



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Πτυχιακή Εργασία:

Ανάλυση και σύγκριση των
μεθόδων DIN 4701 και EN
12821 και εφαρμογή τους σε
κτίριο κατοικίας.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Μονιάκης Μύρων

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Μαθιανάκης Μιχάλης

A.M: 4941

Μάιος 2015



Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	1
1. Γενικά.....	2
2. Μέθοδος υπολογισμού θερμικών αναγκών κτιρίου κατά DIN 4701	2
3. Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων.....	4
4. Τυποποιημένες εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού.....	5
5. Συνιστώμενες θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων.....	6
6. Κανονικές θερμικές ανάγκες.....	9
6.1 Διάρθρωση των υπολογισμών.....	9
6.2 Θερμοκρασίες.....	9
6.3 Κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας.....	10
6.4 Κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού.....	15
6.5 Κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου.....	27
6.6 Μεθοδολογία υπολογισμού των θερμικών αναγκών.....	28
6.7 Ιδιαίτερες περιπτώσεις.....	29
6.8 Θερμογέφυρες.....	30
6.9 Θερμοκρασίες μη θερμαινόμενων χώρων.....	30
6.10 Θερμική ισχύς του λέβητα.....	30
7. Εισαγωγή στην μεθοδολογία υπολογισμού κατά EN12831	32
7.2 Πεδίο.....	32
7.3 Σύμβολα & μονάδες.....	33
7.4 Δείκτες.....	34
7.5 Αρχή της μεθόδου υπολογισμού.....	35
7.6 Γενικές εκτιμήσεις.....	36
7.7 Διαδικασία υπολογισμού.....	37
7.8 Κλιματικά δεδομένα.....	38
7.9 Δεδομένα κτιρίου.....	39
7.10 Υπολογισμός της συνολικής απώλειας θερμότητας σχεδιασμού.....	41
7.11 Απώλεια λόγω θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού.....	42
7.12 Απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού.....	55
7.13 Περιοδικά θερμαινόμενοι χώροι.....	61
7.14 Υπολογισμός θερμικού φορτίου σχεδιασμού θερμαινόμενου χώρου.....	63
7.15 Υπολογισμός θερμικού φορτίου σχεδιασμού για μια ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή για ένα κτίριο.....	64
7.16 Απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού για ένα θερμαινόμενο χώρο.....	65
8. Σύγκριση των δύο μεθόδων υπολογισμού DIN4701 και EN12831.....	70
8.1 Περιγραφή και Παραδοχές υπολογισμών.....	70
8.2 Σύνολο θερμικών απωλειών.....	71
8.3 Εφαρμογή και σύγκριση των μεθόδων σε κτίριο κατοικίας.....	73
8.4 Συμπεράσματα.....	74
8.5 Παράρτημα I (Υπολογισμός απωλειών κατά DIN4701 και EN12831).....	75
9. Βιβλιογραφία.....	118

Πρόλογος

Ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων σχεδιασμού σε κτίρια χρησιμεύει για τον υπολογισμό της ισχύος της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού. Με σκοπό την δημιουργία συνθηκών άνεσης, την αποφυγή οικονομικής επιβάρυνσης, την λειτουργία της εγκατάστασης με υψηλό βαθμό απόδοσης χρησιμοποιούνται διάφορες μεθοδολογίες που ορίζουν σε εθνικό επίπεδο κάθε χώρας διάφοροι κανονισμοί.

Στην Ελλάδα η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται είναι αυτή που ορίζει ο ΕΛΟΤ (EN12831).

Η μεθοδολογία χρησιμεύει στον υπολογισμό των θερμικών φορτίων. Ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων βασίζεται στους νόμους της μετάδοσης θερμότητας και της μεταφοράς μάζας.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ανάλυση και σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού DIN 4701 και EN 12831, και η εφαρμογή τους σε κτίριο κατοικίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Μύρων Ε. Μονιάκη, Διπλ/χο Μηχανολόγο Μηχανικό Msc, Καθηγητή Εφ/γων ΤΕΙ Κρήτης, για την ιδέα της πτυχιακής εργασίας, την καθοδήγηση και την βοήθεια που μου παρείχε.

Μάιος 2016

Μιχάλης Μαθιανάκης

1. Γενικά

Οι θερμικές ανάγκες ενός χώρου και γενικότερα ενός κτιρίου είναι το ποσό θερμότητας που πρέπει να ληφθεί ως βάση για τον σχεδιασμό της εγκατάστασης θέρμανσης.

Οι θερμικές ανάγκες είναι ιδιότητα του χώρου ή του κτιρίου και είναι ανεξάρτητες από το σύστημα θέρμανσης που θα εγκατασταθεί. Εξαρτώνται από το μέγεθος του χώρου, τον τρόπο κατασκευής των τοίχων, το μέγεθος και το υλικό κατασκευής των ανοιγμάτων από τον αερισμό και από άλλους παράγοντες.

Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών γίνεται για κάθε χώρο του κτιρίου ξεχωριστά, για να μπορεί να προσδιορισθεί το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων του κάθε χώρου. Το σύνολο των θερμικών αναγκών του κτιρίου προκύπτει από το άθροισμα των θερμικών αναγκών όλων των χώρων που θερμαίνονται.

Οι πραγματικές θερμικές απώλειες ενός κτιρίου είναι μικρότερες από το ποσό θερμότητας που μπορεί να δώσει η εγκατάσταση θέρμανσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο σχεδιασμός της εγκατάστασης γίνεται έτσι ώστε να καλύπτει τις απώλειες του κτιρίου ακόμη και στις ελάχιστες πιθανές τιμές της εξωτερικής θερμοκρασίας (μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής). Οι θερμικές ανάγκες ενός κτιρίου αποτελούν συγχρόνως και τις μέγιστες θερμικές απώλειες. Η μεθοδολογία του υπολογισμού των θερμικών αναγκών βασίζεται στους νόμους της μετάδοσης θερμότητας. Επειδή όμως κατά τον υπολογισμό πρέπει να καθοριστούν και να εκλεγούν πολλά μεγέθη, όπως π.χ. θερμοκρασίες χώρων διαφόρων χρήσεων, ποσότητες αερισμού κ.λ.π., για να αποφευχθούν αυθαίρετες παραδοχές οι διάφορες χώρες καθιέρωσαν έναν ενιαίο τρόπο υπολογισμού που δίνεται σε μορφή κανονισμού. Οι κανονισμοί αυτοί μπορούν να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

2. Μέθοδοι υπολογισμού θερμικών αναγκών κτιρίων κατά [DIN4701](#)

Ο Ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, που βασίζεται κυρίως στο γερμανικό DIN 4108, περιέχει πολλά απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών. Η μέθοδος υπολογισμού που επικράτησε στον ελληνικό χώρο είναι αυτή που αναφέρεται στις δύο εκδόσεις του γερμανικού DIN 4701, που έχουν διαφοροποιηθεί μεταξύ τους από την επίδραση της ενεργειακής κρίσης και την εξέλιξη των αυτοματισμών.

Σε γενικές γραμμές, ο τρόπος υπολογισμού των φορτίων της μεθόδου DIN 4701/1959 διατηρήθηκε και στην καινούργια έκδοση του 1983. Η νέα έκδοση του κανονισμού περιέλαβε και τις σύγχρονες αντιλήψεις σχετικά με τη διείσδυση του αέρα στα κτίρια, την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη θερμοχωρητικότητα των κτιρίων. Εκτός από αυτό, η χρησιμοποίηση κατάλληλων συστημάτων αυτόματου ελέγχου οδήγησε στην κατάργηση του συντελεστή προσαύξησης λόγω διακοπόμενης λειτουργίας. Επίσης καταργήθηκε και ο συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμού.

Υπολογισμός θερμικών απωλειών μπορεί να γίνει και με βάση τη μέθοδο της ASHRAE, η οποία δεν προβλέπει γενικά προσαυξήσεις και υπολογίζει με διαφορετικό τρόπο τις απώλειες προς το

έδαφος από ότι το DIN 4701. Γενικά η μέθοδος αυτή είναι απλούστερη στην εφαρμογή της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τον υπολογισμό των φορτίων ψύξης.

Η μεθοδολογία που θα δοθεί στη συνέχεια βασίζεται στη γερμανική μέθοδο υπολογισμού θερμικών αναγκών DIN 4701 έκδοση 1983.

Στον υπολογισμό των θερμικών αναγκών διακρίνουμε τις κανονικές και τις ειδικές περιπτώσεις. Κανονικές είναι οι συνηθισμένες κατασκευές που περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των κτιρίων όπως π.χ. μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, δημόσια κτίρια, εμπορικά καταστήματα, τράπεζες, εκπαιδευτικά κτίρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εργοστάσια κ.λ.π.

Ως ειδικές περιπτώσεις ορίζονται:

- α) Οι σπάνια θερμαινόμενοι χώροι (π.χ. εκκλησίες)
- β) Τα κτίρια με βαριά κατασκευή(π.χ. καταφύγια, κλειστά υπόγεια γκαράζ)
- γ) Οι μεγάλες αίθουσες
- δ) Τα θερμοκήπια

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται για μόνιμη κατάσταση θέρμανσης δηλ. παραδεχόμαστε ότι όλα τα μεγέθη που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς παραμένουν σταθερά με το χρόνο.

Επίσης παραδεχόμαστε ότι η θερμοκρασία στις επιφάνειες των διαχωριστικών τοίχων που συνορεύουν με θερμαινόμενους χώρους, είναι η ίδια με την θερμοκρασία του αέρα του χώρου. Έτσι οι εσωτερικοί τοίχοι ανταλλάζουν ακτινοβολία μόνο με την εσωτερική επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων.

Γενικά οι συνολικές θερμικές απώλειες ενός χώρου οφείλονται στις απώλειες αγωγιμότητας και στις απώλειες αερισμού.

Οι θερμικές απώλειες αγωγιμότητας πρέπει να υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε δομικό στοιχείο, όταν υπάρχει διαφορετικός συντελεστής θερμοπερατότητας ή διαφορετική διαφορά θερμοκρασίας.

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών αερισμού γίνεται με βάση ένα απλοποιημένο προσομοίωμα καθορισμού των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται από τους αρμούς των ανοιγμάτων του χώρου. Ο υπολογισμός παίρνει υπόψη τις διαφορές πίεσης που δημιουργούνται από την πρόσπτωση ανέμου και τη θερμική άνωση καθώς και τις αντιστάσεις ροής μέσα από τους αρμούς των εσωτερικών και εξωτερικών δομικών στοιχείων του χώρου (παραθύρων και θυρών).

Όταν ο αερισμός είναι εξαναγκασμένος (μηχανικός αερισμός με τη βοήθεια ανεμιστήρων) λαμβάνεται υπόψη το επιπλέον ποσό αέρα που εισέρχεται στο χώρο.

Οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών με τη βοήθεια του κανονισμού (κανονικές θερμικές ανάγκες) εξασφαλίζουν μια ικανοποιητική εγκατάσταση θέρμανσης, επειδή λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες, οι ταχύτητες των πιο συχνών ανέμων κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου, η στεγανότητα των παραθύρων κ.λ.π. Προφανώς κατά την κατασκευή του κτιρίου θα πρέπει να δίνεται προσοχή, ώστε να εξασφαλίζονται οι τιμές των μεγεθών που λήφθηκαν υπόψη στους υπολογισμούς.

Έτσι, εκτός από την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου υπολογισμού των θερμικών απωλειών, είναι απαραίτητη και η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων που αφορούν στην εξωτερική θερμοκρασία, στην ταχύτητα των ανέμων, στον τρόπο κατασκευής του κτιρίου από άποψη στεγανότητας καθώς και στον τρόπο λειτουργίας (συνεχή ή διακοπτόμενο) της εγκατάστασης, ώστε να εξασφαλίζεται πάντοτε ικανοποιητική επάρκεια σε θέρμανση.

Στη χώρα μας η θέρμανση γίνεται συνήθως διακεκομμένα, για λόγους οικονομίας. Η εγκατάσταση θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, λέβητας, σωληνώσεις) είναι μεγαλύτερη από αυτή που υπολογίζονται με βάση τον κανονισμό. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται γρήγορη αναθέρμανση των χώρων μετά τη διακοπή.

Πιο σωστό είναι η εγκατάσταση θέρμανσης να έχει το κανονικό μέγεθος και η διάρκεια λειτουργίας να ρυθμίζεται από το σύστημα ρύθμισης της εγκατάστασης (με βάση είτε την εσωτερική θερμοκρασία των χώρων είτε την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα).

3. Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων

Ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων βασίζεται στη μέθοδο που υποδεικνύεται από τον εκάστοτε θεσμοθετημένο Κανονισμό δηλ. σήμερα τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ).

- Στον κανονισμό δίνονται οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας και οι πυκνότητες των πιο συνηθισμένων στον ελληνικό χώρο υλικών, καθώς και ο τρόπος υπολογισμού των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφόρων δομικών στοιχείων που προκύπτουν από συνδυασμό αυτών των υλικών. Επίσης δίδονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφόρων δομικών στοιχείων (π.χ. εξωτερικοί τοίχοι, δάπεδα, οροφές, ανοίγματα κ.λπ.) ανάλογα με την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτήριο (πίνακας 6).

Πίνακας 6. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη (πηγή: Κ. Εν.Α. Κ.).

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	Ur	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Ut	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	Ufa	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	Utu	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	Utb	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	Ufu	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	Ufb	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	Uw	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	Ugf	2,20	2,00	1,80	1,80

- Για τον υπολογισμό των θερμικών (ή ψυκτικών) φορτίων κτιρίων συνιστάται κατά περίπτωση μία προσάυξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας από 10% έως 30% για εξωτερικούς τοίχους, δάπεδα και οροφές (λόγω δημιουργίας θερμογεφυρών, κυρίως λόγω αστοχιών στην κατασκευή ή λόγω διείσδυσης υγρασίας μέσα στα υλικά). Ειδικά σε περιπτώσεις που αναμένεται αυξημένη ποσότητα υγρασίας στο δομικό στοιχείο λόγω καιρικών συνθηκών, η αύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του μονωμένου σύμφωνα με τον Κανονισμό δομικού στοιχείου μπορεί να είναι μέχρι 50%.

- Σε περίπτωση νέας οικοδομής επισημαίνουμε ότι πρέπει να υπάρχει η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου και να έχει εφαρμοστεί επακριβώς (με μετέπειτα πραγματοποίηση ενεργειακής επιθεώρησης και έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού σύμφωνα με το οποίο το κτήριο θα κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακής κατηγορία Β).

4. Τυποποιημένες εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού

Για τους υπολογισμούς των θερμικών αναγκών ενός κτιρίου πρέπει να προσδιοριστεί η πιθανή δυσμενέστερη (χαμηλότερη) εξωτερική θερμοκρασία στην περιοχή, που ήδη υπάρχει ή πρόκειται να κατασκευαστεί το κτίριο.

Ο ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης ορίζει ως θερμοκρασία υπολογισμού των θερμικών αναγκών τη “μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία”. Αυτή είναι η ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας που μπορεί να εμφανιστεί μια φορά το χρόνο, για δύο τουλάχιστον συνεχόμενες ημέρες.

Πίνακας τιμών “μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας” για τις μεγαλύτερες ελληνικές πόλεις δίνεται στον Κανονισμό Θερμομόνωσης. Επίσης δίνεται και μεθοδολογία διόρθωσης για συγκεκριμένη θέση, σε συνάρτηση με τη διαφορά υψομέτρου από τον αντίστοιχο μετεωρολογικό σταθμό.

Η “μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία” είναι ικανοποιητική για τις περισσότερες περιπτώσεις υπολογισμού. Υποθέτει συνηθισμένη θερμική αδράνεια του κτιρίου (π.χ. κτίρια από τούβλα με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα) και αναφέρεται σε κτίρια μέσα σε πόλεις, σε περιοχές συνεχούς δόμησης.

Κατά την κρίση του μελετητή μηχανικού, μπορούν να γίνουν διορθώσεις τοπικών συνθηκών κατά 1°C έως 2°C. Σε κτίρια ιδιαίτερα προστατευμένα από Β-ΒΑ ανέμους και σε πυκνοδομημένες περιοχές μπορεί να γίνει μία διόρθωση προς υψηλότερες θερμοκρασίες. Αντίθετα σε κτίρια σημαντικά εκτεθειμένα πρέπει να γίνεται μία διόρθωση προς χαμηλότερες θερμοκρασίες.

5. Συνιστώμενες θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης καθώς και η Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2425/86 δίνουν τις συνιστώμενες θερμοκρασίες σχεδιασμού για θέρμανση σε κατοικίες, γραφεία καταστήματα, εκπαιδευτικά κτίρια, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.λ.π. Οι θερμοκρασίες δίνονται για κάθε χώρο των κτιρίων. Με βάση τις θερμοκρασίες αυτές γίνεται ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων σε κάθε θερμαινόμενο χώρο.

Σχετικά με τις συνιστώμενες θερμοκρασίες παρατηρούνται τα εξής:

- Σε διαδρόμους, κλιμακοστάσια και άλλους χώρους μετάβασης από το εξωτερικό περιβάλλον σε θερμαινόμενους χώρους, είναι επαρκής μια θερμοκρασία σχεδιασμού 15°C για την προσαρμογή του ατόμου στις συνθήκες του θερμαινόμενου χώρου.
- Σε χώρους όπου συνήθως τα άτομα φέρουν ελαφρά ενδυμασία (π.χ. λουτρά, αποδυτήρια) η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι 22÷24°C για να αντισταθμίζεται η αυξημένη απώλεια θερμότητας από το σώμα.
- Σε χώρους με μεγάλα θερμικά κέρδη από την παρουσία ατόμων (π.χ. αμφιθέατρα, εκκλησίες, κλειστά γυμναστήρια) η θερμοκρασία σχεδιασμού μειώνεται στους 18°C έως 16°C.
- Σε συνεχές σύστημα δόμησης μεταξύ κτισμένων κτιρίων και για τα τμήματα που βρίσκονται σε επαφή, ως θερμοκρασία του γειτονικού κτιρίου εφόσον αυτό θερμαίνεται λαμβάνεται η τιμή των 15°C. Όταν δεν θερμαίνεται λαμβάνονται οι τιμές:

Για τη ζώνη Α +10°C

Για τη ζώνη Β +7°C

Για τη ζώνη Γ +3°C

Για μη θερμαινόμενους χώρους προβλέπονται τα εξής:

- Ως θερμοκρασία χώρων οι οποίοι βρίσκονται κάτω από κεκλιμένη στέγη (π.χ. από κεραμίδια), λαμβάνεται η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία αυξημένη κατά 3°C, εφόσον έχουν τηρηθεί οι οδηγίες του Κ.Θ.Κ.
- Ως θερμοκρασία μη θερμαινόμενων ημιυπογείων ή υπόγειων χώρων, που έχουν παράθυρα ή πόρτες προς τον εξωτερικό αέρα, λαμβάνεται:

Για τη ζώνη Α +10°C

Για τη ζώνη Β +7°C

Για τη ζώνη Γ +3°C

Πίνακας 1. Χαρακτηρισμός μεγεθών

Χαρακτηρισμός	Εξήγηση	Διαστάσεις
A	Επιφάνεια	m^2
α	Συντελεστής διαπερατότητας αρμών	$m^2/(m \cdot h \cdot Pa^{2/3})$
b	Πλάτος	m
c	Ειδική θερμοχωρητικότητα	$J/(kg \cdot K)$
D	Συντελεστής Kriischer	$W/(m^2 \cdot K)$
d	Πάχος	m
H	Χαρακτηριστικό μέγεθος κτιρίου	$W \cdot h \cdot Pa^{2/3} / (m^3 \cdot K)$
h	Ύψος	m
k	Συντελεστής θερμοπερατότητας	$W/(m^2 \cdot K)$
k_N	Κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας	$W/(m^2 \cdot K)$
l	Μήκος	m
$\frac{m}{\sum A_a}$	Μάζα εξωτερικών επιφανειών	Kg/m^2
p	Πίεση αέρα	Pa
\dot{Q}	Ροή θερμότητας	W
\dot{Q}_{FL}	Θερμική ανάγκη ελεύθερου αερισμού	W
\dot{Q}_L	Κανονική θερμική ανάγκη αερισμού	W
\dot{Q}_{Lmin}	Ελάχιστη θερμική ανάγκη αερισμού	W
\dot{Q}_N	Κανονικές θερμικές ανάγκες	W
\dot{Q}_T	Κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας	W
\dot{q}	Πυκνότητα ροής θερμότητας	W/m^2
$R_k = 1/k$	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$m^2 \cdot K / W$
$R_a = 1/\alpha_a$	Αντίσταση εξωτερικής συναγωγής	$m^2 \cdot K / W$
$R_i = 1/\alpha_i$	Αντίσταση εσωτερικής συναγωγής	$m^2 \cdot K / W$
R_L	Ισοδύναμη αντίσταση θερμοπερατότητας αερισμού αρμών	$m^2 \cdot K / W$

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

R_Z	Αντίσταση αναθέρμανσης	$m^2 \cdot K / W$
R_λ	Αντίσταση αγωγιμότητας	$m^2 \cdot K / W$
r	Χαρακτηριστικός αριθμός χώρου	-
t	Θερμοκρασία	$^{\circ}C$
t_a	Κανονική εξωτερική θερμοκρασία	$^{\circ}C$
t'_a	Εξωτερική θερμοκρασία	$^{\circ}C$
t_i	Κανονική εσωτερική θερμοκρασία	$^{\circ}C$
t'_i	Θερμοκρασία γειτονικών χώρων	$^{\circ}C$
t_{AL}	Μέση εξωτερική θερμοκρασία μακρών ψυχρών περιόδων	$^{\circ}C$
V	Ροή όγκου	m^3/s
V_R	Όγκος του χώρου	m^3
α_a	Συντελεστής συναγωγής εξωτερικής πλευράς	$W/(m^2 \cdot K)$
α_i	Συντελεστής συναγωγής εσωτερικής πλευράς	$W/(m^2 \cdot K)$
β	Ελάχιστη ανανέωση αέρα στο χώρο	$m^3/h \cdot m^3$
Δk_A	Διορθωτικό μέλος του συντ. θερμοπερατότητας που παίρνει υπόψη τη θερμοχωρητικότητα των εξωτερικών τοίχων	$W/(m^2 \cdot K)$
Δk_S	Διορθωτικό μέλος του συντ. θερμοπερατότητας που παίρνει υπόψη την ηλιοφάνεια	$W/(m^2 \cdot K)$
$\Delta Q'_{RLT}$	Πρόσθετες θερμικές ανάγκες αερισμού, λόγω εισερχομένου αέρα από μηχανικό εξαερισμό	W
Δt	Διαφορά θερμοκρασίας	K
Δt_a	Διορθωτικό μέλος εξωτερικής θερμοκρασίας	K
ζ	Συντελεστής ταυτοχρονισμού θερμικών αναγκών αερισμού	-
ε	Διόρθωση ύψους	-
λ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	$W/(m \cdot K)$
ρ	Πυκνότητα υλικού	kg/m^3

6. Κανονικές θερμικές ανάγκες

6.1 Διάρθρωση των υπολογισμών

Οι κανονικές θερμικές ανάγκες των κτιρίων Q_N δίνονται από το άθροισμα των κανονικών θερμικών αναγκών αγωγιμότητας Q_T και των κανονικών θερμικών αναγκών αερισμού Q_L :

$$Q_N = Q_T + Q_L \quad (1)$$

Στον πίνακα 1 δίνεται η επεξήγηση και οι μονάδες των μεγεθών που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς.

6.2 Θερμοκρασίες

6.2.1 Κανονική εξωτερική θερμοκρασία

Η ελάχιστη –φυσική– εξωτερική θερμοκρασία t_a' ορίστηκε στην §4, σύμφωνα με τον ελληνικό Κανονισμό Θερμομόνωσης.

Η κανονική εξωτερική θερμοκρασία t_a διαφέρει από την φυσική εξωτερική θερμοκρασία t_a' γιατί παίρνει υπόψη και διάφορες άλλες επιδράσεις. Για την μικρή χρονική διάρκεια των ακραίων τιμών t_a' μπορούμε να δεχθούμε ότι είναι ανεκτή μια πτώση της θερμοκρασίας του χώρου κατά 1 Κ. έτσι λοιπόν η τιμή υπολογισμού δηλ. η κανονική εξωτερική θερμοκρασία θα εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου.

Η επίδραση της θερμοχωρητικότητας παίρνεται υπόψη με ένα διορθωτικό μέλος Δt_a :

$$t_a = t_a' + \Delta t_a \quad (2)$$

όπου t_a = η κανονική εξωτερική θερμοκρασία

Η τιμή του διορθωτικού μέλους Δt_a εξαρτάται από την κατασκευή του κτιρίου.

Οι κατασκευές των κτιρίων χωρίζονται σε ελαφρές, βαριές και πολύ βαριές.

Ισχύει:

Ελαφρά κατασκευή $\Delta t_a = 0K$

Βαριά κατασκευή $\Delta t_a = 2K$

Πολύ βαριά κατασκευή $\Delta t_a = 4K$

Η διάκριση των κατασκευών γίνεται με βάση τη μάζα των τοίχων.

Ελαφρά κατασκευή $\frac{m}{\sum A_a} < 600$ (3)

Βαριά κατασκευή $600 < \frac{m}{\sum A_a} < 1400$ (4)

Πολύ βαριά κατασκευή $\frac{m}{\sum A_a} > 1400$ (5)

Η διόρθωση ισχύει ενιαία για όλο το κτίριο. Προσδιορίζεται για τον λιγότερο ευνοϊκό χώρο με το πολύ 2 εξωτερικούς τοίχους.

Είναι:

$$m = \sum (0.5 * m_{\chi\alpha\lambda} + 2.5 * m_{\xi\upsilon\lambda} + m_{\upsilon\pi})_a + 0.5 \sum (0.5 * m_{\chi\alpha\lambda} + 2.5 * m_{\xi\upsilon\lambda} + m_{\upsilon\pi})_i \quad (6)$$

όπου m = η μάζα των δομικών στοιχείων

Δείκτες:

$\chi\alpha\lambda$ = δομικά στοιχεία από χάλυβα

$\xi\upsilon\lambda$ = δομικά στοιχεία από ξύλο

$\upsilon\pi$ = δομικά στοιχεία από άλλα υλικά

a = μάζα εξωτερικών τοίχων

i = μάζα εσωτερικών τοίχων

6.2.2 Κανονική εσωτερική θερμοκρασία

Η κανονική εσωτερική θερμοκρασία t_i είναι ένα υπολογιστικό μέγεθος. Είναι η “θερμοκρασία που αισθανόμαστε” και στον υπολογισμό της παίρνεται υπόψη η φυσική θερμοκρασία του χώρου αλλά και η μέση θερμοκρασία των επιφανειών που περικλείουν το χώρο (χαρακτηριστικός αριθμός Krischer).

Η κανονική εσωτερική θερμοκρασία t_i για χώρους διαφορετικών χρήσεων δίνεται στον Κανονισμό Θερμομόνωσης καθώς και στην Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2425/86, όπως αναφέρθηκε στην §5.

6.3 Κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας

Είναι το άθροισμα όλων των θερμικών ροών αγωγιμότητας μέσω τοίχων, παραθύρων, δαπέδων, οροφών κ.λ.π.

$$Q_T = \sum_j A_j \cdot q_j \quad (7)$$

όπου A_j = η επιφάνεια του δομικού στοιχείου j

q_j = η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου j

και $q_j = k_N \cdot \Delta t$ (8)

όπου k_N = ο κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας

Δt = η διαφορά θερμοκρασίας

Η συνολική θερμική αντίσταση ενός δομικού στοιχείου είναι:

$$R_k = R_i + \sum_j R_{\lambda j} + R_a = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (9)$$

όπου εδώ χρησιμοποιείται ο δείκτης j για τα στρώματα του δομικού στοιχείου, επειδή ο δείκτης i σημαίνει “εσωτερικός” (π.χ. α_i εσωτερικός συντελεστής συναγωγής).

Είναι:

R_i = η εσωτερική αντίσταση συναγωγής

R_a = η εξωτερική αντίσταση συναγωγής

$R_{\lambda j}$ = η αντίσταση θερμοπερατότητας του στρώματος j

α_i = ο συντελεστής συναγωγής της εσωτερικής πλευράς

α_a = ο συντελεστής συναγωγής της εξωτερικής πλευράς

d_j = το πάχος του στρώματος j

λ_j = ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του στρώματος j

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου είναι:

$$k = \frac{1}{R_k} \quad (10)$$

Πίνακας 2. Συντελεστές συναγωγής α_i, α_a και θερμικές αντιστάσεις συναγωγής R_i, R_a

	Kcal/m ² h ⁰ C	W/m ² K	m ² h ⁰ C/Kcal	m ² K/W
-Στις εσωτερικές πλευρές κλειστών χώρων με φυσική κίνηση αέρα.	$\alpha_i = 7$	$\alpha_i = 8,14$	$1/\alpha_i = 0,14$	$1/\alpha_i = 0,12$
-Επιφάνειες τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα, δάπεδα και οροφές σε περίπτωση θερμικής μεταβολής από:	$\alpha_i = 7$	$\alpha_i = 8,14$	$1/\alpha_i = 0,14$	$1/\alpha_i = 0,12$
α) κάτω προς τα πάνω	$\alpha_i = 5$	$\alpha_i = 5,81$	$1/\alpha_i = 0,20$	$1/\alpha_i = 0,17$
β) από πάνω προς τα κάτω	$\alpha_i = 5$	$\alpha_i = 5,81$	$1/\alpha_i = 0,20$	$1/\alpha_i = 0,17$
-Στις εξωτερικές πλευρές με μέση ταχύτητα ανέμου 2m/s	$\alpha_a = 20$	$\alpha_a = 23,26$	$1/\alpha_a = 0,05$	$1/\alpha_a = 0,04$

6.3.1 Κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας

Επειδή στο εξωτερικό περίβλημα του χώρου υπάρχουν παράθυρα, από τα οποία εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία, και επειδή οι εξωτερικοί τοίχοι έχουν στο εσωτερικό τους θερμοκρασίες χαμηλότερες από τον αέρα του χώρου, θα πρέπει να γίνουν διορθώσεις στον συντελεστή θερμοπερατότητας. Έτσι προκύπτει ο κανονικός συντελεστής θερμοπερατότητας

k_N .

$$k_N = k + \Delta k_A + \Delta k_S \quad (11)$$

όπου Δk_A = διόρθωση ανάλογα με τη μάζα των εξωτερικών τοίχων

Δk_S = διόρθωση λόγω ηλιοφάνειας

Η διόρθωση Δk_A εξαρτάται από τον συντελεστή k και δίνεται στον πίνακα 3. Η διόρθωση Δk_S παίρνει υπόψη τη διάχυτη ακτινοβολία, είναι επομένως ανεξάρτητη από τον προσανατολισμό και έχει πάντοτε αρνητικές τιμές. Δίνεται στον πίνακα 4.

Για παράθυρα με καθαρό γυαλί και διπλό υαλοπίνακα με $k = 3.5 \text{ W/m}^2\text{K}$, τα οποία έχουν συντελεστή διέλευσης $\varepsilon = 0.85$ (στην αγγλοσαξωνική βιβλιογραφία ο συντελεστής διέλευσης ε αναφέρεται και ως SC) προκύπτει:

$$\Delta k_S = -0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Για τζάμια με διαφορετικούς συντελεστές διέλευσης ε είναι:

$$\Delta k_S = -0.35 * \varepsilon \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (12)$$

Πίνακας 3. Διορθωτικός συντελεστής θερμοπερατότητας Δk_A των εξωτερικών επιφανειών

Συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών επιφανειών, $\text{W/m}^2\text{K}$	0.0 έως 1.5	1.6 έως 2.5	2.6 έως 3.1	3.2 έως 3.5
Συντελεστής διόρθωσης Δk_A , $\text{W/m}^2\text{K}$	0.0	0.1	0.2	0.3

Πίνακας 4. Διορθωτικός συντελεστής ηλιακής ακτινοβολίας Δk_S των εξωτερικών επιφανειών

Είδος διαφανούς επιφάνειας	Συντελεστής διόρθωσης Δk_S , $\text{W/m}^2\text{K}$
Καθαρό γυαλί (κανονικό)	-0.3
Ειδικό γυαλί	-0.35 * ε

Η εξίσωση (8) παίρνει τη μορφή:

i) για εξωτερικά δομικά στοιχεία

$$q' = k_N (t_i - t_a) \quad (13)$$

ii) για εσωτερικά δομικά στοιχεία

$$q' = k_N (t_i - t_i') \quad (14)$$

όπου $t_i' =$ η κανονική εσωτερική θερμοκρασία του γειτονικού χώρου

6.3.2 Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Για δομικά στοιχεία που εφάπτονται στο έδαφος, εκτός από τις απώλειες μέσω του εδάφους προς τον αέρα παρατηρείται και απώλεια προς το νερό του υπεδάφους. Για τις απώλειες προς τον αέρα δεν πρέπει να παίρνεται η κανονική εξωτερική θερμοκρασία t_a αλλά

μια μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία μακρότερων ψυχρών περιόδων t_{AL} (λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του εδάφους).

Οι θερμικές απώλειες προς το υπόγειο νερό υπολογίζονται –απλοποιώντας– με τον κανόνα των παράλληλων στρωμάτων. Ως διαφορά θερμοκρασίας παίρνουμε τη διαφορά μεταξύ εσωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας του υπόγειου νερού. Παράλληλα στρώματα είναι το τοίχωμα και το έδαφος.

Οι απώλειες εξαρτώνται από το πάχος του στρώματος, δηλαδή από το βάθος που βρίσκεται το υπόγειο νερό, και από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα του χώρου και του νερού (παίρνεται υπόψη η μέση θερμοκρασία του νερού).

Στη χώρα μας υπάρχουν πολύ λίγες περιπτώσεις όπου το υπόγειο νερό έχει τόσο υψηλή στάθμη, ώστε να επηρεάζει τις θερμικές απώλειες.

Η αντίσταση θερμοπερατότητας αποτελείται από 3 μέρη: α)

αντίσταση εσωτερικής συναγωγής β) αντίσταση

αγωγιμότητας του πατώματος

γ) αντίσταση αγωγιμότητας του στρώματος του εδάφους

Η αντίσταση συναγωγής εδάφους-νερού θεωρείται αμελητέα.

Για όλες τις επιφάνειες (οριζόντιες ή κατακόρυφες) που εφάπτονται στο έδαφος, η ροή θερμότητας είναι:

$$Q' = AB \cdot \frac{t_i - t_{AL}}{R_{AL}} + \frac{t_i - t_{GW}}{R_{GW}} \quad (15)$$

$$\text{όπου } R_{AL} = R_i + R_{\lambda B} + R_{\lambda A} + R_a \quad (16)$$

$$R_{GW} = R_i + R_{\lambda B} + R_{\lambda E} \quad (17)$$

$$R_{\lambda E} = \frac{T}{\lambda E} \quad (18)$$

$$AB = 1 \cdot b + 2(1+b) \cdot h \quad (19)$$

Είναι:

t_{AL} = η μέση εξωτερική θερμοκρασία για μεγάλες ψυχρές περιόδους t_{GW} =

η μέση θερμοκρασία του υπόγειου νερού

R_{AL} = η ισοδύναμη αντίσταση θερμοπερατότητας χώρου-εξωτερικού αέρα

R_{GW} = η ισοδύναμη αντίσταση θερμοπερατότητας χώρου-υπόγειου νερού

$R_{λB}$ = η ισοδύναμη αντίσταση αγωγιμότητας του δομικού στοιχείου

$R_{λA}$ = η ισοδύναμη αντίσταση αγωγιμότητας του εδάφους προς τον αέρα (εικόνα 1)

$R_{λE}$ = η ισοδύναμη αντίσταση αγωγιμότητας του εδάφους προς το νερό

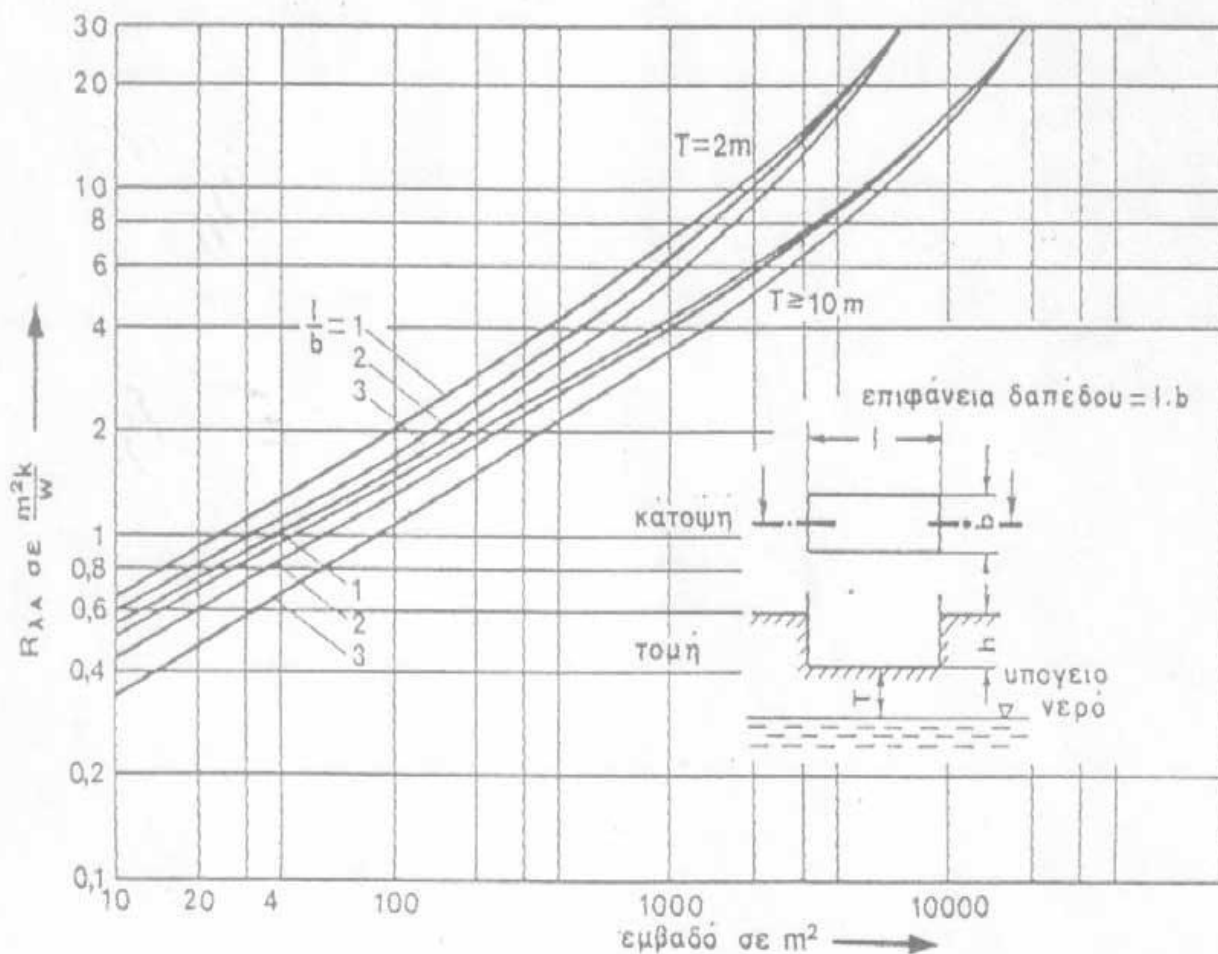
R_i = αντίσταση εσωτερικής συναγωγής

$R_α$ = αντίσταση εξωτερικής συναγωγής

$λ_E$ = ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους

T = το βάθος του υπόγειου νερού

l, b, h = μήκος, πλάτος ύψος της επιφάνειας προς το έδαφος



Εικόνα 1: Ισοδύναμη αντίσταση θερμοδιαφυγής του εδάφους προς τον αέρα

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω τιμές: t_{AL}

$$= t_a + 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{GW} = +10^\circ\text{C}$$

$$\lambda_E = 1.2 \text{ W/m.K}$$

Για τον προσδιορισμό της $R_{\lambda A}$ κατά την εικόνα 1, πρέπει να παίρνεται η συνολική επιφάνεια εδάφους. Ως βάθος μέχρι το υπόγειο νερό παίρνεται η απόσταση μεταξύ πατώματος και στρώματος νερού (δες εικόνα 1).

Εάν τα δάπεδα του υπογείου είναι θερμομονωμένα ενώ οι πλευρικοί τοίχοι είναι χωρίς μόνωση, τότε για την αντίσταση $R_{\lambda A}$ των πλευρικών τοίχων παίρνεται μόνο το 50% της τιμής που προκύπτει από την εικόνα 1.

Εάν θερμαίνονται μόνο μερικοί χώροι του υπογείου, για να προσδιοριστεί η $R_{\lambda A}$, αντί των l και b της συνολικής κάτοψης παίρνονται μόνο οι διαστάσεις των χώρων που θερμαίνονται.

Εάν οι θερμαινόμενοι χώροι του υπογείου είναι συνεχείς αλλά δεν έχουν ορθογώνια κάτοψη, τότε παίρνεται ένα ισοδύναμο ορθογώνιο με μία πλευρά ίση με το μεγαλύτερο μήκος της πραγματικής κάτοψης.

6.3.3 Συντελεστής D κατά Krischer

Ο συντελεστής D κατά Krischer είναι ένας χαρακτηριστικός αριθμός για τη μέση θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν ένα χώρο και ορίζεται από τη σχέση:

$$D = \frac{\dot{Q}_T}{A_{ges} (t_i - t_a)} \quad (20)$$

όπου A_{ges} = η συνολική επιφάνεια που περικλείει το χώρο

Σε παλιότερες εκδόσεις του κανονισμού ο συντελεστής D καθόριζε την τιμή του συντελεστή προσαύξησης ψυχρών εξωτερικών τοίχων z_A , που καταργήθηκε. Από την εξίσωση ορισμού προκύπτει ότι ο συντελεστής D παριστάνει μία μέση θερμοπερατότητα. Υψηλή τιμή του D αντιστοιχεί σε μικρή προστασία θερμότητας.

6.4 Κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού

Για τις κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού Q_L ισχύει:

$$Q_L = Q_{FL} + \Delta Q_{RLT} \quad (21)$$

ή

$$Q_L = Q_{Lmin} \quad (22)$$

όπου Q_{FL} = οι θερμικές ανάγκες ελεύθερου αερισμού, σύμφωνα με τις εξ. (26) ή (27)

ΔQ_{RLT} = οι πρόσθετες θερμικές ανάγκες λόγω εισροής αέρα με μηχανικό εξαερισμό, σύμφωνα με την εξ. (30)

Q_{Lmin} = η ελάχιστη τιμή του ελεύθερου αερισμού, σύμφωνα με την εξ. (28)

6.4.1 Κανονικές θερμικές ανάγκες του ελεύθερου αερισμού

Οι θερμικές ανάγκες του ελεύθερου αερισμού προέρχονται από την εισροή του αέρα μέσω των αρμών του κτιρίου και είναι:

$$Q_{FL} = V c_p \rho (t_a - t_{pi}) \quad (23)$$

όπου V = η ροή όγκου του αέρα

c_p = η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα

ρ = η πυκνότητα του αέρα

Για τη ροή του αέρα μέσα από τους αρμούς μπορεί να θεωρηθεί ότι:

$$V = \sum (\alpha \cdot l) \cdot (p_a - p_i)^n \quad (24)$$

όπου

α = ο συντελεστής διαπερατότητας αρμών

l = το μήκος των αρμών

p_a = η πίεση του εξωτερικού αέρα

p_i = η πίεση του εσωτερικού αέρα

Ο εκθέτης n για τους αρμούς σε δομικά στοιχεία κτιρίων μπορεί να ληφθεί ίσος με 2/3.

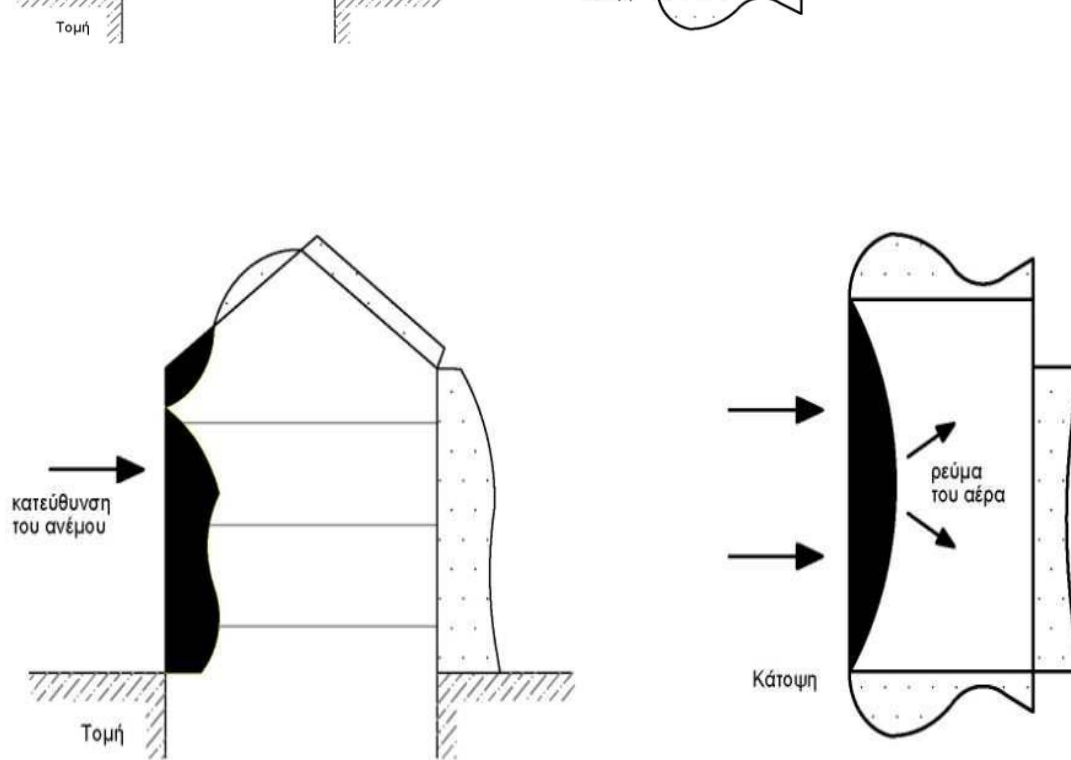
Η διαφορά πίεσης $(p_a - p_i)$ μπορεί να προέλθει από ανεμόπτωση ή από θερμική άνωση. Για μικρές οικοδομές με ύψος μικρότερο από 10 m η θερμική άνωση μπορεί να παραληφθεί.

α) Πιέσεις προερχόμενες από την ανεμόπτωση

Κατά τη ροή του αέρα γύρω από ένα κτίριο δημιουργείται ανομοιόμορφη κατανομή πιέσεων. Στην πλευρά που είναι στραμμένη προς τον άνεμο δημιουργείται υπερπίεση, ενώ στην απέναντι πλευρά υποπίεση (εικόνα 2).

Οι πιέσεις εξαρτώνται από την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου καθώς και από την μορφή του κτιρίου. Ανάλογα με την πίεση που δημιουργείται, μπαίνει στο κτίριο από την πλευρά της υπερπίεσης ψυχρός αέρας (και δημιουργείται θερμικό φορτίο) ενώ από την πλευρά της υποπίεσης βγαίνει θερμός αέρας,

Με το ύψος του κτιρίου αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου και επομένως και η δημιουργούμενη διαφορά πίεσης.



Εικόνα 2: Κατανομή πιέσεων γύρω από κτίριο

β) Πιέσεις προερχόμενες από την άνωση

Οι θερμικές διαφορές πίεσης προέρχονται από τη διαφορά πυκνότητας μεταξύ του ψυχρού εξωτερικού και του θερμού εσωτερικού αέρα. Οι διαφορές πίεσης εμφανίζονται σε κατακόρυφους ανοιχτούς χώρους (φρέατα), όπως π.χ. σε κλιμακοστάσια, φρεάτια ανελκυστήρων κ.λ.π., και είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος των φρεάτων και η διαφορά θερμοκρασίας.

Χωρίς την επίδραση του ανέμου και όταν οι μη στεγανοί αρμοί είναι ομοιόμορφα καταναμημένοι ως προς το ύψος, το αποτέλεσμα της άνωσης είναι ότι κατά το χειμώνα επικρατεί υποπίεση στο κάτω μέρος και υπερπίεση στο πάνω μέρος του κτιρίου (σε σχέση με τον εξωτερικό αέρα). Έτσι στο κάτω μέρος εισέρχεται ο ψυχρός αέρας, ενώ ο θερμός αέρας διαφεύγει από το επάνω μέρος δημιουργώντας τις θερμικές απώλειες.

γ) Συνδυασμένη επίδραση ανεμόπτωσης και άνωσης

Κατά την ταυτόχρονη επίδραση ανέμου και θερμικής άνωσης, η ροή μέσα από το κτίριο μπορεί να υπολογιστεί μόνο με τη βοήθεια προγραμμάτων προσομοίωσης σε Η/Υ. Οι πιέσεις στο εσωτερικό του κτιρίου εξαρτώνται με μία πολύπλοκη σχέση από την κατανομή όλων των εσωτερικών και εξωτερικών αντιστάσεων ροής στους αρμούς του κτιρίου

Εξαρτάται από το μέγεθος της ταχύτητας του ανέμου, κατά πόσο σε ένα ψηλό κτίριο στην πλευρά ανεμόπτωσης, ο αέρας εισέρχεται στο κτίριο λόγω εξωτερικής υπερπίεσης ή εξέρχεται λόγω εσωτερικής (θερμικής) υπερπίεσης. Επίσης δεν μπορεί να προβλεφθεί εάν στο κάτω μέρος του κτιρίου και στην απάνεμη πλευρά, ο αέρας βγαίνει λόγω εξωτερικής υπερπίεσης ή εισέρχεται λόγω εσωτερικής (θερμικής) υποπίεσης.

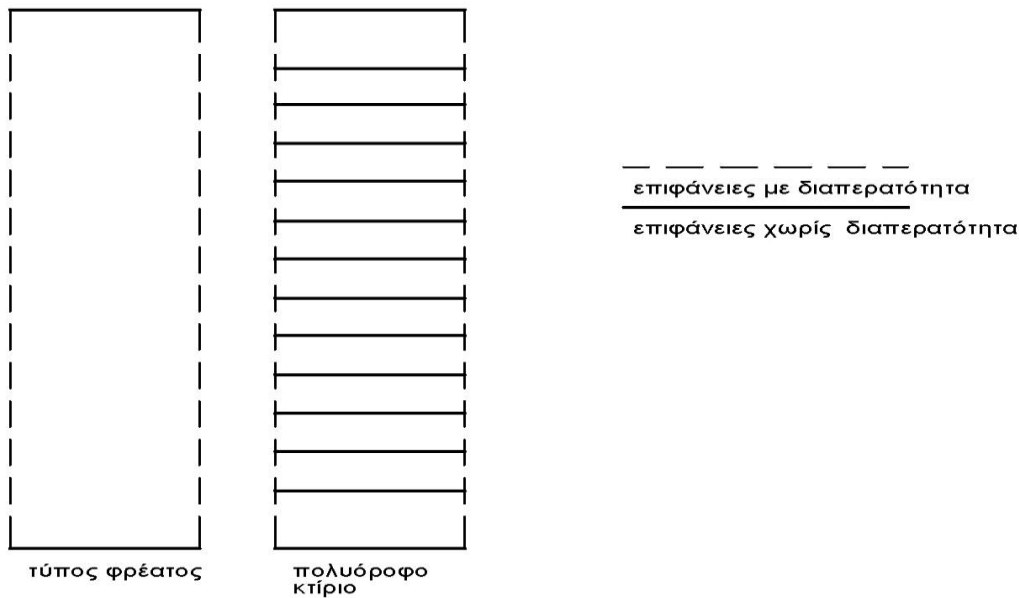
Διακρίνουμε τα κτίρια σε δύο κατηγορίες (εικόνα 3).

- Κτίρια τύπου “φρέατος” χωρίς εσωτερικά διαχωριστικά τοιχώματα
- Κτίρια “πολυώροφα” με αεροστεγείς επιφάνειες διαχωρισμού μεταξύ των ορόφων

Τα κτίρια τύπου φρέατος υπόκεινται ταυτόχρονα στην επίδραση ανέμου και άνωσης.

Η ροή του αέρα μέσα από το κτίριο καθορίζεται από τη σχέση διαπερατότητας $A = \sum(a \cdot l)_A$

της πλευράς πρόσπτωσης και τη σχέση διαπερατότητας $N = \sum(a \cdot l)_N$ της πλευράς απόπτωσης του ανέμου.



Εικόνα 3: Κατηγορίες κτιρίων

Η σχέση A / N μπορεί να αποδοθεί σε ορισμένους τύπους κάτοψης (εικόνα 4) που ανταποκρίνονται σε δύο κατηγορίες κτιρίων.

- Κτίρια πανταχόθεν ελεύθερα
- Κτίρια σε συνεχή δόμηση

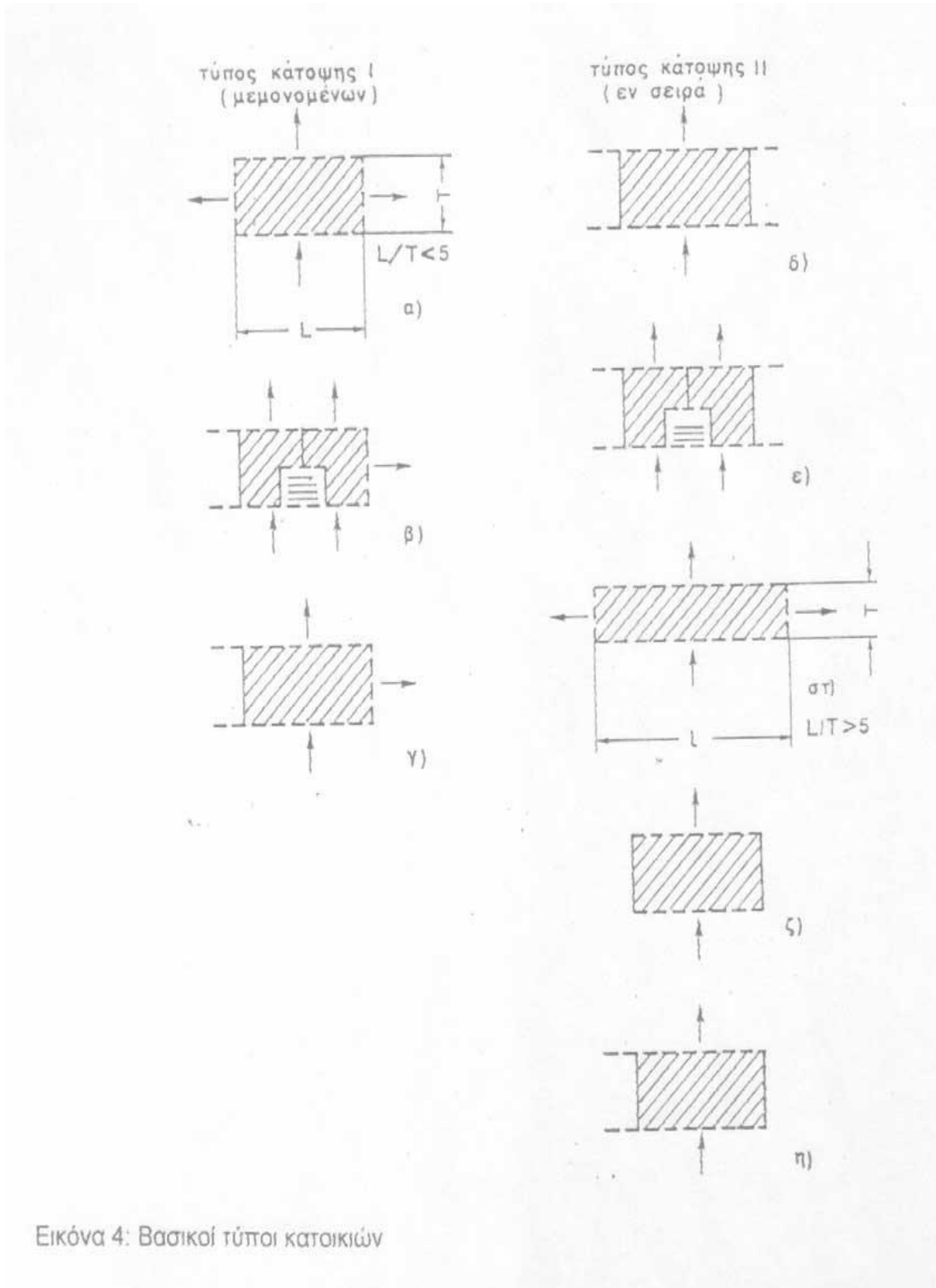
Για τα πανταχόθεν ελεύθερα κτίρια ισχύει:

$$\frac{\sum(a \cdot l)_A}{\sum(a \cdot l)_N} = \frac{1}{3}$$

Για τα κτίρια σε συνεχή δόμηση ισχύει:

$$\frac{\sum(a \cdot l)_A}{\sum(a \cdot l)_N} = 1$$

Τα κτίρια τύπου φρέατος εμφανίζουν τις λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες στο κάτω τμήμα τους. Τα πολυώροφα κτίρια υπόκεινται μόνο στην επίδραση του ανέμου. Οι θερμικές ανάγκες αερισμού είναι στο πάνω τμήμα τους μεγαλύτερες από ότι στα κτίρια τύπου φρέατος. Οι λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες εμφανίζονται στο επάνω μέρος.



Εικόνα 4: Βασικοί τύποι κατοικιών

δ) Σχέσεις υπολογισμού

Από τις εξισώσεις (23) και (24) ορίζουμε:

$$c_p \cdot \rho \cdot (p_a - p_i)^{2/3} = H_h = \varepsilon_h \cdot H \quad (25)$$

όπου H_h = χαρακτηριστικό μέγεθος του κτιρίου σε ύψος h

H = χαρακτηριστικό μέγεθος του κτιρίου σε ύψος 10 m

ε_h = συντελεστής διόρθωσης ύψους για ανεμόπτωση σε ύψος h

Οι θερμικές ανάγκες αερισμού για τις περιπτώσεις κτιρίων που αναφέρθηκαν είναι:

Για κτίρια τύπου φρέατος (περιοχή ισχύος : $\varepsilon_{SN} \geq 0$):

$$Q_{FLS} = [\varepsilon_{SA} \cdot \sum(\alpha \cdot l)_A + \varepsilon_{SN} \cdot \sum(\alpha \cdot l)_N] \cdot H \cdot r \cdot (t_i - t_a) \quad (26)$$

Για πολυώροφα κτίρια:

$$Q_{FLG} = \varepsilon_{GA} \cdot \sum(\alpha \cdot l)_A \cdot H \cdot r \cdot (t_i - t_a) \quad (27)$$

Όπου:

H = το χαρακτηριστικό μέγεθος κτιρίου (πίνακες 6α και 6β)

ε = ο συντελεστής διόρθωσης ύψους (πίνακας 7)

α = ο συντελεστής διαπερατότητας αρμών (πίνακας 5)

l = το μήκος αρμών

r = ο χαρακτηριστικός αριθμός χώρου (πίνακας 8)

Δείκτες:

S = κτίριο τύπου φρέατος

G = πολυώροφο κτίριο

A = πρόσπτωση ανέμου

N = απόπτωση ανέμου

Οι θερμικές ανάγκες ελεύθερου αερισμού υπολογίζονται και με τις δύο εξισώσεις (26) και (27), και λαμβάνεται η μεγαλύτερη από τις δύο τιμές.

ε) Διαπερατότητα του κτιρίου

Οι κυριότερες διαπερατότητες παρουσιάζονται στους αρμούς των παραθύρων και θυρών, και στους αρμούς μεταξύ του πλαισίου του παραθύρου ή της πόρτας και του τοίχου.

Σε κτίρια από προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι αρμοί

των εξωτερικών τοίχων.

Η διαπερατότητα προσδιορίζεται πάντα για την λιγότερο ευνοϊκή περίπτωση. (Δεν πρέπει να παίρνεται το άθροισμα όλων των αρμών του κτιρίου. Ο αέρας που εισέρχεται πρέπει και να εξέρχεται από το κτίριο, οπότε σύμφωνα με την αρχή της συνέχειας της ροής ένα μέρος μόνο των αρμών θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς των $\sum(\alpha \cdot l)_A$).

Σε γωνιακούς χώρους:

- Για τις δύο συναντώμενες πλευρές με τη μεγαλύτερη διαπερατότητα

Σε χώρους με απέναντι τοίχους:

- Σε κτίρια τύπου φρέατος για τον τοίχο με τη μεγαλύτερη διαπερατότητα

- Σε πολυώροφα κτίρια τύπου φρέατος για τον τοίχο με τη μεγαλύτερη διαπερατότητα

Στον πίνακα 5 δίνονται οι διαπερατότητες αρμών για παράθυρα, θύρες και άλλα δομικά υλικά

Πίνακας 5. Υπολογιστικές τιμές συντελεστή διαπερατότητας αρμών α ^{1,4}

Α/Α	Ονομασία		Χαρακτηριστικά ποιότητας	Διαπερατότητα αρμών ²		
				a (m ³ /mh Pa ^{2/3})	$\alpha \cdot l$	
1	Παράθυρα	που ανοίγουν	Κατηγορία Β, C, D	0,3	-	
2			Κατηγορία Α	0,6	-	
3		που δεν ανοίγουν	Κανονικά	0,1	-	
4	Πόρτες	εξωτερικές	πόλυ στεγανες με πολύ στεγανό πλαίσιο	1	-	
5			περιστροφικές και συρόμενες	κανονικές με κατώφλι ή στεγανότητα μόνο κάτω	2	-
6			ταλαντούμενες	20	-	
7		πτυσσόμενες	30	-		
8		εσωτερικές	στεγανές με κατώφλι	3	-	
9	κανονικές χωρίς κατώφλι		9	-		
10	Εξωτερικά στοιχεία τοιχώματος	συνεχής σύνδεση μεταξύ προκατασκευασμένων στοιχείων ³		0,1	-	
11				1	-	
12	Παραθυρόφυλλα και εξωτερικές περσίδες	μηχανισμός απ'έξω	κανονικές	-	0,2	
13		μηχανισμός από μέσα	κανονικές	-	4	
14	Μόνιμος εξαεριστήρας (κλειστός)		πολύ στεγανός	4	-	
15			κανονικός	7	-	

1) Τα χαρακτηριστικά λειτουργελίας και ποιότητας πρέπει να δίνονται από τον ιδιοκτήτη ή τον αρχιτέκτονα. Μικρότερες τιμές διαπερατότητας από αυτές του πίνακα επιτρέπονται μόνο όταν είναι βέβαιο πως αυτές θα ισχύουν για μεγάλο χρονικό διάστημα (πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι διαφυγές του πλαισίου).

2) Οι τιμές περιλαμβάνουν και τις διαπερατότητες της σύνδεσης του πλαισίου με το κτίριο.

3) Σε πλαίσιοκατασκευές πρέπει να παίρνονται υπόψη οι συνδέσεις που υπάρχουν και στις δύο πλευρές

4) Κατά DIN 18055-2

ε) Χαρακτηριστικό μέγεθος κτιρίου H

Το μέγεθος H εξαρτάται από τη ταχύτητα ανέμου. Αυτή πάλι καθορίζεται από τη γεωγραφική θέση του κτιρίου και τη θέση του ως προς το περιβάλλον. Τιμές του H δίνονται στον πίνακα 6.

Διακρίνουμε περιοχές ασθενών και περιοχές ισχυρών ανέμων. Ισχυροί άνεμοι πνέουν στα νησιά μας και στις ορεινές περιοχές. Στον πίνακα 8 δίνονται οι κατευθύνσεις των επικρατούντων σε διάφορες πόλεις της χώρας μας.

Ως προς τη θέση του κτιρίου στο περιβάλλον, θα πρέπει να πάρουμε υπόψη ότι για μικρά ύψη ή σε συνοικισμούς με συνεχή δόμηση η ταχύτητα του ανέμου είναι σχετικά μικρή. Η ταχύτητα του ανέμου μεγαλώνει πάνω από ένα ορισμένο ύψος κτιρίου ή σε ένα κτίριο το οποίο ξεπερνάει σε ύψος τα γειτονικά του.

Διακρίνουμε:

- Κανονική θέση για κτίρια που βρίσκονται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές (κέντρο) ή σε περιοχές συνεχούς δόμησης, ανεξάρτητα της πυκνότητας των κτιρίων.
- Ελεύθερη θέση για κτίρια που βρίσκονται σε νησιά, κοντά στις ακτές, σε βουνοκορφές ή σε ελεύθερες κορυφογραμμές.

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικό μέγεθος κτιρίου H

Περιοχή	Θέση του κτιρίου	Χαρακτηριστικό μέγεθος κτιρίου H $W \cdot h \cdot Pa^{2/3} / (m^3 \cdot K)$		Ταχύτητα ανέμου για τον υπολογισμό, m/s
		Τύπος κάτοψης I *	Τύπος κάτοψης II **	
Περιοχή ασθενών ανέμων	Κανονική	0.71	0.50	2
	Ελεύθερη	1.80	1.30	4
Περιοχή δυνατών ανέμων	Κανονική	1.80	1.30	4
	Ελεύθερη	1.80	2.20	6

* Τύπος μονοκατοικίας (εικόνα 4)
 ** Τύπος κατοικίας σε συνεχή δόμηση (εικόνα 4)

Η επίδραση του τύπου του κτιρίου στη διείσδυση του αέρα και επομένως στο χαρακτηριστικό μέγεθος H , καθορίζεται από την κατανομή της πίεσης στο κτίριο (υπερπίεση στην πλευρά πρόσπτωσης, υποπίεση στην πλευρά απόπτωσης) και από την κατανομή της διαπερατότητας αρμών στην πλευρά πρόσπτωσης $\sum(\alpha \cdot l)_A$ και στην πλευρά απόπτωσης του ανέμου $\sum(\alpha \cdot l)_N$. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαπερατότητα απόπτωσης $\sum(\alpha \cdot l)_N$ σε σχέση με τη διαπερατότητα πρόσπτωσης $\sum(\alpha \cdot l)_A$, τόσο χαμηλότερη είναι σε ένα κτίριο χωρίς εσωτερικά χωρίσματα η εσωτερική πίεση p_i , δηλαδή τόσο μεγαλύτερος είναι κατά την

εξίσωση (24) ο όγκος του εισερχόμενου αέρα.

Η συμπεριφορά των κτιρίων είναι εδώ διαφορετική, ανάλογα με το τύπο. Σε ένα πανταχόθεν ελεύθερο κτίριο, ο άνεμος που προσπίπτει κάθετα σε μια πλευρά μπορεί να

εξέλθει από τις 3 άλλες ελεύθερες πλευρές (εικόνα 4). Η πίεση στο εσωτερικό p_i παίρνει

τιμές που πλησιάζουν την υποπίεση στην πλευρά της απόπτωσης
$$\frac{\sum(\alpha \cdot I)A}{\sum(\alpha \cdot I)N} = \frac{1}{3}$$

Σε αυτή την περίπτωση η διαφορά πίεσης ($p_a - p_i$) είναι μέγιστη. Εάν δεχθούμε π.χ. άνεμο

ταχύτητας 6 Beaufort ($w = 2B - 1 = 2 \times 6 - 1 = 11$ m/s) η διαφορά $\Delta p = (p_a - p_i)$ θα είναι της τάξης των $\rho w^2 / 2 = 1.2 \cdot (11^2 / 2) = 73$ Pa .

Σε κατοικία συνεχούς δόμησης (εικόνα 4), με τις ίδιες συνθήκες πρόσπτωσης ανέμου,

Επειδή υπάρχει μια μόνο πλευρά απόπτωσης
$$\frac{\sum(\alpha \cdot I)A}{\sum(\alpha \cdot I)N} = 1$$
, η εσωτερική πίεση θα είναι

μεγαλύτερη και η διαφορά $\Delta p = (p_a - p_i)$ μικρότερη (περίπου η μισή από ότι στην προηγούμενη περίπτωση).

Ως πανταχόθεν ελεύθερα κτίρια (τύπου κάτοψης I) θεωρούνται εκείνα τα κτίρια, στα οποία ο αέρας διαφεύγει από 2 ή 3 πλευρές.

Παραδείγματα του τύπου κάτοψης I είναι:

- Κτίρια ελεύθερα από όλες τις πλευρές (εικόνα 4α)
- Κτίρια ελεύθερα από τις τρεις πλευρές (εικόνα 4β και 4γ)

Ως κτίρια συνεχούς δόμησης (τύπου κάτοψης II) θεωρούνται εκείνα τα κτίρια που έχουν μεσοτοιχία ώστε η διαφυγή του αέρα να γίνεται μόνο από μια πλευρά.

Παραδείγματα του τύπου κάτοψης II είναι:

- Συνεχόμενες μονοκατοικίες (εικόνα 4δ)
- Διαμερίσματα πολυκατοικιών (εικόνα 4ε)
- Πανταχόθεν ελεύθερα κτίρια με σχέσεις μήκους πλευρών μεγαλύτερη από 5 (εικ. 4στ)
- Πανταχόθεν ελεύθερα κτίρια ή ελεύθερα από τις τρεις πλευρές κτίρια, με 2 εξωτερικές πλευρές χωρίς αξιόλογη διαπερατότητα (εικόνα 4ζ και 4η)

στ) Συντελεστής διόρθωσης ύψους

Ο συντελεστής διόρθωσης ύψους παίρνει υπόψη την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος καθώς και τη θερμική άνεση. Η τιμή του εξαρτάται από το ύψος του χώρου πάνω από το έδαφος, από τον τύπο του κτιρίου (εικόνα 3) (τύπος φρέατος, τύπος

πολυώροφου) καθώς και από τον τύπο της κάτοψης (πανταχόθεν ελεύθερο τύπου κάτοψης I ή συνεχούς δόμησης τύπος κάτοψης II).

Από τις τιμές των ε_{SA} , ε_{SN} και ε_{GA} και αφού ληφθούν υπόψη οι διαπερατότητες

$\sum(\alpha \cdot l)_A$ και $\sum(\alpha \cdot l)_N$ μπορεί κανείς χωρίς υπολογισμούς να αναγνωρίσει κατά πόσον η εξίσωση (26) ή η εξίσωση (27) δίνει τη μεγαλύτερη θερμική ανάγκη αερισμού. Εάν η εκτίμηση είναι δύσκολη, τότε γίνεται ο υπολογισμός και με τις δύο εξισώσεις και λαμβάνεται η μεγαλύτερη από τις δύο τιμές.

Για κτίρια ύψους μέχρι 10 m δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της θερμικής άνωσης. Μέχρι αυτό το ύψος θεωρούμε ότι η ταχύτητα του ανέμου είναι σταθερή (όση και στο ύψος των 10 m), οπότε θα ισχύει:

$$\varepsilon_{GA} = \varepsilon_{SA} = 1 \text{ και } \varepsilon_{SN} = 0$$

Τιμές των συντελεστών διόρθωσης ύψους, δίνονται στους πίνακες 7α και 7β.

ζ) Χαρακτηριστικό μέγεθος χώρου

Το χαρακτηριστικό μέγεθος χώρου r είναι ένας συντελεστής που παίρνει υπόψη την ελάττωση ροής του αέρα τιμή του συντελεστή μέσα από το κτίριο. Η ελάττωση αυτής της ροής οφείλεται σε εσωτερικές αντιστάσεις όπως εσωτερικές θύρες. Η r δίνεται ως

συνάρτηση της σχέσης $\frac{\sum(\alpha \cdot l)_A}{\sum(\alpha \cdot l)_N}$, όπου τώρα το $\sum(\alpha \cdot l)_A$ σχηματίζεται βάσει των αρμών

στην εξωτερική μόνο επιφάνεια των τοίχων. Το $\sum(\alpha \cdot l)_N$ παίρνει υπόψη τόσο τους αρμούς των εξωτερικών πλευρών απόπτωσης όσο και τους αρμούς των εσωτερικών θυρών.

$$r = \frac{1}{\frac{\sum(\alpha \cdot l)_A}{\sum(\alpha \cdot l)_N} + 1}$$

Επειδή η ακρίβεια αυτής της σχέσης είναι περιορισμένη και επειδή ο προσδιορισμός της διαπερατότητας αρμών δεν μπορεί να γίνει με μεγάλη ακρίβεια, αρκεί μια χονδρική διαβάθμιση του συντελεστή r .

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο αέρας ρέει διαμέσου μόνο των εσωτερικών θυρών, οπότε η τιμή του συντελεστή r δίνεται ως συνάρτηση του αριθμού και της ποιότητας των θυρών αυτών καθώς και του μεγέθους $\sum(\alpha \cdot l)_A$ (όπως αυτό υπολογίζεται για να χρησιμοποιηθεί στις εξισώσεις (26) και (27)). Ο συντελεστής r παίρνει τις τιμές $r=0.7$ και $r=0.9$. Τα κριτήρια επιλογής των τιμών του συντελεστή r δίνονται στον πίνακα 8.

Σε χώρους χωρίς εσωτερικές θύρες μεταξύ πρόσπτωσης και απόπτωσης του ανέμου (π.χ. μεγάλες αίθουσες, διαδρόμους κ.λ.π.), ισχύει $r=1$.

Πίνακας 8. Χαρακτηριστικό μέγεθος χώρου r

Εσωτερικές θύρες		Διαπερατότητα των προσόψεων $\sum(\alpha \cdot l)$ $m^3/(h.Pa^{2/3})^{2/3}$	Χαρακτηριστικό μέγεθος χώρου r
Ποιότητα	Αριθμός ¹⁾		
Κανονικές χωρίς κατώφλι	1	≤ 30	0.9
		> 30	0.7
	2	≤ 60	0.9
		> 60	0.7
	3	≤ 90	0.9
		> 90	0.7
Στεγανές με κατώφλι	1	≤ 10	0.9
		> 10	0.7
	2	≤ 20	0.9
		> 20	0.7
	3	≤ 30	0.9
		> 30	0.7

1) Σε χώρους χωρίς εσωτερικές θύρες μεταξύ των πλευρών πρόσπτωσης και απόπτωσης του ανέμου (π.χ. μεγάλες αίθουσες) ισχύει $r = 1$.

2) α = συντελεστής διαπερατότητας αρμών, l = μήκος αρμών

3) A = πρόσπτωση, N = απόπτωση ανέμου. Χρησιμοποιούνται οι τιμές $\sum(\alpha \cdot l)$ που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του Q_{FL} .

Πολυώροφα κτίρια: $\sum(\alpha \cdot l) = \sum(\alpha \cdot l)_A$

Κτίρια τύπου φρέατος: $\varepsilon_{SN} > 0 : \sum(\alpha \cdot l) = \sum(\alpha \cdot l)_A + \sum(\alpha \cdot l)_N$

$\varepsilon_{SN} < 0 : \sum(\alpha \cdot l) = \sum(\alpha \cdot l)_A$

η) Ελάχιστη τιμή των κανονικών θερμικών αναγκών αερισμού

Σε χώρους συνεχούς διαμονής ατόμων (καθιστικά υπνοδωμάτια, γραφεία κ.λ.π.) πρέπει να εξασφαλίζεται ένας ελάχιστος αερισμός, απαραίτητος για λόγους υγείας. Το ελάχιστο απαραίτητο ποσό αέρα υπολογίζεται με βάση τον όγκο του χώρου.

Για την ελάχιστη τιμή των κανονικών θερμικών αναγκών αερισμού ισχύει:

$$O_{Lmin} = \beta_{min} \cdot V_R \cdot c_p \cdot \rho \cdot (t_i - t_a) \quad (28)$$

όπου β_{min} = η ελάχιστη ανανέωση αέρα στο χώρο

V_R = ο όγκος του χώρου

$c_p = \eta$ ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα = 1 kJ/(kg.K)

$\rho = \eta$ πυκνότητα του αέρα = 1.2 kg/m³

Στο γερμανικό κανονισμό σε χώρους διαρκούς παραμονής λαμβάνεται $\beta_{\min} = 0.5$, οπότε η εξίσωση 28 δίνει:

$$\dot{Q}_{L\min} = 0.17 \cdot V_R \cdot (t_i - t_a) \quad (29)$$

με V_R σε [m³] και $(t_i - t_a)$ σε [K].

Ο ελληνικός Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων σε χώρους διαρκούς παραμονής προβλέπει $\beta_{\min} = 0.8$ ανανεώσεις του όγκου του χώρου, οπότε η εξίσωση 28 δίνει:

$$\dot{Q}_{L\min} = 0.27 \cdot V_R \cdot (t_i - t_a) \quad (30)$$

με V_R σε [m³] και $(t_i - t_a)$ σε [K].

6.4.2 Θερμικές ανάγκες μηχανικού αερισμού

Κατά τον μηχανικό αερισμό η εσωτερική πίεση στο κτίριο και επομένως η πιθανή εισροή αέρα, εξαρτάται από τον τρόπο λειτουργίας του αερισμού.

Ο αερισμός πραγματοποιείται με εισροή εξωτερικού αέρα και εκροή του αέρα του χώρου. Κατά τη λειτουργία του μηχανικού αερισμού είναι δυνατό να έχουμε περίσσεια στον αέρα εισροής ή εκροής.

α) Περίσσεια αέρα εισροής

Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται μια υπερπίεση στο χώρο. Αν η παρουσιαζόμενη υπερπίεση είναι μικρή σε σχέση με τις διαφορές πίεσης που δημιουργούνται λόγω ανεμόπτωσης ή λόγω θερμικής άνωσης, οι θερμικές ανάγκες αερισμού υπολογίζονται όπως και στην περίπτωση του ελεύθερου αερισμού, δηλ. ισχύει:

$$\Delta Q_{RLT} = 0$$

Αν η παρουσιαζόμενη υπερπίεση είναι μεγάλη (5% έως 10% περισσότερη εισροή αέρα από την εκροή), οι θερμικές ανάγκες αερισμού υπολογίζονται σύμφωνα με την παροχή του αέρα προσαγωγής

$V_{\text{ΠΡ}}$ και ισχύει:

$$\dot{Q}_L = V_{\text{ΠΡ}} \cdot c_p \cdot \rho \cdot (t_i - t_u) \quad (31)$$

όπου $V_{\text{ΠΡ}}$ = η παροχή του αέρα προσαγωγής από τον μηχανικό αερισμό σε [m³/s] c_p = η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα = 1000 [J/(kg.K)]

ρ = η πυκνότητα του αέρα = 1.2 [kg/m³]

t_u = η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα [°C]

Εάν ο αέρας προέρχεται κατευθείαν από το εξωτερικό περιβάλλον $t_u = t_a$.

β) Περίσσεια αέρα εκροής

Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται μια πρόσθετη υποπίεση στο χώρο. Στις θερμικές ανάγκες του ελεύθερου αερισμού θα πρέπει να προστεθούν και οι πρόσθετες θερμικές ανάγκες που προκύπτουν από τον μηχανικό αερισμό. Ισχύει:

$$\Delta \dot{Q}_{RLT} = (V_{\dot{A}\Pi} - V_{\dot{\Pi}\Pi}) \cdot c_p \cdot \rho \cdot (t_i - t_u) \quad (32)$$

όπου $\Delta \dot{Q}_{RLT}$ = οι πρόσθετες θερμικές ανάγκες λόγω μηχανικού αερισμού

$V_{\dot{A}\Pi}$ = η παροχή του αέρα απαγωγής από τον μηχανικό εξαερισμό σε $[m^3/s]$

$V_{\dot{\Pi}\Pi}$ = η παροχή του αέρα προσαγωγής από τον μηχανικό αερισμό σε $[m^3/s]$

t_u = η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα (μπορεί να είναι διαφορετική από την εξωτερική θερμοκρασία, εάν ο αέρας προέρχεται π.χ. από γειτονικούς χώρους)

Εάν ο αέρας προέρχεται κατευθείαν από το εξωτερικό περιβάλλον $t_u = t_a$.

γ) Εσωτερικοί χώροι υγιεινής

Οι εσωτερικοί χώροι υγιεινής (λουτρά και WC) πρέπει να εξαερίζονται με φυσικό ή μηχανικό τρόπο (τοποθέτηση αγωγού εξαερισμού – ανεμιστήρα). Οι θερμικές ανάγκες αερισμού είναι:

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{FL} = 1.36 \cdot V_R \cdot (t_i - t_u) \quad (33)$$

με V_R σε $[m^3]$ και $(t_i - t_u)$ σε $[K]$.

Εάν υπάρχει ιδιαίτερος αγωγός προσαγωγής του αέρα μπορεί να ληφθεί $t_u = 10^\circ C$. Εάν ο αέρας προέρχεται κατευθείαν από το εξωτερικό περιβάλλον $t_u = t_a$.

6.5 Κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου

Το τμήμα των κανονικών θερμικών αναγκών του κτιρίου που προέρχεται από την αγωγιμότητα, προκύπτει ως άθροισμα των τιμών των κανονικών θερμικών αναγκών αγωγιμότητας όλων των χώρων του κτιρίου.

Σε αντίθεση με αυτό, το μέρος των θερμικών αναγκών του κτιρίου που προέρχεται από τον αερισμό είναι μικρότερο από το άθροισμα των κανονικών θερμικών αναγκών αερισμού όλων των χώρων του κτιρίου. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν είναι δυνατό να υπάρχει συγχρόνως σε όλους τους χώρους οι μη ευνοϊκές συνθήκες ανεμόπτωσης,

Είναι προφανές ότι οι μέγιστες θερμικές ανάγκες αερισμού μπορούν να παρουσιαστούν συγχρόνως μόνο σε ορισμένους από τους χώρους του κτιρίου. Επομένως οι κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου (για τον υπολογισμό του λέβητα) θα είναι:

$$Q_{N,\Sigma} = \sum_j Q_{T,j} + \zeta \cdot \sum_j Q_{L,j} \quad (34)$$

όπου $Q_{T,j}$ = οι κανονικές θερμικές ανάγκες αγωγιμότητας του χώρου j

$Q'_{L,j}$ = οι κανονικές θερμικές ανάγκες αερισμού του χώρου j

ζ = ο συντελεστής ταυτοχρονισμού απωλειών αερισμού (πίνακας 9)

Πίνακας 9. Συντελεστής ταυτοχρονισμού απωλειών αερισμού ζ

Ισχύς ανέμου	ζ	
	Ύψος κτιρίου H, [m]	
	<10	>10
Περιοχή ασθενών ανέμων, κανονική θέση	0.5	0.7
Όλες οι άλλες περιπτώσεις	0.5	0.5

6.6 Μεθοδολογία υπολογισμού των θερμικών αναγκών

6.6.1 Δεδομένα

Για να γίνει ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών του κτιρίου θα πρέπει να υπάρχουν τα ακόλουθα δεδομένα:

- α) Σχέδιο θέσης του κτιρίου Στο σχέδιο πρέπει να φαίνεται ο Βορράς. Επιπροσθέτως χρειάζονται και τα ύψη των γειτονικών κτιρίων.
- β) Κατόψεις και τομές Από αυτά τα σχέδια θα πρέπει να βρίσκονται εύκολα όλες οι διαστάσεις των χώρων και των ανοιγμάτων τους. Επίσης στα σχέδια θα πρέπει να φαίνονται και οι χρήσεις όλων των χώρων του κτιρίου (π.χ. γραφείο, αίθουσα διδασκαλίας κ.λ.π.).
- γ) Περιγραφή της κατασκευής του κτιρίου Η περιγραφή της κατασκευής του κτιρίου είναι ένα βασικό κείμενο που συντάσσεται από τον αρχιτέκτονα μηχανικό. Στην περιγραφή κατασκευής δίνονται όλες οι λεπτομέρειες κατασκευής των τοίχων, όπως π.χ. πάχη και υλικά των διαφόρων στρωμάτων, συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας κ.λ.π. Η περιγραφή των παραθύρων περιλαμβάνει δεδομένα για το υλικό των υαλοπινάκων, του σκελετού, των αρμών κ.λ.π.
- δ) Κλιματικά δεδομένα Αυτά είναι η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία, καθώς και η κατεύθυνση και η ένταση των επικρατούντων ανέμων.

6.6.2 Πορεία υπολογισμών

Για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών ενός χώρου χρησιμοποιείται ένα έντυπο κατά din 4701. Στο έντυπο του υπολογισμού χρησιμοποιούμε για κάθε δομικό στοιχείο και μια γραμμή. Το κάθε δομικό στοιχείο μπορεί να χαρακτηριστεί με τους παρακάτω δείκτες (γερμανικά αρχικά ή ελληνικά).

AF: εξωτερικό παράθυρο (ΕΠ)

FB: πάτωμα (ΠΑ)

AT: εξωτερική θύρα (ΕΘ)

IF: εσωτερικό παράθυρο (ΕΣΠ)

AW: εξωτερικός τοίχος (ΕΤ)

IT: εσωτερική θύρα (ΕΣΘ)

DA: σκεπή (ΣΚ)

IW: εσωτερικός τοίχος (ΕΣΤ)

DE: οροφή (ΟΡ)

Ως διαστάσεις χώρου παίρνουμε:

- Μήκη και πλάτη τις καθαρές διαστάσεις του χώρου
- Ύψη των χώρων ίσα με τα ύψη των ορόφων (από πλάκα σε πλάκα)
- Διαστάσεις θυρών και παραθύρων, ίσες με τις διαστάσεις των ανοιγμάτων του κτιρίου

Η ακρίβεια των διαφόρων μεγεθών που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς καθορίζεται από την ακρίβεια με την οποία έχουν μετρηθεί ή έχουν υπολογισθεί αυτά τα μεγέθη. Συνιστάται να παίρνεται:

Μήκη: δύο δεκαδικά ψηφία

Επιφάνειες: ένα δεκαδικό ψηφίο

Θερμικές αντιστάσεις, συντελεστές θερμοπερατότητας: τρία δεκαδικά ψηφία Τα ενδιάμεσα αποτελέσματα των υπολογισμών στρογγυλεύονται. Το τελικό αποτέλεσμα

Q_N , Q_T , Q_L στρογγυλεύεται σε ακέραιες μονάδες.

6.7 Ιδιαίτερες περιπτώσεις

Ως ειδικές περιπτώσεις ορίζονται:

- α) Οι σπάνια θερμαινόμενοι χώροι (π.χ. εκκλησίες)
- β) Τα κτίρια με βαριά κατασκευή (π.χ. καταφύγια, κλειστά υπόγεια γκαράζ)
- γ) Οι μεγάλες αίθουσες
- δ) Τα θερμοκήπια

Στα πλαίσια αυτής της συγγραφής δεν θα δοθούν λεπτομέρειες για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών σε αυτούς τους χώρους. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στους αντίστοιχους κανονισμούς.

6.8 Θερμογέφυρες

Η πρόσθετη ροή θερμότητας διαμέσου θερμογεφυρών, όπου η αγωγιμότητα γίνεται σε δύο διαστάσεις, λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών αναγκών μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Με κατάλληλη μόνωση των θερμογεφυρών επιτυγχάνουμε θερμοκρασίες στην εσωτερική επιφάνεια που είναι περίπου ίδιες με τις θερμοκρασίες του υπόλοιπου τοιχώματος.

Οι θερμογέφυρες προκύπτουν από τη γεωμετρία, όπως π.χ. σε γωνίες του τοίχου, προπετάσματα παραθύρων, εξώστες κ.λ.π. ή από την κατασκευή, όπως π.χ. κολώνες από σκυρόδεμα ή χάλυβα.

Οι θερμογέφυρες χωρίς θερμομόνωση έχουν ως συνέπεια την αύξηση των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας. Ο υπολογισμός δεν μπορεί να γίνει με απλές αναλυτικές μεθόδους. Σήμερα χρησιμοποιούνται προσεγγιστικές μέθοδοι με χρήση H/Y.

6.9 Θερμοκρασίες μη θερμαινόμενων χώρων

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων δίνει τις θερμοκρασίες μη θερμαινόμενων χώρων. Οι θερμοκρασίες αυτές μπορούν να υπολογισθούν και από τη σχέση:

$$t_{u,R} = \frac{\sum (k \cdot A \cdot t)_i + \sum (k \cdot A \cdot t)_a + 0.36 \cdot V_R \cdot \beta \cdot t_a}{\sum (k \cdot A)_i + \sum (k \cdot A)_a + 0.36 \cdot V_R \cdot \beta} \quad \text{σε } [^{\circ}\text{C}] \quad (35)$$

όπου t_i = η κανονική θερμοκρασία των γειτονικών θερμαινόμενων χώρων [$^{\circ}\text{C}$] t_a =

η κανονική εξωτερική θερμοκρασία [$^{\circ}\text{C}$]

$t_{u,R}$ = η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου [$^{\circ}\text{C}$]

V_R = ο όγκος του χώρου [m^3]

β = οι εναλλαγές αέρα του χώρου [1/h]

A = επιφάνεια [m^2]

k = συντελεστής θερμοπερατότητας [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]

Δείκτης a: Δομικά στοιχεία με τα οποία γειτονεύει ο μη θερμαινόμενος χώρος με το περιβάλλον

Δείκτης i: Δομικά στοιχεία με τα οποία γειτονεύει ο μη θερμαινόμενος χώρος με τους

θερμαινόμενους χώρους

6.10 Θερμική ισχύς του λέβητα

Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών ενός κτιρίου κλείνει με τον υπολογισμό της θερμικής ισχύος του λέβητα. Η απαιτούμενη θερμότητα για τη θέρμανση του κτιρίου παράγεται στο λέβητα και πρέπει να μεταφερθεί μέχρι τα θερμαντικά σώματα του κάθε χώρου. Για τη μεταφορά της θερμότητας χρησιμοποιείται κυρίως νερό που κυκλοφορεί στο δίκτυο σωληνώσεων. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται αέρας, οπότε χρειάζεται εγκατάσταση δικτύου αεραγωγών.

Η θερμαντική ισχύς του λέβητα δίνεται από τη σχέση:

$$Q_K = Q_N \cdot (1 + z_R) \quad (35)$$

όπου Q_N = οι κανονικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου

Q_K = η κανονική θερμική ισχύς του λέβητα

z_R = Προσαύξηση που παίρνει υπόψη τις θερμικές απώλειες του δικτύου σωληνώσεων (ή αεραγωγών)

Οι τιμές του συντελεστή z_R εκλέγονται ως εξής:

Για κεντρικές θερμάνσεις, στις οποίες οι κεντρικοί σωλήνες είναι τοποθετημένοι σε εξωτερικούς τοίχους, είναι μονωμένοι και οι σωλήνες διανομής βρίσκονται σε θερμούς χώρους, λαμβάνεται:

$$z_R = 0.05$$

Για κεντρικές θερμάνσεις, στις οποίες οι κεντρικοί σωλήνες είναι τοποθετημένοι σε εσωτερικούς τοίχους, είναι μονωμένοι και οι σωλήνες διανομής βρίσκονται σε θερμούς χώρους, λαμβάνεται:

$$z_R = 0.10$$

Για δυσμενέστερη τοποθέτηση του δικτύου σωληνώσεων, λαμβάνεται:

$$z_R = 0.15$$

Επειδή η ισχύς των λεβήτων είναι διαβαθμισμένη, επιλέγεται ένας λέβητας με παραπλήσια

(προς τα πάνω) ισχύ ως προς το Q_K .

7. Εισαγωγή στην μεθοδολογία υπολογισμού EN12831

Το πρότυπο ορίζει μια μέθοδο υπολογισμού, για τον υπολογισμό της θερμότητας που απαιτείται να δοθεί σε ένα κτίριο σε συνθήκες σχεδιασμού, προκειμένου να βεβαιωθεί, ότι διατηρείται η απαιτούμενη εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού. Με άλλα λόγια περιγράφει τον υπολογισμό του θερμικού φορτίου σχεδιασμού:

- για μια προσέγγιση από δωμάτιο σε δωμάτιο ή από θερμαινόμενο χώρο σε θερμαινόμενο χώρο, με σκοπό να διαστασιολογηθούν τα θερμαντικά σώματα.
- για ολόκληρο το κτίριο ή για μια ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών, με σκοπό να προσδιοριστεί η παρεχόμενη θερμότητα.

7.2 Πεδίο

Το πρότυπο διευκρινίζει τις μεθόδους υπολογισμού του θερμικού φορτίου, για τις βασικές περιπτώσεις στις συνθήκες σχεδιασμού. Οι βασικές περιπτώσεις περιλαμβάνουν όλα τα κτίρια με ένα ορισμένο ύψος δωματίων (που δεν υπερβαίνει τα 5 m) και που υποτίθεται ότι θερμαίνονται υπό σταθερές συνθήκες, κάτω από τις συνθήκες σχεδιασμού.

Παραδείγματα τέτοιων κτιρίων είναι: κτίρια κατοικιών, γραφεία και κτίρια διοίκησης, σχολεία, βιβλιοθήκες, νοσοκομεία, κτίρια ψυχαγωγίας, φυλακές, καταστήματα και άλλα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι εργασίας καθώς και βιομηχανικά κτίρια.

Είναι διαθέσιμες και πληροφορίες για την εξέταση των ακόλουθων ειδικών περιπτώσεων:

- κτίρια με οροφές μεγάλου ύψους ή με μεγάλο όγκο.
- κτίρια όπου η θερμοκρασία αέρα και η μέση αισθητή θερμοκρασία (μέση θερμοκρασία αέρα και θερμοκρασία περιβαλλουσών επιφανειών) διαφέρουν σημαντικά.

7.3 Σύμβολα & μονάδες

Τα μεγέθη υπολογισμού με τους αντίστοιχους συμβολισμούς και τις αντίστοιχες μονάδες μέτρησης δίνονται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1: Σύμβολα και μονάδες μέτρησης μεγεθών.

Σύμβολο	Ονομασία	Μονάδα
a,b,c,f	Συντελεστές διόρθωσης	-
A	Εμβαδόν	m^2
B'	Χαρακτηριστική παράμετρος	m
c_p	Ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερή πίεση	J/(Kg K)
d	πάχος	m
e_i	Συντελεστής προστασίας	-
e_k, e_i	Διορθωτικοί παράγοντες για Εξωτερική περιβάλλουσα επιφάνεια	-
G_w	Διορθωτικός παράγοντας για υπόγεια νερά	-
h	Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας επιφάνειας	W/(m^2 K)
H	Συντελεστής θερμικής απώλειας, Συντελεστής μεταφοράς θερμότητας	W/K
I	μήκος	m
n	Ρυθμός ανανέωσης εξωτερικού αέρα	h^{-1}

n_{50}	Ρυθμός ανανέωσης αέρα λόγω διαφοράς πίεσης 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου	h^{-1}
P	Περίμετρος της πλάκας πατώματος	m
Q	Ποσό θερμότητας, ποσό ενέργειας	J
T	Θερμοδυναμική θερμοκρασία σε Κέλβιν	K
U	Συντελεστής θερμοπερατότητας	$W/(m^2 K)$
v	Ταχύτητα ανέμου	m / s
V	όγκος	m^3
\dot{V}	Ρυθμός ροής αέρα	m^3 / s
ϵ	Διορθωτικός παράγοντας ύψους	-
Φ	Θερμική απώλεια, θερμική ισχύς	W
Φ_{HL}	Θερμικό φορτίο	W
n	απόδοση	%
λ	Θερμική αγωγιμότητα	$W/(m K)$
θ	Θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου	$^{\circ}C$
ρ	Πυκνότητα του αέρα για εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού.	Kg / m^3
Ψ	Γραμμική θερμική μετάδοση	$W/(m K)$

7.4 Δείκτες

Όλοι οι δείκτες των μεγεθών που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό θερμικών φορτίων διακρίνονται στον πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2: Δείκτες.

a	:αέρας	h	:ύψος	o	:ενεργός
A	:ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών	inf	:διείσδυση μέσω αρμών	r	:μέση ακτινοβολία
Bdg,B	:κτίριο	int	:εσωτερικός	RH	:αναθέρμανση
bf	:πάτωμα υπογείου	i,j	:θερμαινόμενος χώρος	su	:παροχή
bw	:τοίχος υπογείου	k	:δομικό στοιχείο	T	:μετάδοση

e	:εξωτερικός, εξωτερικό περιβάλλον	I	:θερμογέφυρα	tb	:τύπος κτιρίου
env	:περίβλημα	m	:μέσος ετήσιος	u	:μη θερμαινόμενος χώρος
equiv	:ισοδύναμος	mech	:μηχανικός	V	:αερισμός
ex	:εξαερισμός	min	:ελάχιστος	Δθ	:υψηλότερη εσωτερική θερμοκρασία
g	:έδαφος	nat	:φυσικός	W	:νερό, παράθυρο

7.5 Αρχή της μεθόδου υπολογισμού

Η μέθοδος υπολογισμού για τις βασικές περιπτώσεις είναι βασισμένη στις ακόλουθες υποθέσεις:

- η κατανομή της θερμοκρασίας (θερμοκρασία αέρα και θερμοκρασία σχεδιασμού) υποτίθεται ότι είναι ομοιόμορφη.

- οι θερμικές απώλειες υπολογίζονται υπό σταθερές συνθήκες υποθέτοντας σταθερές ιδιότητες για τιμές όπως η θερμοκρασία, τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και άλλων.

Η διαδικασία για τις βασικές περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πλειοψηφία των κτιρίων:

- με ένα ανώτατο ύψος δωματίων που δεν υπερβαίνει τα 5 μέτρα
- θερμαινόμενο ή υποτίθεται ότι θερμαίνεται σε μια διευκρινισμένη σταθερή θερμοκρασία όπου η θερμοκρασία του αέρα και η ενεργός θερμοκρασία υποτίθεται ,ότι έχουν την ίδια τιμή.

Στα κακώς μονωμένα κτίρια και κατά την διάρκεια της έναρξης λειτουργίας της θέρμανσης με συστήματα εκπομπής με υψηλή μετάδοση, πχ θέρμανση αέρα ή μεγάλες επιφάνειες θέρμανσης, με σημαντικά τμήματα ακτινοβολίας, πχ θέρμανση δαπέδων ή ορόφων, μπορούν να υπάρξουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και της ενεργού θερμοκρασίας καθώς επίσης και μια απόκλιση από μια ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας στο δωμάτιο, το οποίο θα μπορούσε να οδηγήσει σε απόκλιση από την βασική περίπτωση. Μπορεί να εξεταστεί και η περίπτωση ανομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας.

Αρχικά υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες σχεδιασμού. Αυτά τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται μετέπειτα για να καθοριστεί το θερμικό φορτίο

σχεδιασμού. Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών σχεδιασμού σε έναν θερμαινόμενο χώρο θα πρέπει να εξεταστούν τα ακόλουθα:

- η απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού, που είναι η θερμική απώλεια στο εξωτερικό περιβάλλον ως αποτέλεσμα της θερμικής μετάδοσης μέσω του περιβλήματος του κτιρίου, καθώς επίσης και της θερμικής μετάδοσης μεταξύ των θερμαινόμενων χώρων εξαιτίας του γεγονότος, ότι οι παρακείμενοι θερμαινόμενοι χώροι μπορούν να θερμανθούν ή υποτίθεται ότι θερμαίνονται συμβατικά σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα τα παρακείμενα δωμάτια που ανήκουν σε ένα άλλο διαμέρισμα μπορεί να υποτεθεί ότι θερμάνθηκαν σε μια σταθερή θερμοκρασία που αντιστοιχεί σε ένα μη κατοικημένο διαμέρισμα.
- η απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού, η οποία είναι η απώλεια θερμότητας στο εξωτερικό περιβάλλον εξαιτίας του αερισμού ή μέσω της διείσδυσης του αέρα από τους αρμούς και της θερμότητας που μεταφέρεται μέσω του αερισμού από ένα θερμαινόμενο χώρο σε έναν άλλον θερμαινόμενο χώρο μέσα στο κτίριο.

7.6 Γενικές εκτιμήσεις

Τα βήματα για την διαδικασία υπολογισμού για έναν θερμαινόμενο χώρο είναι τα παρακάτω:

- i. Καθορίζεται η εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (θ_e) και η μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία ($\theta_{m,e}$).
- ii. Καθορίζεται η κατάσταση κάθε χώρου (θερμαινόμενος ή μη θερμαινόμενος χώρος) και οι τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού (θ_{int}), του κάθε θερμαινόμενου χώρου
- iii. Καθορίζονται οι διαστάσεις και τα θερμικά χαρακτηριστικά όλων των δομικών στοιχείων, για κάθε θερμαινόμενο χώρο και για κάθε μη θερμαινόμενο χώρο.
- iv. Υπολογίζεται ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού και πολλαπλασιάζεται με τη διαφορά θερμοκρασίας σχεδιασμού, για να βρεθεί η απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού ($\Phi_{T,i}$), του θερμαινόμενου χώρου.

v. Υπολογίζεται ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού και πολλαπλασιάζεται με τη διαφορά θερμοκρασίας σχεδιασμού για να βρεθεί η απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού ($\Phi_{V,i}$) του θερμαινόμενου χώρου.

vi. Υπολογίζεται η συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (Φ_i), προσθέτοντας την απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού και την απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού.

vii. Υπολογίζεται η επιπλέον θερμική ισχύς του θερμαινόμενου χώρου, δηλαδή η πρόσθετη ισχύς που απαιτείται για να αντισταθμίσει τα αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης.

viii. Υπολογίζεται το συνολικό θερμικό φορτίο σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου, προσθέτοντας τη συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού και την επιπλέον θερμική ισχύ.

7.7 Διαδικασία υπολογισμού

Για τη διαστασιολόγηση της συσκευής παροχής θερμότητας είτε πρόκειται για εναλλάκτη θερμότητας ή για λέβητα, θα πρέπει να υπολογιστεί το συνολικό θερμικό φορτίο σχεδιασμού μιας ανεξάρτητης κατοικίας σε σειρά κατοικιών ή του κτιρίου. Η διαδικασία υπολογισμού βασίζεται στα αποτελέσματα του θερμαινόμενου χώρου

Τα βήματα της διαδικασίας υπολογισμού είναι τα εξής:

i. Αθροίζονται οι απώλειες θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού όλων των θερμαινόμενων χώρων χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θερμότητα που μεταφέρεται μέσα στα διευκρινισμένα όρια του συστήματος (π.χ. από κατοικία σε κατοικία), για να βρεθεί η συνολική απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού της ανεξάρτητης κατοικίας σε σειρά κατοικιών ή του κτιρίου.

ii. Αθροίζονται οι απώλειες θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού όλων των θερμαινόμενων χώρων, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θερμότητα που μεταφέρεται μέσα στα διευκρινισμένα όρια του συστήματος, (πχ από κατοικία σε κατοικία) για να βρεθεί η συνολική απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού της ανεξάρτητης κατοικίας σε σειρά κατοικιών ή του κτιρίου.

iii. Υπολογίζεται η συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού της ανεξάρτητης κατοικίας σε σειρά κατοικιών ή του κτιρίου, προσθέτοντας την συνολική απώλεια θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού και την συνολική απώλεια

θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού.

iv. Αθροίζεται η επιπλέον θερμική ισχύς όλων των θερμαινόμενων χώρων για να βρεθεί η συνολική επιπλέον θερμική ισχύς της ανεξάρτητης κατοικίας σε σειρά κατοικιών ή του κτιρίου, που απαιτείται για να αντισταθμίσει τα αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης.

v. Υπολογίζεται το συνολικό θερμικό φορτίο σχεδιασμού της ανεξάρτητης κατοικίας σε σειρά κατοικιών ή του κτιρίου, προσθέτοντας την συνολική απώλεια σχεδιασμού και την συνολική επιπλέον θερμική ισχύ.

7.8 Κλιματικά δεδομένα

Χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα κλιματικά δεδομένα:

i. Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (θ_e), για τον υπολογισμό της απώλειας θερμότητας σχεδιασμού στο εξωτερικό περιβάλλον.

ii. Μέση ετήσια εξωτερική θερμοκρασία ($\theta_{m,e}$), για τον υπολογισμό της απώλειας θερμότητας στο έδαφος.

Για τα κλιματικά δεδομένα σχεδιασμού θα χρησιμοποιηθούν καθορισμένες και δημοσιευμένες εθνικές τιμές. Για τον υπολογισμό και την παρουσίαση της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού θα χρησιμοποιηθεί η χαμηλότερη θερμοκρασία των δύο ημερών του έτους, η οποία έχει παρατηρηθεί δέκα φορές κατά την διάρκεια εικοσαετίας. Για την Ελλάδα η θερμοκρασία αυτή είναι η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία.

Η εσωτερική θερμοκρασία που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απώλειας θερμότητας σχεδιασμού, είναι η εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού (θ_{int}). Για την βασική περίπτωση η ενεργός θερμοκρασία και η εσωτερική θερμοκρασία αέρα υποτίθεται, ότι έχουν την ίδια τιμή. Οι πληροφορίες για τις εσωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού και οι τιμές που χρησιμοποιούνται δίνονται σε εθνικά πρότυπα και κανονισμούς.

7.9 Δεδομένα κτιρίου

Τα δεδομένα εισόδου που απαιτούνται, για τον υπολογισμό από δωμάτιο σε δωμάτιο είναι τα εξής:

- i. V_i = Εσωτερικός όγκος αέρα κάθε δωματίου (θερμαινόμενοι και μη θερμαινόμενοι χώροι) σε m^3 .
- ii. A_k = Εμβαδόν κάθε δομικού στοιχείου σε m^2 .
- iii. U_k = Συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου σε $W / m^2 K$.
- iv. Ψ_i = Γραμμική θερμική διαπερατότητα της κάθε γραμμικής θερμογέφυρας σε $W / m K$.
- v. I_i = Μήκος της κάθε γραμμικής θερμογέφυρας σε m .

Ο υπολογισμός των τιμών του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) των δομικών στοιχείων θα πρέπει να πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τις οριακές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά των υλικών που καθορίζονται από το συγκεκριμένο πρότυπο.

Πίνακας 2.3: Πρότυπα EN για κάθε μέγεθος.

Σύμβολο, και μονάδα.	Όνομα της παραμέτρου.	Πρότυπο
R_{si} ($m^2 K/W$)	Αντίσταση εσωτερικής επιφάνειας.	EN ISO 6946
R_{se} ($m^2 K/W$)	Αντίσταση εξωτερικής επιφάνειας.	EN ISO 6946
λ (W / m K)	Θερμική αγωγιμότητα (ομοιογενή υλικά) Προσδιορισμός των προκαθορισμένων και των τιμών Σχεδιασμού (διαδικασία). Ταξινομημένες σε πίνακες οι τιμές σχεδιασμού. Τύποι εδάφους. Τοπικές συνθήκες τοποθεσίας και υγρασίας (εξαρτώνται από τη χώρα).	EN ISO 10456 EN ISO 12524 EN ISO 13370 Εθνικά πρότυπα.
R ($m^2 K/W$)	Θερμική αντίσταση των (μη) ομοιογενών υλικών.	EN ISO 6946
R_a ($m^2 K/W$)	Θερμική αντίσταση των στρωμάτων του αέρα: Μη αεριζόμενα, ελαφρώς και καλά αερισμένα στρώματα αέρα. Συνδεδεμένα και διπλά παράθυρα.	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1
U (W / $m^2 K$)	Συντελεστής θερμοπερατότητας: Γενική μέθοδος υπολογισμού. Παράθυρα, πόρτες (τιμές που υπολογίζονται και ταξινομούνται σε πίνακες). Πλαίσια (αριθμητική μέθοδος). Τοποθέτηση υαλοπινάκων.	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1 pr EN ISO 10077-2 EN ISO 673
Ψ (W / m K)	Γραμμική θερμική μετάδοση(θερμογέφυρες). Λεπτομερής υπολογισμός (αριθμητικός τρισδιάστατος) Λεπτομερής υπολογισμός (δισδιάστατος). Απλουστευμένος υπολογισμός.	EN ISO 10211-1 EN ISO 10211-2 EN ISO 14683
χ (W / K)	Σημείο – θερμική μετάδοση (τρισδιάστατες θερμογέφυρες).	EN ISO 10211-1

Για τον καθορισμό του συντελεστή απώλειας θερμικής μετάδοσης λόγω αερισμού, χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα μεγέθη ανάλογα με την περίπτωση:

i. n_{\min} Ελάχιστη ανανέωση του εξωτερικού αέρα ανά ώρα, h^{-1} .

ii. n_{50} Ρυθμός ανανέωσης αέρα ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς πίεσης 50

Pa μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος ανά ώρα, h^{-1} .

iii. V_{inf} Ρυθμός ροής αέρα μέσω αρμών λόγω μη στεγανότητας των

στοιχείων περιβλήματος του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τον άνεμο σε m^3 / s .

iv. \dot{V}_{su} Ρυθμός ροής παρεχόμενου αέρα σε m^3 / s .

v. \dot{V}_{ex} Ρυθμός ροής αέρα εξαερισμού σε m^3 / s .

vi. n_v Συντελεστής απόδοσης του συστήματος ανάκτησης θερμότητας.

Οι διαστάσεις του κτιρίου που επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν, θα πρέπει ξεκάθαρα να δηλώνονται. Για οποιαδήποτε επιλογή των διαστάσεων, θα πρέπει να περιληφθούν οι απώλειες μέσω της συνολικής επιφάνειας των εξωτερικών τοίχων. Οι εσωτερικές και εξωτερικές διαστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με το πρότυπο EN13789, αλλά η επιλογή των διαστάσεων του κτιρίου θα πρέπει να δηλωθεί καθώς και να κρατηθεί ίδια σε όλο τον υπολογισμό. Το πρότυπο EN13789 δεν καλύπτει την προσέγγιση από δωμάτιο σε δωμάτιο.

7.10 Υπολογισμός της συνολικής θερμότητας σχεδιασμού

Η συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού για ένα θερμαινόμενο χώρο (i) υπολογίζεται ως εξής :

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (1)$$

όπου:

$\Phi_{T,i}$ = απώλεια λόγω θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού για το θερμαινόμενο χώρο (i), σε W.

$\Phi_{v,i}$ = απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού για το θερμαινόμενο χώρο (i) σε W.

7.11 Απώλεια λόγω θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού

Η απώλεια λόγω θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού για τον θερμαινόμενο χώρο (i) είναι:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})(\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

όπου:

$H_{T,ie}$ = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο εξωτερικό περιβάλλον (e), μέσω της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας σε W / K .

$H_{T,iue}$ = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i), στο εξωτερικό περιβάλλον (e), μέσω του μη θερμαινόμενου χώρου (u) σε W / K .

$H_{T,ig}$ = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης σε σταθερή κατάσταση μέσω του εδάφους, από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g) σε W / K .

$H_{T,ij}$ = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) σε έναν παρακείμενο θερμαινόμενο χώρο (j), με μια σημαντική διαφορά θερμοκρασίας σε W / K .

$\theta_{\text{int},i}$ = εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε $^{\circ}C$ η οποία έχει τις ενδεικτικές τιμές του πίνακα 2.4.

θ_e = εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε $^{\circ}\text{C}$ σύμφωνα με τον πίνακα 2.5

Πίνακας 2.4: Τιμές εσωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού για χώρους κτιρίων.

Τύπος κτιρίου / χώρου	$\theta_{\text{int},i}$ $^{\circ}\text{C}$
Γραφείο	20
Αίθουσα συνεδριάσεων	20
Καφετέρια/εστιατόριο	20
Αίθουσα διδασκαλίας	20
Βρεφικός σταθμός	20
Πολυκαταστήματα	16
Κατοικία	20
Λουτρό	24
Εκκλησία	15
Μουσείο/Πινακοθήκη	16

Πίνακας 2.5: Μέσες ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού.

A/A	Όνομα πόλεως	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία	Υψόμετρο σταθμού (m)	Επικρατούντες άνεμοι στους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο	Ζώνη
1	Αγρίνιο	-3	45,8	A	B
2	Αθήνα-Αστεροσκοπείο	+1	107,0	B & N	B
3	Αίγιο	0	84,0	BΔ	B
4	Αλεξανδρούπολη	-7	2,5	BA	Γ
5	Αλίαρτος	-7	110,0	BΔ	B
6	Ανάβρυτα	-7	290,0	B & NΔ	B
7	Αργοστόλι	+1	1,7	BA & NΔ	A
8	Άστα	-2	42,0	NA & N	B
9	Βόλος	-3	2,7	B	B
10	Δράμα	-6	74,0	NΔ	Γ
11	Έδεσσα	-7	273,0	B	Γ
12	Ελευσίνα	0	29,5	B	B
13	Ελληνικό-Αττικής	+2	10,2	B	B
14	Ζάκυνθος	+2	6,6	BA	A
15	Ηράκλειο	+6	38,5	N	A
16	Θάσος	-6	2,0	BA	Γ
17	Θεσσαλονίκη-Μίκρα	-5	2,8	BΔ	Γ
18	Θήρα	+3	208,0	B	A
19	Ιεράπετρα	+4	13,0	B	A
20	Ιωάννινα	-6	483,0	NA	Γ
21	Καβάλα	-8	62,8	NA	Γ
22	Καλάβρυτα	-6	731,0	B & N	Γ
23	Καλαμάτα	+1	4,6	B	A
24	Καλαμπάκα	+6	226,5	Δ	Γ
25	Κάρπαθος	+5	9,0	Δ	A
26	Κάρυστος	+1	10,0	B	B
27	Κατερίνη	-5	31,5	B	Γ
28	Κέρκυρα	0	1,0	NA	B
29	Κοζάνη	-10	625,0	B	Γ
30	Κομοτηνή	-7	30,0	BA	Γ
31	Κόνιτσα	-6	542,0	B	Γ
32	Κόρινθος	+1	14,4	N	B
33	Κύθηρα	+4	166,0	BA	A
34	Κύμη	0	221,1	B	B
35	Κώς	+3	10,0	N	A
36	Λαμία	-4	143,0	Δ	B
37	Λάρισα	-7	72,7	B & A	Γ
38	Λευκάδα	0	2,4	NA	A
39	Λήμνος	0	12,3	BA	B
40	Μέγαρο	0	36,0	BΔ	B

41	Μεθώνη	+1	33,0	BA & Δ	A
42	Μεσολόγγι	-2	1,0	Δ & ΒΔ	B
43	Μήλος	+3	182,0	ΝΔ	A
44	Μυτιλήνη	+2	3,2	N	B
45	Νάξος	+4	9,0	B	A
46	Ναύπλιο	0	1,5	B	B
47	Νέα φιλαδέλφεια-Αττικής	0	136,0	BA	B
48	Ξάνθη	-8	82,0	B	Γ
49	Ορεσιτιάδα	-9	43,0	ΒΔ	Γ
50	Παλαιόχωρα-Κρήτης	+5	8,0	B	A
51	Πάτρα	-1	1,0	ΝΔ	B
52	Πειρεάς	+2	2,0	BA	B
53	Πολύγυρος	-8	550,0	BA & B	Γ
54	Πρέβεζα	0	11,8	BA	B
55	Πτολεμαίδα	-12	601,0	ΒΔ	Γ
56	Πύργος	-1	132,0	ΒΔ	B
57	Ρέθυμνο	+3	16,0	N & B	A
58	Ρόδος	+3	34,7	N & Δ	A
59	Σάμος	+3	48,4	NA & ΒΔ	A
60	Σέρρες	-9	32,5	A	Γ
61	Σητεία	+4	25,2	ΒΔ	A
62	Σκύρος	+2	4,0	BA	A
63	Σουφλί	-10	15,0	B	Γ
64	Σπάρτη	0	212,0	B	B
65	Σταυρός Χαλκιδικής	-7	10,0	Δ	Γ
66	Σύρος	+3	25,0	B	A
67	Τανάγρα	-2	138,3	Δ	B
68	Τρίκαλα	-6	116,0	ΒΔ	Γ
69	Τρίπολη	-5	661,4	B & ΝΔ	Γ
70	Φλώρινα	-11	661,0	Δ	Γ
71	Χαλκίδα	+2	4,0	B	B
72	Χανιά	+3	62,5	ΝΔ	A
73	Χίος	+3	60,0	B	A

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο εξωτερικό περιβάλλον (e), δίνεται από την εξίσωση:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k U_k e_k + \sum_i \Psi_i I_i e_i$$

(οφείλεται σε όλα τα δομικά στοιχεία και τις γραμμικές θερμογέφυρες που χωρίζουν το θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον π.χ. τοίχοι, πατώματα, εξωτερικές οροφές, παράθυρα.)

όπου:

$$A_k = \text{εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) σε } m^2$$

$e_k, e_i =$ διορθωτικοί παράγοντες για το εξωτερικό δομικό στοιχείο που λαμβάνει υπόψη τις κλιματικές επιρροές όπως διαφορετική μόνωση, απορρόφηση υγρασίας των δομικών στοιχείων, ταχύτητα αέρα και θερμοκρασία, υπό τον όρο ότι αυτές οι επιρροές δεν έχουν ληφθεί ήδη στον προσδιορισμό των συντελεστών U_k . Σε περίπτωση που οι παράγοντες e_k και e_i δεν καθορίζονται σε εθνικά πρότυπα μπορούν να τεθούν ίσοι με τη μονάδα.

$U_k =$ συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) σε $W / m^2 K$ ο οποίος υπολογίζεται σύμφωνα με:

EN ISO 6946 (για αδιαφανή δομικά στοιχεία)

EN ISO 10077-1 (για πόρτες και παράθυρα) ή από τις ενδείξεις που δίνονται στις ευρωπαϊκές εγκρίσεις.

$I_i =$ μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας μεταξύ του εσωτερικού χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος σε (m).

$\Psi_i =$ γραμμική θερμική μετάδοση της γραμμικής θερμογέφυρας σε W / mK και υπολογίζεται από:

Πίνακες των EN ISO 14683 (για ολόκληρο) το κτίριο και όχι για προσέγγιση από δωμάτιο σε δωμάτιο) και EN ISO 10221-2. Οι μη γραμμικές θερμογέφυρες δεν λαμβάνονται υπόψη σε αυτόν τον υπολογισμό.

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i), στο εξωτερικό περιβάλλον (e) μέσω μη θερμαινόμενου χώρου (u) προκύπτει ως εξής:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k U_k b_u + \sum_i \Psi_i I_i b_u$$

όπου:

b_u = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του μη θερμαινόμενου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού. Ο παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας b_u μπορεί να καθοριστεί με μια από τις ακόλουθες τρεις μεθόδους:

i. Εάν η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου θ_u σε συνθήκες σχεδιασμού είναι δεδομένη ή υπολογίζεται η b_u δίνεται από:

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_w}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

ii. Εάν η θ_u είναι άγνωστη τότε η b_u δίνεται από την σχέση:

$$b_u = \frac{H_{we}}{H_{iu} + H_{we}} \quad \text{όπου}$$

H_{iu} = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στον μη θερμαινόμενο χώρο (u) σε W/K , που λαμβάνει υπόψη τις απώλειες θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο στον μη θερμαινόμενο και τις απώλειες θερμότητας αερισμού (ποσότητα ροής αέρα μεταξύ του θερμαινόμενου χώρου και του μη θερμαινόμενου χώρου).

H_{ue} = συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον μη θερμαινόμενο χώρο (u) στο εξωτερικό περιβάλλον (e) σε W/K , που λαμβάνει

Πίνακας 2.6: Τιμές για τον παράγοντα μείωσης της θερμοκρασίας.

Μη θερμαινόμενος χώρος	b_u
Δωμάτιο	
Με ένα μόνο εξωτερικό τοίχο	0,4
Με δυο τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους χωρίς εξωτερικές πόρτες	0,5
Με δυο τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους με εξωτερικές πόρτες (π.χ. χώλ, γκαράζ)	0,6
Με τρεις τουλάχιστον εξωτερικούς τοίχους (π.χ. εξωτερική σκάλα)	0,8
Υπόγειο	
Χωρίς παράθυρα / εξωτερικές πόρτες	0,5
Με παράθυρα / εξωτερικές πόρτες	0,8
Χώρος στέγης	
Υψηλός ρυθμός αερισμού του χώρου στέγης (π.χ. στέγες με κεραμίδια ή άλλα υλικά που δίνουν ασυνεχή κάλυψη)	1,0
Άλλη μη μονωμένη στέγη	0,9
Μονωμένη στέγη	0,7
Περιοχές εσωτερικής κυκλοφορίας (χωρίς εξωτερικούς τοίχους , ανανέωση αέρα μικρότερη από $0,5 \text{ h}^{-1}$)	0
Περιοχές ελεύθερης κυκλοφορίας αέρα (περιοχή με ανοίγματα / όγκος του χώρου μεγαλύτερος από $0,005\text{m}^2/\text{m}^3$)	1,0
Suspended floor (πάτωμα πάνω από το υπόγειο)	0,8

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης σε σταθερή κατάσταση μέσω του εδάφους από τον θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g) δίνεται ως ένα γινόμενο:

$$H_{T,ig} = f_{g1} f_{g2} \left(\sum_k A_k U_{equiv,k} \right) G_w.$$

Ο ρυθμός απώλειας θερμότητας μέσω των πατωμάτων και των τοίχων του υπογείου άμεσα ή έμμεσα σε επαφή με το έδαφος, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Αυτοί περιλαμβάνουν την επιφάνεια και την εκτεθειμένη περίμετρο της πλάκας του πατώματος, το βάθος ενός πατώματος υπογείου κάτω από το επίπεδο του

εδάφους και τις θερμικές ιδιότητες του εδάφους, όπου:

f_{g1} = διορθωτικός παράγοντας που λαμβάνει υπόψη την επιρροή από την ετήσια μεταβολή της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ελλείψει Εθνικών τιμών ο παράγοντας αυτός παίρνει την τιμή

$$f_{g1} = 1.45.$$

f_{g2} = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά μεταξύ της ετήσιας μέσης διαφοράς θερμοκρασίας ($\theta_{m,e}$) και της εξωτερικής

$$\theta_{int,i} - \theta_{m,e}$$

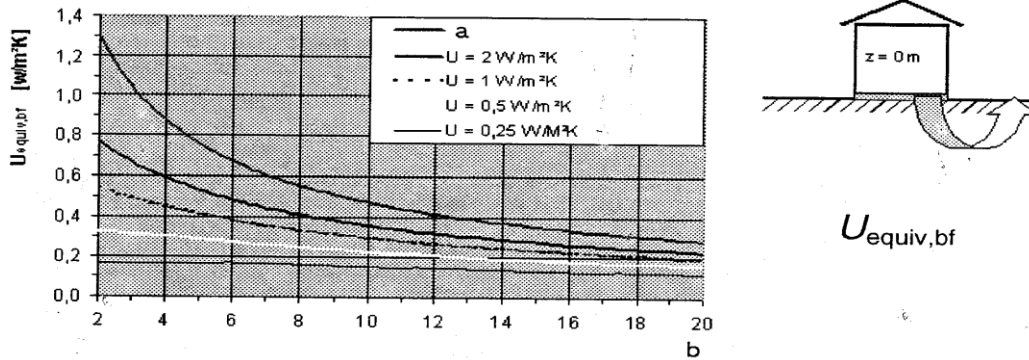
θερμοκρασίας σχεδιασμού (θ_e) και δίνεται από $f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_e}{\theta_{m,e} - \theta_e}$

$$\theta_{int,i} - \theta_e$$

A_k = το εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) σε επαφή με το έδαφος σε m^2 .

$U_{equiv,k}$ = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) σε $W/m^2 K$ που καθορίζεται σύμφωνα με τον τύπο του πατώματος.

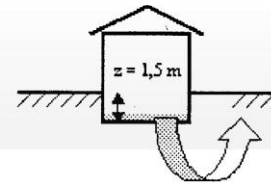
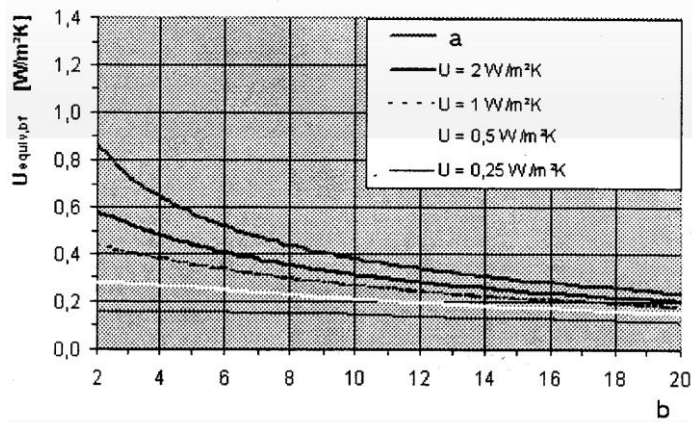
Σχήμα 2.1: Συντελεστής θερμοπερατότητας του πατώματος πάνω από το έδαφος



Πίνακας 2.7: Συντελεστής θερμοπερατότητας του πατώματος πάνω από το έδαφος.

Τιμή B' m	$U_{equiv,bf}$ (για z = 0 μέτρα) W/m ² K				
	Χωρίς μόνωση	$U_{πατώματος} =$ 2,0 W/m ² K	$U_{πατώματος} =$ 1,0W/m ² K	$U_{πατώματος} =$ 0,5 W/m ² K	$U_{πατώματος} =$ 0,25 W/m ² K
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

Σχήμα 2.2: Συντελεστής θερμοπερατότητας του πατώματος που βρίσκεται 1,5 m κάτω από το έδαφος.

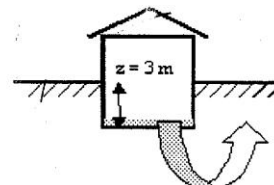
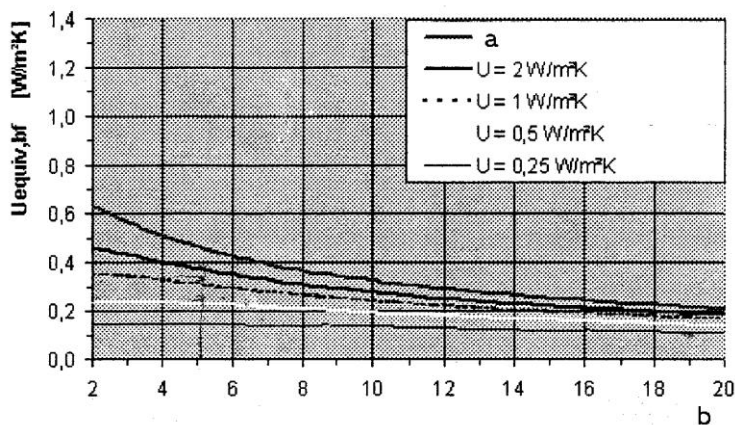


$U_{equiv,bf}$

Πίνακας 2.8: Συντελεστής θερμοπερατότητας του πατώματος που βρίσκεται 1,5 m κάτω από το έδαφος.

Τιμή B' m	$U_{equiv,bf}$ (για $z = 1,5$ μέτρα) $W/m^2 K$				
	Χωρίς μόνωση	$U_{πατώματος} =$ 2,0 $W/m^2 K$	$U_{πατώματος} =$ 1,0 $W/m^2 K$	$U_{πατώματος} =$ 0,5 $W/m^2 K$	$U_{πατώματος} =$ 0,25 $W/m^2 K$
2	0,86	0,58	0,44	0,28	0,16
4	0,64	0,48	0,38	0,26	0,16
6	0,52	0,40	0,33	0,25	0,15
8	0,44	0,35	0,29	0,23	0,15
10	0,38	0,31	0,26	0,21	0,14
12	0,34	0,28	0,24	0,19	0,14
14	0,30	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,20	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,20	0,18	0,15	0,11

Σχήμα 2.3: Συντελεστής θερμοπερατότητας του πατώματος που βρίσκεται 3 m κάτω από το έδαφος

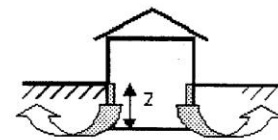
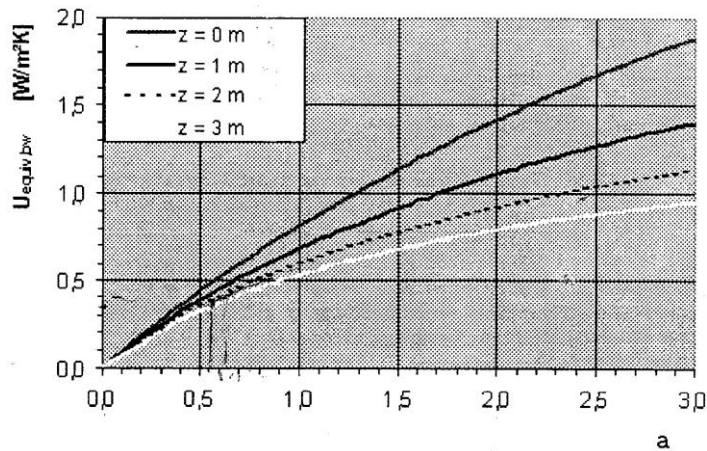


$U_{equiv,bf}$

Πίνακας 2.9: Συντελεστής θερμοπερατότητας του πατώματος που βρίσκεται 3 m κάτω από το έδαφος.

Τιμή B' m	$U_{equiv,bf}$ {για z = 3,0 m}				
	W/m ² K				
	Χωρίς μόνωση	$U_{\text{πατώματος}} =$ 2,0 W/m ² K	$U_{\text{πατώματος}} =$ 1,0W/m ² K	$U_{\text{πατώματος}} =$ 0,5 W/m ² K	$U_{\text{πατώματος}} =$ 0,25 W/m ² K
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13
12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11

Σχήμα 2.4: Συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων ενός θερμαινόμενου υπογείου που έχουν επαφή με το έδαφος ίση με z m



$U_{equiv,bw}$

Πίνακας 2.10: Συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων ενός θερμαινόμενου υπογείου που έχουν επαφή με το έδαφος ίση με z m.

$U_{\text{τοιχου}}$ W/m ² K	$U_{\text{equiv,bw}}$ W/m ² K			
	$z = 0$ m	$z = 1$ m	$z = 2$ m	$z = 3$ m
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
0,75	0,63	0,54	0,48	0,43
1,00	0,81	0,68	0,59	0,53
1,25	0,98	0,81	0,69	0,61
1,50	1,14	0,92	0,78	0,68
1,75	1,28	1,02	0,85	0,74
2,00	1,42	1,11	0,92	0,79
2,25	1,55	1,19	0,98	0,84
2,50	1,67	1,27	1,04	0,88
2,75	1,78	1,34	1,09	0,92
3,00	1,89	1,41	1,13	0,96

G_w = διορθωτικός παράγοντας που λαμβάνει υπόψη την επιρροή από υπόγεια

νερά. Ο $G_w=1$ αν η απόσταση μεταξύ της υποτιθέμενης στάθμης νερού και της

πλάκας πατώματος είναι περισσότερη από 1m και $G_w=1.15$ εάν η απόσταση μεταξύ της υποτιθέμενης στάθμης νερού και της πλάκας πατώματος είναι λιγότερο από 1m.

Στα σχήματα 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 υπάρχει μια χαρακτηριστική παράμετρος B' , όπου

$$B' = \frac{A_g}{0.5P}$$

A_g = Εμβαδόν της εξεταζόμενης πλάκας πατώματος σε m^2 .

Για ένα ολόκληρο κτίριο το A_g είναι η συνολική επιφάνεια που συνορεύει με το έδαφος. Για ένα μέρος ενός κτιρίου πχ. μια ανεξάρτητη κατοικία σε μια σειρά σπιτιών, το A_g είναι η επιφάνεια δαπέδου που εξετάζεται.

P = περίμετρος της εξεταζόμενης πλάκας πατώματος σε m .

Για ένα ολόκληρο κτίριο το P είναι η συνολική περίμετρος του κτιρίου. Για ένα μέρος του κτιρίου πχ ένα αυτόνομο κτίριο σε μια σειρά σπιτιών, το P περιλαμβάνει μόνο το μήκος των εξωτερικών τοίχων που χωρίζουν τον θερμαινόμενο χώρο που εξετάζεται, από το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο συντελεστής απώλειας θερμικής μετάδοσης από τον θερμαινόμενο χώρο (i) σε ένα γειτονικό θερμαινόμενο χώρο (j) προκύπτει τελικά:

$$; H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} A_k U_k$$

Όπου:

f_{ij}
= παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την διαφορά θερμοκρασίας του παρακείμενου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας

$$\Theta_{int,i} - \Theta_{adjustmentspace}$$

σχεδιασμού ως εξής: $f_{ij} = \frac{\Theta_{int,i} - \Theta_{adjustmentspace}}{\Theta_{int,i} - \Theta}$

Όπου: $\Theta_{adjustmentspace}$ = θερμοκρασία των παρακείμενων χώρων με τιμές από τον

πίνακα 2.11

A_k = εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) m^2 .

U_k = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) σε $W / m^2 K$.

Πίνακας 2.11: Θερμοκρασία των παρακείμενων θερμαινόμενων χώρων.

Θερμότητα που μεταφέρεται από θερμαινόμενο χώρο (i) σε:	$\Theta_{adjacentspace}$ °C
Παρακείμενο δωμάτιο στο ίδιο κτίριο	$\Theta_{adjacentspace}$ πρέπει να διευκρινιστεί: π.χ. για μπάνιο , αποθήκη π.χ. επίδραση από κατακόρυφη θερμοκρασιακή κλίση.
Παρακείμενο δωμάτιο που ανήκει σε άλλο κτίριο (π.χ. διαμέρισμα)	$\frac{\Theta_{int,i} + \Theta_{m,e}}{2}$
Παρακείμενο δωμάτιο που ανήκει σε ξεχωριστό κτίριο (που θερμαίνεται ή όχι)	$\Theta_{m,e}$

7.12 Απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού

Η απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού για τον θερμαινόμενο χώρο (i) διακρίνεται ως εξής:

$$\Phi_{v,i} = H_{v,i} (\Theta_{int,i} - \Theta_e)$$

όπου:

- $H_{v,i}$ = συντελεστής απώλειας θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού σε W/K
- $\Theta_{int,i}$ = εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε °C .
- Θ_e = εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού σε °C .

$$H_{v,i} = \dot{V}_i \rho c_p$$

όπου:

- \dot{V}_i = ρυθμός ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m^3 / sec
- ρ = πυκνότητα του αέρα σε μια θερμοκρασία σε Kg / m^3
- c_p = συντελεστής θερμοχωρητικότητας του αέρα σε μια θερμοκρασία σε KJ/KgK Υποθέτοντας σταθερή την πυκνότητα και τη θερμοχωρητικότητα του

αέρα προκύπτει :

$$H_{v,i} = 0,34 V_i \text{ όπου το } V_i \text{ εκφράζεται σε } m^3 / h$$

Η διαδικασία υπολογισμού του ρυθμού ροής του αέρα, εξαρτάται από την περίπτωση π.χ. με ή χωρίς σύστημα εξαερισμού.

Χωρίς Σύστημα Εξαερισμού

Χωρίς συστήματα εξαερισμού, υποτίθεται ότι ο παρεχόμενος αέρας έχει τα θερμικά χαρακτηριστικά του εξωτερικού αέρα. Επομένως η απώλεια θερμότητας είναι ανάλογη προς τη διαφορά μεταξύ της εσωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού και της εξωτερικής θερμοκρασίας του αέρα. Η τιμή του ρυθμού ροής αέρα ενός θερμαινόμενου χώρου (i) που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συντελεστή απώλειας θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού $H_{v,i}$ είναι το μέγιστο του ρυθμού ροής αέρος μέσω αρμών ($\dot{V}_{inf,i}$), ή ρωγμών της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου και του ελάχιστου ρυθμού ροής αέρα ($\dot{V}_{min,i}$) που απαιτείται για λόγους υγιεινής :

$$\dot{V}_i = \max (\dot{V}_{inf,i} , \dot{V}_{min,i})$$

όπου:

- $\dot{V}_{inf,i}$ θα καθοριστεί παρακάτω.
- $\dot{V}_{min,i}$ θα καθοριστεί παρακάτω.

Με Σύστημα Εξαερισμού

Ο παρεχόμενος αέρας δεν έχει απαραίτητως τα θερμικά χαρακτηριστικά του εξωτερικού αέρα. Η εξίσωση για τον καθορισμό του ρυθμού ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i), που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συντελεστή απώλειας θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού λόγω αερισμού, είναι η ακόλουθη :

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} f_{v,i} + \dot{V}_{mech,i}$$

όπου:

- $\dot{V}_{inf,i}$ = ρυθμός ροής αέρα μέσω αρμών του θερμαινόμενου χώρου σε m^3/h
- $\dot{V}_{su,i}$ = ρυθμός αερισμού του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m^3/h
- $\dot{V}_{mech,inf,i}$ = επιπλέον ρυθμός ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m^3/h
- $f_{v,i}$ = παράγοντας μείωσης θερμοκρασίας που δίνεται από : $f_{v,i} = \frac{\Theta_{int,i} - \Theta_{su,i}}{\Theta_{int,i} - \Theta_e}$
- $\Theta_{su,i}$ = θερμοκρασία του παρεχόμενου αέρα στο θερμαινόμενο χώρο (i)

σε °C. Η $\Theta_{su,i}$ μπορεί να είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από την εσωτερική θερμοκρασία αέρα.

Τελικά ισχύει:

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} V_i$$

όπου:

- n_{min} = ελάχιστη ανανέωση εξωτερικού αέρα ανά ώρα.
- V_i = όγκος θερμαινόμενου χώρου (i) σε m^3 που υπολογίζεται σύμφωνα με τις

εσωτερικές διαστάσεις.

Η ελάχιστη ανανέωση του εξωτερικού αέρα δίνεται στον πίνακα 2.12 και είναι βασισμένη στις εσωτερικές διαστάσεις.

Πίνακας 2.12: Ελάχιστη ανανέωση του εξωτερικού αέρα.

Τύπος δωματίου	n_{\min}, h^{-1}
Κατοικήσιμο δωμάτιο (τιμή προεπιλογής)	0,5
Κουζίνα ή λουτρό με παράθυρο	1,5
Γραφείο	1,0
Αίθουσα συνεδριάσεων, τάξη	2,0

Εάν χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό οι εξωτερικές διαστάσεις, οι αντίστοιχες τιμές που θα δίνονται από τον πίνακα 2.8 θα πολλαπλασιαστούν με την αναλογία μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού όγκου του χώρου (ως προσέγγιση, η προκαθορισμένη τιμή αυτής της αναλογίας είναι 0,8).

Για το ρυθμό ροής αέρα μέσω αρμών του θερμαινόμενου χώρου :

όπου:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 V_i n_{50} e_i \varepsilon_i$$

- n_{50}
= ποσοστό ανταλλαγής αέρα ανά ώρα ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς πίεσης των 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων του εισερχόμενου αέρα
- e_i = συντελεστής προστασίας
- ε_i
= διορθωτικός παράγοντας ύψους, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την αύξηση στην ταχύτητα αέρα με το ύψος του χώρου από το επίπεδο του εδάφους

Παρατηρεί κανείς στην παραπάνω εξίσωση τον αριθμό 2 επειδή η τιμή του n_{50} δίνεται για ολόκληρο το κτίριο. Ο υπολογισμός πρέπει να λάβει υπόψη τη χειρότερη περίπτωση, όπου όλος ο αέρας μέσω των αρμών εισάγεται από μια πλευρά του κτιρίου.

Η τιμή $\dot{V}_{inf,i}$ πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη από το μηδέν

Οι τιμές για τον n_{50} δίνονται από τον πίνακα 2.13 της επόμενης σελίδας

Πίνακας 2.13: Ποσοστό ανταλλαγής αέρα ανά ώρα ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς πίεσης των 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτιρίου.

Κατασκευή	n_{50} h^{-1}		
	Βαθμός του αέρα στεγανότητας του περιβλήματος του κτιρίου (ποιότητα στεγανοποίησης παραθύρου)		
	Υψηλός (υψηλή ποιότητα στεγανότητας παραθύρων και πόρτων)	Μέσος (διπλά παράθυρα κανονική στεγανότητα)	Χαμηλός (μονό παράθυρο λούστρου καμία στεγανότητα)
Μονοκατοικία	<4	4-10	>10
Άλλες κατοικίες ή Κτίρια	<2	2-5	>5

Οι τιμές του συντελεστή προστασίας και του διορθωτικού παράγοντα ύψους δίνονται από τους εξής πίνακες 2.14 και 2.15 :

Πίνακας 2.14: Τιμές του συντελεστή προστασίας.

Κατηγορία προστασίας	e		
	Θερμαινόμενος χώρος χωρίς εκτεθειμένα ανοίγματα	Θερμαινόμενος χώρος με ένα εκτεθειμένο άνοιγμα	Θερμαινόμενος χώρος με περισσότερα από ένα εκτεθειμένα ανοίγματα
Καμία προστασία (κτίρια σε περιοχές με ανέμους, ψηλά κτίρια στα κέντρα πόλεων)	0	0,03	0,05
Μέτρια προστασία (κτίρια στην ύπαιθρο με δέντρα ή άλλα κτίρια γύρω τους, προάστια)	0	0,02	0,03
Μεγάλη προστασία (κτίρια μέσου ύψους στα κέντρα πόλεων, κτίρια στα δάση)	0	0,01	0,02

Πίνακας 2.15: Τιμές του διορθωτικού παράγοντα ύψους.

Ύψος θερμαινόμενου χώρου επάνω από το επίπεδο του εδάφους	ϵ
0-10 m	1,0
>10-30 m	1,2
>30m	1,5

Εάν το σύστημα αερισμού είναι άγνωστο, ο ρυθμός αερισμού ενός θερμαινόμενου χώρου (i) $\dot{V}_{su,i}$ καθορίζεται με την διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού και δίνεται από το σχεδιαστή συστημάτων εξαερισμού.

Για τον επιπλέον ρυθμό ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου ισχύει:

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max(\dot{V}_{ex} - V_{su}, 0)$$

όπου:

- \dot{V}_{ex} = ρυθμός εξαερισμού για ολόκληρο το κτίριο σε m^3 / h
- V_{su} = ρυθμός αερισμού για ολόκληρο το κτίριο σε m^3 / h

(Ο $\dot{V}_{mech,inf}$ αναφέρεται σε ολόκληρο το κτίριο.

Αν θέλει κανείς να βρει τι γίνεται με κάθε χώρο του κτιρίου τότε σύμφωνα με τον όγκο του κάθε χώρου: $\dot{V}_{mech,inf,i} =$

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \frac{V_i}{\sum V_i}$$

7.13 Περιοδικά θερμαινόμενοι χώροι

Στους περιοδικά θερμαινόμενους χώρους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η επιπλέον θερμική ισχύς. Η επιπλέον θερμική ισχύς εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τη θερμοχωρητικότητα των στοιχείων οικοδόμησης
- Το χρόνο αναθέρμανσης
- Την πτώση θερμοκρασίας κατά τη ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού.
- Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου. Μια επιπλέον θερμική ισχύς μπορεί όχι πάντα να είναι απαραίτητη, παραδείγματος χάριν εάν :
- Το σύστημα ελέγχου είναι σε θέση να ακυρώσει τη ρύθμιση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες σχεδιασμού κατά τη διάρκεια των πιο κρύων ημερών.
- Οι απώλειες θερμότητας (απώλειες λόγω αερισμού) μπορούν να μειωθούν κατά τη διάρκεια της περιόδου ρύθμισης σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού.

Η επιπλέον θερμική ισχύς που απαιτείται για να αντισταθμίσει τα αποτελέσματα της διακοπόμενης θέρμανσης, σε ένα θερμαινόμενο χώρο (i) υπολογίζεται ως εξής :

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$$

όπου:

- A_i = εμβαδόν πατωμάτων του θερμαινόμενου χώρου (i) σε m^2
- f_{RH} = ο παράγοντας διορθώσεων ανάλογα με το χρόνο αναθέρμανσης και την

υποτιθέμενη πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ρύθμισης σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού (seatback) με τιμές από τους πίνακες 2.16 και 2.17 για 12 και 8 ώρες αναθέρμανσης αντίστοιχα σε W / m^2 .

Πίνακας 2.16: Διορθωτικός παράγοντας για χρόνο αναθέρμανσης ίσο με 12 ώρες.

Ωρες αναθέρμανσης	f_{RH} W / m^2								
	Υποτιθέμενη πτώση εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια setback.								
	2 K			3 K			4 K		
	Μάζα κτιρίου Μικρή Μεσαία Μεγάλ			Μάζα κτιρίου Μικρή Μεσαία Μεγάλ			Μάζα κτιρίου Μικρή Μεσαία Μεγάλ		
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16

Στα καλά μονωμένα και αεροστεγή κτίρια μια υποτιθέμενη πτώση εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του setback μεγαλύτερη από 2 έως 3 K δεν είναι πιθανή. Θα εξαρτηθεί από τις κλιματικές συνθήκες και τη θερμική μάζα του κτιρίου.

Πίνακας 2.17: Διορθωτικός παράγοντας για χρόνο αναθέρμανσης ίσο με 8 ώρες.

Ωρες αναθέρμανσης	f_{RH} W / m^2		
	Υποτιθέμενη πτώση εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια setback.		
	1 K	2 K	3 K
	Μεγάλη μάζα κτιρίου	Μεγάλη μάζα κτιρίου	Μεγάλη μάζα κτιρίου
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

Στα καλά μονωμένα και αεροστεγή κτίρια μια υποτιθέμενη πτώση εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του setback μεγαλύτερη από 2 έως 3 K δεν είναι πιθανή. Θα εξαρτηθεί από τις κλιματικές συνθήκες και τη θερμική μάζα του κτιρίου.

7.14 Υπολογισμός θερμικού φορτίου σχεδιασμού θερμαινόμενου χώρου

Για ένα θερμαινόμενο χώρο (i) το θερμικό φορτίο σχεδιασμού, υπολογίζεται ως εξής:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH,i}$$

όπου:

▪ $\Phi_{T,i}$ = απώλεια λόγω θερμικής μετάδοσης του θερμαινόμενου χώρου (i)

σε W

▪ $\Phi_{v,i}$ = απώλεια θερμότητας λόγω αερισμού του θερμαινόμενου χώρου (i)

σε W

▪ $\Phi_{RH,i}$ = επιπλέον θερμική ισχύς που απαιτείται για να αντισταθμίσει τα

αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης του θερμαινόμενου χώρου (i) σε W.

7.15 Υπολογισμός θερμικού φορτίου σχεδιασμού για μια ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή για ένα κτίριο

Ο υπολογισμός του θερμικού φορτίου σχεδιασμού για μια ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή για ένα κτίριο δεν λαμβάνει υπόψη τη θερμότητα που μεταφέρεται λόγω θερμικής μετάδοσης ή λόγω αερισμού μέσα από την συνολική περιβάλλουσα επιφάνεια της οικοδόμησης π.χ. απώλειες θερμότητας μεταξύ των διαμερισμάτων. Το θερμικό φορτίο σχεδιασμού σε μια ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή σε ένα κτίριο υπολογίζεται ως εξής:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{v,i} + \sum \Phi_{RH,i}$$

όπου:

- $\sum \Phi_{T,i}$ = σύνολο των απωλειών λόγω θερμικής μετάδοσης όλων των θερμαινόμενων χώρων αποκλείοντας τη θερμότητα που μεταφέρεται μέσα στην ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή στο κτίριο σε W
- $\sum \Phi_{v,i}$ = απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού όλων των θερμαινόμενων χώρων αποκλείοντας τη θερμότητα που μεταφέρεται μέσα στην ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή στο κτίριο σε W

Ο ρυθμός ροής του εξωτερικού αέρα στο κτίριο, υπολογίζεται ως εξής :

Χωρίς σύστημα εξαερισμού:

$$\sum \dot{V}_i = \max (0,5 \sum \dot{V}_{inf,i} , \sum \dot{V}_{min,i})$$

Με σύστημα εξαερισμού:

$$\sum \dot{V}_i = 0,5 \sum \dot{V}_{inf,i} + (1 - n_v) \sum \dot{V}_{su,i} + \sum \dot{V}_{mech,inf,i}$$

όπου:

n_v = η αποδοτικότητα του συστήματος ανάκτησης θερμότητας στον αέρα

$$n_v = 0.$$

απόρριψης. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει ανάκτηση θερμότητας

- $\sum \Phi_{RH,i}$ = άθροισμα της επιπλέον θερμικής ισχύος όλων των θερμαινόμενων χώρων που απαιτείται για να αντισταθμιστούν τα αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης, σε W.

7.16 Απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού για ένα θερμαινόμενο χώρο (i)

Για τον υπολογισμό αυτό θα χρησιμοποιούνται οι εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου. Η βάση για τις κάθετες διαστάσεις είναι η απόσταση από την επιφάνεια πατωμάτων στην επιφάνεια πατωμάτων (δηλ. το πάχος του πατώματος υπογείων δεν λαμβάνεται υπόψη). Κατά την εξέταση των εσωτερικών τοίχων, η βάση για τις οριζόντιες διαστάσεις είναι η απόσταση στο κέντρο του τοίχου (δηλ. οι εσωτερικοί τοίχοι εξετάζονται μέχρι το μισό πάχος τους).

Η συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού για ένα θερμαινόμενο χώρο (i) υπολογίζεται ως εξής :

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}) f_{\Delta\theta,i}$$

όπου:

- $\Phi_{T,i}$ = απώλεια λόγω θερμικής μετάδοσης σχεδιασμού για τον θερμαινόμενο χώρο (i) σε W
- $\Phi_{v,i}$ = απώλεια θερμότητας σχεδιασμού λόγω αερισμού για τον θερμαινόμενο χώρο (i) σε W
- $f_{\Delta\theta,i}$ = παράγοντας διόρθωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη την πρόσθετη απώλεια θερμότητας των δωματίων που θερμαίνονται σε μια υψηλότερη θερμοκρασία από τα παρακείμενα θερμαινόμενα δωμάτια π.χ, θερμαινόμενο λουτρό στους 24°C. Αναλυτικά ισχύουν οι τιμές του πίνακα 2.18.

Πίνακας 2.18: Διορθωτικός παράγοντας θερμοκρασίας.

Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού δωματίου	$f_{\Delta\theta}$
Κανονικός	1,0
Υψηλότερος από το κανονικό	1,6

Είναι:

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k A_k U_k (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

όπου:

- f_k = συντελεστής διόρθωσης θερμότητας του δομικού στοιχείου (k) που λαμβάνει υπόψη, τη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας της περίπτωσης που εξετάζεται και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού. Ο πίνακας 2.19 περιλαμβάνει τις τιμές του.
- A_k = εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) σε m^2
- U_k = συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) σε $W / m^2 K$

Πίνακας 2.19: Διορθωτικός παράγοντας θερμότητας του δομικού στοιχείου (k).

Απώλεια θερμότητας:	f_k	Σχόλια
άμεσα στο εξωτερικό	1,00	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες
	1,40	εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες
	1,00	για τα παράθυρα, πόρτες
μέσω μη θερμαινόμενου χώρου	0,80	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες
	1,12	εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες
μέσω του εδάφους	0,3	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες
	0,42	εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες
μέσω του χώρου της στέγης	0,90	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες
	1,26	εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες
Δάπεδο πάνω από υπόγειο	0,90	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες
	1,26	εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες

σε ένα παρακείμενο κτίριο	0,50 0,70	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες
σε μια παρακείμενη ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών	0,30 0,42	εάν οι θερμογέφυρες είναι μονωμένες εάν οι θερμογέφυρες δεν είναι μονωμένες

$$\Phi_{v,i} = 0,34 \dot{V}_{in,i}^m (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

όπου:

- $\dot{V}_{min,i}$ = ελάχιστος ρυθμός ροής αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i) που απαιτείται για λόγους υγιεινής σε (m^3/h). Αυτό είναι : $\dot{V}_{min,i} = n_{min} V_i$

όπου:

- n_{min} = ελάχιστη ανανέωση του εξωτερικού αέρα ανά ώρα.
- V_i = ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου σε (m^3) βάσει των εσωτερικών

διαστάσεων.

Σαν προσέγγιση ο όγκος αυτός είναι 0,8 φορές του όγκου που υπολογίζεται βάσει των εξωτερικών διαστάσεων.

Ο υπολογισμός του συνολικού θερμικού φορτίου σχεδιασμού για ένα θερμαινόμενο χώρο περιγράφεται από την επόμενη εξίσωση:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$$

όπου:

- Φ_i = συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i) σε W
- $\Phi_{RH,i}$ = επιπλέον θερμική ισχύς του θερμαινόμενου χώρου (i) σε W

Για τους περιοδικά θερμαινόμενους χώρους προκύπτει:

$$\Phi_{RH,i} = A_i f_{RH}$$

όπου:

- A = εμβαδόν πατωμάτων του θερμαινόμενου χώρου (i) σε W

- f_{RH} = παράγοντας αναθέρμανσης ανάλογα με τον τύπο κτιρίου, οικοδόμηση κτιρίου, χρόνο αναθέρμανσης και θεωρούμενη πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία σχεδιασμού.

Το συνολικό θερμικό φορτίο σχεδιασμού για μια ανεξάρτητη κατοικία σε σειρά κατοικιών ή για ένα κτίριο είναι:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{v,i} + \sum \Phi_{RH,i}$$

Ο υπολογισμός αυτός δεν θα λάβει υπόψη τη θερμότητα που μεταφέρεται λόγω αερισμού ή λόγω μετάδοσης θερμότητας μέσα στην περιβάλλουσα επιφάνεια της ανεξάρτητης κατοικίας π.χ. απώλειες θερμότητας μεταξύ των διαμερισμάτων όπου:

- $\sum \Phi_{T,i}$ = άθροισμα των απωλειών μετάδοσης θερμότητας όλων των θερμαινόμενων χώρων αποκλείοντας τη θερμότητα που μεταφέρεται στο εσωτερικό της ανεξάρτητης κατοικίας ή του κτιρίου.
- $\sum \Phi_{v,i}$ = άθροισμα των απωλειών θερμότητας λόγω αερισμού όλων των θερμαινόμενων χώρων αποκλείοντας τη θερμότητα που μεταφέρεται στο εσωτερικό της ανεξάρτητης κατοικίας ή του κτιρίου
- $\sum \Phi_{RH,i}$ = άθροισμα της επιπλέον θερμικής ισχύος όλων των θερμαινόμενων χώρων για να αντισταθμιστούν τα αποτελέσματα της διακοπτόμενης θέρμανσης.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν θεωρώντας ότι έχουμε ομοιόμορφη θερμοκρασία των θερμαινόμενων χώρων με ύψος 5 m ή λιγότερο. Αυτή η υπόθεση δεν ισχύει εάν το ύψος δωματίων υπερβαίνει τα 5 m και έτσι δεν μπορεί να παραμεληθεί η κατακόρυφη κλίση της θερμοκρασίας του αέρα που ενισχύει τις απώλειες θερμότητας ιδιαίτερα μέσω της στέγης. Για τα κτίρια με τις απώλειες θερμότητας σχεδιασμού λιγότερες ή ίσες με 60 W/m^2 της περιοχής των πατωμάτων, η συνολική απώλεια θερμότητας σχεδιασμού, για τους χώρους με τα υψηλά ανώτατα όρια μπορούν να διορθωθούν με την εισαγωγή ενός παράγοντα διορθώσεων ανώτατου ύψους, ως εξής :

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{v,i}) f_{h,i}$$

όπου το $f_{h,i}$ δίνεται από τον πίνακα 2.20.

Πίνακας 2.20: Διορθωτικός παράγοντας ανώτατου ύψους.

Μέθοδος θέρμανσης και τύπος ή θέση των θερμαντικών σωμάτων	$f_{h,i}$	
	Ύψος θερμαινόμενου χώρου	
	5 έως 10 m	10 έως 15 m
Κυρίως ακτινοβολία		
Θερμό πάτωμα	1	1
Θερμή οροφή (θερμ/κό επίπεδο < 40)	1,15	δεν έχει εφαρμογή
Προς τα κάτω ακτινοβολία μέσης και υψηλής θερ/σίας από υψηλό επίπεδο	1	1,15
Κυρίως εκ μεταφοράς		
Φυσική μεταφορά θερμού αέρα	1,15	δεν έχει εφαρμογή
Εξαναγκασμένος θερμός αέρας		
Διαγώνια ροή σε χαμηλό επίπεδο	1,30	1,60
Προς τα κάτω από το υψηλό επίπεδο	1,21	1,45
Διαγώνια ροή αέρα μέσης και υψηλής θερ/σίας από το ενδιάμεσο επίπεδο	1,15	1,30

8. Σύγκριση των δύο μεθόδων υπολογισμού DIN4701 και EN12831

8.1 Περιγραφή & Παραδοχές Υπολογισμών

Γενική περιγραφή κτιρίου

Το μελετώμενο κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους: Ισόγειο και Όροφο. Πρόκειται να κατασκευαστεί σε οικόπεδο με εμβαδόν 500 m², εντός οικισμού Σταυρωμένου του Δήμου Ηρακλείου. Το κτίριο θα περιλαμβάνει δύο χρήσεις : κατοικία & αποθήκη. Το Ισόγειο του κτιρίου (Αποθήκη) θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος, ο Όροφος που θα στεγάσει την κατοικία είναι το εξεταζόμενο κτίριο για την δημιουργία και σύγκριση των υπολογισμών.

Όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου πληρούν τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, όπως εξάλλου φαίνεται και στο τεύχος αναλυτικών υπολογισμών στο *Παράστημα Ι* που ακολουθεί. Το κτίριο ανήκει στη ζώνη Α και οι μέγιστες τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας φαίνονται στον ακόλουθο συγκεντρωτικό πίνακα.

Συγκεντρωτικός πίνακας δομικών στοιχείων

ΦΥ	Κατηγ.	Περιγραφή δομικού στοιχείου	Συντ. U	U _{max}
			W/m ² K	W/m ² K
1	Αδιαφανείς επιφάνειες	Εξωτερική τοιχοποιία / σκυρόδεμα	0,587	0,600
2		Εξωτερική τοιχοποιία / οπτοπλινθοδομή	0,455	0,600
3		Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη	0,438	0,500
5	Διαχωριστικές επιφάνειες	Δάπεδο σε επαφή με ΜΘΧ	0,739	1,200
6		Οπτοπλινθοδομή χωρίς μόνωση σε επαφή με ΜΘΧ	1,056	1,500

* Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα φύλλα υπολογισμού για κάθε δομικό στοιχείο

Η φέρουσα κατασκευή του κτιρίου θα είναι από σκυρόδεμα. Οι τοίχοι πλήρωσης θα κατασκευαστούν από διάτρητους οπτόπλινθους και ως θερμομόνωση έχει επιλεγεί η μόνωση στον πυρήνα με πολυστερίνη 5 cm. Η φέρουσα κατασκευή θα θερμομονωθεί εξωτερικά με πολυστερίνη 5 εκ. Στο δώμα θα γίνει εξωτερική θερμομόνωση, ενώ το δάπεδο (υπεράνω ΜΘΧ) θα θερμομονωθεί στην κάτω παρειά του με πολυστερίνη 3 εκ.

Παραδοχές υπολογισμών

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών με τους μεθόδους **DIN 4701** και **EN 12831** γίνονται οι εξής παραδοχές :

1. για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων, αλλά και αυτά των μη θερμαινόμενων που είναι σε επαφή με τους θερμαινόμενους,
2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτήρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά,
3. τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,
4. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους.
5. Όλα τα μεγέθη που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς, παραμένουν σταθερά με τον χρόνο.

8.2 Σύνολο θερμικών απώλειων

Οι μέθοδοι DIN 4701 και EN 12831 για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών θεωρούν ότι οι συνολικές θερμικές απώλειες ενός χώρου οφείλονται: α) στις απώλειες αγωγιμότητας και β) στις απώλειες αερισμού, ποιο αναλυτικά:

Η μέθοδος **DIN 4701**:

- Οι θερμικές απώλειες αγωγιμότητας πρέπει να υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε δομικό στοιχείο, όταν υπάρχει διαφορετικός συντελεστής θερμοπερατότητας ή διαφορετική διαφορά θερμοκρασίας.

- Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών αερισμού γίνεται με βάση ένα απλοποιημένο προσομοίωμα καθορισμού των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται από τους αρμούς των ανοιγμάτων του χώρου. Ο υπολογισμός παίρνει υπόψη τις διαφορές πίεσης που δημιουργούνται από την πρόσπτωση ανέμου και τη θερμική άνωση καθώς και τις αντιστάσεις ροής μέσα από τους αρμούς των εσωτερικών και εξωτερικών δομικών στοιχείων του χώρου (παραθύρων και θυρών).

Όταν ο αερισμός είναι εξαναγκασμένος (μηχανικός αερισμός με τη βοήθεια ανεμιστήρων) λαμβάνεται υπόψη το επιπλέον ποσό αέρα που εισέρχεται στο χώρο.

Και η μέθοδος **EN 12831**:

- Στις θερμικές απώλειες αγωγιμότητας περιλαμβάνονται αθροιστικά όλες οι ροές θερμότητας μέσω τοίχων, παραθύρων, θυρών, ορόφων, δαπέδων και κάθε είδους επιφανειών που συνορεύουν με τον έξω χώρο ή με μη θερμαινόμενους χώρους. Για δομικά στοιχεία που εφάπτονται με το έδαφος, υπολογίζονται οι απώλειες μέσω του εδάφους προς τον εξωτερικό αέρα και οι απώλειες προς τα υπόγεια ύδατα.
- Οι απώλειες αερισμού οφείλονται στη διείσδυση αέρα, που εισέρχεται από τις χαραμάδες και τα ανοίγματα του κτιρίου, και που πρέπει να θερμανθεί στην προβλεπόμενη θερμοκρασία.

Η διαφορά πίεσης μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, που είναι προϋπόθεση για τη ροή του αέρα, μπορεί να προκληθεί είτε από την πρόσπτωση του ανέμου, σε συνδυασμό με την αεροδυναμική συμπεριφορά του κτιρίου, είτε από τις δυνάμεις άνωσης που οφείλονται σε διαφορές θερμοκρασίας που δημιουργούν σε υψηλά κτίρια ρεύματα αέρα μέσω των κλιμακοστασίων, είτε από τον συνδυασμό αυτών των δύο αιτίων.

Η επίδραση του ύψους ενός κτιρίου στις απώλειες αερισμού λόγω αύξησης της ταχύτητας του ανέμου και της διαφοράς πίεσης, λαμβάνεται υπόψη με την προσθήκη συντελεστών προσαύξησης λόγω ύψους.

Στις θερμικές απώλειες αερισμού περιλαμβάνεται εκτός από το φορτίο διείσδυσης του αέρα και το φορτίο που οφείλεται στον απαραίτητο αερισμό των χώρων με μηχανικά μέσα (εξαεριστήρες κλπ.).

8.3 Εφαρμογή και σύγκριση των μεθόδων σε κτίριο κατοικίας

Για να γίνουν καλύτερα αντιληπτές οι διαφορές των δύο μεθόδων DIN 4701 και EN 12831 που αναφέραμε ποιο πάνω ακολουθεί το παράδειγμα μια κατοικίας με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Έργο: Νέα δυόροφη κατοικία

Θέση: Γ. Αθητάκη 44, Ηράκλειο Κρήτης

Δήμος: Ηρακλείου Κρήτης

Κλιματική ζώνη: Α

Όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου είναι σύμφωνα με τον Πίνακα Γ.1 του άρθρου 8.2 του ΚΕΝΑΚ, για την κλιματική ζώνη Α.

Η συνολική θερμενόμενη εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου του παραδείγματος είναι:

E :125,40m²

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα **ThermoCAD**, της Ti-Soft.

Ας ρίξουμε μια μάτια στην περιγραφή του προγράμματος από τον κατασκευαστή:

Κατά τη διάρκεια της 20ετούς και πλέον διάρκειας ζωής του ThermoCAD, μέσω μιας διαρκούς προσπάθειας βελτιστοποίησης του λογισμικού μας, αναλύσαμε διεξοδικά τη διαδικασία και τα βήματα για τη μελέτη συστημάτων κεντρικής θέρμανσης.

Απλοποιήσαμε όσο το δυνατό γίνεται τη ροή εργασίας για το μελετητή, δώσαμε αρχικές τιμές σε όσα σημεία γινόταν, ομαδοποιήσαμε τις παραμέτρους σε κατηγορίες, επιστήσαμε την προσοχή σε σημεία που γίνονται συνήθως λάθη κατά τη μελέτη, καταχωρήσαμε υλικά και στοιχεία στις βιβλιοθήκες και φτιάξαμε ένα πλήρως παραμετρικό και δυναμικό περιβάλλον εργασίας για να φτιάξουμε το καλύτερο εργαλείο για τη μελέτη θέρμανση.

Οι μεθοδολογίες που ακολουθούνται, οι υπολογισμοί, τα σχέδια και οι εκτυπώσεις συμμορφώνονται με τα πρότυπα: TOTEE, DIN 4701, ISO 13384-1, ISO 13384-2, EN 1264 & EN 12831.

Έπειτα από την μεταφορά του κτιρίου μας στο πρόγραμμα υπολογισμού θερμικών απωλειών με τα δεδομένα που αναφέραμε παραπάνω τόσο για την γεωμετρική θέση του κτιρίου, όσο και για τα δομικά στοιχεία του περιβλήματος του, προκύπτουν τα εξής συγκριτικά αποτελέσματα:

Κατά **DIN 4701**

1. Κουζίνα: Q=763 Watt
 2. Καθιστικό: Q=3.020 Watt
 3. Κοιτώνας 1: Q=546 Watt
 4. Κοιτώνας 2: Q=1.288 Watt
 5. Κοιτώνας 3: Q=912 Watt
 6. Λουτρό 1: Q=326 Watt
 7. Λουτρό 2: Q=354 Watt
- Σύνολο: Q=7.205Watt**

Κατά **EN12831**

- Κουζίνα: Q=1.292 Watt
- Καθιστικό: Q=4.992 Watt
- Κοιτώνας 1: Q=976 Watt
- Κοιτώνας 2: Q=1.815 Watt
- Κοιτώνας 3: Q=1.494 Watt
- Λουτρό 1: Q=518 Watt
- Λουτρό 2: Q=578 Watt
- Σύνολο: Q=11.665 Watt**

8.4 Συμπεράσματα

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα η διαφορά των θερμικών απωλειών είναι αρκετά μεγάλη. Ποιο αναλυτικά η μέθοδος EN12831 υπολογίζει **38%** περισσότερες απώλειες από την μέθοδο DIN 4701. Η βασική διαφορά των δύο μεθόδων **DIN 4701** και **EN 12831** έχει να κάνει με το γεγονός ότι:

Στην μέθοδο **EN 12831** εισάγεται η έννοια της θερμοχωρητικότητας μόνο ως μία προσαύξηση στα συνολικά θερμικά φορτία σχεδιασμού, λόγω ρύθμισης της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου σε χαμηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια της νύχτας (night setback). Δηλαδή ανάλογα με τη μάζα κατασκευής του κτιρίου και την πτώση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της νύχτας, τα θερμικά φορτία προσαυξάνονται (ισχύς αναθέρμανσης) ανάλογα με τον αριθμό των ωρών μέσα στις οποίες επιθυμούμε η θερμοκρασία του κτιρίου να επανέλθει στα κανονικά επίπεδα. Επίσης στο πρότυπο η επίδραση των υπόγειων υδάτων στις θερμικές απώλειες προς το έδαφος λαμβάνεται υπόψη με ένα διορθωτικό συντελεστή. Μια σημαντική διαφορά είναι ότι πλέον ορίζεται η λεπτομερής θεώρηση των θερμογεφυρών στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου.

Η επίδραση των θερμογεφυρών λαμβάνεται υπόψη με διορθώσεις στους συντελεστές θερμικών απωλειών των δομικών στοιχείων του κτιρίου, ανάλογα με τη θέση των δομικών στοιχείων στο κτίριο και τον τύπο κατασκευής τους.

Αντίθετα στην μέθοδο **DIN 4701** για τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων κτιρίων συνιστάται κατά περίπτωση μία προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας από 10% έως 30% για εξωτερικούς τοίχους, δάπεδα και οροφές (κυρίως λόγω αστοχιών στην κατασκευή ή λόγω διεύθυνσης υγρασίας μέσα στα υλικά).

Ειδικά σε περιπτώσεις που αναμένεται αυξημένη ποσότητα υγρασίας στο δομικό στοιχείο λόγω καιρικών συνθηκών, η αύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του μονωμένου σύμφωνα με τον Κανονισμό θερμομόνωσης δομικού στοιχείου μπορεί να είναι μέχρι 50%. Μέχρι να υπάρξουν λεπτομερέστερα στοιχεία (π.χ. από αναθεώρηση του Κανονισμού Θερμομόνωσης) η κατά περίπτωση προσαύξηση αποτελεί αντικείμενο εκτίμησης του μηχανικού που συντάσσει τη μελέτη θέρμανσης.

Ο τρόπος υπολογισμού των απωλειών ανά χώρο και με τις δύο μεθόδους υπολογισμού αναλυτικά παρουσιάζονται στο *Παράρτημα I* που ακολουθεί.

Παράρτημα Ι

9. Βιβλιογραφία

1. Κανονισμός δια την θερμομόνωση κτιρίων, Φ.Ε.Κ. 362/79 τεύχος 4ον.
2. DIN 4701 (1983), Regeln fuer die Berechnung des Waermebedarfs von Gebaeuden, Teil 1,2.
3. Β.Α. Σωτηρόπουλος, Κατοικία και θέρμανση (Σημειώσεις).
4. ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ EN 12831, Συστήματα θερμάνσεως σε κτίρια-
Μέθοδος υπολογισμού του θερμικού φορτίου σχεδιασμού ΕΛΟΤ 2003 .
5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΡΙΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ,
Διπλωματική εργασία των Αντωνιάδου Μαρία και Αραμπατζή Απόστολου.
6. Πρόγραμμα υπολογισμού θερμικών απωλειών Thermocad της εταιρίας Ti-Soft.

