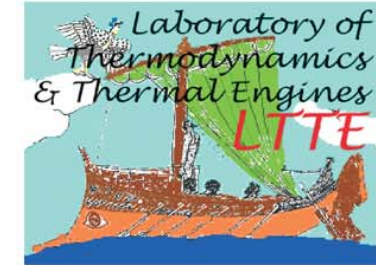
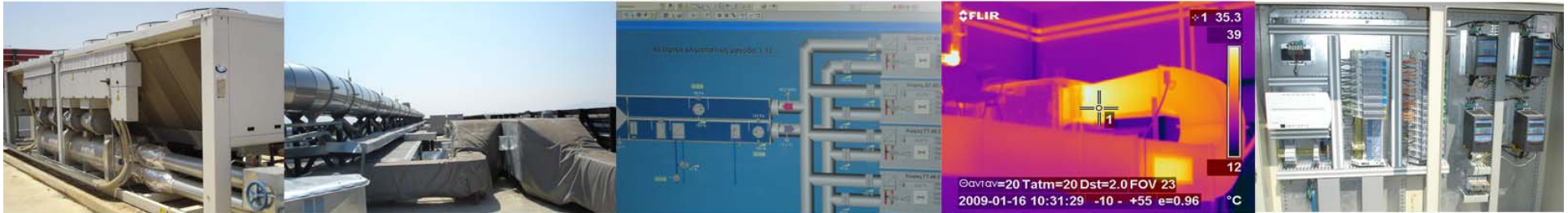




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ & ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ



Θέρμανση – Ψύξη - Κλιματισμός

Υπολογισμός θερμομόνωσης κτιρίου

Τάσος Σταματέλλος & Ολυμπία Ζώγου

ΕΘΜ/ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΠΘ

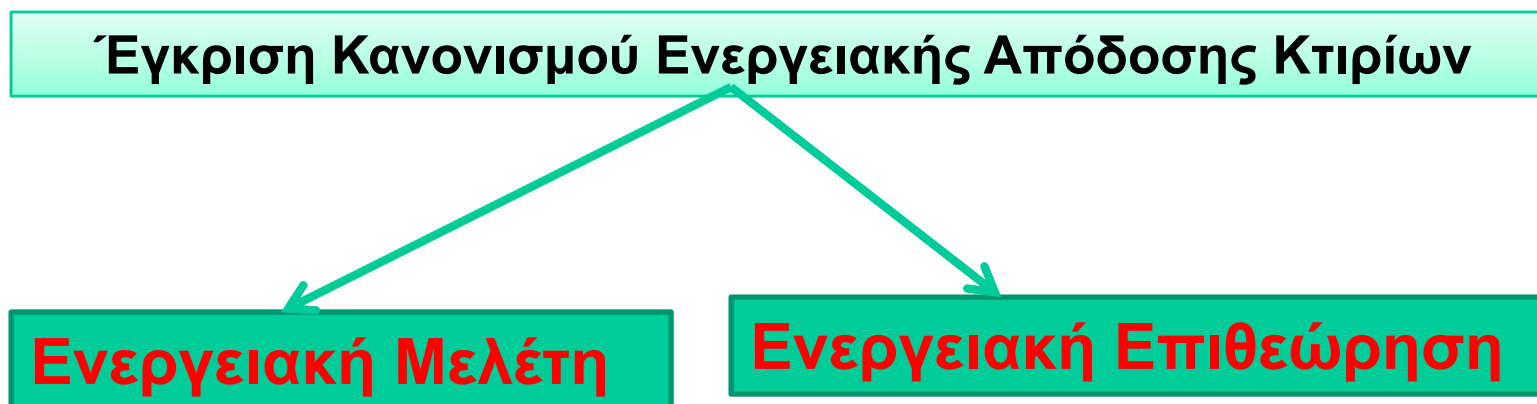
Βόλος – Λάρισα, Ιούνιος 09



Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Αριθμ. Δ6/Β/οικ. 5825

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ, Αρ. Φύλλου 407, 9 Απριλίου 2010





Μελέτη Θερμομόνωσης

Θερμική αγωγιμότητα , Θερμοπερατότητα, Ισχύς

Ενεργειακή Μελέτη

Ισχύς, Θερμική αγωγιμότητα , Θερμοπερατότητα, θερμοχωρητικότητα, ανακλαστικότητα,g

- Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού. Ηλιακά και εσωτερικά κέρδη κλιματιζόμενων χώρων.
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m^2), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m^2) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.



Το κέλυφος ενός κτιρίου αποτελεί το φυσικό σύνορο μεταξύ του εσωτερικού χώρου όπου οι άνθρωποι περνούν τον περισσότερο χρόνο της ζωής τους από το εξωτερικό περιβάλλον.



ΟΔΗΓΙΑ 89/106/ΕΟΚ.

Τί θεωρείται δομικό προϊόν;

Σύμφωνα με το Άρθρο 1 της Οδηγίας, ως «προϊόν του τομέα των δομικών κατασκευών» νοείται κάθε προϊόν το οποίο κατασκευάζεται για να ενσωματωθεί, κατά τρόπο διαρκή, σε δομικά έργα εν γένει, που καλύπτουν τόσο τα κτίρια όσο και τα έργα πολιτικού μηχανικού».

Χαρακτηριστικά δομικών προϊόντων



Προϋποθέσεις - απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα δομικά προϊόντα (βάσει της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ):

- ✓ Μηχανική αντοχή και ευστάθεια
- ✓ Πυρασφάλεια
- ✓ Υγιεινή, υγεία και περιβάλλον
- ✓ Ασφάλεια χρήσης
- ✓ Προστασία κατά του θορύβου
- ✓ Εξοικονόμηση ενέργειας και συγκράτηση θερμότητας.



- ✓ Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ (W/mK)
- ✓ Θερμική αντίσταση, R (m^2K/W)
- ✓ Συντελεστής θερμοπερατότητας, U ή k (W/m^2K)

- ✓ Συντελεστής θερμικών ηλιακών κερδών, g , (SHGC – υαλοπίνακες)
- ✓ Αεροπερατότητας, (m^3/hm^2)



Θερμοπροστασία – Βασικές έννοιες

Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

▪ **Αγωγή (Conduction)** (σε όλα τα υλικά, μεταξύ μορίων-διάχυση) Στην Αγωγή έχουμε εναλλαγή θερμότητας μεταξύ των μορίων. Δεν υφίσταται μεταφορά μάζας παρά μόνο μεταφορά θερμότητας λόγω της σύγκρουσης των μορίων. (Μοριακός μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας)

▪ **Συναγωγή (Convection)** (κίνηση)

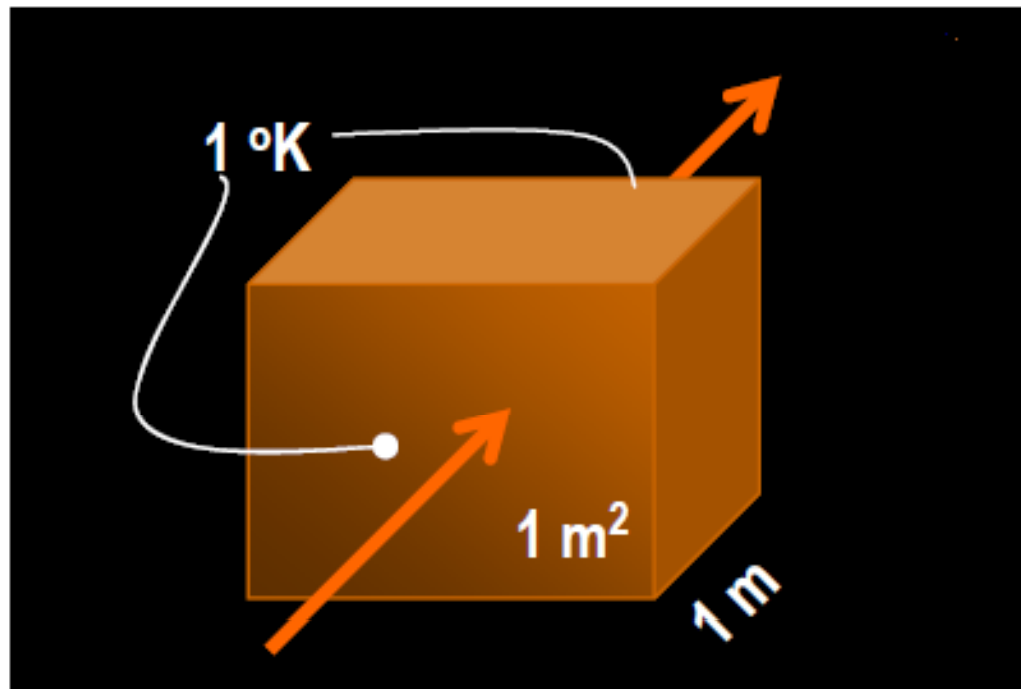
Στην συναγωγή η μεταφορά θερμότητας οφείλεται στην μεταφορική κίνηση των μορίων (διαφορές πιέσεων η θερμοκρασιών)

Παρατηρείται στα ρευστά και στα αέρια (μεταφορά μάζας, ενέργειας και ορμής)

▪ **Ακτινοβολία** (δεν χρειάζεται υλικό μέσο, κενό, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία)

Θερμοπροστασία – Αγωγή

Πως ορίζεται ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ



Είναι η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από τις απέναντι πλευρές **ομοιογενούς υλικού** επιφάνειας 1m^2 και πάχους 1m όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι πάντα ίση με 1°C . (W/mK)

Είναι η σημαντικότερη ιδιότητα των υλικών όσο αναφορά την θερμική προστασία των κτιρίων



Θερμοπροστασία –Αγωγή - Θερμική Αντίσταση

Θερμική Αντίσταση (R): Είναι η αντίσταση των δομικών στοιχείων στην ροή θερμότητας διαμέσου ομοιογενούς υλικού για διαφορά θερμοκρασίας στις δυο πλευρές του στοιχείου 1 °C. (m²K/W)

$$R = \frac{d}{\lambda} = \frac{0,30 \text{ m}}{0,55 \text{ W / (m} \cdot \text{K)}} = 0,55 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Όσο μεγαλύτερο το R, τόσο μεγαλύτερη η θερμομόνωση που παρέχει το υλικό.

Περιγραφή κατασκευής					
A/A	Όνομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m ² K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
2	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.190	0.727	0.261	
3	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.200	0.870	0.230	
4					
5	Ολική Θερμική Αντίσταση R (m ² K/W)	0.514			



1 2 3



Θερμοπροστασία – Αγωγή

Από ποιούς παράγοντες εξαρτάται η θερμική αγωγιμότητα των υλικών

- Πυκνότητα
- Πορώδες και μέγεθος των πόρων (εγκλωβισμένος αέρας)
- Περιεκτικότητα σε υγρασία

Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες -
θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Θερμοπροστασία – Συναγωγή

Ορίζεται ως το ποσό της θερμότητας που εναλλάσσεται μεταξύ μιας επιφάνειας 1m^2 και του αέρα που περιβάλλει τη επιφάνεια όταν έχουμε $\Delta\theta=1\text{ K}$ [$\text{W}/\text{m}^2\text{ K}$]

Εξαρτάται από διεύθυνση και τη φορά ροής της θερμότητας

Εσωτερική Επιφανειακή Αντίσταση (R_{si}): Είναι η αντίσταση στη ροή θερμότητας πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του κατασκευαστικού στοιχείου. ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)

Εξωτερική Επιφανειακή Αντίσταση (R_{se}): Είναι η αντίσταση στη ροή θερμότητας πάνω στην εξωτερική επιφάνεια του κατασκευαστικού στοιχείου. ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)



Θερμοπροστασία – Συναγωγή

Επιφανειακές αντιστάσεις αδιαφανών δομικών στοιχείων

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

Πρόταση ΤΟ.ΤΕΕ



Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U): Είναι η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από 1m^2 **στοιχείου κατασκευής με πάχος $d(m)$** όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι πάντα ίση με 1°C . ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

Εμφανίζονται και οι τρεις μορφές μεταφοράς θερμότητας

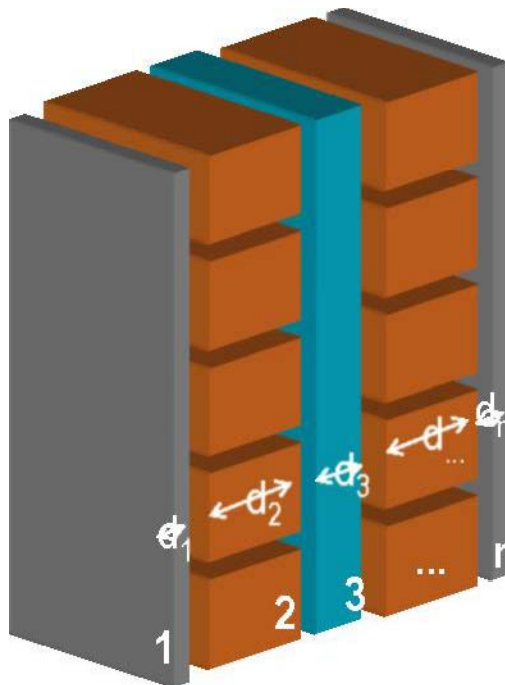
- ✓ Αγωγή
- ✓ Συναγωγή
- ✓ Ακτινοβολία (η νέα νομοθεσία την λαμβάνει υπόψη)

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad [\text{W} / \text{m}^2 \text{K}]$$

Θερμοπροστασία – Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U)

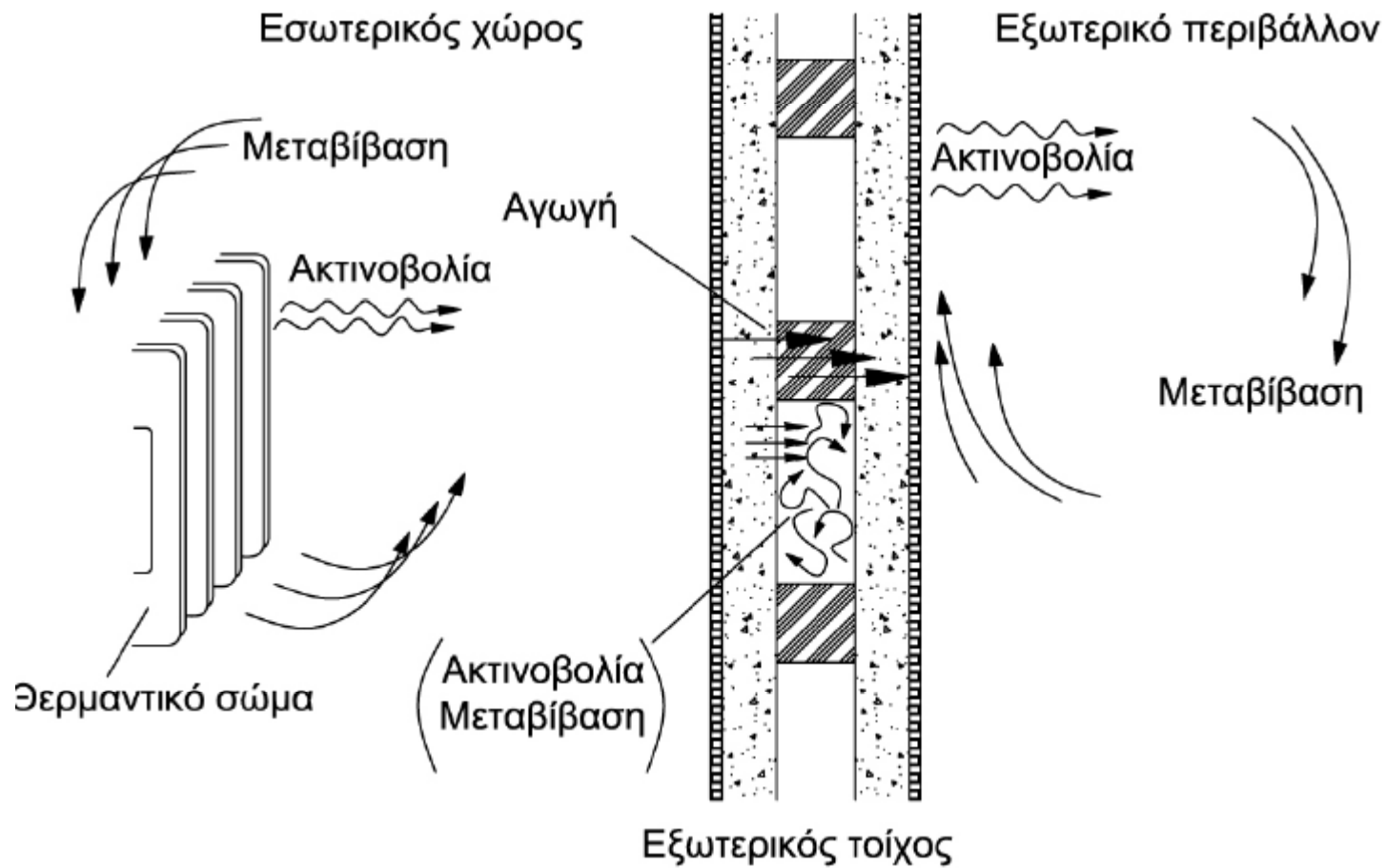


$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad [\text{W} / \text{m}^2 \text{K}]$$



A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
2	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.190	0.727	0.261	
3	Μονωτικό	0.030	0.031	0.968	
4	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.060	0.727	0.083	
5	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.200	0.870	0.230	
6					
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		Συντελεστής Θερμοπερατότητας	
Rsi ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)		0.130		0.577	
Rse ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)		0.040		0.577	
Σημειώσεις					

Θερμοπροστασία – Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U)





Θερμοπροστασία – Συναγωγή

Στις περιπτώσεις όπου στρώμα αέρα βρίσκεται εγκλωβισμένο
μεταξύ δομικών αδιαφανών υλικών:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_a + R_{se}}$$



Θερμοπροστασία – Συναγωγή

Θερμικές αντιστάσεις στρώματος αέρα εγκλωβισμένου σε αδιαφανή δομικά στοιχεία

Dicke der Luftschicht [mm]	Richtung des Wärmestromes		
	aufwärts	horizontal	abwärts
Wärmedurchlasswiderstand R [m ² K/W]			
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

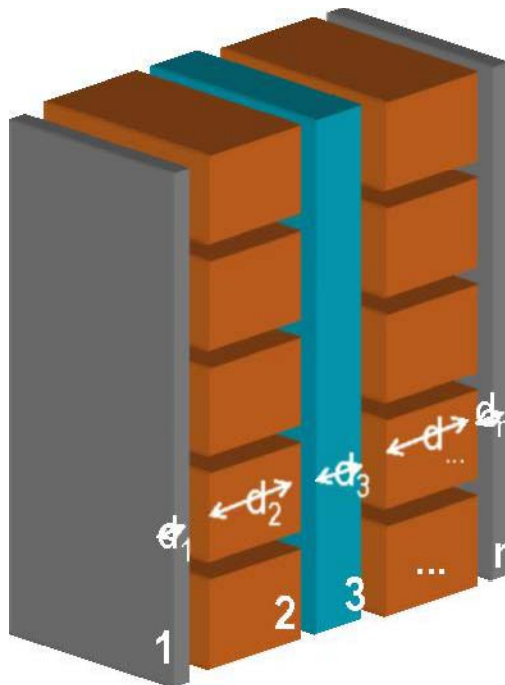
Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Θερμοπροστασία – Συναγωγή

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_a + R_{se}}$$

Χωρίς διάκενο αέρα $U=0.577 \text{ W/m}^2\text{K}$



Περιγραφή κατασκευής					
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R ($\text{m}^2\text{K/W}$)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
2	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.190	0.727	0.261	
3	Διάκενο αέρα	0.050	0.110	0.455	
4	Μονωτικό	0.030	0.031	0.968	
5	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.060	0.727	0.083	
6	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.200	0.870	0.230	
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		Συντελεστής Θερμοπερατότητας U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	
R_{si} ($\text{m}^2\text{K/W}$)		0.130			
R_{se} ($\text{m}^2\text{K/W}$)		0.040			
				0.457	

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών



Δομικά υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
	ρ	λ	c_p	μ		
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό	
1. Ανόργανα δομικά υλικά						
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες						
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι						
1.1.1.1. Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)	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. Γνεύσιος	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 σκληρός	2600	2.300	1 000	250	200
	σκληρός	2200	1.700	1 000	200	150
	ημίσκληρος	2000	1.400	1 000	50	40
1.1.2. Πορώδεις 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. Ψαμμίτης	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, πορώδης λάβα	1600	0.550	800	20	15	
1.1.2.5. Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη	400	0.120	1 000	8	6	
1.1.2.6. Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζόπλακες)		1.050				
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.						
1.2.1. Χώμα συμπαγές	1800	2.090				
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1.500	1 670 - 2 500	50	50	
1.2.3. Πυλός (λίπος άμορος άμοσός)	1700	1.500	1.800	—		

Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Θερμοπροστασία

Με τον όρο *θερμομόνωση* εννοούμε όλα τα κατασκευαστικά μέτρα που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η ταχύτητα μετάδοσης της θερμότητας μέσα από διαχωριστικά πετάσματα τα οποία χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες.

Χρησιμότητα θερμομόνωσης:

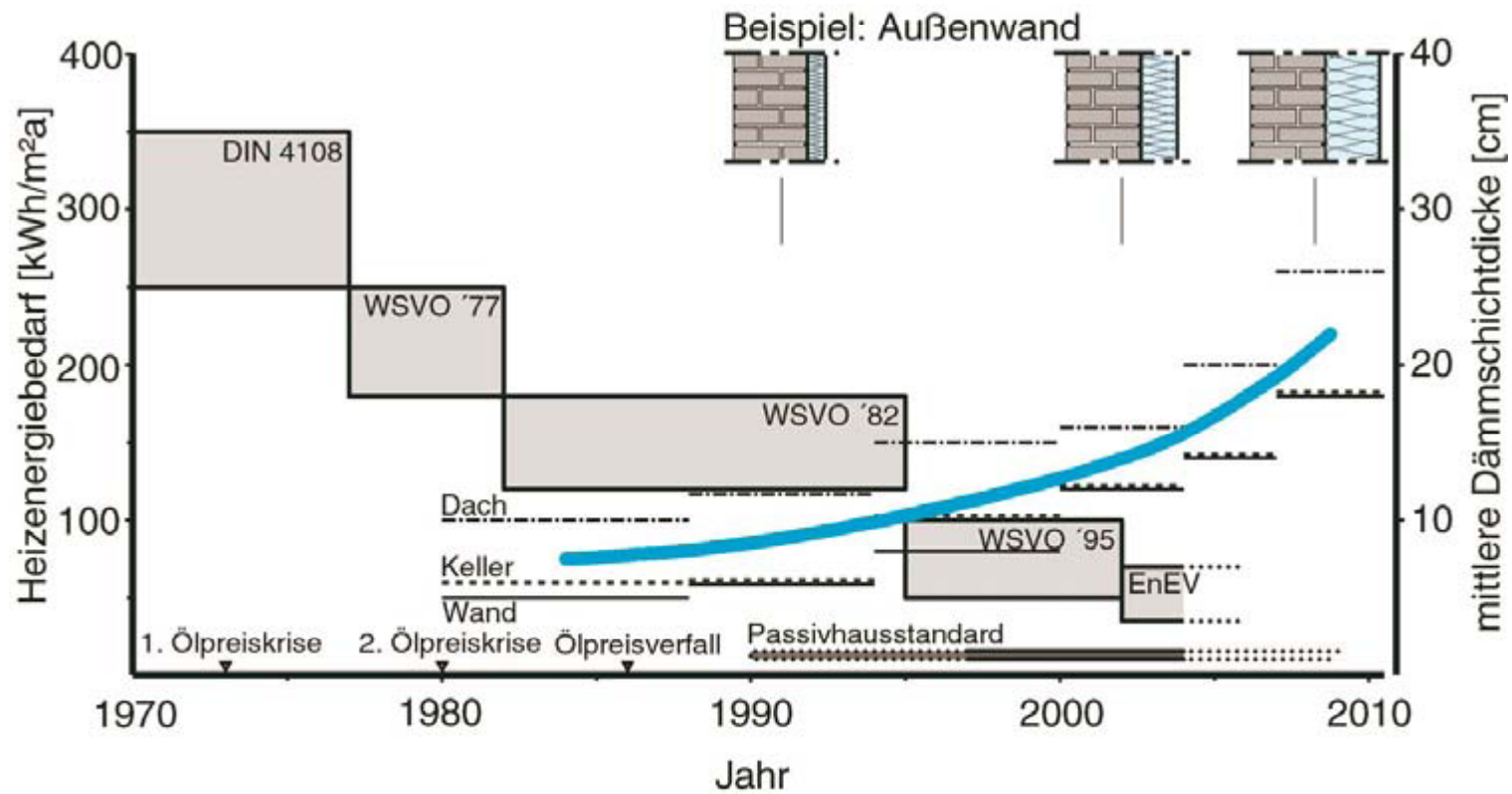
- Αντιμετώπιση θεμάτων υγιεινής και ποιότητας των κατασκευών
 - ✓ Αποφεύγονται οι δυσάρεστες συνέπειες από τη συμπύκνωση υδρατμών
 - ✓ Αποφεύγονται διάφορες βλάβες (π.χ. στους σωλήνες νερού από παγετό, αλλαγές των δομικών υλικών λόγω της θέρμανσης τους, θερμικές τάσεις (αλλαγές στα μήκη)

- Εξοικονόμηση ενέργειας
 - ✓ Μείωση της δαπάνης λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης-ψύξης
 - ✓ Μείωση του κόστους για την κατασκευή της εγκατάστασης θέρμανσης-ψύξης

- Εξασφάλιση άνετης, ευχάριστης και υγιεινής διαβίωσης στους ενοίκους.

- Προστασία του περιβάλλοντος
 - Μείωση των παραγόμενων καυσαερίων (περιορισμός μόλυνσης του περιβάλλοντος)

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ



Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Τοποθέτηση του μονωτικού υλικού

- ✓θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια
- ✓θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια
- ✓θερμομόνωση στον πυρήνα
- ✓Χρήση θερμομονωτικών τούβλων

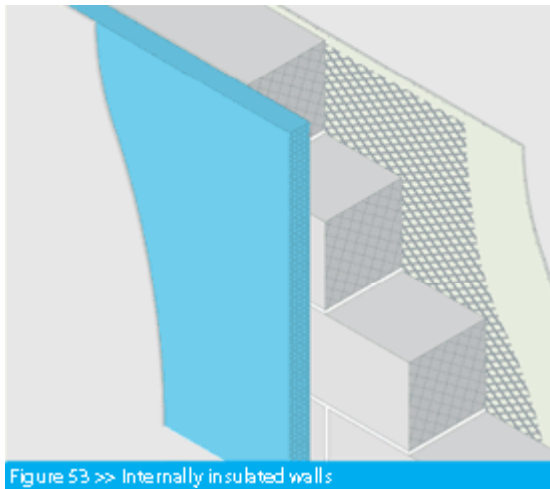
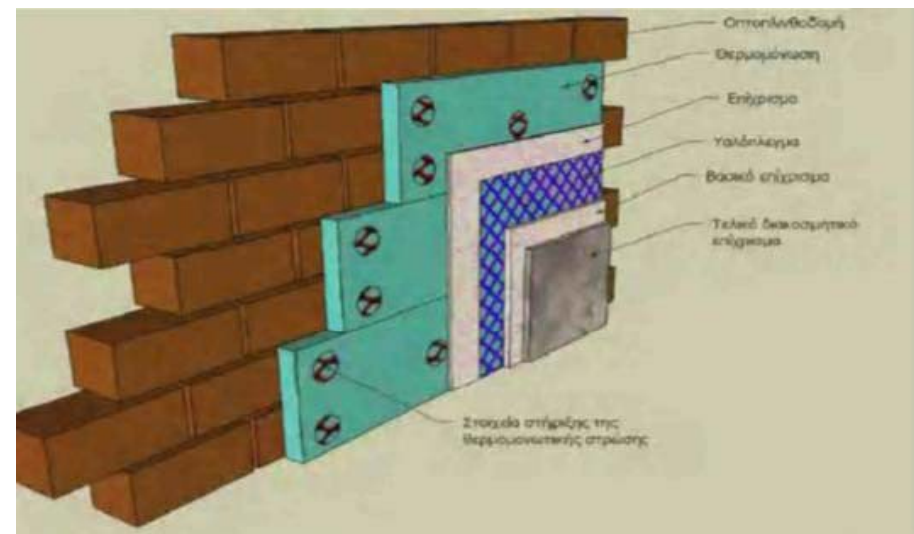


Figure 53 >> Internally insulated walls





Τα δομικά υλικά μπορούμε να τα χωρίσουμε σε τρεις μεγάλες κατηγορίες

Φυσικές πέτρες	2,3 έως 3,5 W/m.K
Δομικά υλικά γενικά	0,14 έως 2,1 W/m.K
Μονωτικά	0,002 έως 0,1 W/m.K

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ



Τα θερμομονωτικά υλικά χωρίζονται σε κατηγορίες με βάση την προέλευσή τους και τη σύστασή

Άλλος τρόπος ταξινόμησης μπορεί να γίνει με βάση τη δομή τους:

- ✓ τα αφρώδη, στα οποία ο αέρας υπάρχει μέσα τους με μορφή φυσαλίδων
- ✓ τα ινώδη, στα οποία ο αέρας περιέχεται ανάμεσα στις ίνες τους, όπως ακριβώς συμβαίνει σε ένα μάλλινο ύφασμα.

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ



Building Solutions

search

SELECT Ελλάδα (Greece)

Ελλάδα

[Η εταιρία](#) |
 [Εφαρμογές](#) |
 [Προϊόντα](#) |
 [Πληροφορίες](#) |
 [Επικοινωνία](#) |
 [Παραδείγματα εφαρμογών](#)

Θερμομόνωση

- [CE Mark](#)
- [SHAPEMATE GREC-A](#)
- [WALLMATE CW-SL-A](#)
- [STYROFOAM IB-SL-A](#)
- [ROOFMATE SL-A](#)
- [DOMAMATE EC-A / SHAPEMATE GREC-A](#)
- [STYROFOAM SM-TG-A](#)
- [STYROFOAM SP-A / STYROFOAM LB-A / FLOORMATE 500-A](#)

Κόλλες και Στεγανωτικά

WALLMATE CW-SL-A

[Εκτύπωση](#)

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΜΟΝΑΔΕΣ	WALLMATE™ CW-SL-A
ΔΗΛΩΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤ. ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ 90 ΗΜΕΡ. ΣΤΟΥΣ 10 °C	ΕΛΟΤ EN 12667	W/mk Kcal/mh °C	0,035 0,030
ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ (τιμή στο όριο διαρροής ή 10% παραμόρφωση)	ΕΛΟΤ EN 826	--	CS (10λγ) 100
ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΟΥ 2% ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ (Ερπυσμός)	ΕΛΟΤ EN 1606	--	--
ΥΔΡΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ με εμβάπτιση	ΕΛΟΤ EN 12087	--	WL(T) 0,7
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ (υπό προσδιορισμένη θερμοκρασία & σχετική υγρασία 23°C, 90% & παραμόρφωση 2%)	ΕΛΟΤ EN 1604	--	DS (TH)
ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΑΓΓΕΙΑ		--	ουδέν
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ μ (Αέρας μ=1)	ΕΛΟΤ EN 12086	--	80-250
ΟΡΙΑ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	--	°C	-50/+75
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΦΩΤΙΑ (EUROCLASS)	ΕΛΟΤ EN 13501-1	--	E
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			
• ΜΗΚΟΣ	--	mm	2500
• ΠΛΑΤΟΣ	--	mm	600
ΠΑΧΗ	--	mm	25,30,40,50,60, 70
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΛΑΚΑΣ			Επιδερμίδα εξέλασης

Διογκωμένη πολυστερίνη

Ο αφρός πολυστερίνης παράγεται από διόγκωση πολυμερισμένου στυρολίου και αποτελείται σύμφωνα με το DIN 18164 από 1,5 έως 2% πολυστερίνη και 98 με 98,5% αέρα, ανάλογα με την πυκνότητα. Ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα σε μεγάλο αριθμό κυψελίδων. (Το προωθητικό αέριο στη διογκωμένη πολυστερίνη είναι το πεντάνιο).

Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10οC 1	W/(mK)	0,029		0,041
Εύρος χρήσεως Min/Max	οC	-80		80



Η διογκωμένη πολυστερίνη (περισσότερο γνωστή στην ελληνική αγορά ως *φελιζόλ*) ανήκει στα οργανικά τεχνητά θερμομονωτικά .

Επειδή έχει ανοιχτούς πόρους επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία, με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητα του.



Εξηλασμένη πολυστερίνη

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, συγγενές θερμομονωτικό υλικό της διογκωμένης πολυστερίνης, έχει όμοια σύσταση με αυτήν, αλλά διαφορετική μέθοδο επεξεργασίας. Για την παραγωγή αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη η πολυστερίνη, προωθητικό αέριο σε ποσοστό από 3 ως 7%, στοιχεία αύξησης της πυραντοχής σε ποσοστό από 1 ως 6% και ως βοηθητικές ύλες το ταλκ και χρωστικές ουσίες, που δίνουν το χαρακτηριστικό για κάθε εταιρία χρώμα στο τελικό προϊόν. Ένα κύριο χαρακτηριστικό της είναι οι κλειστοί πόροι και η έλλειψη απορρόφησης νερού, κάτι που κάνει την εξηλασμένη πολυστερίνη κατάλληλη για εφαρμογές σε υψηλή υγρασία. Σημαντικό μέρος του προϊόντος αποτελεί προωθητικό αέριο με χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, το οποίο προσφέρει και επιβραδυντική επίδραση στη φωτιά. Το αέριο αυτό είναι ο χλωροφθορανθρακας HCFC

Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10οC	W/(mK)	0,025	0,032/0,33	0,035
Εύρος χρήσεως Min/Max	οC	-60		75





Τι είναι εξηλασμένη και τι διογκωμένη πολυστερίνη;

Τόσο η εξηλασμένη όσο και η διογκωμένη χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη την πολυστερίνη.

XPS : Extruded Polystyrene – Εξηλασμένη πολυστερίνη

EPS : Expanded Polystyrene – Διογκωμένη πολυστερίνη



Παρόλο που χρησιμοποιείται η ίδια πρώτη ύλη, υπάρχουν διαφορές μεταξύ XPS και EPS.

Η διαφορά οφείλεται στην τεχνολογία της παραγωγής. Η EPS αποτελείται από κόκκους που τους ονομάζουμε κυψελίδες. Οι κυψελίδες της EPS ενώνονται μεταξύ τους με θέρμανση και πίεση υδρατμών. Οι κυψελίδες ενώνονται μόνο στα σημεία επαφής τους. Αντίθετα, η XPS παράγεται με την τεχνολογία εξέλασης έτσι ώστε να επιτυγχάνεται κλειστή κυψελωτή δομή. Η τεχνολογία αυτή μας δίνει το πλεονέκτημα της μη ύπαρξης τριχοειδών, μιας και δεν υπάρχουν κενά μεταξύ των κυψελίδων.



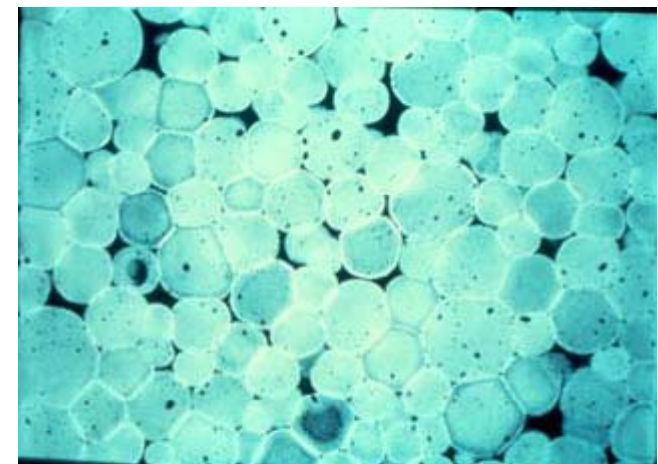
Ο τύπος της κυψελωτής δομής επιδρά στην απόδοση του θερμομονωτικού υλικού σχετικά με την απορρόφηση νερού και την διαπερατότητα των υδρατμών. Η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι 25 φορές μεγαλύτερη από αυτή του αέρα. Επομένως, αν μια θερμομονωτική πλάκα απορροφά νερό, η θερμική αγωγιμότητα του υλικού θα χειροτερέψει τουλάχιστον 25 φορές. Ειδικά εάν το θερμομονωτικό υλικό χρησιμοποιείται για εξωτερική θερμομόνωση, θα έχουμε περισσότερα προβλήματα. Και επειδή όταν το νερό παγώνει γίνεται πάγος και ο πάγος θα μεγαλώσει σε όγκο, τελικά θα δημιουργήσει προβλήματα στο τελικό επίχρισμα.

Άρα:

Αν παρατηρήσουμε την δομή των κυψελών της εξηλασμένης πολυστερίνης καλύτερα, θα διαπιστώσουμε ότι οι κυψελίδες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους. Οι θερμομονωτικές πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης είναι κλειστής κυψελωτής δομής. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν κενά μεταξύ των κυψελών και κατά συνέπεια δεν παρουσιάζονται τριχοειδή, άρα και απορρόφηση νερού. Επίσης, έχουν υψηλή αντοχή στη συμπίεση, χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και άριστη διαστασιολογική σταθερότητα.



Στη δομή της διογκωμένης πολυστερίνης, διαπιστώνουμε την παρουσία κενών αέρος μεταξύ των κυψελίδων της. Οι θερμομονωτικές πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης είναι ανοιχτής κυψελωτής δομής. Αυτό σημαίνει ότι μεταξύ των κυψελών υπάρχουν διαστήματα αέρα, όπου το νερό και η υγρασία βρίσκουν χώρο να εγκατασταθούν. Κατά συνέπεια, όταν η διογκωμένη πολυστερίνη βρέχεται η θερμομονωτική της ικανότητα επηρεάζεται αρνητικά καθώς αυξάνεται ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας



ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ, Ο πετροβάμβακας είναι ινώδους μορφής, καθώς αποτελείται από μια μάζα εξαιρετικά λεπτών ινών (διάμετρος < 4 ή 5 μm) και παρασκευάζεται από μίγμα ορυκτογενών πετρωμάτων, που αφθονούν στη φύση, όπως βασάλτη (Μαγματικό ηφαιστειακό πέτρωμα), μεταβασάλτη, διαβάση, αμφιβολίτη, ασβεστόλιθο(CaCO_3), δολομίτη (CaMgCO_3) και βωξίτη.

Πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία.

Βιομηχανική χρήση.



Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)	0,033		0,045
Εύρος χρήσεως Min/Max	°C	-100		750

• **ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ** (διοξείδιο του πυριτίου, ο δολομίτης, ο ασβεστόλιθος, η ανθρακική σόδα και αλουμίνα.)

- Είναι άκαυστος
- Δεν προσβάλλεται από τα οξέα, εκτός από το υδροχλωρικό οξύ
- Προσβάλλεται από την υγρασία και πρέπει να προστατεύεται



Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10°C	W/(mK)	0,030		0,045
Εύρος χρήσεως Min/Max	°C	-100		500

Αφρός πολυουρεθάνης

Ο αφρός πολυουρεθάνης είναι σκληροποιημένος αφρός, του οποίου οι πόροι σε ποσοστό τουλάχιστον 90% είναι κλειστοί και παρασκευάζεται με την βοήθεια καταλυτών και προωθητικών μέσων, μέσω της χημικής αντίδρασης των πολυϊσοκυανικών ενώσεων με συνδετικό μέσο πολυολένιο ή με διάσπαση των πολυϊσοκυανικών ενώσεων. Παλιότερα, ως προωθητικό μέσο, χρησιμοποιούταν το FCKW (R11), αλλά τώρα έχει αντικατασταθεί με υδρογονάνθρακες όπως το πεντάνιο, CO₂ ή HFCKW.



Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10οC	W/(mK)	0,020		0,027
Εύρος χρήσεως Min/Max	οC	-50		120

Περλίτης

Πρόκειται στην πραγματικότητα για μία ευρύτερη οικογένεια διογκωμένων ανόργανων πορωδών υλικών, γνωστότερο των οποίων είναι ο περλίτης. Τα διογκωμένα πορώδη υλικά αποτελούνται από τον περλίτη (άμορφο ηφαιστειακό γυαλί με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε νερό), το οξείδιο του πυριτίου και το διογκωμένο φυσικό γυαλί (ηφαιστειακής προέλευσης).

Τα διογκωμένα πορώδη υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως στη θερμομόνωση κτιρίων, στη θερμομόνωση δωματίων και στην εξασφάλιση των κλίσεων τους, στην ηχοπροστασία από κτυπογενείς ήχους δαπέδων και σε περιπτώσεις θερμομόνωσης και εξοικονόμησης βάρους στα επιχρίσματα των οικοδομών (μεγάλο πορώδες).



Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10οC 1	W/(mK)	0,040	0,042	0,065
Εύρος χρήσεως Min/Max	οC	-273		750



Αφρώδες γυαλί

Πρόκειται για ένα υλικό ορυκτής προέλευσης με κυψελωτή δομή και υψηλών προδιαγραφών για εξειδικευμένες εφαρμογές. Τα βασικά συστατικά του αφρώδους γυαλιού είναι φυσικά, όπως άμμος, δολομίτης και ανθρακικό νάτριο. Με θερμική επεξεργασία και με προσθήκη μικρών ποσοτήτων άνθρακα το αφρώδες γυαλί τελικά στερεοποιείται σε μπλοκ. Επίσης συνυπάρχουν μικρές ποσότητες H_2S . Κατά τη διαδικασία δημιουργίας αφρού το μονωτικό υλικό αποκτάει κλειστή κυψελοειδή μορφή με την σύνθεση των εγκλωβισμένων αερίων (με πίεση 0,25 bar) στις κυψελίδες να είναι 99% CO_2 και 0,5% H_2S .

Η βασική εφαρμογή του αφρώδους γυαλιού είναι η θερμομόνωση, αλλά χρησιμοποιείται και σε βιομηχανικές και τεχνικές εφαρμογές, όπως υψηλής θερμοκρασίας μόνωση και μόνωση σωλήνων. Υπάρχουν δύο τύποι ανοιχτών και κλειστών πόρων. Πρέπει να προστατεύεται από τη βροχή γιατί διαβρώνεται από το ατασιμο νερό.

Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10οC 1	W/(mK)	0,038		0,063
Εύρος χρήσεως Min/Max	°C	-260		430



Ξυλόμαλλο (απλές και σύνθετες πλάκες)

Το ξυλόμαλλο ανήκει στην κατηγορία των σύνθετων θερμομονωτικών υλικών και αποτελείται από ξυλώδεις ίνες ή ακόμη και καλάμια, φύκια και άλλα λεπτά οργανικά υλικά και συγκολλητική ύλη τσιμέντο ή καυστική μαγνησία (MgO).

Heraclith



Ιδιότητες	Μονάδες	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμική αγωγιμότητα λR στους 10°C	W/(mK)	0,055	0,065	0,065
Εύρος χρήσεως Min/Max	°C			250

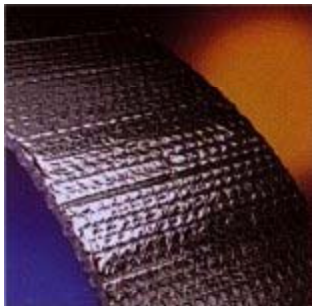


Ανακλαστική Μόνωση

Τα προϊόντα ανακλαστικής μόνωσης, βασισμένα σε τεχνολογία που πρώτα εφάρμοσε η ΝΑΣΑ (στολές αστροναυτών), αποσκοπούν στο να ανακλούν την θερμότητα που μεταδίδεται με την ακτινοβολία.

Αποτελούνται συνήθως από μία ή δύο εξωτερικές επιφάνειες αλουμινίου υψηλής καθαρότητας που είναι γερά συγκολλημένες σε πυρήνα από 1 ή περισσότερες στρώσεις φύλλων πολυαιθυλενίου φυσαλίδων αέρα (Air bubble Film).

Οι εξωτερικές στρώσεις αλουμινίου υψηλής καθαρότητας ($\geq 99,9\%$) αντανακλούν το 97% της θερμότητας που μεταφέρεται με ακτινοβολία ενώ το φύλλο πολυαιθυλενίου φυσαλίδων, προσδίδει τις απαραίτητες εφελκυστικές αντοχές και την πρόσθετη αντίσταση στη μεταφερόμενη με την αγωγή θερμότητα.



ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ



- Ασβεστοκονίαμα
- Τσιμέντο τύπου PORTLAND
- Κίσηρη (κίσηρομπετόν 1.400 kg/m^3 0.79 W/mK)
- Κυψελωτό κονιόδεμα ή αφρομπετόν (1.700 kg/m^3)
- Σκυροδέματα μικρής πυκνότητας



➤ Σκυροδέματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αέρα (π.χ. το YTON)

Παρασκευή: Με τη χρήση ειδικών χημικών μέσων δημιουργούνται φυσαλίδες μέσα στη μάζα του σκυροδέματος

➤ Σκυροδέματα με αδρανή από αφρώδη πολυστυρολη τα οποία έχουν σφαιρική μορφή και διαβάθμιση $1/6 \text{ mm}$

Παρασκευή: Η περιεκτικότητα σε αδρανή είναι 60%-80%

➤ Άργιλος [$\sim 1.5 \text{ W/mK}$]



- Ξύλο (μέτριο θερμομονωτικό υλικό, χρησιμοποιείται με τη μορφή ελαφρών πλακών. Καλύτερη θερμομονωτική ικανότητα παρουσιάζουν πλάκες από ροκανίδια ή ίνες ξυλου



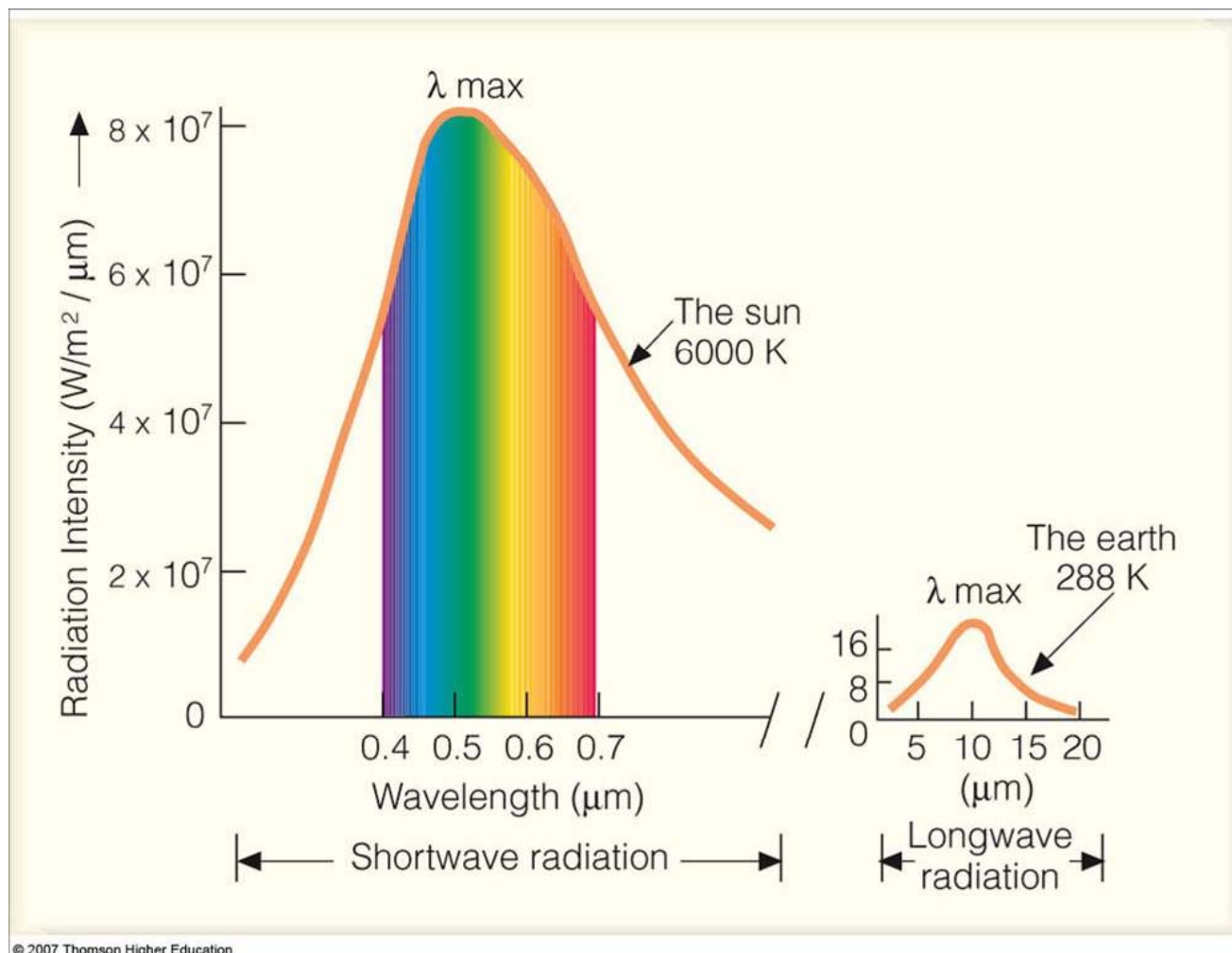
- Θερμομονωτικά τούβλα



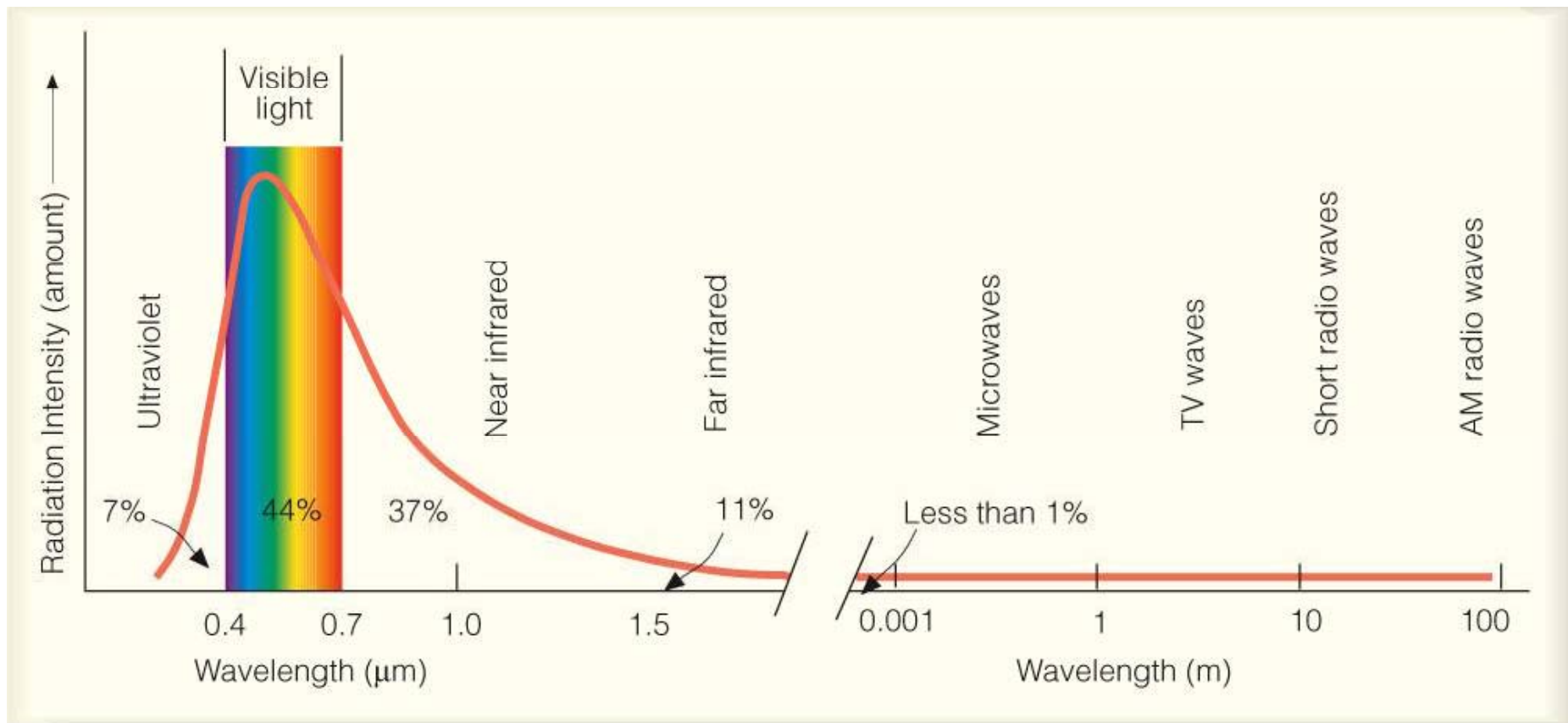


Κοινά θερμομονωτικά υλικά

- Πολυστερίνη (διογκωμένη ή εξηλασμένη) [0.025 – 0.041 W/mK]
- Υαλοβάμβακας [0.030 – 0.045 W/mK]
- Πετροβάμβακας [0.033 – 0.045 W/mK]
- Ξυλόμαλλο [0.055 – 0.065 W/mK]
- Κίσηρη [W/mK]
- Περλίτης [0.040 - 0.065 W/mK]
- Κυψελωτό κονιόδεμα ή αφρομπετόν [W/mK]



**Ηλιακή σταθερά
1353 W/m^2**

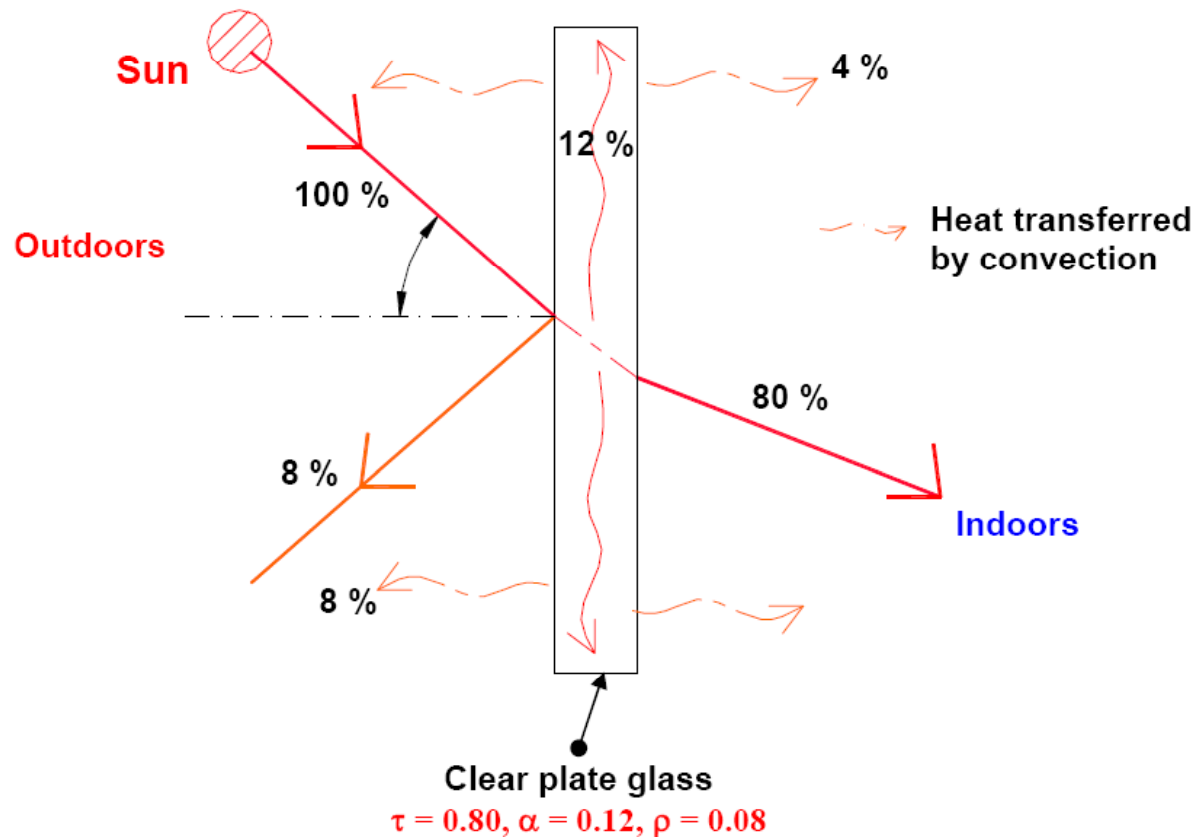


© 2007 Thomson Higher Education

ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ



ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ <http://windows.lbl.gov/software/window/window.html>

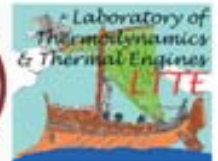


Συντελεστής εκπομπής, ϵ
Συντελεστής περατότητας, τ
Συντελεστής απορρόφησης, α
Συντελεστής αντανάκλασης, ρ
 $\tau + \alpha + \rho = 1$

Για αδιαφανή υλικά
 $\alpha + \rho = 1$

transmittivity (τ) = 0.80, reflectivity (ρ) = 0.08 and absorptivity (α) = 0.12.

Χαρακτηριστικά παραθύρων περιλαμβανομένου και του πλαισίου (αλουμίνιο)



Κατηγορία	Αρ. υαλσίων	Υαλοστάσια		Διάκενο		Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας $[Wm^{-2}K^{-1}]$ U_{η}	Σύμβολο	
		Υλικό	Πάχος (mm)	Υλικό	Πλάτος (mm)			
ΥΛΙΚΟ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ: ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΜΕ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΗ								
ΚΑΘΑΡΟ ΓΥΑΛΙ	ΑΠΛΟ, μονό	1	Καθαρό γυαλί	3,2	-	-	6,42	YA34
	>>	1	>>	6,4	-	-	5,60	YA35
	ΑΠΛΟ, διπλό	2	Καθαρό γυαλί	3	Αέρας	12,7	3,61	YA36
						6,4	3,94	YA37
	ΑΠΛΟ, διπλό	2	Καθαρό γυαλί	3	Αργό	12,7	3,47	YA38
						6,4	3,75	YA39
ΑΠΛΟ, τριπλό	3	Καθαρό γυαλί	3	Αέρας	12,7	2,76	YA40	
					6,4	3,10	YA41	
ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ, ΔΙΠΛΟ	2	1:low-e clear 2: clear	3	3	Αέρας	12,7	3,42	YA42
						6,4	3,80	YA43
	2	1:low-e clear 2: clear	3	3	Αργό	12,7	3,28	YA44
						6,4	3,56	YA45

Συστήματα παραθύρων – Υαλοπίνακες



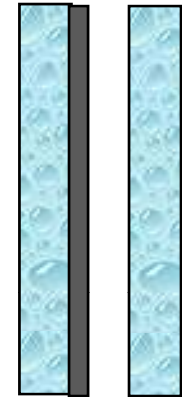
✓ Μονοί, διπλοί, τριπλοί υαλοπίνακες

✓ Υαλοπίνακες με επιστρώσεις χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low_E)

✓ Υαλοπίνακες χρησιμοποιώντας στο διάκενο τους αέρια χαμηλότερης θερμικής αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα (αργό)

✓ Υαλοπίνακες με διάκενο αέρα υπό συνθήκες κενού

Διπλός
Solar control



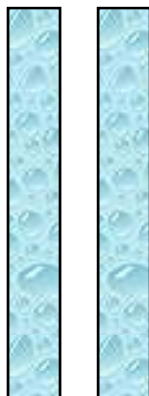
1.9

Μονός



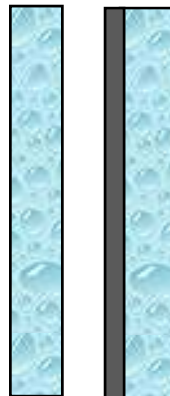
5.8

Διπλός



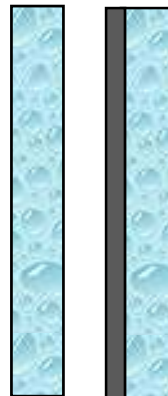
2.7-3.2

Διπλός
Low-E



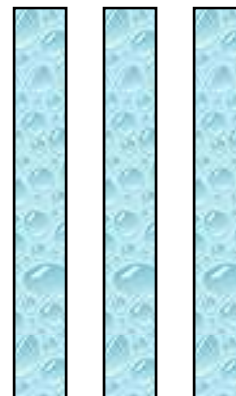
1.8

Διπλός
Low-E & argon



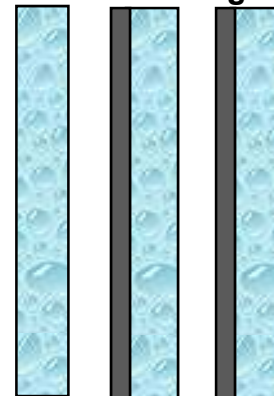
1.5

Τριπλός



1.9

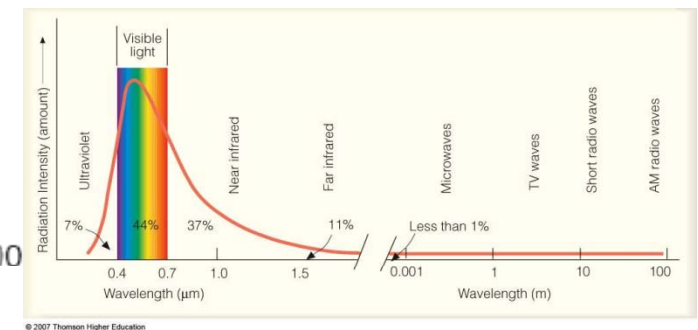
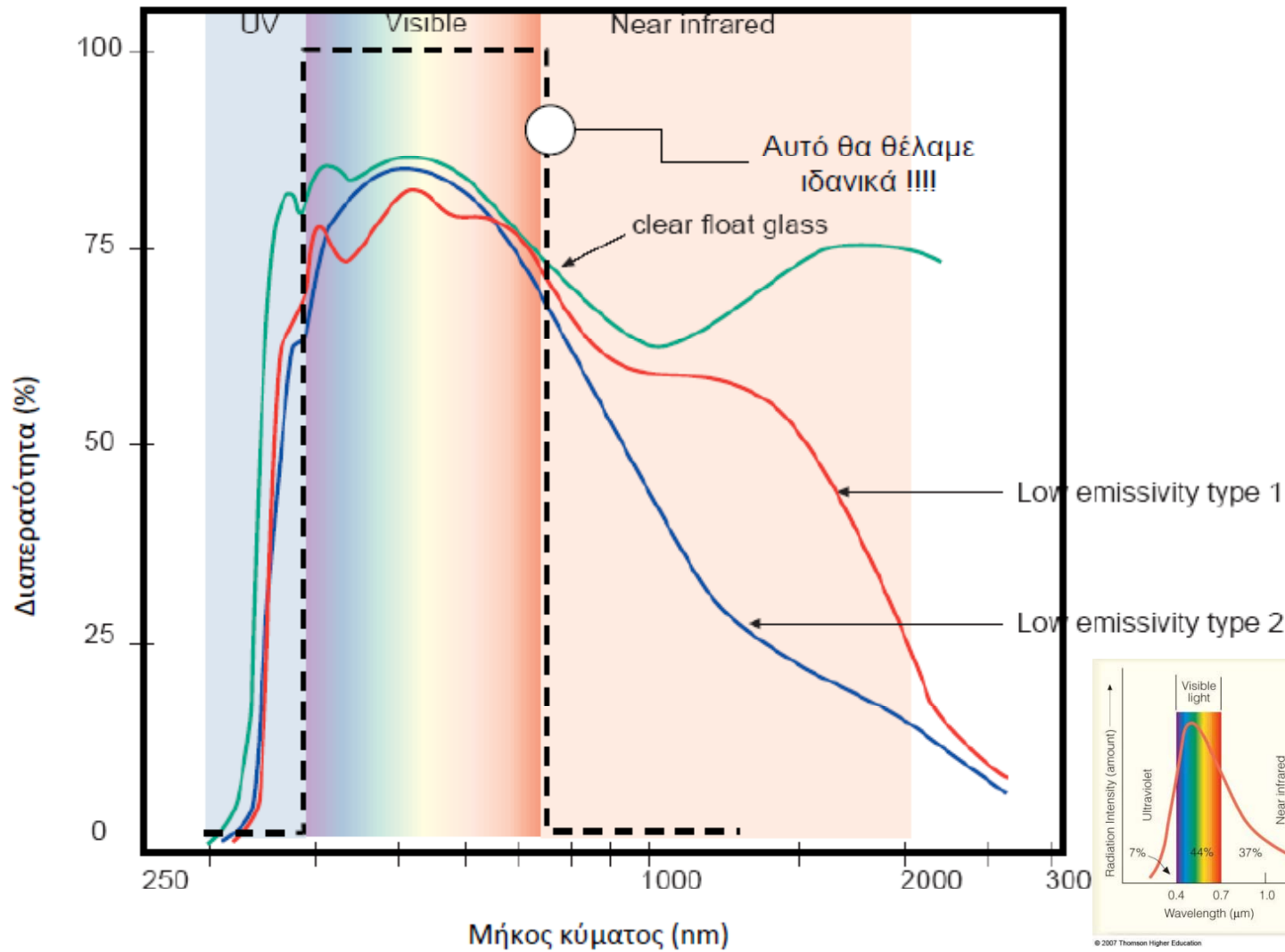
Τριπλός
2Low-E & 2argon



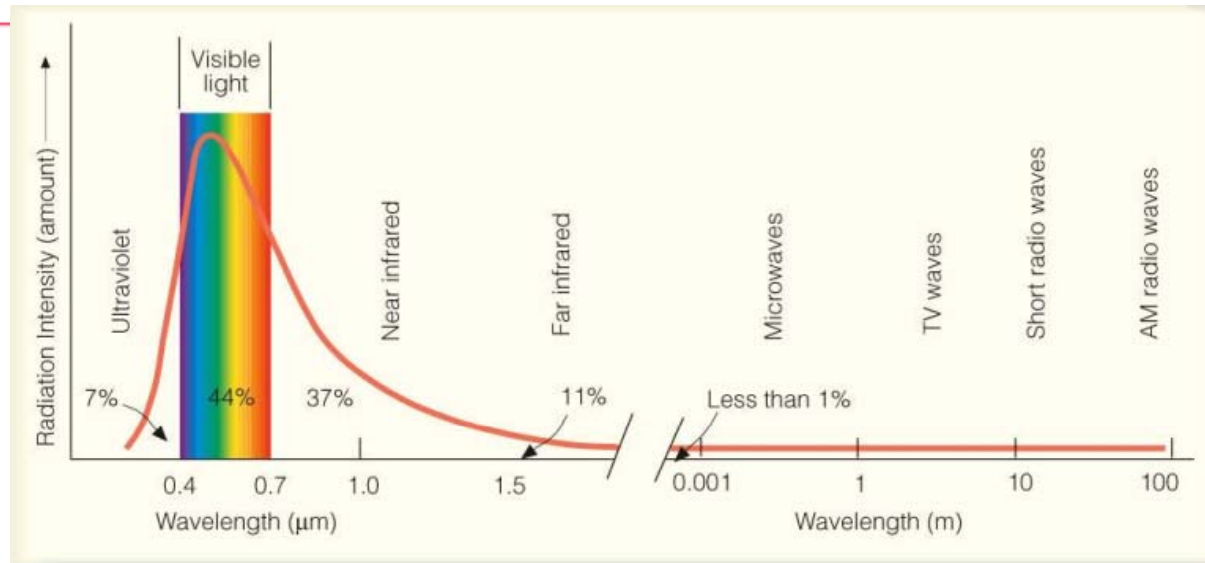
0.8

(U [W/m²K])

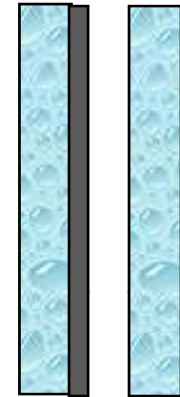
ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ



Συστήματα παραθύρων – Υαλοπίνακες



Διπλός Solar control



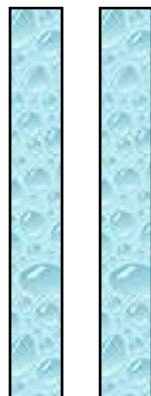
1.9

Μονός



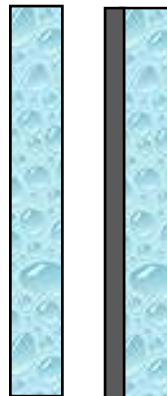
5.8

Διπλός



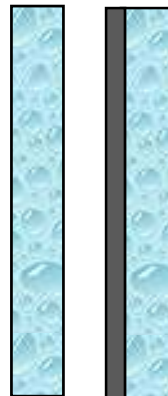
2.7-3.2

Διπλός Low-E



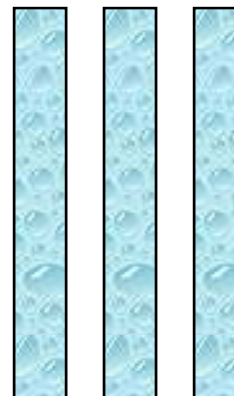
1.8

Διπλός Low-E & argon



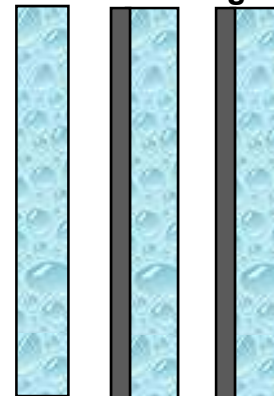
1.5

Τριπλός

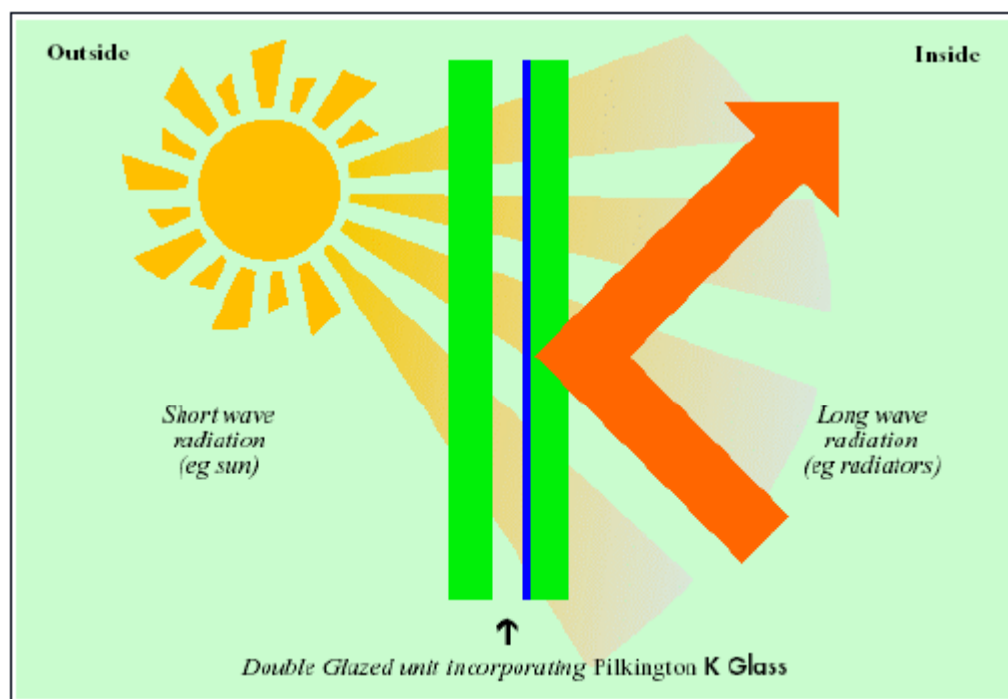


1.9

Τριπλός 2Low-E & 2argon



0.8 (U [W/m²K])





Διαφανή δομικά στοιχεία

α) Μονά παράθυρα

$$U_{\pi} = \frac{A_g \cdot U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f} \quad [\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}]$$



όπου:

A_g : επιφάνεια υαλοπίνακα παραθύρου

$[\text{m}^2]$

U_g : συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα

$[\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}]$

A_f : επιφάνεια πλαισίου παραθύρου

$[\text{m}^2]$

U_f : συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου παραθύρου

$[\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}]$

l_g : μήκος θερμογέφυρας υαλοπίνακα παραθύρου (μήκος της περιμέτρου του υαλοπίνακα) $[\text{m}]$

Ψ_g : συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα παραθύρου λόγω της θερμικής αλληλοεπίδρασης του υαλοπίνακα, του πλαισίου και του διαστήματος μεταξύ των $[\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}]$



Διαφανή δομικά στοιχεία

β) Διπλά παράθυρα

$$U_{\pi} = \frac{1}{\frac{1}{U_{\pi 1}} - R_{si} + R_g - R_{se} + \frac{1}{U_{\pi 2}}} \quad [\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}]$$



όπου :

- $U_{\pi 1}, U_{\pi 2}$: συντελεστές θερμοπερατότητας εξωτερικού και εσωτερικού παραθύρου $[\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}]$
- R_{si} : θερμική αντίσταση εσωτερικής επιφάνειας εξωτερικού παραθύρου $[\text{m}^2 \text{K W}^{-1}]$
όταν θεωρηθεί ότι χρησιμοποιείται μόνο του
- R_{se} : θερμική αντίσταση εξωτερικής επιφάνειας εσωτερικού παραθύρου $[\text{m}^2 \text{K W}^{-1}]$
- R_g : θερμική αντίσταση του αέρα μεταξύ των δύο υαλοπινάκων $[\text{m}^2 \text{K W}^{-1}]$

Συστήματα πλαισίων



- ✓ Ξύλινα
- ✓ Πλαστικά
- ✓ Από αλουμίνιο (μεταλλικά)

- ❖ Με θερμοδιακοπή

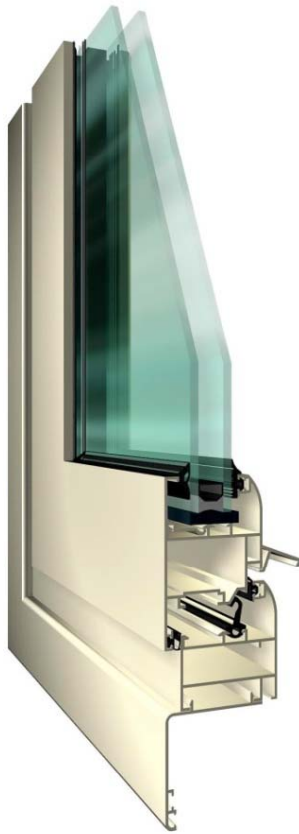
- ❖ Χωρίς θερμοδιακοπή

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός κουφώματος καθορίζονται τόσο από την ικανότητά του να εμποδίζει το πέρασμα ζεστού ή κρύου αέρα μέσω των αρθρώσεων του (ιδιότητα που αναφέρεται στην αεροστεγανότητα - αεροπερατότητα), όσο και από την ικανότητά του να εμποδίζει την διάδοση της θερμότητας μέσω των ίδιων των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο

Ως θερμομονωτικό ορίζεται ένα προφίλ αλουμινίου του οποίου το εσωτερικό μέρος και το εξωτερικό μέρος της τομής του χωρίζονται με την παρεμβολή ενός ειδικού υλικού διαφορετικής υφής που χαρακτηρίζεται από χαμηλές τιμές θερμικής αγωγιμότητας. Πρόκειται για τη λεγόμενη θερμοδιακοπή

Αυτός ο τύπος του προφίλ εμποδίζει την άμεση μεταβίβαση της θερμότητας λόγω αγωγιμότητας από το εσωτερικό περιβάλλον προς τα έξω και αντιστρόφως.

Συστήματα πλαισίων



Χωρίς θερμοδιακοπή



Με θερμοδιακοπή



Τοιχοποιίες



Χαρακτηριστικά οπτόπλινθων με βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά.

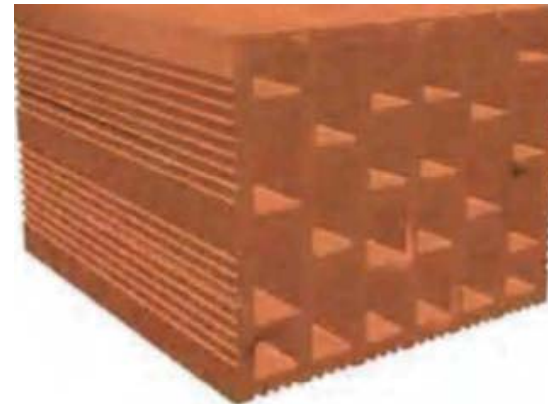
- ✓ Τούβλα μεγάλων διαστάσεων και πάχους. (μεγαλύτερη θερμοαποθήκευση)
- ✓ Τούβλα με μεγάλο ποσοστό κάλυψης από οπές. (Μείωση συντ. θερμοπερατότητας)
- ✓ Τούβλα με μεγάλο ποσοστό ανάμιξης με περλίτη. (Μείωση συντ. θερμοπερατότητας)
- ✓ Τούβλα από κυψελωτό σκυρόδεμα

Περαιτέρω βελτίωση

Πρόσμιξη της αργιλικής μάζας με κόκκους πολυστερόλης

Αύξηση πυκνότητας τούβλου σε άργιλο

Προσθήκη θερμομονωτικού υλικού στις οπές του τούβλου





Είδη

✓ Ογκόλιθοι (πέτρες)

✓ Οπτόπλινθοι (τούβλα)

Παραλλαγές: μπατικός, μονός δρομικός και ορθοδρομικός, διπλός δρομικός και Ορθοδρομικός

✓ Πανέλο

✓ Γυψοσανίδα

✓ Μεταλλικά φύλλα (βιομηχανικά κτίρια, αποθήκες, εμπορικά κτίρια)

✓ Υαλοστάσια

✓ Ξύλινα

✓ **ytong**: δομικό στοιχείο από πορομπετόν. Είναι ελαφρύτερο από το συνηθισμένο τούβλο με ικανή θλιπτική αντοχή και καλές θερμομονωτικές ιδιότητες. Παράγεται σε διαστάσεις 60 X 25 εκ. (μήκος X ύψος) και σε πάχη από 5 έως 30εκ. (ανά 5εκ.). Ζυγίζει περίπου 600 κιλά / m³. Αποβάλλει δύσκολα την υγρασία που θα αποροφήσει. Το είδος του υλικού αυτού έχει γενικά συντελεστή θερμοαγωγιμότητας περίπου $\lambda = 0,11 \text{ k(W/mK)}$.

Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U_m)



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

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.



ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές	U_D	0.50	0.45	0.40	0.35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_W	0.60	0.50	0.45	0.40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis	U_{DL}	0.50	0.45	0.40	0.35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U_G	1.20	0.90	0.75	0.70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U_{WE}	1.50	1.00	0.80	0.70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κ.α.)	U_F	3.20	3.00	2.80	2.60
Γυάλινες προσόψεις κτι-ρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U_{GF}	2.20	2.00	1.80	1.80

Πίνακας Γ.2: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U_m)
κατά κλιματική ζώνη

F/V (m^{-1})	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε $W/(m^2 K)$			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	1.26	1.14	1.05	0.96
0,3	1.20	1.09	1.00	0.92
0,4	1.15	1.03	0.95	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
$\geq 1,0$	0.81	0.73	0.66	0.60

Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m)



Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτιρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του U_m προκύπτει από τον τύπο:

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



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

U_m [$W/(m^2 \cdot K)$] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου,

n [-] το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,
 A_j [m^2] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου.

U_j [$W/(m^2 \cdot K)$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου,

b [-] μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα για κάθε τύπο δομικού στοιχείου).

k [-] το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας F_j του κελύφους



$$U_m = \frac{U_D * F_D + U_W * F_W + U_{DL} * F_{DL} + U_G * F_G + U_{WE} * F_{WE} + U_F * F_F + U_{GF} * F_{GF}}{F_D + F_W + F_{DL} + F_G + F_{WE} + F_G + F_{GF}}$$

Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές) F_D

Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα F_W

Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis) F_{DL}

Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους F_G

Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος F_{WE}

Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κα) U_F

Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες F_{GF}

Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Περιγραφή κατασκευής					
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m ² K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
2	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.190	0.727	0.261	
3	Μονωτικό	0.050	0.031	1.613	
4	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.060	0.727	0.083	
5	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.200	0.870	0.230	
6					
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		Συντελεστής Θερμοπερατότητας	
Rsi (m ² K/W)		0.130		0.420	
Rse (m ² K/W)		0.040			
Σημειώσεις					

d=0.03m U=0.577 (W/m²K)

d=0.04m U=0.486 (W/m²K)

d=0.05m U=0.420 (W/m²K)

d=0.06m U=0.370 (W/m²K)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_w	0.60	0.50	0.45	0.40

Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Περιγραφή κατασκευής					
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m ² K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα Β. 220	0.140	1.731	0.081	
3	Ασφαλτόπανο	0.010	0.160	0.063	
4	Μονωτικό	0.050	0.035	1.429	
5	Ασφαλτόπανο	0.010	0.016	0.625	
6	Κισσηρόδεμα	0.050	0.790	0.063	
7	Πλακίδια επίστρωσης	0.030	0.900	0.033	
8					
9					
10			1.000	0.000	
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		Συντελεστής	
Rsi (m ² K/W)		0.130		Θερμοπερατότητας	
Rse (m ² K/W)		0.040		0.402	
Σημειώσεις					

d=0.03m U=0.522 (W/m²K)

d=0.04m U=0.454 (W/m²K)

d=0.05m U=0.402 (W/m²K)

d=0.06m U=0.378 (W/m²K)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
		Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_D	0.50	0.45

Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Περιγραφή κατασκευής					
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m ² K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Πλακίδια επίστρωσης	0.020	0.900	0.022	
2	Ασβεστοτσιμεντοκονιάμα	0.020	0.870	0.023	
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα Β. 220	0.140	1.731	0.081	
4	Μονωτικό	0.050	0.031	1.613	
5	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
6					
7					
8					
9					
10			1.000	0.000	
Ροή Θρόμτητας		Οριζόντια		Συντελεστής Θερμοπερατότητας	
Rsi (m ² K/W)		0.130		0.518	
Rse (m ² K/W)		0.040			
Σημειώσεις					

d=0.05m U=0.518 (W/m²K)

d=0.06m U=0.444 (W/m²K)

d=0.07m U=0.388 (W/m²K)

d=0.08m U=0.345 (W/m²K)

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
		Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U _{DL}	0.50	0.45

Δομικά υλικά, Δομικά συστήματα, θερμική συμπεριφορά -ιδιότητες - θερμική αγωγιμότητα - θερμοπερατότητα - θερμοχωρητικότητα



Περιγραφή κατασκευής					
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική Αντίσταση Υλικού R (m ² K/W)	Τυπική Σχεδιαστική Λεπτομέρεια
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.020	0.870	0.023	
2	Οπτόπλινθοι διάκενοι	0.190	0.727	0.261	
3	Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος	0.200	0.870	0.230	
4					
5					
6					
Ροή Θερμότητας		Οριζόντια		Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	
Rsi (m ² K/W)		0.130			
Rse (m ² K/W)		0.040			
Σημειώσεις					

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
		Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος	U _{WE}	1.50	1.00



Στο πρώτο βήμα υπολογίζουμε και ελέγχουμε ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή, k_{max} , το συντελεστής θερμοπερατότητας, k , κάθε διαφορετικού δομικού στοιχείου του κελύφους του κτιρίου.

ΔΙΚΕΛΥΦΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

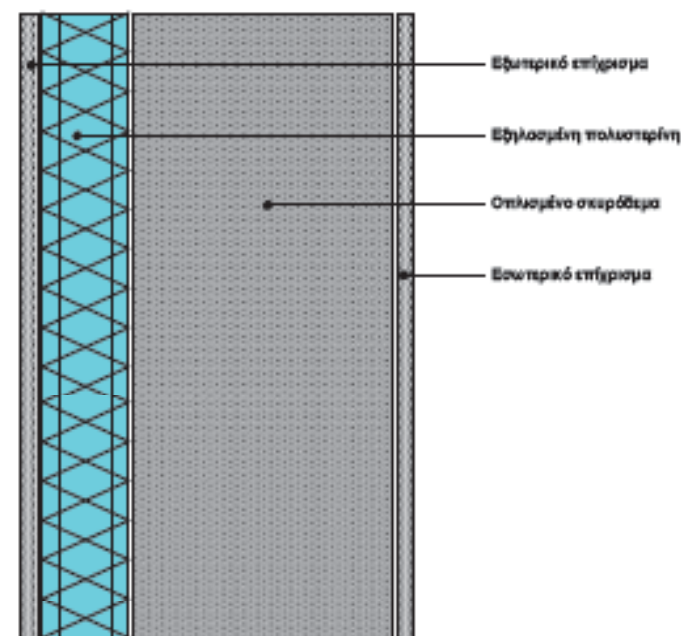
Δομικό στοιχείο	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Εξωτερικός αέρας			0,04
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,02
Τούβλο	0,06	0,52	0,12
Διογκωμένη πολυστερίνη	0,05	0,035	1,43
Τούβλο	0,09	0,52	0,17
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,02
Εσωτερικός αέρας			0,12
		$R_{o\lambda} =$	1,92
		$k = 1 / R_{o\lambda} =$	0,52

Εξωτερικό επίχρισμα
Οπτοπλινθοδομή
Διογκωμένη Πολυστερίνη
Οπτοπλινθοδομή
Εσωτερικό επίχρισμα



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Δομικό στοιχείο	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Εξωτερικός αέρας			0,04
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,02
Εξηλασμένη πολυστερίνη	0,03	0,035	0,86
Τούβλο	0,30	2,03	0,15
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,02
Εσωτερικός αέρας			0,12
		$R_{\sigma\lambda} =$	1,21
		$k = 1 / R_{\sigma\lambda} =$	0,83





ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΔΩΜΑ

Δομικό στοιχείο	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Εξωτερικός αέρας			0,04
Πλάκες πεζοδρομίου	0,04	1,05	0,04
Τσιμεντοκονίαμα	0,02	1,40	0,01
Στεγανοποίηση	0,01	0,19	0,05
Γαρμπλοσκυρόδεμα	0,04	0,64	0,06
Διογκωμένη πολυστερίνη	0,05	0,035	1,43
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15	2,03	0,07
Επίχρισμα	0,02	0,87	0,02
Εσωτερικός αέρας			0,12
		$R_{ολ} =$	1,85
		$k = 1 / R_{ολ} =$	0,54

