



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ
& ΦΥΣΙΚΗΣ
ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΠΕΜΠΤΗ 18
ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2010

ΟΡΓΑΝΩΣΗ:
Τ.Ε.Ε./ΤΜΗΜΑ ΔΥΤ.
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Κ.Εν.Α.Κ.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων
στο πλαίσιο του νέου ενεργειακού κανονισμού

Η ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

Δημήτρης Αραβαντινός

αναπληρωτής καθηγητής

Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ & ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Α.Π.Θ.

ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ

Ο ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΥ 1979

Νέες κατασκευές

Προσθήκες

Υφισταμενα κτίρια



Υποχρεωτική
η μελέτη
θερμομόνωσης



Υποχρεωτική
η μελέτη
θερμομόνωσης

Καμία
υποχρέωση
θερμομόνωσης

Σύμφωνα
με την
ευρωπαϊκή
οδηγία
2002/91/ΕΚ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.Εν.Α.Κ.)

Νέες κατασκευές
και προσθήκες

Ριζικές ανακαινίσεις
κτιρίων

Υφιστάμενα κτίρια
άνω των 50 m²



Μελέτη
ενεργειακής
απόδοσης



Μελέτη
ενεργειακής
απόδοσης



Βελτίωση
ενεργειακής
συμπεριφοράς



Κάθε κτίριο αποκτά πιστοποιητικό
ενεργειακής απόδοσης ανώτατης
διάρκειας 10 ετών

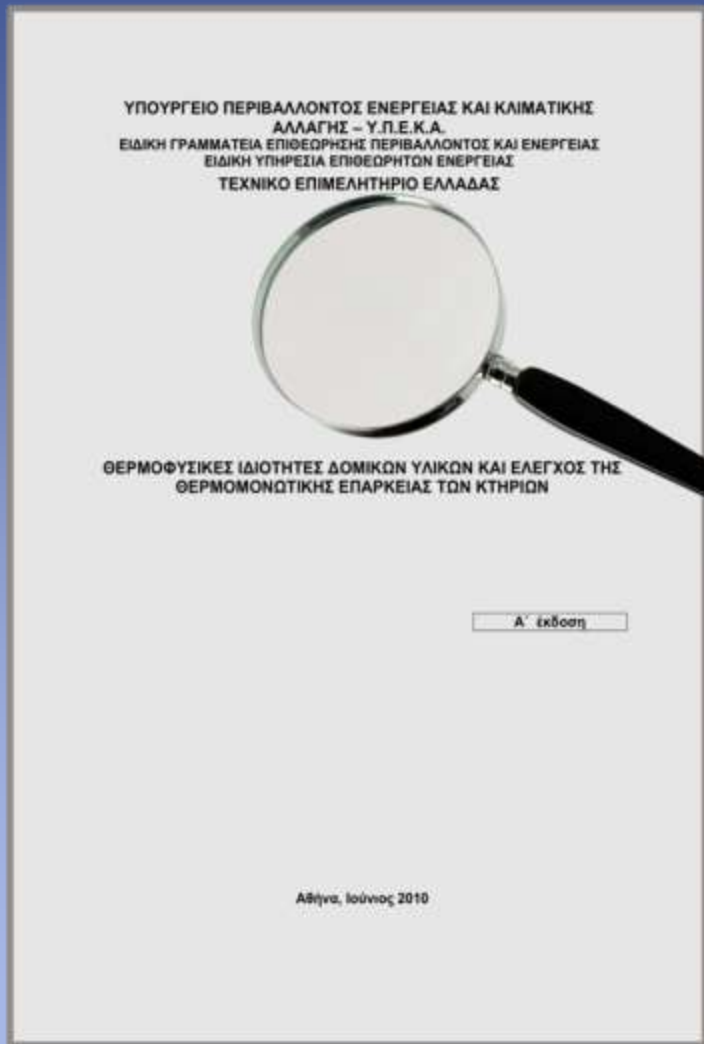


Η ενεργειακή απόδοση
υπεισέρχεται στις πωλήσεις
και στις μισθώσεις κτιρίων

Ο ενεργειακός
διαχειριστής



ΟΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ε. ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΤΟΝ Κ.Εν.Α.Κ.



T.O.T.E.E. 20701-1/2010

Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.



T.O.T.E.E. 20701-2/2010

Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων.



T.O.T.E.E. 20701-3/2010

Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.



T.O.T.E.E. 20701-4/2010

Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

ΟΙ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΕΠΙΚΡΑΤΕΙΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Κ.Εν.Α.Κ.



Οι περιοχές σε υψόμετρο άνω των 500 m εντάσσονται στην αμέσως επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη

Στην κλιματική ζώνη Δ' όλες οι περιοχές, ανεξαρτήτως υψομέτρου, υπάγονται στη Δ'

Διαχωρισμός των ζωνών βάσει των βαθμομερών θέρμανσης

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ Κ.Εν.Α.Κ.

		Κ.Θ.Κ.	Κ.Εν.Α.Κ.	
✓	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας υλικών	λ	λ	$W/(m \cdot K)$
✓	Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου	k	U	$W/(m^2 \cdot K)$
✓	Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	Εσωτερικά	R_i	$m^2 \cdot K/W$
		Εξωτερικά	R_a	$m^2 \cdot K/W$
✓	Εμβαδό (επιφάνεια δομικού στοιχείου)	F	A	m^2
✓	Συντελεστής θερμοδιαφυγής	Λ	—	$W/(m^2 \cdot K)$
✓	Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας	—	Ψ	$W/(m \cdot K)$

Παραδοχές:

- ▶ Μονοδιάστατη ροή θερμότητας: $Q = A \times U \times \Delta\theta$
- ▶ Μετάδοση θερμότητας κάθετα προς το δομικό στοιχείο
- ▶ Ανεπηρέαστη η ροή από άλλες πηγές θερμότητας
- ▶ Φυσικές ιδιότητες των υλικών ανεξάρτητες από τη θερμοκρασία
- ▶ Υλικά ομογενή και ισότροπα και σε τέλεια θερμική επαφή

Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Οι τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που δίνει ο Κ.Ε.Ν.Α.Κ. είναι ενδεικτικές.

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντιστάσης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά.

Δομικό υλικό	Περιοχή	Συντελεστής	Ειδική	Συντελεστής	
		θερμικής αγωγιμότητας, Τιμές σχεδιασμού, λ		θερμοχωρητικότητα, c_p	αντιστάσης σε διάχυση υδρατμών, μ
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	εγνό	εγνό
6. Οργανογενή υλικά					
6.1. Ίνωση ενόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάθινια					
6.1.1.1 Υαλοβάθινια σε μορφή πεπλεγμένας	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάθινια σε μορφή θηλαίων	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πετροβάθινια					
6.1.2.1 Πετροβάθινια σε μορφή πεπλεγμένας	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πετροβάθινια σε μορφή θηλαίων	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάθινια					
6.1.3.1 Ορυκτοβάθινια σε μορφή πεπλεγμένας		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάθινια σε μορφή θηλαίων		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.2. Ανόργανα υλικά κεραμικής δομής					
6.2.1. Ααρούδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,062	1 000	100 000 - 190 000	
6.2.2. Τριμίλια θηλαϊκής γυαλί	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
6.3. Στερεά οργανικά υλικά κεραμικής δομής					
6.3.1. Πλάκες φύλακων με ανόργανο συνδετικό $d = 25$ mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φύλλα $d = 25$ mm	380 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φύλλα					
6.3.2.1 Φύλλα θηλαϊκά από φελό	> 400	0,065	1 500	40 - 20	
6.3.2.2 Φύλλα και θηλαϊκά από φελό	100 - 150	0,042 - 0,048	1 580	10 - 30	
6.3.3. Δομημένη πολυστερίνη					
6.3.3.1 Δομημένη πολυστερίνη σε κόμβους	12 - 35	0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Δομημένη πολυστερίνη σε θήλας		0,033 - 0,038	1 500	20 - 100	
6.3.3.3 Δομημένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε θήλας		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Ααρούδες εγγραμμένη πολυστερίνη					
6.3.4.1 Ααρούδες εγγραμμένη πολυστερίνη σε θήλας	30-40	0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Ααρούδες εγγραμμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε θήλας		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυμερή με κλαστικές κλωρίδες (σε σφρό ή θήλας)					
6.3.5.1 Πολυμερή με κλαστικές κλωρίδες (σε σφρό ή θήλας)	30 - 80	0,023 - 0,030	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικά σφρό					
6.3.6.1 Φαινολικά σφρό	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50 - 50	
6.4. Υλικά φυσικής και ζωικής προέλευσης					
6.4.1. Πλάκες ή μπλέτες πεπεσμένου ξύρου	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης					
6.4.3. Πλάκες από καλάμι					
6.4.4. Ψυλακίνη (καλλιέργεια ονύδης)					
6.4.5. Λύπη					
6.4.6. Ραφίν					
6.4.7. Βελόνι θαλάσσιο					



Όταν τα υλικά υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης **CE**, θα γίνεται χρήση της τιμής του λ που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης.



Όταν τα υλικά δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης **CE**, θα γίνεται χρήση της τιμής λ του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα ή εργαστηρίου.

Στο φάκελο της ενεργειακής μελέτης συνυποβάλλονται τα πιστοποιητικά που βεβαιώνουν την τιμή λ των χρησιμοποιούμενων θερμομονωτικών υλικών.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

Βασική
σχέση

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

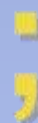
ή

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

- ✓ Επιλογή των θερμομονωτικών υλικών και των τιμών του συντελεστή λ
- ✓ Επιλογή των τιμών R_i και R_a από πίνακες βάσει της θέσης του δομικού στοιχείου
- ✓ Επιλογή της τιμής R_s , εφόσον υπάρχει στρώση αέρα στη διατομή του δομικού στοιχείου
- ✓ Στην επιλογή της τιμής R_s λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη **θερμοανακλαστικής** μόνωσης

Πρέπει $U \leq U_{\max}$, επιτρ.

Αν η συνθήκη
δεν
ικανοποιείται



Αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης του δομικού στοιχείου

Αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο με καλύτερη τιμή λ

ΟΙ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Δομικό στοιχείο	Σύμβ.	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A'	B'	Γ'	Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _{RA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _{TA}	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Οροφή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	U _{RU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτ. 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
Κουφώματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κτλ.)	U _w	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U _{gf}	2,20	2,00	1,80	1,80

Κ. Θ.Κ. k [W/(m ² ·K)]
Κλιματική ζώνη
A', B', Γ'
0,5
0,7
0,5
A'=3,0, B'=1,9, Γ'=0,7
A'=3,0, B'=1,9, Γ'=0,7
A'=3,0, B'=1,9, Γ'=0,7
A'=3,0, B'=1,9, Γ'=0,7
A'=3,0, B'=1,9, Γ'=0,7
Από πίνακα
Από πίνακα

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΟΥ ΕΡΧΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Χρήση **ισοδύναμου** συντελεστή **U'** με επιλογή από πίνακες βάσει της **ονομαστικής** τιμής **U**

Βήματα υπολογισμού

Για κατακόρυφο δομικό στοιχείο

- ✓ Εύρεση του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου
- ✓ Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας του δομικού στοιχείου βάσει της σχέσης $U \leq U_{\max, \text{ επιτρ.}}$
- ✓ Επιλογή από πίνακα του ισοδύναμου **U'** βάσει του βάθους z του δομικού στοιχείου στο έδαφος

Για οριζόντιο δομικό στοιχείο

- ✓ Εύρεση του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U του δομικού στοιχείου
- ✓ Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας του δομικού στοιχείου βάσει της σχέσης $U \leq U_{\max, \text{ επιτρ.}}$
- ✓ Υπολογισμός της «**χαρακτηριστικής διάστασης**» της πλάκας: $B' = 2 \cdot A / \Pi$ (Π = περίμετρος της πλάκας)
- ✓ Επιλογή από πίνακα του ισοδύναμου **U'** βάσει του B' και του βάθους z εντός του εδάφους

Η τιμή του **U'** είναι αυτή που θα υπεισέλθει στη σχέση για τον υπολογισμό του **U_m**

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑΣ

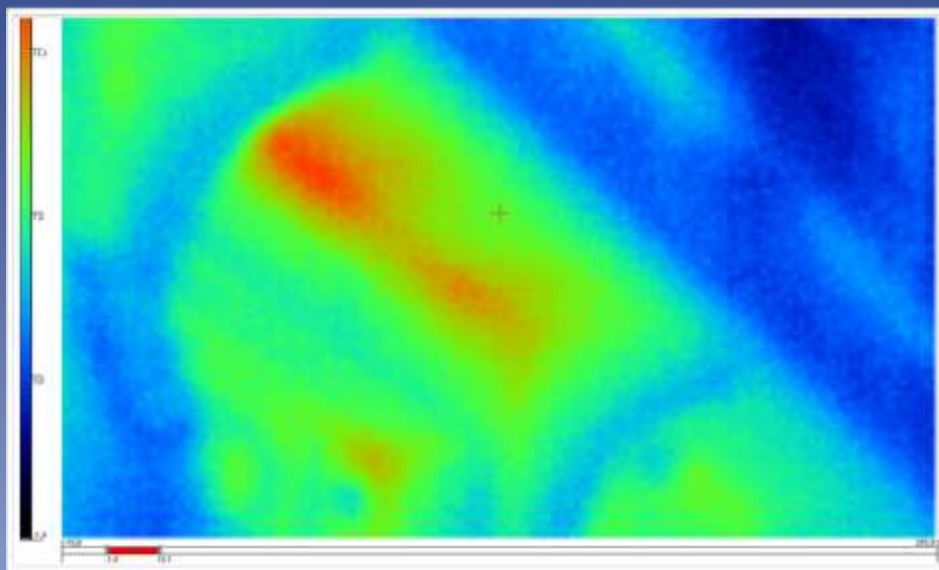
ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ

Ως **θερμογέφυρα** ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος.



Στη θέση της θερμογέφυρας η θερμική ροή είναι αυξημένη.

ΑΙΤΙΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ



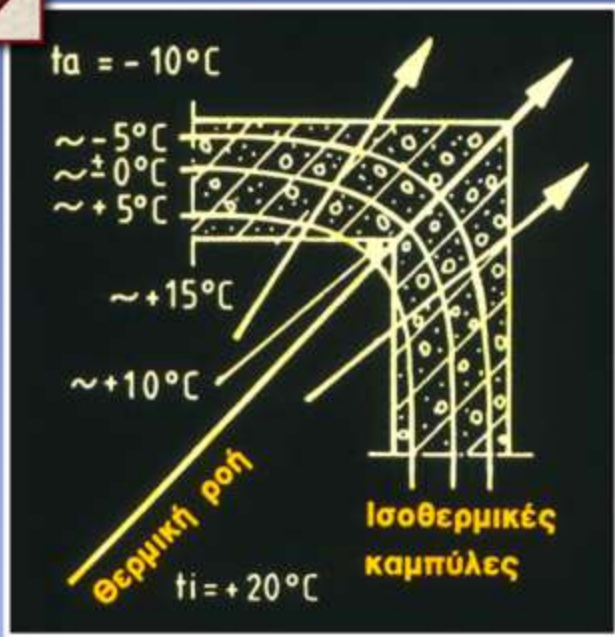
Τη δημιουργία θερμογέφυρας μπορεί να προκαλέσουν:

- Κατασκευαστικές αδυναμίες
- Κακοτεχνίες
- Αστοχίες υλικών ή κατασκευής
- Αμέλεια και παραλείψεις
- Άγνοια
- Φθορές οφειλόμενες στο χρόνο
- Η γεωμετρία του κτιρίου

Η ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

Στη θέση της θερμογέφυρας το δομικό στοιχείο εμφανίζει περιορισμένη θερμική προστασία

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ



Αύξηση των **θερμικών απωλειών**

Πτώση της **επιφανειακής θερμοκρασίας**

Μείωση του αισθήματος **θερμικής άνεσης**

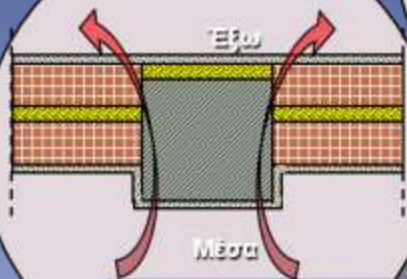
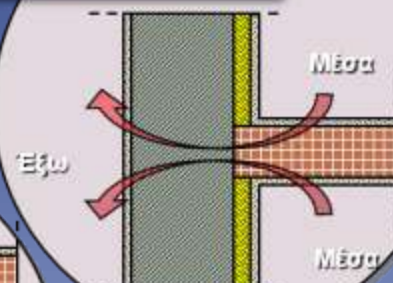
Εκδήλωση του **φαινομένου συμπύκνωσης**

ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

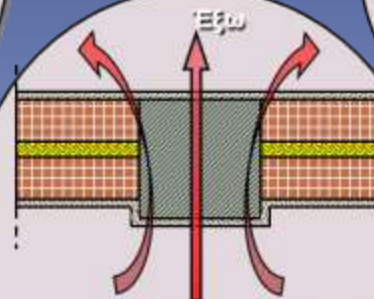
Δυσχερούς ή πρακτικά αδύνατης θερμομονωτικής προστασίας.



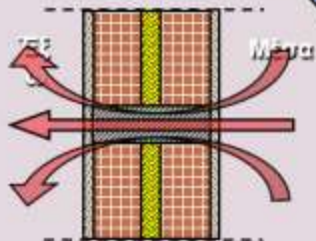
Συνάντησης δύο κάθετων μεταξύ τους δομικών στοιχείων.



Αλλαγής σύνθεσης των υλικών σε φαινομενικά ενιαίο δομικό στοιχείο.

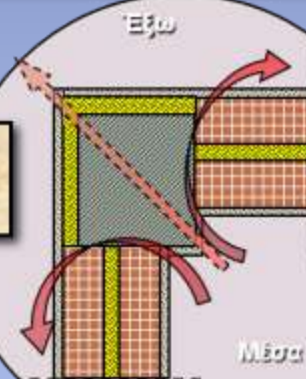


Απουσίας θερμομονωτικής στρώσης ή μείωσης του πάχους της.



Διέδρων ή τριέδρων εξωτερικών γωνιών του περιβλήματος.

Διακοπής της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο τύπους:

▶ Γραμμικές θερμογέφυρες

Ορίζονται από το γινόμενο: $\Psi \cdot l$ W/K

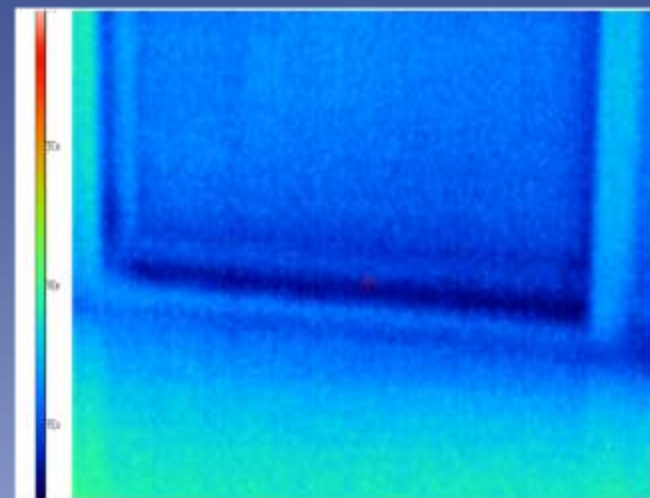
όπου:

Ψ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας [W/(m·K)]

l το μήκος της θερμογέφυρας [m]

▶ Σημειακές θερμογέφυρες

Θεωρούνται πρακτικά αμελητέες και δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΤΟΥΣ

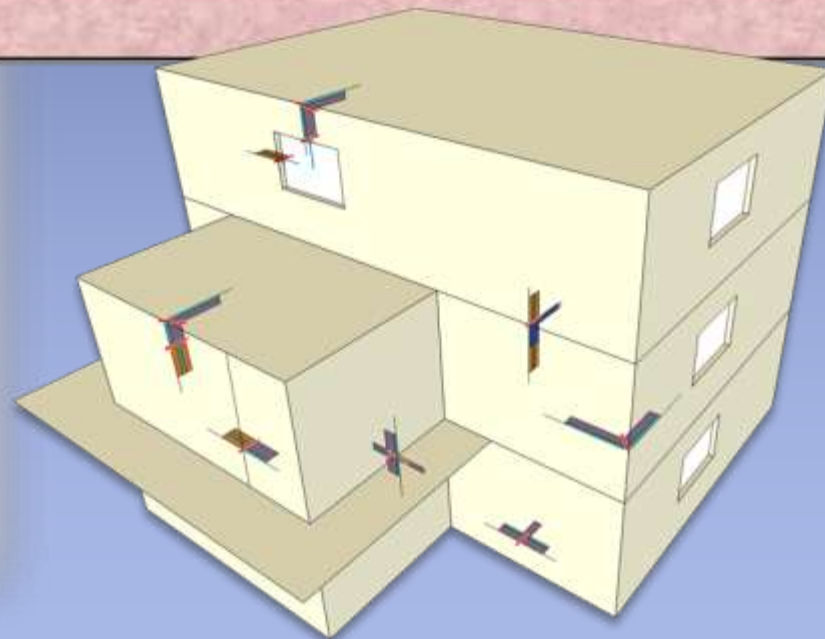
Για την ευκολία υπολογισμού, ανάλογα με τη θέση εμφάνισής τους στο κτίριο, διαχωρίζονται σε:

- ✓ **κατακόρυφες θερμογέφυρες** ▶ Στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων
Εντοπίζονται στις κατόψεις του κτιρίου
- ✓ **οριζόντιες θερμογέφυρες** ▶ Στη συναρμογή οριζόντιων δομικών στοιχείων με κατακόρυφα
Εντοπίζονται στις τομές του κτιρίου
- ✓ **θερμογέφυρες κουφωμάτων** ▶ Στη συναρμογή των κουφωμάτων με συμπαγή δομικά στοιχεία
Το μήκος τους είναι η περίμετρος των ανοιγμάτων

Οι τιμές των Ψ δίνονται από πίνακες

Πίνακας 15. Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ θερμογεφυρών. Απλοποιητική μέθοδος.

1. Εξωτερικές γωνίες		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,10
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,30
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,25
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και ταχυπαοίλες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,15
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,05
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,65
2. Εσωτερικές γωνίες		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,05
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,25
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,75
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και ταχυπαοίλες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,15



ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ)

Ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή U_w για κάθε ζώνη

Για τον ορισμό της τιμής του U_w ο κανονισμός παρέχει δύο δυνατότητες:



Εύρεση της τιμής του U_w
με αναλυτικό υπολογισμό



Αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής
που παρέχει ο κατασκευαστής

Χρήση της σχέσης:

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

Τότε θα πρέπει να συνυποβληθεί στη μελέτη και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών για σήμανση CE που έχει ο κατασκευαστής του κουφώματος.

Και στις δύο περιπτώσεις θα πρέπει να ισχύει: $U_w \leq U_{max, επιτρ.}$

Αν η τιμή U_g του υαλοπίνακα
δεν ληφθεί απευθείας από πίνακα,
υπολογίζεται από τη σχέση:

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

Σε περίπτωση κουφώματος
που περιλαμβάνει και αδιαφανές
πέτασμα χρησιμοποιείται η σχέση:

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

Ψ [W/(m²·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη θέση της θερμογέφυρας

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Προσδιορισμός του θεωρούμενου ως θερμαινόμενου όγκου του κτιρίου

Οι κοινόχρηστοι διάδρομοι και το κλιμακοστάσιο με την απώληξή του στο δώμα και στο υπόγειο μπορούν συμβατικά να θεωρηθούν:

▶ είτε ως θερμαινόμενοι

▶ είτε ως μη θερμαινόμενοι

Υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων

Υπολογισμός των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών.

Υπολογισμός του όγκου του κτιρίου

Στον όγκο δεν συμπεριλαμβάνονται:

▶ Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πυλωτή.

▶ Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν είναι θερμαινόμενοι.

▶ Οι χώροι των αποθηκών, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι.

▶ Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου, που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα.

▶ Ο μη κατοικήσιμος χώρος που διαμορφώνεται μεταξύ στέγης και οροφής.

▶ Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.

ΟΙ ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U_m ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Κατά τη σύνταξη της ενεργειακής μελέτης το κτίσμα λαμβάνεται ως πανταχόθεν ελεύθερο

Λόγος A / V [m ⁻¹]	Συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{m, \text{ επιτρ. }} [W/(m^2 \cdot K)]$			
	Κλιματική ζώνη			
	A'	B'	Γ'	Δ'
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,2	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,96	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Άθροισμα
συντελεστών
μεταφοράς
θερμότητας

Άθροισμα
θερμογεφυρών

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

Περιμετρική
επιφάνεια
κτιρίου

Πρέπει $U_m \leq U_{m, \text{ επιτρ. }}$

$\Psi [W/(m \cdot K)]$ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη θέση της θερμογέφυρας

ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U_m ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ


Πρέπει $U_m \leq U_{m, \text{ επιτρ.}}$

Αν η παραπάνω συνθήκη δεν ικανοποιείται:

Βελτίωση των θερμοτεχνικών χαρακτηριστικών των επί μέρους δομικών στοιχείων...

Για παράδειγμα:

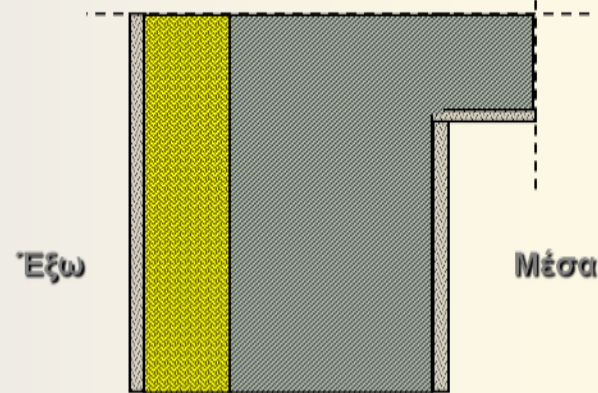
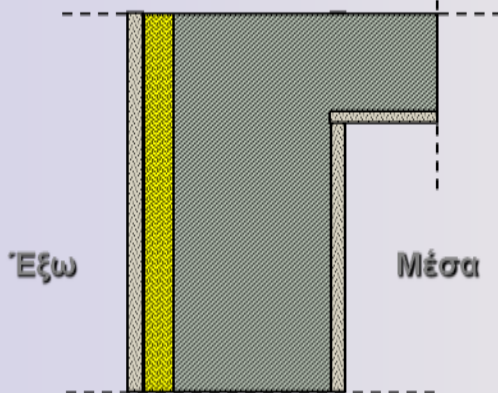
- ▶ Αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων.
- ▶ Βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων.
- ▶ Μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων.

... και ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή 

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΕ ΔΟΚΑΡΙ Ο/Σ 25 cm

λ θερμ. υλικού	Πάχος κατά Κ.Θ.Κ.	Πάχος θερμομόνωσης σύμφωνα με Κ.Εν.Α.Κ.			
		Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
0,033 W/(m·K)	4,0 cm	5,0 cm	6,0 cm	6,5*cm	7,5 cm
0,035 W/(m·K)	4,5 cm	5,0*cm	6,5 cm	7,0 cm	8,0 cm
0,037 W/(m·K)	4,5 cm	5,5 cm	6,5*cm	7,5 cm	8,5 cm
0,039 W/(m·K)	5,0 cm	6,0 cm	7,0 cm	8,0 cm	9,0 cm
0,041 W/(m·K)	5,0 cm	6,0 cm	7,5 cm	8,5 cm	9,5 cm
U max, επιρ. * Οριακή απαίτηση του κανονισμού	0,70 W/(m²·K)	0,60 W/(m²·K)	0,50 W/(m²·K)	0,45 W/(m²·K)	0,40 W/(m²·K)

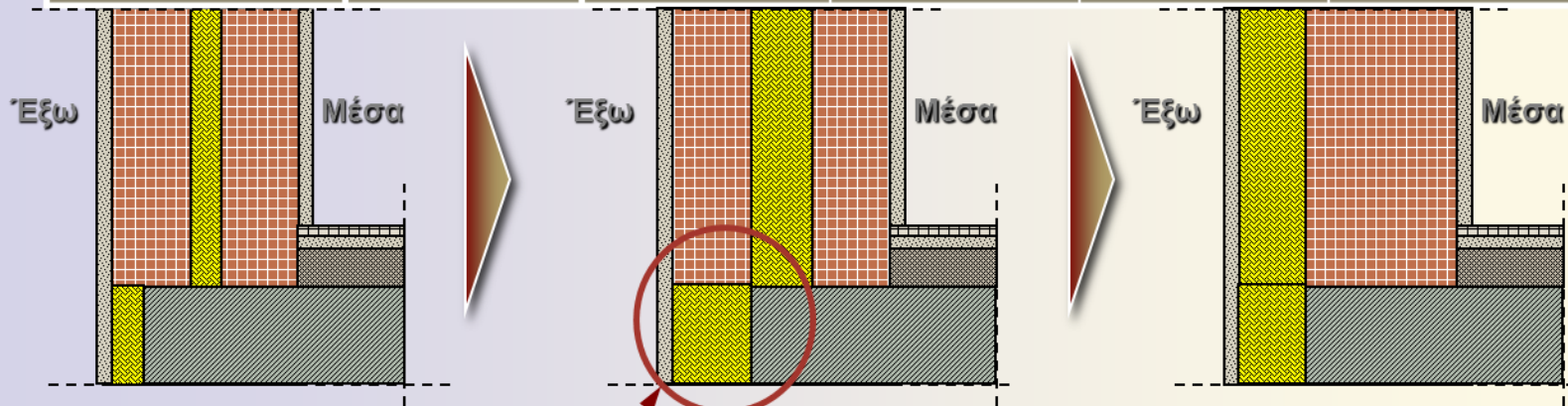
Βέλτιστη λύση



ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΕ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗ

λ θερμ. υλικού	Πάχος κατά Κ.Θ.Κ.	Πάχος θερμομόνωσης σύμφωνα με Κ.Εν.Α.Κ.			
		Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
0,033 W/(m·K)	3,5 cm	4,0 cm	5,0* cm	6,0 cm	7,0 cm
0,035 W/(m·K)	3,5 cm	4,5 cm	5,5 cm	6,5 cm	7,0* cm
0,037 W/(m·K)	3,5* cm	4,5 cm	6,0 cm	6,5 cm	7,5* cm
0,039 W/(m·K)	4,0 cm	5,0 cm	6,0 cm	7,0 cm	8,0 cm
0,041 W/(m·K)	4,0 cm	5,0 cm	6,5 cm	7,5 cm	8,5 cm
$U_{max, επιπρ.}$ * Οριακή απαίτηση του κανονισμού	0,70 W/(m ² ·K)	0,60 W/(m ² ·K)	0,50 W/(m ² ·K)	0,45 W/(m ² ·K)	0,40 W/(m ² ·K)

Βέλτιστη Λύση

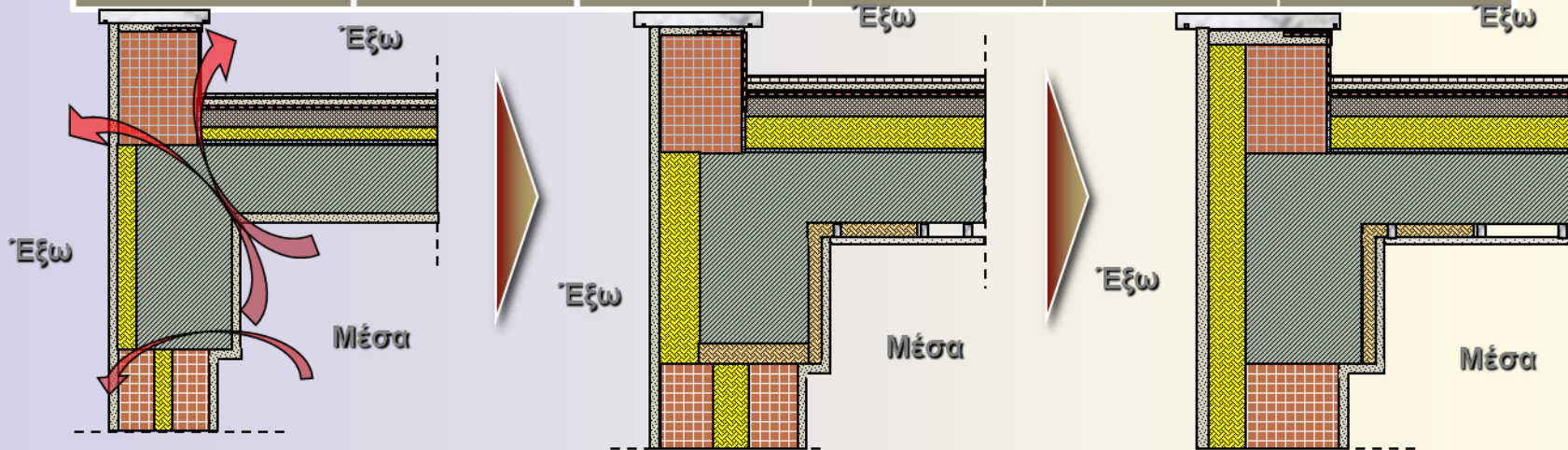


Αδυναμία στήριξης του εξωτερικού κελύφους της οπτοπλινθοδομής επάνω στη θερμομόνωση

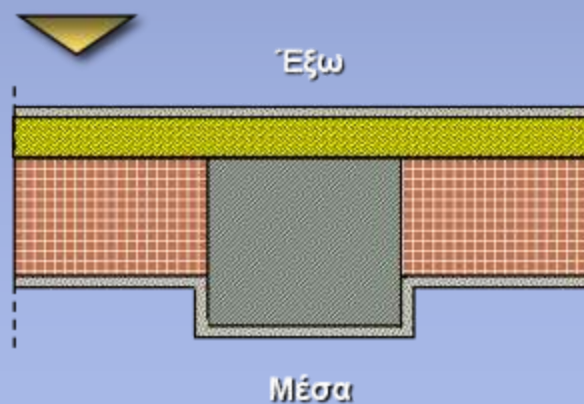
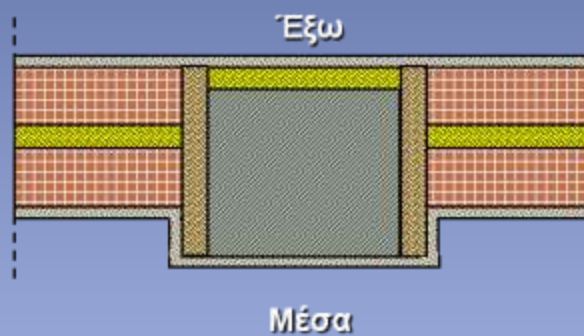
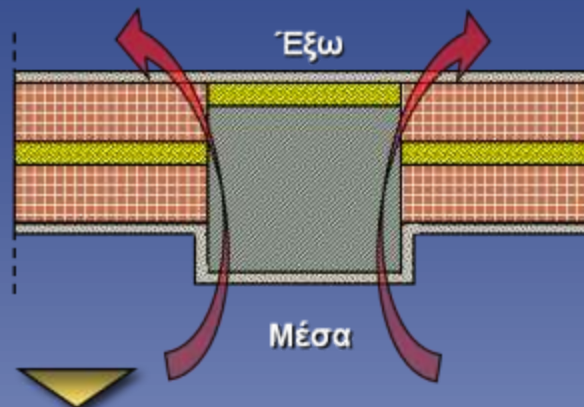
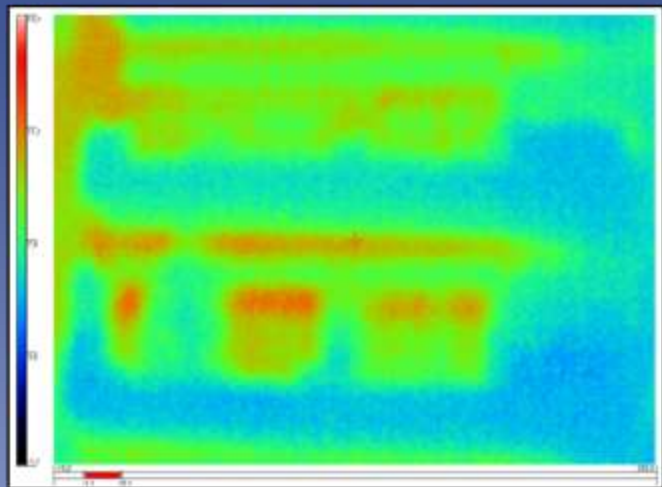
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΠΑΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΕ ΔΩΜΑ

λ	Πάχος κατά Κ.Θ.Κ.	Πάχος θερμομόνωσης σύμφωνα με Κ.Εν.Α.Κ.			
		Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
0,033 W/(m·K)	5,5 cm	5,5 cm	6,0* cm	7,0* cm	8,0* cm
0,035 W/(m·K)	6,0 cm	6,0 cm	6,5 cm	7,5 cm	8,5* cm
0,037 W/(m·K)	6,0* cm	6,0* cm	7,0 cm	8,0 cm	9,0* cm
0,039 W/(m·K)	6,5 cm	6,5 cm	7,5 cm	8,5 cm	9,5* cm
0,041 W/(m·K)	6,5* cm	6,5* cm	7,5* cm	9,0 cm	10,0* cm
U _{max} , επιρ. * Οριακή απαίτηση του κανονισμού	0,50 W/(m ² ·K)	0,50 W/(m ² ·K)	0,45 W/(m ² ·K)	0,40 W/(m ² ·K)	0,35 W/(m ² ·K)

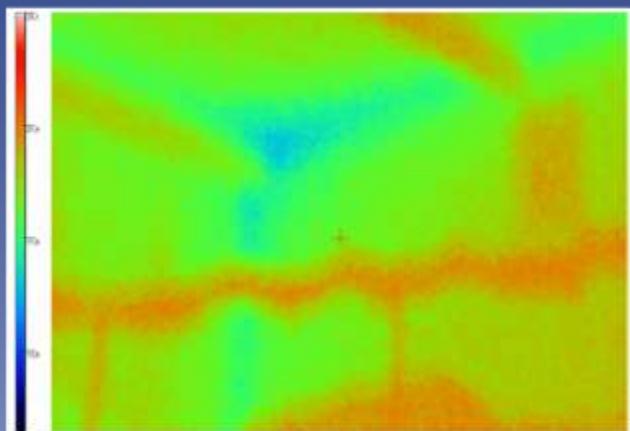
Βέλτιστη λύση



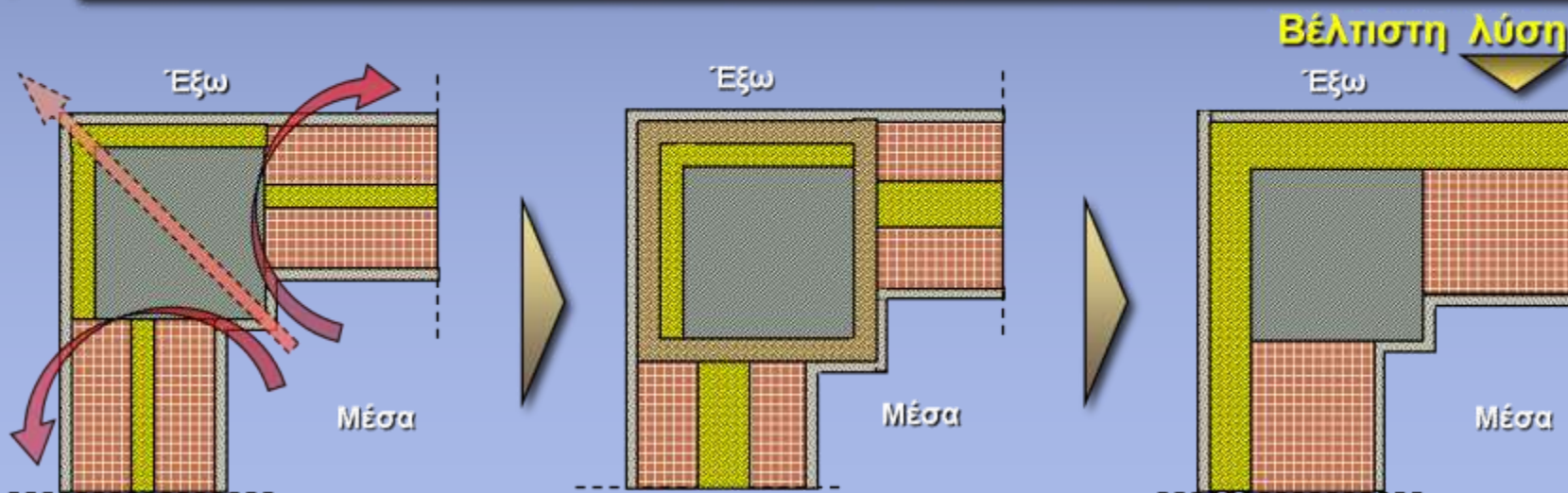
ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΕ ΣΗΜΕΙΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ



ΑΥΞΗΜΕΝΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΛΟΓΩ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΔΥΟ ΟΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΩΝΙΑΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

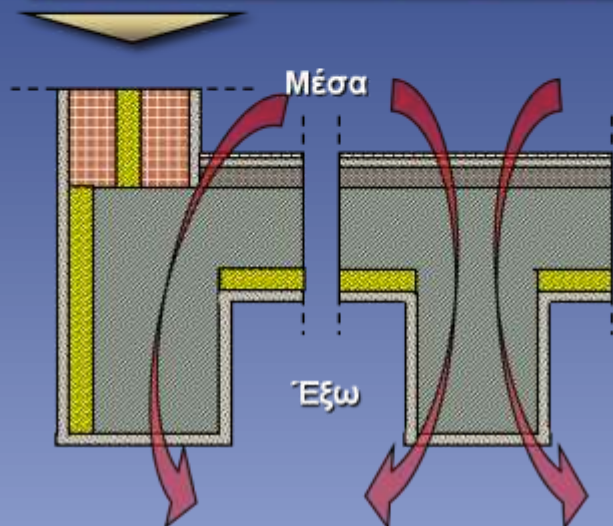


- ▶ Αδυναμία ελέγχου σχηματισμού τυχόν «φωλεών» στο σκυρόδεμα.
- ▶ Δυσκολία ισχυρής σύνδεσης οπτοπλινθοδομής και στοιχείου οπλ. σκυροδέματος.

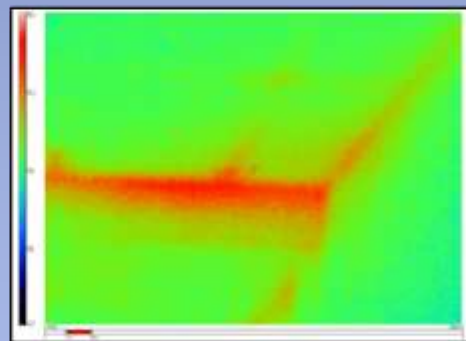
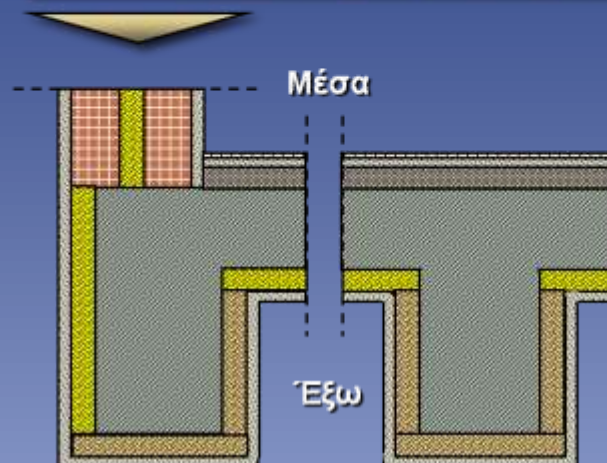


ΑΠΟΥΣΙΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ ΔΟΚΑΡΙΑ ΣΤΗΝ ΟΡΟΦΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ Ή ΠΙΛΟΤΗΣ

Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ



ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



Προτιμότερη η επικάλυψη της θερμομονωτικής στρώσης με γυψοσανίδα αντί για επίχρισμα

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Η θέση της θερμομονωτικής στρώσης στην τοιχοποιία

▶ Τοιχοποιία με εξωτερική θερμομόνωση

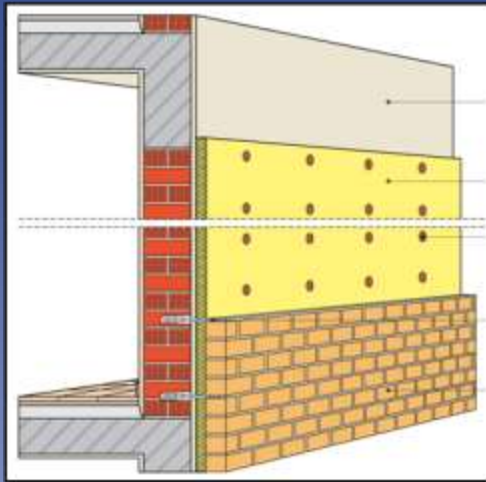
▶ Τοιχοποιία με εσωτερική θερμομόνωση

▶ Τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα

▶ Τοιχοποιία από θερμομονωτικά πορώδη υλικά

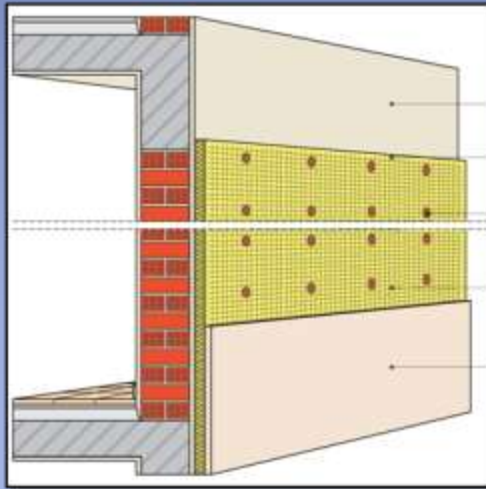
▶ Δικέλυφη αεριζόμενη τοιχοποιία





+ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ✓ Εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας.
- ✓ Διατηρεί τη θερμοκρασία του χώρου μετά τη διακοπή της λειτουργίας της θέρμανσης.
- ✓ Μειώνει στο ελάχιστο την πιθανότητα σχηματισμού θερμογεφυρών.
- ✓ Προστατεύει την τοιχοποιία από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας.
- ✓ Μειώνει στο ελάχιστο τον κίνδυνο σχηματισμού συμπύκνωσης λόγω διάχυσης των υδρατμών.
- ✓ Αποτρέπει τις ζημιές από υγρασία και παγετό σε σωληνώσεις ύδρευσης.



- ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ✓ Καθυστερεί την αρχική θέρμανση του χώρου.
- ✓ Ενέχει τον κίνδυνο ρηγματώσεων, αν μεταξύ θερμομονωτικής στρώσης και επιχρίσματος δεν παρεμβληθεί οπλισμός ενίσχυσης του επιχρίσματος (υαλόπλεγμα ή μεταλλικό πλέγμα).
- ✓ Εμποδίζει τη διαμόρφωση σύνθετων εξωτερικών αρχιτεκτονικών στοιχείων στο κτίριο.

ΔΙΚΕΛΥΦΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ



+ Πλεονεκτήματα

- ✓ Εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα του κελύφους.
- ✓ Επιτρέπει τη "διαπνοή" του τοίχου και αποτρέπει το σχηματισμό συμπύκνωσης λόγω διάχυσης των υδρατμών.
- ✓ Μειώνει στο ελάχιστο το σχηματισμό θερμογεφυρών, εφόσον το εξωτερικό προστατευόμενο κέλυφος εκτείνεται σε όλη την επιφάνεια του τοίχου.
- ✓ Προστατεύεται από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και από τα εξωτερικά καιρικά φαινόμενα με την προστασία που προσφέρει το εξωτερικό κέλυφος.



- Μειονεκτήματα

- ✓ Απαιτεί καλή στερέωση του εξωτερικού κελύφους, ώστε να μην υφίσταται κίνδυνος πτώσης του.
- ✓ Μπορεί να μετατραπεί σε φωλιά εντόμων, ζυυφίων, πτηνών και άλλων μικρών οργανισμών, αν οι οπές αερισμού δεν προστατευθούν καλά με πυκνό πλέγμα.
- ✓ Δεν παρέχει απόλυτη ελευθερία στην αρχιτεκτονική διαμόρφωση των όψεων.