

Πτυχιακή Εργασία με Τίτλο:

**Μελέτη Θέρμανσης σε κατοικία της
Θεσσαλονίκης**



Επιβλέπων καθηγητής:ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

**Των σπουδαστών:ΜΠΕΝΑΪ ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΑΜ 6310 ,
ΜΠΟΝΤΕ ΚΡΙΣΤΙ ΑΜ 5856**

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1. Υπολογισμός θερμικών απωλειών	5
1.1 Γενικά.....	5
1.2 Βασικές έννοιες και υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ	6
1.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου – Αδιαφανή δομικά στοιχεία	9
1.4 Βασικές έννοιες και υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.....	18
1.5 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου – Διαφανή δομικά στοιχεία	20
1.6 Υπολογισμός θερμικών απωλειών	28
1.6.1 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμού Θερμικών Απωλειών	28
1.6.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών διαμερίσματος	31
2. Προσθήκη Θερμομόνωσης.....	45
2.1 Γενικά.....	45
2.2 Σύγκριση των δύο συστημάτων θερμομόνωσης	45
2.2.1 Εσωτερική θερμομόνωση.....	45
2.2.2 Εξωτερική θερμομόνωση	48
2.2.3 Συγκριτική Αξιολόγηση Συστημάτων Εσωτερικής και Εξωτερικής Αναδρομικής Θερμομόνωσης.....	51
2.3 Επιλογή μονωτικού υλικού και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου	51
2.4 Υπολογισμός θερμικών απωλειών με θερμομόνωση	61
2.5 Κόστος προσθήκης θερμομόνωσης.....	72
3. Δίκτυο διανομής ζεστού νερού.....	73
3.1 Γενικά.....	73
3.2 Δισωλήνιο (κλασσικό) σύστημα	73
3.3 Μονοσωλήνιο σύστημα.....	75
3.4 Τρισωλήνιο σύστημα (reverse return).....	78
3.5 Τετρασωλήνιο σύστημα	79

4. Υπολογισμοί μονοσωληνίου συστήματος.....	80
4.1 Διάμετρος σωληνώσεων και εκλογή θερμαντικών σωμάτων – βρόχος Α	80
4.2 Διάμετρος σωληνώσεων και εκλογή θερμαντικών σωμάτων – βρόχος Β	84
5. Συμπεράσματα.....	87
Βιβλιογραφία.....	88
Παράρτημα.....	90

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί μελέτη θέρμανσης σε κατοικία της Θεσσαλονίκης. Στο πρώτο κεφάλαιο, θα αναφερθούμε στην σημασία της προσθήκης κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού στα δομικά στοιχεία των κτιρίων, η οποία έχει ως αποτέλεσμα μείωση των δαπανών ενέργειας και χρημάτων από 30% με βελτιώσεις στις ήδη υπάρχουσες κατασκευές έως και 60% σε νέες κατασκευές. Στην συνέχεια, θα αναφερθούμε σε κάποιες βασικές έννοιες σχετικά με τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και θα γίνει έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας αυτών στο υφιστάμενο διαμέρισμα. Θα συνεχίσουμε με κάποιες βασικές έννοιες σχετικά με τον υπολογισμό των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και θα πραγματοποιηθεί επίσης έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας αυτών, στο υφιστάμενο διαμέρισμα. Στο τέλος του πρώτου κεφαλαίου, αφού αναφερθούμε σε βασικούς θα υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες του διαμερίσματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας αρχικά θα αναφερθούμε στα διάφορα συστήματα θερμομόνωσης. Στη συνέχεια θα γίνει η επιλογή του κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού και θα πραγματοποιηθεί έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των αδιαφανών δομικών στοιχείων του διαμερίσματος. Τέλος, θα ξαναυπολογιστούν οι θερμικές απώλειες του διαμερίσματος μετά την προσθήκη θερμομόνωσης και θα υπολογιστεί το κόστος της εγκατάστασης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, θα αναφερθούμε στο δίκτυο διανομής του ζεστού, ενώ θα γίνει εκτενής αναφορά στο μονοσωλήνιο και δισωλήνιο σύστημα. Τέλος, στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο, θα πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί του μονοσωλήνιου συστήματος και θα γίνει η εκλογή των κατάλληλων θερμομαντικών σωμάτων.

1. Υπολογισμός θερμικών απωλειών

1.1 Γενικά

Όπως γνωρίζουμε από την θερμοδυναμική, μεταξύ σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας πραγματοποιείται ροή θερμότητας, από αυτά υψηλότερης θερμοκρασίας σε αυτά χαμηλότερης θερμοκρασίας. Αυτός είναι και ο λόγος που μας αναγκάζει να σχεδιάζουμε και να κατασκευάζουμε εγκαταστάσεις θερμάνσεως και κλιματισμού στα κτίρια.

Τον χειμώνα οι κλειστοί χώροι έχουν υψηλότερη θερμοκρασία από το περιβάλλον. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ροή θερμότητας από τους κλειστούς χώρους των κατοικιών στο περιβάλλον. ανάλογο φαινόμενο παρατηρείται και το καλοκαίρι με αντίστροφη όμως πορεία (μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στους κλειστούς χώρους των κατοικιών). Η ροή αυτή πραγματοποιείται μέσω των σταθερών τοιχωμάτων, των κουφωμάτων του κτηρίου και εξαιτίας ρευμάτων από τις χαραμάδες και τα περιοδικά ανοίγματα θυρών και παραθύρων. Η ροή θερμότητας είναι πιο έντονη, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά και όσο ασθενέστερα είναι τα τοιχώματα και τα κουφώματα του κτηρίου.

Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη προσθήκης θερμότητας στους χώρους τον χειμώνα και απομάκρυνσης θερμότητας το καλοκαίρι. Όταν οι χώροι διαθέτουν τα κατάλληλα θερμομονωτικά τοιχώματα και ανοίγματα, το μέγεθος της αναγκαίας εγκαταστάσεως θέρμανσης/ψύξης είναι μικρότερο και το λειτουργικό κόστος του κτιρίου χαμηλότερο. Με την θερμομόνωση επιδιώκεται η μείωση της ροής θερμότητας από ή προς έναν χώρο. Για παράδειγμα με την θερμομόνωση ενός κτιρίου, τον χειμώνα μειώνουμε την ταχύτητα ροής θερμότητας προς το περιβάλλον, επιτυγχάνοντας έτσι διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας με περιοδική προσθήκη θερμότητας (θέρμανση) και το καλοκαίρι μειώνουμε την ταχύτητα εισροής εξωτερικής θερμότητας γεγονός το οποίο επιτρέπει στα συστήματα κλιματισμού να λειτουργούν με πολυ μικρότερο κόστος.

Βλέπουμε λοιπόν, πως η προσθήκη κατάλληλης μόνωσης στα κτίρια συνεισφέρει στην εξοικονόμηση χρημάτων για τους ιδιοκτήτες των κτιρίων, αλλά και στην εξοικονόμηση ενέργειας, εξαιτίας της μείωσης της χρήσης των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Σημειώνεται, πως η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, καθώς οι πόροι του πλανήτη εξαντλούνται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις αυξημένες ενεργειακές ανάγκες των ανθρώπων είναι πλέον εμφανείς.

Είναι αξιοσημείωτο, πως με την προσθήκη κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού, οι δαπάνες χρημάτων και ενέργειας μπορούν να μειωθούν από 30% με βελτιώσεις στις ήδη υπάρχουσες κατασκευές έως και 60% σε νέες κατασκευές (Σελλούντος, 2013).

Θεωρητικά, όσο αυξάνεται το πάχος του θερμομονωτικού υλικού τόσο μειώνεται η ροή θερμότητας έως ότου μηδενιστεί. Ωστόσο, η αύξηση του πάχους του μονωτικού

υλικού, αυξάνει το πάχος των τοιχωμάτων (μειώνεται ο διαθέσιμος χώρος) και αυξάνεται και το κόστος της κατασκευής. Στα κτίρια, το κόστος τοποθέτησης μόνωσης είναι πολύ σημαντικός παράγοντας κόστους, έτσι η επιλογή του βέλτιστου πάχους μονωτικού υλικού αποτελεί κρίσιμη επιλογή. Στις περισσότερες περιπτώσεις, όπως και στη παρούσα πτυχιακή εργασία, χρησιμοποιείται η τυποποιημένη διαδικασία που καθορίζει ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK).

1.2 Βασικές έννοιες και υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σύμφωνα με τον KENAK

Σύμφωνα με τον KENAK, τα διάφορα εξωτερικά δομικά στοιχεία του κτιρίου ή των θερμαινόμενων χώρων αυτού, ανάλογα με την αντίσταση θερμοπερατότητας, μπορούν να θεωρηθούν επαρκή ή να χρειαστεί να ενισχυθούν με την προσθήκη θερμομονωτικού υλικού. Τα ακόλουθα έχουν ληφθεί από την Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-2/2010).

Αντίσταση θερμοπερατότητας (ή συντελεστής θερμικής αντίστασης), ονομάζεται η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας και υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

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

όπου

R: ο συντελεστής θερμικής αντίστασης [m²K/W]

d: το πάχος της στρώσης [m]

λ: ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης [W/(mK)]

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εκφράζει τη θερμική ισχύ που διέρχεται εντός του δομικού στοιχείου.

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, το οποίο αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_j R_j \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

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

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

όπου

$R_{ολ}$: η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό υλικό [m^2K/W]

n : το πλήθος των στρώσεων του δομικού υλικού [-]

R_i : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο [m^2K/W]

R_a : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον [m^2K/W]

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

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} [W/ m^2K]$$

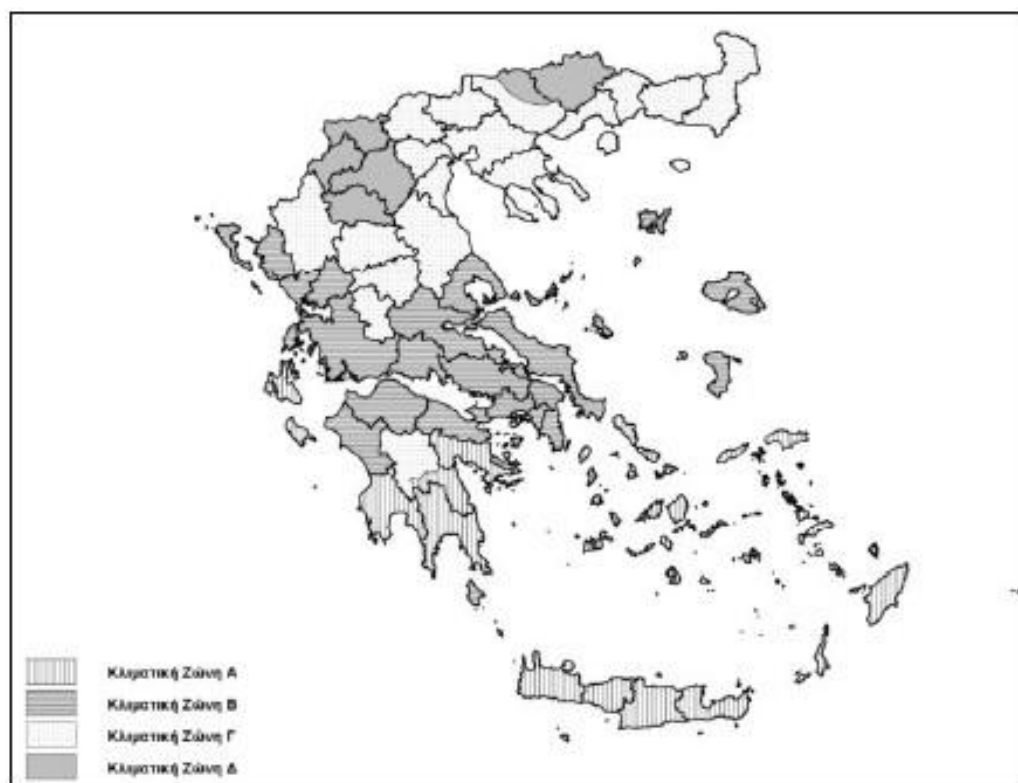
η σύμφωνα με τις δύο παραπάνω σχέσεις, μπορεί να υπολογιστεί από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n R_j + R_a [m^2K/W]$$

Οι ελάχιστες απαιτήσεις (μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές) του συντελεστή θερμοπερατότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων καθορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ, με τη βοήθεια χάρτη που χωρίζει την Ελλάδα σε Κλιματικές ζώνες.

Πίνακας 1 Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς
[πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Α έκδοση, σελ. 14]

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



Εικόνα 1 Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας
[πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Α έκδοση, σελ. 14]

Πίνακας 2 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα
[πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Β' έκδοση, σελ. 44]

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

1.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου – Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Στην ενότητα αυτή θα υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφόρων δομικών στοιχείων του κτιρίου. Η κατοψη του κτιρίου παρατίθεται στο παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

1. Δομικό στοιχείο: Διπλή-δρομική οπτοπλινθοδομή (εξωτερικός τοίχος)

2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,22		R_Λ = 0,399

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _Λ	(m ² K)/W	0,399
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m²K)/W	0,569

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U εξωτερικού τοίχου

$U = 1,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \geq U_{\text{max}} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με Tl.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικής τοιχοποιίας (σε επαφή με ΜΘΧ)

1. Δομικό στοιχείο: Διπλή-δρομική οπτοπλινθοδομή σε επαφή με ΜΘΧ

2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,22		R_Λ = 0,399

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,399
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,659

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U εξωτερικού τοίχου

$U = 1,52 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \geq U_{\text{max}} = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με TI*.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (1)

1. Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα (1)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,345	2,50	0,138
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,385		R_Λ = 0,184

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,184
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,354

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

$U = 2,82 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \geq U_{\text{max}} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με T5.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (2)

1. Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα (2)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,29	2,50	0,116
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,33		R_Λ = 0,162

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,162
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,332

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 3,01 W/(m²K) ≥ U_{max} = 0,45 W/(m²K)
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με T4.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (3)

1. Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα (3)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,455	2,50	0,182
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,495		R_λ = 0,228

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_λ	(m ² K)/W	0,228
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,398

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 2,51 W/(m²K) ≥ U_{max} = 0,45 W/(m²K)
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με T3.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (4)

1. Δομικό στοιχείο: Εσωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,235	2,50	0,094
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,275		R_Λ = 0,14

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,14
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,31

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 3,22 W/(m²K) ≥ U_{max} = 0,45 W/(m²K)
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με T2.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (5)

1. Δομικό στοιχείο: Εσωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,565	2,50	0,226
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,605		R_Λ = 0,272

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,272
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,442

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

$$U = 2,26 \text{ W/(m}^2\text{K)} \geq U_{\max} = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με T₆.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικής δοκού (συνορεύει με ΜΘΧ)

1. Δομικό στοιχείο: Εσωτερική δοκός/ υποστύλωμα/ τοίχωμα (συνορεύει με ΜΘΧ)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,235	2,50	0,094
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,275		R_Λ = 0,14

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,14
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ.}	(m ² K)/W	0,40

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

$$U = 2,50 \text{ W/(m}^2\text{K)} \geq U_{\max} = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών της ενότητας 1.6.2. θα συμβολίζεται με T2*.

Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

1. Δομικό στοιχείο: Δάπεδο σε επαφή με ΜΘΧ



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Κεραμικά Πλακίδια	0,02	1,05	0,019
2	Τσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023
3	Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων	0,05	0,20	0,250
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,20	2,50	0,080
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,31		R_Λ = 0,395

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	0,395
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	0,655

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

$$U = 1,53 \text{ W/(m}^2\text{K)} \geq U_{\max} = 0,75 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με ΔI.

1.4 Βασικές έννοιες και υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος ορίζει την ποσότητα θερμότητας σε Watt, ανά μονάδα χρόνου, που μπορεί να διαπεράσει ένα κούφωμα επιφάνειας 1 m² όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο επιφανειών του είναι 1 βαθμός Κ. Η γενική σχέση υπολογισμού είναι η ακόλουθη:

$$U_w = \frac{\Sigma(U_f A_f) + \Sigma(U_g A_g) + \Sigma(I_g \Psi_g)}{\Sigma A_f + \Sigma A_g}$$

ή αλλιώς

$$U_w = \frac{U_f A_f + U_g A_g + I_g \Psi_g}{A_w}$$

όπου

U_w : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος σε W/(m²K)

U_f : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος σε W/(m²K)

U_g : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα σε W/(m²K)

A_w : το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας του κουφώματος σε m²

A_f : το συνολικό εμβαδόν της επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος σε m²

A_g : το συνολικό εμβαδόν του υαλοπίνακα σε m²

I_g : το συνολικό περιμετρικό μήκος του υαλοπίνακα σε m

Ψ_g : η γραμμική θερμοπερατότητα στη συναρμογή του πλαισίου του υαλοπίνακα (αποστάτης) σε W/(mK)

Πίνακας 3 Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου (EN ISO 10077-1)
[πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 Α έκδοση, σελ. 67]

Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f [W/(m ² ·K)]
Μεταλλικό πλαίσιο	Χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	Με θερμοδιακοπή	1,0 - 4,0
Συνθετικό πλαίσιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC πολυθαλαμικό	1,0 - 2,0
Ξύλινο πλαίσιο	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,4
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 5 cm	2,0
	Σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,7
	Μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου - κάσας 10 cm	1,5

Πίνακας 4 Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (EN ISO 10077-1)
[πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 Ά έκδοση, σελ. 68]

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

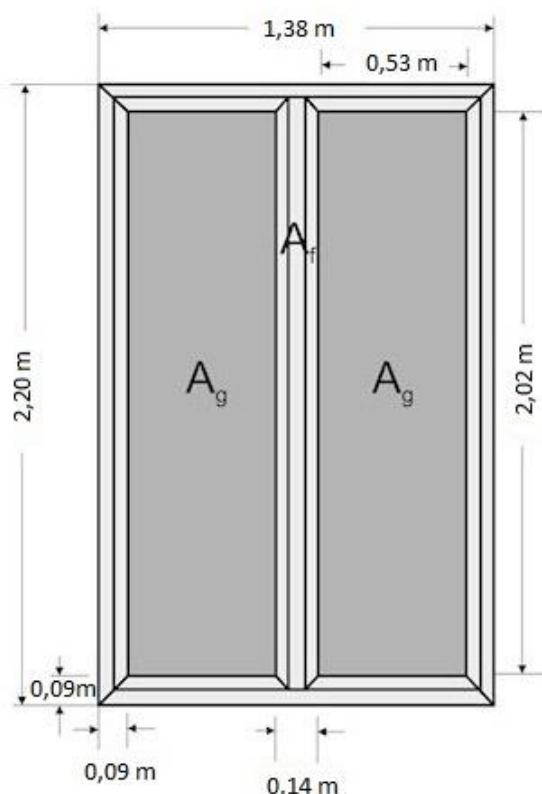
Πίνακας 5 Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα (EN ISO 10077-1) [πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 Ά έκδοση, σελ. 68]

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

1.5 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου – Διαφανή δομικά στοιχεία

Ακολουθούν αναλυτικά οι υπολογισμοί του συντελεστή θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων του διαμερίσματος. Τα κουφώματα που έχουν επιλεγεί είναι συνθετικού πλαισίου PVC δύο θαλάμων, διπλής υάλωσης (διαστάσεις: 4-20-4 cm, διάκενο αέρα) χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής.

A1 και A2



Έχουμε:

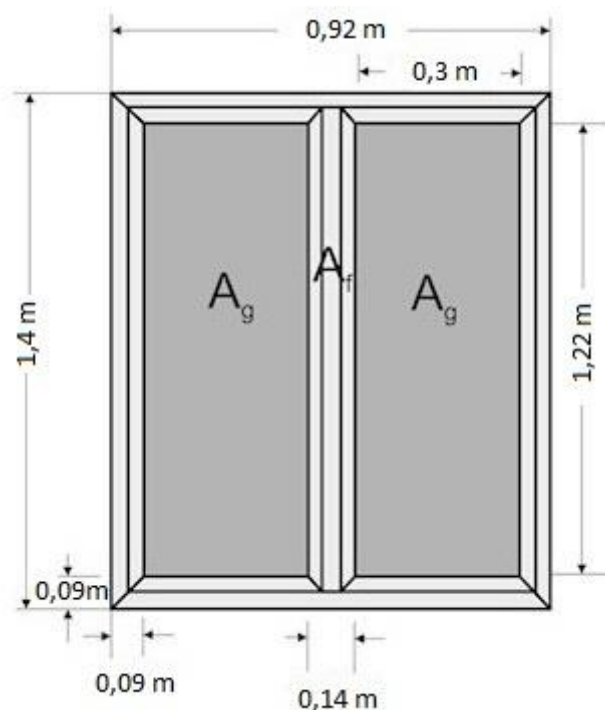
$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 1,38 \times 2,20 = 3,036 \text{ m}^2 \\A_g &= [0,53 \times 2,02] \times 2 = 2,1412 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 3,036 - 2,1412 = 0,8948 \text{ m}^2 \\I_g &= 4 \times 0,53 + 4 \times 2,02 = 10,2 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W}/(\text{mK}) \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων A1 και A2 είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,8948 + 2,7 \times 2,1412 + 10,2 \times 0,06}{3,036} = 2,75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A3



Έχουμε:

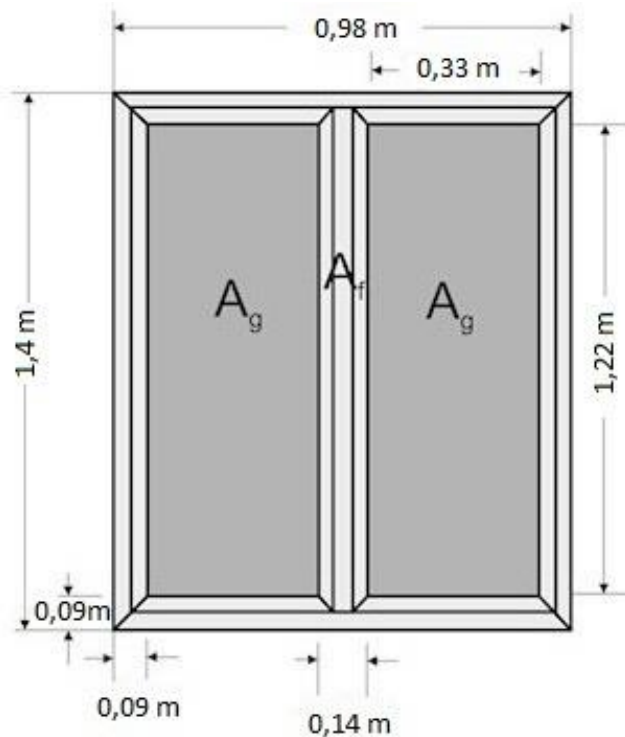
$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 0,92 \times 1,40 = 1,288 \text{ m}^2 \\A_g &= [0,3 \times 1,22] \times 2 = 0,732 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 1,288 - 0,732 = 0,556 \text{ m}^2 \\I_g &= 4 \times 0,30 + 4 \times 1,22 = 6,08 \text{ m} \\Psi_g &= 0,06 \text{ W}/(\text{mK}) \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,556 + 2,7 \times 0,732 + 6,08 \times 0,06}{1,288} = 2,77 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A4



Έχουμε:

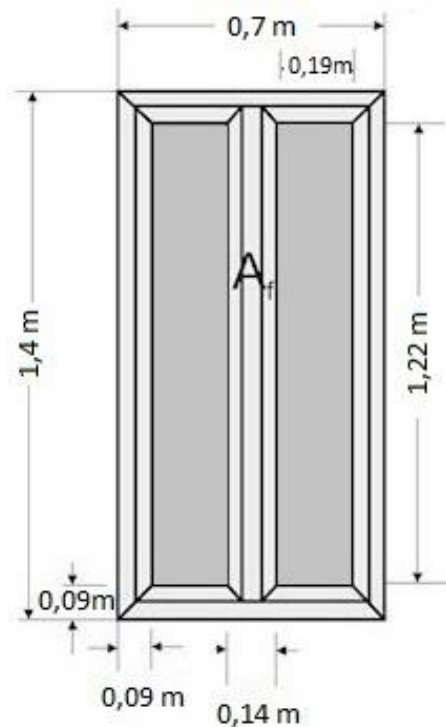
$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 0,98 \times 1,40 = 1,372 \text{ m}^2 \\A_g &= [0,33 \times 1,22] \times 2 = 0,8052 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 1,372 - 0,8052 = 0,5668 \text{ m}^2 \\I_g &= 4 \times 0,33 + 4 \times 1,22 = 6,20 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W}/(\text{mK}) \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,5668 + 2,7 \times 0,8052 + 6,20 \times 0,06}{1,372} = 2,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A5



Έχουμε:

$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 0,7 \times 1,40 = 0,98 \text{ m}^2 \\A_g &= [0,19 \times 1,22] \times 2 = 0,4636 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 0,98 - 0,4636 = 0,5164 \text{ m}^2 \\I_g &= 4 \times 0,19 + 4 \times 1,22 = 5,64 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W}/(\text{mK}) \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,5164 + 2,7 \times 0,4636 + 5,64 \times 0,06}{0,98} = 2,78 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A6

$$\begin{aligned}
U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\
U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\
A_w &= 1,15 \times 1,40 = 1,61 \text{ m}^2 \\
A_g &= [0,415 \times 1,22] \times 2 = 1,0126 \text{ m}^2 \\
A_f &= A_w - A_g = 1,61 - 1,0126 = 0,5974 \text{ m}^2 \\
I_g &= 4 \times 0,415 + 4 \times 1,22 = 6,54 \text{ m} \\
\Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]}
\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,5974 + 2,7 \times 1,0126 + 6,54 \times 0,06}{1,61} = 2,76 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A7 (συνθετικό πλαίσιο PVC δύο θαλάμων, διπλής υάλωσης (διάκενο αέρα, διαστάσεις: 4-20-4 cm) με επίστρωση χαμηλής εκπομπής, συντελεστής εκπομπής $\leq 0,1$)

$$\begin{aligned}
U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\
U_g &= 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\
A_w &= 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2 \\
A_g &= 0,32 \times 0,32 = 0,1024 \text{ m}^2 \\
A_f &= A_w - A_g = 0,25 - 0,1024 = 0,1476 \text{ m}^2 \\
I_g &= 2 \times 0,32 + 2 \times 0,32 = 1,28 \text{ m} \\
\Psi_g &= 0,08 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]}
\end{aligned}$$

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,1476 + 1,6 \times 0,1024 + 1,28 \times 0,08}{0,25} = 2,36 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A8 και A9

$$\begin{aligned}
U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\
U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\
A_w &= 0,8 \times 1,40 = 1,12 \text{ m}^2 \\
A_g &= [0,24 \times 1,22] \times 2 = 0,5856 \text{ m}^2 \\
A_f &= A_w - A_g = 1,12 - 0,5856 = 0,5344 \text{ m}^2 \\
I_g &= 4 \times 0,24 + 4 \times 1,22 = 5,84 \text{ m} \\
\Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]}
\end{aligned}$$

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,5344 + 2,7 \times 0,5856 + 5,84 \times 0,06}{1,12} = 2,77 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A10 και A16

$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 0,52 \times 1,40 = 0,728 \text{ m}^2 \\A_g &= 0,34 \times 1,22 = 0,4148 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 0,728 - 0,4148 = 0,3132 \text{ m}^2 \\I_g &= 2 \times 0,34 + 2 \times 1,22 = 3,12 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,3132 + 2,7 \times 0,4148 + 3,12 \times 0,06}{0,728} = 2,74 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A11

$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 0,75 \times 2,2 = 1,65 \text{ m}^2 \\A_g &= 0,57 \times 2,02 = 1,1514 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 1,65 - 1,1514 = 0,4986 \text{ m}^2 \\I_g &= 2 \times 0,57 + 2 \times 2,02 = 5,18 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,4986 + 2,7 \times 1,1514 + 5,18 \times 0,06}{1,65} = 2,74 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A12

$$\begin{aligned}U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\A_w &= 0,35 \times 1,4 = 0,49 \text{ m}^2 \\A_g &= 0,17 \times 1,22 = 0,2074 \text{ m}^2 \\A_f &= A_w - A_g = 0,49 - 0,2074 = 0,2826 \text{ m}^2 \\I_g &= 2 \times 0,17 + 2 \times 1,22 = 2,78 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]}\end{aligned}$$

Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος είναι:

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,2826 + 2,7 \times 0,2074 + 2,78 \times 0,06}{0,49} = 2,75 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A13

Πρόκειται για συνθετική εξωτερική πόρτα διαμερίσματος, χωρίς υαλοπίνακα, που συνορεύει με ΜΘΧ. Από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε – 20701 – 1, πίνακα 3.12, σελ.64, έχουμε:

$$U_w = 3,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

και επειδή συνορεύει με ΜΘΧ, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε – 20701 – 1, σελ. 65, ισχύει:

$$U_w = 1,75 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

A14

$$\begin{aligned} U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\ U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\ A_w &= 0,75 \times 1,4 = 1,05 \text{ m}^2 \\ A_g &= 0,57 \times 1,22 = 0,6954 \text{ m}^2 \\ A_f &= A_w - A_g = 1,05 - 0,6954 = 0,3546 \text{ m}^2 \\ I_g &= 2 \times 0,57 + 2 \times 1,22 = 3,58 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]} \end{aligned}$$

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,2826 + 2,7 \times 0,2074 + 2,78 \times 0,06}{0,49} = 2,75 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

A15

$$\begin{aligned} U_f &= 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 3]} \\ U_g &= 2,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \text{ [από πίνακα 4]} \\ A_w &= 0,34 \times 0,5 = 0,17 \text{ m}^2 \\ A_g &= 0,16 \times 0,32 = 0,0512 \text{ m}^2 \\ A_f &= A_w - A_g = 0,17 - 0,0512 = 0,1188 \text{ m}^2 \\ I_g &= 2 \times 0,16 + 2 \times 0,32 = 0,96 \text{ m} \\ \Psi_g &= 0,06 \text{ W/(mK)} \text{ [από πίνακα 5]} \end{aligned}$$

$$U_w = \frac{2,2 \times 0,1188 + 2,7 \times 0,0512 + 0,96 \times 0,06}{0,17} = 2,69 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq 2,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

→ ΕΠΑΡΚΕΙ

Τα αποτελέσματα των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων του διαμερίσματος φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 6 Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων διαμερίσματος

Ανοίγματα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας W/(m ² K)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (kcal/ m ² h ⁰ C) *
A1	1,38	2,20	2,75	2,37
A2	1,38	2,20	2,75	2,37
A3	0,92	1,4	2,77	2,38
A4	0,98	1,4	2,76	2,37
A5	0,7	1,4	2,78	2,39
A6	1,15	1,4	2,76	2,37
A7	0,5	0,5	2,36	2,03
A8	0,8	1,4	2,77	2,38
A9	0,8	1,4	2,77	2,38
A10	0,52	1,4	2,74	2,36
A11	0,75	2,2	2,74	2,36
A12	0,35	1,4	2,75	2,37
A13	1,4	2,2	1,75	1,51
A14	0,75	1,4	2,75	2,37
A15	0,34	0,5	2,69	2,31
A16	0,52	1,4	2,74	2,36

* Στον πίνακα 6, πραγματοποιήθηκαν οι μετατροπές των συντελεστών θερμοπερατότητας από W/(m²K) σε kcal/ (m²h⁰C), για να χρησιμοποιηθούν παρακάτω για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών. Για την μετατροπή, χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$1 \text{ kcal/ (m}^2\text{h}^0\text{C)} = 1,163 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$1 \text{ W/(m}^2\text{K)} = 0,86 \text{ kcal/ (m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

1.6 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

1.6.1 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμού Θερμικών Απωλειών

Το διαμέρισμα, όπως φαίνεται και στην κάτοψη που δίδεται στο παράρτημα της εργασίας, αποτελείται από 11 χώρους. Στην ενότητα αυτή, θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες του διαμερίσματος, χρησιμοποιώντας του συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του διαμερίσματος, που υπολογίστηκαν προηγουμένως.

Οι υπολογισμοί θα πραγματοποιηθούν σύμφωνα με τις υποδείξεις του DIN4701, όπου **οι συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου**, συνίστανται από:

1) Τις **θερμικές απώλειες Q_0** , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοιχοί, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ) και δίδονται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_0 = k \times F \times \Delta\theta = \frac{F \times \Delta\theta}{1/k} \text{ (Watt)}$$

όπου

Q_0 : οι θερμικές απώλειες [Watt]

k : ο συντελεστής θερμοπερατότητας [$W/(m^2K)$]

F : η επιφάνεια του δομικού στοιχείου [m^2]

$1/k$: η αντίσταση θερμοπερατότητας [$(m^2K)/W$]

$\Delta\theta = t_i - t_a$, όπου t_i , η εσωτερική θερμοκρασία και t_a , η εξωτερική θερμοκρασία [K]

2) Τις **προσανυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T** , οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

A) Προσανυξήσεις προσανατολισμού Z_H , οι οποίες σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς, υπολογίζονται βάση του ακόλουθου πίνακα:

Πίνακας 7 Προσανυξήσεις (%) επί των θερμικών απωλειών χώρου (Q_0), λόγω προσανατολισμού (Z_H) [πηγή: Σελλούντος, 2013]

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΡΟΣΘΗΚΗ (%)
B,BA,BΔ	5
A,Δ	0
N,NA,NΔ	-5

B) Προσανυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας Z_D , οι οποίες προσδιορίζονται βάση του D και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα 8.

$$D = \frac{Q_0}{F_{ολ} \times (t_i - t_a)} \left[\frac{kcal}{m^2 h K} \right]$$

όπου

$F_{ολ}$: η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο

Πίνακας 8 Προσαυξήσεις (%) επί των θερμικών απωλειών χώρου (Q_0), λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας (Z_D) [πηγή: Σελλούντος, 2013]

Λειτουργία ανά 24ωρο	Τιμές του D			
	0,1 έως 0,3	0,3 έως 0,7	0,7 έως 1,5	άνω του 1,5
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

Σημειώνεται πως σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς αλλά και την Ελληνική βιβλιογραφία, με (I) χαρακτηρίζεται μία εγκατάσταση Κ.Θ. όταν έχει μόνο μικρής χρονικής διάρκειας διακοπές λειτουργίας ή εργάζεται συνεχώς (0 διακοπές), με (II) χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση Κ.Θ. όταν λειτουργεί 12 έως 15 ώρες ημερησίως και με (III) χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση όταν λειτουργεί 8 έως 12 ώρες ημερησίως (Σελλούντος, 2013).

Συνεπώς, οι **θερμικές απώλειες μαζί με τις προσαυξήσεις Q_T** , είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = Q_0 \times Z$$

όπου

$$Z = 1 + Z_D + Z_H \text{ και } 1 \leq Z \leq 1,35$$

3) Τις **απώλειες αερισμού Q_L** , οι οποίες υπολογίζονται από την ακόλουθη σχέση (σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων):

$$Q_L = \sum Q A_i$$

όπου

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E \text{ (για κάθε άνοιγμα)}$$

όπου

α : συντελεστής διαπερατότητας/διεισδύσεως αέρα, δηλαδή η διαπερατότητα ανά m χαραμάδας. Πρόκειται για τον λόγο των m³ αέρα ο οποίος εισέρχεται στον χώρο ανά m χαραμάδας και ανά ώρα για διαφορά πίεσεως 1 kPa/m² (πίνακας 9).

ΣI : συνολική περίμετρος ανοίγματος [m]

R: συντελεστής διεισδυτικότητας (πίνακας 10)

H: ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (πίνακας 11)

Z_E: συντελεστής γωνιακών παραθύρων (όταν υπάρχουν γωνιακά παράθυρα λαμβάνεται Z_E = 1,2 και όταν δεν υπάρχουν λαμβάνεται Z_E = 1)

Πίνακας 9 Τιμές του συντελεστή διεισδύσεως αέρα (α) μέσω θυρών και παραθύρων [πηγή: Σελλούντος, 2013]

	Υλικό θυρών και παραθύρων	
	Ξύλο ή πλαστικό	Μέταλλο
	$\alpha \left[\frac{kcal}{mhK} \right]$	
Απλά παράθυρα και θύρες χωρίς εξώφυλλα	3,0	1,5
Απλά παράθυρα με εξώφυλλα	2,5	1,5
Διπλά παράθυρα και θύρες	2,0	1,2
Εσωτερικές θύρες:		
Συνεχώς ανοικτές	40	
Συνήθως ανοικτές	15	

Πίνακας 10 Τιμές του συντελεστή διεισδυτικότητας (R) [πηγή: Σελλούντος, 2013]

Παράθυρα	Εσωτερικές θύρες	$\frac{F_A}{F_N}$	R
Ξύλινα και πλαστικά	Μη στεγανά	< 3	0,9
	Στεγανά	< 1,5	
Μεταλλικά	Μη στεγανά	< 6	
	Στεγανά	< 2,5	
Ξύλινα και πλαστικά	Μη στεγανά	3 - 9	0,7
	Στεγανά	1,5 - 3	
Μεταλλικά	Μη στεγανά	6 - 20	
	Στεγανά	2,5 - 6	

Σημειώνεται πως ο υπολογισμός του R βασίζεται στον λόγο F_A/F_N , όπου:

F_A: το συνολικό εμβαδόν των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (θύρες, παράθυρα, μπαλκονόθυρες, φεγγίτες κλπ)

F_N: το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (των μη προσβαλλόμενων από τον άνεμο)

Για κτίρια τα οποία δεν έχουν εξωτερικά ανοίγματα (π.χ. αποθήκες) ως τιμή του R λαμβάνεται η μέγιστη, δηλαδή R=1.

Πίνακας 11 Συντελεστής θέσεως και ανεμοπροσβολής κτιρίου ή χώρου (H)
[πηγή: Σελλούντος, 2013]

Περιοχή	Θέση	Εν σειρά οικήματα	Μεμονομένα οικήματα
Συνήθης περιοχή από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων	(α)	0,24	0,34
	(β)	0,41	0,58
	(γ)	0,60	0,84
Περιοχή με ισχυρούς ανέμους	(α)	0,41	0,58
	(β)	0,60	0,84
	(γ)	0,82	1,13
(α) προφυλαγμένη θέση, (β) εκτεθειμένη θέση, (γ) ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση			

(α) προφυλαγμένη θέση: ένα κτίριο θεωρείται ότι βρίσκεται σε προφυλαγμένη θέση, όταν βρίσκεται στο εσωτερικό πόλεως με συνηθισμένο πλάτος δρόμων και συνεχή οικοδομική γραμμή ή μικρές διακοπές.

(β) εκτεθειμένη θέση: πρόκειται για κτίρια σε αραιοκατοικημένους συνοικισμούς ή χωριά με απόσταση μεταξύ κτιρίων ή πολύ υψηλές οικοδομές πόλεων ή συγκροτήματα οικοδομών απέναντι στη θάλασσα, σε λίμνη ή σε μεγάλο ποταμό.

(β) ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση: μεμονωμένες οικοδομές σε ανοιχτά πεδία (προ θαλάσσης, λίμνης, ποταμού ή επί λόφου, βουνού κλπ).

Το σύνολο των θερμικών απωλειών είναι το άθροισμα των θερμικών απωλειών μαζί με τις προσαυξήσεις, με τις απώλειες αερισμού, ήτοι:

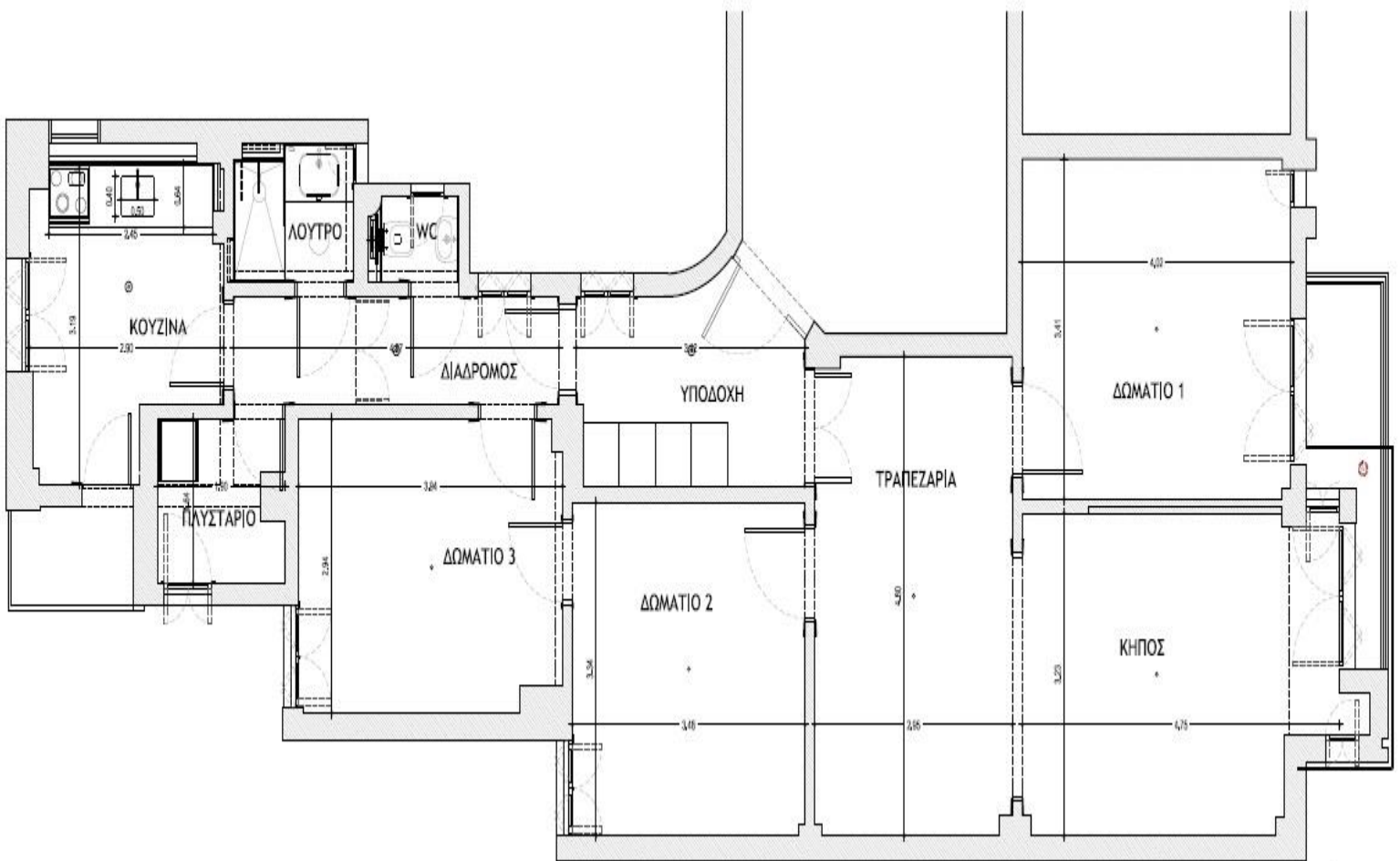
$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

1.6.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών διαμερίσματος

Στις σελίδες που ακολουθούν, φαίνονται τα φύλλα υπολογισμού των θερμικών απωλειών ανά χώρο του διαμερίσματος. Στον πίνακα κάθε σελίδας, φαίνονται τα δομικά στοιχεία του κάθε χώρου και οι απώλειες του κάθε ενός. Κάτω από τους πίνακες, συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση, ενώ στο τέλος της ενότητας δίδονται οι συνολικές θερμικές απώλειες του διαμερίσματος. Τα στοιχεία του διαμερίσματος δίδονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 12 Στοιχεία διαμερίσματος

Πόλη	Θεσσαλονίκη
Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία [°C]	-5
Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία [°C]	22
Θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων [°C]	10



Εισαγωγή στο Windows

Χώρος: 1
 Ονομασία χώρου: ΔΩΜΑΤΙΟ 1

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1*	A	4,02	3	12,06	1,61	10,45	1,31	12	164,27
T2*	A	4,02	0,4	1,61	-	1,61	2,15	12	41,54
T1	N	3,41	3	10,23	4,89	5,34	1,51	27	217,71
T2	N	3,41	0,4	1,364	-	1,364	2,77	27	102,01
A2	N	1,38	2,2	3,036	-	3,036	2,37	27	194,27
A12	N	0,35	1,4	0,49	-	0,49	2,37	27	31,36
T1*	B	1,74	3	5,22	0,696	4,524	1,31	12	71,12
T2*	B	1,74	0,4	0,696	-	0,696	2,15	12	17,96
Δ1	-	4,02	3,41	13,71	-	13,71	1,32	12	217,17
								Q₀ = 1057,41	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: -5% (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 1057,41 / (72 \times 27) = 0,54$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 1057,41 \times (1 + 0,15 - 0,05) = 1163,15 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,7
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 12,86 \times 0,7 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 249 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1163,15 + 249 = 1412 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 2
Ονομασία χώρου: ΚΗΠΟΣ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	3,88	3	11,64	1,55	10,10	1,51	27	411,78
T2	Δ	3,88	0,4	1,55	-	1,55	2,77	27	115,92
T1	N	0,70	3	2,1	0,28	1,82	1,51	27	74,20
T2	N	0,70	0,4	0,28	-	0,28	2,77	27	20,94
A1	N	1,38	2,2	3,026	-	3,026	2,37	27	193,63
A16	A	0,52	1,4	0,728	-	0,728	2,36	27	46,39
T1	Δ	1,00	3	3,0	1,128	1,872	1,51	27	76,32
T2	Δ	1,00	0,4	0,4	-	0,4	2,77	27	29,92
A10	Δ	0,52	1,4	0,728	-	0,728	2,36	27	46,39
T1	N	0,46	3	1,38	0,184	1,196	1,51	27	48,76
T2	N	0,46	0,4	0,184	-	0,184	2,77	27	13,76
Δ1	-	4,75	3,23	15,34	-	15,34	1,32	12	242,99
									Q₀ = 1321

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:

προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: -5% (από πίνακα 7)

προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)

$$D = Q_0 / (F_{ol} \times \Delta t) = 1321 / (77,8 \times 27) = 0,63$$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 1321 \times (1 - 0,05 + 0,15) = 1453 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,7

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 19,84 \times 0,7 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 384,35 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ol} = Q_T + Q_L = 1453 + 384,35 = 1837 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 3
 Ονομασία χώρου: ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	2,95	3	8,85	1,18	7,67	1,51	27	312,71
T2	Δ	2,95	0,4	1,18	-	1,18	2,77	27	88,25
T1	Α	2,95	3	8,85	1,18	7,67	1,31	12	120,57
T2	Α	2,95	0,4	1,18	-	1,18	2,15	12	30,44
Δ1	-	2,95	4,80	14,16	-	14,16	1,32	12	224,29
								Q₀ = 776,26	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 776,26 / (74,8 \times 27) = 0,38$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 776,26 \times (1 + 0 + 0,15) = 893 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L στον συγκεκριμένο χώρο είναι μηδέν.

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T = 893 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 4
 Ονομασία χώρου: ΔΩΜΑΤΙΟ 2

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	3,48	3,0	10,44	1,392	9,048	1,51	27	368,89
T2	Δ	3,48	0,4	1,392	-	1,392	2,77	27	104,11
A3	B	0,92	1,4	1,288	-	1,288	2,38	27	82,77
Δ1	-	3,48	3,34	11,62	-	11,62	1,32	12	184,06
									Q₀ = 740

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 740 / (64,2 \times 27) = 0,43$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 740 \times (1 + 0 + 0,15) = 851 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,7
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 6,04 \times 0,7 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 117 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 851 + 117 = 968 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 5
 Ονομασία χώρου: ΔΩΜΑΤΙΟ 3

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ k	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	3,31	3,0	9,93	1,324	8,606	1,51	27	350,87
T2	Δ	3,31	0,4	1,324	-	1,324	2,77	27	99,02
T3	Δ	0,63	3,0	1,89	-	1,89	2,16	27	110,22
A4	B	0,98	1,4	1,372	-	1,372	2,37	27	87,79
Δ1	-	3,94	2,94	11,58	-	11,58	1,32	12	183,43
								Q₀ = 831,33	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσάυξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσάυξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 831,33 / (64,4 \times 27) = 0,48$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 831,33 \times (1 + 0 + 0,15) = 956 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 6,16 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 153 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 956 + 153 = 1109 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 6
 Ονομασία χώρου: ΠΛΥΣΤΑΡΙΟ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ k	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	1,9	3,0	5,7	1,74	3,96	1,51	27	161,45
T2	Δ	1,9	0,4	0,76	-	0,76	2,77	27	56,84
A5	Δ	0,7	1,4	0,98	-	0,98	2,39	27	63,24
T1	B	0,93	3,0	2,79	0,372	2,418	1,51	27	98,58
T4	B	0,93	0,4	0,372	-	0,372	2,59	27	26,01
Δ1	-	1,9	1,64	3,12	-	3,12	1,32	12	49,42
								Q₀ = 455,54	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσάυξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσάυξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ol} \times \Delta t) = 455,54 / (27,5 \times 27) = 0,61$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 455,54 \times (1 + 0 + 0,15) = 524 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 5,6 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 140 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ol} = Q_T + Q_L = 524 + 140 = 664 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 7
 Ονομασία χώρου: ΚΟΥΖΙΝΑ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	1,63	3,0	4,89	2,302	2,588	1,51	27	105,51
T2	Δ	1,63	0,4	0,652	-	0,652	2,77	27	48,76
A11	Δ	0,75	2,2	1,65	-	1,65	2,36	27	105,14
T1	B	3,19	3,0	9,57	3,582	5,988	1,51	27	244,13
T5	B	3,19	0,4	1,276	0,696	0,58	2,43	27	38,05
T6	B	0,232	3,0	0,696	-	0,696	1,94	27	36,46
A6	B	1,15	1,4	1,61	-	1,61	2,37	27	103,02
T1	A	2,22	3,0	6,66	1,94	4,72	1,51	27	192,43
T2	A	2,22	0,4	0,89	-	0,89	2,77	27	66,56
T5	A	0,23	3,0	0,69	-	0,69	2,43	27	45,27
A14	A	0,75	1,4	1,05	-	1,05	2,37	27	67,18
Δ1	-	3,19	2,9	9,25	-	9,25	1,32	12	146,52
								Q₀ = 1199	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:

προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 5% (από πίνακα 7)

προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)

$$D = Q_0 / (F_{ol} \times \Delta t) = 1199 / (52 \times 27) = 0,85$$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 1199 \times (1 + 0,05 + 0,15) = 1439 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 16,7 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 416 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ol} = Q_T + Q_L = 1439 + 416 = 1855 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 8
 Ονομασία χώρου: ΛΟΥΤΡΟ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,78	3	5,34	0,71	4,63	1,51	27	188,77
T2	A	1,78	0,4	0,71	-	0,71	2,77	27	53,1
A15	N	0,34	0,5	0,17	-	0,17	2,31	27	10,6
Δ1	-	1,78	1,38	2,46	-	2,46	1,32	12	38,97
									Q₀ = 291,44

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσάυξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσάυξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 291 / (23,9 \times 27) = 0,45$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 291 \times (1 + 0 + 0,15) = 335 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 1,68 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 41 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 335 + 41 = 376 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 9
 Ονομασία χώρου: WC

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,16	3,0	3,48	0,714	2,77	1,51	27	112,9
T2	A	1,16	0,4	0,464	-	0,464	2,77	27	34,7
A7	A	0,5	0,5	0,25	-	0,25	2,03	27	13,7
T1	N	0,75	3,0	2,25	0,30	1,95	1,51	27	79,5
T2	N	0,75	0,4	0,30	-	0,30	2,77	27	22,4
Δ1	-	1,16	0,75	0,87	-	0,87	1,32	12	13,8
									Q₀ = 277

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: -5% (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 277 / (11,5 \times 27) = 0,89$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 277 \times (1 - 0,05 + 0,15) = 305 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 2 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 50 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 305 + 50 = 355 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 10
 Ονομασία χώρου: ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ k	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,33	3,0	3,99	1,652	2,34	1,51	27	95,4
T2	A	1,33	0,4	0,532	-	0,532	2,77	27	39,8
A8	A	0,8	1,4	1,12	-	1,12	2,38	27	71,97
Δ1	-	4,87	1,07	0,282	-	0,282	1,32	12	4,47
									Q₀ = 212

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 212 / (46,1 \times 27) = 0,17$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 212 \times (1 + 0 + 0,20) = 254 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 5,8 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 144 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 254 + 144 = 398 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 11
 Ονομασία χώρου: ΥΠΟΔΟΧΗ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,45	3,0	4,35	0,58	3,77	1,51	27	153,7
T2	A	1,45	0,4	0,58	-	0,58	2,77	27	43,8
A9	A	0,8	1,4	1,12	-	1,12	2,38	27	71,97
A13	A	1,4	2,2	3,08	-	3,08	1,51	12	55,81
Δ1	-	3,42	1,9	6,498	-	6,498	1,32	12	102,93
									Q₀ = 428

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 428 / (44,9 \times 27) = 0,35$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 428 \times (1 + 0 + 0,15) = 492 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 12,4 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 309 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 492 + 309 = 801 \text{ kcal/h}$$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Χώρος	Ονομασία Χώρου	Απώλειες (kcal/h)
1	Δωμάτιο 1	1412
2	Κήπος	1837
3	Τραπεζαρία	893
4	Δωμάτιο 2	968
5	Δωμάτιο 3	1109
6	Πλυσταριό	664
7	Κουζίνα	1855
8	Λουτρό	376
9	WC	355
10	Διάδρομος	398
11	Υποδοχή	801

Συνολικές Απώλειες Διαμερίσματος

10668

2. Προσθήκη Θερμομόνωσης

2.1 Γενικά

Στο πρώτο κεφάλαιο, αφού είδαμε κάποιες βασικές θεωρητικές έννοιες, υπολογίσαμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων του διαμερίσματος και στην συνέχεια υπολογίσαμε τις συνολικές θερμικές απώλειες αυτού. Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει προσθήκη θερμομόνωσης και θα υπολογιστούν ξανά οι θερμικές απώλειες του διαμερίσματος, σε μία προσπάθεια ανάδειξης της εξοικονόμησης ενέργειας που θα προκύψει από την επένδυση αυτή. Πριν προχωρήσουμε παρακάτω, πρέπει να αναφέρουμε πως οι κατοικίες στην χώρα μας αντιπροσωπεύουν το πολύ μεγάλο ποσοστό του 32%, της συνολικής τελικής ζήτησης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, στα νοικοκυριά, μόνο για την θέρμανση, καταναλώνεται το 60% της τελικής συνολικής ενέργειας. Παρότι ο κανονισμός θερμομόνωσης ισχύει από το 1979, μόλις το 30% των κτιρίων διαθέτει θερμομόνωση. ***Ο συνδυασμός παλαιότητας, ελλιπούς προστασίας από το εξωτερικό περιβάλλον και η απουσία περιβαλλοντικής αντίληψης κατά τον σχεδιασμό των κατοικιών, έχουν καταστήσει τις ελληνικές κατοικίες από τις πιο ενεργηβόρες στην Ευρώπη.*** Πριν προχωρήσουμε στην επιλογή του κατάλληλου μονωτικού υλικού πρέπει να αναφερθούμε σε ***ένα ερώτημα που απασχολεί εδώ και χρόνια τους μηχανικούς και αποτελεί πεδίο μεγάλων αντιπαραθέσεων. Αυτό είναι το κατά πόσο η θερμομόνωση ενός κτιρίου πρέπει να γίνεται εξωτερικά ή εσωτερικά.*** Αφού επιλέξουμε το κατάλληλο σύστημα θερμομόνωσης για την περίπτωση μας, θα προχωρήσουμε στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών μετά την προσθήκη αυτής.

2.2 Σύγκριση των δύο συστημάτων θερμομόνωσης

2.2.1 Εσωτερική θερμομόνωση

Η εσωτερική θερμομόνωση των τοίχων είναι ουσιαστικά η παραδοσιακή μέθοδος για την θερμομόνωση των κτιρίων, ωστόσο τα τελευταία χρόνια έχει επικρατήσει η εξωτερική θερμομόνωση. Κατά την εσωτερική θερμομόνωση οι θερμομονωτικές πλάκες τοποθετούνται στο εσωτερικό των τοίχων, ενώ κατά βάση χρησιμοποιείται η διογκωμένη πολυστερίνη έναντι της εξηλασμένης πολυστερίνης, όπως άλλωστε και στις περισσότερες μεθόδους θερμομόνωσης.

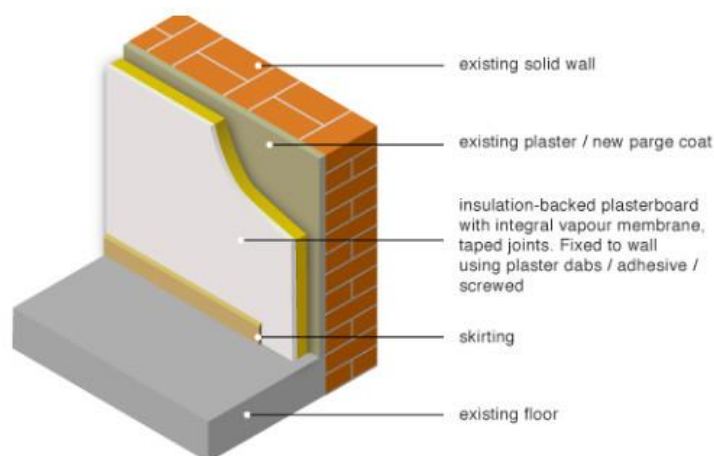
Κατά βάση η εσωτερική θερμομόνωση πλέον εφαρμόζεται στις περιπτώσεις, όπου δεν μπορεί να εφαρμοστεί η εξωτερική θερμομόνωση, κυρίως για λόγους προσβασιμότητας ή και για άλλους λόγους που θα δούμε και παρακάτω. Από την άλλη όμως σε περιπτώσεις που μπορούν να εφαρμοστούν και οι δυο μέθοδοι, κατά κόρον προτιμάται η εξωτερική θερμομόνωση.

Αρχικά λοιπόν να αναφέρουμε ότι με την εσωτερική θερμομόνωση μπορούμε να επιτύχουμε εξίσου σημαντική μείωση σε θερμικές απώλειες όπως και με την εξωτερική θερμομόνωση, όμως εν τέλει τα θερμοκρασιακά αποτελέσματα δεν είναι ισάξια της εξωτερικής θερμομόνωσης. Αυτό συμβαίνει διότι η εξωτερική θερμομόνωση προσφέρει καλύτερες και φιλικότερες θερμοκρασίες τόσο το καλοκαίρι όσο και τον χειμώνα, καθώς προστατεύει και τα δομικά στοιχεία από τις θερμοκρασιακές μεταβολές, με αποτέλεσμα τελικά η μεταφορά θερμοκρασίας από το εσωτερικό του σπιτιού να είναι ακόμα μικρότερη. Ουσιαστικά δηλαδή η εξωτερική θερμομόνωση εκμεταλλεύεται πλήρως τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων και τους προστατεύει πληρέστερα από τις καιρικές συνθήκες.

Από την άλλη βέβαια η εσωτερική θερμομόνωση αποτελεί μονόδρομο σε κάποιες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα όταν πρόκειται για διατηρητέα κτίρια ή παραδοσιακούς οικισμούς, όπου δεν επιτρέπεται η εξωτερική μορφοποίηση των κτιρίων. Επίσης η εσωτερική θερμομόνωση προτιμάται των άλλων μεθόδων θερμομόνωσης, όταν πρόκειται για πολυκατοικίες που η θερμομόνωση θα γίνει σε ένα μόνο διαμέρισμα. Σε αυτές τις περιπτώσεις που είτε το κόστος της σκαλωσιάς και μόνο που απαιτείται για την εξωτερική θερμομόνωση είναι απαγορευτικό, είτε επειδή με την εξωτερική θερμομόνωση αλλάζει η εμφάνιση του σπιτιού και δεν θα υπάρχει ομοιομορφία στην πολυκατοικία, αποκλείεται η εξωτερική θερμομόνωση και εν τέλει επιλέγεται η εσωτερική θερμομόνωση.

Τα **στάδια εφαρμογής της εσωτερικής θερμομόνωσης** είναι τα ακόλουθα:

1. Στην πρώτη φάση της εσωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να επιλεγεί το κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό, όπου συνήθως προτιμάται η διογκωμένη πολυστερίνη έναντι της εξηλασμένης.
2. Στη συνέχεια οι θερμομονωτικές πλάκες στερεώνονται στην εσωτερική πλευρά των πλαϊνών τοίχων, είτε με μηχανική στήριξη είτε με κόλλα.
3. Στο τρίτο στάδιο της εσωτερικής θερμομόνωσης γίνεται η επικάλυψη του θερμομονωτικού υλικού με κονιάματα ή γυψοσανίδα.
4. Ενώ στο τέλος γίνεται ο χρωματισμός της επιφάνειας των γυψοσανίδων με τα κατάλληλα υλικά, ώστε να ολοκληρωθεί η εσωτερική θερμομόνωση.



Εικόνα 2 Εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης [πηγή: <http://www.thermomonosi-myconstructor.gr/thermomonosi/esoteriki-thermomonosi>]

Ακολουθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης, ξεκινώντας πρώτα από τα πλεονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα

1) Πρώτα από όλα λοιπόν σε κάποιες περιπτώσεις η επιλογή της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι η μοναδική επιλογή θερμομόνωσης τοίχων, όπως αναφέρουμε και πιο πάνω. Για παράδειγμα σε σπίτια διατηρητέα, σε διαμερίσματα που δεν θα γίνει θερμομόνωση σε όλη την πολυκατοικία ή τον όροφο, σε οικισμούς με πολεοδομικούς περιορισμούς κλπ., η εσωτερική θερμομόνωση των τοίχων σας είναι μονόδρομος.

2) Επίσης με την εφαρμογή της εσωτερικής θερμομόνωσης **τα θερμομονωτικά αποτελέσματα είναι λίγο πιο άμεσα**, καθώς η θερμομόνωση βρίσκεται πριν από τα δομικά στοιχεία του τοίχου.

3) Σε αντίθεση με την εξωτερική θερμομόνωση, στην εσωτερική θερμομόνωση **το θερμομονωτικό υλικό δεν είναι εκτεθειμένο στο περιβάλλον και τις καιρικές μεταβολές**, για αυτό και δεν απαιτείται και ιδιαίτερη προστασία τους.

4) Επειδή όλες οι εργασίες της εσωτερικής θερμομόνωσης γίνονται στο εσωτερικό του κτιρίου, **μπορεί να την πραγματοποιηθεί οποτεδήποτε επιθυμείται μέσα στον χρόνο, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες**. Επίσης δεν υπάρχει κανένα απολύτως πρόβλημα ή διένεξη με τους γείτονες, καθώς δεν αλλάζει η εξωτερική πλευρά των τοίχων, σε αντίθεση με την εξωτερική θερμομόνωση.

5) **Το κόστος** της εσωτερικής θερμομόνωσης σε κάποιες περιπτώσεις **ενδέχεται να είναι λίγο χαμηλότερο**, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου απαιτείται σκαλωσιά για την εξωτερική θερμομόνωση των τοίχων. Ωστόσο επειδή τα πλεονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι αρκετά σημαντικά και ιδιαίτερα όσον αφορά τις θερμοκρασιακές μεταβολές, οι περισσότεροι τελικά καταλήγουν στην εξωτερική θερμομόνωση.

Μειονεκτήματα

1) Το πρώτο και κυριότερο μειονέκτημα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι πως **το σπίτι επηρεάζεται πιο εύκολα από την εξωτερική θερμοκρασία**, καθώς δεν εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου, σε αντίθεση με την εξωτερική θερμομόνωση. Έτσι όταν για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται θερμαντικές συσκευές για να θερμανθεί ένας χώρος, μόλις αυτές σταματήσουν να λειτουργούν ο χώρος θα ψυχθεί πιο άμεσα, εάν διαθέτει εσωτερική θερμομόνωση συγκριτικά με την εξωτερική θερμομόνωση.

2) Με την εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος του σπιτιού, καθώς **τα μονωτικά υλικά τοποθετούνται από την μέσα πλευρά και έτσι καταλαμβάνουν ένα μέρος του διαθέσιμου εσωτερικού χώρου**. Μάλιστα σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί, με την εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης δεσμεύεται περίπου το 3-4% του ωφέλιμου χώρου από το εσωτερικό του σπιτιού, εν αντιθέσει με την εξωτερική θερμομόνωση.

3) Εκτός των άλλων, με την εσωτερική θερμομόνωση **τα δομικά στοιχεία συνεχίζουν να κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές** λόγω των θερμοκρασιακών μεταβολών, ενώ υπάρχει και κίνδυνος ρηγματώσεων από την εισροή βρόχινου νερού. Επίσης άλλο ένα πρόβλημα που υφίσταται με την εσωτερική θερμομόνωση και απαλείφεται εάν επιλεγεί εξωτερική θερμομόνωση, είναι το θέμα με τις θερμογέφυγες, οι οποίες είναι πιθανόν να εμφανιστούν, ιδιαίτερα στα σημεία διακοπής της τοιχοποιίας από τις πλάκες των ορόφων. Γενικότερα δηλαδή, η εσωτερική θερμομόνωση δεν προστατεύει τον τοίχο και το σπίτι πλήρως από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας, όπως κάνει η εξωτερική θερμομόνωση.

4) Ένα ακόμα μειονέκτημα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι πως για το διάστημα που θα γίνουν οι εργασίες υπάρχει σημαντική **όχληση στους ένοικους**. Αυτό σημαίνει ότι κατά την εσωτερική θερμομόνωση εκτός ότι πρέπει να γίνουν αρκετές εργασίες στο εσωτερικό (μεταφορά επίπλων, στρώσιμο προστατευτικών στο πάτωμα κλπ), ολόκληρη η διαβίωση στο εσωτερικό είναι προβληματική έως και ανέφικτη κατά τις μέρες των εργασιών. Αντίθετα βέβαια στην εξωτερική θερμομόνωση τέτοια προβλήματα δεν υπάρχουν, αφού όλες οι εργασίες γίνονται εξωτερικά.

2.2.2 Εξωτερική θερμομόνωση

Η εξωτερική θερμομόνωση, που από αρκετούς αναφέρεται και ως Θερμοπρόσοψη ή Κέλυφος, είναι πλέον η πιο διαδεδομένη μέθοδος για τη θερμομόνωση των τοίχων των κτιρίων, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε ολόκληρη την Ευρώπη. Γενικά στην αγορά υπάρχουν κάποια ολοκληρωμένα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε παλιά αλλά και νεότερα κτίρια, πάντα όμως από την εξωτερική πλευρά των πλαινών τοίχων.

Το βασικότερο στοιχείο κατά την εξωτερική θερμομόνωση ενός κτιρίου, είναι το μονωτικό υλικό. Παλαιότερα χρησιμοποιούταν πετροβάμβακας και στη συνέχεια εξηλασμένη πολυστερίνη, ωστόσο τα τελευταία χρόνια ως πιο αποτελεσματική λύση για την εξωτερική θερμομόνωση έχει αποδειχθεί η διογκωμένη πλυστερίνη, καθώς ταιριάζει στις περισσότερες περιπτώσεις κατοικιών. Αφότου λοιπόν τοποθετηθεί το μονωτικό υλικό της διογκωμένης πολυστερίνης, για τη συνέχεια της θερμομόνωσης σοβατίζεται με πολυμερισμένο κονίαμα, ώστε να υπάρχει ισχυρή μηχανική αντοχή και στεγανοποίηση. Έτσι οι θερμικές απώλειες από τους πλαινούς τοίχους ελαχιστοποιούνται στο μέγιστο και αντίστοιχα η εξοικονόμηση ενέργειας μεγιστοποιείται, συνεπώς δηλαδή επιτυγχάνεται η θερμομόνωση.

Εκτός όμως από την θερμομόνωση και την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων, η εξωτερική θερμομόνωση προσφέρει ταυτόχρονα και ενεργειακή αναβάθμιση στο κτίριο, ενώ αν πρόκειται για παλιά κατασκευή ουσιαστικά επιτυγχάνεται ανακαίνιση εξωτερικά, αφού χωρίς κάποια επιβάρυνση υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του χρώματος του σοβά, που θα τοποθετηθεί ως τελική επίστρωση της θερμομόνωσης.

Τα στάδια εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι τα ακόλουθα:

1. Πρώτο βήμα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι να αλφαδιαστεί ο εξωτερικός τοίχος, να γίνει δηλαδή επίπεδος με ράμματα.
2. Σε δεύτερη φάση τοποθετούνται οι μαρμαροποδιές των παραθύρων, οι οποίες θα πρέπει να προεξέχουν στο τέλος της εφαρμογής του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης.
3. Στη συνέχεια τοποθετείται ο οριζόντιος οδηγός στη βάση του τοίχου, ο οποίος πρέπει να είναι απόλυτα κάθετος προς τις ακμές του κτιρίου.
4. Στο τελευταίο στάδιο της εξωτερικής θερμομόνωσης επικολλούνται οι θερμομονωτικές πλάκες από διογκωμένη πολυστερίνη με βάση τον οριζόντιο οδηγό που έχει ήδη τοποθετηθεί.

Αυτή είναι σε πολύ γενικές γραμμές η διαδικασία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης, αν και βεβαίως κάθε συνεργείο πιθανόν να έχει και δικές του μεθόδους για κάποιες μικρότερες εργασίες της θερμομόνωσης.

Ακολουθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης, ξεκινώντας πρώτα από τα πλεονεκτήματα:

Πλεονεκτήματα

1) Το πρώτο και σημαντικότερο πλεονέκτημα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι πως προσφέρει **εξοικονόμηση ενέργειας**. Με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης θωρακίζονται περιμετρικά οι εξωτερικοί τοίχοι του κτιρίου και ταυτόχρονα εξαλείφονται οι θερμογέφυρες που πιθανόν να υπάρχουν, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται σημαντικά οι θερμικές απώλειες του κτιρίου από τους πλαϊνούς τοίχους. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης σε ένα κτίριο, μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια έως και 50% αυτής που καταναλωνόταν πριν την εφαρμογή της θερμομόνωσης τοίχων. Βεβαίως άμεση συνέπεια της εξοικονόμησης ενέργειας είναι και η εξοικονόμηση χρημάτων, καθώς πλέον με την εξωτερική θερμομόνωση θα απαιτούνται λιγότερα χρήματα για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου.

2) Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω, με την εξωτερική θερμομόνωση του κτιρίου, εκτός του ότι εξοικονομούνται ενέργεια και χρήματα, ουσιαστικά **πραγματοποιείται ανακίνηση της εξωτερικής όψης του κτιρίου**, ενώ υπάρχει η δυνατότητα επιλογής του χρώματος που θα έχει τελικά ο τοίχος, διαλέγοντας το χρώμα του χρωμοσοβά. Έτσι λοιπόν με την εξωτερική θερμομόνωση εκτός ότι αναβαθμίζεται ενεργειακά το κτίριο, το αναβαθμίζεται και εμφανισιακά.

3) Με την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στο κτίριο **προστατεύονται οι τοίχοι από υγρασία, μούχλα και ρωγμές**, καθώς και γενικότερα από τις θερμοκρασιακές μεταβολές που υπάρχουν ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό των τοίχων του κτιρίου. Παράλληλα με την εξωτερική θερμομόνωση προστατεύεται και ο φέροντας εξοπλισμός του κτιρίου, από διαφόρων ειδών καταπονήσεις, συνεπώς γενικότερα με την εξωτερική θερμομόνωση θωρακίζονται οι τοίχοι απέναντι σε διαφόρων ειδών απειλές.

4) Άλλο ένα πλεονέκτημα που προσφέρει η εξωτερική θερμομόνωση είναι η σημαντική **εξοικονόμηση χώρου** και η πλειονότητα των αρχιτεκτονικών επιλογών που προσφέρει. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε αρκετά αρχιτεκτονικά σχέδια, σε μεγάλη γκάμα χρωμάτων και σε τελικές υφές, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα της θερμομόνωσης να είναι πολύ κοντά στο προσωπικό γούστο του ιδιοκτήτη.

5) Ταυτόχρονα με την εξωτερική θερμομόνωση, εκτός από την αρχιτεκτονική ελευθερία, υπάρχει το πλεονέκτημα ότι **δεν μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος του σπιτιού**. Μάλιστα εάν επιλεγεί η εξωτερική θερμομόνωση των τοίχων, **δεν θα εμποδιστεί σε κανένα σημείο η ομαλή λειτουργία του σπιτιού στο εσωτερικό**.

Μειονεκτήματα

1) Η εξωτερική θερμομόνωση **δεν μπορεί να εφαρμοστεί καθόλου σε κτίρια που στις όψεις τους έχουν έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον**, όπως για παράδειγμα σε ένα νεοκλασικό ή και σε περιοχές - οικισμούς - που δεν επιτρέπεται η μορφολογική αλλοίωση της εμφάνισης των σπιτιών.

2) Για την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης ιδιαίτερα σε πολυώροφα κτίρια και υψηλές κατοικίες, είναι πολύ πιθανό **να χρειαστούν σκαλωσιές**, οι οποίες ενδέχεται να αυξήσουν το συνολικό κόστος της εξωτερικής θερμομόνωσης. Βεβαίως για σπίτια που η θερμομόνωση θα εφαρμοστεί σε μεγάλη επιφάνεια (π.χ. μεγαλύτερες από 100 τ.μ.), το κόστος της σκαλωσιάς μπορεί να απορροφηθεί στο συνολικό κόστος και έτσι να μην αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το αν θα επιλεγεί η εξωτερική θερμομόνωση ή η εσωτερική. Από την άλλη όμως ενδέχεται ο χώρος έξω από το κτίριο να είναι πολύ περιορισμένος και να μην μπορεί να τοποθετηθεί καθόλου σκαλωσιά, οπότε πιθανότατα πρέπει να απορριφθεί η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης και να επιλεγεί αυτομάτως η μέθοδος της εσωτερικής θερμομόνωσης.

3) Ακριβώς επειδή κατά την εξωτερική θερμομόνωση η μόνωση βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά και είναι εκτεθειμένη στις θερμοκρασιακές και κλιματολογικές μεταβολές, είναι απαραίτητη η επίστρωση κάποιων υλικών για την **προστασία της θερμομόνωσης από όλες τις εξωτερικές επιδράσεις**.

4) Σχετικά με το **κόστος** που αρκετοί προβάλλουν ως σημαντική διαφορά ανάμεσα στην εξωτερική θερμομόνωση και την εσωτερική θερμομόνωση, σε μεγάλο βαθμό δεν ισχύει, καθώς πλέον οι τιμές είναι σχεδόν ίδιες και παρόλο που η εσωτερική θερμομόνωση σε κάποιες περιπτώσεις είναι λίγο οικονομικότερη, τα μεγάλη οφέλη της εξωτερικής θερμομόνωσης συνήθως έχουν ως αποτέλεσμα οι περισσότεροι να την προτιμούν και να την επιλέγουν, έναντι των υπολοίπων μεθόδων θερμομόνωσης.

(<http://www.thermomonsi-myconstructor.gr>)

2.2.3 Συγκριτική Αξιολόγηση Συστημάτων Εσωτερικής και Εξωτερικής Αναδρομικής Θερμομόνωσης

Σύμφωνα με Συγκριτική Αξιολόγηση Συστημάτων Εσωτερικής και Εξωτερικής Αναδρομικής Θερμομόνωσης που έγινε από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Οι παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των συστημάτων εσωτερικής και εξωτερικής μόνωσης είναι αμελητέες, καθιστώντας *τα δύο συστήματα θερμικά ισοδύναμα*, καθώς εμφανίζουν παραπλήσιες τιμές συντελεστή U και θερμικής μάζας.

Γενικά, *η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση εσωτερικής ή εξωτερικής μόνωσης, σε σύγκριση με την περίπτωση της αμόνωτης κατοικίας, είναι της τάξης του 24%-65%*. Ιδιαίτερα δε *ως προς την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, η επιτυγχάνόμενη εξοικονόμηση είναι της τάξης του 60%-93%*. Η *διάταξη εξωτερικής μόνωσης οδηγεί γενικά σε μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας (κατά 4% – 9%) σε σχέση με τη διάταξη εσωτερικής μόνωσης*. Με χρήση τυπικών αγοραίων τιμών, η επένδυση για την τοποθέτηση εσωτερικής μόνωσης υπολογίζεται ότι είναι κατά 50% μικρότερη από την αντίστοιχη επένδυση για την τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης. Περίοδος αποπληρωμής 6-9 έτη έναντι 8-12 ετών.

Αναμφισβήτητα η κάθε λύση έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αλλά είναι προφανές ότι όσες περισσότερες εναλλακτικές επιλογές έχει να προτείνει ο Ενεργειακός Επιθεωρητής στον ιδιοκτήτη ενός κτιρίου, τόσο πιο εύκολη θα είναι η επιλογή που θα οδηγεί στην μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας ανά μονάδα κόστους. Στις περισσότερες περιπτώσεις κτιρίων μέσα σε πόλεις, όπου επικρατεί το συνεχές σύστημα και υπάρχουν πολλές τεχνικές δυσκολίες (όρια οικοπέδων, οικοδομικές γραμμές, στήσιμο σκαλωσιάς κ.λ.π.), θα ακολουθηθεί υποχρεωτικά ένα μικτό σύστημα συνδυασμού εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης.

2.3 Επιλογή μονωτικού υλικού και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Στο κτίριο θα ακολουθηθεί ένα μικτό σύστημα συνδυασμού εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης. Στους υπολογισμούς που θα πραγματοποιηθούν παρακάτω, θα χρησιμοποιηθεί μονωτικό υλικό 3^{ης} γενιάς Durosol. Αρχικά, θα υπολογιστεί το βέλτιστο πάχος του μονωτικού υλικού, το οποίο θα τοποθετηθεί σε κάθε δομικό στοιχείο, έτσι ώστε να επαρκεί όπως προβλέπεται από τον Κ.Εν.Α.Κ. και στην συνέχεια θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες του διαμερίσματος. Σημειώνεται, πως ανάλογα με το δομικό στοιχείο θα επιλεγεί το κατάλληλο υλικό και πιο συγκεκριμένα, εάν πρόκειται για εξωτερική θερμομόνωση θα επιλεγεί Durosol external, ενώ εάν πρόκειται για εσωτερική τοιχοποιία θα επιλεγεί Durosol εσωτερικής τοιχοποιίας (τα θερμομονωτικά υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, δίδονται στο παράρτημα).

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

1. Δομικό στοιχείο: Διπλή-δρομική οπτοπλινθοδομή (εξωτερικός τοίχος)

2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
5	Durosol external 1000x500x60	0,06	0,033	1,82
6	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,30		R_Λ = 2,242

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	2,242
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	2,412

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U εξωτερικού τοίχου

$U = 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \leq U_{\text{max}} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \rightarrow \text{ΕΠΑΡΚΕΙ}$
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με Tl.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικής τοιχοποιίας (σε επαφή με ΜΘΧ)

1. Δομικό στοιχείο: Διπλή-δρομική οπτοπλινθοδομή σε επαφή με ΜΘΧ

2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Durosol τοιχοποιίας FP 2500x1000x20	0,02	0,033	0,61
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
5	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους πυκνότητας 1500 kg/m ³	0,09	0,51	0,1765
6	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,26		R_Λ = 1,032

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	1,032
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	1,292

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U εξωτερικού τοίχου

U = 0,77 W/(m²K) ≤ U_{max} = 0,80 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T1*.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (1)

1. Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα (1)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,345	2,50	0,138
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Durosol external 1000x500x60	0,06	0,033	1,82
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,465		R_Λ = 2,03

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	2,03
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	2,20

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 0,4545 W/(m²K) ≈ U_{max} = 0,45 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T5.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (2)

1. Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα (2)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,29	2,50	0,116
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Durosol external 1000x500x60	0,06	0,033	1,82
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,41		R_Λ = 2,01

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	2,01
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	2,18

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 0,459 W/(m²K) ≈ U_{max} = 0,45 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T4.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (3)

1. Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα (3)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,455	2,50	0,182
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Durosol external 1000x500x60	0,06	0,033	1,82
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,575		R_Λ = 2,07

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	2,07
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	2,24

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 0,446 W/(m²K) ≤ U_{max} = 0,45 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T3.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (4)

1. Δομικό στοιχείο: Εσωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,235	2,50	0,094
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Durosol external 1000x500x60	0,06	0,033	1,82
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,355		R_Λ = 1,983

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	1,983
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ.}	(m ² K)/W	2,15

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 0,46 W/(m²K) ≈ U_{max} = 0,45 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T₂.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής δοκού (5)

1. Δομικό στοιχείο: Εσωτερική δοκός/ υποστύλωμα/τοίχωμα



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,565	2,50	0,226
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Durosol external 1000x500x60	0,06	0,033	1,82
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,685		R_Λ = 2,12

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	2,12
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,04
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	2,29

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

$$U = 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq U_{\max} = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)} \rightarrow \text{ΕΠΑΡΚΕΙ}$$

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T₆.

Συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικής δοκού (συνορεύει με ΜΘΧ)

1. Δομικό στοιχείο: Εσωτερική δοκός/ υποστύλωμα/ τοίχωμα (συνορεύει με ΜΘΧ)



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
2	Durosol τοιχοποιίας FP 2500x1000x30	0,03	0,033	0,91
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα πυκνότητας 2400 kg/m ³	0,235	2,50	0,094
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα πυκνότητας 1800 kg/m ³	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,325		R_Λ = 1,073

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	1,073
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	1,33

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 0,75 W/(m²K) ≥ U_{max} = 0,80 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με T2*.

Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

1. Δομικό στοιχείο: Δάπεδο σε επαφή με ΜΘΧ



2. Υπολογισμός Αντίστασης Θερμοδιαφυγής 1/Λ

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)	Πάχος στρώσης d	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Αντίσταση θερμοδιαφυγής d/λ
		m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Κεραμικά Πλακίδια	0,02	1,05	0,019
2	Τσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023
3	Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων	0,05	0,20	0,250
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,20	2,50	0,080
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023
6	Durosol τοιχοποιίας FP 2500x1000x30	0,03	0,033	0,61
7	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023
		Σd = 0,31		R_Λ = 1,028

3. Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_Λ	(m ² K)/W	1,028
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0,13
	Συνολική θερμική αντίσταση	R_{ολ}	(m ² K)/W	1,29

4. Συντελεστής θερμοπερατότητας U

U = 0,77 W/(m²K) ≈ U_{max} = 0,75 W/(m²K) → ΕΠΑΡΚΕΙ
--

* Στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών θα συμβολίζεται με ΔI.

2.4 Υπολογισμός θερμικών απωλειών με θερμομόνωση

Χώρος: 1
Ονομασία χώρου: ΔΩΜΑΤΙΟ 1

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1*	A	3,94	3,0	11,82	1,576	10,24	0,66	12	81,10
T2*	A	3,94	0,4	1,576	-	1,576	0,645	12	12,20
T1	N	3,33	3,0	9,99	4,86	5,13	0,35	27	48,48
T2	N	3,33	0,4	1,33	-	1,33	0,40	27	14,36
A2	N	1,38	2,2	3,036	-	3,036	2,37	27	194,27
A12	N	0,35	1,4	0,49	-	0,49	2,37	27	31,36
T1*	B	1,66	3,0	4,98	0,664	4,316	0,66	12	34,18
T2*	B	1,66	0,4	0,664	-	0,664	0,645	12	5,14
Δ1	-	3,94	3,33	13,12	-	13,12	0,66	12	103,91
									Q₀ = 525

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: -5% (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 525 / (70,1 \times 27) = 0,28$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:
 $Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 525 \times (1 - 0,05 + 0,20) = 603,75 \text{ kcal/h}$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,7

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$Q_L = \sum Q A_i$ ($Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E$) = $2,5 \times 12,86 \times 0,7 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 249 \text{ kcal/h}$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 604 + 249 = 853 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 2
 Ονομασία χώρου: ΚΗΠΟΣ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	3,88	3	11,64	1,55	10,10	0,35	27	95,45
T2	Δ	3,88	0,4	1,55	-	1,55	0,40	27	16,74
T1	N	0,70	3	2,1	0,28	1,82	0,35	27	17,20
T2	N	0,70	0,4	0,28	-	0,28	0,39	27	2,95
A1	N	1,38	2,2	3,026	-	3,026	2,37	27	193,63
A16	A	0,52	1,4	0,728	-	0,728	2,36	27	46,39
T1	Δ	1,00	3	3,0	1,128	1,872	0,35	27	17,69
T2	Δ	1,00	0,4	0,4	-	0,4	0,40	27	4,32
A10	Δ	0,52	1,4	0,728	-	0,728	2,36	27	46,39
T1	N	0,46	3	1,38	0,184	1,196	0,35	27	11,30
T2	N	0,46	0,4	0,184	-	0,184	0,40	27	1,99
Δ1	-	4,75	3,23	15,34	-	15,34	0,66	12	121,49
									Q₀ = 576

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:

προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: -5% (από πίνακα 7)

προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)

$$D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 576 / (77,8 \times 27) = 0,27$$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 576 \times (1 - 0,05 + 0,20) = 662,4 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,7

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 19,84 \times 0,7 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 384,35 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 662,4 + 384,35 = 1047 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 3
 Ονομασία χώρου: ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	2,95	3,0	8,85	1,18	7,67	0,35	27	72,48
T2	Δ	2,95	0,4	1,18	-	1,18	0,40	27	12,74
T1*	A	2,95	3,0	8,85	1,18	7,67	0,66	12	60,75
T2*	A	2,95	0,4	1,18	-	1,18	0,645	12	9,13
Δ1	-	2,95	4,72	13,92	-	13,92	0,66	12	110,25
								Q₀ = 265,35	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 265,35 / (73,9 \times 27) = 0,13$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 265,35 \times (1 + 0 + 0,20) = 318 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L στον συγκεκριμένο χώρο είναι μηδέν.

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T = 318 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 4
 Ονομασία χώρου: ΔΩΜΑΤΙΟ 2

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	3,48	3,0	10,44	1,392	9,048	0,35	27	85,50
T2	Δ	3,48	0,4	1,392	-	1,392	0,40	27	15,03
A3	B	0,92	1,4	1,288	-	1,288	2,38	27	82,77
Δ1	-	3,48	3,34	11,62	-	11,62	0,66	12	92,03
								Q₀ = 275,33	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσάυξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσάυξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 275,33 / (64,2 \times 27) = 0,16$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 275,33 \times (1 + 0 + 0,20) = 330 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,7
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 6,04 \times 0,7 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 117 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 330 + 117 = 447 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 5
 Ονομασία χώρου: ΔΩΜΑΤΙΟ 3

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	3,31	3,0	9,93	1,324	8,606	0,35	27	81,33
T2	Δ	3,31	0,4	1,324	-	1,324	0,40	27	14,30
T3	Δ	0,63	3,0	1,89	-	1,89	0,38	27	19,39
A4	B	0,98	1,4	1,372	-	1,372	2,37	27	87,79
Δ1	-	3,94	2,94	11,58	-	11,58	0,66	12	91,71
								Q₀ = 294,52	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 294,52 / (64,4 \times 27) = 0,17$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 294,52 \times (1 + 0 + 0,20) = 353 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 6,16 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 153 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 353 + 153 = 506 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 6
 Ονομασία χώρου: ΠΛΥΣΤΑΡΙΟ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ k	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	1,9	3,0	5,7	1,74	3,96	0,35	27	37,42
T2	Δ	1,9	0,4	0,76	-	0,76	0,40	27	8,21
A5	Δ	0,7	1,4	0,98	-	0,98	2,39	27	63,24
T1	B	0,93	3,0	2,79	0,372	2,418	0,35	27	22,85
T4	B	0,93	0,4	0,372	-	0,372	0,39	27	3,92
Δ1	-	1,9	1,64	3,12	-	3,12	0,66	12	24,71
								Q₀ = 160,35	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσάυξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσάυξηση λόγω διακοπών Z_D: 20 % (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 160,35 / (27,5 \times 27) = 0,22$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 160,35 \times (1 + 0 + 0,20) = 192,42 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:
 ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41
 συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9
 συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1
 συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 5,6 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 140 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 192 + 140 = 332 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 7
 Ονομασία χώρου: ΚΟΥΖΙΝΑ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	Δ	1,63	3,0	4,89	2,302	2,588	0,35	27	24,46
T2	Δ	1,63	0,4	0,652	-	0,652	0,40	27	7,04
A11	Δ	0,75	2,2	1,65	-	1,65	2,36	27	105,14
T1	B	3,19	3,0	9,57	3,582	5,988	0,35	27	56,59
T5	B	3,19	0,4	1,276	0,696	0,58	0,39	27	6,11
T6	B	0,232	3,0	0,696	-	0,696	0,38	27	7,14
A6	B	1,15	1,4	1,61	-	1,61	2,37	27	103,02
T1	A	2,22	3,0	6,66	1,94	4,72	0,35	27	44,60
T2	A	2,22	0,4	0,89	-	0,89	0,40	27	9,29
T5	A	0,23	3,0	0,69	-	0,69	0,39	27	7,27
A14	A	0,75	1,4	1,05	-	1,05	2,37	27	67,18
Δ1	-	3,19	2,9	9,25	-	9,25	0,66	12	73,26
									Q₀ = 511

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:

προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 5% (από πίνακα 7)

προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 15% (από πίνακα 8)

$$D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 511 / (52 \times 27) = 0,36$$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 511 \times (1 + 0,05 + 0,15) = 613 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 16,7 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 416 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 613 + 416 = 1029 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 8
 Ονομασία χώρου: ΛΟΥΤΡΟ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ k	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,78	3	5,34	0,71	4,63	0,35	27	43,75
T2	A	1,78	0,4	0,71	-	0,71	0,40	27	7,67
A15	N	0,34	0,5	0,17	-	0,17	2,31	27	10,60
Δ1	-	1,78	1,38	2,46	-	2,46	0,66	12	19,48
									Q₀ = 81,5

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 81,5 / (23,9 \times 27) = 0,13$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 81,5 \times (1 + 0 + 0,20) = 98 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 1,68 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 41 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 98 + 41 = 139 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 9
 Ονομασία χώρου: WC

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,16	3,0	3,48	0,714	2,77	0,35	27	26,18
T2	A	1,16	0,4	0,464	-	0,464	0,40	27	5,01
A7	A	0,5	0,5	0,25	-	0,25	2,03	27	13,7
T1	N	0,75	3,0	2,25	0,30	1,95	0,35	27	18,43
T2	N	0,75	0,4	0,30	-	0,30	0,40	27	3,24
Δ1	-	1,16	0,75	0,87	-	0,87	0,66	12	6,89
								Q₀ = 73,45	

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: -5% (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 73,45 / (11,5 \times 27) = 0,24$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 73,45 \times (1 - 0,05 + 0,20) = 85 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 2 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 50 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 85 + 50 = 135 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 10
 Ονομασία χώρου: ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ k	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,33	3,0	3,99	1,652	2,34	0,35	27	22,11
T2	A	1,33	0,4	0,532	-	0,532	0,40	27	5,75
A8	A	0,8	1,4	1,12	-	1,12	2,38	27	71,97
Δ1	-	4,87	1,07	0,282	-	0,282	0,66	12	2,23
									Q₀ = 102,1

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσάυξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσάυξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 102,1 / (46,1 \times 27) \approx 0,1$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 102,1 \times (1 + 0 + 0,20) = 123 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 5,8 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 144 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 123 + 144 = 267 \text{ kcal/h}$$

Χώρος: 11
 Ονομασία χώρου: ΥΠΟΔΟΧΗ

		Υπολογισμός Επιφανειών				Υπολογισμός Απωλειών			
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝ.	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Η ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜ. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
		(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(kcal/ m ² h ⁰ C)	(⁰ C)	(kcal/h)
T1	A	1,45	3,0	4,35	0,58	3,77	0,35	27	35,63
T2	A	1,45	0,4	0,58	-	0,58	0,40	27	6,26
A9	A	0,8	1,4	1,12	-	1,12	2,38	27	71,97
A13	A	1,4	2,2	3,08	-	3,08	1,51	12	55,81
Δ1	-	3,42	1,9	6,498	-	6,498	0,66	12	51,46
									Q₀ = 221

Οι προσαυξήσεις επί των απωλειών θερμότητας Q_T είναι:
 προσαύξηση λόγω προσανατολισμού Z_H: 0 (από πίνακα 7)
 προσαύξηση λόγω διακοπών Z_D: 20% (από πίνακα 8)
 $D = Q_0 / (F_{ολ} \times \Delta t) = 221 / (44,9 \times 27) = 0,18$

Επομένως οι συνολικές θερμικές απώλειες μετά τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_0 \times (1 + Z_D + Z_H) = 221 \times (1 + 0 + 0,20) = 265 \text{ kcal/h}$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L είναι:

ειδικός συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H: 0,41

συντελεστής διεισδυτικότητας R: 0,9

συντελεστής γωνιακών παραθύρων Z_E: 1

συντελεστής διεισδύσεως αέρα α: 2,5

$$Q_L = \sum Q A_i \quad (Q A_i = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z_E) = 2,5 \times 12,4 \times 0,9 \times 0,41 \times 27 \times 1 = 309 \text{ kcal/h}$$

Το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, είναι:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 265 + 309 = 574 \text{ kcal/h}$$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Χώρος	Ονομασία Χώρου	Απώλειες (kcal/h)
1	Δωμάτιο 1	853
2	Κήπος	1047
3	Τραπεζαρία	318
4	Δωμάτιο 2	447
5	Δωμάτιο 3	506
6	Πλυσταριό	332
7	Κουζίνα	1029
8	Λουτρό	139
9	WC	135
10	Διάδρομος	267
11	Υποδοχή	574

Συνολικές Απώλειες Διαμερίσματος 5647

2.5 Κόστος προσθήκης θερμομόνωσης

Στο κεφάλαιο αυτό θα υπολογίσουμε το κόστος εγκατάστασης θερμομόνωσης στο υφιστάμενο κτίριο και την απόσβεση της επένδυσης αυτής. Η επιφάνεια που πρέπει να καλυφθεί με θερμομονωτικό υλικό, σύμφωνα με την κάτοψη του διαμερίσματος είναι περίπου 230 m². Το κόστος των θερμομονωτικών υλικών Durosol υπολογίζεται στα 14,16 €/m² και τα εργατικά στα 13 €/m², επομένως το συνολικό κόστος εγκατάστασης θερμομονωτικού υλικού Durosol θα είναι περίπου 27,16€/m² (<https://fragoulakis.gr/thermoprosopsi/thermoprosopsi-times/>). Σημειώνεται εδώ πως στους υπολογισμούς που θα πραγματοποιήσουμε θεωρούμε το συνολικό κόστος στα 30 €/m². Σύμφωνα με παραπάνω, το συνολικό κόστος της επένδυσης θα είναι περίπου 6900€.

$$230 \text{ m}^2 \times 30 \text{ €/m}^2 = 6900 \text{ €}$$

3. Δίκτυο διανομής ζεστού νερού

3.1 Γενικά

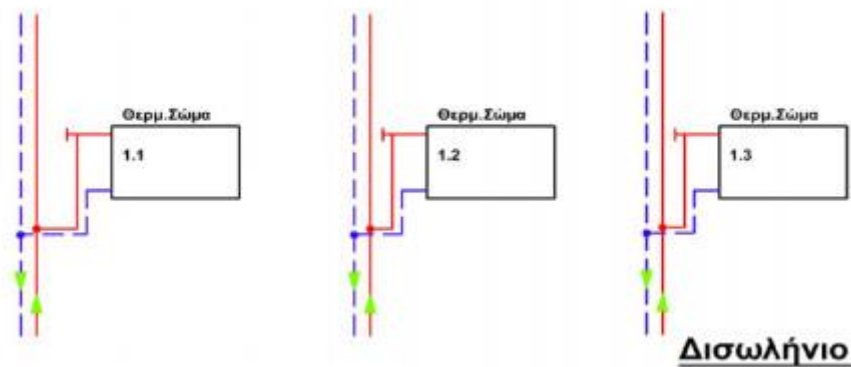
Τα δίκτυα διανομής είναι το σύνολο των σωληνώσεων στα οποία κυκλοφορεί το μέσο μεταφοράς θερμότητας – ζεστό νερό στην περίπτωση κεντρικών θερμάνσεων – μέσω του οποίου αποδίδεται θερμότητα στους θερμαινόμενους χώρους. Το νερό αναχωρεί θερμό από την μονάδα παραγωγής (λέβητας, A/Θ, εναλλάκτης T/Θ κλπ), φτάνει στις τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας και επιστρέφει ψυχρότερο και πάλι στην μονάδα παραγωγής για αναθέρμανση. Το γεγονός πως πρόκειται για κλειστά κυκλώματα, συνεπάγεται σχετικά μικρές απώλειες ροής, αφού δεν υπάρχει γεωδεδεικτό ύψος να αντιμετωπιστεί. Για τον λόγο αυτό, στις περιπτώσεις των δικτύων βεβιασμένης κυκλοφορίας (πρόκειται για την συντριπτική πλέον πλειονότητα των συστημάτων) η αντλία κυκλοφορίας του (ζεστού) νερού, αποκαλείται **κυκλοφορητής**. Πρόκειται για αντλίες μικρού σχετικά μανομετρικού ύψους, ίσου προς τις απώλειες ροής (κυκλοφορίας) και μόνο.

Σημειώνεται εδώ πως σε παλαιότερες κατασκευές, όταν οι απώλειες ροής διατηρούνται χαμηλές (μικρά μήκη δικτύου, λίγες και ήπιες αλλαγές διεύθυνσης δικτύου, μικρές παροχές, μεγάλες διατομές σωλήνων και τερματικές μονάδες μικρής μανομετρικής αντίστασης), η κυκλοφορία του νερού μπορεί να γίνεται με φυσικό τρόπο (χωρίς παρεμβολή κυκλοφορητή) λόγω της διαφοράς πίεσης που αναπτύσσεται μεταξύ κλάδων προσαγωγής – επιστροφής εξ αιτίας της θερμοκρασιακής διαφοράς του νερού. Ωστόσο, **η συντριπτική πλειοψηφία των δικτύων διανομής σήμερα είναι βεβιασμένης κυκλοφορίας**. Στο κεφάλαιο αυτό, θα δούμε τους διάφορους βασικούς τύπους δικτύων διανομής ανάλογα με την αρχιτεκτονική τους και στη συνέχεια θα γίνει ο υπολογισμός του δικτύου για το διαμέρισμα της μελέτης.

3.2 Δισωλήνιο (κλασσικό) σύστημα

Ο όρος «δισωλήνιο σύστημα» παραπέμπει στην αρχιτεκτονική της σύνδεσης των τερματικών μονάδων απόδοσης θερμότητας στο δίκτυο διανομής και αντιστοιχεί σε ένα σύστημα στο οποίο όλες οι τερματικές μονάδες συνδέονται άμεσα με τους κεντρικούς κλάδους προσαγωγής-επιστροφής (παράλληλη σύνδεση). Οι συνδέσεις με τις τερματικές μονάδες, γίνονται ψηλά για την προσαγωγή και χαμηλά για την επιστροφή, προκειμένου η διαφορά πίεσης που αναπτύσσεται φυσικά από την ψύξη νερού μέσα στην τερματική μονάδα, να διευκολύνει τη ροή του νερού (το θερμό νερό μπαίνει ψηλά στο σώμα και όσο κρυνώνει στη ροή του μέσα στη μονάδα, βαραίνει και οδεύει προς το χαμηλό σημείο όπου και θα επιστρέψει στον κλάδο επιστροφής). Το δισωλήνιο είναι ο παλαιότερος και συνηθέστερος τύπος δικτύου κεντρικής θέρμανσης και συναντάται αποκλειστικά σε όλα τα κτίρια προ του 1980.

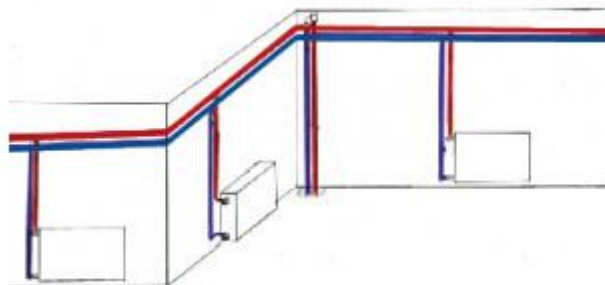
Τυπική εικόνα δισωλήνιου συστήματος είναι η γνώριμη των περισσότερων κτιρίων εκείνης της εποχής, όπου υπάρχουν πολλές κατακόρυφες στήλες διανομής (ζεύγη προσαγωγής-επιστροφής) και σε σχετικά μικρή απόσταση (ή δίπλα) βρίσκονται τα θερμαντικά σώματα που συνδέονται με τον προαναφερόμενο τρόπο στις κεντρικές στήλες.



Εικόνα 3 Σχηματική αναπαράσταση δισωληνίου συστήματος
 [πηγή: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/dg2013/thermansis/THE2-Systimata%20Thermansis-final.pdf>]

Συνήθης παραλλαγή δισωληνίου δικτύου, είναι και αυτή που συναντάται συνήθως σε ισόγεια κτίρια με υπόγειο, όπου στην οροφή του υπογείου αναπτύσσεται οριζόντιο δίκτυο από το οποίο αναχωρούν κατακόρυφοι κλάδοι σύνδεσης στα σημεία όπου στο ισόγειο βρίσκονται τα θερμαντικά σώματα.

Μία άλλη παραλλαγή, είναι το οριζόντιο δίκτυο να αναπτύσσεται στην οροφή του χώρου που τοποθετούνται τα θερμαντικά σώματα, όπου στην περίπτωση αυτή οι κατακόρυφοι κλάδοι σύνδεσης είναι καθοδικοί. Το σύστημα αυτό, στην τεχνική καθμιλουμένη αποκαλείται «ομπρέλα».



Εικόνα 4 Σύστημα θέρμανσης «ομπρέλα», το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως σε κτίρια στα οποία δεν προϋπάρχει εγκατάσταση θέρμανσης. [πηγή: <http://www.solin.gr/el/heating>]

Πλεονεκτήματα του δισωληνίου συστήματος θέρμανσης, είναι τα ακόλουθα:

- όλες οι θερμαντικές μονάδες (θερμαντικά σώματα) έχουν τυπικά την ίδια μέση θερμοκρασία, αφού συνδέονται άμεσα στους κλάδους προσαγωγής-επιστροφής
- το δίκτυο στα περισσότερα σημεία του είναι συνήθως ευκολότερα προσβάσιμο σε περίπτωση που απαιτηθούν επισκευές, συντηρήσεις κλπ. (ωστόσο αυτό δεν ισχύει πάντα για την κεντρική διανομή των κατακόρυφων στηλών)
- μικρομετατοπίσεις σωμάτων είναι εύκολες, δεδομένου πως υπάρχουν αρκετές κατακόρυφες στήλες για σύνδεση

- είναι απλούστερο ως προς τον υπολογισμό του

Μειονεκτήματα του δισωλήνιου συστήματος θέρμανσης, είναι τα ακόλουθα:

- η αυτονομία θέρμανσης είναι δυσκολότερη και πιο δαπανηρή στην κατασκευή της, αφού προϋποθέτει την εγκατάσταση συστήματος ελέγχου και θερμιδομέτρησης σε κάθε σώμα ξεχωριστά (το βασικότερο μειονέκτημα του δισωλήνιου συστήματος για πολυκατοικίες)
- προϋπόθεση για το δισωλήνιο σύστημα είναι η ανάπτυξη του κατακόρυφου τμήματος του δικτύου με πολλά ζεύγη στηλών προσαγωγής – επιστροφής, επομένως περισσότερες σωληνώσεις και διατρήσεις (περάσματα) των οριζόντιων επιφανειών (δαπέδων) των κτιρίων
- οι κατακόρυφες στήλες μέσα στα διαμερίσματα είναι πλέον απαράδεκτες στη σύγχρονη αρχιτεκτονική αισθητική

Σημειώνεται τέλος, πως *αν και το δισωλήνιο σύστημα υπερέχει σημαντικά του μονοσωληνίου* (που θα αναλυθεί στη συνέχεια), *η δυσχέρειά του στην εφαρμογή αυτόνομου ανά λειτουργική περιοχή ελέγχου, το έχει πρακτικά αποκλείσει ως επιλογή στις περιπτώσεις όπου η αυτονομία αποτελεί σημαντικό κριτήριο* (π.χ. πολυκατοικίες – αυτονομία διαμερισμάτων).

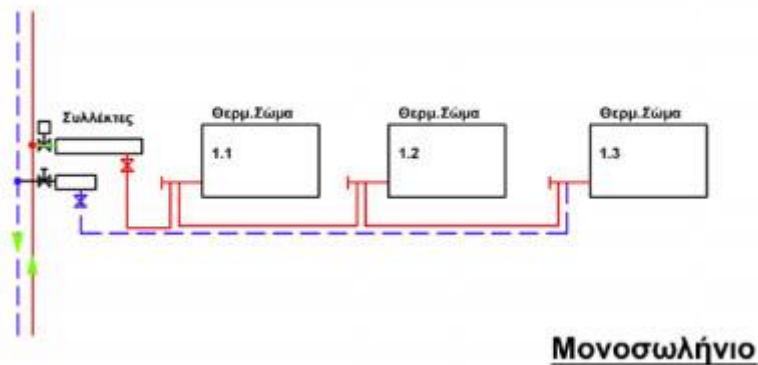
3.3 Μονοσωλήνιο σύστημα

Όπως ειπώθηκε προηγουμένως, το μονοσωλήνιο σύστημα αποτελεί μονόδρομο τουλάχιστον για τις περιπτώσεις που απαιτείται αυτονομία θέρμανσης ιδιοκτησιών σε μικρή σχετικά κλίμακα κτιρίων (π.χ. πολυκατοικίες – αυτονομία διαμερισμάτων), εμφανίζει ορισμένα τεχνικά προβλήματα, ωστόσο η υπεροχή του στο θέμα της αυτονομίας το καθιστά βασική επιλογή, τουλάχιστον στο εύρος των περιπτώσεων εφαρμογής του (π.χ. σε μεγάλης κλίμακας κτίρια, όπου η αυτονομία είναι και πάλι ζητούμενο).

Ο όρος «μονοσωλήνιο» αναφέρεται (όπως και στο δισωλήνιο σύστημα) στον τρόπο σύνδεσης των σωμάτων στους κλάδους προσαγωγής – επιστροφής. Στην περίπτωση του μονοσωληνίου υπάρχουν βρόγχοι μεταξύ των κλάδων προσαγωγής – επιστροφής, πάνω στους οποίους συνδέονται εν σειρά τα θερμαντικά σώματα. Έτσι, η εξαγωγή (επιστροφή) ενός σώματος είναι η εισαγωγή (προσαγωγή) για το επόμενο κ.ο.κ.

Με τον όρο «κύκλωμα» ή «βρόχος» περιγράφεται μια συγκεκριμένη διαδρομή, η οποία περιλαμβάνει τη σύνδεση με τον αγωγό προσαγωγής του ζεστού νερού, σωλήνωση και θερμαντικά σώματα σε διαδοχική διάταξη και τελική σύνδεση με τη σωλήνωση επιστροφής. Στο κύκλωμα μπορεί να παρεμβάλλονται όργανα ρυθμίσεως διακόπτες, αυτοματισμοί κλπ.

Είναι φανερό, ότι *ένα κύκλωμα διαρρέεται από δεδομένη ποσότητα νερού, η οποία διέρχεται από όλα τα θερμαντικά σώματα του κυκλώματος, παραδίδοντας ποσά θερμότητας, με αποτέλεσμα τη διαδοχική πτώση της θερμοκρασίας του.*



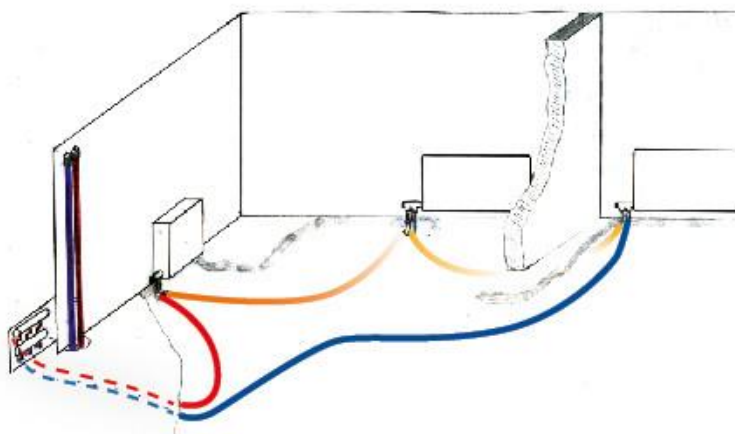
Εικόνα 5 Σχηματική παράσταση μονοσωλήνιου συστήματος
 [πηγή: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/dg2013/thermansis/THE2-Systimata%20Thermansis-final.pdf>]

Κύρια **πλεονεκτήματα** του μονοσωλήνιου συστήματος, θεωρούνται τα ακόλουθα:

- Η διαδικασία σύνδεσης των θερμαντικών σωμάτων στα δίκτυα προσαγωγής και επιστροφής του ζεστού νερού είναι απλούστερη. Γενικότερα, χρειάζεται λιγότερος χρόνος για την υλοποίηση της εγκατάστασης, δεν ανοίγονται τρύπες στα πατώματα και δεν χρειάζονται κλίσεις στις σωληνώσεις. Προσφέρεται σαν ιδανικός τρόπος θέρμανσης για οικοδομές με πυλωτή. Γενικά το σύστημα επιτρέπει οικονομία χρόνου και εργατικών.
- Στο μονοσωλήνιο σύστημα, δεν χρειάζονται πολλές κατακόρυφες στήλες, με αποτέλεσμα να μην είναι προκαθορισμένες οι θέσεις των θερμαντικών σωμάτων στα διαμερίσματα, όπως στο δισωλήνιο (στο οποίο τα θερμαντικά σώματα πρέπει να τοποθετούνται κοντά στα ζεύγη κατακόρυφων αγωγών). Η απουσία κατακόρυφων στηλών μέσα στα διαμερίσματα βελτιώνει την αιρθητική εμφάνιση των χώρων.
- Το σύστημα συνεργάζεται άριστα με κλειστό δοχείο διαστολής, οπότε όλα τα απαραίτητα όργανα βρίσκονται μέσα στο λεβητοστάσιο. Έτσι έχουμε καλύτερη προστασία από τα άλατα και τις οξειδώσεις. Ο λέβητας μπορεί να λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες (κατά τεκμήριο μεγαλύτερης απόδοσης) και δεν υπάρχει κίνδυνος να παγώσουν οι σωληνώσεις, που βρίσκονται προστατευμένες και θερμικά μονωμένες στο εσωτερικό του δαπέδου.
- Επιτυγχάνεται ευκολότερη, γρήγορη και ομοιόμορφη θέρμανση όλων των θερμαντικών σωμάτων, λόγω της μεγάλης ταχύτητας κυκλοφορίας του ζεστού νερού.
- Επιτυγχάνεται οικονομία καυσίμου, λόγω της ταχύτητας κυκλοφορίας του ζεστού νερού, η οποία επιτρέπει καλύτερη απόδοση (λιγότερες θερμικές απώλειες).
- Το σύστημα επιτρέπει ανεξάρτητη (αυτόνομη) θέρμανση κάθε διαμερίσματος ή τμήματός του. Συνήθως, η μετατροπή μιας εγκατάστασης μονοσωλήνιου συστήματος σε αυτόνομη, δεν συνεπάγεται μετατροπές στο ήδη υφιστάμενο σύστημα.

Μερικά τα **κύρια χαρακτηριστικά συγχρόνων συστημάτων μονοσωλήνιων εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης**, είναι τα ακόλουθα:

Στις κατασκευές μικρών και μεσαίων εγκαταστάσεων μονοσωλήνιου συστήματος, χρησιμοποιείται συνήθως ένα ζεύγος κατακόρυφων σωλήνων, για την προσαγωγή του ζεστού νερού. Οι κατακόρυφοι σωλήνες προσαγωγής και επιστροφής, οδεύουν καταρχάς οριζόντια, μέχρι να φτάσουν στην κατάλληλη θέση για την κατακόρυφη όδυσή τους. Η πιο συνηθισμένη θέση της (σε μικρά κτίρια) είναι κοντά στο κλιμακοστάσιο. Έτσι σε κάθε όροφο σε κατάλληλα διαμορφωμένο μικρό χώρο, τοποθετείται ή κατασκευάζεται ένα μικρό κουτί (μεταλλικό, πλαστικό κλπ) από το οποίο διέρχονται κατακόρυφοι σωλήνες και στο οποίο τοποθετούνται οι συλλέκτες αναχώρησης και επιστροφής. Στους συλλέκτες αυτούς συνδέονται άμεσα ή με την παρεμβολή διακοπών, στοιχείων ρυθμίσεως, αυτοματισμών κλπ, τα οριζόντια κυκλώματα (οι βρόχοι διανομής) του ορόφου.



Εικόνα 6 Μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης, όπου διακρίνεται η κεντρική στήλη (ζεύγος σωλήνων προσαγωγής – επιστροφής) [πηγή: <http://www.solin.gr>]

Οι συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής, διαθέτουν τόσες αφίξεις (και αντίστοιχα αναχωρήσεις), όσα είναι τα οριζόντια κυκλώματα του ορόφου. Κάθε κύκλωμα ελέγχεται με δύο ρυθμιστικές βαλβίδες (μία στην αναχώρηση και μία στην επιστροφή), που επιτρέπουν τη ρύθμιση μέχρι και τη διακοπή της ροής νερού στο κύκλωμα. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες χαρακτηρίζονται ως ευθύγραμμες («ίσιες») και γωνιακές.



Εικόνα 7 Ευθύγραμμη (ίσια) και γωνιακή ρυθμιστική βαλβίδα, κατάλληλες για τη σύνδεση των σωληνώσεων οριζοντίου κυκλώματος μονοσωλήνιου συστήματος στους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής [πηγή: www.balkanenergy.gr]

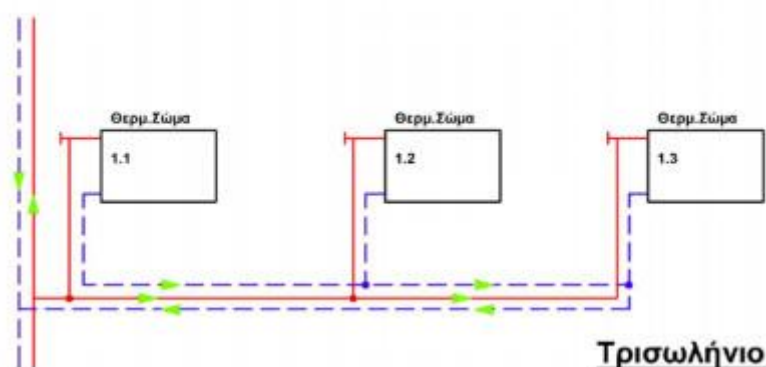
Κάθε κύκλωμα περιλαμβάνει συνήθως 3 έως 6 θερμαντικά σώματα, τα οποία συνδέονται διαδοχικά, με σωλήνωση που «έρπει» στο εσωτερικό του δαπέδου, μεταξύ σκυροδέματος και ορατής επιφάνειας του δαπέδου.

Τέλος, χρησιμοποιώντας τετράοδες βάνες (ή αλλιώς διακόπτες μονοσωλήνιου) επιτυγχάνεται η ρύθμιση και ο έλεγχος της ποσότητας του νερού (παροχής), η οποία θα οδηγείται μέσα στο θερμαντικό σώμα, ως προς την ποσότητα νερού η οποία θα το παρακτάμπει. Η ρύθμιση αυτή αναφέρεται τις περισσότερες φορές σε ποσοστό της παροχής του σωλήνα επί τοις %. Για παράδειγμα, μία συνήθης ρύθμιση είναι 50%, πράγμα που σημαίνει πως το 50% της ποσότητας του νερού που φτάνει στον διακόπτη οδηγείται μέσα στο θερμαντικό σώμα και το 50% του διακόπτη το παρακτάμπει και αναμιγνυόμενο με το νερό επιστροφής, οδεύει προς το επόμενο θερμαντικό σώμα.

Σημειώνεται εδώ, πως το σύστημα συλλέκτες, θερμαντικά σώματα, διακόπτες και σωληνώσεις, αποτελεί στο μονοσωλήνιο ένα «ευαίσθητο» σύστημα, υπό την έννοια ότι η καλή λειτουργία του προϋποθέτει σωστή μελέτη, επιμελημένη κατασκευή και απαραίτητως συμβατά στοιχεία εξοπλισμού.

3.4 Τρισωλήνιο σύστημα (reverse return)

Το σύστημα ανάστροφης επιστροφής ή τρισωλήνιο (λόγω της ύπαρξης τριών κεντρικών οριζόντιων κλάδων) αποτελεί μια παραλλαγή δισωλήνιας διανομής σε περιπτώσεις δικτύων με πολύ μεγάλο μήκος. Όπως αναφέρθηκε, η σύνδεση των θερματικών μονάδων σε δισωλήνια δίκτυα είναι παράλληλη, δηλαδή όλα τα σώματα συνδέονται άμεσα μεταξύ κλάδων (οριζόντιων ή κατακόρυφων) προσαγωγής – επιστροφής. Έτσι, στο σώμα που συνδέεται πρώτο – πιο κοντά δηλαδή στους κεντρικούς κλάδους – το νερό πηγαίνει πιο εύκολα σε σχέση με το σώμα που συνδέεται «τελευταίο». Όταν οι αποστάσεις των σωμάτων γίνονται μεγάλες, η διαφορά απωλειών ροής μεταξύ μονάδας παραγωγής – πρώτου σώματος και μονάδας παραγωγής τελευταίου σώματος, γίνεται σημαντική και η εξισορρόπηση του δικτύου με ειδικά ρυθμιστικά βανάκια (στραγγαλιστικά παροχής) καθίσταται δυσκολότερη.



Εικόνα 8 Σχηματική παράσταση τρισωλήνιου συστήματος
[πηγή: <http://portal.tce.gr/portal/page/portal/tpcee/dg2013/thermansis/THE2-Systimata%20Thermansis-final.pdf>]

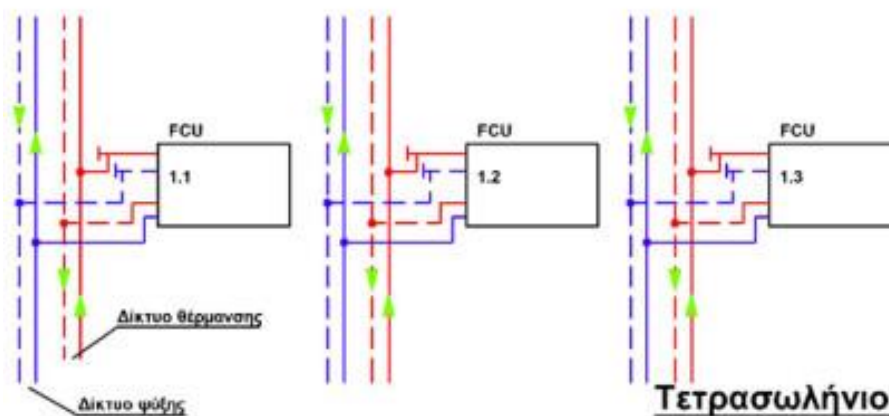
Στις περιπτώσεις αυτές, υπάρχει η δυνατότητα αυτοεξισορρόπησης του δικτύου συνδέοντας τα σώματα με αντίστροφη φορά στους κλάδους προσαγωγής – επιστροφή: το σώμα που συνδέεται πρώτο στην προσαγωγή συνδέεται τελευταίο στην επιστροφή κ.ο.κ. Πρόκειται για μια απλούστατη και αποδοτική αυτοεξισορρόπηση που γίνεται συχνά σε μεγάλα ή και σε κυκλικά δίκτυα. Μόνο μειονέκτημα αποτελεί η κατασκευή ενός επιπλέον κλάδου, δηλαδή το κόστος μεγαλύτερης εγκατάστασης.

3.5 Τετρασωλήνιο σύστημα

Τα τετρασωλήνια συστήματα συναντώνται μόνο σε μεγάλα κτίρια και ειδικότερα εκεί που οι τερματικές συσκευές χρησιμοποιούνται και για τη θέρμανση και για την ψύξη των χώρων. Πρόκειται δηλαδή για δίκτυα που τροφοδοτούν μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (FCU). Ουσιαστικά πρόκειται για δύο παράλληλα και ανεξάρτητα δισωλήνια δίκτυα που απλώς καταλήγουν σε κοινές τερματικές μονάδες.

Οι λόγοι επιλογής τετρασωλήνιων συστημάτων – που προφανώς είναι σχεδόν διπλάσιου κόστους έναντι των δισωλήνιων – είναι οι εξής:

- την περίοδο θέρμανσης υπάρχουν ζώνες του κριτίου που λειτουργούν σε ψύξη (π.χ. εσωτερικές περιοχές γραφείων με πολύ υψηλά εσωτερικά κέρδη, χώροι πληροφορικής κλπ).
- οι μονάδες παραγωγής είναι εντελώς ανεξάρτητες (π.χ. λέβητας, ψύκτης) και δεδομένων των διαφορετικών παροχών/μανομετρικών των δικτύων θέρμανσης/ψύξης (τα δίκτυα ψύξης χαρακτηρίζονται συνήθως από πολύ μεγαλύτερες απαιτήσεις παροχής μανομετρικού), κρίνεται σκοπιμότερο να κατασκευασθούν ανεξάρτητα δίκτυα.



Εικόνα 9 Σχηματική παράσταση τετρασωλήνιου συστήματος
[πηγή: <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/dg2013/thermansis/THE2-Systimata%20Thermansis-final.pdf>]

4. Υπολογισμοί μονοσωληνίου συστήματος

4.1 Διάμετρος σωληνώσεων και εκλογή θερμαντικών σωμάτων – βρόχος A

Στο διαμέρισμα που μελετήσαμε προηγουμένως, επιλέχθηκε τοποθέτηση μονοσωληνίου συστήματος και όπως φαίνεται στην κάτοψη, έχουμε 2 βρόχους με 11 θερμαντικά σώματα συνολικά (στον πρώτο βρόχο έχουμε 5 και στον δεύτερο 6 θερμαντικά σώματα). Τα σώματα συνδέονται μεταξύ τους με σωλήνα προσαγωγής με θερμοκρασία $t_{εισ.} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ και σωλήνα επιστροφής με θερμοκρασία $t_{εξ.} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Στον πρώτο κόμβο, το ολικό θερμικό φορτίο είναι:

$$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 506 + 447 + 318 + 853 + 1047 = 3171 \text{ kcal/h}$$

Η επιθυμητή θερμοκρασία χώρων είναι $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Η αναγκαία παροχή ζεστού νερού στο βρόχο A (5 θερμαντικά σώματα), έτσι ώστε να καλύψει θερμικές ανάγκες 3171 kcal/h , είναι:

$$Q = \dot{m} \Delta t \Rightarrow \dot{m} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \dot{m} = \frac{3171}{20} = 160 \text{ kg/h}$$

Από σχετικό διάγραμμα (βλέπε παράρτημα), επιλέγεται εύκαμπτος χαλυβδοςωλήνας BENTELER διατομής 12 X 1,2 mm με πτώση πίεσης $R = 52 \text{ mm}\Sigma\text{N/m}$. Η ταχύτητα κυκλοφορίας του νερού είναι $0,6 \text{ m/s}$.

1° Θ.Σ.

$$Q_1 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{εισ.} - t_{εξ.}) \Rightarrow 506 = 160 (90 - t_{εξ.}) \Rightarrow t_{εξ.} = 86,64 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{m1} = \frac{90 + 86,64}{2} = 88,32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{80 - 20}{t_m - 20} = \frac{80 - 20}{88,32 - 20} = 0,878$$

2° Θ.Σ.

$$Q_2 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{εισ.} - t_{εξ.}) \Rightarrow 447 = 160 (86,64 - t_{εξ.}) \Rightarrow t_{εξ.} = 83,85 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{m2} = \frac{86,64 + 83,85}{2} = 85,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{80 - 20}{t_m - 20} = \frac{80 - 20}{85,25 - 20} = 0,920$$

3° Θ.Σ.

$$Q_3 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 318 = 160 (83,85 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 81,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m3} = \frac{83,85 + 81,86}{2} = 82,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_3 = \frac{80-20}{t_m-20} = \frac{80-20}{82,86-20} = 0,955$$

4° Θ.Σ.

$$Q_4 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 853 = 160 (81,86 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 76,53 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m4} = \frac{81,86 + 76,53}{2} = 79,20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_4 = \frac{80-20}{t_m-20} = \frac{80-20}{79,20-20} = 1,014$$

5° Θ.Σ.

$$Q_5 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 1047 = 160 (76,53 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m5} = \frac{76,53 + 70}{2} = 73,27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_5 = \frac{80-20}{t_m-20} = \frac{80-20}{73,27-20} = 1,126$$

Σημειώνεται εδώ, πως στο μονοσωλήνιο σύστημα πρέπει να δοθεί προσοχή στο γεγονός ότι **η εκλογή των θερμαντικών σωμάτων σχετίζεται με τη σειρά διαδοχής τους στο κύκλωμα**. Εάν γίνει κάποια αλλαγή στη σειρά, πρέπει να ξαναγίνουν οι υπολογισμοί. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει ουσιαστική διαφορά με το κλασσικό δισωλήνιο σύστημα όπου όλα τα σώματα τροφοδοτούνται θεωρητικά με νερό θερμοκρασίας περίπου 90 °C. Έτσι, για κάθε σώμα στο δισωλήνιο σύστημα δεχόμαστε μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια τους 80 °C. Στο μονοσωλήνιο σύστημα, τα σώματα που βρίσκονται στην αρχή του κυκλώματος παρουσιάζουν στην επιφάνειά τους θερμοκρασία μεγαλύτερη των 80 °C (άρα πρέπει να γίνουν λίγο μικρότερα από τα αντίστοιχα του δισωληνίου).

Αντίθετα τα τελευταία σώματα του κυκλώματος, επειδή τροφοδοτούνται με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας (λόγω ενδιάμεσης ψύξεως), έχουν μέση θερμοκρασία στην επιφάνειά τους μικρότερη των 80 °C και πρέπει να εκλεγούν λίγο μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα του δισωληνίου συστήματος.

Πρακτικά αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός **συντελεστή διορθώσεως (ε)**, του οποίου η διαδικασία υπολογισμού φαίνεται παραπάνω.

Το ανοικτό κύκλωμα μονοσωληνίου συστήματος που αναχωρεί από τον συλλέκτη προσαγωγής και καταλήγει στο συλλέκτη επιστροφής, παρουσιάζει ολική αντίσταση στη ροή ζεστού νερού, που εξαρτάται από τις σωληνώσεις ($R \times I$, όπου I το ολικό μήκος των σωλήνων του κυκλώματος) και το άθροισμα των τοπικών αντιστάσεων.

Επομένως, πρέπει να υπολογιστεί το ολικό πραγματικό μήκος σωληνώσεων (L_1) και το «ισοδύναμο» μήκος σωληνώσεων που οφείλεται στις τοπικές αντιστάσεις (L_2).

Το πραγματικό μήκος των σωληνώσεων, από προσεγγιστικές μετρήσεις στην κάτοψη είναι $L_1 = 16,65$ m.

Για το ισοδύναμο μήκος L_2 θα συμπληρωθεί το σχετικό πινακίδιο στο έντυπο υπολογισμού των στοιχείων του μονοσωληνίου κυκλώματος της ακόλουθης σελίδας. Στο κύκλωμα έχουμε 5 διακόπτες με πτώση πίεσης $Z_\delta = 16$ mmΣN/m ή συντελεστή τοπικής αντιστάσεως $z_\delta = 0,31$.

$$5 \times 0,31 = 1,55 \text{ m}$$

Όσον αφορά την βαλβίδα, υπάρχει μια ίσια $\frac{3}{4}$ στο κύκλωμα με $Z_\beta = 18$ mmΣN/m ή συντελεστή τοπικής αντιστάσεως $z_\beta = 0,35$.

Τέλος, μπορούμε να δεχτούμε ότι στο κύκλωμα υπάρχουν περίπου 16 καμπύλες (δύο για κάθε σώμα, δύο στους συλλέκτες και 4 περιθώριο ασφαλείας), για τις οποίες ισχύει $z = 0,5$.

$$16 \times 0,5 = 8 \text{ m}$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ισοδύναμο μήκος κυκλώματος $L_2 = 9,9$ m, οπότε:

$$L = L_1 + L_2 = 16,65 + 9,9 = 26,55 \text{ m}$$

και

$$Z_{ολ} = 52 \times 26,55 = 1380,6 \text{ mmΣN}$$

Δηλαδή η ολική μανομετρική πίεση του κυκλώματος, που πρέπει να είναι περίπου ίση με όλα τα άλλα κυκλώματα της εγκατάστασης, είναι 1380,6 mmΣN.

Σημειώνεται εδώ, πως εάν στην παραπάνω τιμή του $Z_{ολ}$ προστεθούν οι απώλειες στη διαδρομή συλλέκτη επιστροφής – σωλήνα επιστροφής – λέβητα - σωλήνα προσαγωγής – συλλέκτη προσαγωγής, θα προκύψει το συνολικό μανομετρικό ύψος που πρέπει να μπορεί να δώσει ο κυκλοφορητής της εγκατάστασης.

Έντυπο Υπολογισμού Στοιχείων Μονοσωλήνιου Κυκλώματος

Όροφος	1 ^{ος}	Ενδεικτικός Αρ. Κυκλώματος	1
Θερμικό Φορτίο	$Q = 3171$ (kcal/h)	Θερμοκρασιακή πτώση νερού	20 °C
Παροχή	$V = 160$ (lt/h)	Διάμετρος σωλήνων	$d = 12 \times 1,2$ (mm)
Ταχύτητα ροής	$u = 0,6$ m/s	Αντιστάσεις στη ροή	$R = 52$ (mmΣN/m)

ΧΩΡΟΣ	ΕΝΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ Θ. Σ.	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ (kcal/h)	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ. Σ. (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (kcal/h)	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ
Δωμ. 3	1	506	504	20	86,64	0,878	444	(21) 400 ₄₀₀
Δωμ. 2	2	447	953	20	83,85	0,920	411	(21) 400 ₄₀₀
Τραπ.	3	318	1271	20	81,86	0,955	304	(11) 300 ₅₀₀
Δωμ. 1	4	853	2124	20	76,53	1,014	865	(21) 500 ₇₀₀
Κήπος	5	1047	3171	20	70	1,126	1179	(22) 700 ₆₀₀

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ				
Είδος αντίστασης	Ποσότητα	Συντ. αντιστάσεων	Ισοδύναμο μήκος (m)	
Διακόπτες Θ.Σ.	5	0,31	1,55	
Βαλβίδες	1	0,35	0,35	
Καμπύλες	16	0,5	8	
Σύνολο			9,9	

Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: $L_1 = 16,65$ m
Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: $L_2 = 9,9$ m
Ολικό μήκος: $L = L_1 + L_2 = 26,55$ m

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$R_{ολ} = L \times R = 26,55 \text{ (m)} \times 52 \text{ (mm}\Sigma\text{N/m)} = 1380,6 \text{ (mm}\Sigma\text{N)}$$

4.2 Διάμετρος σωληνώσεων και εκλογή θερμοαντικών σωμάτων – βρόχος Β

Στον δεύτερο κόμβο, το ολικό θερμικό φορτίο είναι:

$$Q_A = Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11} = 332 + 1029 + 139 + 135 + 267 + 574 = \\ = 2476 \text{ kcal/h}$$

Η επιθυμητή θερμοκρασία χώρων είναι 20 °C. Η αναγκαία παροχή ζεστού νερού στο βρόχο Β (6 θερμοαντικά σώματα), έτσι ώστε να καλύψει θερμικές ανάγκες 2476 kcal/h, είναι:

$$Q = \dot{m} \Delta t \Rightarrow \dot{m} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \dot{m} = \frac{2476}{20} = 124 \text{ kg/h}$$

Από σχετικό διάγραμμα (βλέπε παράρτημα), επιλέγεται εύκαμπτος χαλυβδοσωλήνας BENTELER διατομής 12 X 1,2 mm με πτώση πίεσης R = 52 mmΣN/m. Η ταχύτητα κυκλοφορίας του νερού είναι 0,6m/s.

1° Θ.Σ.

$$Q_1 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 332 = 124 (90 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 87,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m1} = \frac{90 + 87,32}{2} = 88,66 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{80 - 20}{t_m - 20} = \frac{80 - 20}{88,66 - 20} = 0,874$$

2° Θ.Σ.

$$Q_2 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 1029 = 124 (87,32 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 79,06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m2} = \frac{87,32 + 79,06}{2} = 83,19 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{80 - 20}{t_m - 20} = \frac{80 - 20}{83,19 - 20} = 0,950$$

3° Θ.Σ.

$$Q_3 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 139 = 124 (79,06 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 77,94 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m3} = \frac{79,06 + 77,94}{2} = 78,50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_3 = \frac{80 - 20}{t_m - 20} = \frac{80 - 20}{78,50 - 20} = 1,026$$

4° Θ.Σ.

$$Q_4 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 135 = 124 (77,94 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 76,85 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m4} = \frac{77,94 + 76,85}{2} = 77,40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_4 = \frac{80-20}{t_m-20} = \frac{80-20}{77,40-20} = 1,045$$

5° Θ.Σ.

$$Q_5 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 267 = 124 (76,85 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 74,70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m5} = \frac{76,85 + 74,70}{2} = 75,78 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_5 = \frac{80-20}{t_m-20} = \frac{80-20}{75,78-20} = 1,076$$

6° Θ.Σ.

$$Q_6 = \dot{m} \Delta t = \dot{m} (t_{\text{εισ.}} - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow 574 = 124 (74,70 - t_{\text{εξ.}}) \Rightarrow t_{\text{εξ.}} = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{m6} = \frac{74,70 + 70}{2} = 72,35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\varepsilon_6 = \frac{80-20}{t_m-20} = \frac{80-20}{72,35-20} = 1,146$$

Το πραγματικό μήκος των σωληνώσεων, από προσεγγιστικές μετρήσεις στην κάτοψη είναι $L_1 = 10,56 \text{ m}$.

Στο κύκλωμα έχουμε 6 διακόπτες με πτώση πίεσης $Z_\delta = 13 \text{ mm}\Sigma\text{N/m}$ ή συντελεστή τοπικής αντιστάσεως $z_\delta = 0,25$.

$$6 \times 0,25 = 1,5 \text{ m}$$

Όσον αφορά την βαλβίδα, υπάρχει μια ίσια $\frac{3}{4}$ στο κύκλωμα με $Z_\beta = 11 \text{ mm}\Sigma\text{N/m}$ ή συντελεστή τοπικής αντιστάσεως $z_\beta = 0,21$.

Τέλος, μπορούμε να δεχτούμε ότι στο κύκλωμα υπάρχουν περίπου 18 καμπύλες (δύο για κάθε σώμα, δύο στους συλλέκτες και 4 περιθώριο ασφαλείας), για τις οποίες ισχύει $z = 0,5$.

$$18 \times 0,5 = 9 \text{ m}$$

Έντυπο Υπολογισμού Στοιχείων Μονοσωλήνιου Κυκλώματος

Όροφος	1 ^{ος}	Ενδεικτικός Αρ. Κυκλώματος	2
Θερμικό Φορτίο	Q = 2476 (kcal/h)	Θερμοκρασιακή πτώση νερού	20 °C
Παροχή	V = 124 (lt/h)	Διάμετρος σωλήνων	d = 12 X 1,2 (mm)
Ταχύτητα ροής	u = 0,55 m/s	Αντιστάσεις στη ροή	R = 52 (mmΣN/m)

ΧΩΡΟΣ	ΕΝΔ. ΑΡΙΘΜΟΣ Θ. Σ.	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ (kcal/h)	ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ (kcal/h)	ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΘΕΡ/ΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)	ΘΕΡ/ΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ Θ. Σ. (°C)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (kcal/h)	ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ
Πλυστ.	1	332	332	20	87,32	0,874	290	(11) 400 ₄₀₀
Κουζ.	2	1029	1361	20	79,06	0,950	978	(21) 400 ₉₀₀
Λουτρό	3	139	1500	20	77,94	1,026	143	(11) 300 ₄₀₀
WC	4	135	1635	20	76,85	1,045	141	(11) 300 ₄₀₀
Διάδρ.	5	267	1902	20	74,70	1,076	287	(11) 400 ₄₀₀
Υποδ.	6	574	2476	20	70	1,146	658	(11) 600 ₆₀₀

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΜΗΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ				
Είδος αντίστασης	Ποσότητα	Συντ. αντιστάσεων	Ισοδύναμο μήκος (m)	
Διακόπτες Θ.Σ.	6	0,25	1,5	
Βαλβίδες	1	0,2	0,21	
Καμπύλες	18	0,5	9	
Σύνολο			10,71	

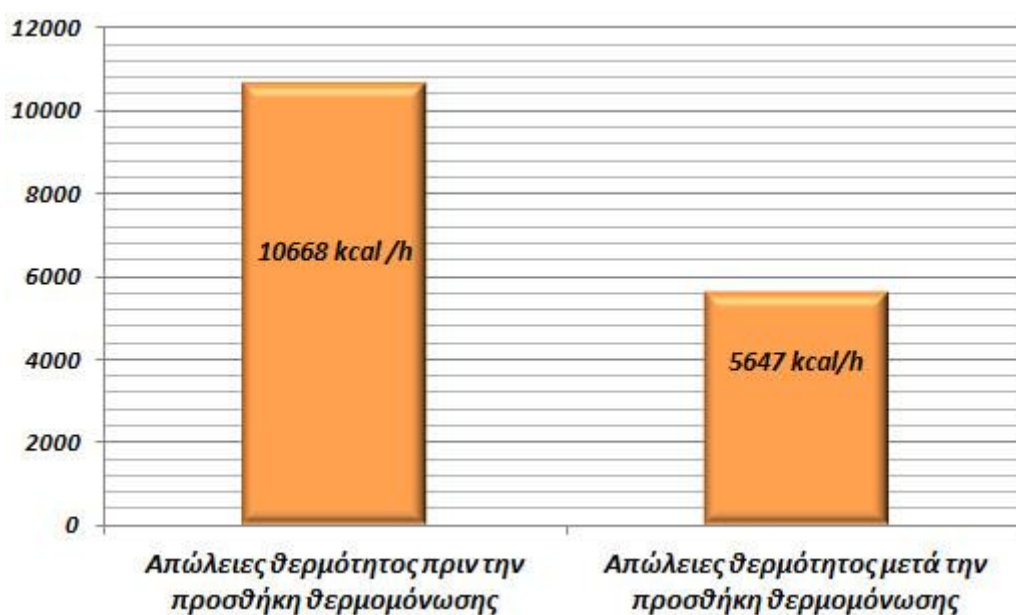
Πραγματικό μήκος σωληνώσεων: $L_1 = 10,56 \text{ m}$
Ισοδύναμο μήκος σωληνώσεων: $L_2 = 10,71 \text{ m}$
Ολικό μήκος: $L = L_1 + L_2 = 21,27 \text{ m}$

ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

$$RoL = L \times R = 21,27 \text{ (m)} \times 52 \text{ (mm}\Sigma\text{N/m)} = 1106 \text{ (mm}\Sigma\text{N)}$$

5. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία είδαμε την σημασία της ύπαρξης του κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού, αποτέλεσμα του οποίου είναι η μείση των θερμικών απωλειών από 30% έως και 60%. Στην συνέχεια αφού έγινε αναλυτική ανφορά των διαφόρων συστημάτων θερμομόνωσης και επιλέχθηκε το κατάλληλο για το υφιστάμενο διαμέρισμα, υπολογίστηκε το βέλτιστο πάχος θερμομονωτικού υλικού για το κάθε ένα δομικό στοιχείο του κτιρίου, βάσει της τυποποιημένης διαδικασίας που καθορίζεται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Βρέθηκε πως με την τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού που επιλέχθηκε, οι απώλειες θερμότητας του διαμερίσματος μειώθηκαν κατά 47%.



Εικόνα 10 Απώλειες θερμότητας πριν και μετά την προσθήκη θερμομονωτικού υλικού

Σημειώνεται εδώ, πως το κόστος τοποθέτησης του θερμομονωτικού υλικού προσδιορίστηκε στα 6900€.

Στη συνέχεια, αφού αναφερθήκαμε στα διάφορα είδη δικτύων διανομής ζεστού νερού. Στο υφιστάμενο διαμέρισμα επιλέχθηκε το μονοσωλήνιο σύστημα, λόγω του πλεονεκτήματος της αυτονομίας που προσφέρει. Στο σύστημα που επιλέχθηκε υπάρχουν δύο βρόχοι, οι οποίοι τροφοδοτούν 11 θερμαντικά σώματα συνολικά (5 θερμαντικά σώματα ο πρώτος και 6 ο δεύτερος). Για την σωστή λειτουργία του συστήματος επιλέχθηκε εύκαμπτος χαλυβδοσωλήνας BENTELER διατομής 12 X 1,2 mm με πτώση πίεσης $R = 52 \text{ mm}\Sigma\text{N/m}$ και ταχύτητα κυκλοφορίας του νερού 0,6m/s και 0,54 m/s στον δεύτερο βρόχο. Τα θερμαντικά σώματα που επιλέχθηκαν είναι της DeLonghi και φαίνονται αναλυτικά στα φύλλα υπολογισμού των στοιχείων του μονοσωλήνιου κυκλώματος. Τέλος, εάν υποθέσουμε πως οι απώλειες λόγω αντιστάσεων στη διαδρομή συλλέκτη επιστροφής – σωλήνα επιστροφής – λέβητα - σωλήνα προσαγωγής – συλλέκτη προσαγωγής είναι 10%, το συνολικό μανομετρικό ύψος που πρέπει να μπορεί να δώσει ο κυκλοφορητής της εγκατάστασης είναι 2800 mmΣN.

Βιβλιογραφία

Έντυπες πηγές

Β.Η.Σελλούντος. (2013). *Θέρμανση – Κλιματισμός*. Επίτομη έκδοση. Εκδόσεις Σελκα - 4Μ

Μ. Βλαχόπουλος. (2004). *Αναλυτική προσέγγιση κεντρικών θερμάνσεων*. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.

Π.Φαντάκης. (2013). *Κεντρικές Θερμάνσεις*

Ε. Ζωγόπουλος, Ν. Φέτσης & Π. Ευαγγελίου. (2006). *Μελέτες Συστημάτων Κεντρικής Θέρμανσης*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος

Ε. Ζωγόπουλος, Ν. Φέτσης & Π. Ευαγγελίου. (2003). *Εγκαταστάσεις Θέρμανσης*. Εκδόσεις Κλειδάριθμος

Don Swenson. (1999). *Κεντρικές Θερμάνσεις*. Εκδόσεις: Ίων

Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker. (2003). *Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός*. Εκδόσεις: Ίων

Ηλεκτρονικές πηγές

<https://www.monodomiki.gr>

[http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/E074577C58AD9EFCC22575B60047BEA8/\\$file/ODIGOS%20THERMOMONOSIS%20KTIRIWN%20H%20EKDOSI_%20PI NAKAS%20DIORTHOSEWN.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/E074577C58AD9EFCC22575B60047BEA8/$file/ODIGOS%20THERMOMONOSIS%20KTIRIWN%20H%20EKDOSI_%20PI NAKAS%20DIORTHOSEWN.pdf)

<http://www.kourtis-sa.gr/nea/exoteriki-i-esoteriki-thermomonosi-mathete-ta-panta/>

<http://www.kcg.gr/el/arthra/item/56-esoteriki-i-eksoteriki-thermomonosi-meros-v>

<http://www.b2green.gr/el/post/3783/monosi-toichon-exoteriki-i-esoteriki-thermomonosi>

<http://www.thermomonosi-myconstructor.gr/thermomonosi/thermomonosi-toixon>

<https://monosi-fragoulakis.gr/eksoteriki-thermomonosi/thermomonosi-times/>

<http://www.kcg.gr/el/arthra/item/36-2013-12-10-13-00-23>

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak

<http://www.ag-energy.gr>

<http://www.ergotzet.gr/services/energeiaki-anavathmisi>

<https://www.huntheat.com.au/products/radiators/delonghi-radel-steel-panel-radiators/>

<http://users.sch.gr/fantakis/ARTHRA/4.PETRI%20SOMATON.pdf>

<http://www.mixanologos-karystos.gr/articles/65-sygkrish-enallaktikwn-tropwn-thermanshs.html>

<http://www.ag-energy.gr>

<http://users.sch.gr/fantakis/ARTHRA/4.PETRI%20SOMATON.pdf>

http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/%CE%92%CE%BF%CE%AE%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CE%95%CE%BA%CF%80%CF%8C%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82%CE%9C%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B7%CF%82%CE%98%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82_Version14_7-10-2011.pdf

https://www.teelar.gr/images/Epaggelmatika/KENAK/Paradeigma_meleths_Energieia_khs_Apodoshs/Teuxos_analutikwn_Ypologimwn.pdf

<http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/707/neofitou.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://www.4m.gr/support/webhelpapol/methodgen.htm>

https://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/Heat_load_of_buildings.pdf

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/6164/1/02_chapter_6.pdf

Παράρτημα

Πίνακες Τιμών

Πίνακας 13 Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά [πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, σελ. 48-52]

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
				μ	μ
	ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c_p J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά					
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες					
1.1.1. Συμπιεστές λίθοι					
1.1.1.1	2800	2,300	1 000	250	200
1.1.1.2		3,500			
1.1.1.3	2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.4	2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.5	2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000
1.1.1.6	2800	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.7	2000 - 2800	2,200	1 000	1 000	800
1.1.1.8	2800	2,300	1 000	250	200
	2200	1,700	1 000	200	150
	2000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Παρωδίες λίθοι					
1.1.2.1	1800	1,100	1 000	40	25
	1800	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2	2600	2,300	1 000	40	30
1.1.2.3	1500	0,850	1 000	30	20
1.1.2.4	1600	0,550	800	20	15
1.1.2.5	400	0,120	1 000	8	6
1.1.2.6		1,050			
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων διαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.					
1.2.1.	1800	2,000			
1.2.2.	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3.	1700	1,500	1 800		
1.2.4.	400	0,200	1 000		
	900	0,500	1 500		
1.2.5.	1520	0,350	800		
1.2.6.	2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7.		0,190		40	180
1.2.8.	50 - 130	0,070	900	1 - 2	
1.2.9.		0,810			
1.2.10.	1400	0,410			
1.3. Κατεργασμένοι άργιλοι (πηλός)					
1.3.1.	780	0,230	1 000	6	
1.3.2.		0,470			
1.3.3.	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50
1.3.4.	1990	0,800	1 000	10	
1.3.5.	300	0,100	1 500	5	
	660	0,190	1 500	5	
	1400	0,700			
1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών					
1.4.1.	1800	0,870	1 000	15	
1.4.2.	1800	0,870	1 000	25 - 35	
	1900	1,000	1 100	35	
1.4.3.	2000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4.	1400	0,700	1 000	10	
1.4.5.	1200	0,350	900	10	6
	1600	0,800	900	10	6
1.4.6.	250	0,080	1 100	10	
	350	0,100	1 100	10	
	500	0,140	1 100	10	
1.4.7.	1800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8.	2300	0,900		∞	

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα		Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
			ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c _p J/(kg·K)	μ	
						ξηρό	υγρό
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)							
1.5.1. Σκυροδέμα άσπλο ή ελαφρύ σπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	80		
	2000	1,350	1 000	100	80		
	2200	1,650	1 000	120	70		
	υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	130	80	
1.5.2. Σπλισμένο σκυροδέμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου Β120)		1,510					
1.5.3. Σπλισμένο σκυρόδεμα (1% σιδήρος) (≥2% σιδήρος)	2300	2,300	1 000	130	80		
	2400	2,500	1 000	130	80		
1.5.4. Γαρυμφοσκυρόδεμα, γαρυμφοδέμα	1500	0,640				20	
	1700	0,810				25	
	1900	1,100				35	
1.5.5. Κισπρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200				5 - 20	
	600	0,220				5 - 20	
	800	0,280				5 - 20	
	1000	0,350				5 - 20	
	1200	0,460				5 - 20	
1.5.6. Σύμμικτα ελαφροσκυρόδεμα με διαγκυμμένη πολυαιθέρη	200	0,065				11	
	250	0,070				12	
	300	0,080				12	
	350	0,110				22	
1.5.7. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρωμένο με ασβέ	400	0,140	1 000			3	
	500	0,190	1 000			4	
	600	0,230	1 000			4	
	800	0,290	1 000			5	
	1000	0,350	1 000			6	
1.5.8. Περλίτοδεμα (το ειδικό βάρος εξαρτάται από την καθ' όγκον αναλογία τσιμεντού : περλίτη)							
1.5.8.1 Περλίτοδεμα χωρίς τη χρήση αεροσπαιτικού παράγοντα	350	0,130					
	450	0,140					
	500	0,160					
	600	0,200					
1.5.8.2 Περλίτοδεμα με τη χρήση αεροσπαιτικού παράγοντα	350	0,094					
	450	0,110					
	500	0,116					
600	0,140						
1.5.9. Ελαφροβαρείς πλάκες							
1.5.9.1. Πλάκες από κισπρόδεμα	800	0,280				5 - 10	
1.5.9.2. Πλάκες από ελαφρό σκυρόδεμα με ανάμικτα αδρανή	1400	0,580				10 - 25	
1.5.10. Πλάκες μακρού πάχους, σανίδες							
1.5.10.1 Γυφτοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4		
	900	0,250	1 000	10	4		
	1150	0,360	1 000	10			
1.5.10.2 Τιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,28 - 0,32				20 - 30	
1.5.10.3 Ισοπλισμένες τιμεντόπλακες	2000	0,480	1 100	80			
1.6. Λιθοσώματα							
1.6.1. Τεχνητά λίθια	1750	1,300	1 000	50	40		
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών^(*)							
1.7.1. Τοιχοποιία από πλινθόους τιμεντοαδούς βάσης							
1.7.1.1. Τιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ)	1200	0,560	1 000	8 - 10			
	1400	0,700	1 000	8 - 10			
	1600	0,790	1 000	15 - 25			
	1800	0,990	1 000	15 - 25			
	2000	1,100	1 100	15 - 25			
	2200	1,300	1 100	15 - 25			
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τιμεντόλιθοι (ελαφροτιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5			
	500	0,130	1 000	4 - 6			
	600	0,160	1 000	5 - 7			
	700	0,190	1 000	6 - 8			
	800	0,220	1 000	8 - 10			

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής	Ειδική	Συντελεστής		
		θερμικής		θερμο-	αντίστασης	
		αγωγιμότητας		χωρητικότητα	σε διάχυση	
Τιμές	λ	c _p	μ			
σχεδιασμού.	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό		
	ρ					
	kg/m ³					
1.7.1.3. Δάτρητες πλίνθοι από κυμαλωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 000	5 - 10		
	800	0,470	1 000	5 - 10		
	1000	0,650	1 000	5 - 10		
	1200	0,770	1 000	5 - 10		
	1400	0,910	1 000	5 - 10		
	1600	1,000	1 000	5 - 10		
1.7.1.4. Κιτηρόλθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,170	1 000	5 - 10		
	600	0,200	1 000	5 - 10		
	700	0,220	1 000	5 - 10		
	800	0,260	1 000	5 - 10		
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχρηστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 12 mm						
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρως οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25		
	1500	0,600	1 000	10 - 25		
	1700	0,680	1 000	10 - 25		
	1900	0,780	1 000	10 - 25		
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με δάτρητες οπτοπλίνθους	1200 ⁽²⁾	0,450	1 000	5 - 10		
	1500 ⁽²⁾	0,510	1 000	5 - 10		
	1700 ⁽²⁾	0,580	1 000	5 - 10		
	1900 ⁽²⁾	0,640	1 000	5 - 10		
1.7.2.3. Παράδειξ αργιλικός οπτοπλίνθοι (παροχή τούβλα)	940	0,260	1 000	10		
1.7.2.4. Οξυμάζες οπτοπλίνθοι (κλιλικερ)	1800	1,800	900	100		
1.8. Υαλότουβλα	2500	1,400	840	=		
1.9. Κεραμίδια						
1.9.1. Κεραμίδια		0,400				
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επίστασης	2000	1,000	800	40	30	
2. Ξύλα						
2.1. Συμπαγής ξυλεία						
2.1.1. Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικώς	450	0,120	1 600	50	20	
	500	0,130	1 600	50	20	
	700	0,180	1 600	200	50	
2.1.2. Κυνοφόρα (πέικα, έλατο κ.τ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20	
2.1.3. Οξυ	800	0,170	1 600	200	50	
2.1.4. Δρυς (βελανιδιά)	800	0,210	1 600	200	50	
2.1.5. Ξύλινα τμήχα παρκέτου		0,210	1 600			
2.2. Πριόνινα ξύλου						
2.2.1. Μορισανίδες	300	0,100	1 700	50	10	
	600	0,140	1 700	50	15	
	900	0,180	1 700	50	20	
2.2.2. Αντικολλητά φύλλα ξυλείας (κόντρα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50	
	500	0,130	1 600	200	70	
	700	0,170	1 600	220	90	
	1000	0,240	1 600	250	110	
2.2.3. Σκληρές πλάκες κώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	250	0,070	1 700	5	3	
	400	0,100	1 700	10	5	
	600	0,140	1 700	20	12	
	800	0,180	1 700	30	20	
3. Μέταλλα και γυαλί						
3.1. Γυαλί						
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	=	=	
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	=	=	
3.2. Μέταλλα						
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	=	=	
3.2.2. Χάλυβας (σπαύλι)	7 800	50,00	450	=	=	
3.2.3. Ανοξείδωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	=	=	
3.2.4. Χαλκός	8 900	380,00	380	=	=	
3.2.5. Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	=	=	
3.2.6. Μπρούτζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	=	=	
3.2.7. Μόλυβδος	11 300	35,00	130	=	=	
3.2.8. Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	=	=	
3.2.9. Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	=	=	
3.2.10. Φύλλα αλουμινίου των 125 kg/m ² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		=	=	
3.2.11. Φύλλα λαμαρίνας		58,00		=	=	

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής	Ειδική	Συντελεστής		
		θερμικής		θερμο-	αντίστασης	
		αγωγιμότητας.		χωρητικότητα	σε διάχυση	
Τιμές	λ	c _p	μ			
σχεδιασμού.	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό		
ρ	λ	c _p	μ			
kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό		
4. Υλικά υποστρώματων και επιστρώσεων						
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800	
4.2. Υποστρώματα						
4.2.1. Υπόστρωμα από πάχα, πέλμα	120	0,050	1 300	20	15	
4.2.2. Υπόστρωμα από κυπαρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000	
4.2.3. Υπόστρωμα από λινάσπα	200	0,060	1 300	20	15	
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10	
4.2.5. Υαλοβάμμα, υαλόνημα, γεωβάμμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2	
	> 140	0,045	1 030	2	2	
4.2.6. Γεμισμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10	
4.3. Πλακίδια φελλού						
4.3.1. Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150	0,042	1 560	10 - 30		
	> 400	0,065	1 500	40	20	
4.3.2. Πλακίδια φελλού, επλακίδια με ψαθυρή όψη	100 - 150	0,046	1 560	10 - 30		
4.4. Μοκέτα						
	200	0,060	1 300	5	5	
4.5. Καουτσούκ, λάστιχο						
4.5.1. Φυσικό καουτσούκ	910	0,130	1 100	10 000	10 000	
4.5.2. Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0,230	2 140	10 000	10 000	
4.5.3. Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0,240	1 400	200 000	200 000	
4.5.4. Διογκωμένο καουτσούκ (σφύρες, στη γυμναστική, λαιτζ)	60 - 80	0,060	1 500	7 000	7 000	
4.5.5. Σκληρυμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβάνης)	1 200	0,170	1 400	∞	∞	
4.5.6. Μονομέρες αιθυλένιο-προπιλένιο-δένιο (EPDM)	1 150	0,250	1 000	6 000	6 000	
4.5.7. Πολυισοβουπυλένιο	930	0,200	1 100	10 000	10 000	
4.5.8. Πολυσουλφίδα	1 700	0,400	1 000	10 000	10 000	
4.5.9. Βουταδένιο	980	0,250	1 000	100 000	100 000	
4.6. Ασφαλτικά υλικά						
4.6.1. Καθαρή ασφάλτος, μαστή ασφάλτου, πίσσα	1 050	0,170	1 700	50 000	50 000	
4.6.2. Ασφαλτικά μίγματα με αδρανή, ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0,700	1 000	50 000	50 000	
4.6.3. Επίστρωση χτής ασφάλτου	2 300	0,900	920	50 000	50 000	
4.6.4. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0,190	1 000	50 000	50 000	
4.6.5. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0,230	1 000	50 000	50 000	
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο						
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1,050		250		
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250		
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφύδρωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞	
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200				
4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια						
	1 000	0,200	1 000	10 000	10 000	
4.9. Πλάκες πεζοδρομίου						
	2 100	1,500	1 000	100	60	
5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλκόνες						
5.1. Πλαστικά						
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0,200	1 200	5 000	5 000	
5.1.2. Φύλλα πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας)	980	0,500	1 800	100 000	100 000	
	920	0,330	2 200	100 000	100 000	
5.1.3. Φύλλα χλωροαίου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0,170	900	50 000	50 000	
5.1.4. Πολυπροπιλένιο (PP)	910	0,220	1 800	10 000	10 000	
5.1.5. Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0,160	1 300	100 000	100 000	
5.1.6. Ακρυλικά	1 050	0,200	1 500	10 000	10 000	
5.1.7. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0,250	1 000	10 000	10 000	
5.1.8. Πολυακτόνη	1 410	0,300	1 400	100 000	100 000	
5.1.9. Πολυαμίδια	1 150	0,250	1 600	50 000	5 000	
5.1.10. Πολυουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000	
5.1.11. Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60	
5.2. Ρητίνες						
5.2.1. Εποξική (επιθετική) ρητίνη	1 200	0,200	1 400	10 000	10 000	
5.2.2. Φενολική ρητίνη	1 300	0,300	1 700	100 000	100 000	
5.2.3. Πολυαιθετική ρητίνη	1 400	0,190	1 200	10 000	10 000	
5.3. Σιλκόνες						
5.3.1. Καθαρή σιλκόνη	1 200	0,350	1 000	5 000	5 000	
5.3.2. Γέμισμα σιλκόνης	1 450	0,500	1 000	5 000	5 000	
5.3.3. Σιλκονόμοχος αφρός	750	0,120	1 000	10 000	10 000	
5.3.4. Κάκκοι οξειδίου του πυρίτη, πήκτη πυρίτη (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞	

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Εδική θερμο- χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
				ρ kg/m ³	λ W/(m·K)
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ήυαλη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή πηλίου	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάμβακας σε μορφή πλάκων	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πιτροβάμβακας					
6.1.2.1 Πιτροβάμβακας σε μορφή πηλίου	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πιτροβάμβακας σε μορφή πλάκων	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάμβακας					
6.1.3.1 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πηλίου		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλάκων		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.2. Ανόργανα υλικά κυμειωτής δομής					
6.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
6.2.2. Τρίμησα θηρακίτης γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυμειωτής δομής					
6.3.1. Πλάκες (υπόλοιπο με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm)	570	0,150	1 470	2 - 5	
	d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη					
6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους		0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,033 - 0,038	1 500	20 - 100	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη					
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	30-40	0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλαστές κυμειωδείς (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 ⁽¹⁾	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
6.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης					
6.4.1. Πλάκες ή μπλόκς επεξεργασμένου αχυρώ	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0, 050		2	
6.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
6.4.4. Κυτταρίνη (κολλώδης)					
(νυώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
	30 - 80	0,040 - 0,45	1700 - 2100		
6.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
6.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
6.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 - 1300		
7. Αέρια					
7.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1,23	0,025	1 008	1	
7.2. Διοξείδιο του άνθρακα	1,95	0,014	820	1	
7.3. Αργό	1,70	0,017	519	1	
7.4. Κρυστά	3,56	0,009	245	1	
7.5. Ξένο	5,68	0,0054	160	1	
8. Νερό					
8.1. Νερό σε υγρή φάση					
8.1.1. Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	
8.1.2. Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	
8.1.3. Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	
8.2. Νερό σε στερεά φάση					
8.2.1. Πάχος στους -10°C	920	2,300	2 000	—	
8.2.2. Πάχος στους 0°C	900	2,200	2 000	—	
8.2.3. Φρέσκο χόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	100	0,050	2 000	—	
8.2.4. Χόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	200	0,120	2 000	—	
8.2.5. Χόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	300	0,230	2 000	—	
8.2.6. Χόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	500	0,600	2 000	—	

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- (1) Οι τιμολογήσεις που αναγράφονται σ' αυτήν την κατηγορία, εφόσον δεν ορίζεται αλλιώς αναφέρονται στα στοιχεία (λίθους, πλίνθους) και όχι στον τοίχο.
- (2) Η τιμολογήματα αναφέρεται στο υλικό κατασκευής του στοιχείου και όχι σε ολόκληρο το στοιχείο (πλίνθο).
- (3) Η αναγραφόμενη τιμή του λ της πολυουρεθάνης αντιστοιχεί σε πολυουρεθάνη 40 kg/m³. Όμως με την πάροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να πλησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρώδων θερμομονωτικών υλικών αντίστοιχης πυκνότητας.

Θερμομονωτικά υλικά

DUROSOL EXTERNAL 1000X500X60

Το **DUROSOL EXTERNAL** είναι μονωτικό υλικό 3ης γενιάς και υψηλής ποιότητας, το οποίο αποτελεί το βασικό μέρος του ολοκληρωμένου συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης DUROSOL EXTERNAL που παρέχουμε και φέρει σήμανση πιστοποίησης CE σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Παρουσιάζει υψηλότερες θερμομονωτικές και μηχανικές ιδιότητες σε σχέση με τα συνηθισμένα μονωτικά που χρησιμοποιούνται σε συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης (π.χ. EPS 60 ή 80). Ο θερμομονωτικός συντελεστής του είναι $\lambda=0,033\text{W(mk)}$, βάση γερμανικού πιστοποιητικού.

Το μονωτικό υλικό Durosol παρουσιάζει βέλτιστο θερμομονωτικό συντελεστή, καθώς τα θεαματικά θερμομονωτικά του αποτελέσματα βασίζονται στις χιλιάδες μικροκυψέλες σταθερού αέρα ανα ml. Με αυτό τον τρόπο το durosol επιβραδύνει τη μετακίνηση του αέρα και κατ'επέκτασή και της θερμότητας. Το μονωτικό υλικό Durosol λόγω του τρόπου παραγωγής και τον ποιοτικών πρώτων υλών σχηματίζει δεκάδες χιλιάδες περισσότερες μικροκυψέλες σταθερού αέρα ανά ml σε σχέση με τα συμβατικά θερμομονωτικά υλικά. Οι διαστάσεις του συγκεκριμένου είναι **1000X500X60**.



Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Ελάχιστη Πυκνότητα: 28 kg/m³
- Θερμική Αγωγιμότητα στους 10C: 0,033 W/(mk)
- Θερμική Αντίσταση R για 10cm: 2,94m²K/W, 3,44m²hC/kcal
- Θλιπτική τάση σ₁₀: 160
- Καμπτική Αντοχή K_{ra}: 365
- Αντοχή σε εφελκυσμό K_{ra}: 322
- Διατμητική Αντοχή (τ) K_{ra}: 170
- Συντελεστής Ελαστικότητας K_{ra}: 4500
- Συντελεστής Τριβής: 0,5-0,7
- Αντίσταση Υδροπερατότητας (μ): 40-100
- Αντίσταση Υδροαπορρόφηση Σε βύθιση (μέγιστο): έως 1,0
- Αντίδραση στη φωτιά: Αυτοσβεννημενο

Τιμή: 6,90 €/m² ή 8,56 €/m² (με ΦΠΑ)

(<https://www.monotikaylika.gr/>)

DUROSOL Τοιχοποιίας FP 2500X1000X20



Το **DUROSOL Τοιχοποιίας FP** είναι μονωτικό υλικό 3ης γενιάς και υψηλής ποιότητας, το οποίο αποτελεί το βασικό μονωτικό υλικό για μόνωση διπλής τοιχοποιίας και φέρει σήμανση πιστοποίησης CE σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, όπως και όλα τα μονωτικά υλικά Durosol που παράγουμε και είναι πλήρως ελληνικό προϊόν. Παρουσιάζει υψηλότερες θερμομονωτικές και μηχανικές ιδιότητες σε σχέση με τα συνηθισμένα μονωτικά που χρησιμοποιούνται σε συστήματα μόνωσης τοιχοποιίας (π.χ. EPS 60 ή 80). Ο θερμομονωτικός συντελεστής του είναι $\lambda=0,033\text{W(mk)}$, βάση γερμανικού πιστοποιητικού.

Το μονωτικό υλικό Durosol παρουσιάζει βέλτιστο θερμομονωτικό συντελεστή, καθώς τα θεαματικά θερμομονωτικά του αποτελέσματα βασίζονται στις χιλιάδες μικροκυψέλες σταθερού αέρα ανά ml. Με αυτό τον τρόπο το durosol επιβραδύνει τη μετακίνηση του αέρα και κατ' επέκταση και της θερμότητας. Το μονωτικό υλικό Durosol λόγω του τρόπου παραγωγής και τον ποιοτικών πρώτων υλών σχηματίζει δεκάδες χιλιάδες περισσότερες μικροκυψέλες σταθερού αέρα ανά ml σε σχέση με τα συμβατικά θερμομονωτικά υλικά. Οι διαστάσεις του συγκεκριμένου είναι **2500X1000X20**.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Ελάχιστη Πυκνότητα: 28 kg/m³
- Θερμική Αγωγιμότητα στους 10C: 0,033 W/(mk)
- Θερμική Αντίσταση R για 10cm: 2,94m²K/W, 3,44m²hC/kcal
- Θλιπτική τάση σ₁₀: 160
- Καμπτική Αντοχή K_{ρα}: 365
- Αντοχή σε εφελκυσμό K_{ρα}: 322
- Διατμητική Αντοχή (τ) K_{ρα}: 170
- Συντελεστής Ελαστικότητας K_{ρα}: 4500
- Συντελεστής Τριβής: 0,5-0,7
- Αντίσταση Υδροπερατότητας (μ): 40-100
- Αντίσταση Υδροαπορρόφηση Σε βύθιση (μέγιστο): έως 1,0
- Αντίδραση στη φωτιά: Αυτοσβεννημένο

Τιμή: 2,30 €/m² ή 2,85 €/m² (με ΦΠΑ)

[\(https://www.monotikaylika.gr/\)](https://www.monotikaylika.gr/)

DUROSOL Τοιχοποιίας FP 2500X1000X30

- Ελάχιστη Πυκνότητα: 28 kg/m³
- Θερμική Αγωγιμότητα στους 10C: 0,033 W/(mk)
- Θερμική Αντίσταση R για 10cm: 2,94m²K/W, 3,44m²hC/kcal
- Θλιπτική τάση σ₁₀: 160
- Καμπτική Αντοχή K_{ρα}: 365
- Αντοχή σε εφελκυσμό K_{ρα}: 322
- Διατμητική Αντοχή (τ) K_{ρα}: 170
- Συντελεστής Ελαστικότητας K_{ρα}: 4500
- Συντελεστής Τριβής: 0,5-0,7
- Αντίσταση Υδροπερατότητας (μ): 40-100
- Αντίσταση Υδροαπορρόφηση Σε βύθιση (μέγιστο): έως 1,0
- Αντίδραση στη φωτιά: Αυτοσβενημενο

Τιμή: 3,45 €/m² ή 4,28 €/m² (με ΦΠΑ)

[\(https://www.monotikaylika.gr/\)](https://www.monotikaylika.gr/)

Έντυπο θερμαντικών σωμάτων από την κατασκευάστρια εταιρεία

HYDRONIC PANEL RADIATORS

MANUFACTURED BY:



Hydronic panel radiators are not only high performance – elegance, superb finish and design are an integral part of the completed product.

Made using top quality techniques and materials, it guarantees high thermal efficiency and great reliability. Interior design trends change and redefine spaces, but its compact essential shape is always modern and versatile.



**25 YEAR*
WARRANTY**

FINISHES

High gloss white, unique finish both scratch and corrosion resistant.

COLOUR

Standard white - RAL 9016.

MEASUREMENTS

Heights from 300mm to 900mm. Widths from 400mm up to 3000mm.

Available as single, compact, double and triple panels.

CENTRE CONNECTION (OPTIONAL)



TOP GRILLE



HUNT HEATING
The smart choice.

SHOWROOM
11 Fiveways Boulevard
Keysborough
VIC 3173
PHONE 1300 00 1800
FAX (+613) 9798 5133

enquiries@huntheat.com.au

www.huntheat.com.au

Tables based on ΔT 60°C - mean water temperature in radiator of 80°C and room temperature of 20°C.
Radiator outputs to EN442 Standard. - NB: High sizes available for order (not ex stock).

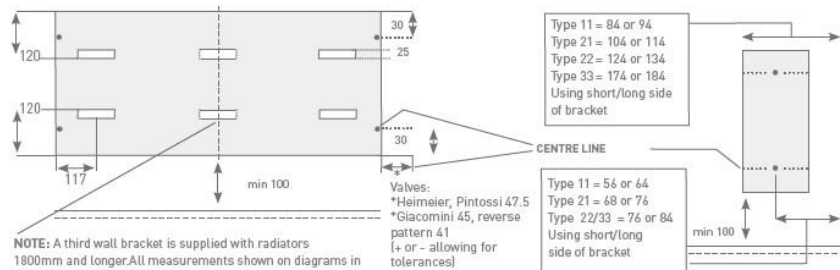
Type 11 Single							
L-mm	H-mm	300	400	500	600	700	900
400	kW	0.286	0.365	0.440	0.513	0.584	0.720
500	kW	0.357	0.456	0.551	0.642	0.730	0.900
600	kW	0.429	0.547	0.661	0.770	0.876	1.080
700	kW	0.500	0.638	0.771	0.898	1.022	1.260
800	kW	0.572	0.730	0.881	1.027	1.168	1.440
900	kW	0.643	0.821	0.991	1.155	1.314	1.620
1000	kW	0.715	0.912	1.101	1.283	1.460	1.800
1100	kW	0.786	1.003	1.211	1.412	1.604	1.980
1200	kW	0.857	1.094	1.321	1.540	1.752	2.160
1400	kW	1.000	1.277	1.541	1.798	2.044	2.520
1600	kW	1.143	1.459	1.762	2.053	2.336	2.880
1800	kW	1.286	1.642	1.982	2.310	2.628	3.240
2000	kW	1.429	1.824	2.202	2.566	2.920	3.600
2300	kW	1.644	2.098	2.532	2.951	3.358	4.139
2600	kW	1.858	2.371	2.863	3.336	3.796	4.679
3000	kW	2.144	2.736	3.303	3.850	4.380	5.397

Type 21 Compact							
L-mm	H-mm	300	400	500	600	700	900
400	kW	0.419	0.525	0.629	0.731	0.832	1.035
500	kW	0.523	0.657	0.786	0.918	1.040	1.294
600	kW	0.628	0.788	0.913	1.096	1.248	1.553
700	kW	0.733	0.919	1.100	1.278	1.456	1.812
800	kW	0.837	1.050	1.257	1.461	1.664	2.071
900	kW	0.942	1.182	1.415	1.644	1.872	2.330
1000	kW	1.046	1.313	1.572	1.828	2.080	2.589
1100	kW	1.151	1.444	1.729	2.009	2.288	2.847
1200	kW	1.256	1.576	1.886	2.192	2.496	3.106
1400	kW	1.465	1.838	2.200	2.557	2.912	3.624
1600	kW	1.674	2.101	2.515	2.922	3.328	4.142
1800	kW	1.884	2.364	2.829	3.287	3.744	4.659
2000	kW	2.093	2.626	3.144	3.653	4.160	5.177
2300	kW	2.407	3.020	3.615	4.200	4.786	5.954
2600	kW	2.721	3.414	4.087	4.748	5.408	6.730
3000	kW	3.139	3.939	4.715	5.479	6.240	7.766

Type 22 Double							
L-mm	H-mm	300	400	500	600	700	900
400	kW	0.505	0.646	0.778	0.901	1.016	1.226
500	kW	0.631	0.807	0.972	1.128	1.271	1.533
600	kW	0.757	0.969	1.166	1.351	1.525	1.839
700	kW	0.883	1.130	1.361	1.576	1.779	2.144
800	kW	1.009	1.292	1.555	1.802	2.033	2.453
900	kW	1.136	1.453	1.750	2.027	2.287	2.759
1000	kW	1.262	1.615	1.944	2.252	2.541	3.066
1100	kW	1.388	1.776	2.139	2.477	2.795	3.372
1200	kW	1.514	1.938	2.333	2.702	3.049	3.679
1400	kW	1.766	2.261	2.722	3.153	3.558	4.292
1600	kW	2.019	2.584	3.111	3.603	4.066	4.905
1800	kW	2.271	2.906	3.499	4.054	4.574	5.518
2000	kW	2.523	3.229	3.888	4.504	5.082	6.131
2300	kW	2.902	3.714	4.472	5.180	5.845	7.051
2600	kW	3.280	4.198	5.055	5.855	6.607	7.971
3000	kW	3.785	4.844	5.832	6.758	7.623	9.197

Type 33 Triple							
L-mm	H-mm	300	400	500	600	700	900
400	kW	0.712	0.907	1.091	1.264	1.425	1.723
500	kW	0.889	1.134	1.363	1.580	1.782	2.153
600	kW	1.067	1.361	1.636	1.895	2.138	2.584
700	kW	1.245	1.587	1.909	2.211	2.495	3.015
800	kW	1.423	1.814	2.181	2.527	2.851	3.445
900	kW	1.601	2.041	2.454	2.843	3.207	3.876
1000	kW	1.779	2.268	2.727	3.159	3.564	4.307
1100	kW	1.957	2.495	2.999	3.475	3.920	4.738
1200	kW	2.135	2.721	3.272	3.791	4.276	5.168
1400	kW	2.491	3.175	3.817	4.423	4.989	6.030
1600	kW	2.846	3.628	4.363	5.055	5.702	6.891
1800	kW	3.202	4.082	4.908	5.686	6.415	7.752
2000	kW	3.558	4.536	5.453	6.318	7.127	8.614
2300	kW	4.092	5.216	6.271	7.266	8.197	9.906
2600	kW	4.625	5.896	7.089	8.214	9.266	11.198
3000	kW	5.337	6.803	8.180	9.477	10.691	12.921

Standard bracket supplied with De Longhi radiators



Instructions for placement of noggins for De Longhi linear vertical radiators.

Suggested size for noggins; 90mm x 40mm framing timber installed vertically to either side of the radiator and set in 116mm from side of radiator. This will ensure you have suitable fixing for brackets.

NOTE: All measurements shown on diagrams in millimeters (not to scale).



DLWB50.02.15.HH

* PLEASE NOTE: Any product installed in areas of high humidity (including bathrooms, changing rooms, etc) are limited to a 12-month product only warranty. Please contact Hunt Heating for terms & conditions

<https://www.huntheat.com.au/assets/Uploads/J10749-vertical-radiators.pdf>