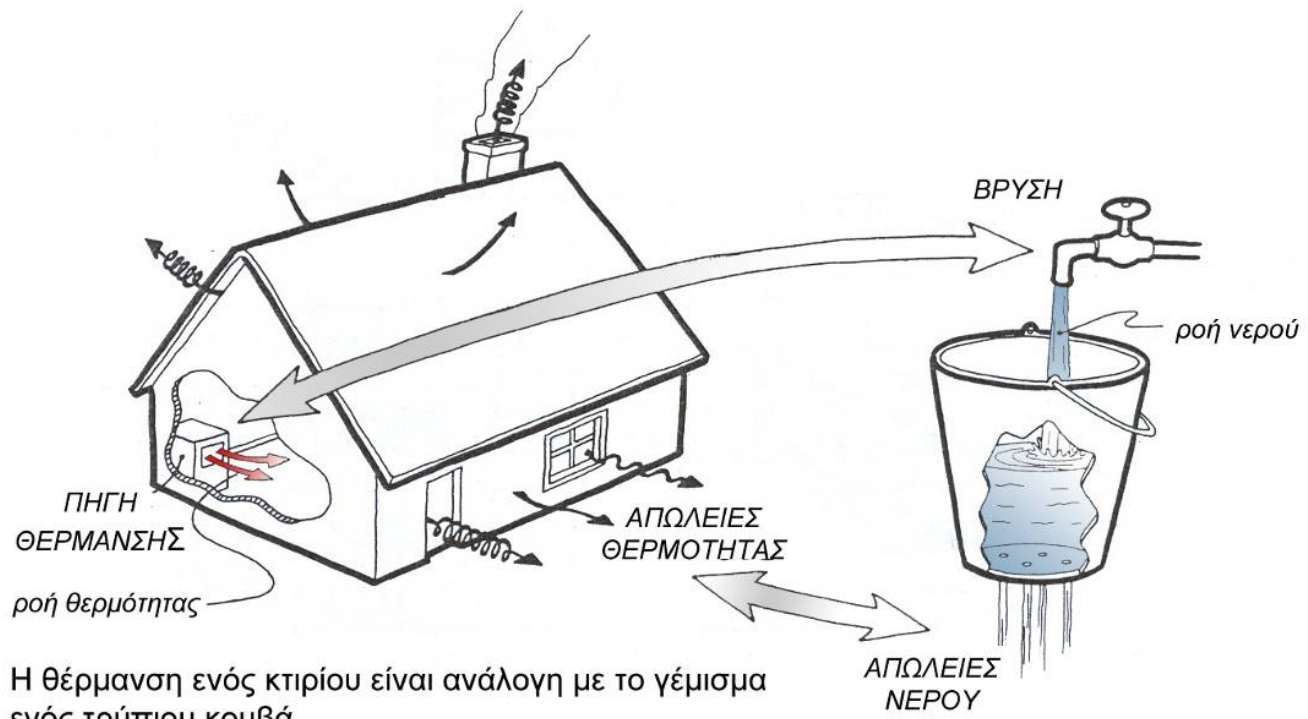


# ΑΣΚΗΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ



Η θέρμανση ενός κτιρίου είναι ανάλογη με το γέμισμα ενός τρύπιου κουβά

Shawn Buckley (1979), 45

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

## ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

- 
- 
- 

## ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ , $Q (W \cdot h)$

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Μεταφορά ενέργειας με:

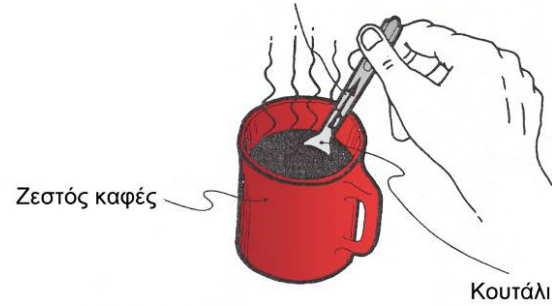
Θερμική αγωγή ή

Θερμική μεταβίβαση ή με συναγωγιμότητα  
(μεταφορά θερμότητας στην επιφάνεια επαφής  
στερεών - ρευστών)

Ακτινοβολία ή

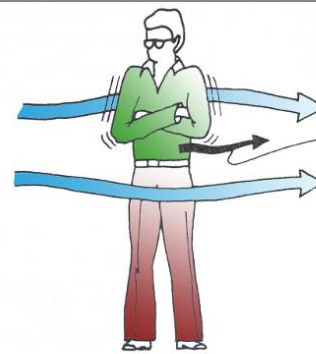
Συνδυασμό αυτών

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΑΓΩΓΗ



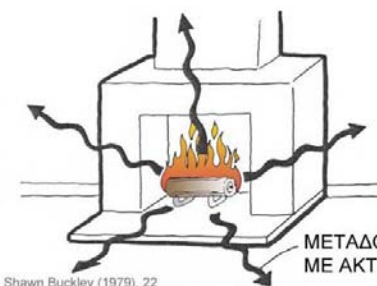
Shawn Buckley (1979), 21

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΜΕΤΑΦΟΡΑ



Shawn Buckley (1979), 21

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Shawn Buckley (1979), 22

-

## ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

### ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

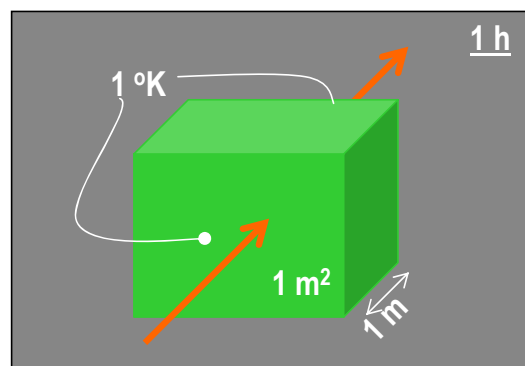
**W.h , J, Kcal (χιλιοθερμίδα) → 1 Kcal = 4.186,8 J = 1,163 W\*h**

1 Kcal είναι η ποσότητα της θερμότητας (θερμικής ενέργειας) που απαιτείται για να θερμανθεί 1 Kg νερού σε ατμοσφαιρική πίεση κατά μία μονάδα θερμότητας και συγκεκριμένα από τους 14,5 °C στους 15,5 °C.

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ , λ

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> και πάχος 1m, όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο.

Μονάδα μέτρησης : **W / m.K** .



### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , Λ

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> και πάχος d m, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

Μονάδα μέτρησης : **W / m².K**.

Για ομοιογενή υλικά είναι :

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

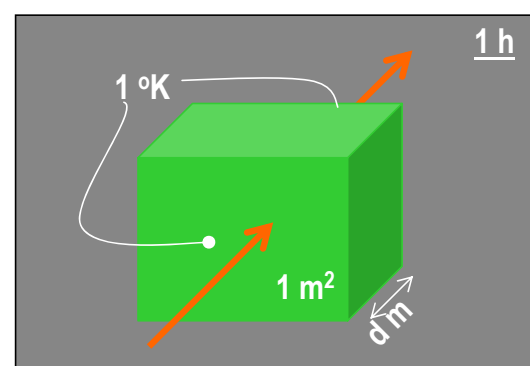
### ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , 1 / Λ

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής.

Μονάδα μέτρησης : **m².K / W**.

Για ομοιογενή υλικά είναι :

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2.\text{K/W}]$$



- 
- 
- 



**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ, α**

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

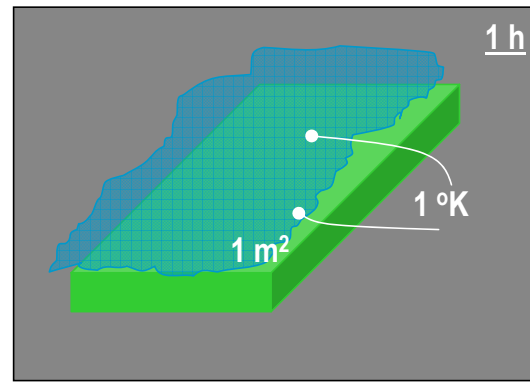
Μονάδα μέτρησης : W / m<sup>2</sup>.K.

Διαφέρει ανάλογα με τη διεύθυνση και τη φορά ροής της θερμότητας.

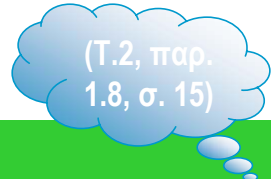
**ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ, 1 / α**

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης.

Μονάδα μέτρησης : m<sup>2</sup>.K / W.

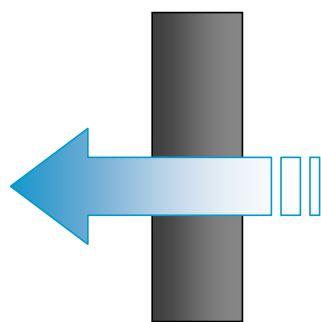


- 
- 
- 



**Συντελεστές θερμικής μεταβίβασης**  
Διεύθυνση ροής θερμότητας

**Οριζόντια**



Εξ. επιφάνειες : α<sub>α</sub> = 23,26 W/m<sup>2</sup>.K  
Εσ. επιφάνειες : α<sub>ι</sub> = **8,14** W/m<sup>2</sup>.K

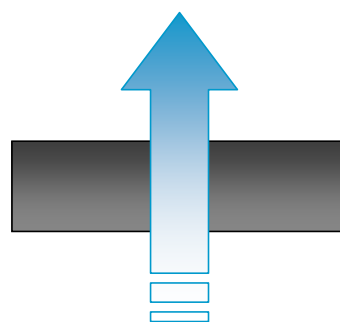
Εξ. επιφάνειες :  $\frac{1}{\alpha_a} = 0,043$  W/m<sup>2</sup>.K

Εσ. επιφάνειες :  $\frac{1}{\alpha_i} = \underline{0,123}$  W/m<sup>2</sup>.K (+)

**0,166 W/m<sup>2</sup>.K**

**Κατακόρυφη**

από κάτω προς τα πάνω



Εξ. επιφάνειες : α<sub>α</sub> = 23,26 W/m<sup>2</sup>.K  
Εσ. επιφάνειες : α<sub>ι</sub> = **8,14** W/m<sup>2</sup>.K

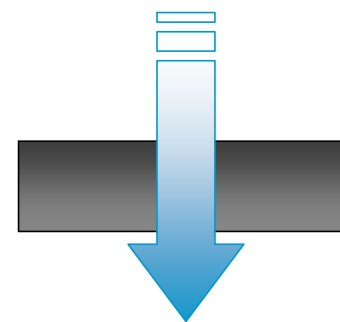
Εξ. επιφάνειες :  $\frac{1}{\alpha_a} = 0,043$  W/m<sup>2</sup>.K

Εσ. επιφάνειες :  $\frac{1}{\alpha_i} = \underline{0,123}$  W/m<sup>2</sup>.K (+)

**0,166 W/m<sup>2</sup>.K**

**Κατακόρυφη**

από πάνω προς τα κάτω



Εξ. επιφάνειες : α<sub>α</sub> = 23,26 W/m<sup>2</sup>.K  
Εσ. επιφάνειες : α<sub>ι</sub> = **5,81** W/m<sup>2</sup>.K

Εξ. επιφάνειες :  $\frac{1}{\alpha_a} = 0,043$  W/m<sup>2</sup>.K

Εσ. επιφάνειες :  $\frac{1}{\alpha_i} = \underline{0,172}$  W/m<sup>2</sup>.K (+)

**0,215 W/m<sup>2</sup>.K**



•  
•  
•

## ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ (Ισχύων Κ.Ε.Ν.Α.Κ.)

Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης εσωτερικής επιφάνειας		m <sup>2</sup> K/W
Τοίχοι		0,123
πατώματα ή οροφές		
- μετάδοση θερμότητας προς τα πάνω		0,104
- μετάδοση θερμότητας προς τα κάτω		0,148
οροφές		0,104

Ειδική αντίσταση θερμικής μεταβίβασης εξωτερικής επιφάνειας				m <sup>2</sup> K/W
	Προστατευμένη	Κανονική	Εκτεθειμένη	
τοίχοι	0,08	0,055	0,03	
οροφές	0,07	0,045	0,02	

9

•  
•  
•

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , K

Είναι η ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1 m<sup>2</sup> της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

Μονάδα μέτρησης : W / m<sup>2</sup>.K.

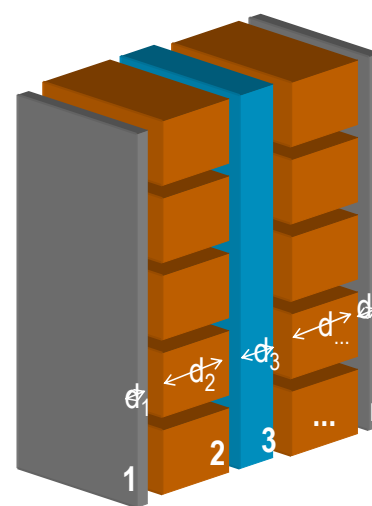
## ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , 1 / K

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας.

Μονάδα μέτρησης : m<sup>2</sup>.K / W.

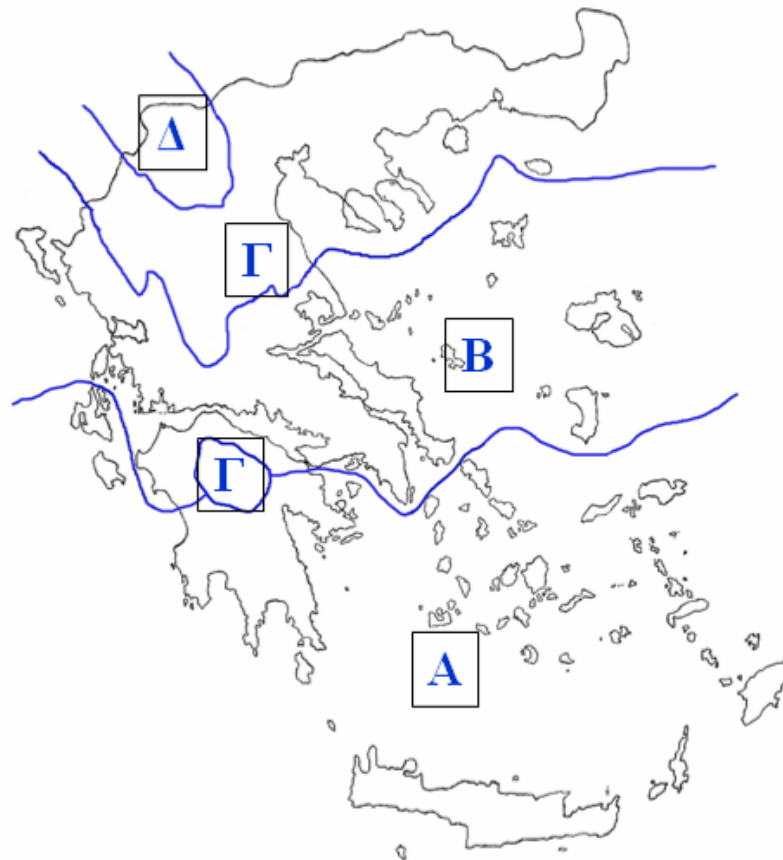
$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a} \quad [m^2.K / W]$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}$$



10

## ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ Κ.Ε.Ν.Α.Κ.



11

## ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ $K_{max}$ (Ισχύων Κ.Ε.Ν.Α.Κ.)

Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας δομικών στοιχείων (για τις 4 κλιματικές ζώνες)

Τοιχοποιία	
	$U_T$ ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ) $\leq$
Α κλιματική ζώνη	0,7
Β κλιματική ζώνη	0,6
Γ κλιματική ζώνη	0,5
Δ κλιματική ζώνη	0,4

Δάπεδο	
	$U_{\Delta}$ ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ) $\leq$
Α κλιματική ζώνη	2,0
Β κλιματική ζώνη	1,5
Γ κλιματική ζώνη	0,7
Δ κλιματική ζώνη	0,5

Οροφή	
	$U_O$ ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ) $\leq$
Α κλιματική ζώνη	0,5
Β κλιματική ζώνη	0,5
Γ κλιματική ζώνη	0,4
Δ κλιματική ζώνη	0,35

Ανοίγματα	
	$U_A$ ( $Wm^{-2}K^{-1}$ ) $\leq$
Α κλιματική ζώνη	3,0
Β κλιματική ζώνη	3,0
Γ κλιματική ζώνη	2,6
Δ κλιματική ζώνη	2,6

## ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ



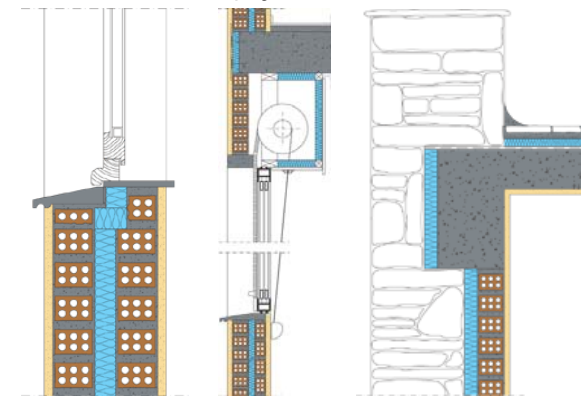
Οπτοπλινθοδομές



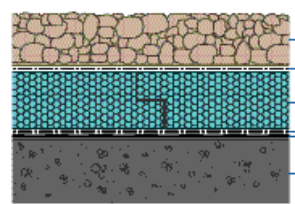
Στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα



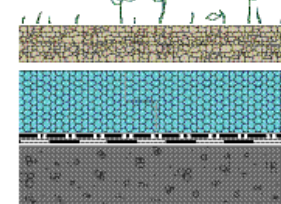
Κεραμοσκεπές



Οικοδομικές λεπτομέρειες



1. Αδρανή
2. Διαχωριστική στρώση
3. Θερμομόνωση
4. Διαχωριστική στρώση
5. Υδατοστεγής στρώση
6. Πλάκα σκυροδέματος

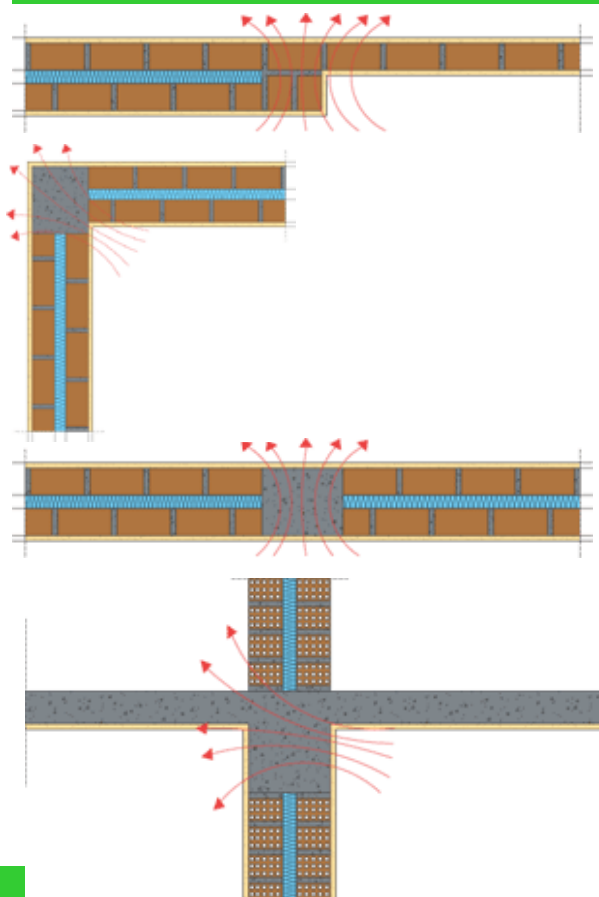


1. Στρώση φύτευσης / αποστράγγισης
2. Διαχωριστική στρώση (γαιούφασμα)
3. Θερμομόνωση
4. Διαχωριστική στρώση
5. Υδατοστεγής στρώση
6. Πλάκα σκυροδέματος

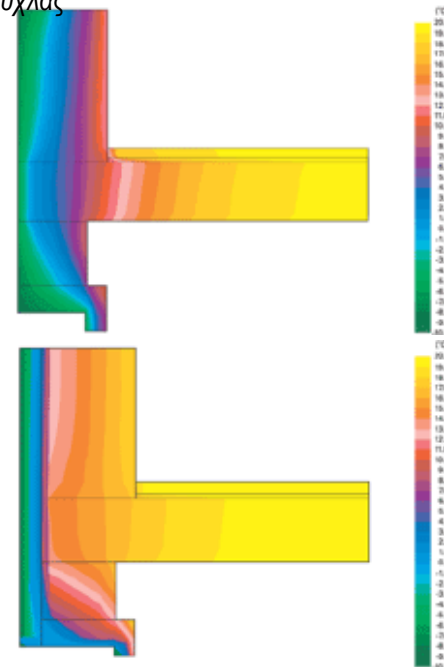
13

πηγή εικόνων: <http://www.dow.com>

## ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ



Θερμογέφυρες είναι τα σημεία της κατασκευής, όπου συνδέονται γραμμικά υλικά με διαφορετική θερμική συμπεριφορά, δηλαδή με διαφορετικούς συντελεστές αντίστασης θερμοδιαφυγής, και όπου παρουσιάζεται ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών και δημιουργίας μούχλας



πηγή εικόνων: <http://www.dow.com>

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΣΚΗΣΗΣ



•  
•  
•

## ΔΙΝΟΝΤΑΙ :

Αίθουσα διαμονής με :

Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου :

$t_{Li} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος :

$t_{La} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$

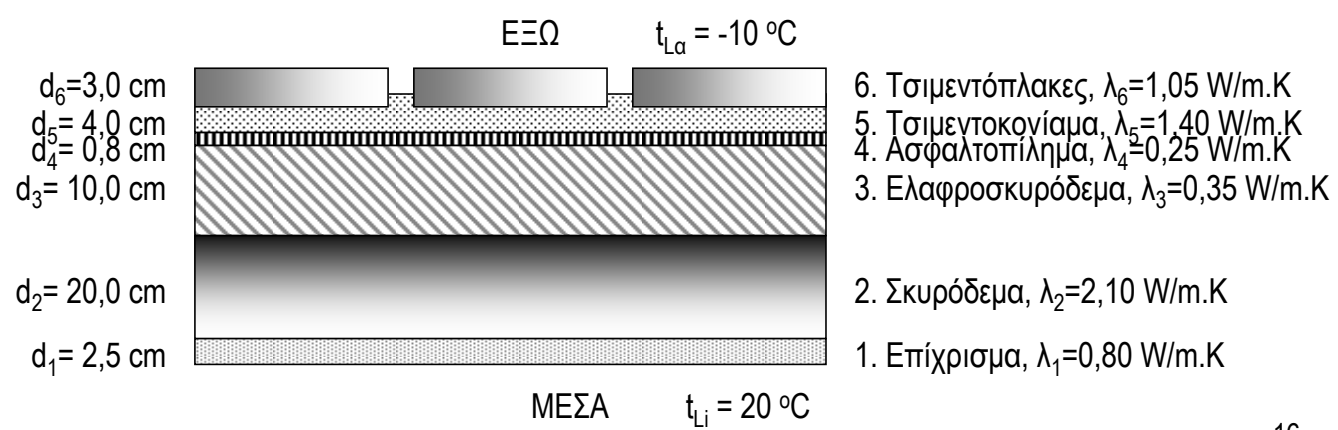
Θερμοκρασία κάτω από το πάτωμα :

$t_{Lu} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Κατασκευαστικά στοιχεία της αίθουσας :

α/ Οριζόντια πλάκα (ταράτσα / δώμα)

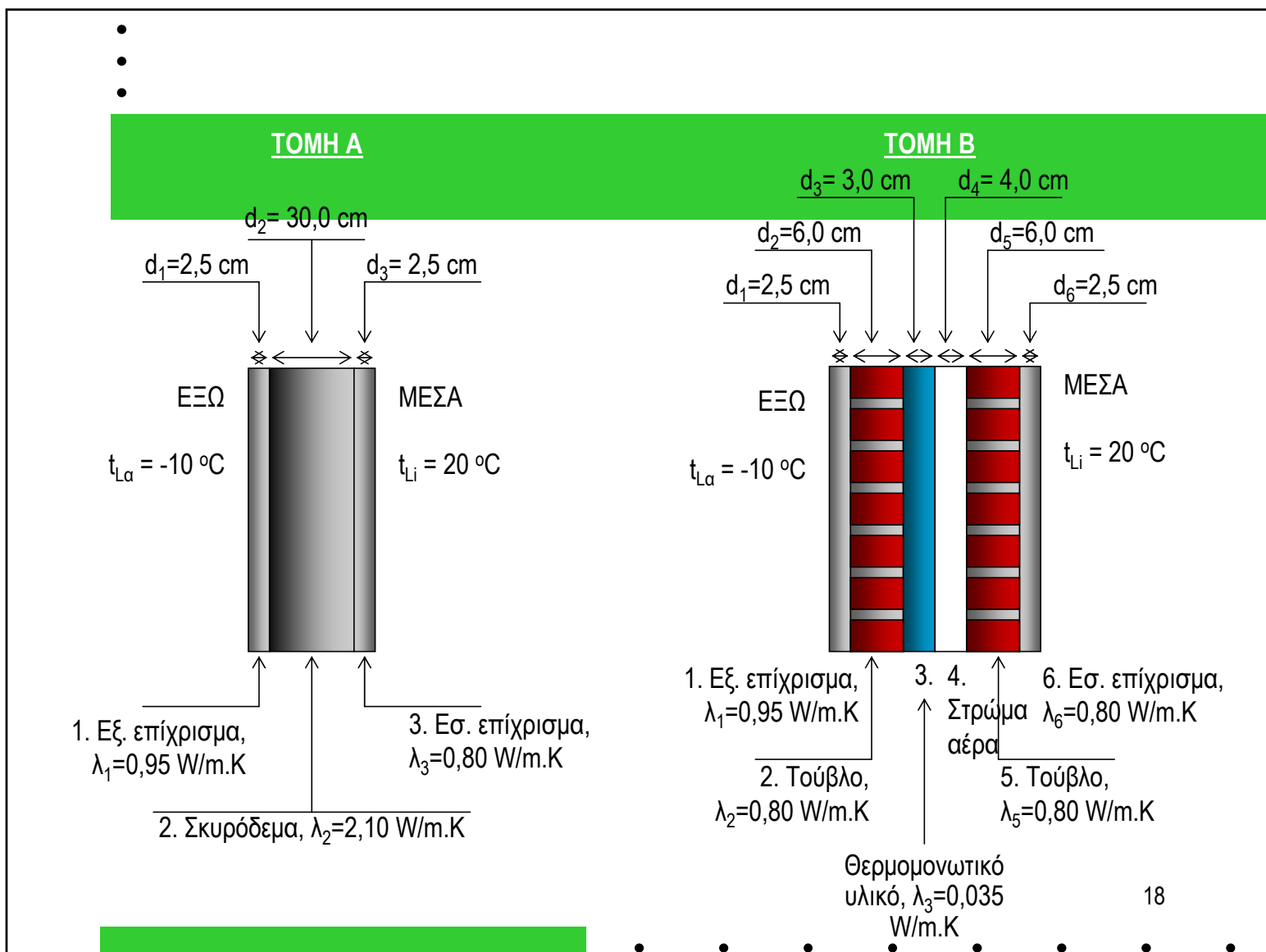
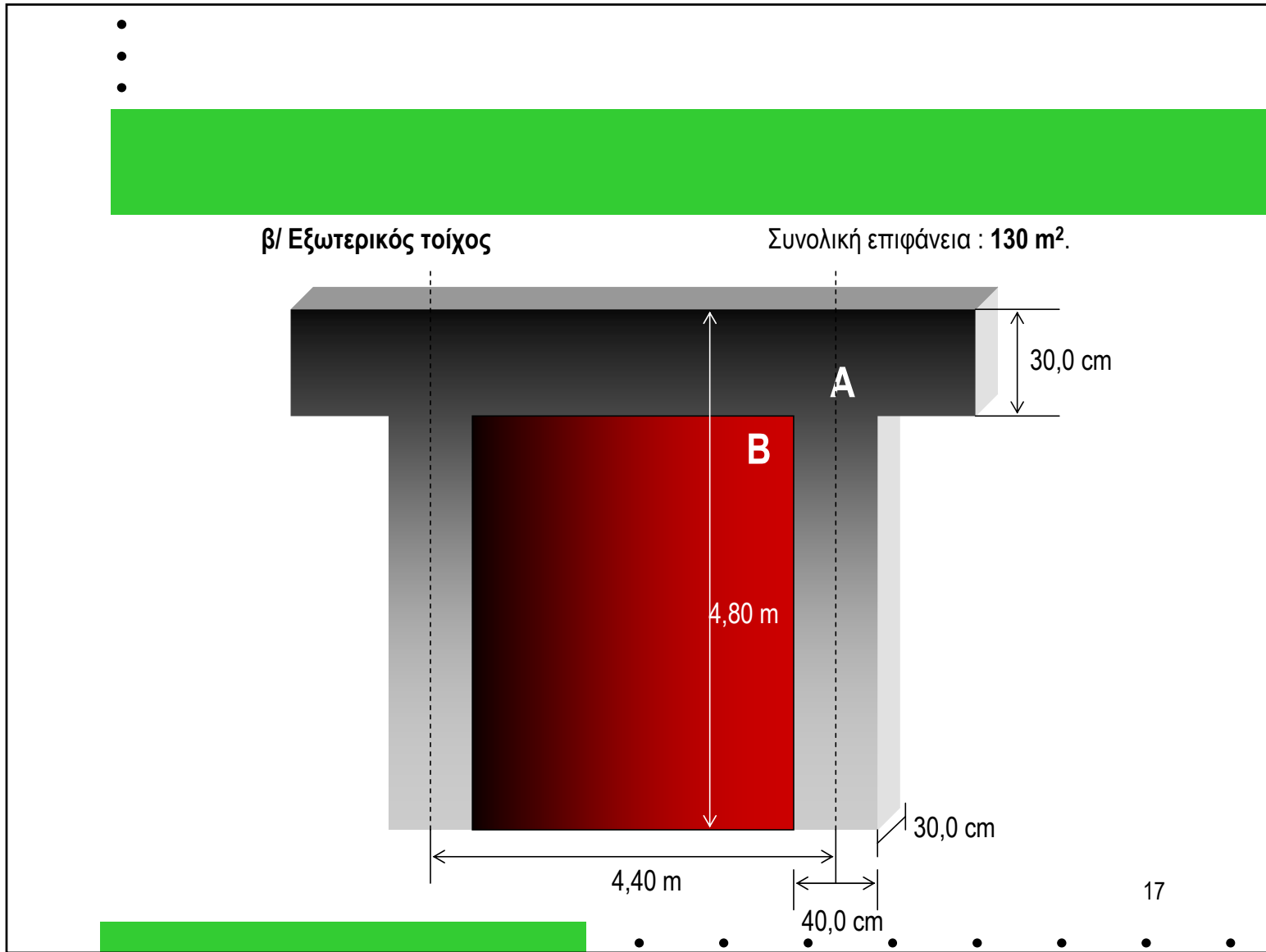
Διαστάσεις : 8,00 x 12,00 m



16

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•



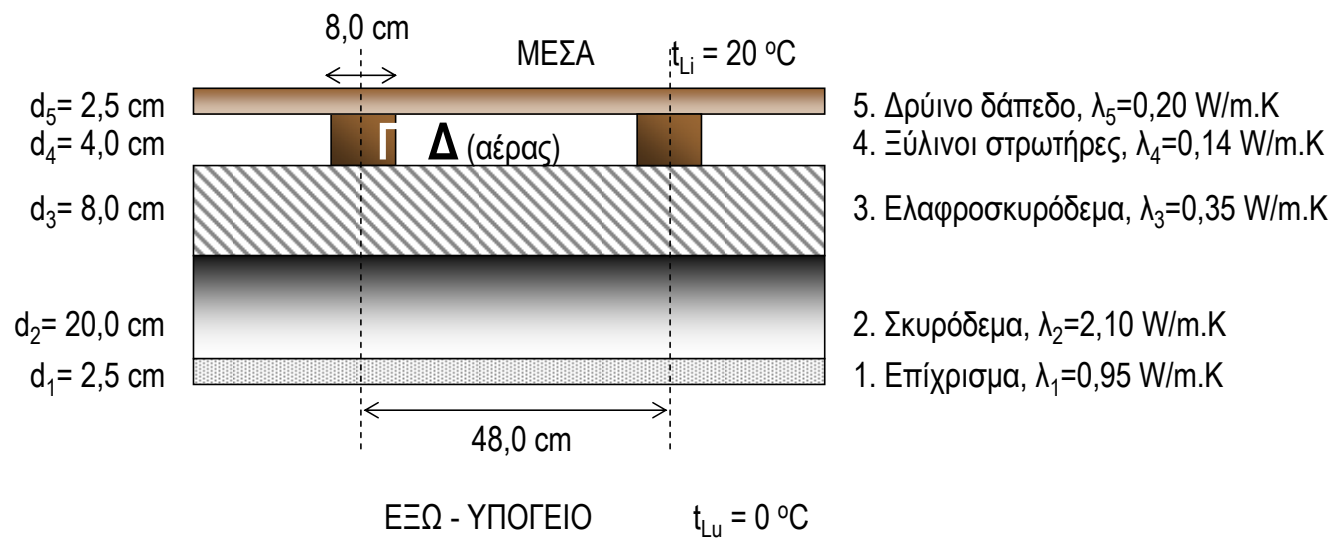


- 
- 
- 



γ/ Πάτωμα από σκυρόδεμα

Διαστάσεις : 8,00 x 12,00 m



19

- 
- 
- 



**ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ :**

- 1 - Να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $K$  της ταράτσας, του εξωτερικού τοίχου και του πατώματος.
- 2 - Να εξεταστεί αν συμβαίνει ευχάριστη παραμονή για 3 ώρες.
- 3 - Να προσδιοριστεί η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του στοιχείου  $A$  στον τοίχο.
- 4 - Να χαραχθεί το θερμοκρασιακό διάγραμμα  $t = f(d)$  για την τομή  $B$  του εξωτερικού τοίχου.
- 5 - Να υπολογιστεί η συνολική απώλεια θερμότητας ανά ώρα μέσα από όλες τις επιφάνειες του χώρου.

20

•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•  
•

**ΕΠΙΛΥΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ**



**1α. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Κ ΤΗΣ ΤΑΡΑΤΣΑΣ**

Τα πάχη των διαφόρων υλικών σε όλες τις σχέσεις πρέπει να είναι σε μέτρα (m).

Δομικό στοιχείο	Ταράτσα			
Υλικό	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m <sup>2</sup> .K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = d/\lambda$ (m <sup>2</sup> .K/W)
Συντελεστής θερμ.μεταβίβασης εσ. $\alpha_i$			8,14	0,123
Επίχρισμα	0,025	0,80	32	0,031
Σκυρόδεμα	0,20	2,10	10,5	0,095
Ελαφροσκυρόδεμα	0,10	0,35	3,5	0,286
Ασφαλτοπίλημα	0,008	0,25	31,25	0,032
Τσιμεντοκονίαμα	0,04	1,40	35	0,029
Τσιμεντόπλακες	0,03	1,05	35	0,029
Συντελεστής θερμ.μεταβίβασης εξ. $\alpha_o$			23,26	0,043
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				0,667
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας Κ (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b>1 / 0,667 =</b>			<b>1,499</b>

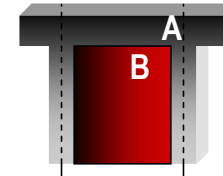
(Τ.2, σ. 15)

## 1β. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Κ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΟΥ

$$\frac{1}{K_{\text{τοιχ}}} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda_{\text{τοιχ}}} + \frac{1}{\alpha_a}$$

Όψη του εξωτερικού τοίχου : Υπάρχουν 2 "δρόμοι" από τους οποίους διέρχεται η θερμική ενέργεια  
 ο **A**, μέσα από τα υποστυλώματα και τη δοκό και  
 ο **B**, μέσα από την τοιχοποιία

$$\Lambda_{\text{τοιχ}} = P_A \cdot \Lambda_A + P_B \cdot \Lambda_B \quad (P_A, P_B = \text{ποσοστά συμμετοχής των A, B στον τοίχο})$$



Εμβαδόν εξωτερικού τοίχου που επαναλαμβάνεται ομοιόμορφα :  $S_{\text{ολ}} = 4,40 \times 4,80 \rightarrow S_{\text{ολ}} = 21,12 \text{ m}^2$

Εμβαδόν στοιχείου B :  $S_B = (4,80 - 0,30) \times (4,40 - 2 \times 0,20) = 4,50 \times (4,40 - 0,40) \rightarrow S_B = 18,00 \text{ m}^2$

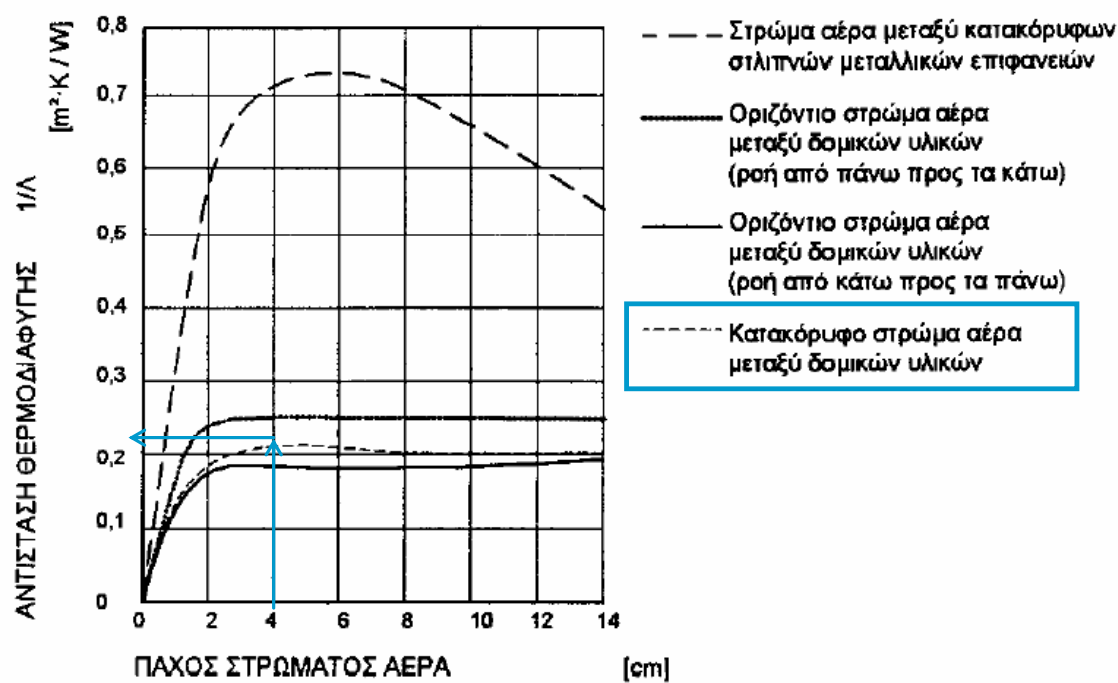
Ποσοστό συμμετοχής στοιχείου B :  $P_B = \frac{S_B}{S_{\text{ολ}}} = \frac{18,00}{21,12} \rightarrow P_B = 0,85$

Ποσοστό συμμετοχής στοιχείου A :  $P_A = 1 - P_B = 1 - 0,85 \rightarrow P_A = 0,15$

23

Προσδιορισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής του αέρα : σχεδιάγραμμα 17 της σελίδας 20.

Δοσμένες συνθήκες : Κατακόρυφο στρώμα αέρα με πάχος 4,0 cm  $\rightarrow \frac{1}{\Lambda} = 0,22 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 Λαέρα



24

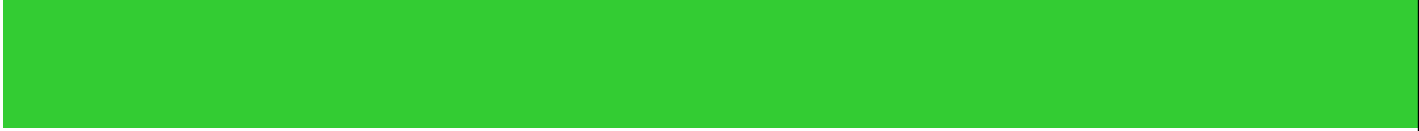
Δομικό στοιχείο	«Δρόμος» Α: Εξωτερικός τοίχος από οπλισμένο σκυρόδεμα			
Υλικό	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m <sup>2</sup> .K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = d/\lambda$ (m <sup>2</sup> .K/W)
Επίχρισμα	0,025	0,95	38	0,026
Σκυρόδεμα	0,30	2,10	7	0,143
Επίχρισμα	0,025	0,80	32	0,031
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>5,000</b>	<b>0,200</b>

25

Δομικό στοιχείο	«Δρόμος» Β: Εξωτερικός τοίχος από οπτοπλινθοδομή			
Υλικό	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m <sup>2</sup> .K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = d/\lambda$ (m <sup>2</sup> .K/W)
Επίχρισμα	0,025	0,95	38	0,026
Τούβλο	0,06	0,80	13,3	0,075
Στρώμα αέρα	0,04			0,22
Θερμομόνωση	0,03	0,035	1,167	0,857
Τούβλο	0,06	0,80	13,3	0,075
Επίχρισμα	0,025	0,80	32	0,032
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>0,778</b>	<b>1,285</b>

26

- 
- 
- 



(Τ.2, σ. 15)

Δομικό στοιχείο	Εξωτερικός τοίχος				
	Υλικό	Πάχος d (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας λ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής Λ=λ/d (W/m².K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ=d/λ (m².K/W)
Συντελεστής θερμ.μεταβίβασης εσ. α <sub>i</sub>				8,14	0,123
Σύνθετη τοιχοποιία (P <sub>A</sub> · Λ <sub>A</sub> + P <sub>B</sub> · Λ <sub>B</sub> )				1,400	0,714
Συντελεστής θερμ.μεταβίβασης εξ. α <sub>o</sub>				23,26	0,043
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					<b>0,88</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας K (W/m².K)</b>			<b>1 / 0,88 =</b>		<b>1,137</b>

$$\Lambda_{\text{τοιχ}} = P_A \cdot \Lambda_A + P_B \cdot \Lambda_B = 0,15 \times 5,000 + 0,85 \times 0,778 = 0,737 + 0,663 \rightarrow \Lambda_{\text{τοιχου}} = 1,400 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\rightarrow \frac{1}{\Lambda_{\text{τοιχου}}} = 0,714 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

27



- 
- 
- 

### 1γ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ Κ ΤΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ

$$\frac{1}{K_{\text{πατ}}} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda_{\text{πατ}}} + \frac{1}{\alpha_o}$$

Τομή πατώματος : Υπάρχουν 2 "δρόμοι" από τους οποίους διέρχεται η θερμική ενέργεια

ο Γ, μέσα από τις ξύλινες δοκούς και

ο Δ, μέσα από το στρώμα αέρα

$$\Lambda_{\text{δαπ}} = P_{\Gamma} \cdot \Lambda_{\Gamma} + P_{\Delta} \cdot \Lambda_{\Delta} \quad (P_{\Gamma}, P_{\Delta} = \text{ποσοστά συμμετοχής των } \Gamma, \Delta \text{ στο δάπεδο})$$

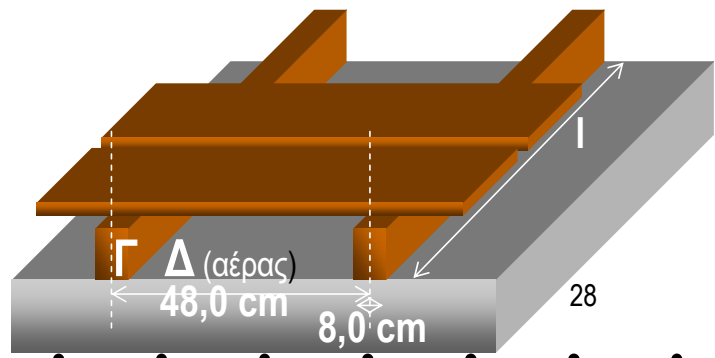
Εμβαδόν πατώματος που επαναλαμβάνεται ομοιόμορφα : S = 0,48 x l m<sup>2</sup>

$$\text{Εμβαδόν στοιχείου } \Gamma : S_{\Gamma} = (0,04 + 0,04) \times l \rightarrow S_{\Gamma} = 0,08 \times l \text{ m}^2$$

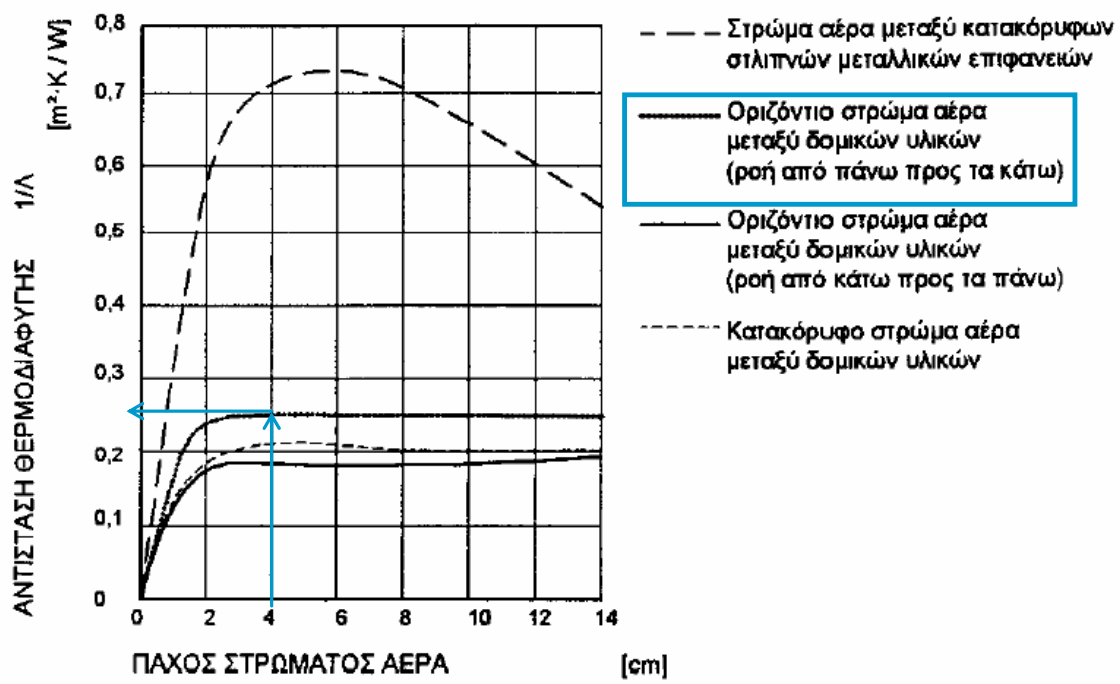
$$\text{Ποσοστό συμμετοχής στοιχείου } \Gamma : P_{\Gamma} = \frac{S_{\Gamma}}{S} = \frac{0,08 \cdot l}{0,48 \cdot l} \rightarrow P_{\Gamma} = 0,17$$

Ποσοστό συμμετοχής στοιχείου Δ :

$$P_{\Delta} = 1 - P_{\Gamma} = 1 - 0,17 \rightarrow P_{\Delta} = 0,83$$



Προσδιορισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής του αέρα : σχεδιάγραμμα 17 της σελίδας 20.  
 Δοσμένες συνθήκες : Οριζόντιο στρώμα αέρα με πάχος 4,0 cm  $\rightarrow \frac{1}{\Lambda} = 0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$   
 Λαέρα



29

Δομικό στοιχείο	Ξύλινο πάτωμα: Δρόμος Γ, μέσα από τις ξύλινες δοκούς				
	Υλικό	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m².K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = d/\lambda$ (m².K/W)
Επίχρισμα		0,025	0,95	38	0,026
Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος		0,20	2,10	10,5	0,095
Ελαφροσκυρόδεμα		0,08	0,35	4,375	0,229
Ξύλινες δοκοί		0,04	0,14	3,5	0,286
Δρύινο δάπεδο		0,025	0,20	0,80	1,25
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>1,314</b>	<b>0,761</b>

30

Δομικό στοιχείο	Ξύλινο πάτωμα: Δρόμος Δ, μέσα από το στρώμα αέρα			
	Υλικό	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m <sup>2</sup> .K)
Επίχρισμα	0,025	0,95	38	0,026
Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0,20	2,10	10,5	0,095
Ελαφροσκυρόδεμα	0,08	0,35	4,375	0,229
Στρώμα αέρα	0,04			0,260
Δρύινο δάπεδο	0,025	0,20	0,80	1,25
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>1,36</b>	<b>0,735</b>

31

Δομικό στοιχείο	Πάτωμα				
	Υλικό	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m <sup>2</sup> .K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = d/\lambda$ (m <sup>2</sup> .K/W)
Συντελεστής θερμ.μεταβίβασης εσ. $\alpha_i$				5,81	0,172
Σύνθετο πάτωμα ( $P_\Gamma \cdot \Lambda_\Gamma + P_\Delta \cdot \Lambda_\Delta$ )				1,353	0,739
Συντελεστής θερμ.μεταβίβασης εξ. $\alpha_o$				23,26	0,043
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					<b>0,954</b>
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας <math>K</math> (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	<b><math>1 / 0,954 =</math></b>				<b>1,048</b>

$$\Lambda_{\text{παι}} = P_\Gamma \cdot \Lambda_\Gamma + P_\Delta \cdot \Lambda_\Delta = 0,17 \times 1,314 + 0,83 \times 1,360 = 0,219 + 1,134 \rightarrow \Lambda_{\text{πατώματος}} = 1,353 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

$$\rightarrow \frac{1}{\Lambda_{\text{πατώματος}}} = 0,739 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

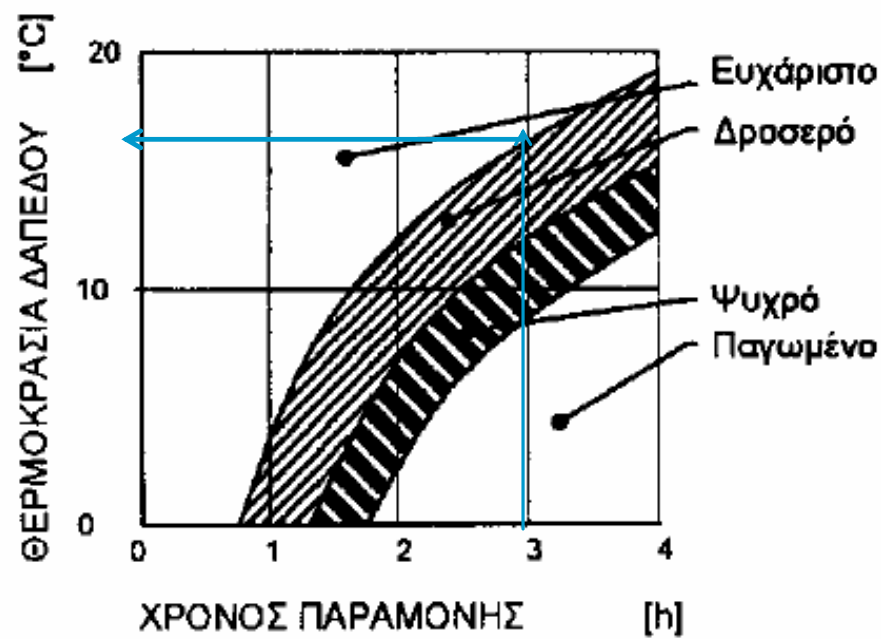
32



2. ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗ ΠΑΡΑΜΟΝΗ ΓΙΑ 3 ΩΡΕΣ ;

Σχεδιάγραμμα 13 της σελίδας 18 :

Χρόνος παραμονής : 3 h / Παραμονή : Ευχάριστη  
 Θερμοκρασία του δαπέδου :  $t_{\delta\alpha\pi} \geq 16,3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

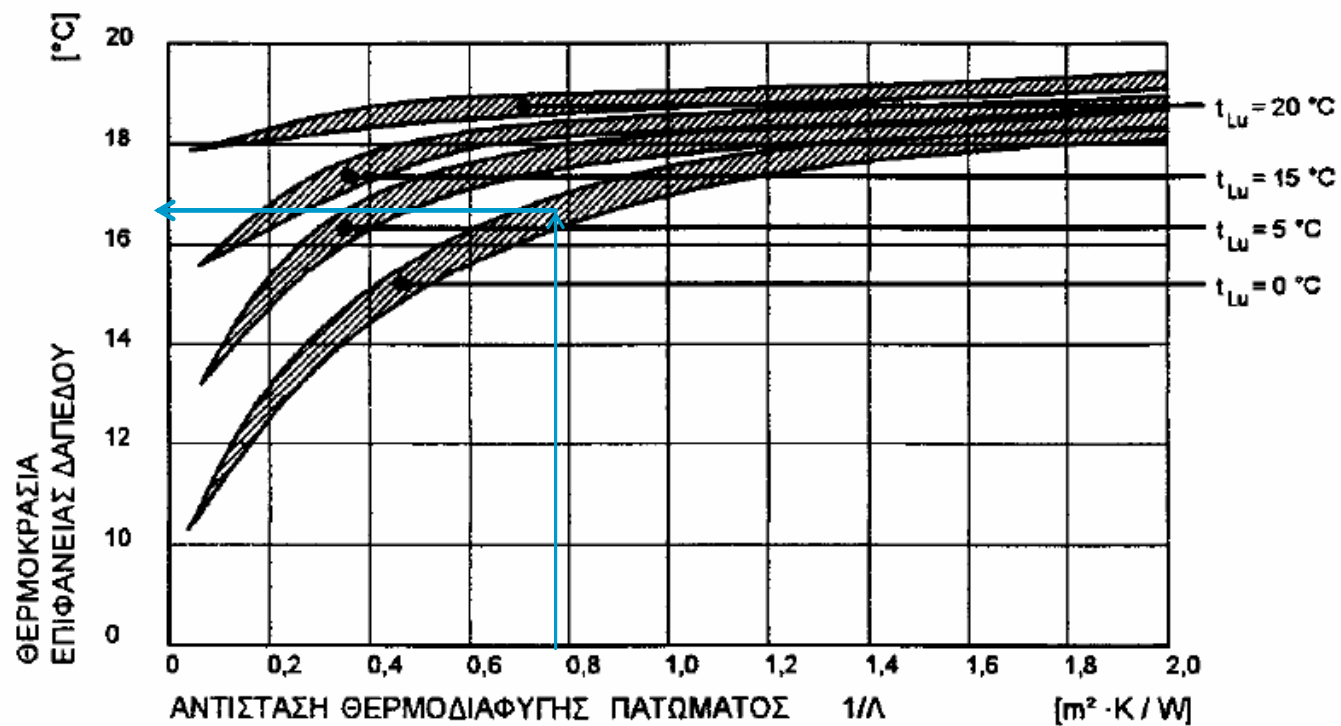


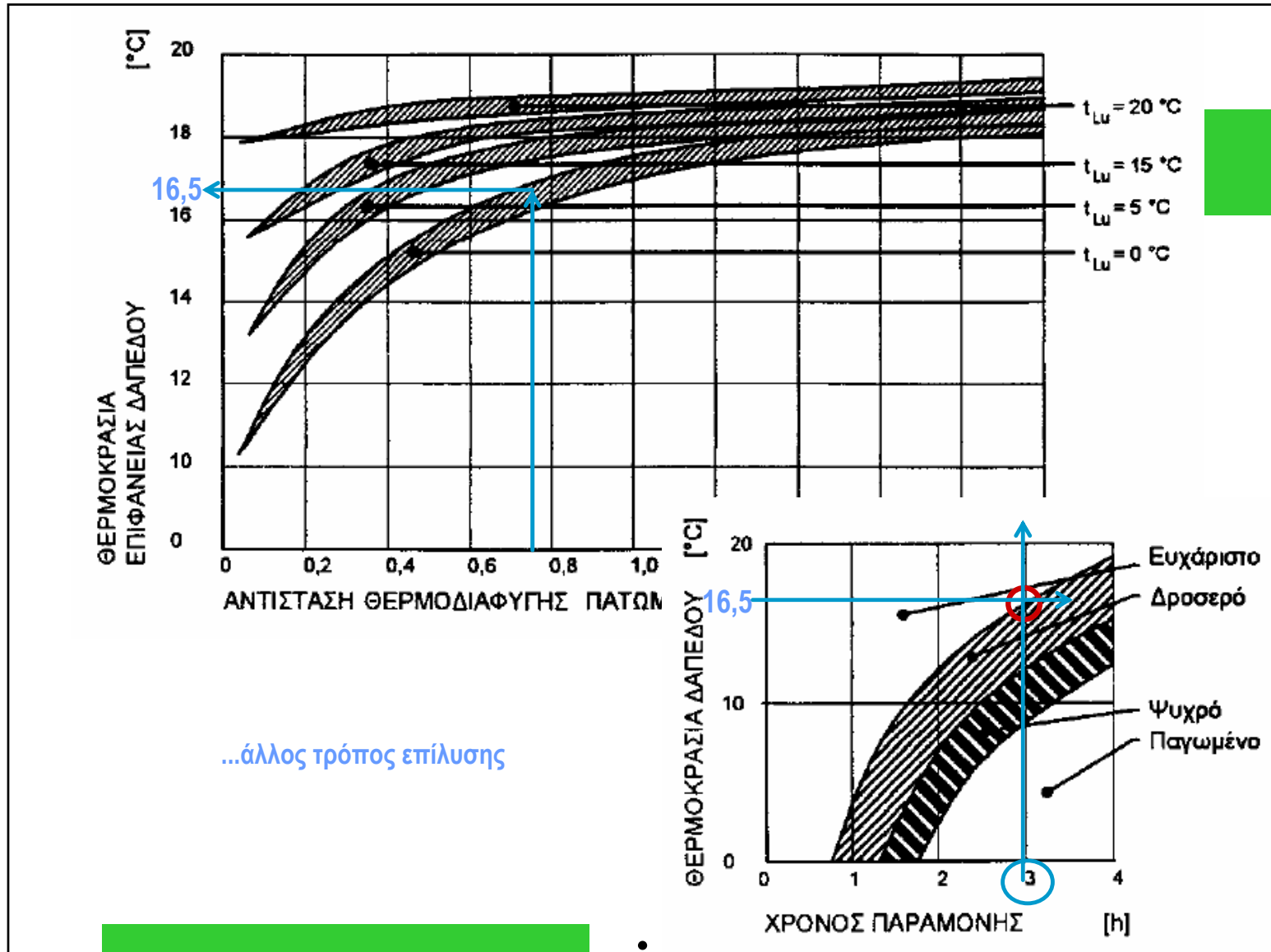
Άρα πρέπει να προσδιοριστεί η θερμοκρασία του δαπέδου της αίθουσας διαμονής.

33

Σχεδιάγραμμα 15 της σελίδας 19 :

Θερμοκρασία κάτω από πάτωμα :  $t_{Lu} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  / Αντίσταση θερμοδιαφυγής :  $1/\Lambda_{\delta\alpha\pi} = 0,739 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .  
 Θερμοκρασία του δαπέδου :  $t_{\delta\alpha\pi} = 16,5 \geq 16,3 \text{ }^\circ\text{C}$  (σχ. 13, σ. 18) → Παραμονή για 3 h = Ευχάριστη.





### 3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Α

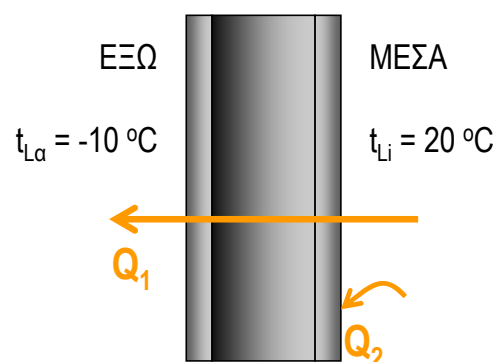
**Αρχή διατήρησης της ενέργειας :** Η θερμική ροή  $Q_1$  ανά ώρα από τον εσωτερικό χώρο της αίθουσας διαμονής προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσα από το τμήμα Α της εξωτερικής τοιχοποιίας είναι ίση με την θερμική ροή  $Q_2$  ανά ώρα από τον εσωτερικό χώρο της αίθουσας προς την εσωτερική επιφάνεια του τμήματος Α, μέσα από το εσωτερικό οριακό στρώμα του αέρα. Δηλαδή:  $Q_1 = Q_2$

$$Q_1 = F_A \cdot K_A \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_2 = F_A \cdot \alpha_i \cdot (t_{Li} - t_{εσωτ.επιφ.Α})$$

$$\rightarrow F_A \cdot K_A \cdot (t_{Li} - t_{La}) = F_A \cdot \alpha_i \cdot (t_{Li} - t_{εσωτ.επιφ.Α}) \rightarrow t_{Li} - t_{εσωτ.επιφ.Α} = \frac{K_A \cdot (t_{Li} - t_{La})}{\alpha_i}$$

$$\rightarrow t_{εσωτ.επιφ.Α} = t_{Li} - \frac{K_A \cdot (t_{Li} - t_{La})}{\alpha_i}, \text{ όπου } t_{Li} = 20 \text{ }^\circ\text{C}, t_{La} = -10 \text{ }^\circ\text{C} \text{ και } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}.$$



- 
- 
- 

**Προσδιορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας  $K_A$ .**

Αντίσταση θερμοδιαφυγής του στοιχείου A :  $\frac{1}{\Lambda_A} = 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Αντιστάσεις θερμικής μεταβίβασης για εξωτερικό τοίχο :  $1/\alpha_i + 1/\alpha_a = 0,166 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

$$\frac{1}{K_A} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda_A} + \frac{1}{\alpha_a} = 0,166 + 0,2 = 0,366 \rightarrow K_A = 2,730 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$t_{\text{εσωτ.επιφ.Α}} = t_{Li} - \frac{K_A \cdot (t_{Li} - t_{La})}{\alpha_i} = 20 - \frac{2,730 \times [20 - (-10)]}{8,14} = 20 - \frac{81,60}{8,14} = 20 - 10,02$$

$$\rightarrow t_{\text{εσωτ.επιφ.Α}} = 9,98 \text{ }^\circ\text{C}$$

37

- 
- 
- 

#### 4. ΧΑΡΑΞΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ $t=f(d)$ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ Β

Χάραξη θερμοκρασιακού διαγράμματος  $t = f(d)$ , για την τομή Β του εξωτερικού τοίχου

→ Προσδιορισμός των θερμοκρασιών στις επιφάνειες των διαφορετικών στρώσεων.

**Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας :** Το ποσό της θερμότητας που διέρχεται από κάθε στρώση είναι παντού το ίδιο.

Από τη τομή Β, φαίνεται ότι το ποσό της θερμότητας που διέρχεται από στρώση σε στρώση είναι από το εξωτερικό περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο:

$$Q_1 = F_B \cdot \alpha_a \cdot (t_1 - t_{La}) \quad (1)$$

$$Q_2 = F_B \cdot \Lambda_1 \cdot (t_2 - t_1) \quad (2)$$

$$Q_3 = F_B \cdot \Lambda_2 \cdot (t_3 - t_2) \quad (3)$$

$$Q_4 = F_B \cdot \Lambda_3 \cdot (t_4 - t_3) \quad (4)$$

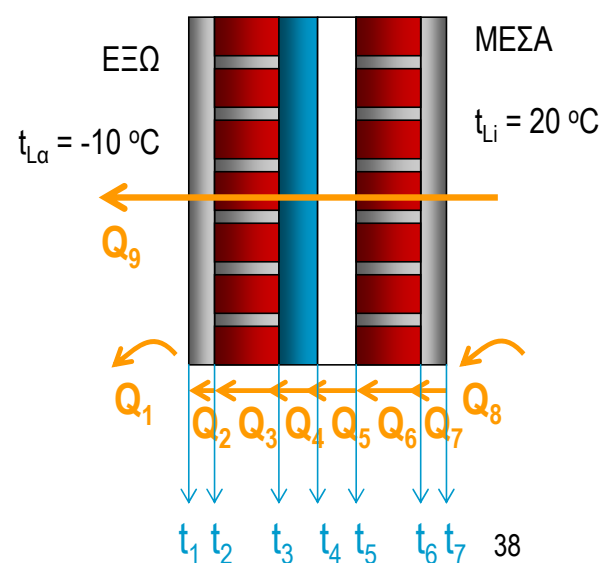
$$Q_5 = F_B \cdot \Lambda_4 \cdot (t_5 - t_4) \quad (5)$$

$$Q_6 = F_B \cdot \Lambda_5 \cdot (t_6 - t_5) \quad (6)$$

$$Q_7 = F_B \cdot \Lambda_6 \cdot (t_7 - t_6) \quad (7)$$

$$Q_8 = F_B \cdot \alpha_i \cdot (t_{Li} - t_7) \quad (8)$$

$$Q_9 = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \quad (9)$$



38

- 
- 
- 



Αντίσταση θερμοδιαφυγής του στοιχείου Β :  $\frac{1}{\Lambda_B} = 1,285 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Αντιστάσεις θερμικής μεταβίβασης για εξωτερικό τοίχο :  $1/\alpha_i + 1/\alpha_a = 0,166 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

$$\frac{1}{K_B} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda_B} + \frac{1}{\alpha_a} = 0,166 + 1,285 = 1,451 \rightarrow K_B = 0,689 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Σχέσεις (1) και (9) :

$$F_B \cdot \alpha_a \cdot (t_1 - t_{L\alpha}) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{L\alpha}) \rightarrow t_1 = t_{L\alpha} + \frac{K_B}{\alpha_a} \cdot (t_{Li} - t_{L\alpha})$$

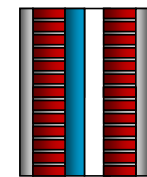
$$t_1 = -10 + \frac{0,689}{23,26} \times [20 - (-10)] = -10 + 0,03 \times 30 = -10 + 0,9 \rightarrow t_1 = -9,1 \text{ }^\circ\text{C}$$



- 
- 
- 



Δομικό στοιχείο	«Δρόμος» Β: Εξωτερικός τοίχος από οπτοπλινθοδομή			
	Πάχος <i>d</i> (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγιμότητας $\lambda$ (W/m.K)	Συντελεστής θερμοδιαφυγής $\Lambda = \lambda/d$ (W/m <sup>2</sup> .K)	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = d/\lambda$ (m <sup>2</sup> .K/W)
Επίχρισμα	0,025	0,95	38	0,026 = 1/Λ <sub>1</sub>
Τούβλο	0,06	0,80	13,3	0,075 = 1/Λ <sub>2</sub>
Θερμομόνωση	0,03	0,035	1,167	0,857 = 1/Λ <sub>4</sub>
Στρώμα αέρα	0,04			0,22 = 1/Λ <sub>3</sub>
Τούβλο	0,06	0,80	13,3	0,075 = 1/Λ <sub>5</sub>
Επίχρισμα	0,025	0,80	32	0,032 = 1/Λ <sub>6</sub>
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>0,778</b>	<b>1,285 1/Λ<sub>B</sub> 40</b>



- 
- 
- 

Σχέσεις (2) και (9) :

$$F_B \cdot \Lambda_1 \cdot (t_2 - t_1) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_2 = t_1 + K_B \cdot \frac{1}{\Lambda_1} \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_2 = -9,1 + 0,689 \cdot 0,026 \cdot 30 = -9,1 + 0,5 \rightarrow t_2 = -8,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Σχέσεις (3) και (9) :

$$F_B \cdot \Lambda_2 \cdot (t_3 - t_2) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_3 = t_2 + K_B \cdot \frac{1}{\Lambda_2} \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_3 = -8,6 + 0,689 \cdot 0,075 \cdot 30 = -8,6 + 1,5 \rightarrow t_3 = -7,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Σχέσεις (4) και (9) :

$$F_B \cdot \Lambda_3 \cdot (t_4 - t_3) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_4 = t_3 + K_B \cdot \frac{1}{\Lambda_3} \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_4 = -7,1 + 0,689 \cdot 0,857 \cdot 30 = -7,1 + 17,7 \rightarrow t_4 = 10,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Σχέσεις (5) και (9) :

$$F_B \cdot \Lambda_4 \cdot (t_5 - t_4) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_5 = t_4 + K_B \cdot \frac{1}{\Lambda_4} \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_5 = 10,6 + 0,689 \cdot 0,22 \cdot 30 = 10,6 + 4,5 \rightarrow t_5 = 15,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F_B \cdot \Lambda_5 \cdot (t_6 - t_5) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_6 = t_5 + K_B \cdot \frac{1}{\Lambda_5} \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_6 = 15,1 + 0,689 \cdot 0,075 \cdot 30 = 15,1 + 1,5 \rightarrow t_6 = 16,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Σχέσεις (7) και (9) :

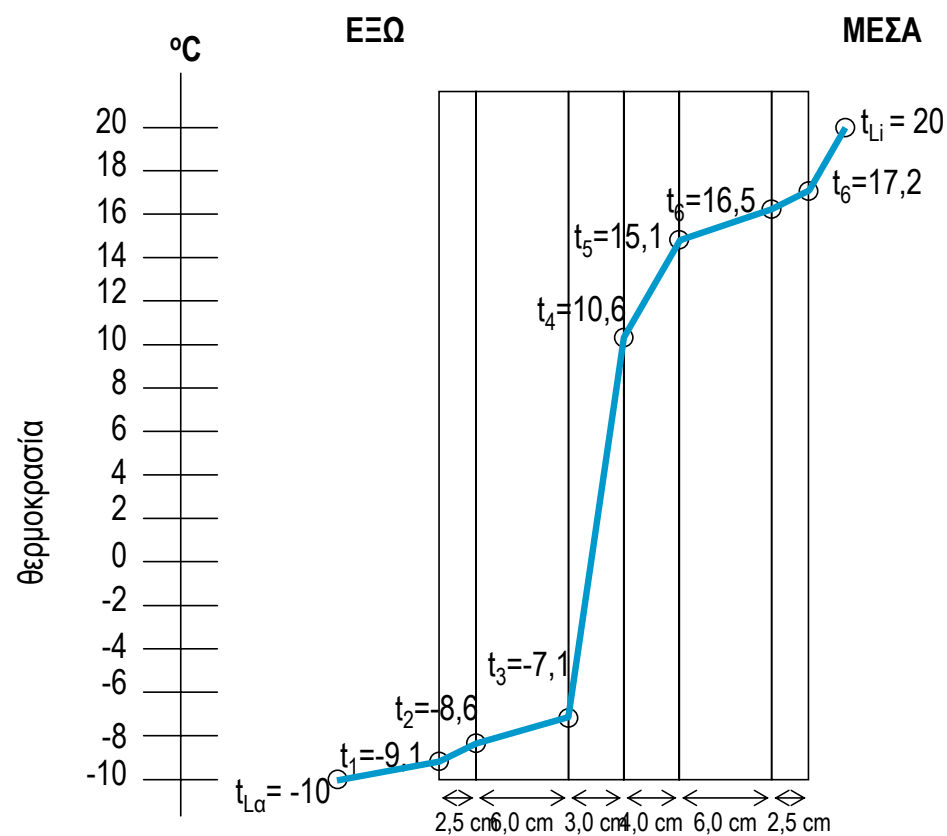
$$F_B \cdot \Lambda_6 \cdot (t_7 - t_6) = F_B \cdot K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_7 = t_6 + K_B \cdot \frac{1}{\Lambda_6} \cdot (t_{Li} - t_{La}) \rightarrow t_7 = 16,6 + 0,689 \cdot 0,031 \cdot 30 = 16,6 + 0,6 \rightarrow t_7 = 17,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

41

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

- 
- 
- 

Κατασκευή του θερμοκρασιακού διαγράμματος  $t = f(d)$  σε συνάρτηση με το πάχος των στρώσεων.



42

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

## 5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑ ΩΡΑ

Συνολική απώλεια θερμότητας ανά ώρα  $Q_{ολ}$  μέσα από όλες τις επιφάνειες της αίθουσας διαμονής :

$$Q_{ολ} = Q_{ταρ} + Q_{τοιχ} + Q_{πατ}$$

$Q_{ταρ}$  είναι η απώλεια θερμότητας ανά ώρα μέσα από την ταράτσα και είναι:

$$Q_{ταρ} = F_{ταρ} \cdot K_{ταρ} \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

Δεδομένα :  $F_{ταρ} = 8,0 \times 12,0 = 96 \text{ m}^2$  ,  $K_{ταρ} = 1,499 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  ,  $t_{Li} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ,  $t_{La} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q_{ταρ} = 96 \cdot 1,499 \cdot 30 \rightarrow Q_{ταρ} = 4317 \text{ W.h}$$

$Q_{τοιχ}$  είναι η απώλεια θερμότητας ανά ώρα μέσα από τον τοίχο και είναι:

$$Q_{τοιχ} = F_{τοιχ} \cdot K_{τοιχ} \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

Δεδομένα :  $F_{τοιχ} = 130 \text{ m}^2$  ,  $K_{τοιχ} = 1,137 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  ,  $t_{Li} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ,  $t_{La} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$Q_{τοιχ} = 130 \cdot 1,137 \cdot 30 \rightarrow Q_{τοιχ} = 4432 \text{ W.h}$$

$Q_{πατ}$  είναι η απώλεια θερμότητας ανά ώρα μέσα από το πάτωμα και είναι:

$$Q_{πατ} = F_{πατ} \cdot K_{πατ} \cdot (t_{Li} - t_{Lu})$$

Δεδομένα :  $F_{πατ} = 96 \text{ m}^2$  ,  $K_{πατ} = 1,048 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  ,  $t_{Li} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ,  $t_{Lu} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_{πατ} = 96 \cdot 1,048 \cdot 20 \rightarrow Q_{πατ} = 2012 \text{ W.h}$$

$$Q_{ολ} = Q_{ταρ} + Q_{τοιχ} + Q_{πατ} = 4317 + 4432 + 2012 \rightarrow Q_{ολ} = 10.761 \text{ W.h}$$

43

## \*\*\* ΑΛΛΑ ΘΕΜΑΤΑ

### ΥΠΑΡΞΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ / ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΙΧΟ

Η ύπαρξη κουφώματος / κουφωμάτων στον εξωτερικό τοίχο επηρεάζει τις θερμικές απώλειες, καθώς αποτελεί ένα διαφορετικό «δρόμο» απώλειας θερμότητας.

Εξετάζονται 2 περιπτώσεις :

1.  $F_{κουφ} / F_{ολ\ τοιχου} < 10\%$

Το εμβαδόν θεωρείται αμελητέο κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Ο προσδιορισμός των ποσοστών αυτών γίνεται από το τμήμα του εξωτερικού τοίχου που επαναλαμβάνεται ομοιόμορφα.

Το σφάλμα που γίνεται στους υπολογισμούς από αυτήν την παραδοχή είναι ασήμαντο.

2.  $F_{κουφ} / F_{ολ\ τοιχου} > 10\%$

Το εμβαδόν λαμβάνεται υπόψη κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

π.χ. :  $F_B' = F_B - F_{κουφ}$  και  $F_{τοιχου}' = F_{τοιχου} - F_{κουφ}$   
 $P_B = \frac{F_B - F_{κουφ}}{F_{τοιχου} - F_{κουφ}}$  και  $P_A = \frac{F_A}{F_{τοιχου} - F_{κουφ}}$  .

44

- 
- 
- 



Απώλειες θερμότητας από το κούφωμα :

1. Με αγωγή και
2. Με διείσδυση (οφείλονται στον αέρα που περνά μέσα από τις χαραμάδες του κουφώματος, επειδή δε γίνεται τέλεια εφαρμογή των κουφωμάτων)

**1. Απώλειες θερμότητας από το κούφωμα λόγω αγωγής :**

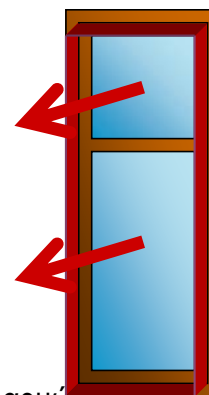
$$Q_{\text{κουφ}} = F_{\text{κουφ}} \cdot K_{\text{κουφ}} \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

Προσδιορισμός των θερμικών απωλειών μέσα από τον υπόλοιπο εξωτερικό τοίχο:

Εμβαδόν του εξωτερικού τοίχου στον τύπο υπολογισμού των απωλειών =

Ολικό εμβαδόν του εξωτερικού τοίχου - Εμβαδόν του κουφώματος.

$$F_{\text{τοιχ}} = F_{\text{ολ}} - F_{\text{κουφ}}$$



(Τ.2, σ. 20-21)

**2. Απώλειες θερμότητας από το κούφωμα από τις χαραμάδες :**

$$Q = 0,36 \cdot V \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

όπου είναι :  $V$  ο όγκος του αέρα που περνάει μέσα από τις χαραμάδες των αρμών.

$$V = V_L \cdot l \text{ [m}_3 \text{ / m x m} \rightarrow \text{m}^3\text{]}$$

όπου είναι :  $V_L$  ο όγκος του αέρα σε  $\text{m}^3$  ανά περιμετρικό μέτρο αρμού  
 $l$  μήκος αρμών



- 
- 
- 



**ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΔΑΠΕΔΟΥ ΑΠΟ ΑΠΟΨΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ**

Διαπίστωση ότι το δάπεδο είναι ακατάλληλο από άποψη θερμομόνωσης.

Ζητείται:

Διόρθωση του δαπέδου → Το πάχος του στρώματος γνωστού θερμομονωτικού υλικού, που πρέπει να προστεθεί στην υπάρχουσα κατασκευή, έτσι ώστε να εκπληρώνονται ορισμένες προϋποθέσεις, όπως π.χ. ορισμένη τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας,  $K_{\text{δαπ}}$  του δαπέδου, ή ευχάριστη παραμονή για ορισμένο χρονικό διάστημα και άλλα σχετικά.

Προσδιορισμός της καινούργιας αντίστασης θερμοδιαφυγής  $(1/\Lambda)'$ , που πρέπει να έχει το δάπεδο για να ικανοποιείται το ζητούμενο.

$$\frac{(1)'}{\Lambda} = \frac{1}{\Lambda} + \frac{d_{\text{θερμ}}}{\lambda_{\text{θερμ}}} \rightarrow d_{\text{θερμ}} = \left[ \frac{(1)'}{\Lambda} - \frac{1}{\Lambda} \right] \times \lambda_{\text{θερμ}}$$

(Τ.2, πιν.3, σ. 31)

όπου είναι :

$1/\Lambda$

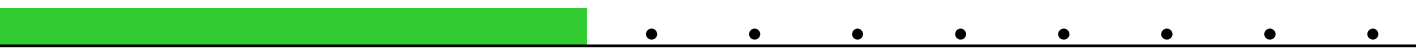
η αντίσταση θερμοδιαφυγής του δαπέδου, που προσδιορίστηκε πιο πάνω

$\lambda_{\text{θερμ}}$

ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του θερμομονωτικού υλικού

$d_{\text{θερμ}}$

το πάχος του θερμομονωτικού υλικού, που ζητείται, σε m



- 
- 
- 

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ  $K_{\text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΥ}}$**

$$Q_{\text{τοιχ}} = F_{\text{τοιχ}} \cdot K_{\text{τοιχ}} \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{κουφ}} = F_{\text{κουφ}} \cdot K_{\text{κουφ}} \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{χαραμ}} = 0,36 \cdot V \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

(+)

$$Q_{\text{ολ}} = Q_{\text{τοιχ}} + Q_{\text{κουφ}} + Q_{\text{χαραμ}}$$

$$Q_{\text{ολ}} = Q_{\text{τοιχ}} + Q_{\text{κουφ}} + Q_{\text{χαραμ}} = F_{\text{ολ}} \cdot K_{\text{ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ}} \cdot (t_{Li} - t_{La})$$

$$\rightarrow K_{\text{ΙΣΟΔΥΝ}} = \frac{Q_{\text{ολ}}}{F_{\text{ολ}} \cdot (t_{Li} - t_{La})}$$

47

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

*Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!*

