

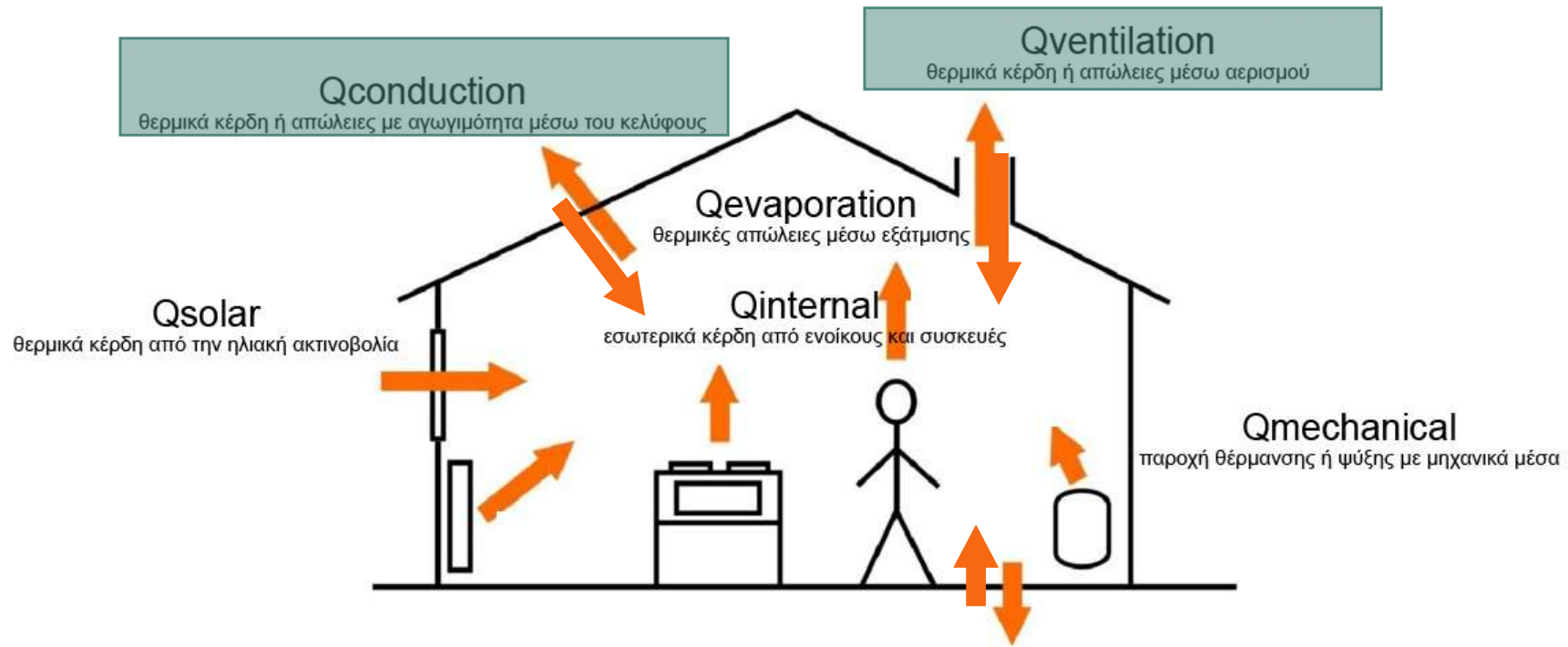
Θερμική προστασία και θερμομόνωση κελύφους



Κύρια μέτρα θερμικής προστασίας κελύφους
Θερμομόνωση
Αεροστεγανότητα



ενεργειακό ισοζύγιο: θερμικά κέρδη/απώλειες μέσω αγωγιμότητας & συναγωγής

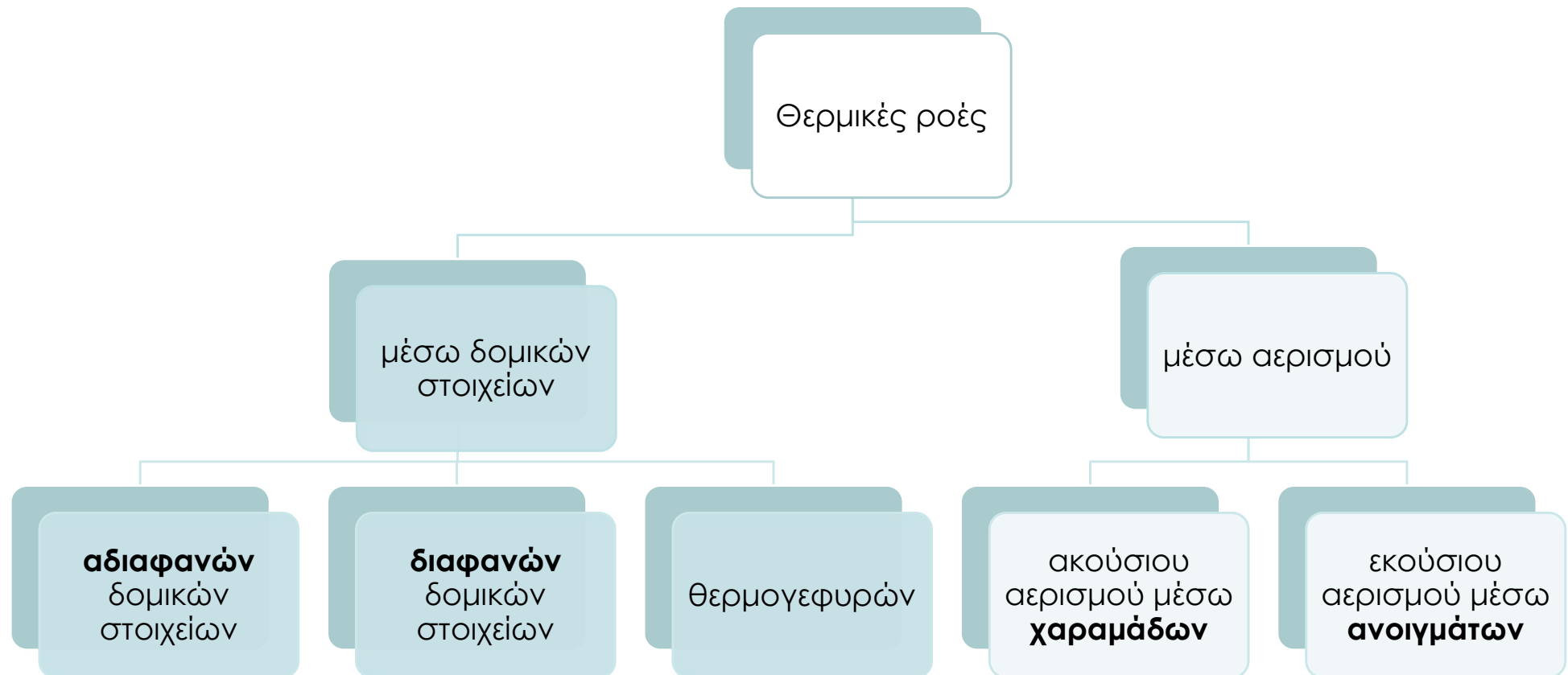


ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

$$\text{ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ} - \text{ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ} = 0$$

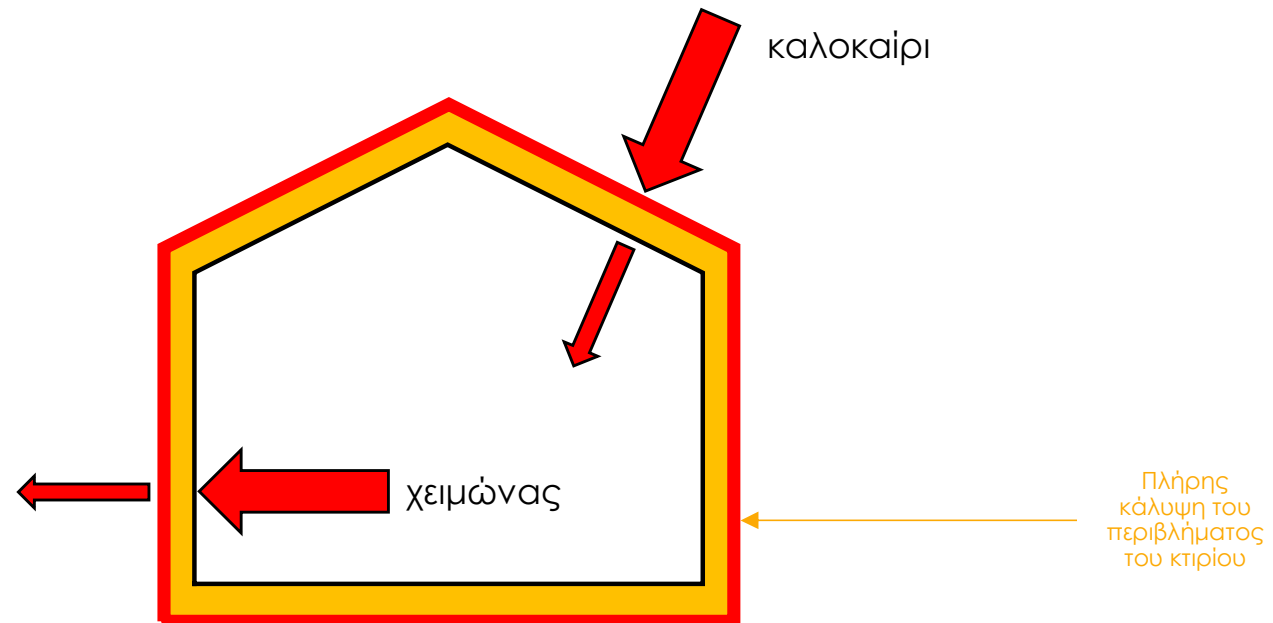
$$Q_I + Q_S + Q_C + Q_V + Q_M - Q_E = 0$$

Απώλειες Θερμότητας



Ο ρόλος της θερμομόνωσης

Η θερμομόνωση του κελύφους
συμβάλλει στην παθητική θέρμανση του κτιρίου
κατά τη χειμερινή περίοδο
επειδή προσφέρει
προστασία από τις απώλειες θερμότητας
με αγωγιμότητα μέσω του κελύφους



Η θέση της στρώσης θερμομόνωσης

- Θερμομονωτικά υλικά στην εσωτερική πλευρά του κελύφους.
- Θερμομονωτικά υλικά στην εξωτερική πλευρά του κελύφους.
- Θερμομονωτικά υλικά στον πυρήνα, μεταξύ δύο στρώσεων του κελύφους.
- Χρήση δομικών στοιχείων και υλικών πλήρωσης με αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα (π.χ. θερμομονωτικά κουφώματα, θερμομονωτικές οπτόπλινθοι, ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι, θερμομονωτικά λιθοσώματα).



εσωτερικά



εξωτερικά



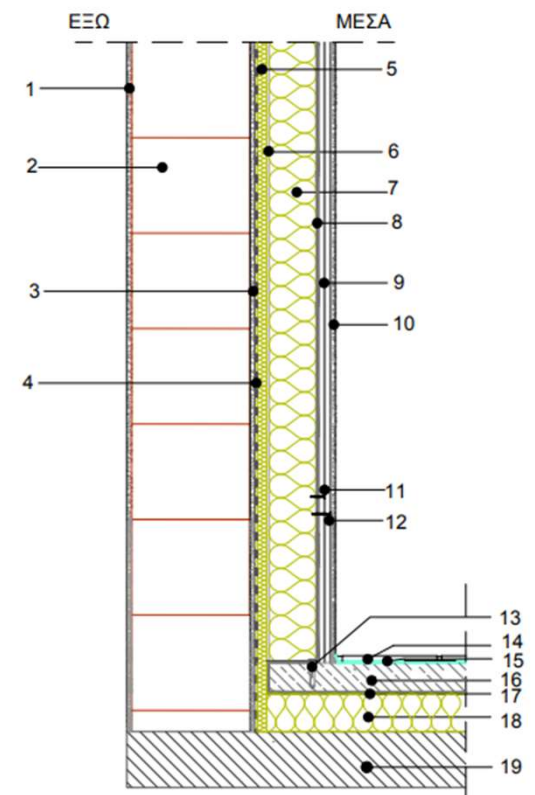
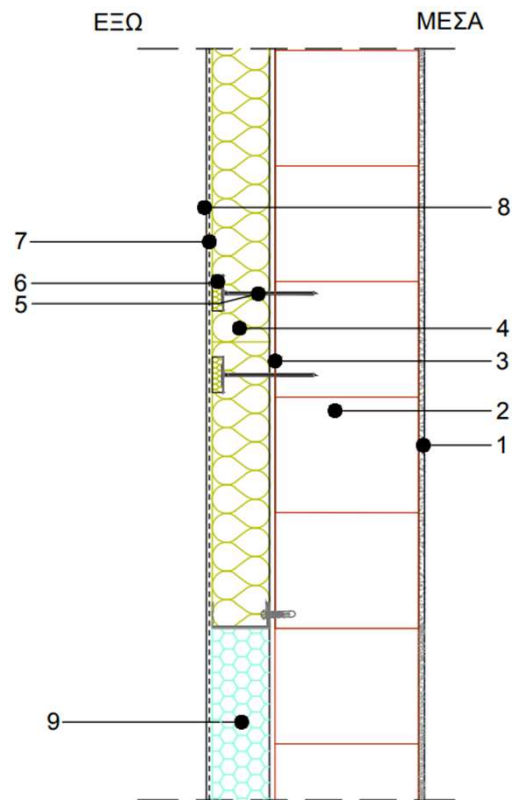
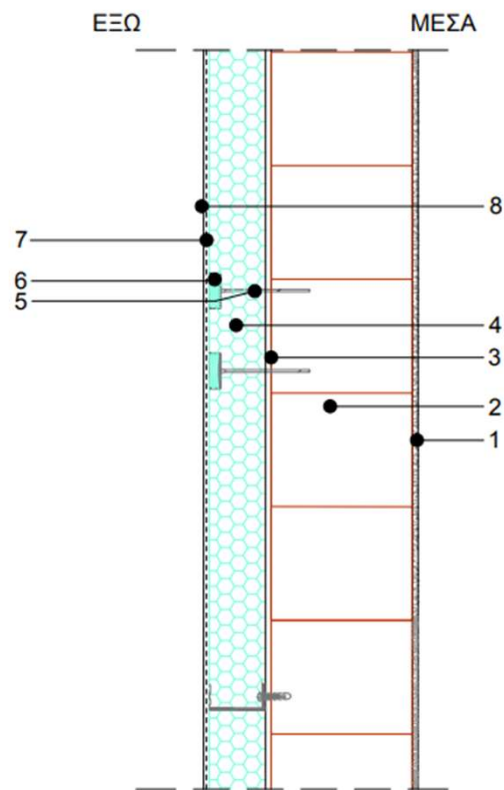
στον πυρήνα



ενσωματωμένη

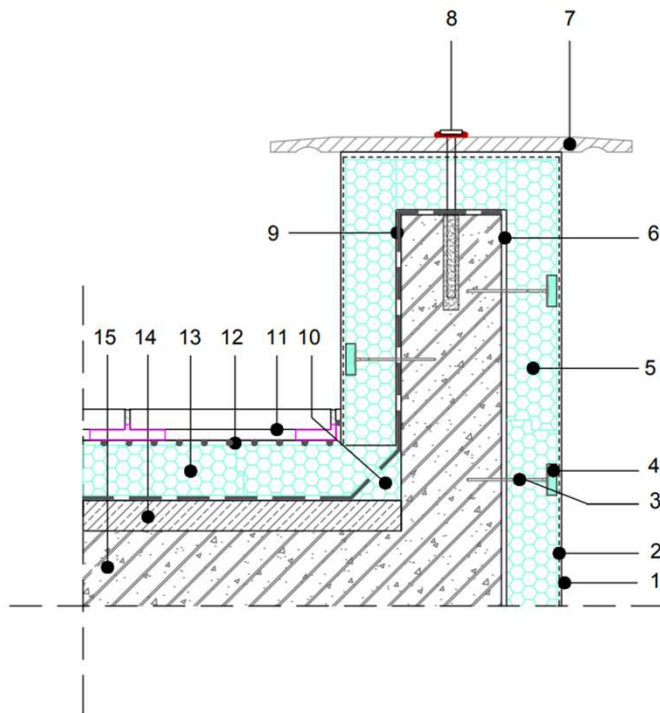
προστασία και θερμομόνωση κελύφους

δομικό στοιχείο : τοιχοποιία με θερμομόνωση εξωτερικά και εσωτερικά



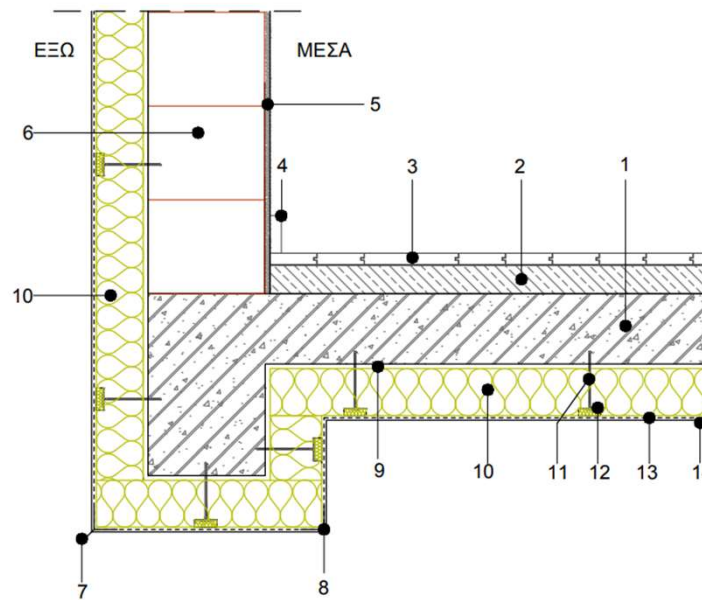
προστασία και θερμομόνωση κελύφους

δομικό στοιχείο : οροφή / δώμα
Θερμομόνωση εξωτερικά



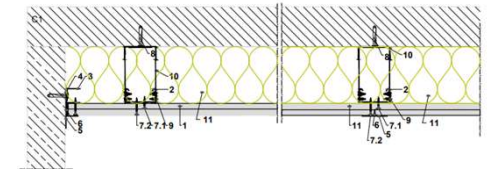
<https://fibran.gr/wp-content/uploads/sites/6/2023/08/12.1.1-%CE%B2%CE%B1%CF%84%CF%8C.pdf>

δομικό στοιχείο : δάπεδο πάνω
από ανοικτή διάβαση
Θερμομόνωση εξωτερικά



<https://fibran.gr/wp-content/uploads/sites/6/2023/02/2.1.3-%CE%A3%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7-%CE%94%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CE%A3%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf>

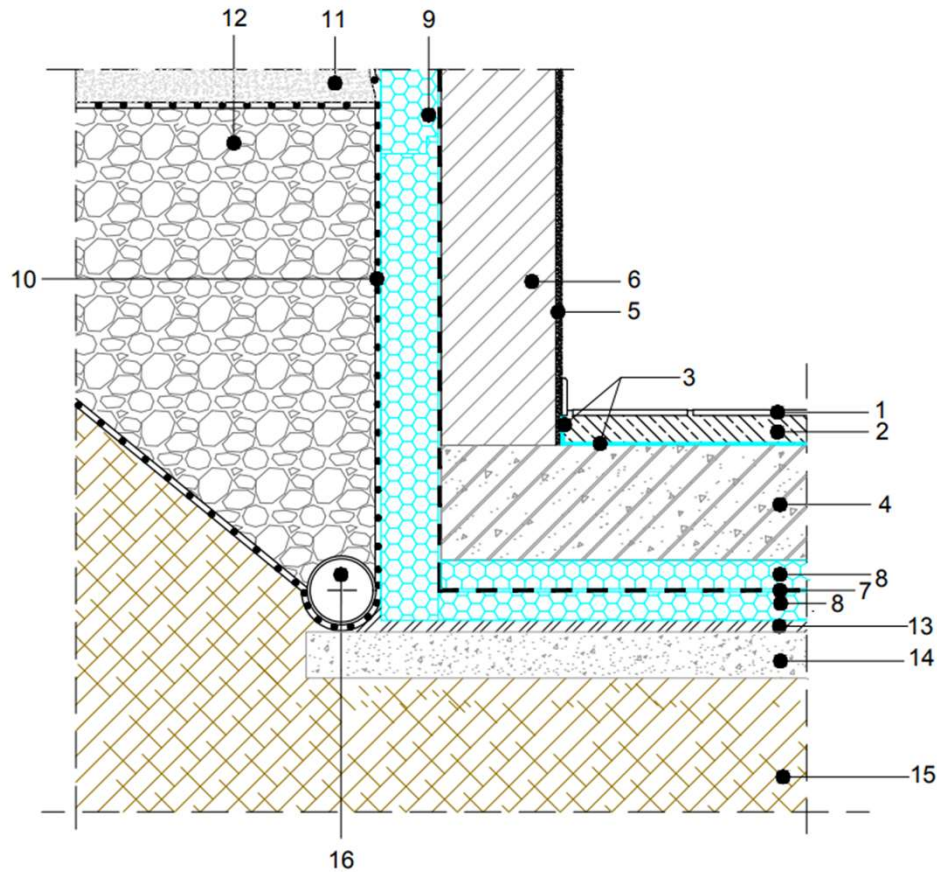
Θερμομόνωση κάτω από
την πλάκα σκυροδέματος
(εσωτερικά ή εξωτερικά)



<https://fibran.gr/wp-content/uploads/sites/6/2023/02/2.1.2-%CE%A3%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7-%CE%94%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CE%A3%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf>

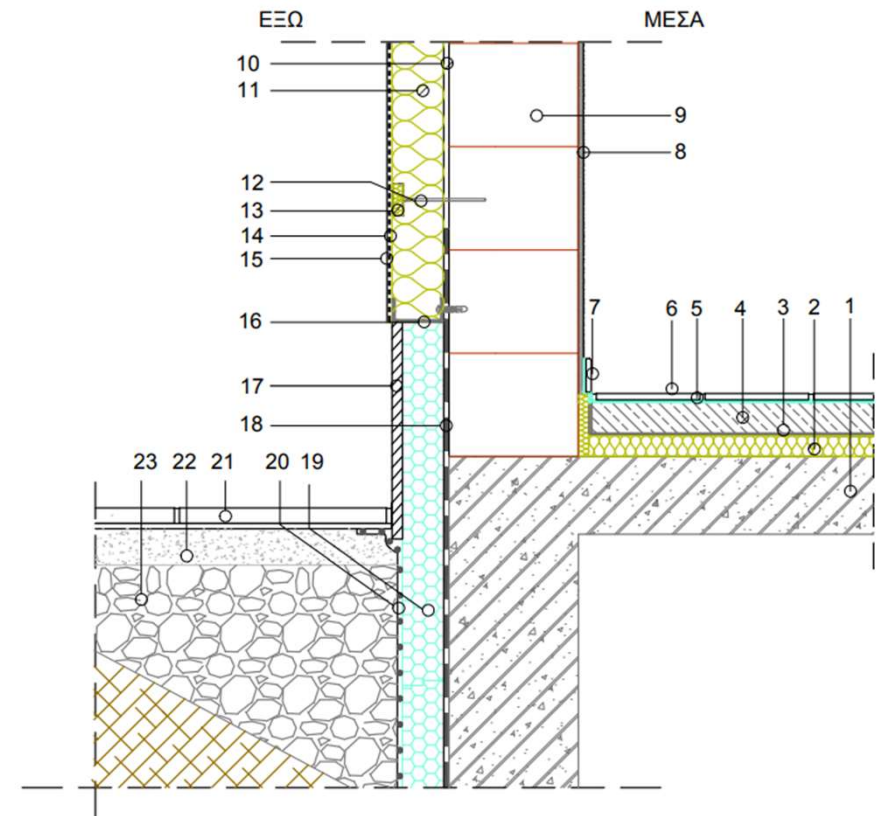
προστασία και θερμομόνωση κελύφους

δομικό στοιχείο : δάπεδο στο έδαφος,
θερμομόνωση εξωτερικά



<https://fibran.gr/wp-content/uploads/sites/6/2023/05/1.1.1-%CE%A3%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7-%CE%94%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CE%A3%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf>

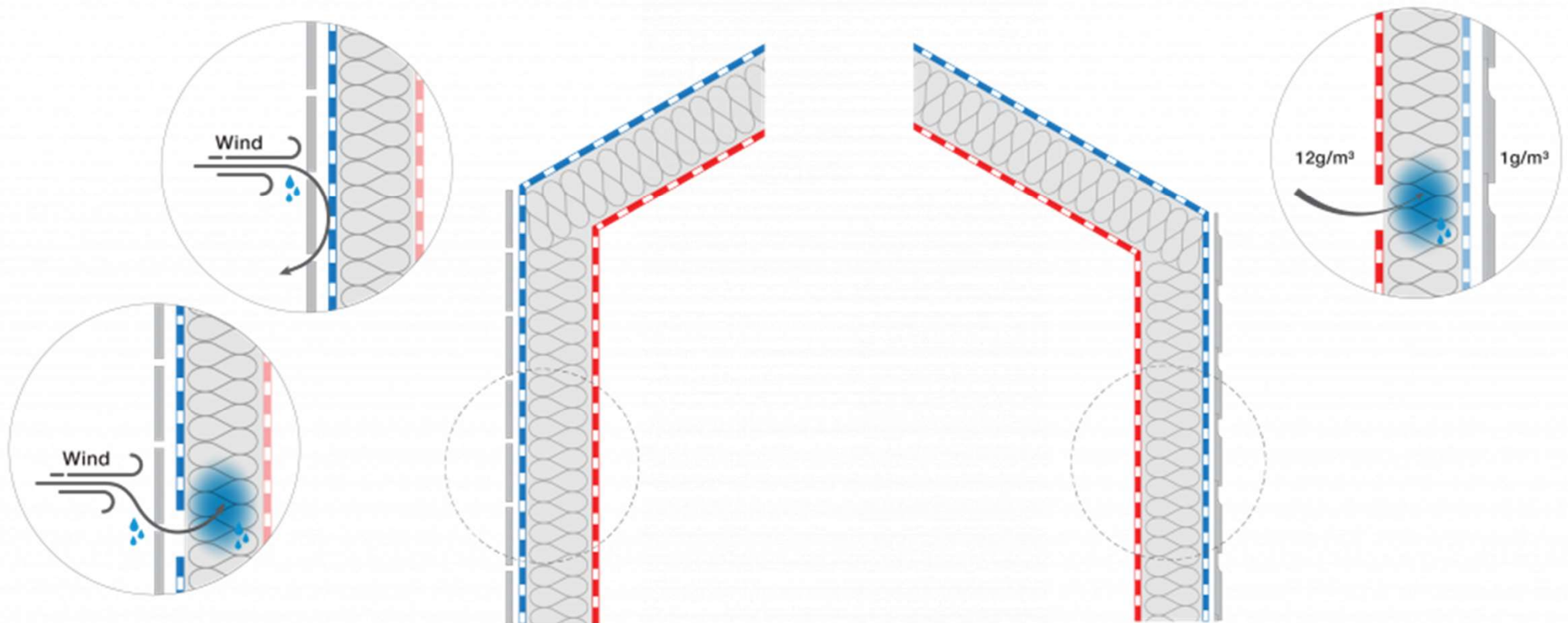
δομικό στοιχείο : δάπεδο πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο,
θερμομόνωση εσωτερικά



<https://fibran.gr/wp-content/uploads/sites/6/2023/03/3.1.1-%CE%A3%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7-%CE%94%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CE%A3%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF%CF%85.pdf>

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

προστασία της θερμομόνωσης από την υγρασία εξωτερικά και εσωτερικά



προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Οι θερμογέφυρες

Θερμογέφυρα είναι μία περιοχή στην κατασκευή του κτιρίου με υψηλότερη ικανότητα αγωγής θερμότητας και έχει αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της ροής θερμότητας προς τα έξω, σημειακά. Με αυτόν τον τρόπο ψύχονται οι εσωτερικές επιφάνειες των δομικών στοιχείων.

Οι θερμογέφυρες δημιουργούνται σε κατασκευαστικά υλικά υψηλής αγωγιμότητας ή σε ασυνέχειες της θερμικής προστασίας του κελύφους ή σε σημεία όπου συνδέονται γραμμικά υλικά με διαφορετική θερμική συμπεριφορά.

Απώλειες
θερμότητας μέσω
θερμογεφυρών



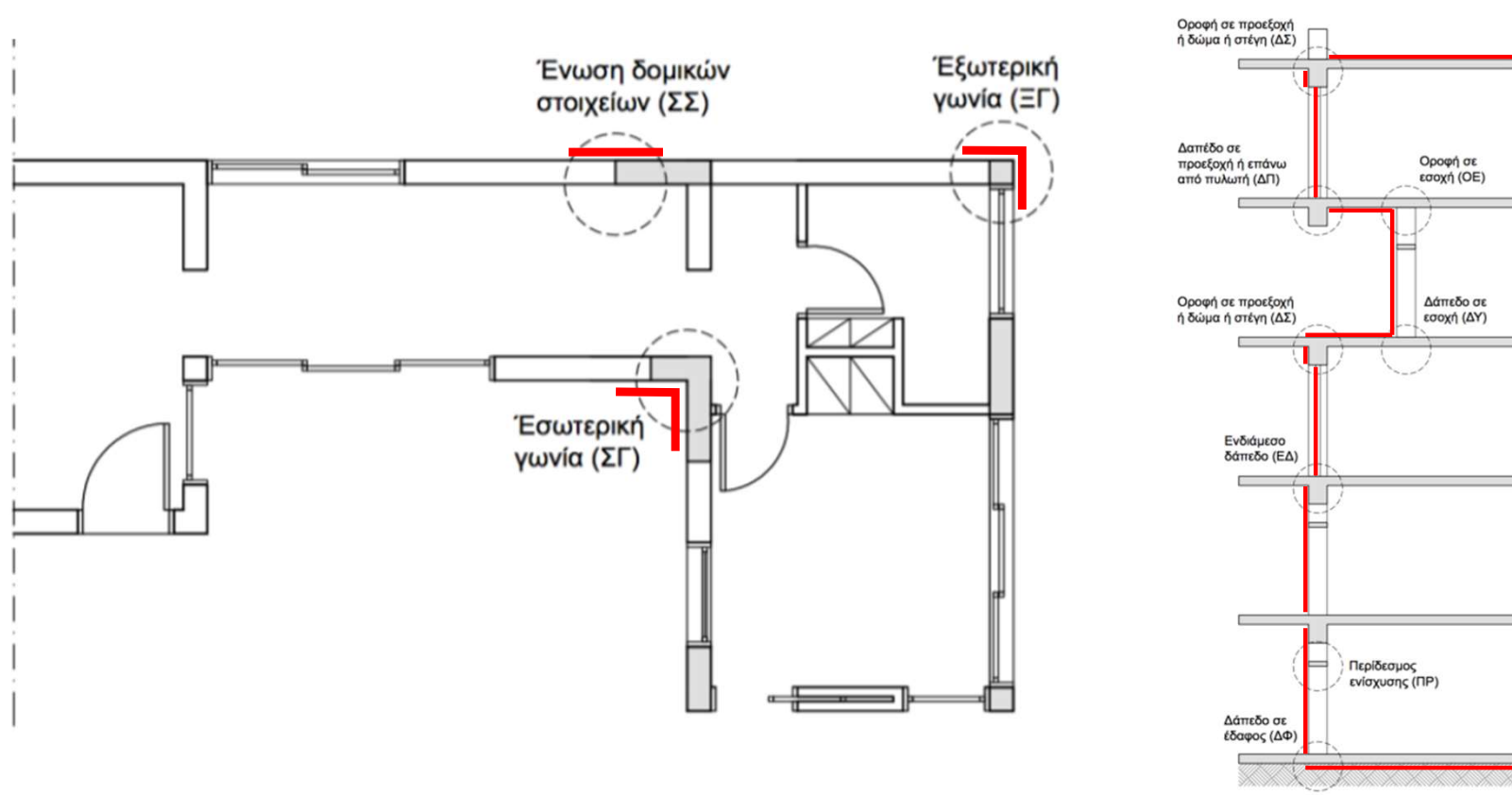
φωτογραφία με θερμοκάμερα:
θερμοκρασία εξωτερικών επιφανειών κελύφους

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Οι θερμογέφυρες

Θερμογέφυρα είναι μία περιοχή στην κατασκευή του κτιρίου με υψηλότερη ικανότητα αγωγής θερμότητας και έχει αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της ροής θερμότητας προς τα έξω, σημειακά. Με αυτόν τον τρόπο ψύχονται οι εσωτερικές επιφάνειες των δομικών στοιχείων.

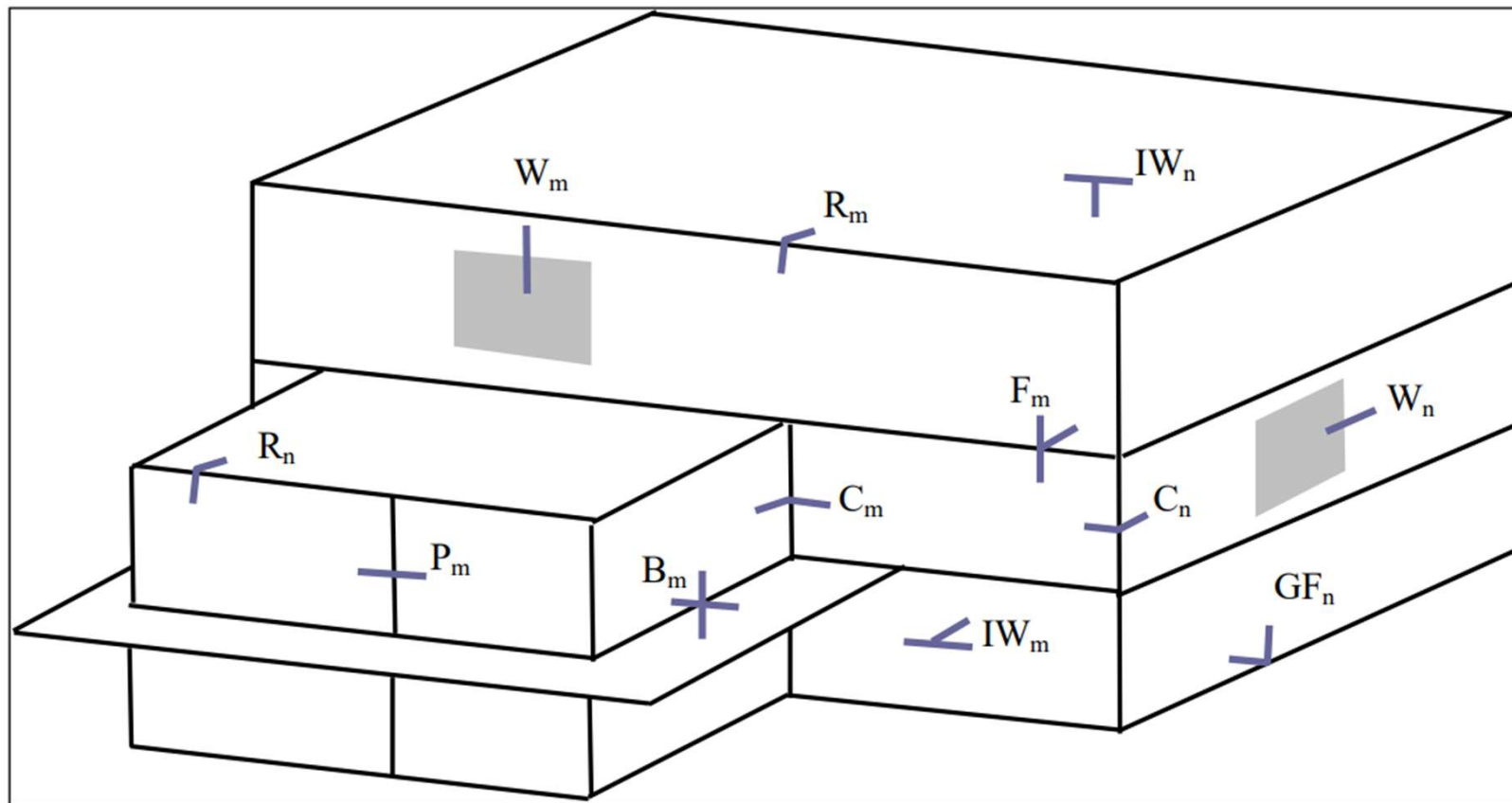
Οι θερμογέφυρες δημιουργούνται σε κατασκευαστικά υλικά υψηλής αγωγιμότητας ή σε ασυνέχειες της θερμικής προστασίας του κελύφους ή σε σημεία όπου συνδέονται γραμμικά υλικά με διαφορετική θερμική συμπεριφορά.



Οι θερμογέφυρες

Θερμογέφυρα είναι μία περιοχή στην κατασκευή του κτιρίου με υψηλότερη ικανότητα αγωγής θερμότητας και έχει αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της ροής θερμότητας προς τα έξω, σημειακά. Με αυτόν τον τρόπο ψύχονται οι εσωτερικές επιφάνειες των δομικών στοιχείων.

Οι θερμογέφυρες δημιουργούνται σε κατασκευαστικά υλικά υψηλής αγωγιμότητας ή σε ασυνέχειες της θερμικής προστασίας του κελύφους ή σε σημεία όπου συνδέονται γραμμικά υλικά με διαφορετική θερμική συμπεριφορά.



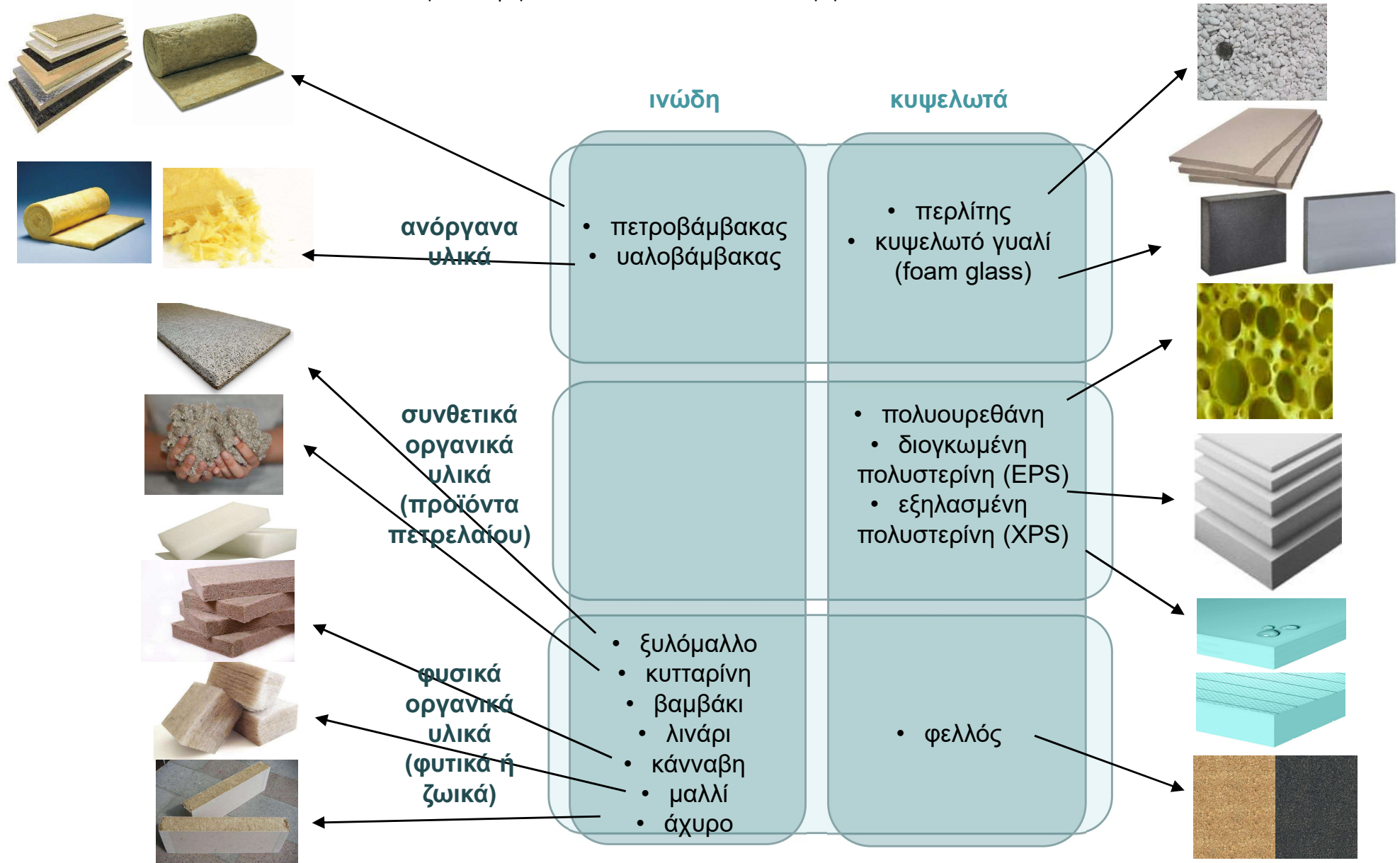
Τα θερμομονωτικά υλικά



<https://inhabitat.com/7-eco-friendly-insulation-alternatives-for-a-green-home/>

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Τα θερμομονωτικά υλικά διακρίνονται σε ινώδη (fibre) ή κυτταρώδη/κυψελωτά (cellular). Κάθε κατηγορία μονωτικών αποτελείται από ανόργανα υλικά ή και οργανικά υλικά, συνθετικά ή φυσικά.

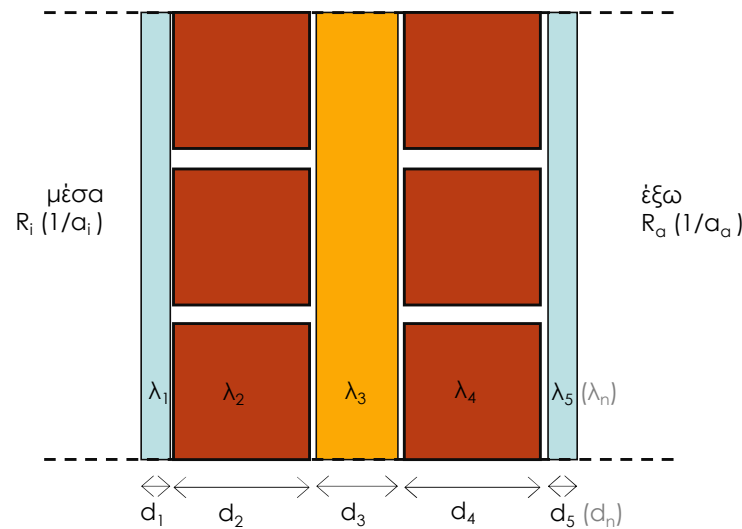


Μορφές θερμομονωτικών υλικών



προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U ($\text{W/m}^2\text{K}$) των αδιαφανών δομικών στοιχείων



$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

Below the equation, arrows point to the terms with their respective labels:

- $\frac{1}{U}$: αντίσταση θερμοπερατότητας R
- $\frac{1}{\alpha_i}$: R_i : αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικά
- $\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$: R_{λ} : αντίσταση θερμοδιαφυγής
- $\frac{1}{\alpha_a}$: R_a : αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικά

U : συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου ($\text{W/m}^2\text{K}$)
 α_i : συντελεστής θερμικής μετάβασης εσωτερικά ($\text{W/m}^2\text{K}$)
 α_a : συντελεστής θερμικής μετάβασης εξωτερικά ($\text{W/m}^2\text{K}$)
 d : πάχος στρώσης δομικού υλικού (m)
 λ : συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δομικού υλικού (W/mK)

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Τιμές σχεδιασμού του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ για δομικά υλικά (W/mK)

4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ

Πίνακας 1. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχω- ρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
		ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c_p J/(kg·K)	μ ξηρό υγρό	
1. Ανόργανα δομικά υλικά						
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες						
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι						
1.1.1.1. Ιζηματογενή πετρώματα (ακλήρη)	2600	2,300	1 000	250	200	
1.1.1.2. Ομογενής βράχος		3,500				
1.1.1.3. Βασάλτης	2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000	
1.1.1.4. Γνέσιος	2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000	
1.1.1.5. Γρανίτης	2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000	
1.1.1.6. Μάρμαρο	2800	3,500	1 000	10 000	10 000	
1.1.1.7. Σχιστόλιθος	2000 - 2800	2,200	1 000	1 000	800	
1.1.1.8. Ασβεστόλιθος						
	πολύ ακλήρης	2600	2,300	1 000	250	200
	ακλήρης	2200	1,700	1 000	200	150
	ημιακλήρης	2000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Παρωδείς λίθοι						
1.1.2.1. Ασβεστόλιθος						
	μαλακός	1800	1,100	1 000	40	25
	πολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2. Ψάμμιτης	2600	2,300	1 000	40	30	
1.1.2.3. Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)	1500	0,850	1 000	30	20	
1.1.2.4. Κίσηρη υπό μορφή πέτρας, λάβα, παρωδής λάβα	1600	0,550	800	20	15	
1.1.2.5. Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη	400	0,120	1 000	5	6	
1.1.2.6. Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζοπλακάς)		1,050				
1.2. Γαυωδή υλικά και υλικά πλήρωσης δεκέντων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.						
1.2.1. Χύμα συμπαγής	1800	2,000				
1.2.2. Αργίλος / άμμος	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50	
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800			
1.2.4. Ύψη (σε ηχη κατάσταση)	400	0,200	1 000			
(σε υγρή κατάσταση)	900	0,500	1 500			
1.2.5. Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm	1520	0,350	800			
1.2.6. Αμμογάλλια	2200	2,000	910 - 1180	50	50	
1.2.7. Χονδρόκοκη κίσηρη		0,190		40	180	
1.2.8. Διογκωμένος περλίτης	50 - 130	0,070	900	1 - 2		
1.2.9. Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50 - 10 mm, σιλακτικές και θραυστές		0,810				
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410				
1.3. Κατεργασμένη αργίλος (πηλός)						
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6		
1.3.2. Πηλός μπαγδαί		0,470				
1.3.3. Πηλός, λάσπη	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50	
1.3.4. Οπτόπλινθοι συμπαγείς	1990	0,800	1 000	10		
1.3.5. Οπτόπλινθοι με πρόσμιξη άχνη						
	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. Ασβεστοκονίαμα	1800	0,870	1 000	15		
1.4.2. Ασβεστοσιμεντοκονίαμα						
	1800	0,870	1 000	25 - 35		
	1900	1,000	1 100	35		
1.4.3. Σιμεντοκονίαμα, επίστρωση σιμεντού	2000	1,400	1 100	25 - 35		
1.4.4. Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1400	0,700	1 000	10		
1.4.5. Γυψοκονίαμα						
	χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
	με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επιχρίσμα (εξωτερικά)						
	250	0,080	1 100	10		
	350	0,100	1 100	10		
	500	0,140	1 100	10		
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα	1800	0,870	1 100	80 - 250		
1.4.8. Επίστρωση χυλής ασφάλτου	2300	0,900				
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)						
1.5.1. Σκυροδέμα άσπλο ή ελαφρώς οπλισμένο						
	μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
		2000	1,350	1 000	100	60

T.O.T.E.E 20701-2/2017. Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων σύμφωνα με την αναθεώρησης του Κ.Εν.Α.Κ. (2017). Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
<https://web.tee.gr/wp-content/uploads/ΕΓΚΡΙΣΗ-TOTEE-2.pdf>

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $R_i = 1/\alpha_i$ και $R_a = 1/\alpha_a$

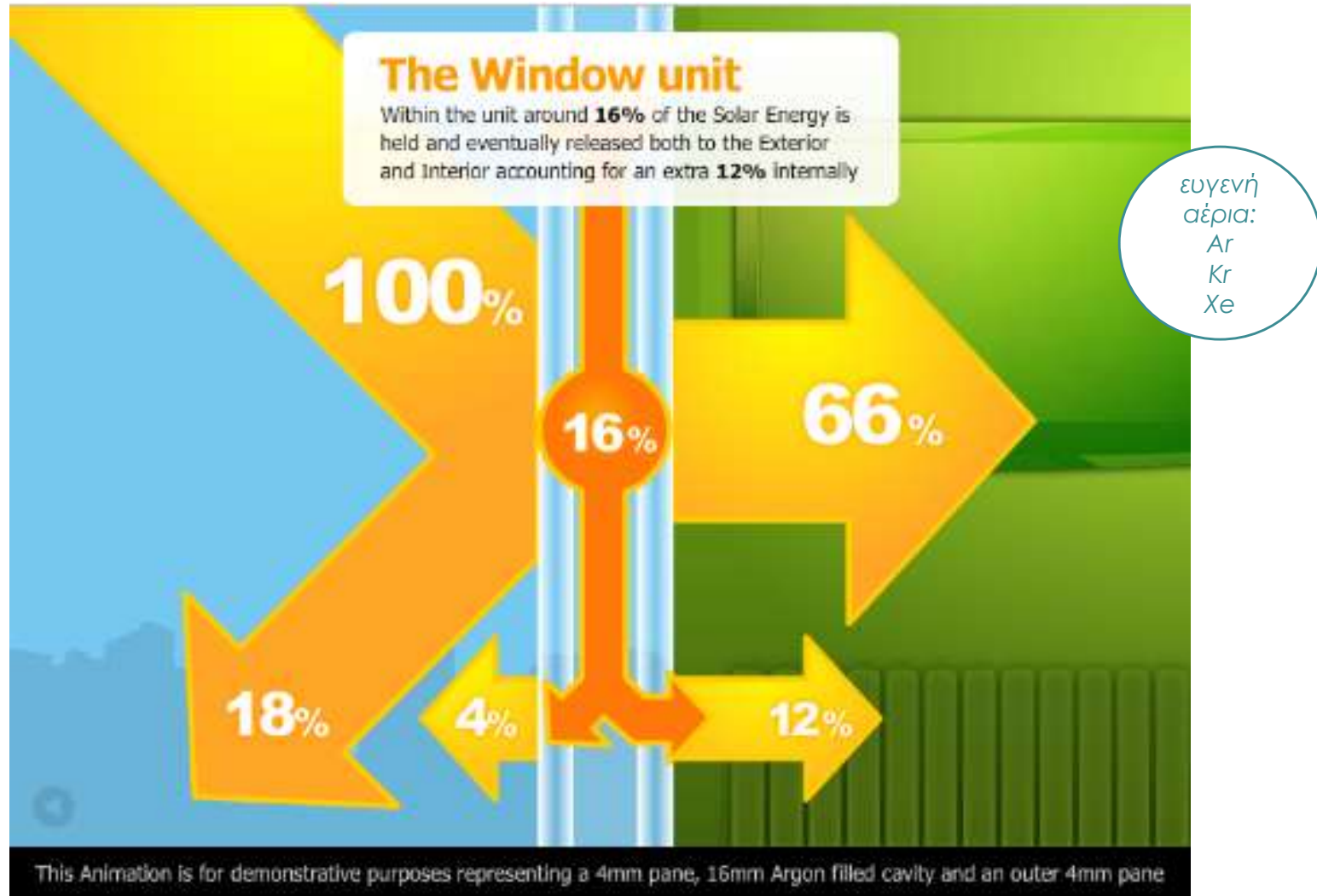
Πίνακας 2β. Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	R_i	R_a
		W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	(m ² ·K)/W	(m ² ·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

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017. Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων σύμφωνα με την αναθεώρησης του Κ.Εν.Α.Κ. (2017). Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος.
<https://web.tee.gr/wp-content/uploads/ΕΓΚΡΙΣΗ-TOTEE-2.pdf>

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

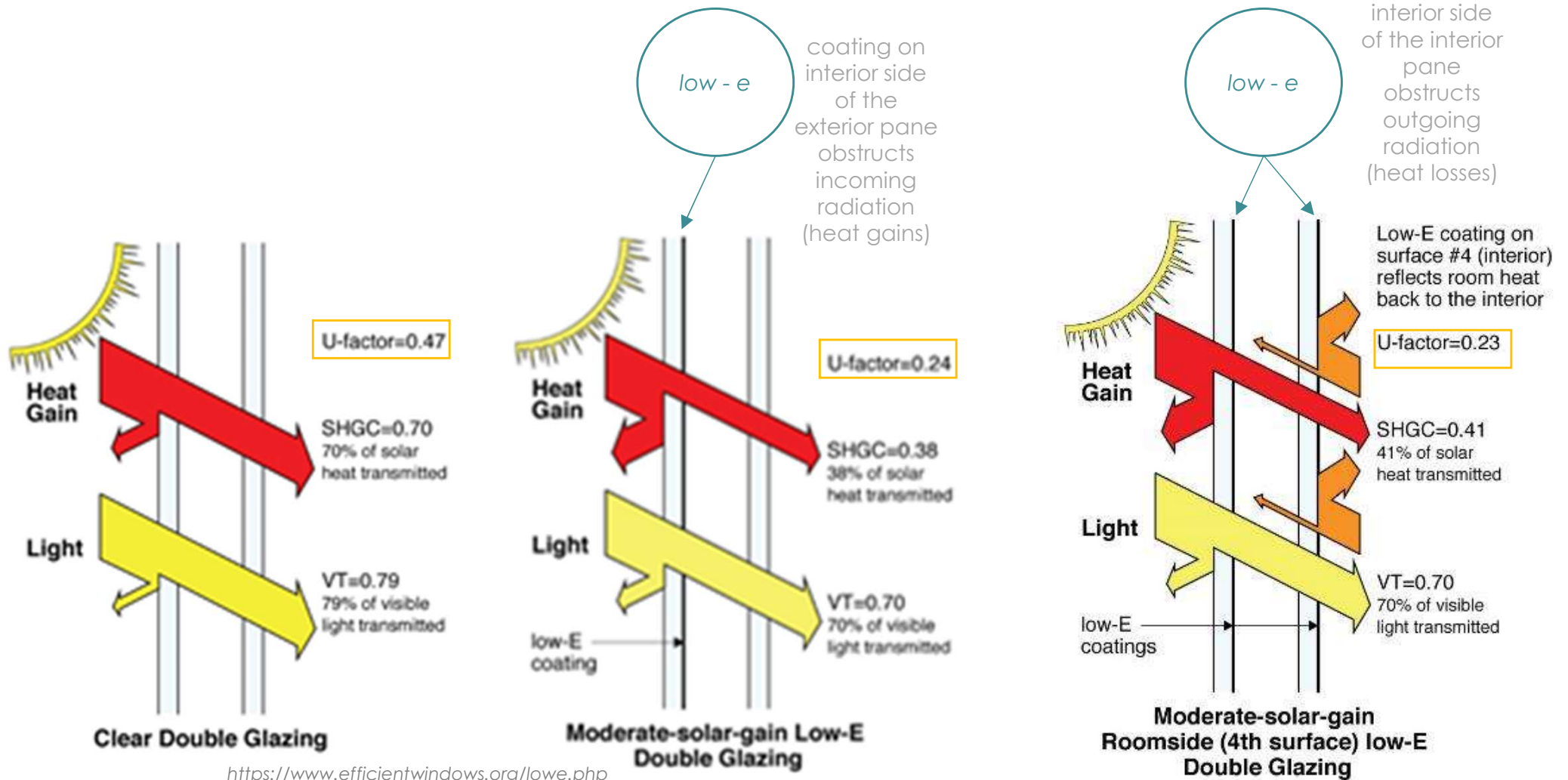
Θερμομονωτικά κουφώματα και υαλοπίνακες
Υαλοπίνακες διπλοί ή τριπλοί και διάκενο με αέρα ή ευγενή αέρια



<https://www.pilkington.com/en-gb/uk/householders/types-of-glass/energy-efficient-glass/how-does-it-work>

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Θερμομονωτικά κουφώματα και υαλοπίνακες
Υαλοπίνακες με επικάλυψη χαμηλής εκπεμπικότητας low-e



προστασία και θερμομόνωση κελύφους | thermal protection and insulation

Θερμομονωτικά κουφώματα και υαλοπίνακες
πλαίσια με θερμοδιακοπή

Insulated windows (frames and glazing)
frames with thermal break



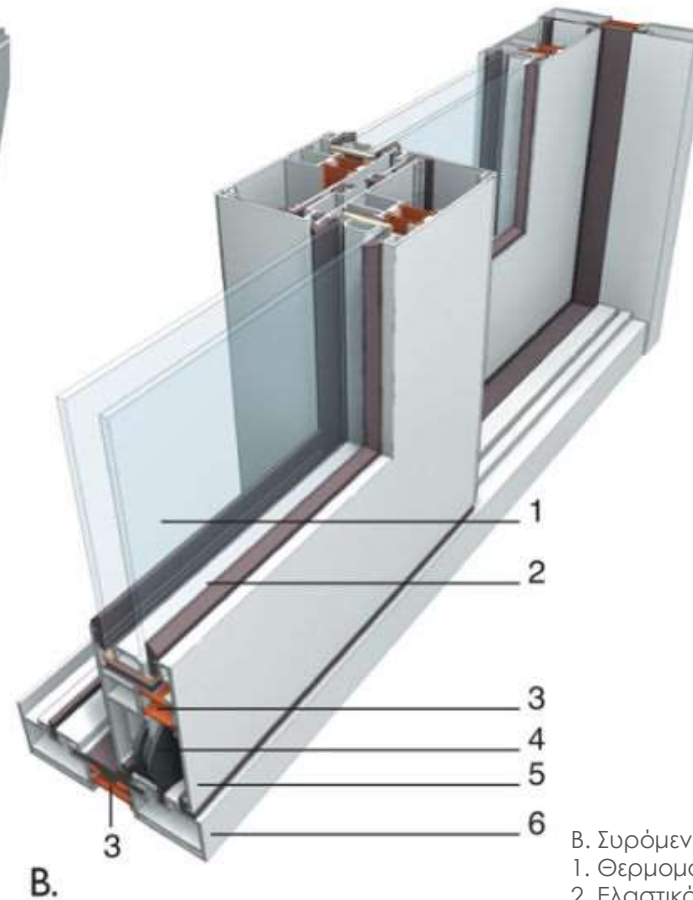
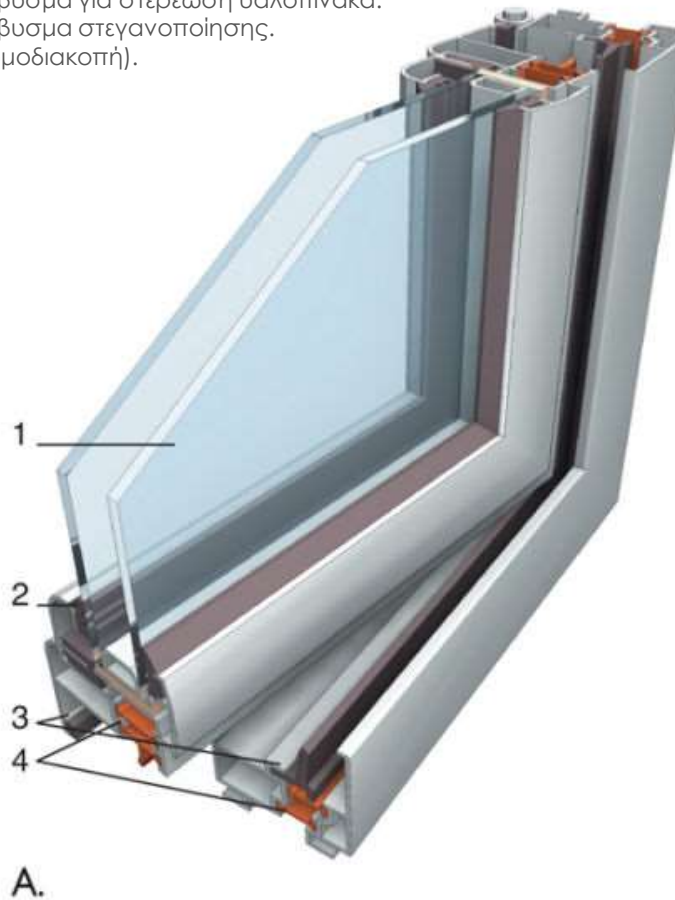
προστασία και θερμομόνωση κελύφους | thermal protection and insulation

Θερμομονωτικά κουφώματα και υαλοπίνακες πλαίσια με θερμοδιακοπή

Insulated windows (frames and glazing)
frames with thermal break

A. Ανοιγόμενο κούφωμα αλουμινίου.

1. Θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
2. Ελαστικό παρέμβυσμα για στερέωση υαλοπίνακα.
3. Ελαστικό παρέμβυσμα στεγανοποίησης.
4. Πολυαμίδιο (θερμοδιακοπή).



B. Συρόμενο κούφωμα αλουμινίου.

1. Θερμομονωτικός υαλοπίνακας.
2. Ελαστικό παρέμβυσμα για στερέωση υαλοπίνακα.
3. Πολυαμίδιο (θερμοδιακοπή).
4. Μηχανισμός ολίσθησης (ράουλο).
5. Συρόμενο φύλλο.
6. Κάσα κουφώματος με θερμοδιακοπή

προστασία και θερμομόνωση κελύφους | thermal protection and insulation

Θερμομονωτικά κουφώματα και υαλοπίνακες
πλαίσια με θερμοδιακοπή

Insulated windows (frames and glazing)
frames with thermal break



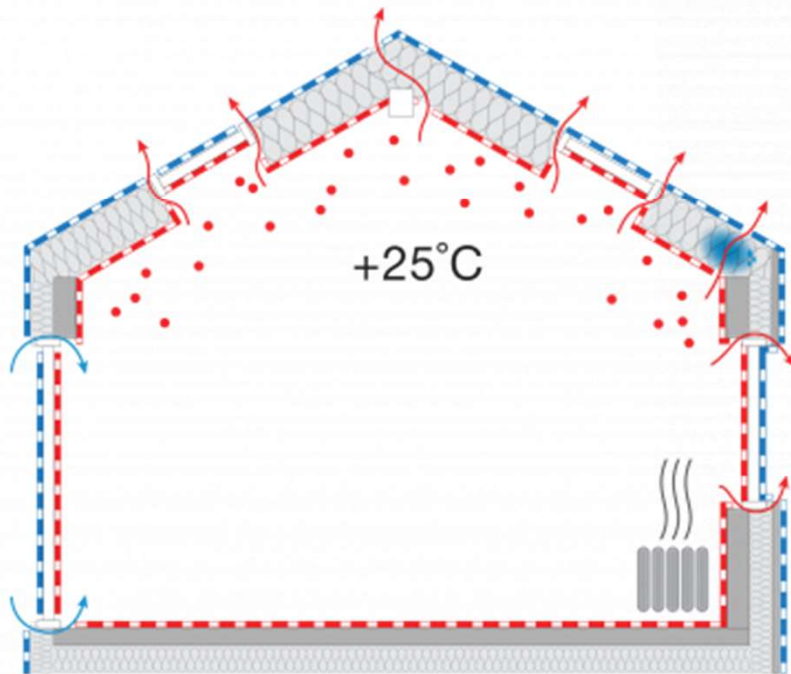
ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΟ
ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ



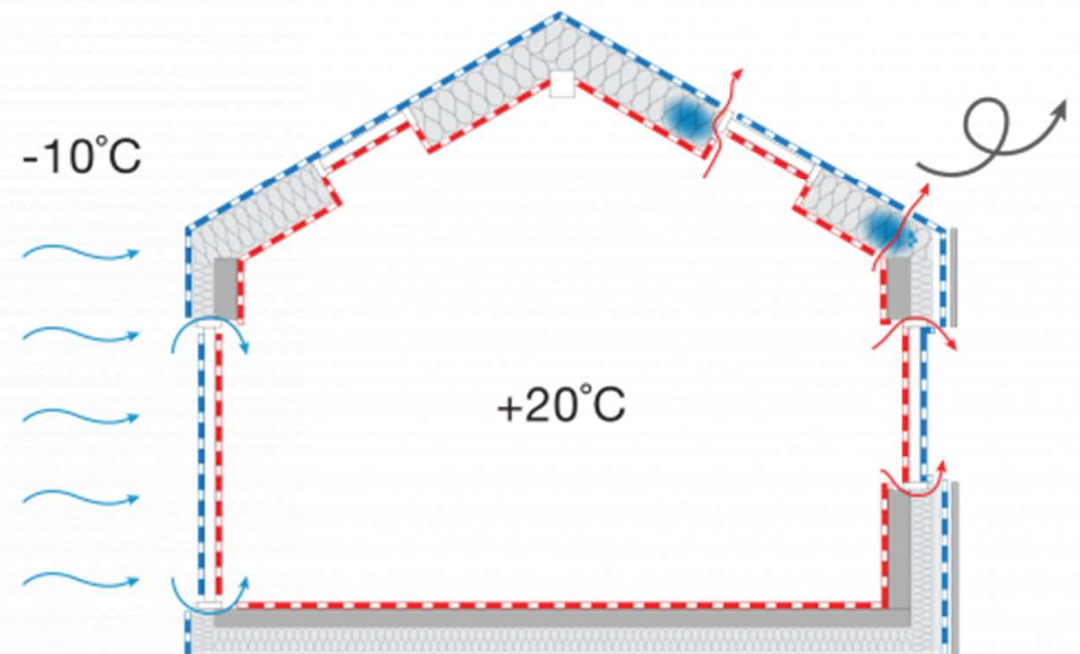
ΑΠΛΟ Η ΨΥΧΡΟ
ΚΟΥΦΩΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Αεροστεγανότητα κουφωμάτων
Ακούσιος αερισμός μέσω χαραμμάτων



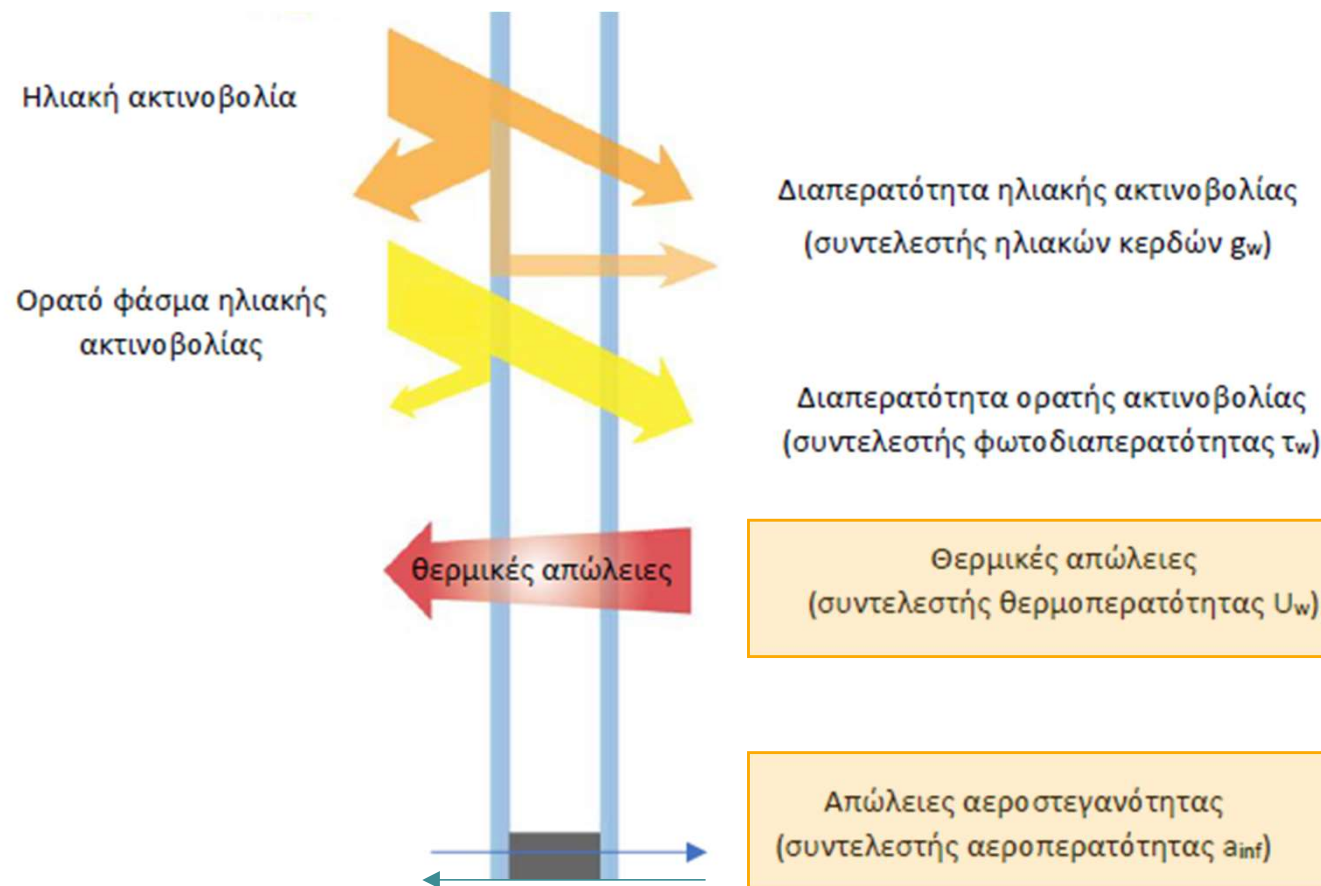
Infiltration/ συναγωγή λόγω διαφοράς θερμοκρασίας



Infiltration / συναγωγή λόγω διαφοράς πίεσης ανέμου

προστασία και θερμομόνωση κελύφους

Συμμετοχή του διαφανούς δομικού στοιχείου στο ενεργειακό ισοζύγιο



Άσκηση

Η άσκηση αφορά στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου του κελύφους του υπό μελέτη κτιρίου, πχ μιας εξωτερικής τοιχοποιίας, και στην αξιολόγησή του ως προς τη θερμομονωτική του επάρκεια με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ).

Να εντοπίσετε τα υλικά δόμησης σε μια από τις εξωτερικές τοιχοποιίες του κελύφους του υπό μελέτη κτιρίου, να σχεδιάσετε ένα σκαρίφημα των στρώσεων των υλικών με ένδειξη του πάχους κάθε στρώσης (λεπτομέρεια σε τομή) και να υπολογίσετε τον συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας (U). Για τον υπολογισμό μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την παρακάτω σχέση και τους διαθέσιμους πίνακες στη σχετική Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ (ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017)¹ για τις τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας λ των υλικών (πίνακας 1, σελ. 48844), και τις αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $1/a_i$ ($R_i=1/a_i$) και $1/a_a$ ($R_a=1/a_a$) (πίνακας 2β, σελ. 48850).

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{a_a} \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

Να συγκρίνετε τον συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που υπολογίσατε με τον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{\max}$) για την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο με βάση τη σχετική τεχνική οδηγία του ΤΕΕ¹ (πίνακας 5β, σελ. 48854) και να αξιολογήσετε την θερμομονωτική ικανότητα του δομικού στοιχείου.

Να προτείνεται βελτίωση της θερμομόνωσης αν απαιτείται (υλικό θερμομόνωσης και πάχος στρώσης θερμομόνωσης) και να υπολογίσετε εκ νέου τον συντελεστή θερμοπερατότητας U .

¹Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017. Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων σύμφωνα με την αναθεώρηση του Κ.Εν.Α.Κ. (2017). Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. <https://web.tee.gr/wp-content/uploads/ΕΓΚΡΙΣΗ-ΤΟΤΕΕ-2.pdf>

Πίνακας 5β. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

ΚΑΜΑΤΗ ΖΩΝΗ B

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ - ΔΙΚΕΛΥΦΗ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗ

Ι.ΜΕΣΑ

ΕΞΩ

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_s)

	συντελεστής	πυκνότητα ρ kg/m ³	πλάτος d m	συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ W/mK	Θερμική αντίσταση d/λ m ² /W
1	επίχρυσμα εξωτερικά (οξείκοτασιμεντοκονίαμα)	1800	0,020	0,870	0,023
2	οπτοπλινθοδομή	1500	0,090	0,510	0,176
3	διάκενο		0,070	-	-
4	οπτοπλινθοδομή	1500	0,090	0,510	0,176
5	θερμολόωση (εξηλασμένη πολυστερίνη)		0,140	0,033	4,242
6	επίχρυσμα εσωτερικά (οξείκοτασιμεντοκονίαμα)	1800	0,020	0,870	0,023
7					
8					
9					
			$\Sigma d =$	0,430	$R_s =$ 4,641

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U

αντιστάσεις θερμικής μετάβασης		m ² /W	εσωτερικά R_i	εξωτερικά R_e
ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα		0,130	0,040
	τοίχος σε επαφή με μη θερμανόμενο χώρο		0,130	0,130
	τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0,130	0,000
	στέγες, δώματα (αντρεχόμενη θερμική ροή)		0,100	0,040
	οροφή σε επαφή με μη θερμανόμενο χώρο		0,100	0,100
	δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (plots)		0,170	0,040
	δάπεδο πάνω από μη θερμανόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0,170	0,170
	δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0,170	0,000
1	αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i =$	0,130	m ² /W
2	αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_s =$	4,641	m ² /W
3	αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_e =$	0,040	m ² /W
αντίσταση θερμοπερατότητας		$R =$	4,811	m ² /W
συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου		$U =$	0,208	W/m ² /K
μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max} =$	0,500	W/m ² /K

Γράφημα U ≤ U_{max} EXCEL

"U domikou στοιχείου.xlsx"
φύλλο υπολογισμών και ελέγχου
του συντελεστή θερμοπερατότητας
δομικών στοιχείων