

# Θερμομονωτική Επάρκεια - Θερμογέφυρες

Ενημερωτική Ημερίδα  
Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος  
(ΣΜΗΒΕ)

**Δημήτριος Αναστασέλος**

**Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός**

[jimanas@aix.meng.auth.gr](mailto:jimanas@aix.meng.auth.gr)

## Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης.

Ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε **δύο** στάδια:

1. Έλεγχος θερμικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ.}} \leq U_{\text{max}} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

## Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης.

Ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε δύο στάδια:

2. Έλεγχος θερμικής επάρκειας του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου ( $U_m$ ) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο ( $U_{m, max}$ ), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Θα πρέπει να ισχύει:

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

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

## Βασικές αλλαγές σε σχέση με τον Κ.Θ.Κ.

- Προσθήκη  $\Delta$  κλιματικής ζώνης,
- **Όρια  $U_{\text{δομ.στοιχείων}} \sim 10\%$  πιο αυστηρά,**
- Αναλυτικός υπολογισμός και έλεγχος  $U_{\text{κουφωμάτων}}$
- **Κατάργηση του ελέγχου ανά επίπεδο,**
- Υπολογισμός θερμογεφυρών (φαινομενικά πιο μεγάλα όρια  $U_{m,max}$ ),
- **Αναλυτικός υπολογισμός  $U_{\text{δομ.στοιχείων}}$  σε επαφή με έδαφος,**
- Υποστήριξη ενσωμάτωσης Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων, με εξαίρεση του ελέγχου  $U_{\text{κουφ.}}$  και  $U_i$  (αυτό δεν ισχύει για τα «συστήματα άμεσου κέρδους με νότια ανοίγματα»).



## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Η μεταδιδόμενη θερμική ισχύς κάθετα σε μια επιφάνεια δίνεται από τη σχέση:

$$Q_i = U_i * A_i * (T_i - T_\alpha)$$

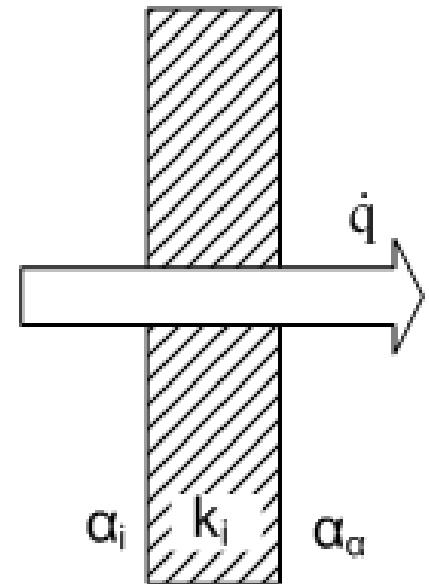
όπου,

$q_i$ : Η μεταδιδόμενη θερμική ισχύς (W)

$A_i$ : το εμβαδόν της επιφάνειας εναλλαγής ( $m^2$ )

$U_i$ : Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου  $i$  ( $W/m^2K$ )

$T_i, T_\alpha \dots$  Οι θερμοκρασίες του αέρα στη θερμή και ψυχρή πλευρά αντίστοιχα



## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

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

$$R = d / \lambda$$

όπου,

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

$d$  [m] : το πάχος της στρώσης,

$\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ] : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης,

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την **αντίσταση θερμοδιαφυγής ( $R_\Lambda$ )** και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_\Lambda = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_j R_j$$

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

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια **περιορίζει** τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου.



## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από την εξίσωση:

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

όπου:

$R_{o\lambda}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] : η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,

$n$  [-] : το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

$R_i$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα

αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

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

όπου:

$U$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

$R_{o\lambda}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] : η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου  $n$  στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

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

όπου:

$U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

$n$  [-] : το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

$d$  [m] : το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,

$\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ] : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,

$R_s$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] : η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,

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

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων:

**Πίνακας 3β.** Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	$R_i$	$R_a$
		W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	(m <sup>2</sup> K)/W	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0,00

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου:

Πίνακας 4α. Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας

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

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

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(mK)}$ :

- εφόσον υπόκεινται σε **υποχρέωση σήμανσης CE**, θα γίνεται χρήση της τιμής του  $\lambda$ , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,
- εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής  $\lambda$  του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.
- για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και  $\lambda > 0,06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνει χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Σημειώνεται ότι για τα κτήρια που ανεγείρονται ή ριζικώς ανακαινίζονται μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. είναι απαραίτητο για την έκδοση του ΠΕΑ, να προσκομισθούν στον ενεργειακό επιθεωρητή ως στοιχεία που διασφαλίζουν την ορθή τήρηση του κανονισμού:

- Η **υπογεγραμμένη** από τους δύο (2) μηχανικούς **ενεργειακή μελέτη** που κατατέθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας.
- Τα **δελτία αποστολής** των **οικοδομικών υλικών** που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο **τύπος** των **υλικών** και να **συνοδεύονται** από τα **απαραίτητα πιστοποιητικά**.
- **Φωτογραφικό υλικό** κατά την φάση κατασκευής στο οποίο θα φαίνεται με ευκρίνεια ο

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη:

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

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

$U_{RU}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οριζόντιας οροφής κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,

$R_u$  [m<sup>2</sup>·K/W] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης,



## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη:

**Πίνακας 5.** Η θερμική αντίσταση που προβάλλει στρώμα αέρα μεταξύ οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής και κεκλιμένης στέγης (πηγή: ISO 6946).

Α/Α	Περιγραφή της οροφής	$R_u$
		(m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμοσκεπή επί τειγίδων και χωρίς ενδιάμεσο σανίδωμα ή στεγανοποιητική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη.	0,06
2	Φυλλοειδής στέγη ή κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια.	0,20
3	Φυλλοειδής στέγη ή κεραμοσκεπή με σανίδωμα ή μεμβράνη κάτω από τα κεραμίδια και με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου ή άλλη χαμηλής εκπομπής επιφάνεια κάτω από τα κεραμίδια.	0,30
4	Στέγη αποτελούμενη από σανίδωμα και μεμβράνη.	0,30

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

– ως να επρόκειτο για **οριζόντια** επιφάνεια οροφής, όταν η κλίση της στέγης είναι  $\psi \leq 30^\circ$  και

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος:

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

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

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του **ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'$** .

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος:

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U'$  όταν πρόκειται για **οριζόντιο δομικό στοιχείο** υπολογίζεται συναρτήσει:

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

ενώ, όταν πρόκειται για **κατακόρυφο δομικό στοιχείο**, υπολογίζεται συναρτήσει:

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

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος:

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

Ως χαρακτηριστικοί

$$B' = 2 \cdot \frac{A}{\Pi} \quad [m]$$

Για κτήριο **πανταχόθεν ελεύθερο** η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτήριο σε επαφή με άλλα **θερμαινόμενα κτήρια** ή με **μη θερμαινόμενο χώρο** η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που **δεν** έρχονται σε επαφή είτε με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα, είτε

# Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

## Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος:

**Πίνακας 9α.** Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος  $U_{FB}' [W/(m^2 \cdot K)]$  πλάκας.

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

Ονομαστικός συντελεστής $U_{FB}$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	z (m)	χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' (m)									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
0,60	0,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	0,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	1,50	0,37	0,32	0,28	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	2,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	2,50	0,34	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	3,00	0,33	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	4,50	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
0,50	0,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	0,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	1,00	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12
	1,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	2,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	3,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	4,50	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
	6,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
	9,00	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

**Πίνακας 9β.** Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{TB}' [W/(m^2 \cdot K)]$  ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{TB} [W/(m^2 \cdot K)]$  που εκτείνεται σε βάθος z [m].

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

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος:

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του σχήματος 1.:

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



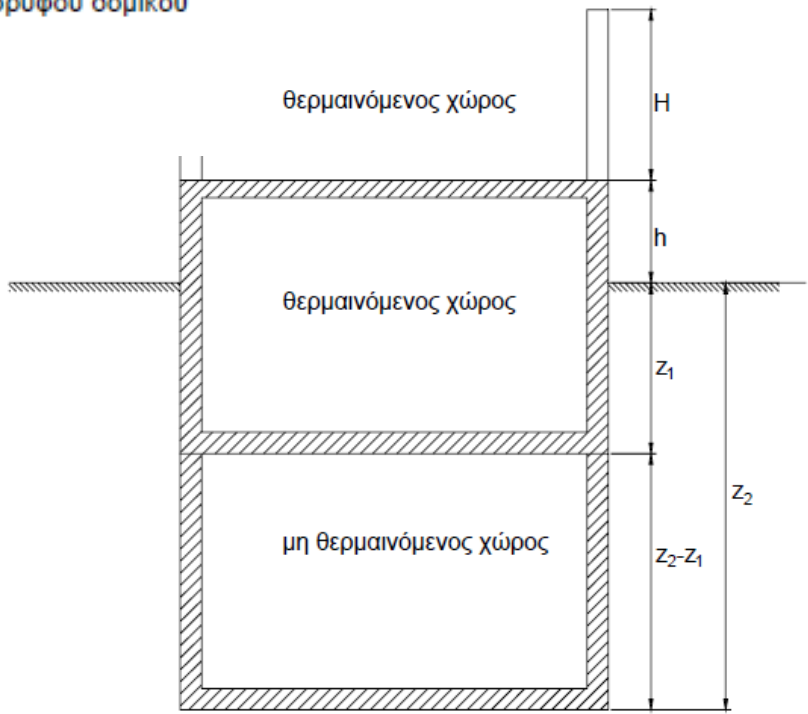
**Σχήμα 1.** Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.

# Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

## Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος:

$$U'_{FB} = \frac{z_2 \cdot U'_{FB,z2} - z_1 \cdot U'_{FB,z1}}{z_2 - z_1} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.6.)$$

- όπου:  $U'_{FB,z1}$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης  $z_1$ ,
- $U'_{FB,z2}$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης  $z_2$ ,
- $z_1$   $[m]$  το βάθος, από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,
- $z_2$   $[m]$  το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.



**Σχήμα 2.** Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους.

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων:

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

- είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επί μέρους

διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου,

- είτε με έναν **ενιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας** που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού που αυτοί

καταλαμβάν

/ τύπο:

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

[W/(m<sup>2</sup>·K)]



## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων:

Τα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων –**εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους**– **δεν ελέγχονται** ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια και δεν υποχρεώνονται να πληρούν τα όρια των μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών  $U$ .

Ειδικότερα, **δεν ελέγχονται** ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια:

- ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης,
- το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου, που θα θεωρείται ως εξωτερική επιφάνεια του κελύφους προς μη θερμαινόμενο χώρο, καθώς το προσαρτημένο θερμοκήπιο λογίζεται ως χώρος που δεν θερμαίνεται.

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων:

Αναλυτικός υπολογισμός του  $U_w$  ενός μονού κουφώματος:

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

όπου  $U_w$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

$U_f$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

$U_g$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού,

διπλού ή περισσότερων φύλλων),

$A_f$  [m<sup>2</sup>] : το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  [m<sup>2</sup>] : το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

$l_g$  [m] : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων:

Αναλυτικός υπολογισμός του  $U_w$  ενός μονού κουφώματος:

**Πίνακας 11.** Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας πλαισίου (πηγή: EN ISO 10077-1).

Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου $U_f$ [ $W/(m^2K)$ ]
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 5cm	2,4
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,0
	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,7
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,5

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων:

Αναλυτικός υπολογισμός του  $U_w$  ενός μονού κουφώματος:

Πίνακας 12. Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων (πηγή: EN ISO 10077-1).

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

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων:

Αναλυτικός υπολογισμός του  $U_w$  ενός μονού κουφώματος:

**Πίνακας 13.** *Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα. (Πηγή: EN ISO 10077-1).*

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

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Ο ΚΕΝΑΚ επιβάλλει **έλεγχο** των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	$U_R$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_T$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πilotές)	$U_{FA}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	$U_{TU}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	$U_{TB}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	$U_{FU}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	$U_{FB}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	$U_W$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	$U_{GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

Ο ΚΕΝΑΚ επιβάλλει **έλεγχο** των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτιρίου.

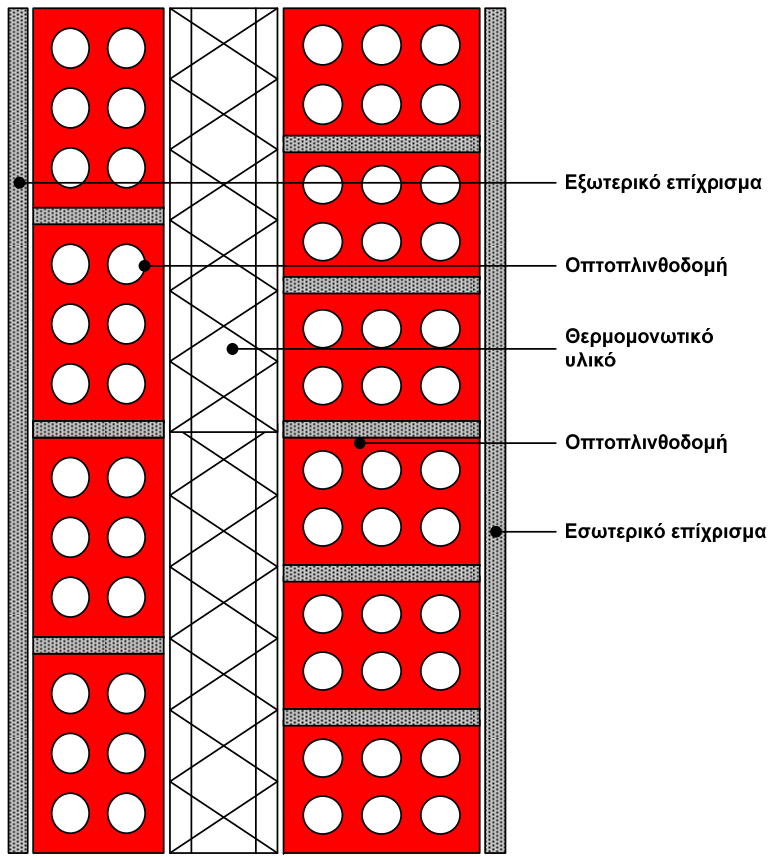
Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

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

Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$

**ΔΙΚΕΛΥΦΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ**

Δομικό στοιχείο	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Εξωτερικός αέρας			0.04
Εξωτερικό επίχρισμα	0.025	0.87	0.03
Τούβλο	0.09	0.45	0.20
Θερμομονωτικό υλικό	<b>0.06</b>	0.035	1.71
Τούβλο	0.12	0.45	0.27
Εσωτερικό επίχρισμα	0.025	0.87	0.03
Εσωτερικός αέρας			0.13
		$R_{ολ} =$	2.41
		$U = 1 / R_{ολ} =$	<b>0.42</b>



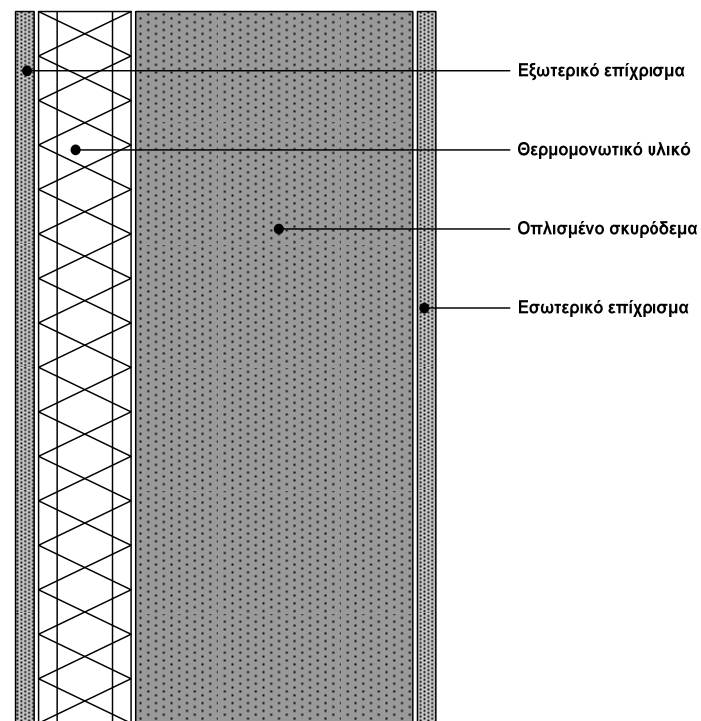
Όριο για Γ' Κλιματική ζώνη: **0.45 W/m<sup>2</sup>K**



## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Δομικό στοιχείο	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Εξωτερικός αέρας			0.04
Εξωτερικό επίχρισμα	0.025	0.87	0.03
Θερμομονωτικό υλικό	<b>0.08</b>	0.038	2.11
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.25	2.50	0.10
Εσωτερικό επίχρισμα	0.025	0.87	0.03
Εσωτερικός αέρας			0.13
		$R_{ολ} =$	2.43
		$U = 1 / R_{ολ} =$	<b>0.41</b>

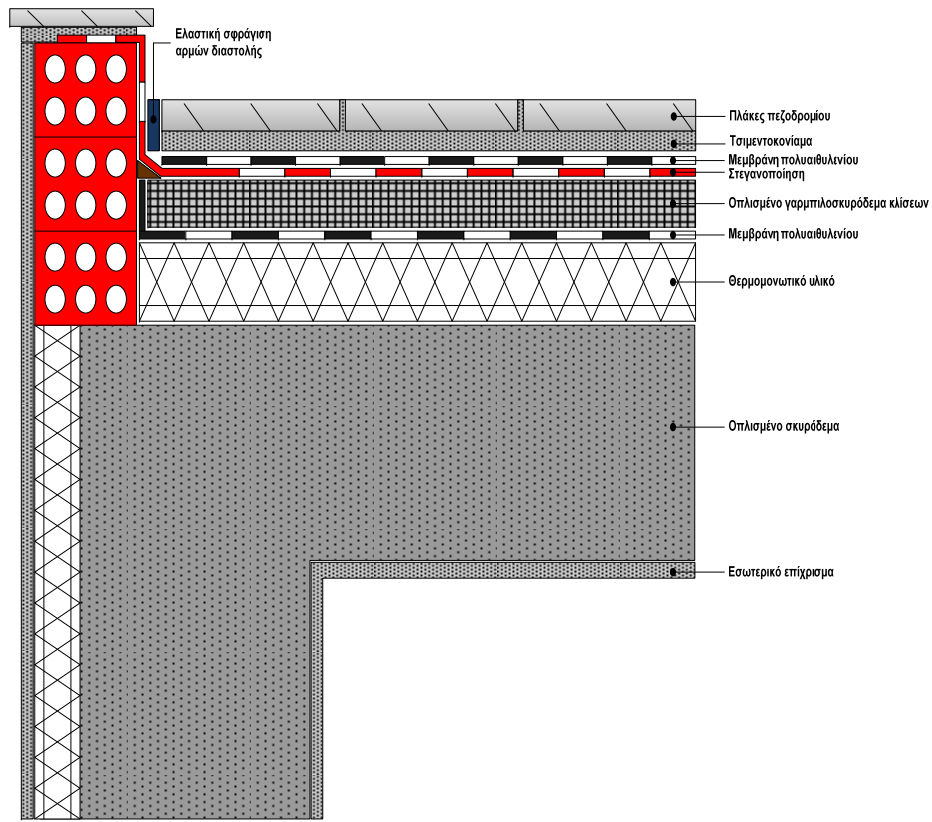


Όριο για Γ' Κλιματική ζώνη: **0.45 W/m<sup>2</sup>K**

# Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

## ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΔΩΜΑ

Δομικό στοιχείο	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Εξωτερικός αέρας			0.04
Πλάκες πεζοδρομίου	0.04	1.05	0.04
Τσιμεντοκονίαμα	0.02	1.40	0.01
Στεγανοποίηση	0.001	1.76	0.00
Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0.08	0.64	0.13
Θερμομονωτικό υλικό	<b>0.09</b>	0.038	2.37
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.15	2.50	0.06
Επίχρισμα	0.025	0.87	0.03
Εσωτερικός αέρας			0.10
		$R_{ολ} =$	2.80
		$U = 1 / R_{ολ} =$	<b>0.36</b>

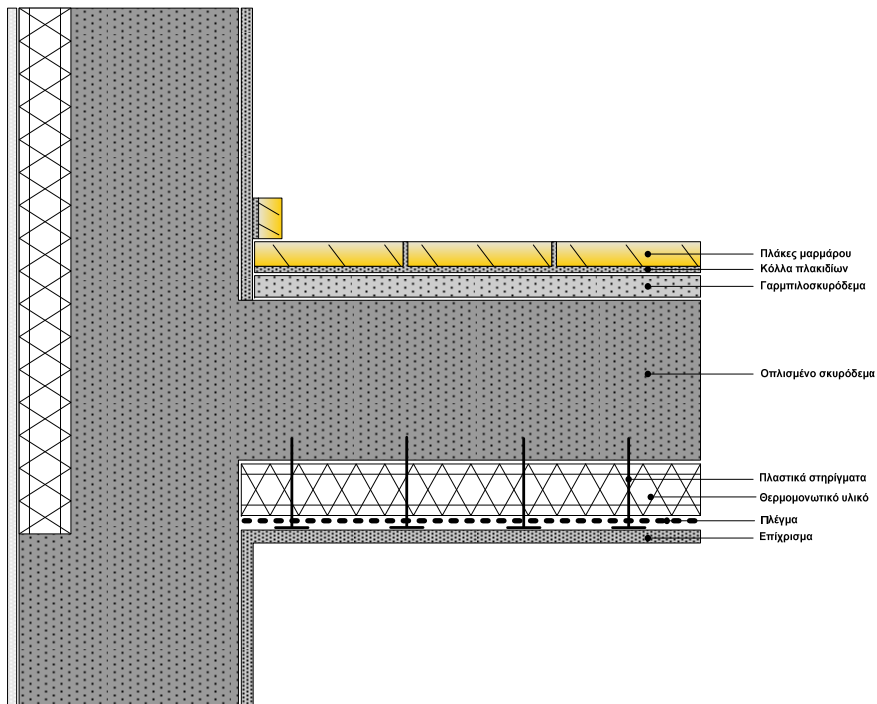


Όριο για Γ' Κλιματική ζώνη: **0.40 W/m<sup>2</sup>K**

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΡΙΛΟΤΙΣ

Δομικό στοιχείο	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Εξωτερικός αέρας			0.04
Επίχρισμα	0.025	0.87	0.03
Θερμομονωτικό υλικό	<b>0.09</b>	0.038	2.37
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.15	2.50	0.06
Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0.04	0.64	0.06
Κόλλα	0.004	0.72	0.01
Πλάκες μαρμάρου	0.01	1.05	0.01
Εσωτερικός αέρας			0.17
		$R_{\sigma\lambda} =$	2.74
		$U = 1 / R_{\sigma\lambda} =$	<b>0.36</b>

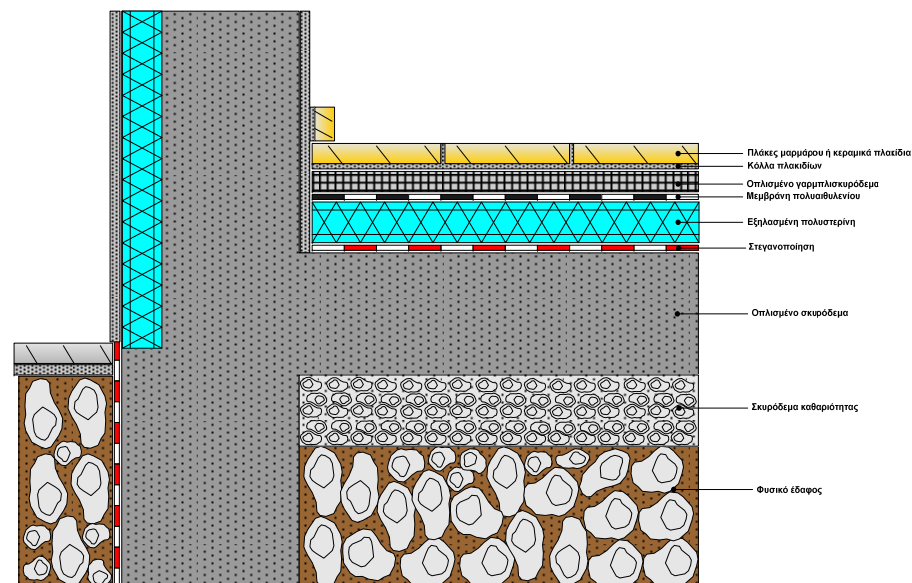


Όριο για Γ' Κλιματική ζώνη: **0.40 W/m<sup>2</sup>K**

## Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

### ΔΑΠΕΔΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΔΑΦΟΣ

Δομικό στοιχείο	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Εξωτερικός αέρας			0.00
Σκύρα	0.10	1.40	0.07
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.15	2.50	0.06
Στεγανοποίηση	0.004	0.17	0.02
Θερμομονωτικό υλικό Μεμβράνη πολυαιθυλενίου	<b>0.04</b>	0.036	1.11
Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0.06	0.64	0.09
Κόλλα	0.004	0.72	0.01
Πλάκες μαρμάρου	0.02	3.49	0.01
Εσωτερικός αέρας			0.17
		$R_{\sigma\lambda} =$	1.54
		$U = 1 / R_{\sigma\lambda} =$	<b>0.66</b>

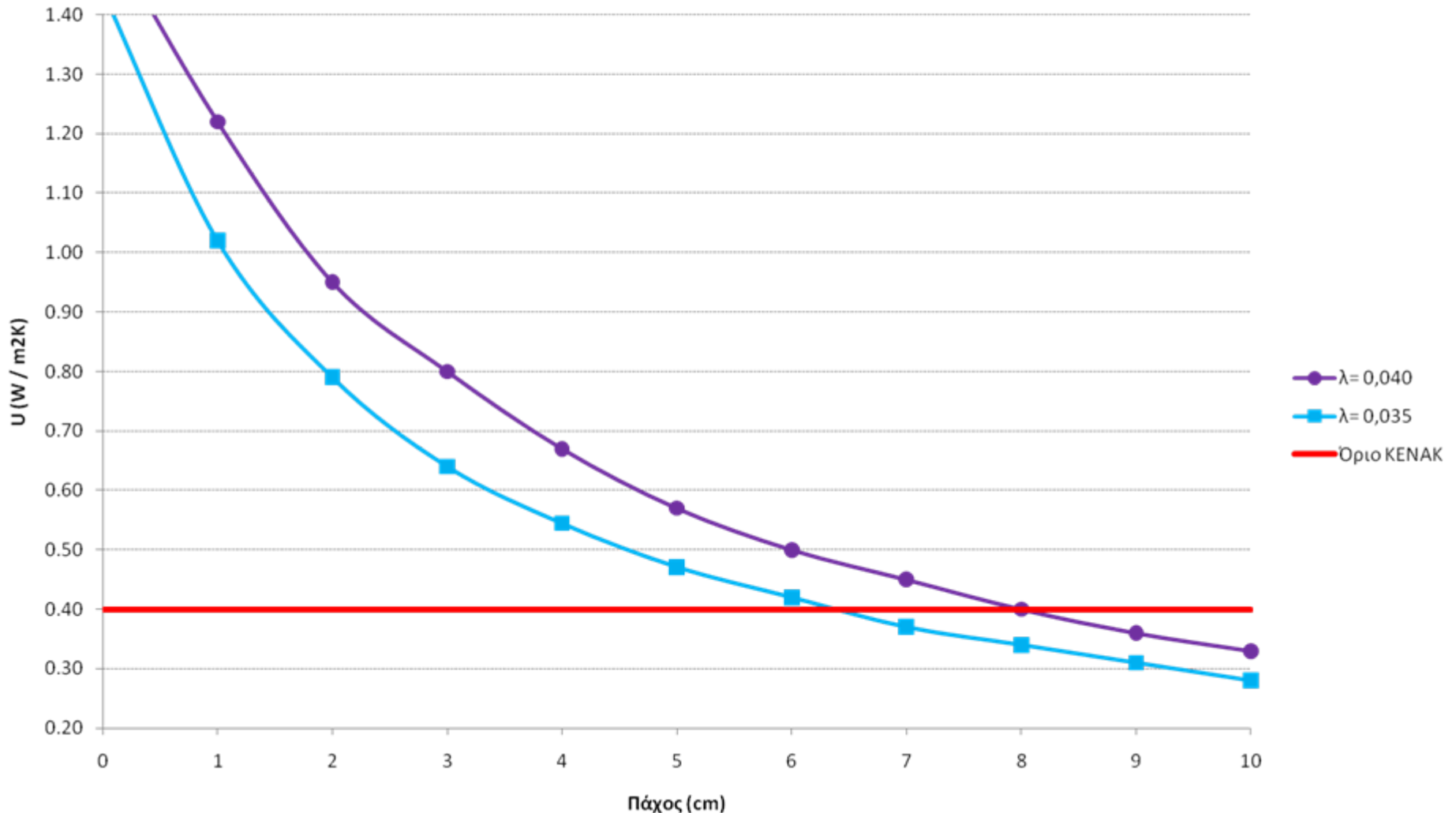


Όριο για Γ' Κλιματική ζώνη: **0.75 W/m<sup>2</sup>K**

# Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

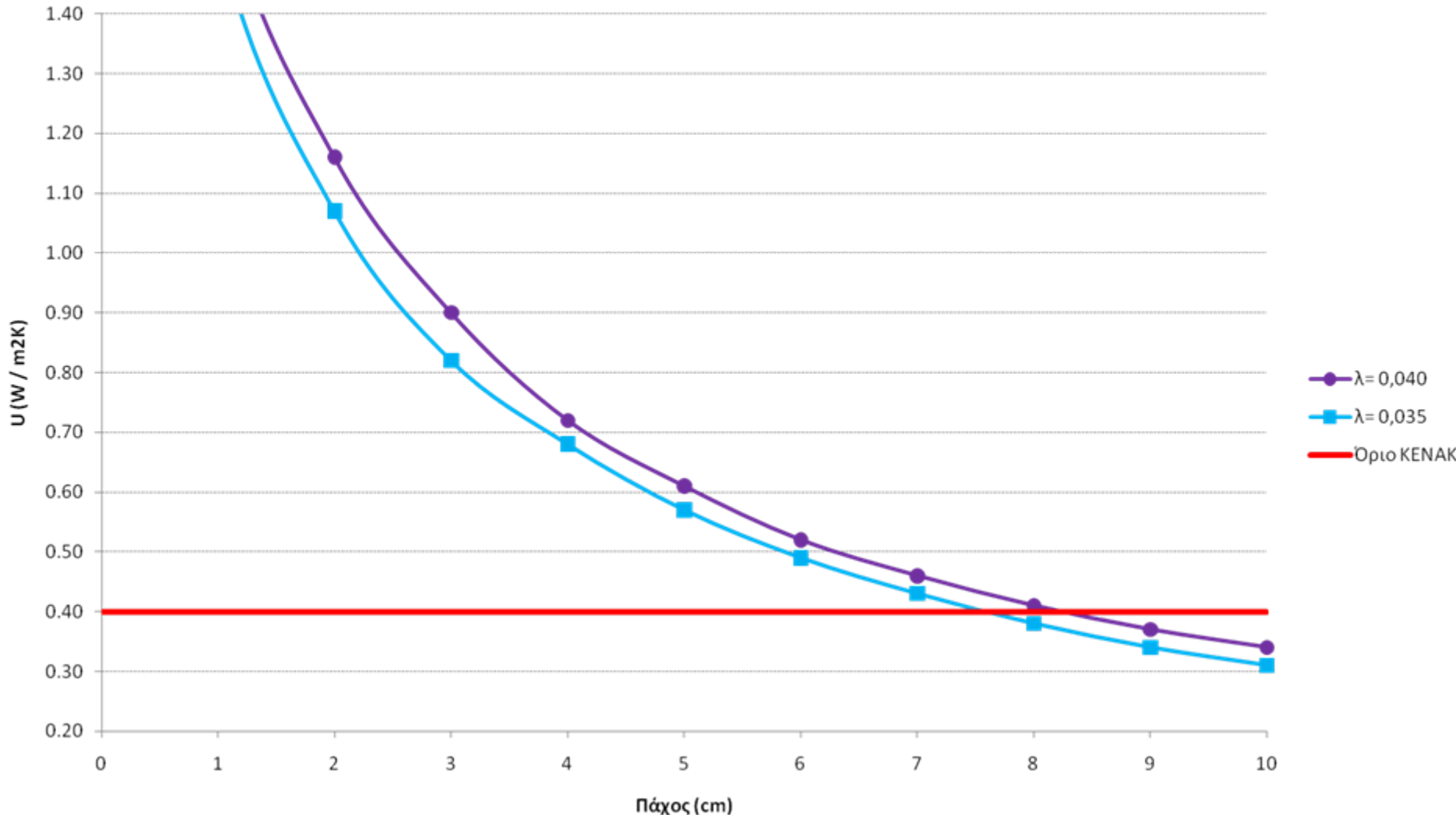
## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ $U_i$

Δικέλυφη τοιχοποιία



# Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ $U_i$ Στοιχεία σκυροδέματος



# Αρχές υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΑΧΟΥΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ $U_i$ Συμβατικό δώμα

