές ξεκινήματος στο iSBEM-CY.

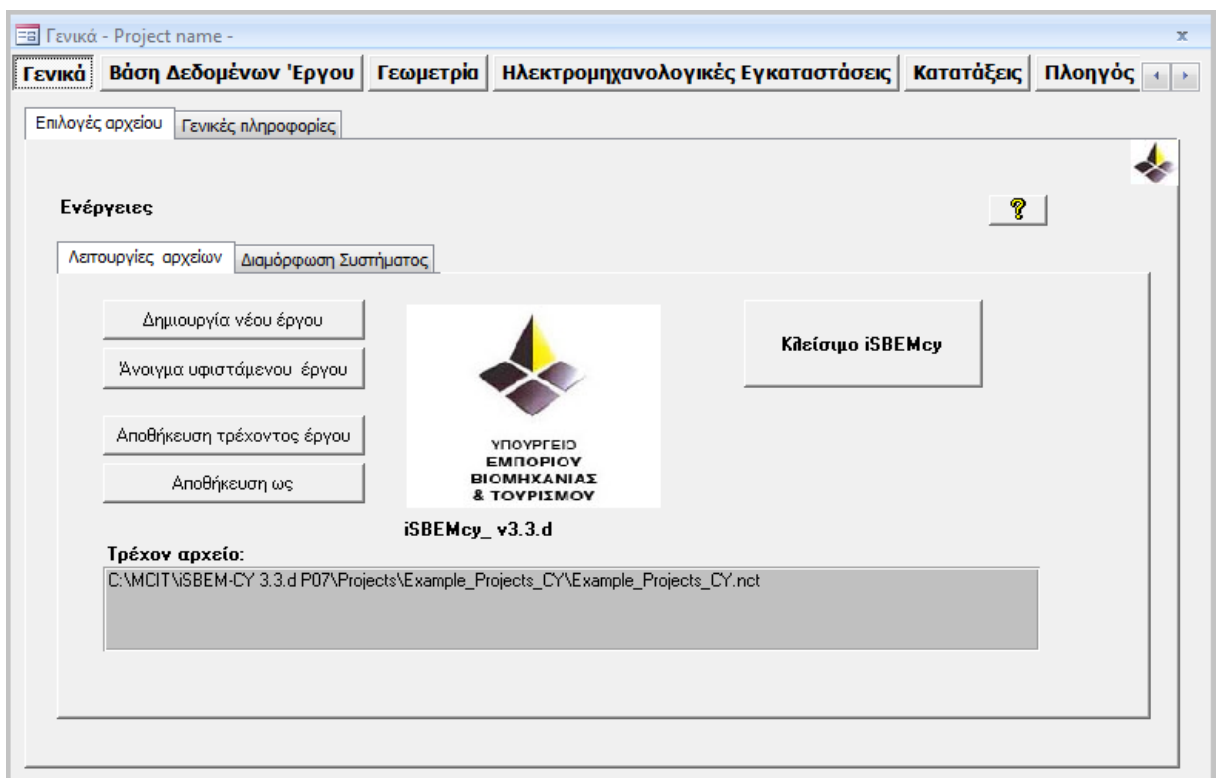
Στην περίπτωση δημιουργίας νέου έργου, εμφανίζεται νέο παράθυρο (Σχήμα 5.3) όπου πρέπει να σημειωθούν οι πληροφορίες σχετικά με το υπόψη έργο, όπως π.χ. το όνομα του έργου, ο τύπος του κτηρίου (κατοικία, μη-κατοικία), η τοποθεσία στην οποία βρίσκεται το κτήριο που πρόκειται να μελετηθεί, αν πρόκειται για καινούριο ή υφιστάμενο κτήριο κ.ά.



Σχήμα 5.3. Βασικές πληροφορίες για το κτήριο.

Η βασική οθόνη (μενού) του iSBEM-CY (Σχήμα 5.4) δίνει πρόσβαση σε έξι βασικές επιλογές (φόρμες), κάθε μια από τις οποίες όπως θα φανεί και στη συνέχεια αποτελείται από διάφορες επιλογές και υποεπιλογές:

- Γενικά
- Βάση δεδομένων έργου
- Γεωμετρία
- Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
- Κατατάξεις
- Πλοηγός κτηρίου



Σχήμα 5.4. Οι έξι βασικές επιλογές (Φόρμες) του λογισμικού iSBEM-CY

Να σημειωθεί ότι ο χρήστης μπορεί να μεταβεί σε οποιαδήποτε επιλογή του λογισμικού απλά επιλέγοντάς την. Ανοίγοντας μια επιλογή, εμφανίζεται το αντίστοιχο παράθυρό της, με όλα τα στοιχεία και παραμέτρους που πρέπει να εισαχθούν.

Σε κάθε φόρμα υπάρχουν διάφορες επιλογές και υποεπιλογές. Για παράδειγμα στην φόρμα του πιο πάνω σχήματος οι επιλογές είναι οι «Επιλογές αρχείου» και «Γενικές πληροφορίες» και οι υποεπιλογές της συγκεκριμένης επιλογής (στην περίπτωση μας είναι η «Επιλογές αρχείου») είναι οι «Λειτουργίες αρχείων» και η «Διαμόρφωση συστήματος». Στην περίπτωση που διαλέξουμε την επιλογή «Γενικές πληροφορίες» οι υποεπιλογές όπως θα φανεί στη συνέχεια, θα ήταν:

- Στοιχεία έργου
- Στοιχεία κτηρίου
- Στοιχεία ειδικευμένου εμπειρογνώμονα και
- Στοιχεία ενοίκου

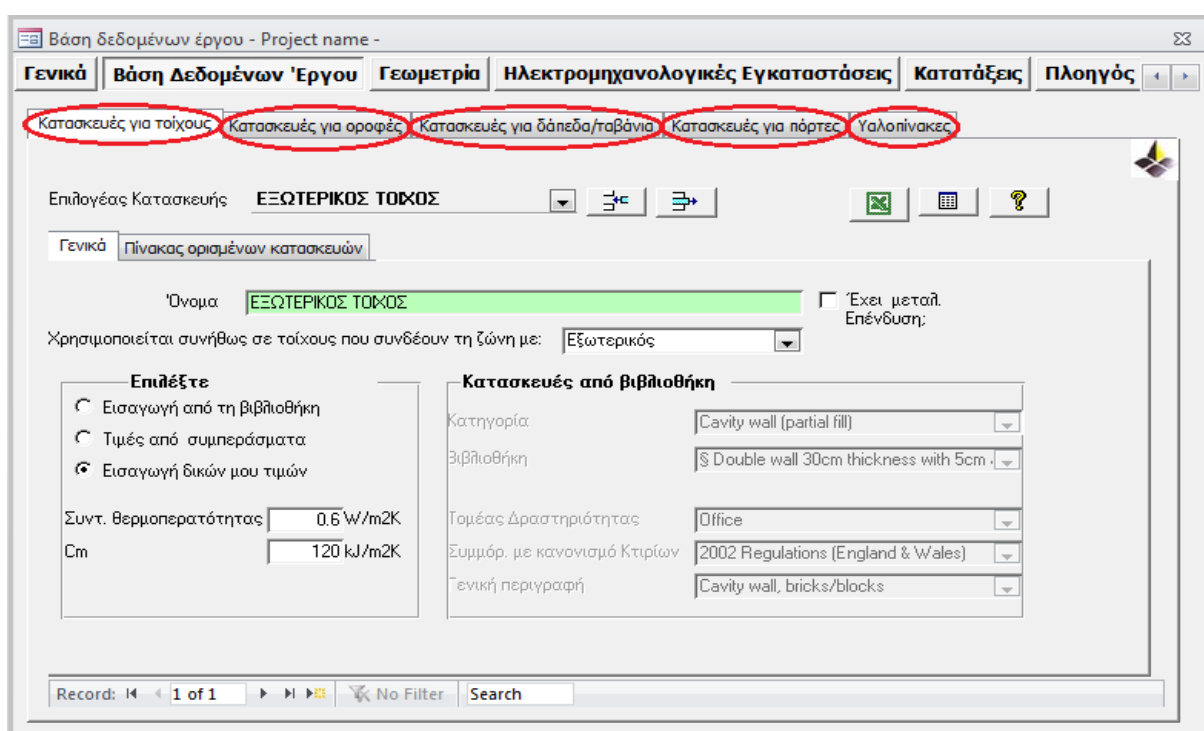
5.1. Βάση Δεδομένων Έργου

Η κύρια επιλογή Βάση δεδομένων (Σχήμα 5.5) αποτελείται από πέντε επιλογές:

- Κατασκευές για τοίχους
- Κατασκευές για οροφές
- Κατασκευές για δάπεδα/ταβάνια
- Κατασκευές για πόρτες
- Υαλοπίνακες

κάθε μια από τις οποίες περιλαμβάνει δύο υποεπιλογές:

- Γενικά
- Πίνακας ορισμένων κατασκευών



Σχήμα 5.5. Βάση Δεδομένων Έργου στο λογισμικό iSBEM-CY

Σε αυτή την επιλογή ορίζονται όλα τα είδη κατασκευών για τοίχους, οροφές, δάπεδα, ταβάνια, πόρτες και υαλοπίνακες. Δημιουργείται δηλαδή μέσω αυτής, μια βάση δεδομένων για τους τύπους κατασκευών που θα χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη του κτηρίου· για παράδειγμα, αν υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη υαλοπινάκων που θα χρησιμοποιηθούν στο υπό μελέτη κτήριο, εισάγονται τα χαρακτηριστικά τους, κ.ο.κ.

Στην υποεπιλογή Γενικά εισάγονται οι πληροφορίες για κάθε ένα από τους διαφορετικούς τύπους κατασκευών (πόρτες, υαλοπίνακες, οροφές κ.λπ.), δηλαδή, το όνομα της κατασκευής (μοναδικό για κάθε κατασκευή), ο συντελεστής θερμοπερατότητας U και ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας C_m , χρησιμοποιώντας είτε τιμές από τη βιβλιοθήκη του λογισμικού, (αφού προηγουμένως ο χρήστης έχει εισάγει συγκεκριμένες τιμές), είτε τιμές που εισάγει ο χρήστης (που προκύπτουν από υπολογισμούς και συλλογή συγκεκριμένων στοιχείων).

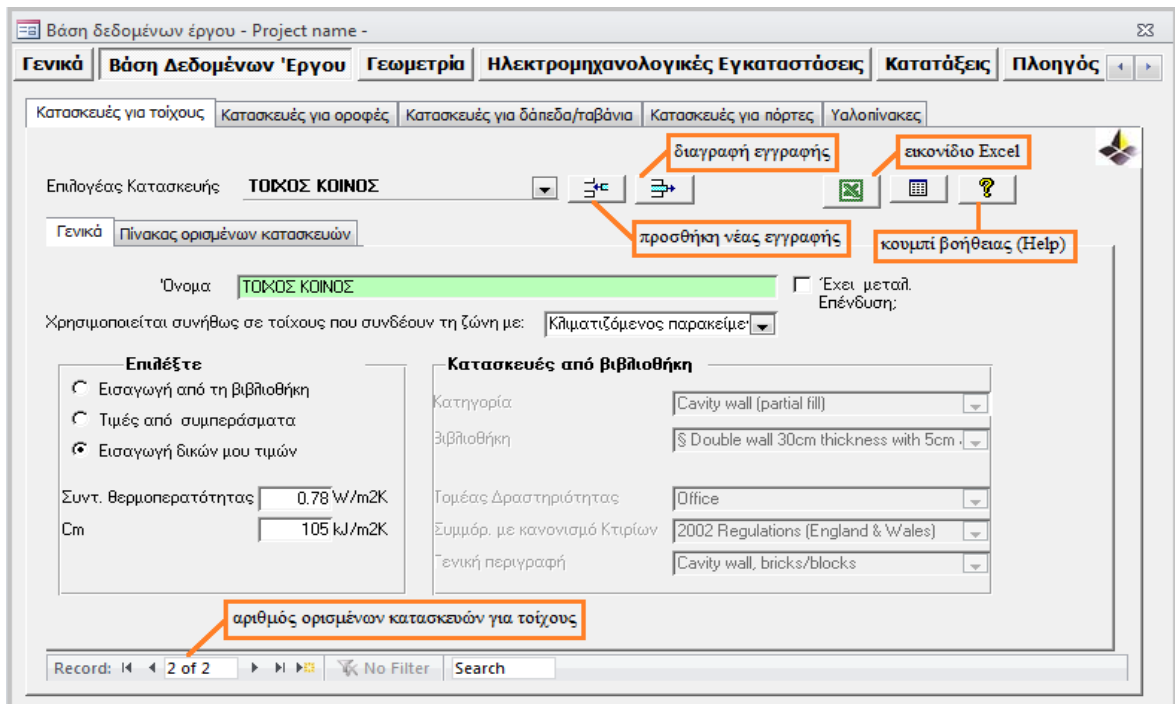
Σε αυτή τη φόρμα δηλώνεται επίσης και με ποιο τρόπο συνδέουν οι κατασκευές που ορίστηκαν, γενικά ή κατά κύριο λόγο, τη ζώνη με το γειτονικό χώρο. Οι επιλογές αυτές είναι:

- ❖ Εξωτερικός χώρος
- ❖ Ισχυρά αεριζόμενος χώρος
- ❖ Μη κλιματιζόμενος παρακείμενος χώρος
- ❖ Κλιματιζόμενος παρακείμενος χώρος
- ❖ Έδαφος

Στο προηγούμενο σχήμα (Σχήμα 5.5) ορίζεται ένα είδος τοιχοποιίας με όνομα «Εξωτερικός Τοίχος», που θα χρησιμοποιηθεί σε τοίχους που συνδέουν την εκάστοτε ζώνη με το εξωτερικό περιβάλλον, έχει συντελεστή θερμοπερατότητας $U=0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ και συντελεστή θερμοχωρητικότητας $C_m=120 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Για εισαγωγή νέου τύπου κατασκευής π.χ. «Τοίχος Κοινός», χρησιμοποιείται το κουμπί Προσθήκη νέας εγγραφής (Σχήμα 5.6), και ακολούθως εισάγονται τα χαρακτηριστικά του κατά τα γνωστά. Στο εν λόγω σχήμα φαίνονται και οι λειτουργίες των κουμπιών που υπάρχουν στην φόρμα αυτή, δηλαδή:

- ❖ Προσθήκη νέας εγγραφής
- ❖ Διαγραφή υπάρχουσας εγγραφής
- ❖ Εικονίδιο Excel: με τη χρήση αυτού του κουμπιού το λογισμικό σε μεταφέρει σε ένα παράθυρο του γνωστού προγράμματος Microsoft Excel, όπου μπορούν να υπολογιστούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας και θερμοχωρητικότητας των κατασκευών (U και C_m αντίστοιχα).
- ❖ Εικονίδιο βοήθειας Help



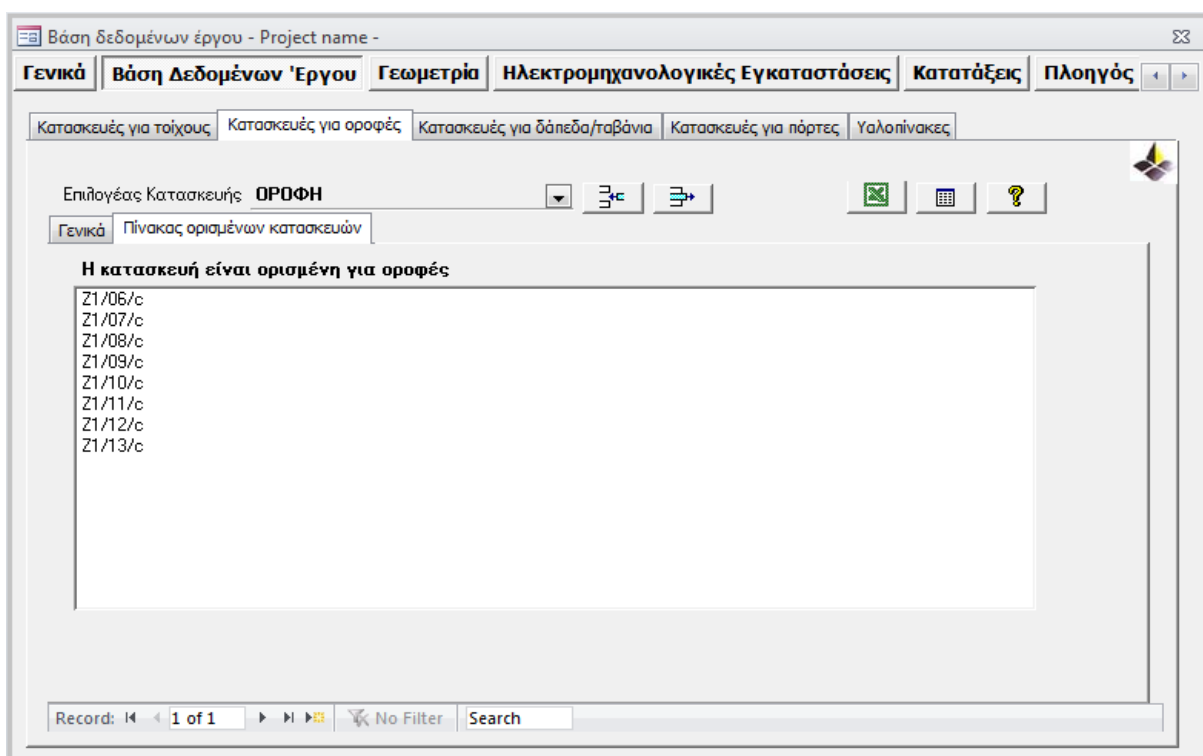
Σχήμα 5.6. Λειτουργίες των διάφορων κουμπιών που υπάρχουν στη φόρμα Βάση Δεδομένων Έργου.

Στην ετικέτα Υαλοπίνακες οι παραμέτροι που πρέπει να εισαχθούν, πέραν του συντελεστή θερμοπερατότητας U, είναι οι T-ηλιακό και L-ηλιακό όπου:

- ❖ T-ηλιακό ή T-solar: η μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά διαμέσου ενός μή σκιασμένου κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό.
- ❖ L-ηλιακό ή L-solar: η μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά διαμέσου ενός συστήματος υαλοπινάκων, προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό.

Οι συντελεστές μετάδοσης της ηλιακής ενέργειας που δίνονται από τους κατασκευαστές υαλοπινάκων, αφορούν συνήθως υαλοπίνακες, στους οποίους η πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε αυτούς είναι κάθετη. Εντούτοις, επειδή το λογισμικό SBEM-CY χρησιμοποιεί τη μηνιαία μέθοδο για τους υπολογισμούς του, ο συντελεστής T-ηλιακό υπολογίζεται κατά μέσο όρο για όλες της γωνίες πρόσπτωσης. Αποδεχόμενοι μερικές απλοποιήσεις, το SBEM-CY λαμβάνει το συντελεστή T-ηλιακό ίσο με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας.

Η υποεπιλογή Πίνακας Ορισμένων Κατασκευών περιέχει ένα κατάλογο όλων των στοιχείων του κελύφους του κτηρίου, (ο κατάλογος αυτός δημιουργείται από το λογισμικό μετά την εισαγωγή όλων των δεδομένων και το τρέξιμο του αρχείου) στο οποίο έχουν οριστεί οι κατασκευές για τοίχους, οροφές, δάπεδα/ταβάνια, πόρτες και υαλοπίνακες. Για παράδειγμα στο επόμενο σχήμα, η οροφή που ορίστηκε, υπάρχει στις ζώνες 6 - 13 του πρώτου ορόφου του κτηρίου. Ο κατάλογος του σχήματος δεν μπορεί να επεξεργαστεί και χρησιμοποιείται μόνο για επαλήθευση των δεδομένων που εισήχθησαν.



Σχήμα 5.7. Πίνακας ορισμένων κατασκευών.

5.2. Γεωμετρία

Η φόρμα Γεωμετρία (Σχήμα 5.8) αποτελείται από τις ακόλουθες επιλογές:

- Έργο
- Ζώνες
- Κέλυφος
- Πόρτες
- Παράθυρα και φεγγίτες

κάθε μια από τις οποίες περιλαμβάνει διάφορες υποεπιλογές που θα αναλυθούν στα επόμενα.

The screenshot shows the 'Γεωμετρία' (Geometry) tab in the SBEM-CY software. The interface includes a navigation bar with tabs for 'Γενικά', 'Βάση Δεδομένων Έργου', 'Γεωμετρία', 'Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις', 'Κατατάξεις', and 'Πλοηγός'. Below the navigation bar, there are sub-tabs for 'Έργο', 'Ζώνες', 'Κέλυφος', 'Πόρτες', and 'Παράθυρα και Φεγγίτες'. The main content area is titled 'Γεωμετρικές πληροφορίες όλου του έργου' and contains several input fields and checkboxes. On the left, there are fields for 'Διείσδυση αέρα στο κτήριο(Γενικά)' with a value of 25.3/h/m2, 'Προσανατολισμός', and 'Δεξιόστροφη περιστροφή κτηρίου' set to 0. On the right, there are fields for 'Στοιχεία κτηρίου' including 'Ύψος ζώνης(Γενικό)' in meters, 'Εμβαδό κτηρίου', and 'Όγκος κτηρίου'. A red label 'Ολικό εμβ. ζωνών τώρα:' is visible. At the bottom right, there are two radio buttons: 'Επιτρέψτε στο iSBEM να υπολογίσει τον όγκο' (checked) and 'Χρησιμοποίηση δικών μου τιμών' with a value of m3.

Σχήμα 5.8. Φόρμα Γεωμετρία στο λογισμικό SBEM-CY.

Σε αυτή τη φόρμα ο χρήστης δημιουργεί τις ζώνες που υπάρχουν στο κτήριο (ορίζοντας τις με τον ίδιο τρόπο που εισάγονταν οι κατασκευές στη φόρμα Βάση Δεδομένων Έργου που αναλύθηκε στα προηγούμενα), εισάγει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους, όπως εμβαδό και ύψος ζώνης, τους συντελεστές γραμμικών θερμογεφυρών Ψ της κάθε ζώνης, τη δραστηριότητα της κάθε ζώνης αλλά και το σύστημα HVAC που την εξυπηρετεί (εάν έχει οριστεί πρώτα στην ετικέτα «Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις»). Στη συνέχεια καθορίζεται το κέλυφος κάθε ζώνης, δηλαδή οι τοίχοι, οι οροφές, οι πόρτες, οι υαλοπίνακες, ο προσανατολισμός και το εμβαδό των στοιχείων του κελύφους, καθώς και τα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων.

Το άθροισμα των εμβαδών όλων των ζωνών που υπάρχουν στο υπό μελέτη κτήριο ισούται με το ολικό εμβαδό του κτηρίου.

Η επιλογή Έργο περιλαμβάνει δύο υποεπιλογές:

- Γενικά/Γεωμετρία
- Θερμογέφυρες

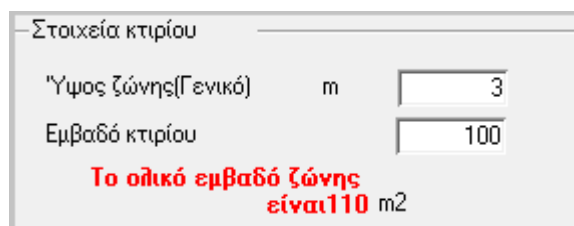
Στην υποεπιλογή Γενικά/Γεωμετρία υπάρχουν 5 στοιχεία που πρέπει να εισαχθούν στο πρόγραμμα (βλέπε Σχήμα 5.8).

Η διείσδυση αέρα στο κτήριο (διαπερατότητα αέρα στα 50Pa) είναι προεπιλεγμένη τιμή από το λογισμικό και ορίζεται για όλες τις ζώνες ίση με $25 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$. Η τιμή αυτή δεν μπορεί να αλλάξει.

Η παράμετρος περιστροφή κτηρίου εκφράζει τη δεξιόστροφη περιστροφή σε μοίρες, του κτηρίου από το βορρά. Για παράδειγμα μια δεξιόστροφη περιστροφή 45° θα άλλαζε τους βορινούς τοίχους σε βορειοανατολικούς με βάση το αρχικό σύστημα συντεταγμένων. Χρησιμοποιείται σε περίπτωση που υπάρχει η ανάγκη να διαμορφωθεί ένα κτήριο όμοιο αλλά με διαφορετικό προσανατολισμό από το αρχικό.

Εισάγεται επίσης το γενικό ύψος της κάθε ζώνης του κτηρίου, η τιμή του οποίου μπορεί, είτε να χρησιμοποιηθεί για όλες τις ζώνες, είτε να εισάγεται μια νέα τιμή ύψους για κάθε αντίστοιχη ζώνη.

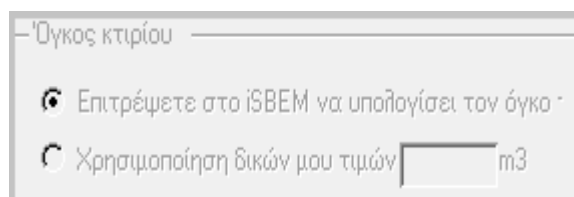
Επίσης εισάγεται και το ολικό εμβαδό του κτηρίου, το οποίο ορίζεται ως το άθροισμα των εμβαδών όλων των ζωνών που υπάρχουν στο κτήριο. Αυτό το πεδίο είναι καθαρά για σκοπούς ελέγχου εισαγωγής δεδομένων μόνο, δηλαδή η τιμή που εισάγεται δεν χρησιμοποιείται σε οποιοδήποτε μέρος του υπολογισμού. Σε περίπτωση που η τιμή που εισήχθηκε δεν ισούται με το άθροισμα όλων των ζωνών του κτηρίου εμφανίζεται μια προειδοποίηση με κόκκινα γράμματα.



Στοιχεία κτηρίου	
Υψος ζώνης(Γενικό)	m 3
Εμβαδό κτηρίου	100
Το ολικό εμβαδό ζώνης είναι 110 m²	

Σχήμα 5.9. Προειδοποίηση λάθους εισαγωγής ολικού εμβαδού ζώνης (κόκκινο χρώμα)

Η τελευταία παράμετρος αφορά τον συνολικό όγκο του κτηρίου. Ο όγκος του κτηρίου υπολογίζεται απευθείας από το λογισμικό (προεπιλεγμένη τιμή) και ως εκ τούτου δεν μπορούμε να κάνουμε τροποποιήσεις.



Όγκος κτηρίου	
<input checked="" type="radio"/> Επιτρέψτε στο iSBEM να υπολογίσει τον όγκο	
<input type="radio"/> Χρησιμοποίηση δικών μου τιμών	m ³

Σχήμα 5.10. Πεδίο υπολογισμού όγκου κτηρίου απευθείας από το λογισμικό (προεπιλεγμένη τιμή)

Η δεύτερη υποεπιλογή, αφορά τις τιμές των διάφορων συντελεστών γραμμικών θερμογεφυρών Ψ του κτηρίου. Από εδώ υπάρχει η δυνατότητα να οριστούν οι γενικές τιμές των συντελεστών αυτών, που θα ισχύουν για όλες τις ζώνες του κτηρίου έτσι ώστε να μη χρειάζεται να ορίζονται ξεχωριστά κάθε φορά, οι θερμογέφυρες κάθε ζώνης. Σε περίπτωση που ο χρήστης θέλει να εισάγει τιμές συντελεστών γραμμικών θερμογεφυρών (διαφορετικές από τις γενικές τιμές που εισάγονται σε αυτή την υποετικέτα) ξεχωριστά για κάθε ζώνη, υπάρχει η δυνατότητα και αναλύεται σε επόμενη ενότητα.

Στο επόμενο σχήμα παρατηρούμε τις προκαθορισμένες τιμές για τους συντελεστές γραμμικών θερμογεφυρών που δίνει το λογισμικό.

Γεωμετρικές πληροφορίες όλου του έργου

Γενικά / Γεωμετρία / Θερμογέφυρες

Σύνδεση με μεταλλική επένδυση			Σύνδεση χωρίς μεταλλική επένδυση		
Είδος σύνδεσης	Τιμή Ψ W/mK	W/mK	Είδος σύνδεσης	Τιμή Ψ W/mK	W/mK
Οροφή-τοίχος	<input type="text"/>	0.6	Οροφή-τοίχος	<input type="text"/>	0.12
Τοίχος-ισόγειο	<input type="text"/>	1.15	Τοίχος-ισόγειο	<input type="text"/>	0.28
Τοίχος-τοίχος(γωνία)	<input type="text"/>	0.25	Τοίχος-τοίχος(γωνία)	<input type="text"/>	0.09
Τοίχος-δάπεδο(όχι ισόγειο)	<input type="text"/>	0.07	Τοίχος-δάπεδο(όχι ισόγειο)	<input type="text"/>	0.18
Ανώφλι πάνω από παράθυρο ή πόρτα	<input type="text"/>	1.27	Ανώφλι πάνω από παράθυρο ή πόρτα	<input type="text"/>	0.53
Κατώφλι κάτω από παράθυρο	<input type="text"/>	1.27	Κατώφλι κάτω από παράθυρο	<input type="text"/>	0.21
Παραστατός σε παράθυρο ή πόρτα	<input type="text"/>	1.27	Παραστατός σε παράθυρο ή πόρτα	<input type="text"/>	0.2

Σχήμα 5.11. Θερμογέφυρες

Υπάρχουν δύο είδη θερμογεφυρών: αυτές που εμφανίζονται μεταξύ δύο κατασκευών που συνδέονται με μεταλλική επένδυση και αυτές που εμφανίζονται μεταξύ δύο κατασκευών που δεν συνδέονται με μεταλλική επένδυση. Τα είδη σύνδεσης που δίνει το λογισμικό για τις θερμογέφυρες είναι:

1. Οροφή – Τοίχος
2. Τοίχος – Ισόγειο
3. Τοίχος – Τοίχος (γωνία)
4. Τοίχος – Δάπεδο (όχι ισόγειο)
5. Ανώφλι πάνω από παράθυρο ή πόρτα
6. Κατώφλι κάτω από παράθυρο
7. Παραστατός σε παράθυρο ή πόρτα

Η επιλογή Ζώνες (Σχήμα 5.12.) περιλαμβάνει τρεις υποεπιλογές:

- Γενικά
- Γρήγορη εισαγωγή κελυφών
- Κέλυφος – περιληπτικά

και αν χρειαστεί και τέταρτη (για εισαγωγή τιμών από το χρήστη):

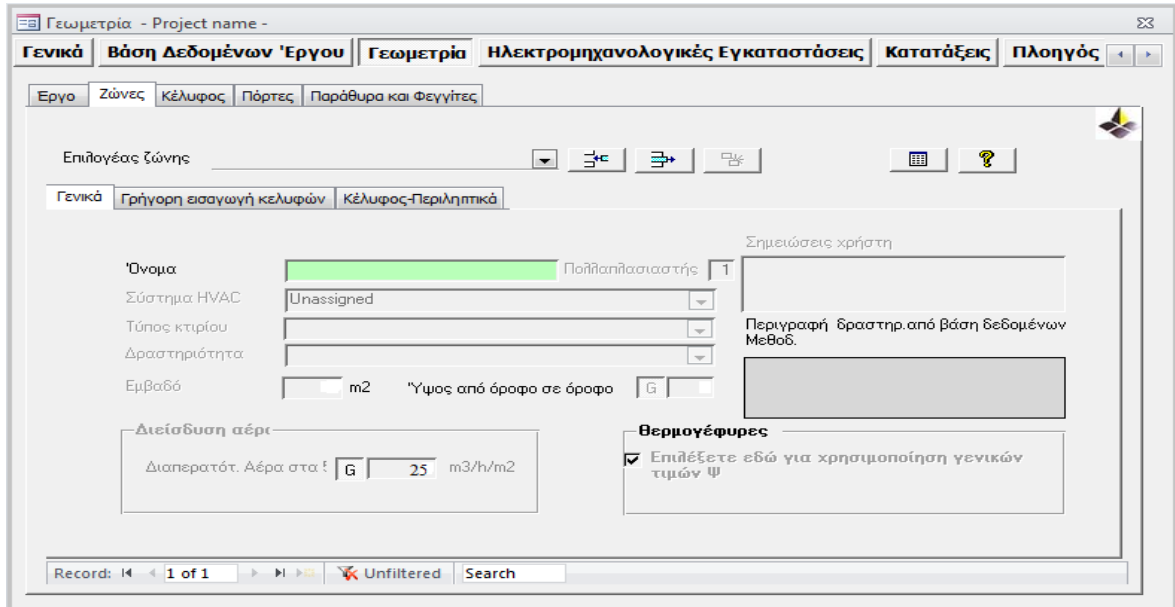
- Θερμογέφυρες

The screenshot shows the 'Γεωμετρία' software interface. The main window title is 'Γεωμετρία - Project name'. The top menu bar includes 'Γενικά', 'Βάση Δεδομένων Έργου', 'Γεωμετρία', 'Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις', 'Κατατάξεις', and 'Πλοηγός'. Below the menu bar, there are tabs for 'Εργο', 'Ζώνες', 'Κέλυφος', 'Πόρτες', and 'Παράθυρα και Φεγγίτες'. The 'Ζώνες' tab is active, and within it, the 'Γενικά' sub-tab is selected. The 'Επιλογέας ζώνης' dropdown is set to 'Γενικά'. The form contains several fields: 'Όνομα' (Name) with a green highlight and value 'Ποιθηπαλασαισαστής 1', 'Σύστημα HVAC' (HVAC System) set to 'Unassigned', 'Τύπος κτιρίου' (Building Type) and 'Δραστηριότητα' (Activity) as dropdowns, and 'Εμβαδό' (Area) set to 'm2' with a checkbox for 'Ύψος από όροφο σε όροφο' (Height from floor to floor) checked. The 'Αειόδυση αέρι' (Air flow) section has a field for 'Διαπερατότ. Αέρα στα:' (Air permeability) set to '25' m3/h/m2. The 'Θερμογέφυρες' (Thermal bridges) section has a checked checkbox for 'Επιλέξτε εδώ για χρησιμοποίηση γενικών τιμών Ψ' (Select here for use of general Ψ values). The bottom status bar shows 'Record: 1 of 1', 'Unfiltered', and a search field.

Σχήμα 5.12. Ετικέτα Ζώνες στη Φόρμα Γεωμετρία.

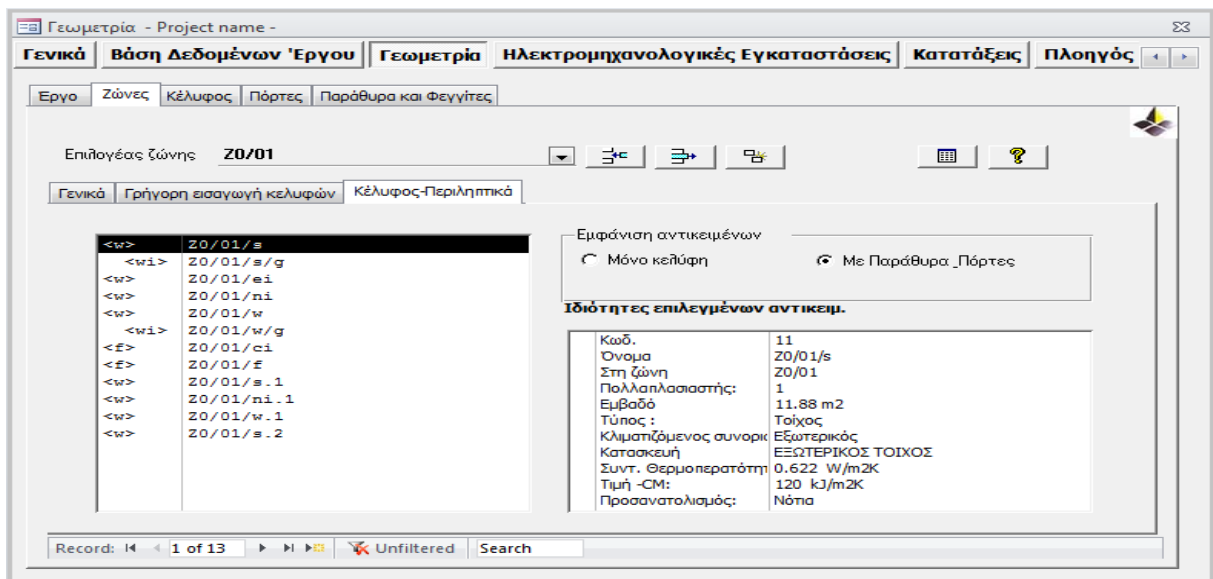
Στην πρώτη υποεπιλογή εισάγονται μερικές βασικές πληροφορίες για κάθε ζώνη. Η πρώτη πληροφορία είναι το όνομά της που πρέπει να είναι μοναδικό για κάθε ζώνη. Καλό θα ήταν να ακολουθείται η διαδικασία για την ονοματολογία των ζωνών, κελυφών που αναλύθηκε στα προηγούμενα για σκοπούς αποφυγής περιπλοκότητας. Στα υπόλοιπα πεδία σημειώνουμε το τύπο του κτηρίου (ο ίδιος τύπος που ορίστηκε στη 1^η Φόρμα - Κατοικία), το τύπο δραστηριότητας κάθε ζώνης (κουζίνα, σαλόνι, υπνοδωμάτιο κ.λ.π.), το εμβαδό της ζώνης αλλά και το ύψος της (σε περίπτωση που διαφέρει με το γενικό ύψος που ορίστηκε προηγουμένως). Από την επιλογή μιας δραστηριότητας για τη ζώνη εμφανίζεται μια περιληπτική περιγραφή της από το λογισμικό, ενώ μπορεί και ο χρήστης να προσθέσει τα δικά του σχόλια, σημειώνοντάς τα στο αντίστοιχο πεδίο. Με επιλογή του πεδίου για χρησιμοποίηση των γενικών τιμών των θερμογεφυρών Ψ, ισχύουν οι προκαθορισμένες από το λογισμικό τιμές, διαφορετικά μια νέα υποεπιλογή θα εμφανιστεί όπου ο χρήστης θα πρέπει να εισάγει τις δικές του τιμές. Το πεδίο όπου πρέπει να εισαχθεί το σύστημα Θ.Ψ.Κ. (H.V.A.C.) της ζώνης αφήνεται προσωρινά «μη ορισμένο», καθώς θα πρέπει πρώτα να οριστεί ένα τέτοιο σύστημα από την αντίστοιχη φόρμα στο λογισμικό.

Από τη δεύτερη υποεπιλογή ο χρήστης εισάγει τις κατασκευές του κελύφους της κάθε ζώνης (τοιίχους, οροφές, δάπεδα/ταβάνια, υαλοπίνακες), τον προσανατολισμό και το εμβαδό της κάθε κατασκευής, αλλά και την ιδιότητα του παρακείμενου προς την κατασκευή χώρου (κλιματιζόμενος, μη κλιματιζόμενος, ισχυρά αεριζόμενος κ.λ.π.). Από το πιο κάτω σχήμα (Σχήμα 5.13.) φαίνεται το όνομα της ζώνης (z0/01) αλλά και το γεγονός ότι η ζώνη ακόμα δεν έχει οριστεί, επειδή όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα δεν ορίσαμε κάποιο σύστημα Θ.Ψ.Κ. (H.V.A.C.) μέχρι τώρα (ένδειξη unassigned).



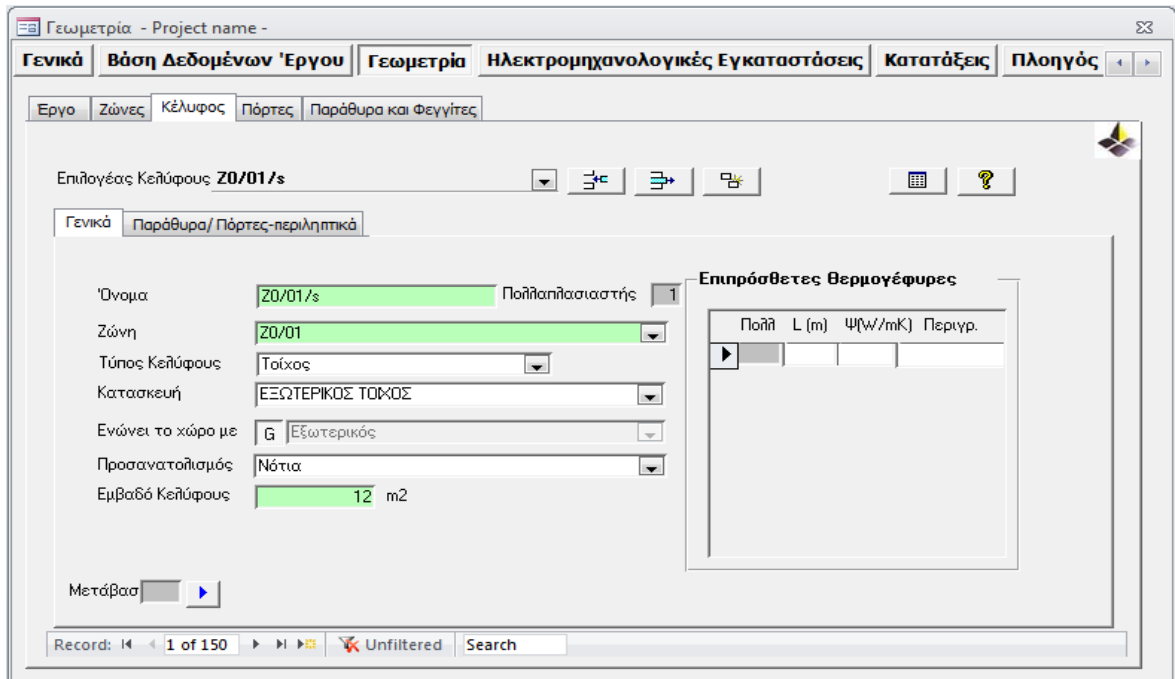
Σχήμα 5.13. Γρήγορη εισαγωγή κελυφών στη ζώνη με όνομα z0/01.

Η επόμενη υποεπιλογή φανερώνει το σύνολο των κατασκευών που απαρτίζουν κάθε ζώνη (βάσει των κανόνων ονοματολογίας για κατασκευές που συστήνει το λογισμικό – βλ. Παράρτημα Β) αλλά και τις ιδιότητες των κατασκευών.

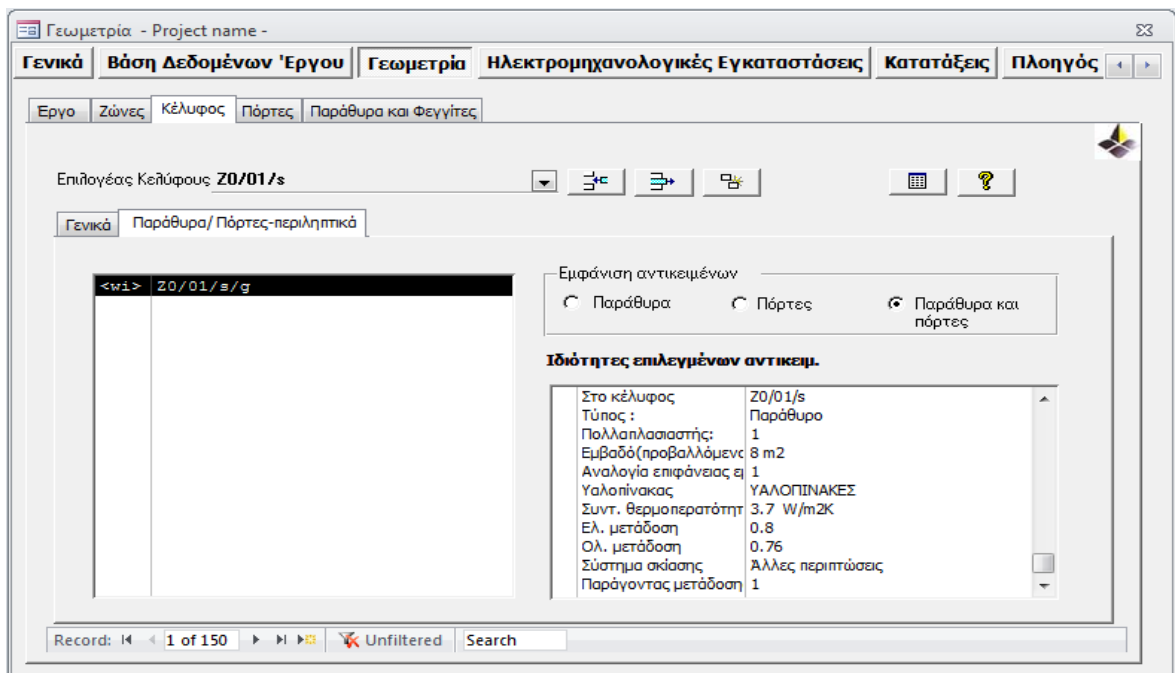


Σχήμα 5.14. Κέλυφος – περιληπτικά

Ένας δεύτερος τρόπος να οριστούν οι κατασκευές του κελύφους είναι μέσω της ετικέτας *Κέλυφος*. Ο λόγος που υπάρχουν αυτοί οι δύο τρόποι, είναι όπως θα φανεί και στη συνέχεια, επειδή κάποια χαρακτηριστικά δεν μπορούν να εισαχθούν από τα Γρήγορα Κελύφη. Στη πρώτη υποεπιλογή εισάγονται κατά σειρά το όνομα της κατασκευής, η ζώνη στην οποία εμφανίζεται, ο τύπος της κατασκευής (τοίχος, οροφή κ.λ.π.) αλλά και ποιά κατασκευή αντιπροσωπεύει (από αυτές που ορίστηκαν στη Βάση Δεδομένων έργου), π.χ. Εξωτερικός τοίχος, εσωτερικός τοίχος κ.λ.π. Επίσης επιλέγεται και η ιδιότητα του παρακείμενου προς την κατασκευή χώρου, ο προσανατολισμός και το εμβαδό της κατασκευής καθώς και τυχόν επιπρόσθετες θερμογέφυρες που υπάρχουν σε αυτή.



Σχήμα 5.15. Υποεπιλογή Γενικά στο Κέλυφος



Σχήμα 5.16. Υποεπιλογή Παράθυρα / Πόρτες - περιληπτικά στο Κέλυφος

Το Σχήμα 5.16 αντιπροσωπεύει το παράθυρο της υποεπιλογής Παράθυρα/Πόρτες περιληπτικά και εμφανίζει τυχόν υαλοπίνακες ή πόρτες που υπάρχουν στην κατασκευή του κελύφους με το όνομα που δίνει ο χρήστης. Στο εν λόγω σχήμα ο τοίχος με όνομα Z0/01/s περιέχει υαλοπίνακα του οποίου εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά στο αντίστοιχο πεδίο του σχήματος.

Η επιλογή Πόρτες που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 5.17) αφορά τα χαρακτηριστικά στοιχεία που έχουν οι πόρτες. Στο λογισμικό εισάγονται μόνο οι εξωτερικές πόρτες μιας ζώνης, ως εκ τούτου οι εσωτερικές πόρτες δεν πρέπει να εισάγονται.

Όπως και για τα κελύφη ορίζεται το όνομα της πόρτας, σε πια κατασκευή κελύφους την συναντάμε, το εμβαδό της, οι επιπρόσθετες θερμογέφυρες (αν υπάρχουν), ο τύπος κατασκευής της (όπως ορίστηκε από τη Βάση Δεδομένων έργου) αλλά και ο τύπος της πόρτας. Το λογισμικό δίνει τρεις τύπους πόρτας ανάμεσα στους οποίους ο χρήστης μπορεί να επιλέξει και είναι οι εξής:

- Πόρτες εισόδου υψηλής χρήσης
- Πόρτες πρόσβασης οχημάτων
- Πόρτες προσωπικού

Αξίζει να αναφερθεί επίσης, ότι πόρτες οι οποίες έχουν περισσότερο από 50% του εμβαδού τους υαλοπίνακες, εισάγονται στο λογισμικό ως υαλοπίνακες. Πόρτες με υαλοπίνακες 50% ή λιγότερο, αντιμετωπίζονται σαν αδιαφανείς πόρτες. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ο καθορισμός μιας πόρτας στην καθώς και τα χαρακτηριστικά της συμπληρωμένα στα αντίστοιχα πεδία.

Γεωμετρία - Project name -

Γενικά Βάση Δεδομένων Έργου Γεωμετρία Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κατατάξεις Πλοηγός

Εργο Ζώνες Κέλυφος Πόρτες Παράθυρα και Φεγγίτες

Επιλογάεις πόρτας ΠΟΡΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Γενικά

Όνομα ΠΟΡΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ Πολλαπλασιαστής 1

Στο κέλυφος Z0/05/e

Τύπος Πόρτες προσωπικού

Κατασκευή ΠΟΡΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Εμβαδό 4.59 m²

Επιπρόσθετες Θερμογέφυρες

Ποσθ	L (m)	Ψ(W/mK)	Περιγρ.
------	-------	---------	---------

Record: 1 of 1 No Filter Search

Σχήμα 5.17. Καθορισμός μιας πόρτας

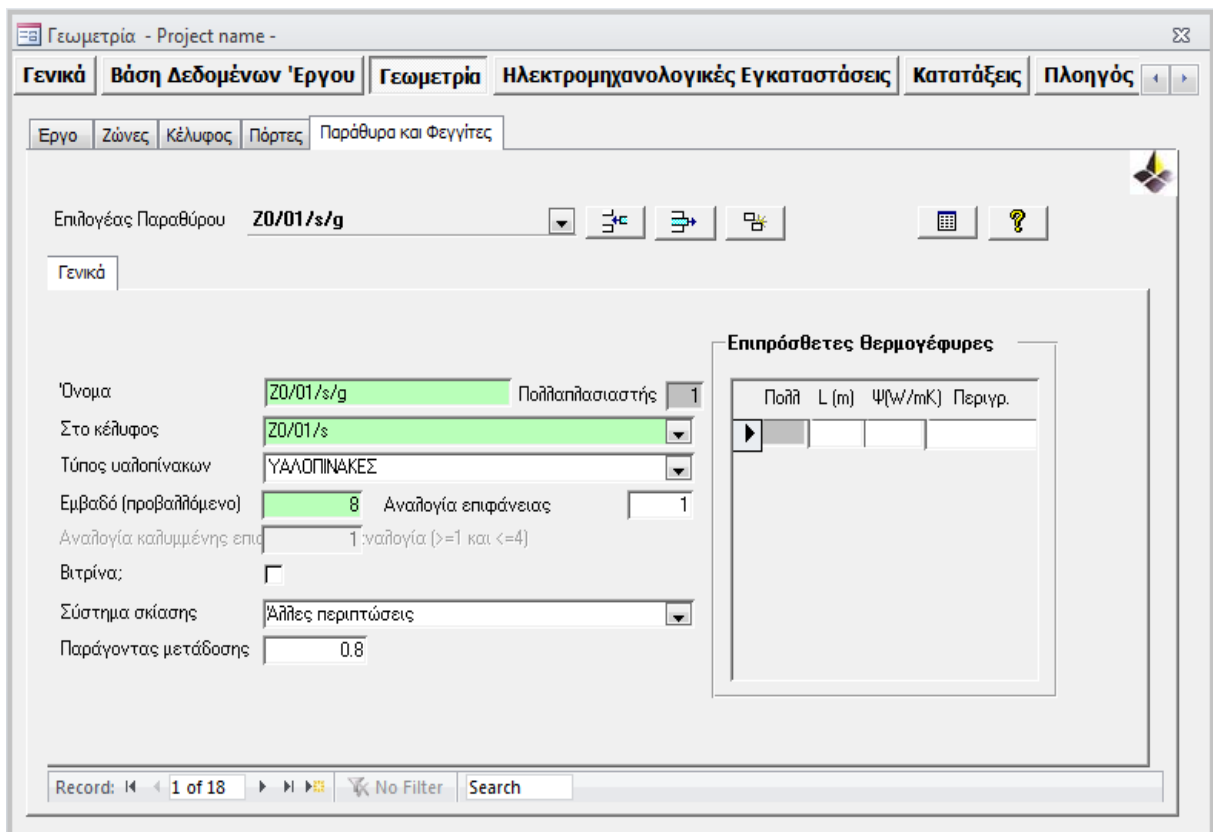
Η επιλογή Παράθυρα και Φεγγίτες είναι ο κύριος τρόπος με τον οποίο μπορούν να οριστούν οι υαλοπίνακες. Αυτό συμβαίνει καθώς με τα Γρήγορα κελύφη κάποια χαρακτηριστικά τους δεν εισάγονται όπως θα φανεί.

Σε αυτήν την επιλογή υπάρχει μόνο μια υποεπιλογή: *Γενικά*.

Από αυτή την υποεπιλογή εισάγονται το όνομα του υαλοπίνακα, το εμβαδό του, ο τύπος του υαλοπίνακα (όπως ορίστηκε στη Βάση Δεδομένων έργου), το στοιχείο του κελύφους (τοίχος ή οροφή) στο οποίο είναι ορισμένος, ο παράγοντας μετάδοσης, το σύστημα σκίασης, η αναλογία επιφάνειας, η τυχόν ύπαρξη επιπρόσθετων θερμογεφυρών και άλλες λεπτομέρειες όπως π.χ. αν πρόκειται για υαλοπίνακα βιτρίνας ή όχι.

Το πεδίο που αναφέρεται στο σύστημα σκίασης έχει τρεις πιθανές περιπτώσεις που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης:

- Εξωτερική ηλιακή προστασία μετακινούμενη από το χρήστη
- Αυτόματα ελεγχόμενη εξωτερική ηλιακή προστασία
- Άλλες περιπτώσεις



Σχήμα 5.18. Παράθυρα και φεγγίτες

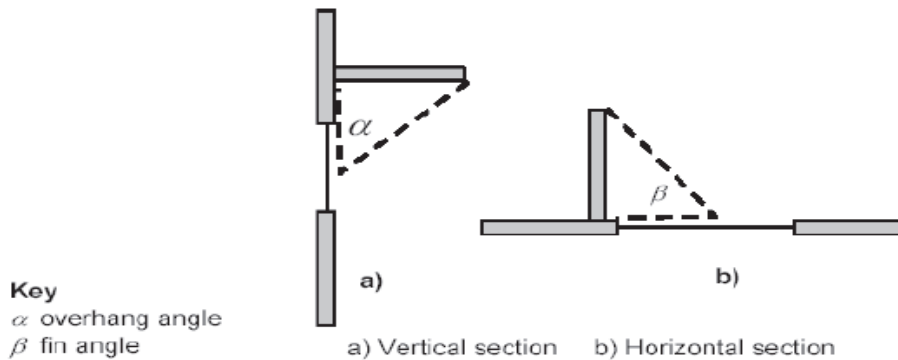
Ο παράγοντας μετάδοσης για τους υαλοπίνακες ή συντελεστής διορθώσεως σκίασης μπορεί να υπολογισθεί από τη πιο κάτω σχέση:

$$f_{shading} = F_h \cdot F_0 \cdot F_f$$

Όπου:

1. $f_{shading}$: ο παράγοντας μετάδοσης
2. F_h : συντελεστής διορθώσεως σκίασης οριζόντια (π.χ. έδαφος, δέντρα και άλλα κτήρια)
3. F_0 : συντελεστής διορθώσεως σκίασης από οριζόντιους προβόλους
4. F_f : συντελεστής διορθώσεως σκίασης από πλευρικές προεξοχές

Όταν ο παράγοντας μετάδοσης ισούται με τη μονάδα τότε ο υαλοπίνακας δεν έχει κανένα είδος σκίασης ενώ όταν ο ισούται με το μηδέν τότε αναφερόμαστε σε πλήρη σκίαση του υαλοπίνακα. Η επίδραση της σκίασης από τον οριζόντια (συντελεστής F_h) δεν λαμβάνεται υπόψη από το λογισμικό, ισούται δηλαδή με μονάδα.



Σχήμα 5.19. Σκίαση από οριζόντιους προβόλους και πλευρικές προεξοχές

Πίνακας 5.1. Συντελεστές διορθώσεως σκίασης F_0 και F_f για διάφορα γεωγραφικά πλάτη

Συντελεστής διορθώσεως σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_0									
Overhang angle	45° N latitude			55° N latitude			65° N latitude		
	S	E/W	N	S	E/W	N	S	E/W	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,89	0,91	0,93	0,91	0,95	0,92	0,92	0,90
45°	0,74	0,76	0,80	0,80	0,79	0,85	0,81	0,81	0,80
60°	0,50	0,58	0,66	0,60	0,61	0,66	0,65	0,65	0,66
Συντελεστής διορθώσεως σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_f									
Fin angle	45° N latitude			55° N latitude			65° N latitude		
	S	E/W	N	S	E/W	N	S	E/W	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,94	0,92	1,00	0,94	0,91	0,99	0,94	0,90	0,98
45°	0,84	0,84	1,00	0,86	0,83	0,99	0,85	0,82	0,98
60°	0,72	0,75	1,00	0,74	0,75	0,99	0,73	0,73	0,98

Πίνακας 5.2. Συντελεστές διορθώσεως σκίασης F_0 και F_f για την Κύπρο.

Overhang Angle	Overhang shading factor		
	S	E/W	N
0	1.00	1.00	1.00
15	0.87	0.87	0.86
30	0.73	0.73	0.71
45	0.58	0.58	0.56
60	0.40	0.41	0.40
Fin Angle	Fin shading factor		
	S	E/W	N
0	1.00	1.00	1.00
15	0.88	0.87	0.87
30	0.74	0.73	0.79
45	0.64	0.62	0.75
60	0.54	0.55	0.74

Στο σχήμα 5.19. φαίνονται οι γωνίες α (γωνία προβόλου) και β (γωνία πλευρικής προεξοχής).

Η γωνία προβόλου 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 γωνία πλευρικής προεξοχής αντιστοιχεί στη γωνία που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από το μέσο της εξεταζόμενης όψης και την ευθεία που ενώνει το μέσο της όψης με τη πλευρική προεξοχή.

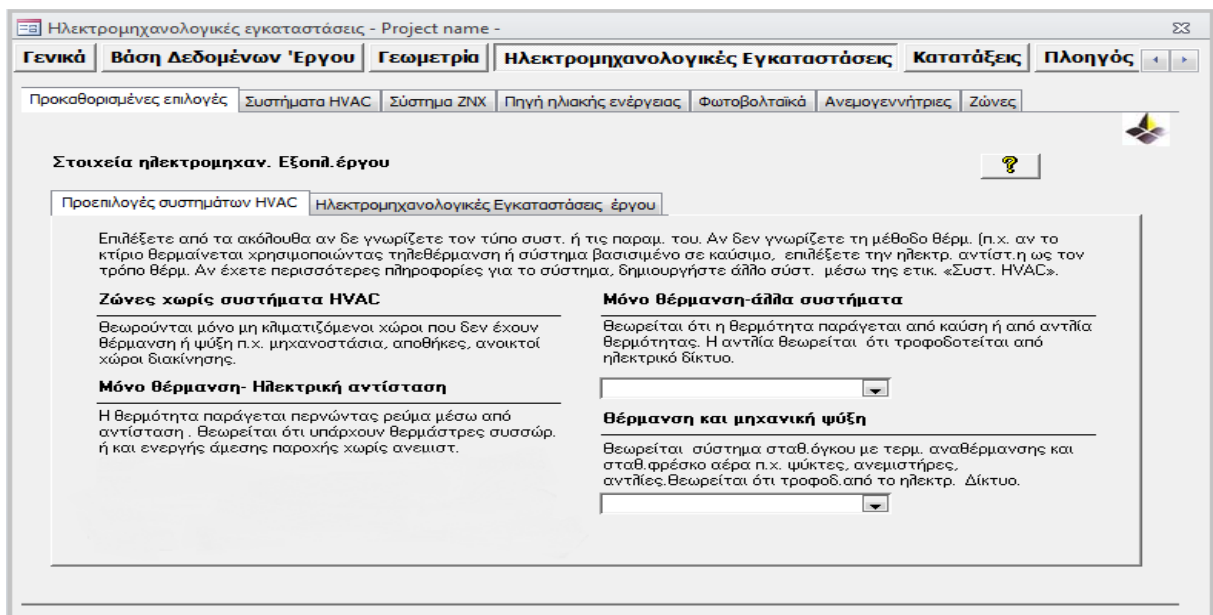
Στο Πίνακα 5.1. φαίνονται οι τιμές για τους συντελεστές διορθώσεως σκίασης για προβόλους και πλευρικές προεξοχές σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, τον προσανατολισμό του υαλοπίνακα αλλά και την τιμή της αντίστοιχης γωνίας.

5.3. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Η φόρμα Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις (Σχήμα 5.20) αποτελείται από τις ακόλουθες επτά επιλογές που είναι οι:

- Προκαθορισμένες επιλογές
- Συστήματα Η. V. A. C.
- Συστήματα Ζ. N. X.
- Πηγή ηλιακής ενέργειας
- Φωτοβολταϊκά
- Ανεμογεννήτριες
- Ζώνες

Κάθε επιλογή περιλαμβάνει διάφορες υποεπιλογές που θα αναλυθούν στα επόμενα.



Σχήμα 5.20. Φόρμα Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις στο λογισμικό iSBEM-CY

Η επιλογή Προκαθορισμένες επιλογές (σχήμα 5.20) περιλαμβάνει δύο υποεπιλογές:

- Προεπιλογές συστημάτων Η. V. A. C. και
- Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις έργου

Στο πιο πάνω σχήμα όπου φαίνεται η πρώτη υποεπιλογή.

Στη δεύτερη υποεπιλογή Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις έργου (σχήμα 5.21) εισάγονται οι πληροφορίες σχετικά με το συντελεστή ηλεκτρικής ισχύος και τη παροχή ελέγχων για το φωτισμό στο κτήριο.

Ο συντελεστής ηλεκτρικής ισχύος είναι ένα μέγεθος που εκφράζει το λόγο της πραγματικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ισχύος προς αυτή που μετريέται με ένα ηλεκτρικό μετρητή και οι διαθέσιμες επιλογές από το λογισμικό είναι:

- < 0.9
- 0.9 - 0.95
- > 0.95

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις - Project name -

Γενικά | Βάση Δεδομένων Έργου | Γεωμετρία | **Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις** | Κατατάξεις | Πλοηγός

Προκαθορισμένες επιλογές | Συστήματα HVAC | Σύστημα ZNX | Πηγή ηλιακής ενέργειας | Φωτοβολταϊκά | Ανεμογεννήτριες | Ζώνες

Στοιχεία ηλεκτρομηχαν. Εξοπλ. έργου

Προεπιλογές συστημάτων HVAC | Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις έργου

Παροχή ελέγχων για συστήματα φωτισμού

Τα συστήματα έχουν παροχή για μέτρηση:

Όχι, χρησιμοποιήστε τις προεπιλογές ελέγχου

Ναι

Έχει ΜΙα με προειδοποίηση για τιμές εκτός ορίων

Όχι, δεν γνωρίζω

Ναι

Στοιχεία κτιρίου

Συντελεστής ηλεκτρικής Ισχύος <0.9

Παραμ. Τηλεθέρμανσης

Γνωρίζετε τον παράγοντα μετατροπής CO2 για το δίκτυο τηλεθέρμανσης:

Όχι, η προεπιλεγμένη τιμή είναι 0.293 gCO2/kWh

Ναι, ο παράγοντας είναι kgCO2/kWh

Σχήμα 5.21. Υποεπιλογή Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις έργου

Η επιλογή Συστήματα H.V.A.C.(σχήμα 5.22.) περιλαμβάνει επτά υποεπιλογές:

- Γενικά
- Θέρμανση
- Ψύξη
- Ρύθμιση συστήματος
- Μετρητής
- Έλεγχοι συστήματος
- Ζώνες περιληπτικά

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις - Project name -

Γενικά | Βάση Δεδομένων Έργου | Γεωμετρία | **Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις** | Κατατάξεις | Πλοηγός

Προκαθορισμένες επιλογές | Συστήματα HVAC | Σύστημα ZNX | Πηγή ηλιακής ενέργειας | Φωτοβολταϊκά | Ανεμογεννήτριες | Ζώνες

Επιλογές εγγραφής

Γενικά | **Θέρμανση** | Ψύξη | Ρύθμιση Συστήματος | Μετρητής | Έλεγχοι συστήματος | Ζώνες-Περιληπτικά

Όνομα

Τύπος

Σύστημα θέρμανσης

Πηγή θερμότητας

Τύπος Καυσίμου

Υπάρχει συνεισφορά από Ηλιακό Σύστημα;

Σύστημα Ψύξης Το σύστημα παρέχει μόνο ψύξη

Ψυκτικό συγκρότημα

Τύπος ψυκτικού συγκροτι

Αερισμός

Ανάκτηση θερμότητας

Ξέρετε την εποχιακή απόδοση ανάκτ. θερμότητας:

Προεπιλεγμένη τιμή 0.4 Αναλογία

Ναι, εποχ. Απόδ. ανάκτησης θερμότητας: Αναλογία

Record: 14 | 1 of 1 | Unfiltered | Search

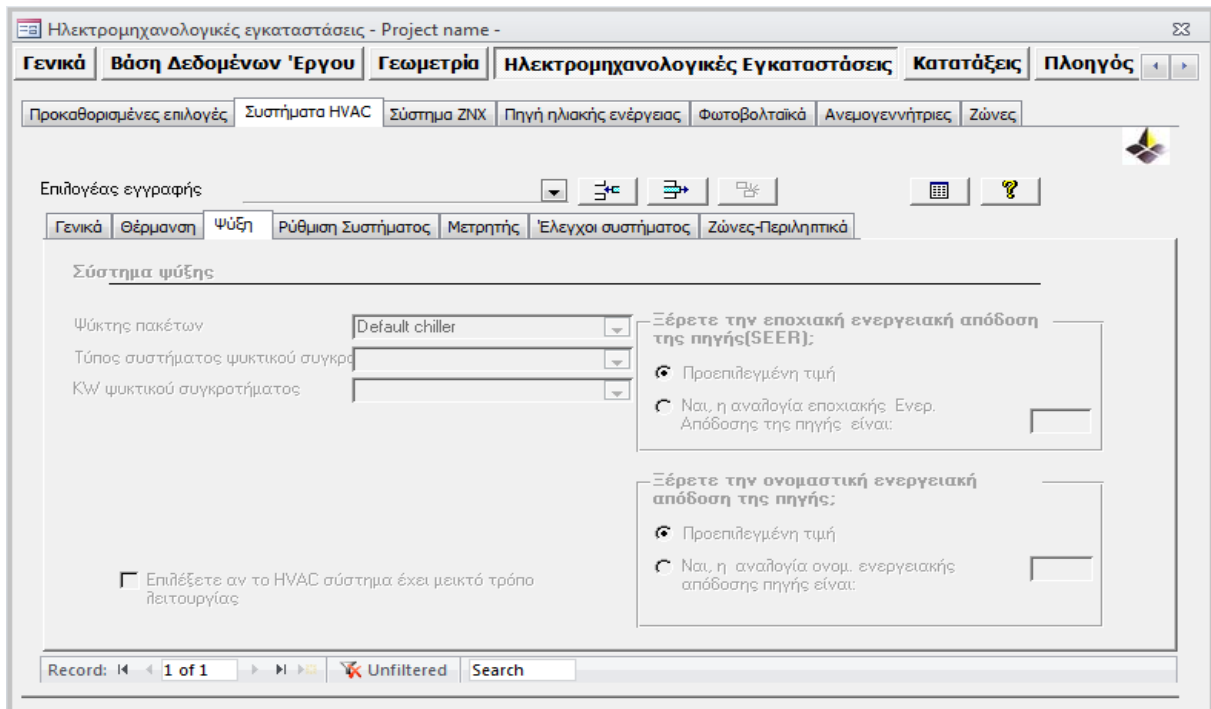
Σχήμα 5.22. Υποεπιλογή Γενικά

Σε αυτή την υποεπιλογή επιλέγεται ο τύπος του συστήματος Θ.Ψ.Κ. και δίνεται ένα μοναδικό όνομα σε αυτό. Επίσης εισάγονται και μερικές λεπτομέρειες για το σύστημα θέρμανσης, το σύστημα ψύξης και για τον αερισμό του κτηρίου. Αφού ορίσαμε και ονομάσαμε το σύστημα Θ.Ψ.Κ. μπορούμε να το ορίσουμε σε κάθε ζώνη που εξυπηρετεί, από την επιλογή Ζώνες στη φόρμα Γεωμετρία.

Στις υποεπιλογές συστήματα θέρμανσης και συστήματα ψύξης, εισάγονται περαιτέρω λεπτομέρειες όπως η ενεργή εποχιακή απόδοση της πηγής θερμότητας COP, η εποχιακή ενεργειακή απόδοση της πηγής ψύξης (ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας) SEER, καθώς και άλλες λεπτομέρειες που αφορούν την ισχύ του ψυκτικού συγκροτήματος και την ύπαρξη ή όχι Σ.Η.Θ. Εάν δεν είναι γνωστά αυτά τα δεδομένα τότε χρησιμοποιούνται προεπιλεγμένες τιμές από το λογισμικό.

Περισσότερες λεπτομέρειες φαίνονται στα πιο κάτω σχήματα.

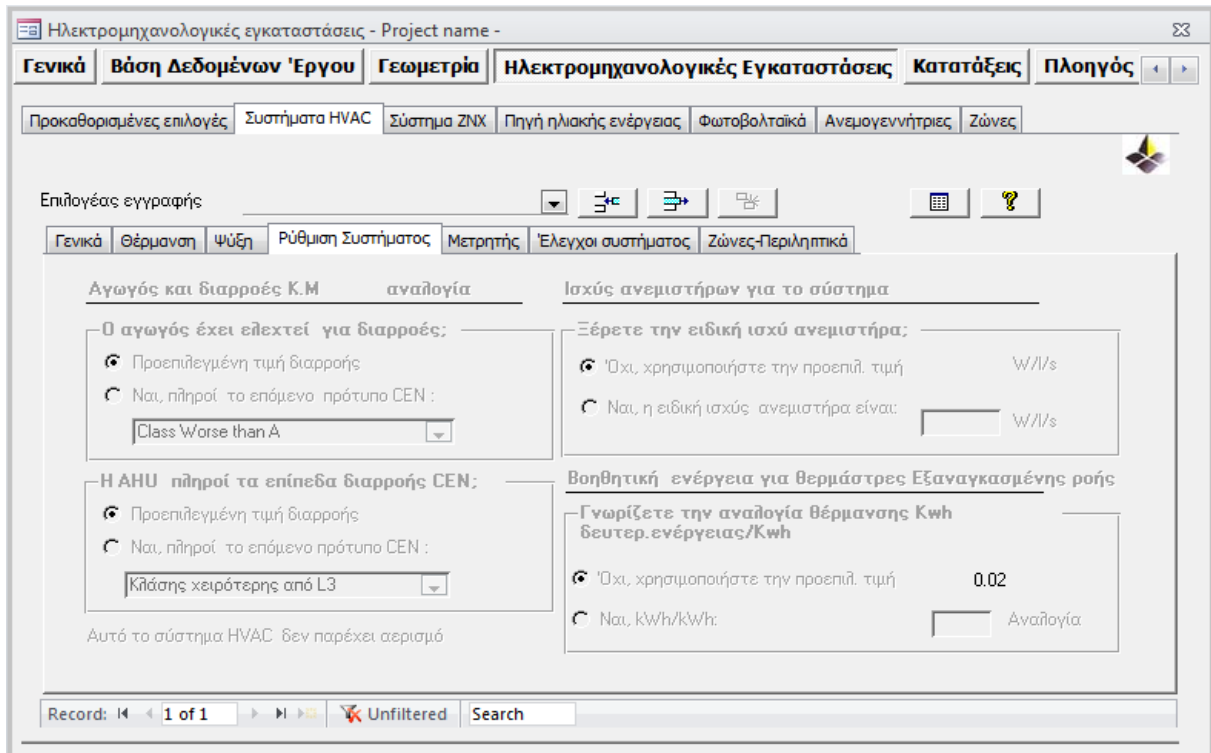
Σχήμα 5.23. Υποεπιλογή Θέρμανση



Σχήμα 5.24. Υποεπιλογή Ψύξη

Ρύθμιση Συστήματος

Η υποεπιλογή «Ρύθμιση Συστήματος» επιτρέπει στο χρήστη να καθορίσει άλλες ιδιότητες συστημάτων, όπως, τη διαρροή αέρα που συνδέεται με τους αγωγούς ή τη διαχειριζόμενη μονάδα αέρα και τη συγκεκριμένη ειδική ισχύ των ανεμιστήρων (SFP). Εάν αυτές οι πληροφορίες δεν είναι γνωστές, θα χρησιμοποιηθούν οι προκαθορισμένες τιμές από το λογισμικό.



Σχήμα 5.25. Υποεπιλογή Ρύθμιση Συστήματος

Μετρητής

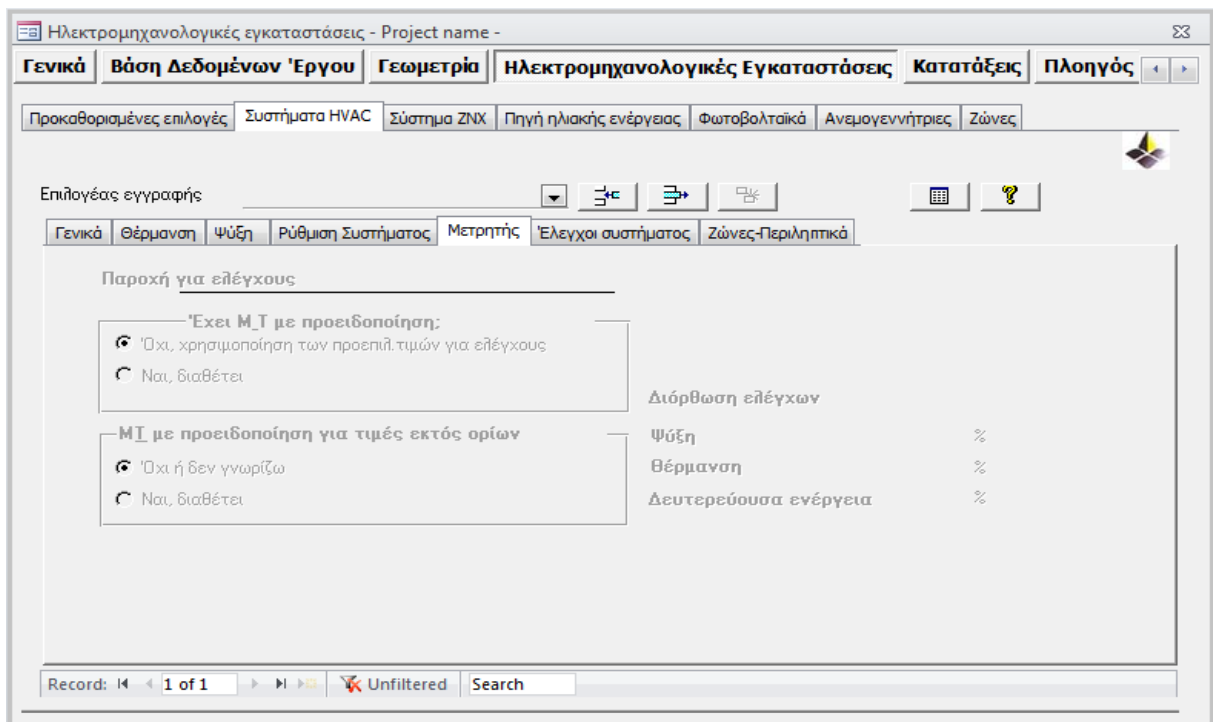
Το λογισμικό εξετάζει επίσης την επίδραση των μετρήσεων και των συναγερωμών στη λειτουργία των συστημάτων. Σε αυτή την υποεπιλογή υπάρχουν 2 ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν (βλ. Σχήμα. 5.26):

- a) Εάν το σύστημα έχει πρόνοια για μετρήσεις, δηλαδή είτε στην ενεργειακή μέτρηση των εγκαταστάσεων, ή/και τη μέτρηση των ωρών λειτουργίας των εγκαταστάσεων, ή/και τον έλεγχο των εσωτερικών θερμοκρασιών στις ζώνες.

Εάν ο χρήστης απαντήσει θετικά τότε ενεργοποιείται η επόμενη ερώτηση:

- b) Υπάρχει προειδοποίηση για τιμές εκτός ορίων;

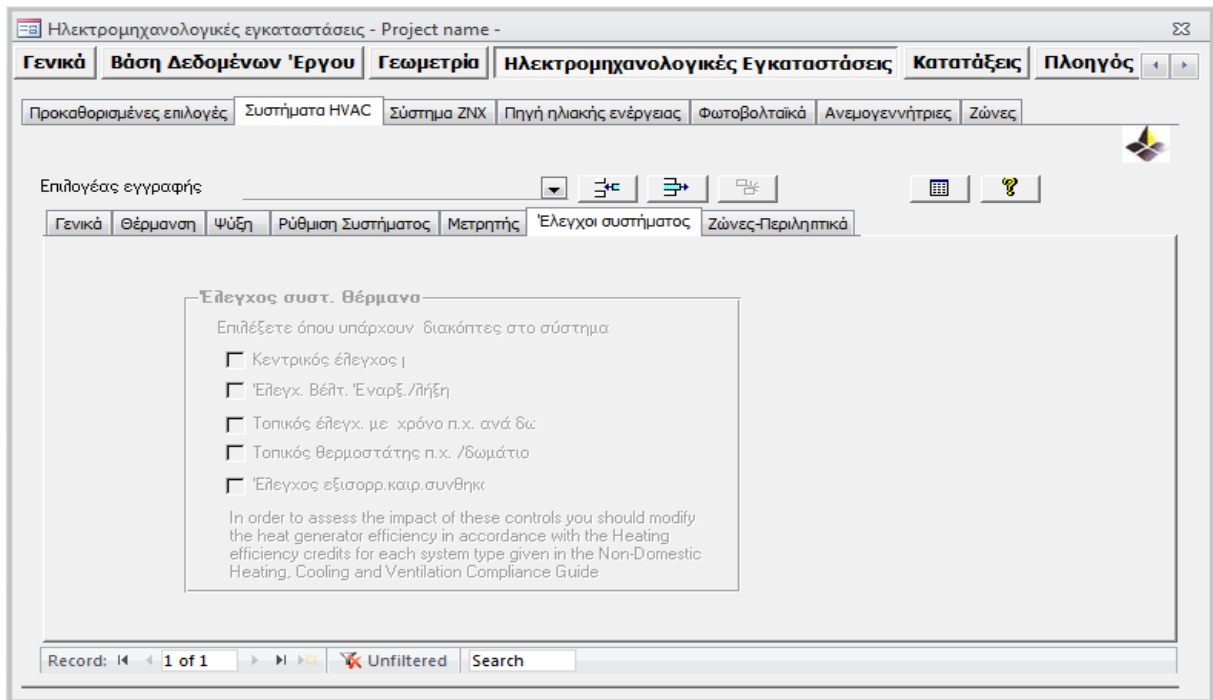
Εάν και στις 2 ερωτήσεις ο χρήστης απαντήσει καταφατικά τότε, εφαρμόζεται μια δόρθωση της τάξης του 5% στο αναφερόμενο σύστημα.



Σχήμα 5.26. Υποεπιλογή Μετρητής

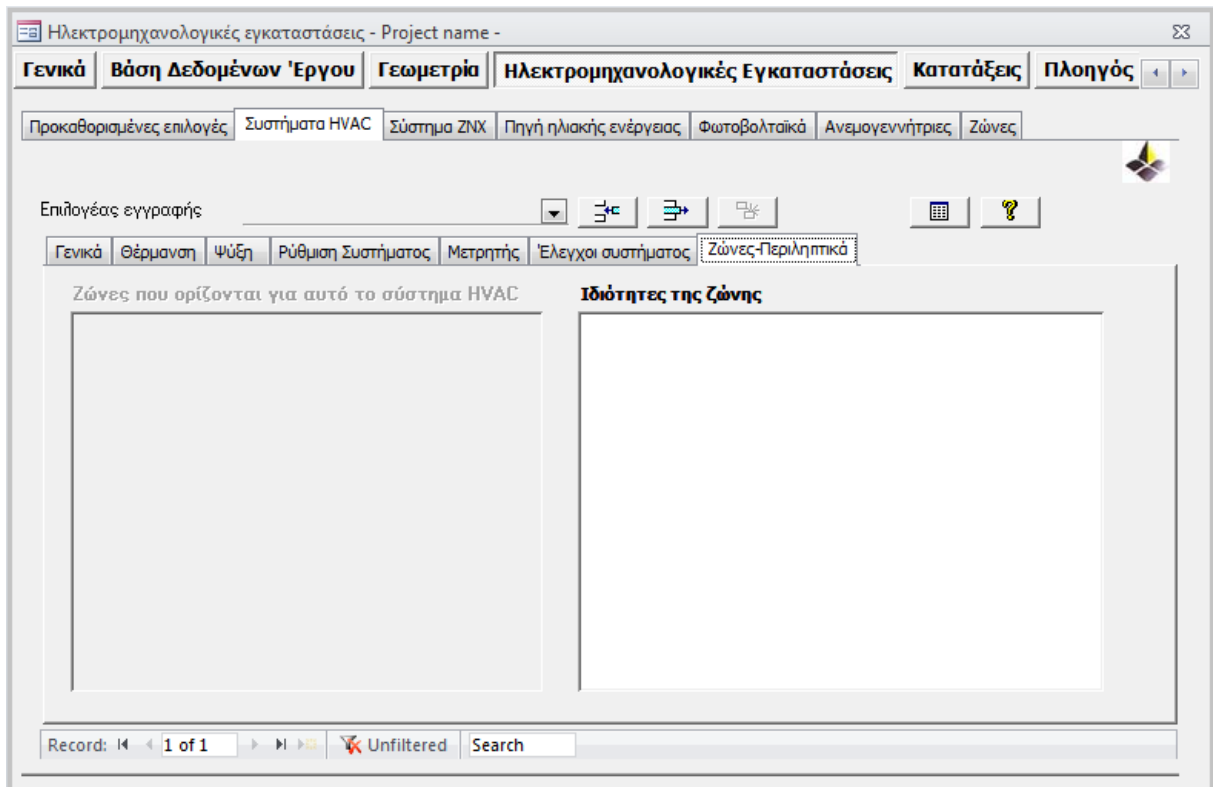
Σε αυτή την υποεπιλογή ο χρήστης καθορίζει τι έλεγχο παρέχει το σύστημα και μπορεί να επιλέξει μεταξύ των παρακάτω:

1. Κεντρικός έλεγχος
2. Έλεγχος βέλτιστης έναρξης/λήξης
3. Τοπικός έλεγχος με χρόνο, π.χ. ανά δωμάτιο
4. Τοπικός θερμοστάτης, π.χ. ανά δωμάτιο
5. Έλεγχος αντιστάθμισης καιρικών συνθηκών



Σχήμα 5.27. Υποεπιλογή Έλεγχος Συστήματος

Στην τελευταία υποεπιλογή «Ζώνες – Περιληπτικά» παρουσιάζονται τα ονόματα των ζωνών που ορίζονται στο σύστημα HVAC (στο αριστερό παράθυρο), και επιλέγοντας μια οποιαδήποτε ζώνη εμφανίζονται οι ιδιότητες της και κάποιες περαιτέρω λεπτομέρειες (στο δεξί παράθυρο).



Σχήμα 5.28. Υποεπιλογή Ζώνες - Περιληπτικά

Η επιλογή Σύστημα Z.N.X. (Ζεστό Νερό Χρήσης, Σχήμα 5.29) περιλαμβάνει 2 υποεπιλογές:

- Γενικά
- Πίνακας ορισμένων κατασκευών

Από την υποεπιλογή Γενικά ο χρήστης εισάγει τις ακόλουθες πληροφορίες:

1. Όνομα για το σύστημα Z.N.X. (πρέπει να είναι μοναδικό)
2. Την πηγή θερμότητας του συστήματος (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας, κ.λ.π.) καθώς και τον τύπο καυσίμου που χρησιμοποιεί
3. Την τιμή της εποχιακής απόδοσης
4. Εάν επιλέξει ότι το σύστημα είναι αποθηκευτικό, ο χρήστης εισάγει τον όγκο αποθήκευσης και τις απώλειες αποθήκευσης.
5. Εάν υπάρχει δευτερεύων κύκλωμα τότε ο χρήστης εισάγει τις απώλειες κυκλώματος, την ισχύ της αντλίας και το μήκος διασωληνώσεως
6. Εάν υπάρχει δευτερεύων κύκλωμα ο χρήστης επιλέγει αν υπάρχει χρονοδιακόπτης στο δευτερεύων κύκλωμα

Στην υποεπιλογή Πίνακας ορισμένων κατασκευών παρουσιάζονται οι ζώνες που ορίζονται από το σύστημα Z.N.X.

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις - Project name

Γενικά Βάση Δεδομένων Έργου Γεωμετρία Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κατατάξεις Πλοηγός

Προκαθορισμένες επιλογές Συστήματα HVAC Σύστημα ZNX Πηγή ηλιακής ενέργειας Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες Ζώνες

Επιλογές ZNX Default HWS

Γενικά Πίνακας ορισμένων κατασκευών

Όνομα: Default HWS

Πηγή θερμότητας: [dropdown]

Τύπος καυσίμου: [dropdown]

Γνωρίζετε την αποτελεσματική θερμότητα που δημιουργεί η εποχιακή απόδοση

προεπιλεγμένη τιμή 0.65

Ναι, η εποχιακή απόδοση είναι [input]

Είναι το σύστημα αποθηκευτικό;

Επιλέξτε αν το σύστημα είναι αποθηκευτικό

sbem

Όγκος αποθ. [input] (λίτρα)

Απώλειες αποθ. [input] (MJ/μήνα)

Διαθέτει το σύστημα δευτερεύων κύκλωμα;

Επιλέξτε αν το σύστημα διαθέτει δευτ. κύκλωμα.

sbem

Απώλ. Κυκλ. [input] W/m

Ισχύς Αντλίας [input] Kw

Μήκος διασωληνώσεως [input] m

Επιλέξτε αν υπάρχει χρονοδιακόπτης στο δευτερεύων κύκλωμα

Record: 1 of 1 No Filter Search

Σχήμα 5.29. Επιλογή Σύστημα Z.N.X.

Στην επιλογή Πηγή Ηλιακής Ενέργειας βλέπουμε τις ακόλουθες υποεπιλογές:

- Γενικά
- Ηλιακό δοχείο αποθήκευσης και κύκλωμα συλλέκτη
- Δευτερεύουσα ενέργεια και απώλειες συστήματος

Στην υποεπιλογή Γενικά ο χρήστης εισάγει διάφορες παραμέτρους αναφορικά με τον ηλιακό συλλέκτη, όπως τον προσανατολισμό, την κλίση και το εμβαδό του.

Στην υποεπιλογή «Ηλιακό δοχείο αποθήκευσης και κύκλωμα συλλέκτη» εισάγεται ο ονομαστικός όγκος αποθήκευσης, ο όγκος αποθήκευσης του εφεδρικού δοχείου, ο τύπος του ηλιακού προθερμαντήρα καθώς και ο τύπος του δοχείου (οριζόντιος κύλινδρος ή κάθετος). Επίσης εισάγονται οι απώλειες σωληνώσεως στο κύκλωμα του συλλέκτη καθώς και η ροή θερμότητας από τον εναλλάκτη στο κύκλωμα, εφ' όσον είναι γνωστά. Σε διαφορετική περίπτωση χρησιμοποιούνται προκαθορισμένες τιμές από το λογισμικό.

Στην υποεπιλογή «Δευτερεύουσα ενέργεια και απώλειες συστήματος» ο χρήστης εισάγει τις απώλειες του δοχείου αποθήκευσης και τις απώλειες διανομής καθώς και διάφορες άλλες παραμέτρους.

The screenshot shows a software window titled "Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις - Project name -". The main menu includes "Γενικά", "Βάση Δεδομένων Έργου", "Γεωμετρία", "Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις", "Κατατάξεις", and "Πλοηγός". A sub-menu is open for "Προκαθορισμένες επιλογές", showing options for "Συστήματα HVAC", "Σύστημα ΖΝΧ", "Πηγή ηλιακής ενέργειας", "Φωτοβολταϊκά", "Ανεμογεννήτριες", and "Ζώνες". The "Πηγή ηλιακής ενέργειας" option is selected, leading to a configuration screen for "Ηλιακό Δοχείο αποθήκευσης και Κύκλωμα συλλέκτη".

The configuration screen has the following fields and options:

- Όνομα:** Πόλλαπλασιαστής (value: 1)
- Για παροχή ΖΝΧ:** Unassigned
- Προσανατολισμός:** Βόρεια
- Κλίση ° (Μοίρες):** 30
- Το Ηλιακό Σύστημα:**
 - Ζεστό Νερό Χρ.
 - Ζεστό Νερό Χρήσης και θέρμ.
 - Τύπος σύνδεσης:** Αποθήκευση νερού
- Παράμετροι συλλέκτη:**
 - Εμβαδό m2:** 1
- Γνωρίζετε τις παραμέτρους απόδοσης σύμφωνα με το EN12975-2:**
 - Όχι, χρησιμοποιήστε προεπιβ. Επίπεδο πλάισιο
 - Ναι, οι τιμές είναι:
 - η0: 0.6
 - a1: 0
 - a2: 0
 - IAM: 0

At the bottom, there is a record navigation bar showing "Record: 1 of 1" and a search field.

Σχήμα 5.30. Επιλογή Πηγή Ηλιακής Ενέργειας

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις - Project name -

Γενικά Βάση Δεδομένων Έργου Γεωμετρία **Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις** Κατατάξεις Πλοηγός

Προκαθορισμένες επιλογές Συστήματα HVAC Σύστημα ZNX Πηγή ηλιακής ενέργειας Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες Ζώνες

Επιλογές εγγραφής **ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

Γενικά Ηλιακό δοχείο αποθήκευσης και Κύκλωμα συλλέκτη. Δευτερεύουσα Ενέργεια και απώλειες συστήματος

Ηλιακό Δοχείο αποθήκευσης.

Όνομαστικός όγκος αποθήκευσης:

Όγκος αποθήκευσης εφεδρικού δοχείου: λίτρων:

Τύπος ηλιακού προθερι:

Τύπος δοχείου:

Κύκλωμα συλλέκτη:

Γνωρίζετε τη ροή θερμότητας από τον εναλλάκτη θερμότητας στο κύκλωμα του

Όχι, χρησιμοποιήστε ηrc

Ναι, η τιμή ει W/K

Γνωρίζετε το συνολικό βαθμό απώλειες των σωληνώσεων του κυκλώματος του συλλέκτη.

Όχι, χρησιμοποιήστε

Ναι, ο συνολικός | W/K

Record: 14 < 1 of 1 > No Filter Search

Σχήμα 5.31. Υποεπιλογή Ηλιακό δοχείο αποθήκευσης και κύκλωμα συλλέκτη

Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις - Project name -

Γενικά Βάση Δεδομένων Έργου Γεωμετρία **Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις** Κατατάξεις Πλοηγός

Προκαθορισμένες επιλογές Συστήματα HVAC Σύστημα ZNX Πηγή ηλιακής ενέργειας Φωτοβολταϊκά Ανεμογεννήτριες Ζώνες

Επιλογές εγγραφής **ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

Γενικά Ηλιακό δοχείο αποθήκευσης και Κύκλωμα συλλέκτη. Δευτερεύουσα Ενέργεια και απώλειες συστήματος

Απώλειες αποθήκευσης.

Γνωρίζετε το συνολικό βαθμό απώλειες του δοχείου αποθήκευσης:

Όχι, χρησιμοποιήστε

Ναι, είναι: W/K

Που βρίσκετε το δοχείο αποθήκευσης 1

Απώλειες διανομής.

Είναι οι σωλήνες μεταξύ του ηλιακού συστήματος και του εφεδρικού συστήματος

Όχι

Ναι

Κατανάλωση Δευτερεύουσας Ενέργειας.

Σύστημα κυκλοφορ

Γνωρίζετε την ονομαστική ισχύ των αντλιών:

Όχι, χρησιμοποιήστε

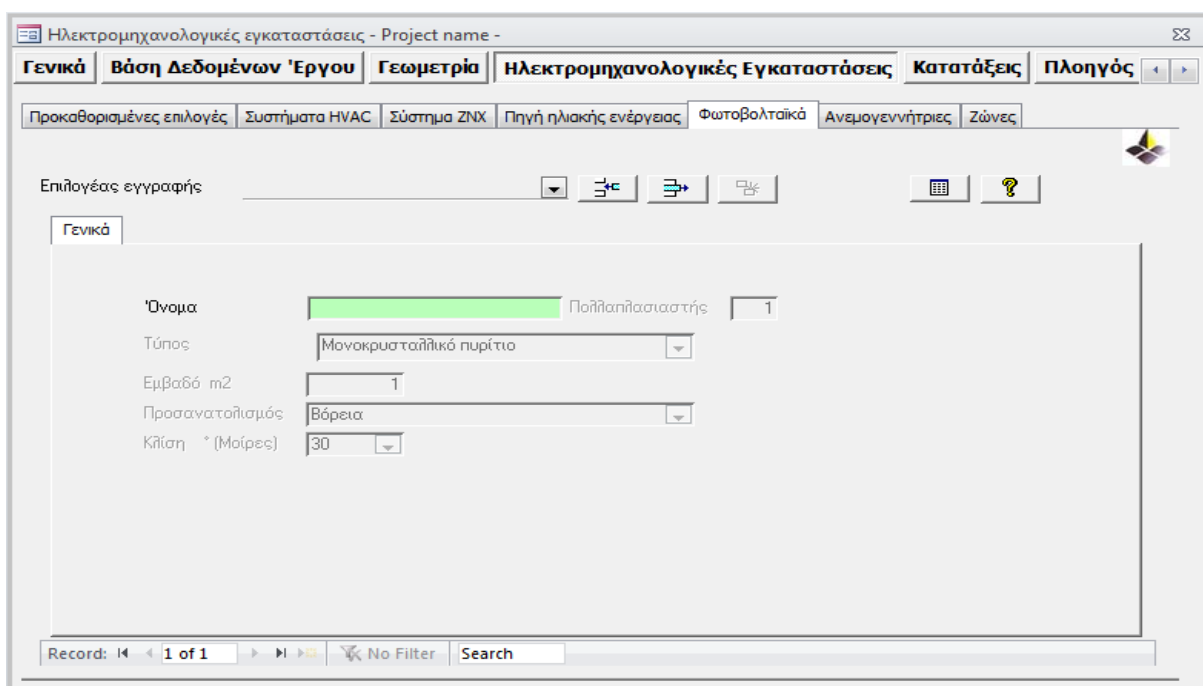
Ναι, είναι: W

Record: 14 < 1 of 1 > No Filter Search

Σχήμα 5.32. Υποεπιλογή Δευτερεύουσα ενέργεια και απώλειες συστήματος

Ο ορισμός ενός φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται με τη βοήθεια της επιλογής *Φωτοβολταϊκά* (Σχήμα 5.33). Ο μελετητής πρέπει να δώσει ένα όνομα για το φωτοβολταϊκό σύστημα, το εμβαδό, τον προσανατολισμό και τη κλίση του φωτοβολταϊκού πλαισίου, τον αριθμό των πλαισίων που είναι εγκατεστημένα (χρησιμοποιώντας τον πολλαπλασιαστή) καθώς και τον τύπο του πλαισίου. Στο λογισμικό ο μελετητής μπορεί να διαλέξει ανάμεσα σε 4 τύπους φωτοβολταϊκών πλαισίων που είναι οι εξής:

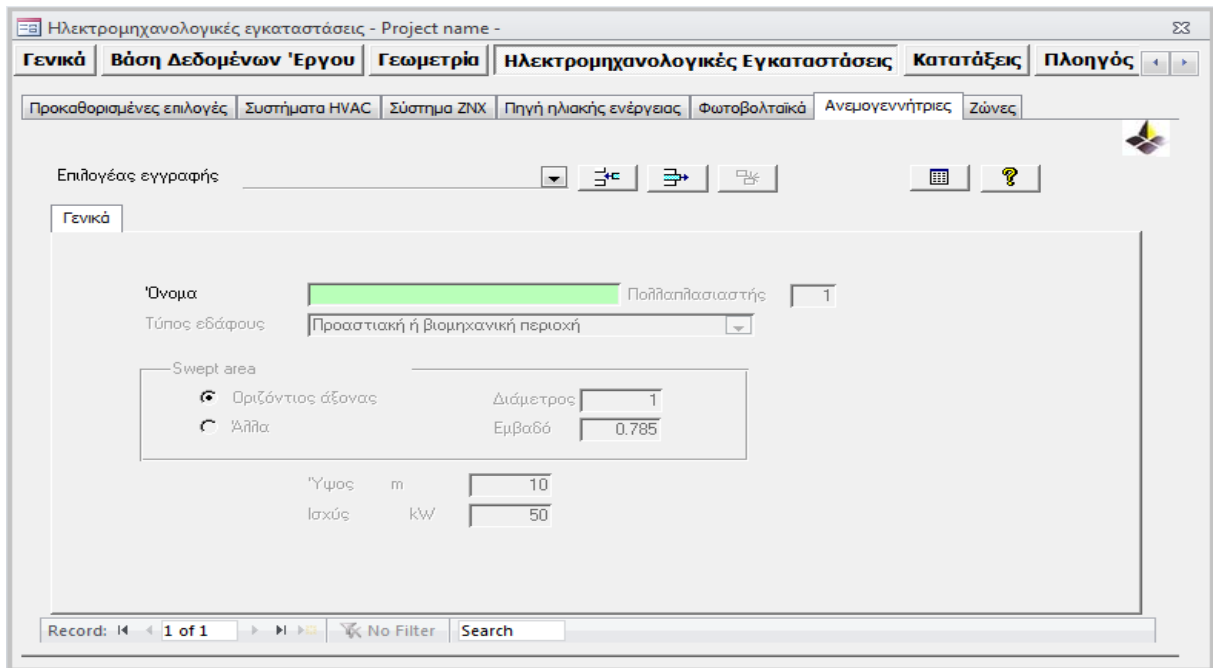
- Πλαίσιο από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο
- Πλαίσιο από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο
- Πλαίσιο από άμορφο πυρίτιο
- Άλλα πλαίσια, λεπτού υμένα



Σχήμα 5.33. Επιλογή *Φωτοβολταϊκά*

Ο ορισμός μιας ανεμογεννήτριας γίνεται μέσω της επιλογής *Ανεμογεννήτριες* (Σχήμα 5.34). Από αυτήν την επιλογή ο μελετητής δίνει ένα όνομα στην ανεμογεννήτρια (π.χ. Δίπτερη ανεμογεννήτρια), εισάγει το ύψος της και την ισχύ της (σε kW), τον αριθμό των εγκατεστημένων ανεμογεννητριών (μέσω του πολλαπλασιαστή), καθώς και τον τύπο της ανεμογεννήτριας. Εάν είναι ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα εισάγεται και η διάμετρος των πτερυγίων, ενώ σε περίπτωση που είναι ανεμογεννήτρια κάποιου άλλου είδους υπολογίζεται και εισάγεται το εμβαδό που σαρώνουν τα πτερύγιά της. Τέλος ο μελετητής μπορεί να επιλέξει τον τύπο εδάφους όπου θα εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια. Μπορεί να επιλέξει από τους παρακάτω τύπους εδάφους:

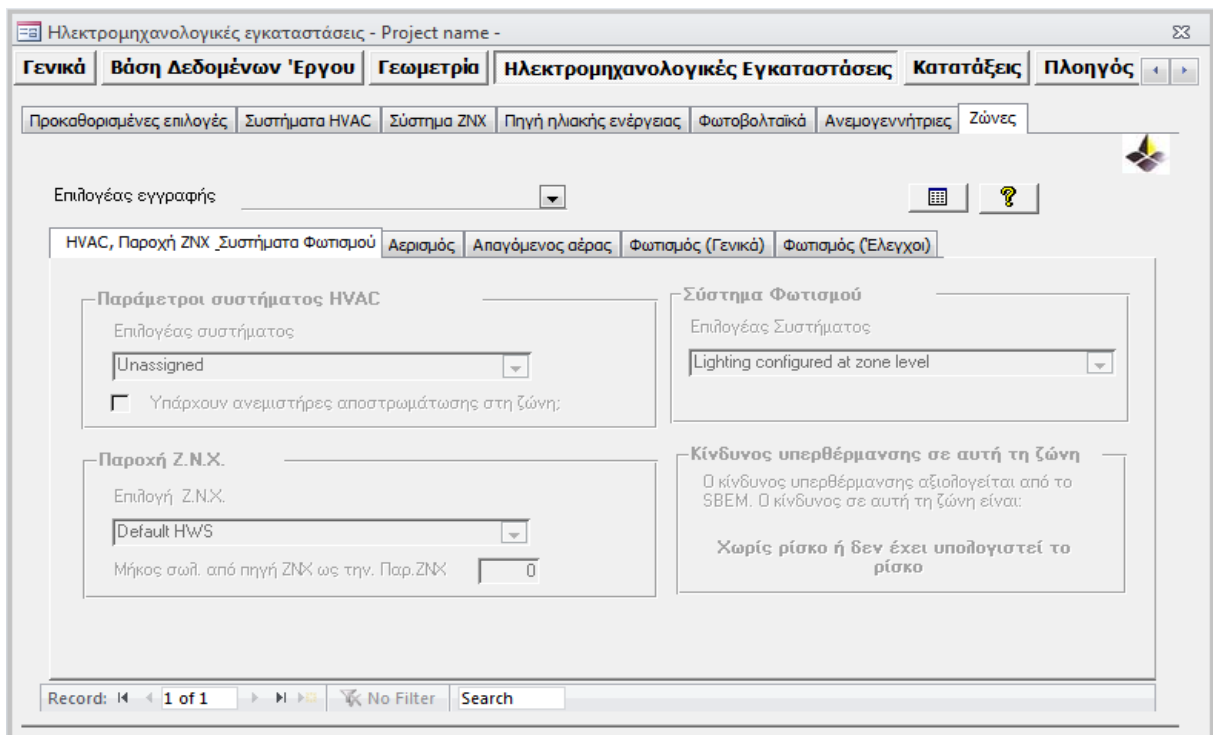
- Ομαλό επίπεδο εξοχής (χωρίς εμπόδια)
- Γεωργική γη με φράκτες
- Προαστιακή ή βιομηχανική περιοχή
- Αστικές περιοχές με μέσο ύψος κτηρίου > 15 μέτρα



Σχήμα 5.34. Επιλογή Ανεμογεννήτριες

Η επιλογή Ζώνες (Σχήμα 5.35) αποτελείται από πέντε υποεπιλογές:

- HVAC, παροχή ZNX, Συστήματα φωτισμού
- Αερισμός
- Απαγόμενος αέρας
- Φωτισμός (Γενικά)
- Φωτισμός (Ελεγκχοι)



Σχήμα 5.35. HVAC, Παροχή ZNX, Συστήματα φωτισμού

5.4. Κατατάξεις

Η φόρμα *Κατατάξεις* αποτελείται από μια επιλογή:

- Αξιολόγηση βάση εκτίμησης

και τρεις υποεπιλογές:

- Κατάταξη κτηρίου
- Συστάσεις
- Έλεγχος οδηγίας ενεργειακής απόδοσης κτηρίων

Κατατάξεις - Project name -

Γενικά Βάση Δεδομένων Έργου Γεωμετρία Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κατατάξεις Πλοηγός

Αξιολόγηση βάσει εκτίμησης

ΠΕΑ Κύπρου

Κατάταξη κτηρίου Συστάσεις Έλεγχος Οδηγίας Ενεργ. Απόδ. Κτηρίων

	Θέρμανση Ψύξη Δευτερ. Ενκ.	Φωτισμός	ΖΝΧ	Ολικό	
Πραγμ.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh/m2/yr
Αναφοράς	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kWh/m2/yr

	Αναφ.Β-Γ	Πραγμ.	Ετικ. ΠΕΑ
kWh/m2/yr	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
kgCO2/m2/yr	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Υπολογ. ΠΕΑ

Πιστοποιητικό Ενεργ. Απόδοσης

Συμβουλευτική έκθεση ΠΕΑ

Βοηθητική Έκθεση

Κάντε κλικ στο κείμενο

Αποτελέσματα SBEM

Δεδομένα-Πραγμ.Κτηρίου

Πρόσδος υπολογισμού: Εκτίμηση στοιχείων ολοκληρώθηκε

Κάνετε κλικ για ορισμό αντικειμένων, δεν υπάρχουν μη κρίσιμοι ορισμοί στο έργο

Σχήμα 5.36. Φόρμα Κατατάξεις

Με την επιλογή αυτής της φόρμας εμφανίζεται το παράθυρο του πιο πάνω σχήματος. Ο υπολογισμός του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) γίνεται πατώντας ο χρήστης το αντίστοιχο κουμπί στο μέσο του σχήματος. Τα υπόλοιπα κουμπιά εμφανίζουν διάφορες εκθέσεις σχετικά με το κτήριο όπως τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατανάλωσης σε μορφή γραφικών παραστάσεων, το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης αλλά και συμβουλές σχετικά με τη βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης.

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί η ενεργειακή απόδοση μιας τυπικής διώροφης κατοικίας, με τη βοήθεια δύο λογισμικών – KENAK για κατοικία στην Ελλάδα, SBEM για κατοικία στη Κύπρο. Αρχικά θα πραγματοποιηθεί η εκτέλεση του προγράμματος για τη κατοικία που προαναφέρθηκε και στα δύο λογισμικά (αρχικό σενάριο), ενώ στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί και για ακόμη 2 σενάρια (σύνολο 3), κατά τα οποία η κατοικία θα έχει κάποια στοιχεία διαφοροποιημένα όπως θα φανεί και στα επόμενα. Ακολούθως θα γίνει μια ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων που δίνουν τα δύο λογισμικά, εξαγωγή συμπερασμάτων και η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό να εναρμονιστεί στην Οδηγία Ενεργειακής Συμπεριφοράς Κτηρίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα αρχιτεκτονικά σχέδια της κατοικίας παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α μαζί με έντυπα παρουσίασης συντελεστών θερμοπερατότητας U που χρησιμοποιήθηκαν για τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία της κατοικίας, ενώ στο Παράρτημα Β παρουσιάζεται ο Πίνακας θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών.

6.1. Αρχικό σενάριο

Κατά το πρώτο σενάριο, η κατοικία δεν διαθέτει Σ.Η.Θ. αλλά ούτε και φωτοβολταϊκό σύστημα. Με βάση τους κανόνες διαχωρισμού για ζώνες, το κτήριο χωρίζεται σε 13 ζώνες. Η κατοικία στην Κύπρο, βρίσκεται στην περιοχή Λευκωσίας ενώ στην Ελλάδα στην περιοχή Σητείας στην Κρήτη. Έχουν επιλεγεί οι συγκεκριμένες περιοχές, λόγω των παραπλήσιων κλιματολογικών δεδομένων. Πιο κάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα εμβαδά της κάθε ζώνης ξεχωριστά.

Πίνακας 6.1. Εμβαδά ζώνης της εξεταζόμενης κατοικίας.

A/A Ζώνης	Εμβαδό ζώνης (m ²)
1	21.85
2	15.61125
3	25.4125
4	3.375
5	15.34125
6	12.32
7	12.309375
8	17.180625
9	2.92125
10	5.99625
11	13.2375
12	13.2375
13	4.3875

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό το σενάριο δίνονται πιο κάτω:

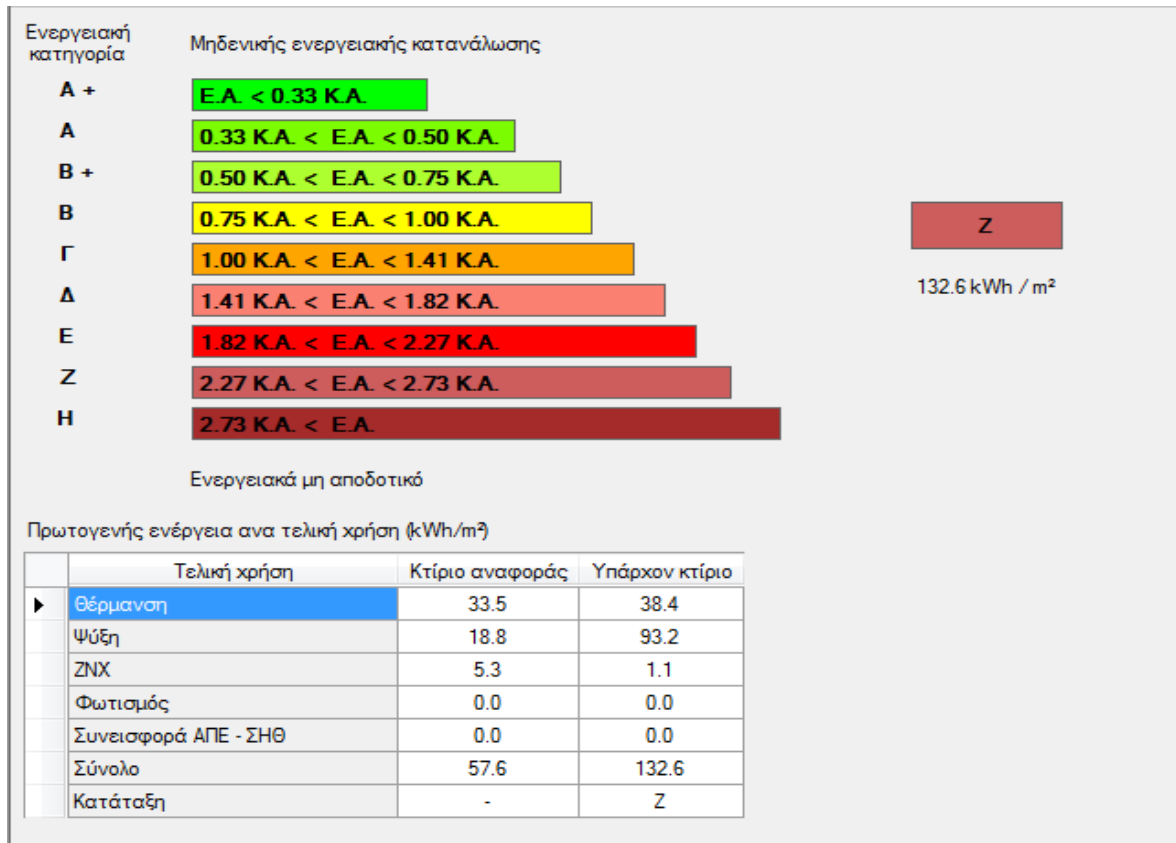
- Εξωτερικός τοίχος – $U = 0.603 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Κολώνα/Δοκός – $U = 0.503 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Οροφή – $U = 0.463 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Δάπεδο ισογείου – $U = 0.77 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Δίδυμος υαλοπίνακας με 20% μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και διάκενο αέρα 12mm – $U = 3.7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Πόρτα αλουμινίου – $U = 1.149 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Σημειώνεται ότι τόσο τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία όσο και η οροφή έχουν επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια και αποτελούνται από συνήθες δομικά υλικά. Η πόρτα εισόδου της κατοικίας είναι σκουρόχρωμη, στιλπνή μεταλλική επιφάνεια.

Όσο αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις της κατοικίας για το πρώτο σενάριο, η θέρμανση γίνεται με λέβητα πετρελαίου, βαθμού απόδοσης 0.7 και η ψύξη με αυτοτελή κλιματιστική μονάδα διαιρεμένου τύπου με συντελεστή ψύξης EER ίσο με 2. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καταχωρούνται στα δύο λογισμικά. Για το σύστημα Ζ.Ν.Χ. χρησιμοποιείται τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας. Επίσης, στην κατοικία υπάρχει ένας απλός επίπεδος ηλιακός συλλέκτης, νότιου προσανατολισμού και κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο 30° , συνολικής επιφάνειας 4 m^2 .

6.1.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Στο παράδειγμα του πρώτου σεναρίου το κτήριο κατατάσσεται όπως δείχνει και το επόμενο σχήμα στην κατηγορία Z με δείκτη $132,6 / 57,6 = \underline{2,302 \text{ K.A.}}$.



Σχήμα 6.1.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου 1^{οο} σεναρίου

6.1.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις

Υπάρχον κτήριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	4.0	3.3	2.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.5	12.6
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	8.4	11.1	10.7	3.5	0.0	0.0	0.0	36.0
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZNX	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	4.5
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	10.4	8.6	5.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	6.6	33.1
	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	1.9	7.5	9.9	9.6	3.1	0.0	0.0	0.0	32.1
	ZNX	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.0	0.9	0.7	0.5	10.8
	Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	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	10.5	8.6	5.8	0.6	2.0	7.5	10.0	9.6	3.1	0.0	1.3	6.7	65.6
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO2 (kg/m ²)										
▶	Ηλεκτρισμός	33.6		33.2										
	Πετρέλαιο	32.0		8.4										
	Φυσικό αέριο	0.0		0.0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0		0.0										
	Ηλιακή	10.8		0.0										
	Βιομάζα	0.0		0.0										
	Γεωθερμία	0.0		0.0										
	Άλλο ΑΠΕ	0.0		0.0										
	Σύνολο	65.6		41.7										

Σχήμα 6.1.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις κτηρίου 1^ο σεναρίου

6.2. Δεύτερο σενάριο

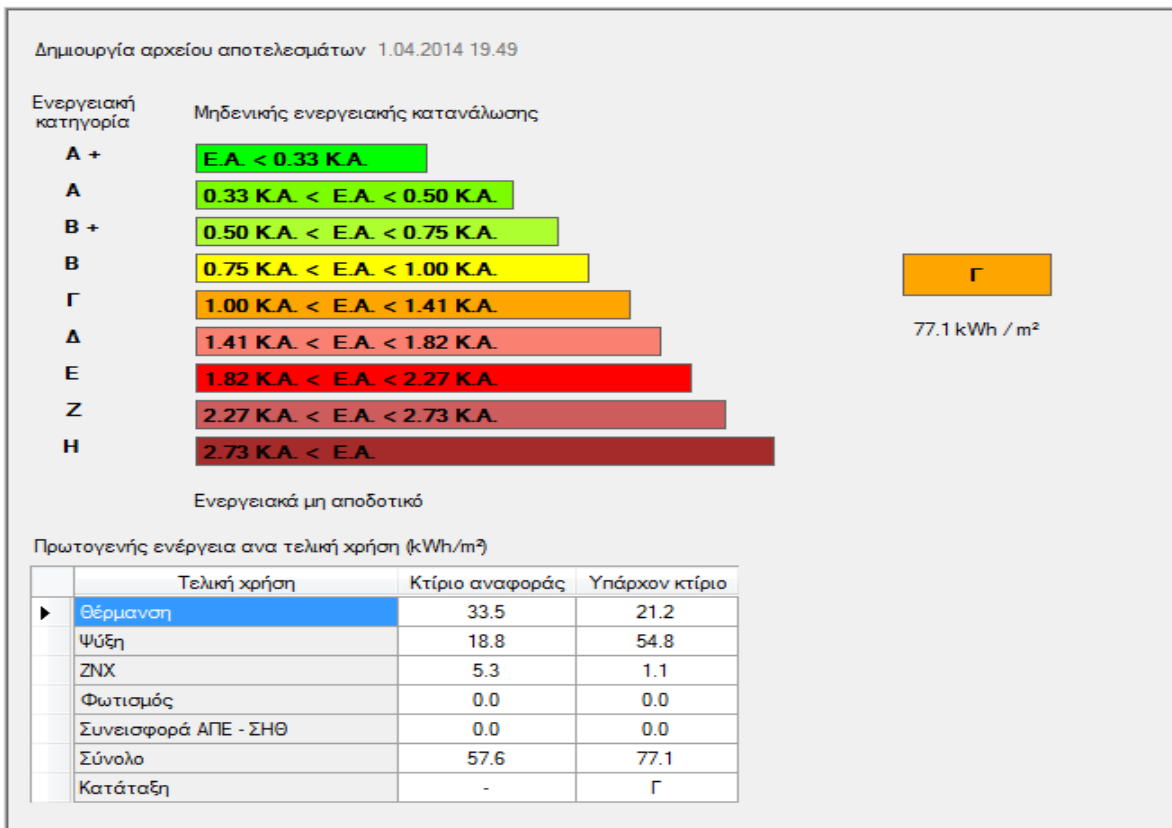
Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό το σενάριο δίνονται πιο κάτω:

- Εξωτερικός τοίχος – $U = 0.419 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Κολώνα/Δοκός – $U = 0.503 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Οροφή – $U = 0.463 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Δάπεδο ισογείου – $U = 0.77 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Δίδυμος υαλοπίνακας με μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας, με 20% μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm και διάκενο αέρα 12mm – $U = 2.6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Πόρτα αλουμινίου – $U = 1.149 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Ο λέβητας πετρελαίου με παραμένει ο ίδιος βαθμού απόδοσης 0.7 και ο συντελεστής του συστήματος ψύξης EER γίνεται 3.2.

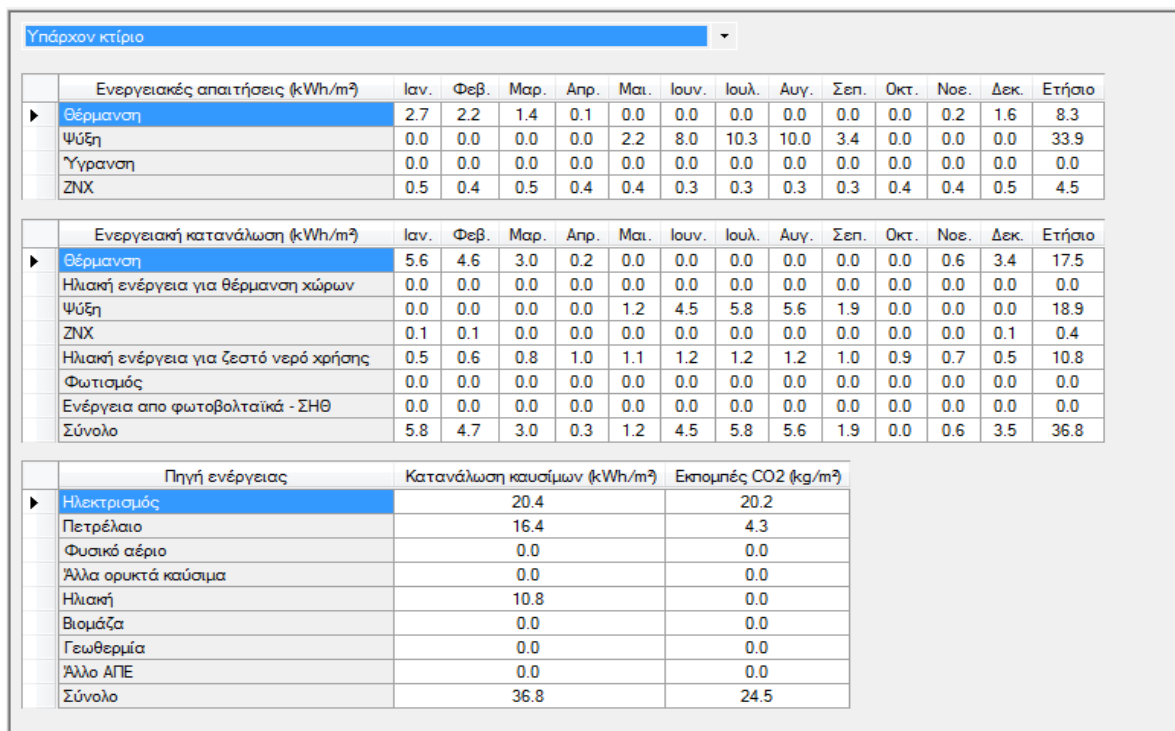
6.2.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Στο παράδειγμα του δεύτερου σεναρίου το κτήριο κατατάσσεται όπως δείχνει και το επόμενο σχήμα στην κατηγορία Γ με δείκτη $77,1 / 57,6 = \underline{1,338 \text{ K.A.}}$



Σχήμα 6.2.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου 2^ο σεναρίου

6.2.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις



Σχήμα 6.2.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις κτηρίου 2^ο σεναρίου

6.3. Τρίτο σενάριο

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό το σενάριο δίνονται πιο κάτω:

- Εξωτερικός τοίχος – $U = 0.419 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Κολώνα/Δοκός – $U = 0.503 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Οροφή – $U = 0.463 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Δάπεδο ισογείου – $U = 0.77 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Δίδυμος υαλοπίνακας με μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας, με 20% ξύλινο πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm και διάκενο αέρα 12mm – $U = 2.1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Πόρτα αλουμινίου – $U = 1.149 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Επίσης σε αυτό το σενάριο, οι υαλοπίνακες σκιάζονται από εξωτερικά κινητά σκίαστρα (με χρήση αυτόματου έλεγχου), τα οποία κατά τους θερινούς μήνες σκιάζουν τις διαφανείς επιφάνειες της κατοικίας, ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο δεν σκιάζουν καθόλου το κτήριο.

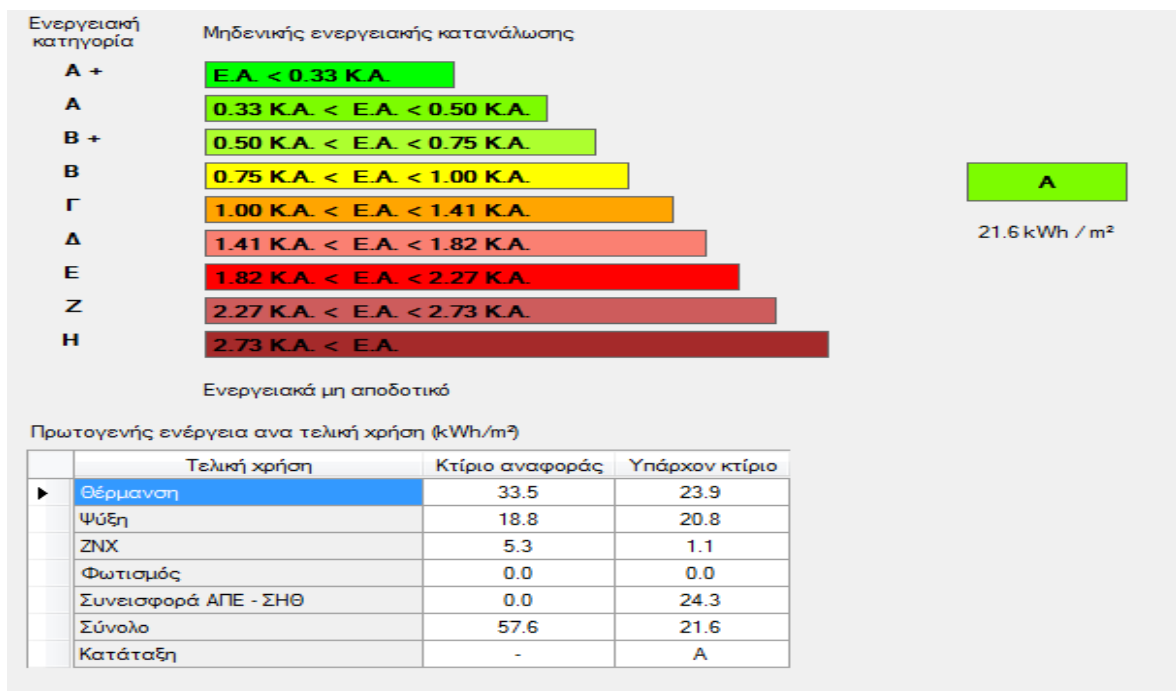
Με την προσθήκη αυτή μειώνονται για τις διαφανείς επιφάνειες του κτηρίου οι συντελεστές $F_{ov,c}$ και $F_{fin,c}$.

Προστίθεται επίσης, φωτοβολταϊκό σύστημα στη ταράτσα της κατοικίας ισχύος 3 kW και συνολικής επιφάνειας 10 m² με κλίση 30° ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

Τα αποτελέσματα που δίνουν τα δυο λογισμικά, παρουσιάζονται στις επόμενες σελίδες με τα σχετικά σχόλια για κάθε σενάριο.

6.3.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Στο παράδειγμα του τρίτου σεναρίου το κτήριο κατατάσσεται όπως δείχνει και το επόμενο σχήμα στην κατηγορία Α με δείκτη $21,6 / 57,6 = 0,375\text{K.A.}$



Σχήμα 6.3.1. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου 3^{ου} σεναρίου

6.3.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις

Υπάρχον κτήριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	2.5	2.0	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	7.4
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	3.7	5.7	5.3	1.4	0.0	0.0	0.0	16.6
	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	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	4.5
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	6.5	5.3	3.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.9	20.0
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	2.5	2.3	0.6	0.0	0.0	0.0	7.2
	ZNX	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.0	0.9	0.7	0.5	10.8
	Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.7	0.8	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.5	1.3	1.1	0.8	0.7	13.5
	Σύνολο	6.6	5.4	3.4	0.3	0.3	1.6	2.5	2.3	0.6	0.0	0.7	4.0	27.6
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO2 (kg/m ²)										
▶	Ηλεκτρισμός	0.0		0.0										
	Πετρέλαιο	18.9		5.0										
	Φυσικό αέριο	0.0		0.0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0		0.0										
	Ηλιακή	10.8		0.0										
	Βιομάζα	0.0		0.0										
	Γεωθερμία	0.0		0.0										
	Άλλο ΑΠΕ	0.0		0.0										
	Σύνολο	27.6		5.0										

Σχήμα 6.3.2. Αποτελέσματα – Απαιτήσεις – Καταναλώσεις κτηρίου 3^ο σεναρίου

Πιο κάτω φαίνονται τα αποτελέσματα που δίνει το λογισμικό SBEM-Cy για τα αντίστοιχα σεναρία που αναλύσαμε στα προηγούμενα. Τα αποτελέσματα δίνονται στα σχήματα 6.3.3. – 6.3.5. και παρατηρούνται σημαντικές διαφορές που θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Κατατάξεις - ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Γενικά | Βάση Δεδομένων Έργου | Γεωμετρία | Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις | Κατατάξεις | Πλοηγός

Αξιολόγηση βάσει εκτίμησης

ΠΕΑ Κύπρου

Κατάταξη κτηρίου | Συστάσεις | Έλεγχος Οδηγίας Ενεργ. Απόδ. Κτηρίων

	Θέρμανση	Ψύξη	Δευτερ. Εν	Φωτισμός	ZNX	Ολικό	
Πραγμ.	18.99	87.75	0	15.25	5.75	127.74	kWh/m ² /yr
Αναφοράς	3.57	31.69	1.61	18.62	29.03	84.52	kWh/m ² /yr

	Αναφ.β.Γ	Πραγμ.	Ετικ. ΠΕΑ
kWh/m ² /yr	181.74	314.52	D
kgCO ₂ /m ² /yr	99.8	91.4	1.731

Υπολογ. ΠΕΑ

G Πιστοποιητικό Ενεργ. Απόδοσης

G Συμβουλευτική έκθεση ΠΕΑ

Βοηθητική Έκθεση

Κάντε κλικ στο κείμενο

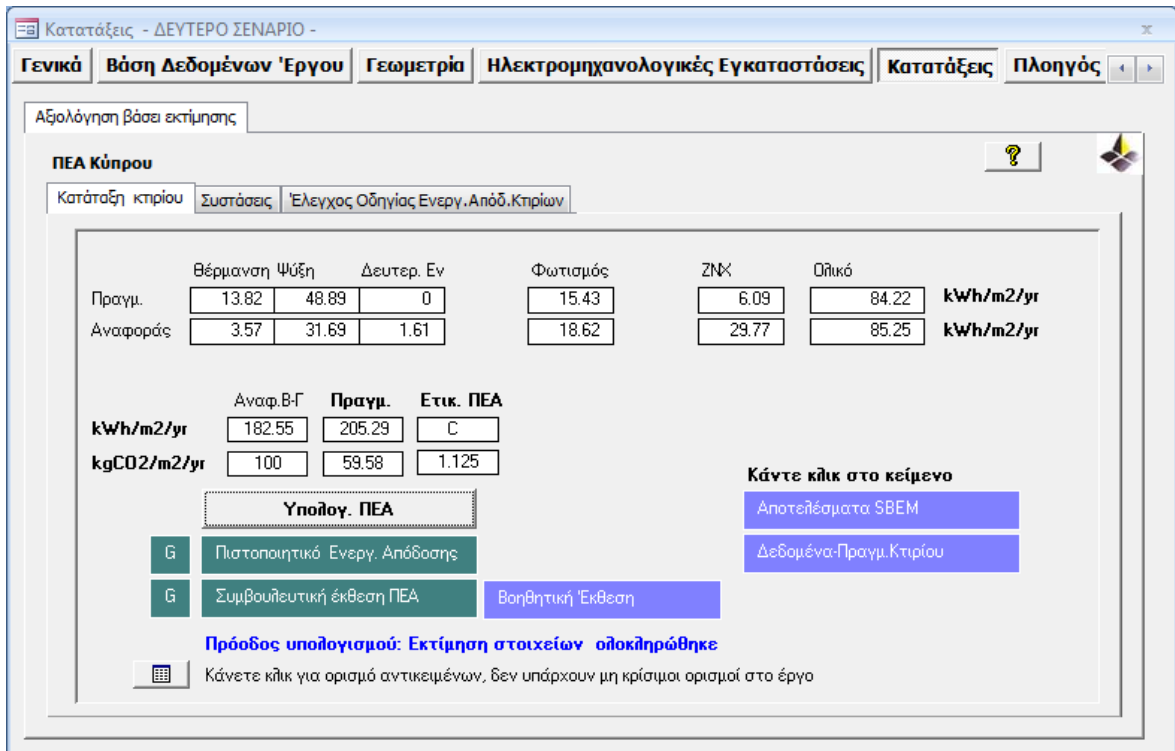
Αποτελέσματα SBEM

Δεδομένα-Πραγμ. Κτηρίου

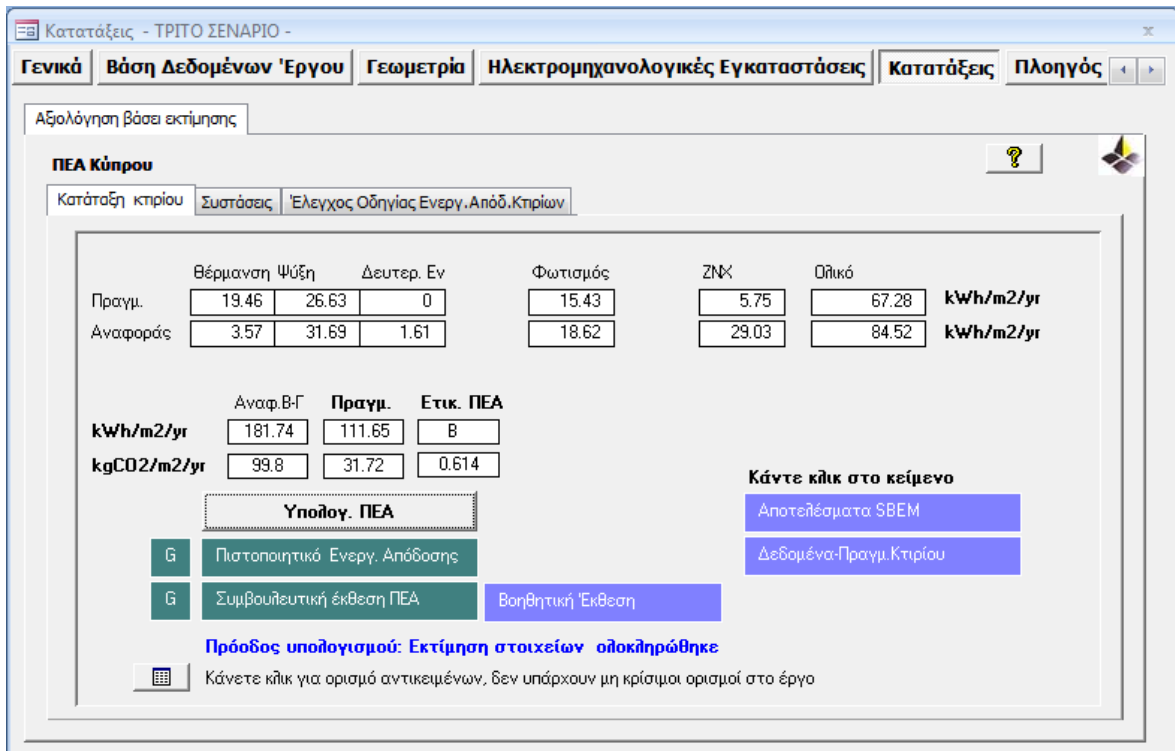
Πρόδος υπολογισμού: Εκτίμηση στοιχείων ολοκληρώθηκε

Κάντε κλικ για αριθμό αντικειμένων, δεν υπάρχουν μη κρίσιμοι αριθμοί στο έργο

Σχήμα 6.3.3. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη (Sbem-CY) για κτήριο 1^ο σεναρίου.



Σχήμα 6.3.4. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη (Sbem-CY) για κτήριο 2^ο σεναρίου.



Σχήμα 6.3.5. Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη (Sbem-CY) για κτήριο 3^ο σεναρίου.

7. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα που δίνουν τα δυο λογισμικά παρατηρούνται αρκετές και σημαντικές διαφορές τόσο στα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης που δίνουν όσο και στις καταναλώσεις για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης.

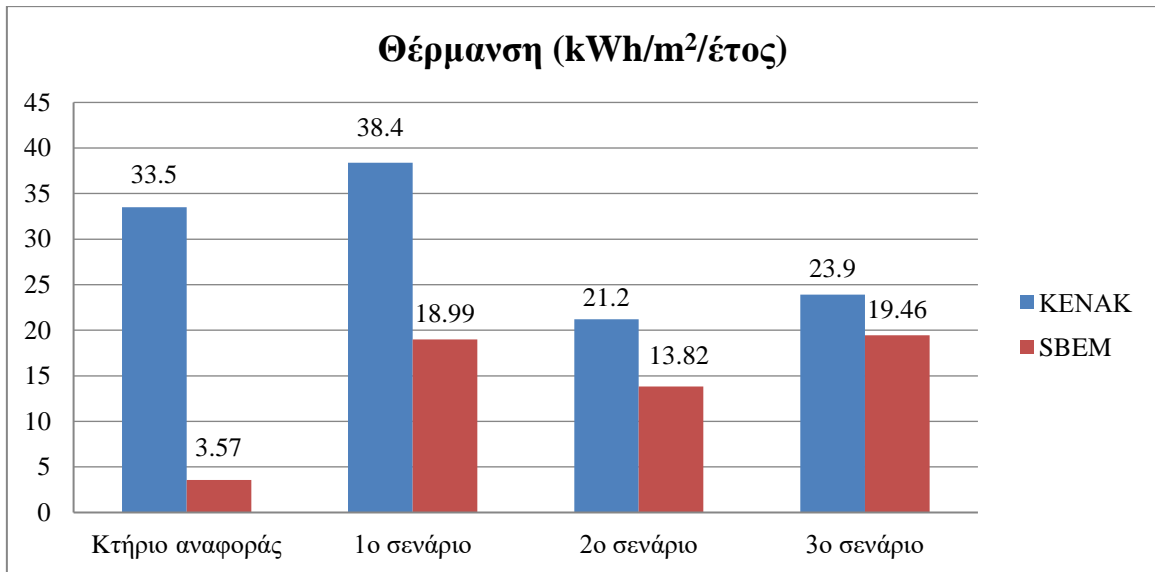
Παρακάτω παρουσιάζονται δύο πίνακες με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα και για τα 3 σενάρια, με σχόλια για τις αλλαγές που έγιναν σε κάθε σενάριο, και για τα δύο λογισμικά.

Πίνακας 7.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα που δίνει το λογισμικό KENAK, για θέρμανση, ψύξη, Z.N.X. για το εξεταζόμενο κτήριο και για τα 3 σενάρια.

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ kWh/m ²						
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	Z.N.X.	Α.Π.Ε. - Σ.Η.Θ.	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	Π.Ε.Α.
ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	33.5	18.8	5.3	0	0	57.6	-
1°	38.4	93.2	1.1	0	0	132.6	Z - 2.302
2°	21.2	54.8	1.1	0	0	77.1	Γ - 1.338
3°	23.9	20.8	1.1	24.3	0	21.6	A - 0.375

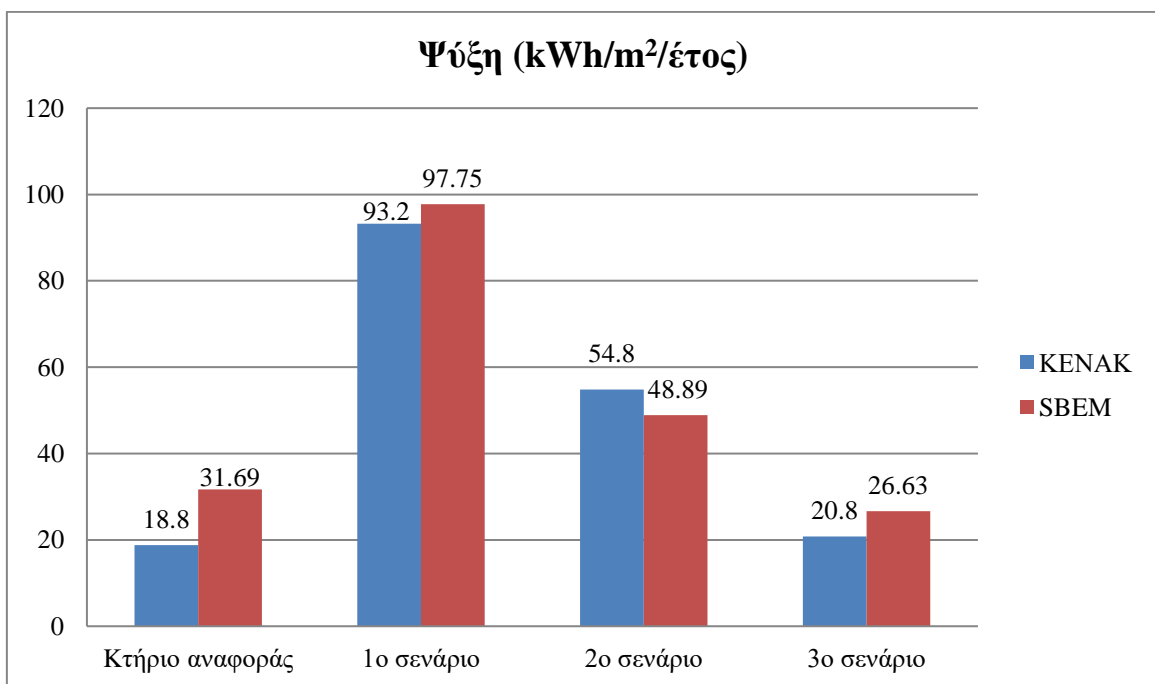
Πίνακας 7.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα που δίνει το λογισμικό SBEM-CY, για θέρμανση, ψύξη, Z.N.X. για το εξεταζόμενο κτήριο και για τα 3 σενάρια.

ΣΕΝΑΡΙΑ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ kWh/m ²					
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	Z.N.X.	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	Π.Ε.Α.
ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	3.57	31.69	29.77	18.62	85.25	-
1°	18.99	97.75	6.09	15.25	128.07	D - 1.728
2°	13.82	48.89	6.09	15.43	84.22	C - 1.125
3°	19.46	26.63	6.09	15.43	67.61	B - 0.617



Σχήμα 7.1. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του κτηρίου κάθε σενάριου.

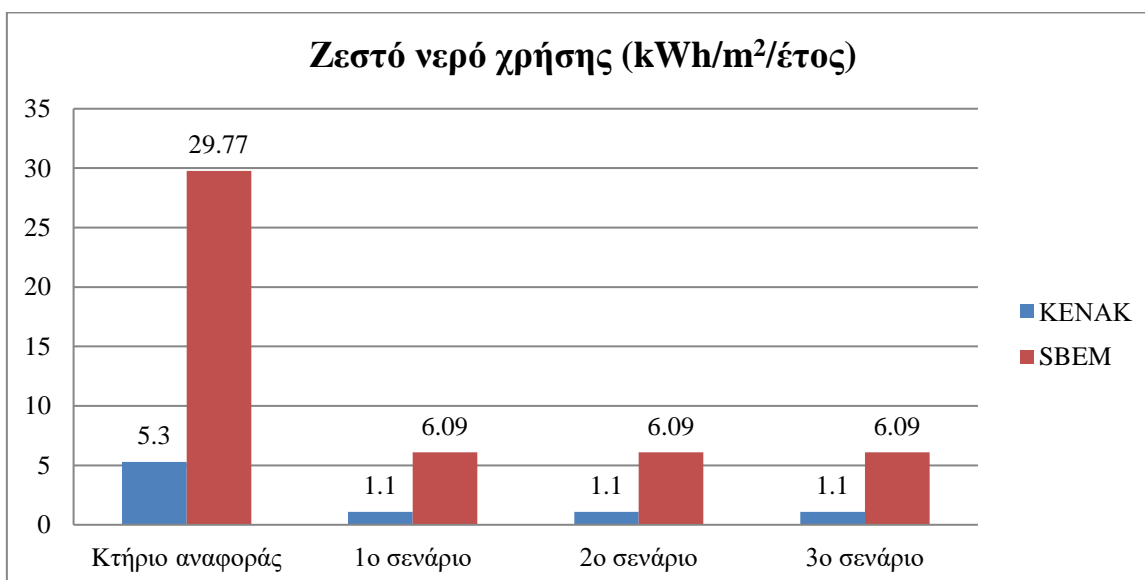
Όπως παρατηρούμε από το παραπάνω σχήμα υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του κτηρίου. Η μεγαλύτερη διαφορά παρουσιάζεται για τις καταναλώσεις του κτηρίου αναφοράς, όπου φαίνεται ότι το κτήριο αναφοράς κατά KENAK καταναλώνει κατά 89,34% περισσότερη ετήσια πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με το κτήριο αναφοράς κατά SBEM. Επίσης, παρατηρείται σταδιακά μια μείωση της διαφοράς στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, και κατά κάποιο τρόπο σύγκλιση των τιμών από το πρώτο κιόλας σενάριο. Συγκεκριμένα, στο 1^ο σενάριο, το κτήριο σύμφωνα με τα αποτελέσματα του KENAK καταναλώνει κατά 50,54% στο 2^ο κατά 34,81% και στο 3^ο κατά 18,83% περισσότερη ετήσια πρωτογενή ενέργεια σε σύγκριση με τα αποτελέσματα που δίνει το λογισμικό SBEM.



Σχήμα 7.2. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του κτηρίου κάθε σενάριου.

Στο προηγούμενο διάγραμμα (Σχήμα 7.2) παρατηρούμε την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του κτηρίου. Σε σύγκριση με το διάγραμμα που αναλύθηκε προηγουμένως για την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, βλέπουμε ότι τα αποτελέσματα που δίνουν τα δύο λογισμικά είναι πολύ κοντά.

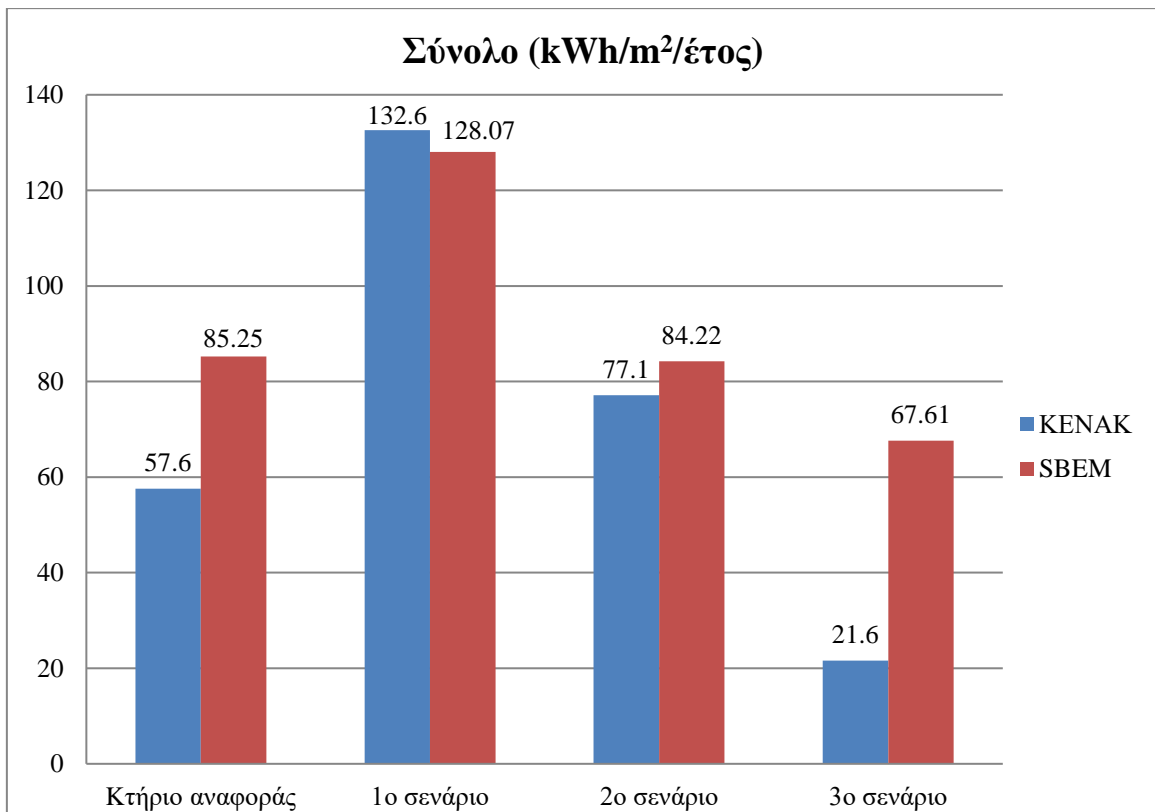
Συγκεκριμένα, η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη που δίνει το κτήριο αναφοράς κατά KENAK, είναι κατά 40,67% λιγότερη από αυτή που δίνει το λογισμικό SBEM. Ακολούθως, στο 1^ο σενάριο, παρατηρείται δραματική μείωση της διαφοράς της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη, και η διαφορά γίνεται μόλις 4,65% λιγότερη κατανάλωση του κτηρίου που αναλύθηκε με το λογισμικό KENAK σε σύγκριση με το λογισμικό SBEM. Στο 2^ο σενάριο, η ετήσια κατανάλωση του κτηρίου κατά KENAK είναι 10,2% μεγαλύτερη, ενώ στο 3^ο κατά 21,89% μικρότερη από αυτή κατά SBEM.



Σχήμα 7.3. Ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης του κτηρίου κάθε σενάριο.

Όμοια με τα προηγούμενα ισχύουν και για τη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης. Το κτήριο αναφοράς κατά KENAK καταναλώνει 82,19% λιγότερη ενέργεια από το κτήριο αναφοράς κατά SBEM, ενώ στο 1^ο, 2^ο και 3^ο σενάριο η διαφορά παραμένει σταθερή και ίση με 81,93%. Παρατηρείται δηλαδή μια σημαντική απόκλιση στη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης.

Η μεγάλη απόκλιση που παρατηρείται στη κατανάλωση ενέργειας για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στο λογισμικό T.E.E. K.En.A.K γίνεται εισαγωγή της πραγματικής ετήσιας κατανάλωσης ζεστού νερού από το χρήστη, ενώ αντίθετα στο iSBEM-Cy εισάγονται αυτόματα οι τιμές από τη κλειστή βάση δεδομένων ανάλογα με το εμβαδό και τη χρήση της κάθε ζώνης.



Σχήμα 7.4. Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου κάθε σενάριου.

Το προηγούμενο διάγραμμα (Σχήμα 7.4.) παρουσιάζει τη συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που δίνουν τα δύο λογισμικά.

Στα πρώτα δύο σενάρια η διαφοράς είναι πολύ μικρές και τα αποτελέσματα που δίνουν τα δύο λογισμικά για τη συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι παραπλήσια.

Συγκεκριμένα, στο 1^ο σενάριο το κτήριο όπως αναλύθηκε κατά ΚΕΝΑΚ καταναλώνει 3,41% περισσότερη πρωτογενή ενέργεια ανά έτος από το κτήριο που αναλύθηκε κατά SBEM, ενώ στο 2^ο σενάριο καταναλώνει 8,45% λιγότερη. Στο 3^ο σενάριο και με τη προσθήκη του φωτοβολταϊκού συστήματος, η διαφορά αυξάνεται πολύ. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά έτος που δίνει το λογισμικό ΚΕΝΑΚ είναι κατά 68,05% μικρότερη από αυτή που δίνει το λογισμικό SBEM.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και της έκδοσης 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 κτηρίων», 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 κτηρίων, 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 Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ)».
6. Ν.3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89).
7. Σταμάτης Δ. Περγίος, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων και βιομηχανιών».
8. Σταμάτης Δ. Περγίος, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτήρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές», Τόμος Α'.
9. Σταμάτης Δ. Περγίος, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτήρια – 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 Κτηρίων».
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/11038/9-7-1999, «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων».
14. Κ.Α. Μπαλαράς «Οδηγός για Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Κατοικίες».
15. ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009: «Ενεργειακή επίδοση κτηρίων – Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και τη ψύξη χώρων».
16. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου – ζεστού νερού».
17. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 1/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων». ΦΕΚ 67/Β/4-2-88, Έκδοση Δ'.
18. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 2/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων. ΦΕΚ 148/Β/17-3-88, Έκδοση Δ'.
19. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων». ΦΕΚ 177/Β/31-3-88, Έκδοση Γ'.
20. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων». Έκδοση Ε'.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ISO 6946:2007: “Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method”.
2. ISO 10077-1:2006: “Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 1: General”.
3. ISO 10077-2:2003: “Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 2: Numerical methods for frames”.
4. ISO 10211:2007: “Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations”.
5. ISO 13370:2007: “Thermal performance of buildings – Heat transfer via the ground – Calculation methods”.
6. ISO 13786:2007: “Thermal performance of building components – Dynamic thermal characteristics – Calculation methods”.
7. ISO 13789:2007: “Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method”.
8. ISO 14683:2007: “Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values”.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

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