

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

“Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ  
ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ  
ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Κ.Ε.Ν.Α.Κ.”

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΠΑΝΤΑΤΟΣΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΜΙΧΑΛΗΣ ΚΤΕΝΙΑΔΑΚΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ / ΜΑΡΤΙΟΣ 2012

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

“Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ  
ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ  
ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ Κ.Ε.Ν.Α.Κ.”

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΠΑΝΤΑΤΟΣΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΜΙΧΑΛΗΣ ΚΤΕΝΙΑΔΑΚΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ / ΜΑΡΤΙΟΣ 2012



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας συνέβαλαν αρκετοί άνθρωποι τους οποίους οφείλω να ευχαριστήσω, αφού η βοήθειά τους οδήγησε στην ποιοτικότερη παρουσίαση του θέματος.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Μιχάλη Κτενιαδάκη, που με τις πολύτιμες συμβουλές του, την υπομονή του, όπως επίσης και το χρόνο που μου αφιέρωσε, παρόλες τις δυσκολίες που πέρασε το τελευταίο διάστημα, συνέβαλε καθοριστικά στη σύνταξη της παρούσας μελέτης.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ την οικογένειά μου και στις φίλες μου που με στήριξαν και συνεχίζουν να με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον αδερφό μου Ζαχαρία Παντατοσάκη που με βοήθησε πολλές φορές με τις γνώσεις του στους Η/Υ. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αγαπητό φίλο Στέλιο Τσακίρη που με ενθάρρυνε και ήταν δίπλα μου όλους αυτούς τους μήνες, όπως επίσης και για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε για τη σύνταξη της εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ .....	8
3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	9
3.1 Θερμικές απώλειες .....	9
3.2 Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου.....	9
3.3 Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων.....	10
3.3.1 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων.....	10
3.3.2 Στοιχεία του κτιρίου ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή.....	11
4. ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ .....	14
4.1 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών.....	14
4.2 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά .....	15
5. ΤΥΠΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	16
5.1 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας - δοκών –υποστυλωμάτων.....	16
5.1.1 Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών-υποστυλωμάτων (Σχήμα 5.1.1).....	17
5.1.2 Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας δοκών - υποστυλωμάτων (Σχήμα 5.1.2).....	18
5.1.3 Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής τοιχοποιίας.....	20
5.1.4 Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα.....	21
5.1.5 Ενίσχυση θερμομόνωσης τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων με θερμοσοβά.....	22
5.2 Οροφές και στέγες.....	22
5.2.1 Θερμομόνωση επίπεδης και κεκλιμένης οροφής από οπλισμένο σκυρόδεμα.....	22
5.2.2 Θερμομόνωση στέγης.....	24
5.3 Θερμομόνωση Κουφωμάτων .....	25
5.3.1 Διαφανή κτιριακά στοιχεία .....	26
5.4 Θερμομόνωση δαπέδων εκτεθειμένων στο εξωτερικό περιβάλλον .....	28
5.4.1 Θερμομόνωση στην κάτω πλευρά της πλάκας (Σχήμα 5.4.1).....	28
5.4.2 Θερμομόνωση στην πάνω πλευρά της πλάκας (Σχήμα 5.4.2).....	28
6. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑ .....	29
6.1 Υγρασία του αέρα και συμπύκνωση υδρατμών.....	29
6.2 Σχέση θερμομονωτικής ικανότητας κτιριακών στοιχείων με την περιεκτικότητά τους σε υγρασία. ....	30
7. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ .....	31
7.1. Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας.....	31
7.2. Βασικές σχέσεις.....	32
8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	34
8.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	34
8.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου.....	36
8.1.2. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση .....	37
8.1.3. Διάκενο σε επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον.....	37
8.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους.....	38
8.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.....	39
8.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος.....	40
8.1.7. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτήριο.....	44
8.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων.....	44

8.1.9. Υπολογισμός δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από ανομοιογενείς στρώσεις .....	45
8.1.10. Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων .....	47
8.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων .....	47
8.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ ενός μονού κουφώματος .....	48
8.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέρασμα .....	49
8.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ ενός διπλού κουφώματος .....	50
8.3. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων .....	51
9. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ .....	55
9.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατασκευαστικών θερμογεφυρών .....	58
9.2. Υπολογισμός θερμογεφυρών .....	65
9.3. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου $A/V$ .....	70
9.4. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) .....	72
9.5. Ο μειωτικός συντελεστής ( $b$ ) .....	73
9.6. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του $U_m$ .....	75
10. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	77
11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	82
(ΜΕΡΟΣ 1Α – ΜΕΡΟΣ 7Β) .....	82
12. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΜΕΡΟΣ 8Α, 8Β, 8Γ) ....	111
13. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $U_m$ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΜΕΡΟΣ 9Α, 9Β, 9Γ) .....	133
14. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	138
15. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ .....	139

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι και η θερμομόνωση.

Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο - ή αντίστροφα - και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοίχοι, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων, ήταν καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας. Αξιοσημείωτο είναι πως, σε αντίθεση με σήμερα και μολονότι τα βασικά υλικά κατασκευής ήταν κοινά, η τυπολογία οικισμών και κτισμάτων διαφοροποιούνταν από τόπο σε τόπο με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επιπλέον, η ορθή ένταξη και προσανατολισμός των κτιρίων αυτών στο περιβάλλον, με τη σωστή διαμόρφωση χώρων και επιλογή υλικών κατασκευής, καθιστούσε επιτρεπτό τον επιθυμητό φωτισμό-ηλιασμό και παρέιχε τη δυνατότητα φυσικού δροσισμού.

Δυστυχώς σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις που υιοθετήθηκαν στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια αγνοούν σε μεγάλο βαθμό τον παράγοντα κλίμα, ήλιο κ.λπ. και στα πλαίσια ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού δημιουργήθηκαν κτίρια απομακρυσμένα από την παράδοση, και των οποίων μιμήσεις συναντά κανείς σε τόπους με διαφορετικό εντελώς κλίμα.

Με την πάροδο του χρόνου, οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων – ουσιαστικά του πετρελαίου – μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Επακόλουθο αυτού ήταν μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας και έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος που έχει η θερμομόνωση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

## 2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η θερμομόνωση σ' ένα κτίριο, ουσιαστικά παρέχει σ' αυτό ένα «προστατευτικό περίβλημα» το οποίο μειώνει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Το χειμώνα μειώνει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα χάνεται από το κτίριο και το καλοκαίρι μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό.

Η μείωση των θερμικών διαφυγών από και προς τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας με την οποία τροφοδοτούνται τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται ορθολογικά και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού διατάγματος που καθορίζει τους μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων του κελύφους.

Στις περισσότερες χώρες με ψυχρότερα κλίματα κανονισμοί και τεχνικές προδιαγραφές, που καθορίζουν τις απαιτήσεις, τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών, ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια. Οι κανονισμοί αυτοί, μαζί με τις τεχνικές προδιαγραφές, εξασφαλίζουν μία τεχνοοικονομικά σωστή θερμομόνωση. Τέτοια θεωρείται αυτή που για να γίνει δεν απαιτείται υπερβολικά μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης και που, ωστόσο, εξασφαλίζει μακροχρόνια οικονομία στη χρήση του κτιρίου και περιορισμό στην εφαρμογή ενεργοβόρων τεχνητών συστημάτων ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.

- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου.

- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.

- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά.

- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.



### **3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ**

#### **3.1 Θερμικές απώλειες**

Είναι γνωστό ότι ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες προκαλείται συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο και πως οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο για την απώλεια της ζέστης ενός χώρου το χειμώνα αλλά και της δροσιάς το καλοκαίρι, όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι θερμότερος. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της. Αυτό είναι κατορθωτό μόνο όταν υπάρχει έλεγχος των θερμικών απωλειών.

Ο επιδιωκόμενος έλεγχος και περιορισμός των θερμικών απωλειών επιτυγχάνεται με τη θερμομόνωση του κελύφους, η οποία μειώνει το ρυθμό μετάδοσης της θερμότητας μέσω των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου.

#### **3.2 Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου**

Πριν καταφύγει κανείς σε οποιαδήποτε μέτρα θερμομόνωσης για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών πρέπει, κατά το σχεδιασμό, να έχει υπόψη του τους βασικότερους παράγοντες που τις προκαλούν.

Τέτοιοι παράγοντες είναι:

- Η τοποθεσία και ο προσανατολισμός του κτιρίου μέσα στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι, όσο περισσότερο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο στους ανέμους τόσο μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας εμφανίζει. Επίσης, όσο περισσότερο προσβάλλεται από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων του είναι μεγαλύτερες.
- Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου που είναι άμεσα εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες, σε συνάρτηση με τον όγκο του κτιρίου. Ένα ελεύθερο στο χώρο κτίριο εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.
- Το πόσο εκτεθειμένοι στο περιβάλλον είναι οι διάφοροι χώροι του κτιρίου. Χώροι τελείως εσωτερικοί θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμική μεταβολή. Αντίθετα, χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες.
- Τα εξωτερικά κουφώματα, τα οποία, ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου, επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας και η κακή συναρμογή τους επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα.

### 3.3 Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων

Ο ρυθμός ροής θερμότητας διαμέσου του κελύφους ενός κτιρίου εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από το σύνολο των μέτρων που λαμβάνονται και κυρίως από τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

Η μελέτη και η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης βασίζεται στον βέλτιστο συνδυασμό των μεθόδων και υλικών κατασκευής, τα οποία προσδίδουν συγκεκριμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες στα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

#### 3.3.1 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους του κτιρίου και είναι οι ακόλουθες:

α. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U$ ), δηλαδή η ποσότητα θερμότητας που περνά σε ένα δευτερόλεπτο μέσα από τις απέναντι πλευρές ενός κύβου πλευράς 1m όταν η διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ των δυο επιφανειών του στοιχείου είναι 1K. Αυτή εξαρτάται από τις ιδιότητες που έχουν τα υλικά που συνθέτουν την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου, δηλαδή:

- Το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (συντελεστής  $\lambda$ )
- Την περιεκτικότητά τους σε υγρασία και
- Το πάχος τους.

β. Ο βαθμός διαπερατότητας του αέρα διαμέσου των δομικών στοιχείων, που εξαρτάται από:

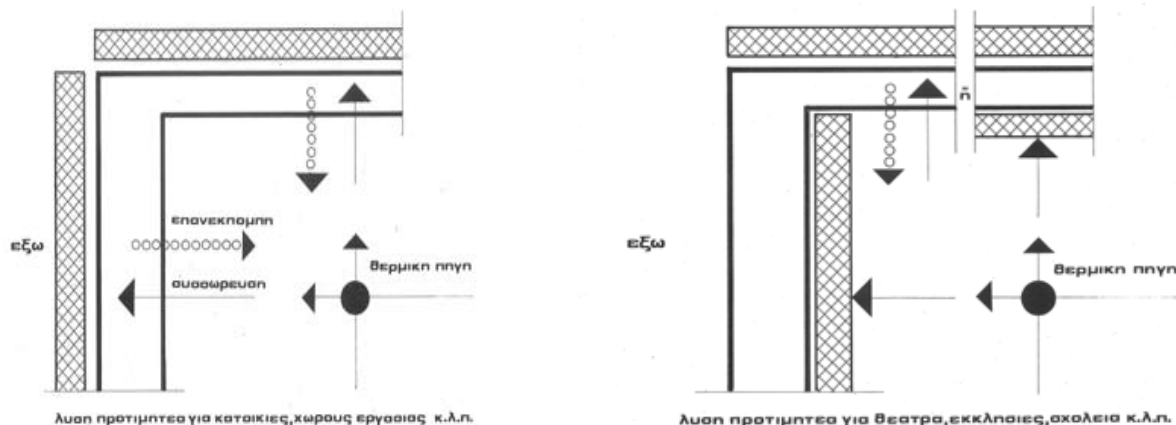
- Το είδος της κατασκευής που διαμορφώνει το περίβλημα ενός χώρου.
- Την επιφάνεια των ανοιγμάτων και τον τρόπο συναρμογής των κουφωμάτων. Μεγάλες ποσότητες θερμότητας χάνονται από τις πόρτες και τα παράθυρα μιας όψης, ανάλογα με το μέγεθος του τζαμιού και τον τρόπο κατασκευής τους, καθώς και με τους αρμούς επαφής μεταξύ των φύλλων και του πλαισίου ενός κουφώματος. Το γεγονός αυτό κάνει τα παράθυρα και τις πόρτες να εμφανίζουν υπερβολικά μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας, γιατί οι θερμικές απώλειες, όπως είναι γνωστό, προκαλούνται όχι μόνο από θερμική αγωγιμότητα αλλά κι από θερμική μεταφορά.

γ. Η ειδική θερμοχωρητικότητα ( $c$ ) των δομικών στοιχείων του κτιρίου, που συμβάλλει στον περιορισμό του ρυθμού μεταβολής της θερμοπερατότητας των στοιχείων. Όταν οι τοίχοι και οι οροφές έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα, τότε η θερμότητα που συγκεντρώνουν ενόσω λειτουργεί η θέρμανση, αποβάλλεται όταν αυτή σταματήσει με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η γρήγορη ψύξη των χώρων. Το αντίθετο συμβαίνει το καλοκαίρι όταν οι χώροι ψύχονται. Ανάλογα με τη θέση της μόνωσης – στην εξωτερική ή εσωτερική επιφάνεια - οι τοίχοι και οι οροφές ενεργούν:

- Ως συσσωρευτές θερμότητας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εξωτερική τους επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή, συσσωρεύουν επί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα τη θερμότητα, για να την αποβάλουν και πάλι μέσα στο χώρο με ακτινοβολία (Σχήμα 3.3.1.α). Με τη διαδικασία αυτή αυξάνεται αντίστοιχα η διάρκεια μεταβολής της θερμοκρασίας σε χώρους στους οποίους

είναι απαραίτητο να δημιουργείται αίσθημα άνεσης (κατοικίες, χώροι εργασίας, κ.λπ.).

• Ως φράγμα προστασίας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εσωτερική τους επιφάνεια, στις περιπτώσεις που δεν μας ενδιαφέρει η διάρκεια αποθέρμανσης ή απόψυξης των χώρων (θέατρα, εκκλησίες κ.λπ.) αλλά αντίθετα επιθυμούμε τη γρήγορη θέρμανση ή ψύξη των χώρων αυτών (Σχήμα 3.3.1.β).



**Σχήμα 3.3.1(α-β).** Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων ανάλογα με τη θέση της θερμικής μόνωσης (εσωτερικά ή εξωτερικά).

δ. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας, ειδικής θερμότητας και της μάζας των διαφόρων υλικών που συγκροτούν μια κατασκευή.

### 3.3.2 Στοιχεία του κτιρίου ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή

Η κατασκευή της θερμομόνωσης ενός κτιρίου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με ορισμένες προϋποθέσεις που ανάλογα με τη θέση της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευθεί και τη θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στην κατασκευή (εσωτερικά ή εξωτερικά). Είναι ευνόητο ότι δεν μπορούν να αγνοηθούν οι απαιτήσεις προστασίας από την υγρασία. Για το λόγο αυτό, το πρόβλημα της θερμομόνωσης - όπως ήδη τονίστηκε - δεν μπορεί να εξετάζεται μεμονωμένα, αλλά σε συνδυασμό με άλλες απαιτήσεις προστασίας και πάντοτε σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα του έργου.

Στη συνέχεια γίνεται συνοπτική αναφορά στα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου, που έχουν ανάγκη θερμικής προστασίας. Αυτά είναι:

**α. Η οροφή (επίπεδη ή κεκλιμένη) και η στέγη,** που παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες, μια και είναι τα μέρη εκείνα του κτιρίου που δέχονται άμεσα όλες τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

**β. Τα εξωτερικά τοιχώματα,** που υπόκεινται σε μια σειρά επιδράσεων και τα οποία ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, προκαλούν μεγάλες θερμικές απώλειες. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η προστασία των εξωτερικών τοιχωμάτων μπορεί να γίνει εσωτερικά ή εξωτερικά, ανάλογα με τη χρήση των

χώρων που προστατεύουν και το βασικό μέρος της δομής τους. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις τοιχωμάτων στις οποίες η θερμική μόνωση τοποθετείται ανάμεσα σε δυο κατακόρυφα στρώματα ομοιογενών ή ανομοιογενών υλικών (θερμομόνωση στον πυρήνα) και είναι σχετικά απλή λύση η οποία όμως, όπως και οι προηγούμενες, έχει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Γενικά σε όλες τις περιπτώσεις πλευρικών εξωτερικών τοιχωμάτων παίρνονται μέτρα για:

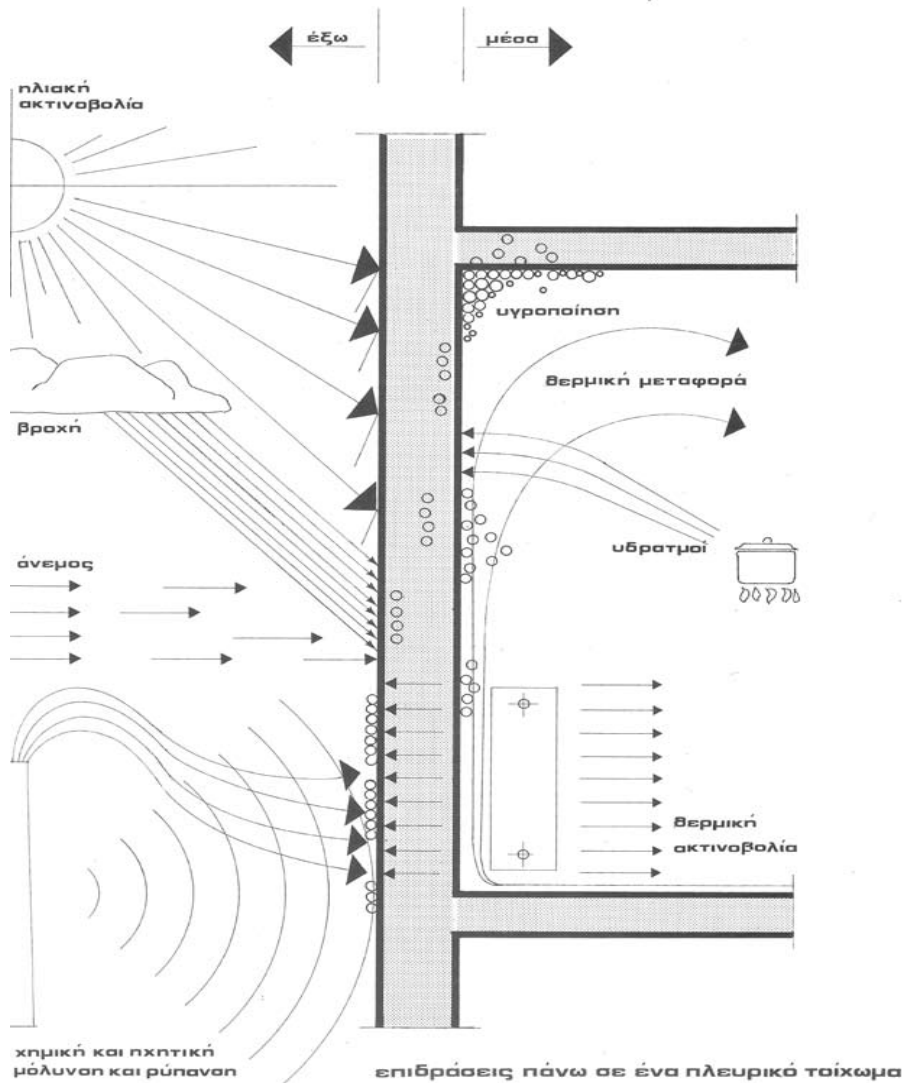
- Προστασία του θερμομονωτικού υλικού από συμπύκνωση και δρόσο, με φράγμα υδρατμών.

- Παρεμπόδιση της διείσδυσης νερών βροχής, που θα έχει ως συνέπεια την πρόκληση ανεπανόρθωτης ζημιάς στο θερμομονωτικό υλικό, και

- Αποφυγή της δημιουργίας θερμογεφυρών που αυξάνουν τις θερμικές απώλειες και δημιουργούν θερμικές τάσεις στα επιμέρους υλικά που συνθέτουν την κατασκευή (Σχήμα 3.3.2.).

Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται η διάτρηση των εξωτερικών τοιχωμάτων για να περάσουν σωληνώσεις εγκαταστάσεων ή άλλου είδους κατασκευές. Όπου αυτό είναι απαραίτητο, τότε επιβάλλεται ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία των ευάλωτων αυτών στοιχείων, τόσο από τη θερμότητα όσο και από την υγρασία.

γ. Τα ανοίγματα, που είναι από τα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου. Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών πρέπει οι αρμοί συναρμογής των πλαισίων να είναι απόλυτα αδιαπέραστοι από τον αέρα. Τα υλικά που συγκροτούν το κούφωμα (ξύλο, αλουμίνιο, πλαστικό) να είναι αρίστης ποιότητας ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις των φύλλων. Για ξύλινα παράθυρα ή πόρτες, αυτό δεν είναι εύκολα κατορθωτό εξαιτίας της φύσης του υλικού. Στην περίπτωση όμως κουφωμάτων αλουμινίου, η πρόβλεψη ειδικών παρεμβυσμάτων στους αρμούς επαφής δίνει συνήθως άριστα αποτελέσματα. Επιπλέον τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων θα πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας.



**Σχήμα 3.3.2.** Επιδράσεις σε πλευρικό τοίχωμα.

δ. Το κατώτερο δάπεδο του κτιρίου το οποίο όμως δεν χρειάζεται πάντα θερμική προστασία, εκτός εάν χρησιμοποιείται ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης (δάπεδο ισογείου σε επαφή με το έδαφος). Οποσδήποτε όμως, απαιτείται θερμική προστασία στις περιπτώσεις δαπέδου εκτεθειμένου προς το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. κτίριο σε πυλωτή).

ε. Τα στηθαία των παραθύρων, όπου συνήθως τοποθετούνται τα θερμαντικά σώματα επειδή λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συχνά τη μείωση του πάχους του τοιχώματος στις θέσεις αυτές. Επίσης, η έντονη θερμική ακτινοβολία έχει αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο τα δομικά στοιχεία που γειτονεύουν με σώματα θέρμανσης.

στ. Τα μπαλκόνια και οι προεξοχές της πλάκας, όταν δεν προστατεύονται από τη θερμότητα, λειτουργούν σαν θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα να μην ελέγχονται απόλυτα οι θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και να προκαλούνται βλάβες στις κατασκευές λόγω συμπύκνωσης. Όμως η μόνωσή τους είναι συχνά προβληματική γιατί ανεβάζει υπέρμετρα το ολικό κόστος για τη θερμομόνωση του κτιρίου.

## 4. ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις διάφορες καταπονήσεις (μηχανικές, υγροθερμικές και φυσικοχημικές) που υφίστανται τα υλικά στο συγκεκριμένο έργο, νοούμενου ότι οι συγκεκριμένες καταπονήσεις επηρεάζουν άμεσα τη θερμική απόδοσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση του βέλτιστου συνδυασμού των κριτηρίων επιλογής θερμομονωτικών υλικών.

### 4.1 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι:

#### α. Θερμοτεχνικά Χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ .
- Η εξάρτηση του  $\lambda$  από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του  $\lambda$  από την υγρασία. Η τιμή του  $\lambda$  αυξάνει σημαντικά με τη συμπίκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.

- Η ειδική θερμοχωρητικότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

#### β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα (για προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).
- Δυνατότητα ελέγχου κατά την κατασκευή.

#### γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.
- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση)
- Πυκνότητα
- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.

#### δ. Χημική συμπεριφορά - ανθεκτικότητα

- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.
- Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
- Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.

- Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή το θαλασσινό νερό, κ.λπ.

#### ε. Οικονομικά Στοιχεία

- Επιπρόσθετο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης.
- Χρόνος απόσβεσης δαπάνης.
- Ποσοστό προστιθέμενης αξίας στην όλη κατασκευή.

## 4.2 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη
- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες Γυαλί
- Περλιτοειδή
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτοϋάλου

## 5. ΤΥΠΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

### **Κέλυφος κτιρίου:**

“Κέλυφος του κτιρίου” σημαίνει το σύνολο των επιφανειών των δομικών στοιχείων που διαχωρίζουν τον θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος ή νερό) ή από επαπτόμενα κτίρια ή μη θερμαινόμενους χώρους.

### **Θερμαινόμενος χώρος:**

Θερμαινόμενος χώρος είναι η κλειστή περιοχή για την οποία απαιτείται ενέργεια για επίτευξη και διατήρηση συνθηκών θερμικής άνεσης (θέρμανση, ψύξη).

### **Θερμική αντίσταση (R):**

Είναι η αντίσταση των στοιχείων στη ροή θερμότητας και είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $m^2 K/W$ ).

### Τυπικές περιπτώσεις θερμομόνωσης κελύφους κτιρίου.

Ένα κτίριο πρέπει να θερμομονώνεται σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειές του, κατακόρυφες και οριζόντιες, που περικλείουν κλιματιζόμενους χώρους από τους οποίους είναι δυνατό να διαφύγει θερμική ενέργεια (επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με ατμοσφαιρικό αέρα ή μη κλιματιζόμενους χώρους). Ως εκ τούτου, τα πιο βασικά μέρη ενός κτιρίου τα οποία πρέπει να θερμομονώνονται είναι:

### **5.1 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας - δοκών – υποστυλωμάτων.**

Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων είναι οι ακόλουθοι:

#### **Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας:**

1. Θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια
2. Θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια
3. Θερμομόνωση στον πυρήνα
4. Χρήση θερμομονωτικών τούβλων

Στις περιπτώσεις θερμομόνωσης τοίχου, σε όποια θέση και να τοποθετηθεί η θερμομόνωση θα πρέπει:

- Να παρέχει επαρκή θερμική αντίσταση ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης.
- Να παρέχει ένα συνεχές θερμομονωτικό στρώμα χωρίς θερμογέφυρες.
- Να αντιστέκεται στη διεύθυνση νερού.

#### **Θερμομόνωση Δοκών - Υποστυλωμάτων:**

- Θερμομόνωση στην εσωτερική παρειά
- Θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά



## **Ενίσχυση Θερμομόνωσης:**

- Χρήση θερμοσοβά

### **5.1.1 Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών-υποστρωμάτων (Σχήμα 5.1.1)**

Η εσωτερική θερμομόνωση τοποθετείται σε κτίρια στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης χωρίς χρονική καθυστέρηση, και δεν μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή, παραθεριστικές κατοικίες, σχολεία, κτίρια γραφείων ημερήσιας λειτουργίας κ.λπ.

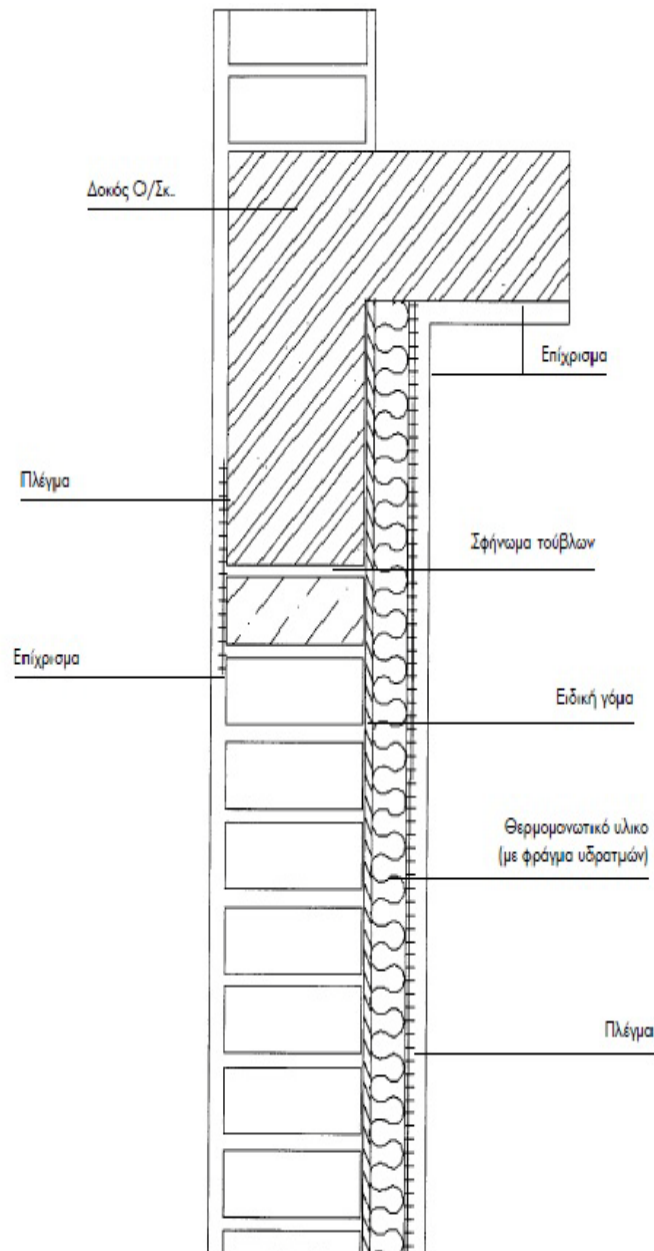
Η εσωτερική θερμομόνωση καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος, με γυψοσανίδα κ.λπ.

#### **Τα πλεονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:**

- Απλή και γρήγορη κατασκευή
- Οικονομικότερη κατασκευή σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση
- Άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ.)

#### **Τα μειονεκτήματά της είναι:**

- Πρόβλημα θερμογεφυρών (κυρίως στα σημεία όπου υπάρχουν συναρμογές εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων), αν η μόνωση δεν είναι ενιαία.
  - Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης.
  - Αδυναμία προστασίας δομικών στοιχείων από συστολές - διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
  - Πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από συμπύκνωση υδρατμών που για να αποφευχθεί απαιτείται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών (φύλλα αλουμινίου, ασφαλτόπανο, νάιλον κ.λπ.) μπροστά από το μονωτικό υλικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου.
  - Δυσκολία, όχι αξιόπιστα, στο να κρεμαστούν ράφια, πίνακες κ.λπ. μεγάλου βάρους και τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.
  - Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια εμποδίζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.



**Σχήμα 5.1.1** Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό με φράγμα υδρατμών (μπροστά από το μονωτικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου).

### 5.1.2 Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας δοκών - υποστυλωμάτων (Σχήμα 5.1.2)

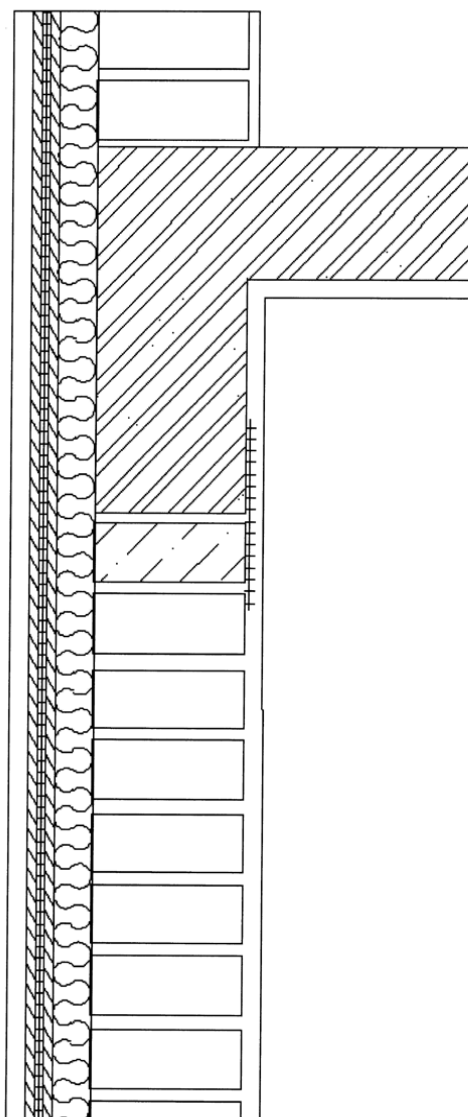
Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ ψύξης, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή σε κατοικίες μόνιμης διαμονής, νοσοκομεία κ.λπ. Η χρήση της σε υφιστάμενα μη θερμομονωμένα κτίρια πρέπει να γίνεται με προσοχή, λόγω δυσκολίας κατασκευής, υψηλού κόστους και αύξησης περιμέτρου του κτιρίου που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα συντελεστή δόμησης.

### **Τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης:**

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος θέρμανσης/ψύξης εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στα νότια κυρίως δομικά στοιχεία από τον ήλιο εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα με την κατασκευή τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων επαρκούς πάχους.
- Προστασία εξωτερικών επιφανειών τοίχων από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Ελαχιστοποίηση έως μηδενισμός των θερμογεφυρών, με κατάλληλη τοποθέτηση.
- Σε περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.
- Προστασία από καιρικές συνθήκες

### **Τα μειονεκτήματα της είναι:**

- Αυξημένο κόστος κατασκευής.
- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή (ορθή επιλογή υλικών, ορθή τοποθέτηση) για αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στην όψη.
- Δυσκολία/Αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονες εξωτερικές μορφολογικές όψεις.



**Σχήμα 5.1.2.** Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό.

### **5.1.3 Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής τοιχοποιίας.**

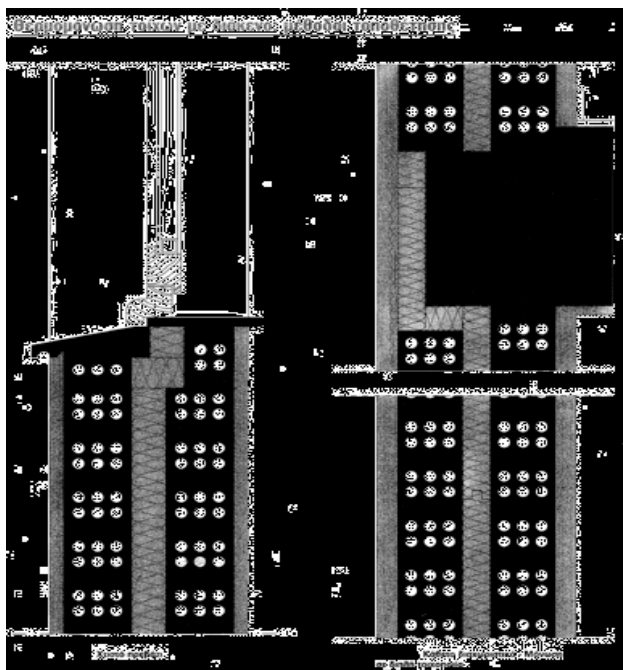
Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο, συνήθως αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενώνονται μεταξύ τους. Ο εξωτερικός τοίχος είναι, συνήθως, από τούβλο όπως και ο εσωτερικός, παρόλο που χρησιμοποιούνται και κατασκευές τούβλου/μπλοκ και μπλοκ/μπλοκ. Για συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης που ισχύουν, θα πρέπει να τοποθετηθεί θερμική μόνωση στο διάκενο.

Ο εσωτερικός επιμέρους τοίχος από τούβλο θα απορροφήσει και θα συγκρατήσει τη θερμική ενέργεια ενώ το κτίριο θερμαίνεται. Ο τοίχος θα επιστρέψει τη θερμότητα αυτή στα δωμάτια όταν το κτίριο δεν θερμαίνεται, διατηρώντας έτσι μια πιο ομοιόμορφη εσωτερική θερμοκρασία.

Ο τοίχος από τούβλα είναι πορώδης. Σε μακρές περιόδους βροχοπτώσεων, το νερό της βροχής θα διεισδύσει από τον εξωτερικό τοίχο και μπορεί να τρέξει στο εσωτερικό μέτωπο του τοίχου αυτού. Για να αποφευχθεί το πέρασμα της υγρασίας από τον εξωτερικό τοίχο στο θερμομονωτικό υλικό, θα πρέπει να υπάρχει ένα σαφές διάκενο μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και των θερμομονωτικών πλακών. Ένα καθαρό κενό πάχους 5 cm, είναι κατάλληλο για όλους τους βαθμούς έκθεσης. Για ορισμένες περιπτώσεις, ένα καθαρό κενό των 2,5 cm θα είναι αρκετό για να αποτρέψει την είσοδο της υγρασίας στο θερμομονωτικό υλικό.

Η χρήση θερμομονωτικών υλικών εντός ενός διακένου που δεν αερίζεται, δεν προδικάζει τις ιδιότητες πυραντοχής του τοίχου. Οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού είναι απίθανο να αναφλεγούν αν η φωτιά διεισδύσει σε ένα κενό που δεν αερίζεται. Η εξάπλωση της φλόγας θα είναι ελάχιστη αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση.

Η θερμομόνωση στον πυρήνα της τοιχοποιίας παρουσιάζει ομοιότητες με τις δύο άλλες περιπτώσεις θερμομόνωσης. Το βασικότερο της πλεονέκτημα είναι ότι προφυλλάσσει τα μονωτικά υλικά από την υγρασία και από τις καιρικές συνθήκες. Η κατασκευή δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, ενώ το κόστος κατασκευής είναι οικονομικότερο από την εξωτερική θερμομόνωση. Η απόδοση του συστήματος θέρμανσης / ψύξης είναι λίγο καθυστερημένη, αφού δεν αρκεί να θερμανθεί μόνο ο εσωτερικός τοίχος, αλλά και ο εξωτερικός.



**Σχήμα 5.1.3:** Θερμομόνωση τοιχοποιίας στο διάκενο μεταξύ των δύο τοίχων

#### **5.1.4 Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα**

Στις περιπτώσεις αυτές δεν τοποθετούνται μονωτικά υλικά καθώς τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της τοιχοποιίας είναι ειδικά τούβλα που εμφανίζουν θερμομονωτικές ιδιότητες (τούβλα από

κυβελωτό σκυρόδεμα, ειδικά θερμομονωτικά τούβλα), ή τούβλα που περιλαμβάνουν στην εργοστασιακή κατασκευή τους θερμομονωτικά υλικά. Δοκοί και υποστυλώματα μονώνονται εσωτερικά ή εξωτερικά.

#### **Πλεονεκτήματα:**

- Ευκολία κατασκευής
- Εξοικονόμηση ωφέλιμου εσωτερικού χώρου
- Ταυτόχρονη εξασφάλιση ικανοποιητικού επιπέδου ακουστικής άνεσης

#### **Μειονεκτήματα:**

- Δυσκολία κρεμάσματος πινάκων, ραφιών κ.λπ. σε κατασκευές με κυβελωτό σκυρόδεμα.
- Χρήση σε ελαφριές κατασκευές.
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που απαιτείται ψηλή θερμοχωρητικότητα.

### **5.1.5 Ενίσχυση θερμομόνωσης τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων με θερμοσοβά**

Ο θερμοσοβάς κυρίως χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα της θερμομόνωσης.

## **5.2 Οροφές και στέγες**

### **5.2.1 Θερμομόνωση επίπεδης και κεκλιμένης οροφής από οπλισμένο σκυρόδεμα**

Οροφή θεωρείται η κατασκευή η οποία είναι εκτεθειμένη στο περοβάλλον κεκλιμένη ή οριζόντια.

Το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί:

5.2.1.1 Κάτω από την πλάκα

5.2.1.2 Πάνω από την πλάκα

#### **5.2.1.1 Θερμομόνωση κάτω από την πλάκα (Σχήμα 5.2.1)**

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα κ.λπ.).

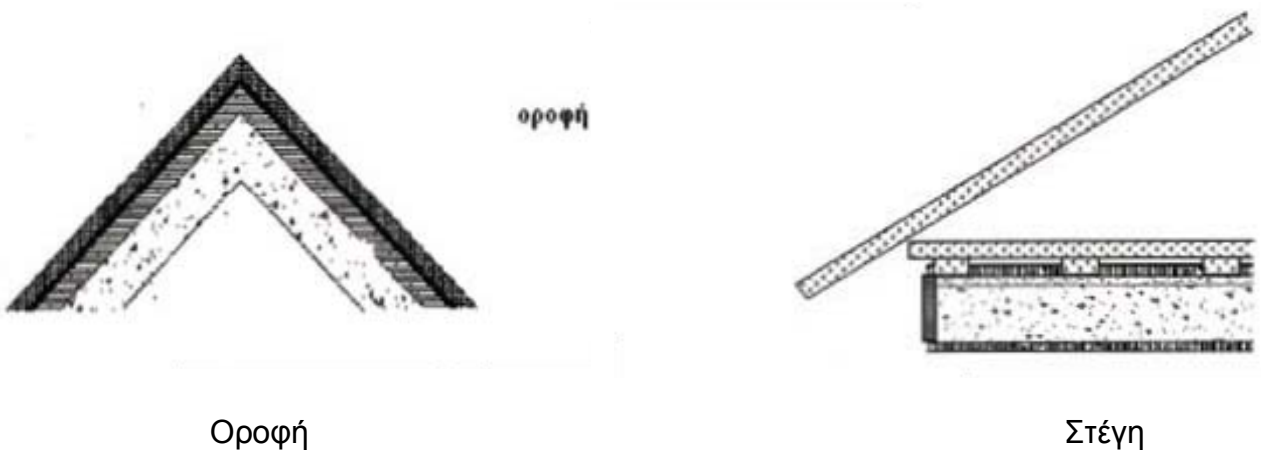
Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση ή μετά. Καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος ή με γυψοσανίδα ή με όποιοι τύπου ψευδοροφή, εφόσον το επιτρέπει το ύψος του χώρου.

**Πλεονεκτήματα:**

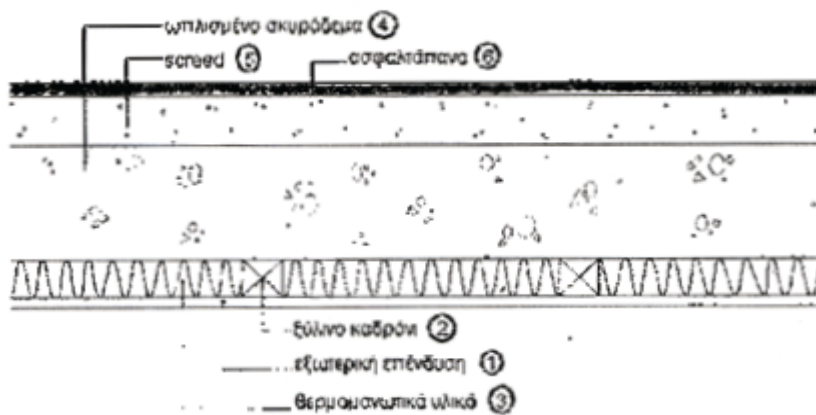
- Άμεση απόδοση συστήματος κλιματισμού
- Τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία)

**Μειονεκτήματα:**

- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης
- Πιθανότητα δημιουργίας υγρασίας και μούχλας στις γωνιές λόγω εισχώρησης των υδρατμών (απαιτείται φράγμα υδρατμών).



**Σχήμα 5.2.2.** Διάκριση μεταξύ οροφής και στέγης.



**Σχήμα 5.2.1.** Θερμομόνωση επίπεδης οροφής κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.

### 5.2.1.2 Θερμομόνωση πάνω από την πλάκα

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού.

Το θερμομονωτικό υλικό, ανάλογα με τη συμπεριφορά του στην υγρασία, τοποθετείται κάτω από την στεγάνωση (περίπτωση κλασσικής μόνωσης) ή πάνω από αυτήν (ανεστραμμένη μόνωση).

Στην πρώτη περίπτωση όποιο στεγανωτικό και να χρησιμοποιηθεί απαιτείται φράγμα υδρατμών πάνω από την πλάκα.

#### **Πλεονεκτήματα:**

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας της πλάκας.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος κλιματισμού, εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στην πλάκα.
- Προστασία εξωτερικής επιφάνειας πλάκας από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο ύψος του.

#### **Μειονεκτήματα:**

- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή σε συνδυασμό με τη στεγάνωση.

### 5.2.2 Θερμομόνωση στέγης

#### Τύποι Στεγών

Στέγη θεωρείται η κατασκευή η οποία συνδυάζει κεκλιμένη και οριζόντια οροφή. Οι στέγες κάτω από τις οποίες συνήθως κατοικούν ή εργάζονται άτομα θεωρούνται θερμές στέγες. Σ' αυτή την περίπτωση η θερμομόνωση τοποθετείται εξωτερικά ή εσωτερικά στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης. Η πρώτη περίπτωση προτιμάται κυρίως κατασκευαστικά ενώ η δεύτερη επισκευαστικά. Και στις δύο περιπτώσεις πρέπει να εξασφαλίζεται η ύπαρξη αερισμού για αποφυγή συμπύκνωσης υδρατμών.

Σε περίπτωση που ο χώρος μεταξύ της κεκλιμένης και οριζόντιας οροφής έχει περιορισμένη επισκεψιμότητα, τότε η στέγη χαρακτηρίζεται ψυχρή. Σ' αυτή την περίπτωση η θερμομόνωση γίνεται επί της οριζόντιας πλάκας. Τα θερμομονωτικά υλικά που προορίζονται για τη θερμομόνωση στεγών πρέπει να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για την εφαρμογή όπως:

- Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  για να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.
- Αντίσταση στη διαπερατότητα υδρατμών για να μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης υδρατμών στην περιοχική επαφής στοιχείου από σκυρόδεμα και



μονωτικού υλικού, όταν το τελευταίο τοποθετείται εσωτερικά απαιτείται φράγμα υδρατμών).

- Ευκολία χειρισμού όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις στις μηχανικές αντοχές και στον τρόπο στερέωσης του υλικού.

- Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης στα σχήματα των στοιχείων της στέγης.

- Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για να αποφεύγονται οι θερμογέφυρες και οι γραμμές συμπύκνωσης υδρατμών στους αρμούς του.

### **5.3 Θερμομόνωση Κουφωμάτων**

Η τοποθέτηση, διαστασιολόγηση και τυπολογία των κουφωμάτων κατά τη διάρκεια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα με πολλές παραμέτρους, όπως:

- Θέα
- Ηλιοφάνεια
- Σκιασμός
- Φωτισμός
- Αερισμός
- Δροσισμός
- Μορφή
- Ενεργειακά οφέλη
- Ενεργειακές απώλειες

Τα κουφώματα είναι παρειές του κτιρίου και μέσα επαφής με το περιβάλλον, άρα στοιχεία από τα οποία μπορεί να διαφύγει ενέργεια. Επομένως, ο ρόλος τους στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων είναι σημαντικός. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα στον εσωτερικό χώρο από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων. Τα κουφώματα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και σκελετούς με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες οι οποίες μπορούν να φέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε παλαιά κτίρια ή κτίρια κακής κατασκευής.

Υπάρχουν κουφώματα ξύλινα, μεταλλικά, αλουμινίου και συνθετικά πλαστικά σε διάφορες τυπολογίες ανοίγματος (επάλληλα, συρόμενα εσωτερικά σε τοίχο ή εξωτερικά, ανοιγόμενα, περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα) και σταθερά.

Από ενεργειακής πλευράς καλό είναι να αποφεύγονται τα εσωτερικά σε τοίχο συρόμενα κουφώματα λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών.

#### **Πλαίσια:**

Από πλευράς υλικού κατασκευής των πλαισίων των κουφωμάτων, τα πλαίσια αλουμινίου έχουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, εκτός αν υπάρχει φράγμα ροής θερμότητας (thermal break) τοποθετημένο στον πυρήνα του προφίλ του αλουμινίου.

Τα ξύλινα και συνθετικά πλαστικά πλαίσια παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και ως εκ τούτου εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας.

### Παντζούρια:

Τα παντζούρια που χρησιμοποιούνται στα παράθυρα, όποτε χρησιμοποιούνται, είναι ομοίως ξύλινα, αλουμινίου και πλαστικά συνθετικά σε τυπολογίες όπως εξωτερικά ή εσωτερικά ανοιγόμενα, συρόμενα και ρολά.

Τα κουτιά των ρολών καλό είναι να μονώνονται εσωτερικά και τα φύλλα των ρολών εάν είναι πλαστικά να έχουν γέμιση με μονωτικό αφρό.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη θέση τους σε σχέση με το πάχος της τοιχοποιίας. Έτσι προτιμώνται παράθυρα τα οποία βρίσκονται σε συνέχεια με το θερμομονωτικό υλικό των τοίχων.

### Υαλοστάσια:

Η χρήση των διπλών υαλοστασίων με ή χωρίς χαμηλό συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ή/ και με θερμομονωτικό αέριο στο διάκενο, προσφέρουν εκτός από θερμομόνωση και ηχοπροστασία.

Πρέπει επιπλέον όμως να τονιστεί ότι η ορθολογική χρήση των κουφωμάτων και των παντζουριών από τους χρήστες μπορεί να συνεισφέρει πολλαπλάσια οφέλη στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, καθώς και στον δροσισμό τους σε συνδυασμό με διάφορα άλλα αρχιτεκτονικά στοιχεία του κτιρίου όπως πέργκολες, σκίαστρα κ.λπ.



**Σχήμα 5.3:** Οι μορφές θερμικής ροής μέσω ενός κουφώματος.

#### 5.3.1 Διαφανή κτιριακά στοιχεία

Για τα διαφανή κτιριακά στοιχεία, κυρίως δηλαδή για υαλοπίνακες, ισχύει η σχέση:

$$T = 1 - \rho - \alpha$$

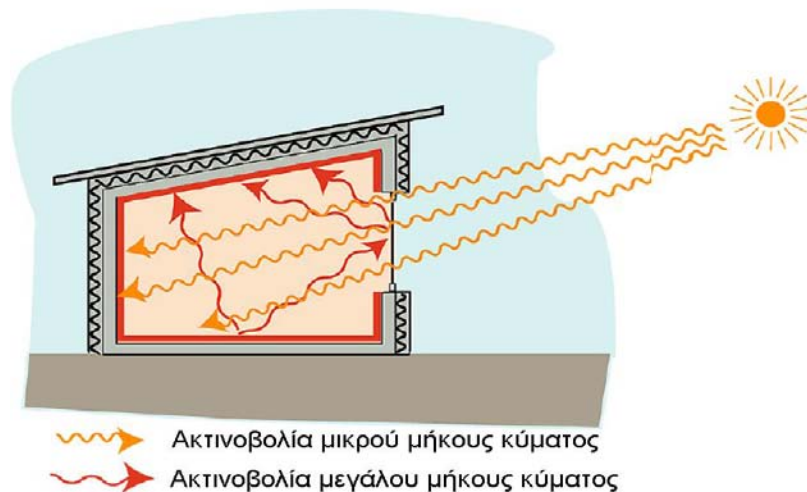
Όπου  $\tau$  είναι το ποσοστό της συνολικής ακτινοβολίας, το οποίο μεταδίδεται μέσω του στοιχείου,

$\rho$  είναι το ποσοστό της συνολικής ακτινοβολίας, το οποίο ανακλάται από το στοιχείο,

α είναι το ποσοστό της συνολικής ακτινοβολίας, το οποίο απορροφάται από το στοιχείο.

Η παραπάνω σχέση δηλώνει ότι το ποσοστό εκείνο της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας που δεν ανακλάται και δεν απορροφάται, διέρχεται μέσω του στοιχείου. Το γυαλί, ανάλογα με το είδος της υάλωσης και τον αριθμό των υαλοπινάκων, είναι διαπερατό για την ηλιακή ακτινοβολία, όχι όμως για τη θερμική ακτινοβολία, την οποία απορροφά.

Οι συμβατικές υαλώσεις αφήνουν το 85% της ηλιακής ακτινοβολίας να διέλθει. Κάποιες ηλιοπροστατευτικές υαλώσεις είναι σε θέση να ανακλούν μέχρι 96% της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Αυτό που είναι σημαντικό, είναι ότι για το υπέρυθρο τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας με μήκος κύματος  $\approx 2500$  nm τα συνηθισμένα υαλοστάσια είναι διαπερατά, δεν είναι όμως διαπερατά για την υπέρυθρη ακτινοβολία των κτιριακών στοιχείων με μεγαλύτερο μήκος κύματος ( $\lambda > 5000$  nm). Στο γεγονός αυτό οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου: Η ηλιακή ακτινοβολία περνά μέσα από τα υαλοστάσια στο εσωτερικό του κτιρίου και απορροφάται από τα κτιριακά στοιχεία. Αυτά θερμαίνονται και εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία, η οποία δεν μπορεί πλέον να περάσει από τα υαλοστάσια.



**Σχήμα 5.3.1.** Φαινόμενο θερμοκηπίου.

Μέσω ενός κουφώματος (Σχήμα 5.3.1) λαμβάνουν χώρα τρεις μορφές ροής της ενέργειας:

- α) Μη ηλιακά θερμικά κέρδη και απώλειες υπό μορφή αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας,
- β) Ηλιακά κέρδη μέσω ακτινοβολίας και
- γ) Ροή αέρα, είτε εκούσια, με στόχο το φυσικό αερισμό είτε ακούσια λόγω αεροδιαπερατότητας των αρμών.

## 5.4 Θερμομόνωση δαπέδων εκτεθειμένων στο εξωτερικό περιβάλλον

Η θερμομόνωση σε εκτεθειμένο δάπεδο τοποθετείται

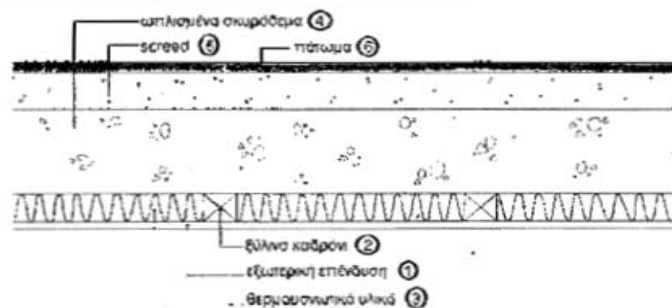
5.4.1 Στην κάτω πλευρά της πλάκας, ή

5.4.2 Στην πάνω πλευρά της πλάκας

### 5.4.1 Θερμομόνωση στην κάτω πλευρά της πλάκας (Σχήμα 5.4.1)

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού (μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία κ.λπ.).

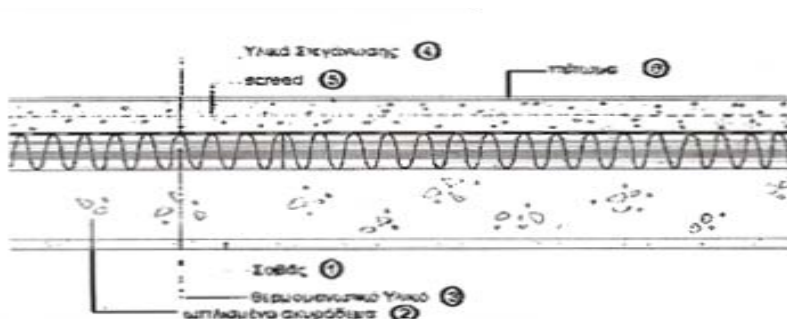
Το μονωτικό υλικό τοποθετείται είτε πριν την σκυροδέτηση είτε μετά. Καλύπτεται κυρίως με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος.



**Σχήμα 5.4.1.** Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον τοποθετημένη στην κάτω πλευρά της πλάκας.

### 5.4.2 Θερμομόνωση στην πάνω πλευρά της πλάκας (Σχήμα 5.4.2)

Η θερμομόνωση αυτή τοποθετείται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού (εξοχικές κατοικίες, γραφεία, καταστήματα ημερήσιας χρήσης κ.λπ.).



**Σχήμα 5.4.2.** Θερμομόνωση δαπέδου εκτεθειμένου στο εξωτερικό περιβάλλον τοποθετημένη στην πάνω πλευρά της πλάκας.

## 6. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑ

### 6.1 Υγρασία του αέρα και συμπύκνωση υδρατμών

Η υγρασία στους χώρους καθορίζεται κατά κύριο λόγο από την απόλυτη υγρασία του εξωτερικού αέρα. Το καλοκαίρι επικρατεί υψηλή απόλυτη θερμοκρασία έξω, ενώ το χειμώνα η απόλυτη υγρασία είναι χαμηλή λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Όταν το χειμώνα θερμαίνονται οι χώροι, εμφανίζονται χαμηλές τιμές της σχετικής υγρασίας.

Παράλληλα όμως στους εσωτερικούς χώρους παράγεται υγρασία από την αναπνοή των ενοίκων, από φυτά, λουτρό κλπ. Για το λόγο αυτό παρατηρούνται αυξημένες τιμές απόλυτης υγρασίας σε σύγκριση με αυτή του εξωτερικού αέρα. Η υγρασία αυξάνεται ανάλογα με τον όγκο του χώρου και μειώνεται ανάλογα με το ρυθμό εναλλαγής του αέρα.

Διάφορες λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα καθημερινά σε μία κατοικία παράγουν τις παρακάτω ποσότητες υδρατμών:

- Αναπνοή: περίπου 50 g/h ανά άτομο
- Μαγείρεμα: περίπου 500 έως 1000 g/h (περίπου 1000-3000 g/ημέρα)
- Λουτρό: περίπου 1000 έως 3000 g/ημέρα

Η απόλυτη υγρασία σε ένα χώρο είναι παντού η ίδια για κάθε σημείο του χώρου, καθώς οι διαφορές συγκέντρωσης υδρατμών εξομοιώνονται γρήγορα λόγω της κίνησης του αέρα και της διάχυσης. Επειδή όμως μέσα σε ένα χώρο εμφανίζονται διαφορετικές θερμοκρασίες, επικρατούν στον ίδιο χώρο τελείως διαφορετικές σχετικές υγρασίες: Εκεί όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή έχουμε υψηλή σχετική υγρασία, π.χ. σε εξωτερικό τοίχο πίσω από μία ντουλάπα, ενώ όπου η θερμοκρασία είναι υψηλή η σχετική υγρασία είναι χαμηλή, π.χ. κοντά σε μία θερμαντική επιφάνεια. Η απόλυτη υγρασία του αέρα σε ένα χώρο δεν μπορεί ποτέ να είναι υψηλότερη από την τιμή εκείνη που αντιστοιχεί στην πίεση κορεσμού. Η θερμοκρασία που αντιστοιχεί στην πίεση κορεσμού ονομάζεται θερμοκρασία δρόσου. Στην περίπτωση που οι επιφάνειες ενός χώρου έχουν θερμοκρασία χαμηλότερη από τη θερμοκρασία δρόσου, τότε δημιουργείται σε αυτές συμπύκνωση.

Αυτό σημαίνει ότι οι υδρατμοί που φτάνουν σε ένα κτιριακό σημείο ενδέχεται να συμπυκνωθούν εάν η θερμοκρασία του στοιχείου αυτού είναι χαμηλή, πράγμα που συμβαίνει κατά την ψυχρή περίοδο, όταν τα στοιχεία δεν είναι επαρκώς θερμομονωμένα. Τότε έχουμε συγκέντρωση νερού είτε σε εσωτερική επιφάνεια, για παράδειγμα στη συμβολή οροφής και τοίχου, σε περίπτωση θερμογέφυρας στο δοκάρι είτε στο εσωτερικό του κτιριακού στοιχείου, όπως στην περίπτωση τοιχοποιίας από σκυρόδεμα ή δρομική πλινθοδομή με εσωτερική θερμομόνωση, με σοβαρή πιθανότητα συμπύκνωσης υδρατμών μεταξύ θερμομονωτικού και φέροντος υλικού (διαπίδωση υδρατμών). Συνήθως η υγρασία προέρχεται κύρια από το εσωτερικό του κτίριο, εφόσον στο εξωτερικό συνήθως λαμβάνεται μέριμνα για την ταχεία απομάκρυνση των υδρατμών.

## **6.2 Σχέση θερμομονωτικής ικανότητας κτιριακών στοιχείων με την περιεκτικότητά τους σε υγρασία.**

Ένα ενδιαφέρον σημείο είναι η υγρασία των κτιριακών στοιχείων, η οποία σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από τη θερμομόνωση αλλά και άλλες ιδιότητες των υλικών, όπως υδατοπερατότητα, υγροσκοπικότητα και διάχυση των υδρατμών. Αυτή υποβαθμίζει τη θερμομονωτική ικανότητα των υλικών σε μεγάλο βαθμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ένα σύστημα θέρμανσης να λειτουργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα αποκλειστικά για να στεγνώσει τα κτιριακά στοιχεία.

## 7. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

### 7.1. Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης. Υπολογίζει τις ανταλλαγές θερμότητας του κτηρίου με το περιβάλλον μέσω αγωγιμότητας και συναγωγής και εξετάζει αν αυτές περιορίζονται μέσα σε συγκεκριμένα όρια.

Ειδικότερα, ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{\text{εξεταζ.}}$  αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{\text{max}}$  που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.

Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ.}} \leq U_{\text{max}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (7.1.)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου ( $U_m$ ) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο ( $U_{m, \text{max}}$ ), αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{m, \text{max}}$ ) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V).

Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \text{max}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (7.2.)$$

Η ικανοποίηση αυτών των δύο ελέγχων αποτελεί προϋπόθεση για τα επόμενα βήματα της ενεργειακής μελέτης, όπως αυτά αναλυτικά περιγράφονται στην τεχνική οδηγία «*Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*».

Σε περίπτωση πάντως που κατά την εφαρμογή της ενεργειακής μελέτης χρησιμοποιηθούν υλικά διαφορετικά από τα προδιαγεγραμμένα στη μελέτη, οφείλει να υποβληθεί νέα διορθωτική ενεργειακή μελέτη με τα χρησιμοποιηθέντα υλικά.

## 7.2. Βασικές σχέσεις

Κατά απλοποιητική παραδοχή η ροή θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου αντιμετωπίζεται ως μονοδιάστατο μέγεθος και με διεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου. Οι ανταλλαγές θερμότητας θεωρούνται επίσης ανεξάρτητες από το χρόνο (στάσιμη κατάσταση) και ανεπηρέαστες από εξωγενείς παράγοντες. Ομοίως όλα τα δομικά υλικά θεωρούνται κατά παραδοχή ομογενή και ισότροπα, με σταθερά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά και ανεπηρέαστα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Με βάση τα παραπάνω, η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (7.3)$$

όπου:  $R$  [ $\text{m}^2/\text{W}$ ] η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας συγκεκριμένη στρώση,

$d$  [m] το πάχος της στρώσης,

$\lambda$  [ $\text{W}/(\text{mK})$ ] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης.

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

$$R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_j R_j \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (7.4)$$

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

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, δηλαδή την ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα στη μάζα του.

- Αντίθετα, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εξωτερική επιφάνεια επαυξάνει τη θερμοχωρητικότητά του.

Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Στόχος είναι η αποθηκευόμενη ποσότητα θερμότητας να μπορεί να επαναποδοθεί στο εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία της μάζας του.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των



αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεών του κατά την εξίσωση:

$$R_{ολ} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (7.5)$$

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

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

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

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ), που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (7.6)$$

ή, σύμφωνα και με τη σχέση 7.5., στη γενική της έκφραση θα είναι:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n R_j + R_a \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (7.7)$$

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

Καθώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξαρτάται από τα πάχη των στρώσεων του δομικού στοιχείου και από τη συναγωγή που παρουσιάζει με τα στρώματα αέρα εκατέρωθεν των όψεών του, αύξηση ή μείωση του πάχους μιας στρώσης του υλικού επηρεάζει το συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

## 8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου, διαφανή και αδιαφανή.

Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτηρίου, όπως αυτή περιγράφεται στην παράγραφο 8.1.4.

Είναι σκόπιμο, χωρίς ωστόσο αυτό να αποτελεί υποχρέωση, να είναι θερμομονωμένα και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ίδιου κτηρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

### 8.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεων του στρώσεις αέρα.

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

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.1)$$

όπου:  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,  
 $n$  [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,  
 $d$  [ $m$ ] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,  
 $\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,

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

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

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτήριο, θα πρέπει να προκύπτει

μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον πίνακα 6 για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου. Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

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

### Πίνακες τιμών

• Στον πίνακα 2 δίδονται ενδεικτικές τιμές σχεδιασμού του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  διαφόρων δομικών προϊόντων.

• Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(mK)}$ ,  
– εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του  $\lambda$ , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,

– εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής  $\lambda$  του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.

– για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και  $\lambda > 0,06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνει χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.

• Για τις τοιχοποιίες (ενότητα 1.7 στον πίνακα 2 ) οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού ( $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο. Η τιμή  $\lambda_{eq}$ , συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,80 \text{ W/(mK)}$ . Για προϊόντα τοιχοποιίας με  $\lambda_{eq}$  (σχεδιασμού)  $\leq 0,30 \text{ W/(mK)}$

– εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας,  $\lambda_{eq}$ , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις, είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης, είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσαυξάνεται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως  $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού,

– εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή  $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού, θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,

– εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή  $\lambda_{eq}$  αλλά την τιμή  $\lambda_{unit}$  της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. οπτόπλινθο) θα ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην ενότητα 8.1.9.,

– σε κάθε περίπτωση όταν η τιμή  $\lambda_{eq}$  δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με  $\lambda < 0,80 \text{ W/(mK)}$  η τιμή  $\lambda$  του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

• Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον πίνακα 3 (πίνακα 3α ή πίνακα 3β).

- Η τιμή της θερμικής αντίστασης ( $R_{\delta}$ ) οριζόντιου ή κατακόρυφου στρώματος εγκλωβισμένου αέρα στο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου λαμβάνεται από τον πίνακα 4α και ορίζεται για τις εξής περιπτώσεις:

- Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν δεν υπάρχει σε καμία πλευρά του διακένου κάποια μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (απουσία ανακλαστικής επιφάνειας).

- Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν υπάρχει στη μία πλευρά του διακένου μεμβράνη χαμηλής εκπεμπτικότητας (ύπαρξη ανακλαστικής επιφάνειας) με εκπεμπτικότητα ( $\epsilon$ ) ίση προς 0,05, 0,10 και 0,20.

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

- Η υπογεγραμμένη από το μηχανικό ενεργειακή μελέτη που κατατέθηκε στην οικεία διεύθυνση πολεοδομίας.

- Τα δελτία αποστολής των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου κατά την ανέγερση ή ανακαίνισή του και στα οποία θα πρέπει υποχρεωτικά να αναγράφεται ο τύπος των υλικών και να συνοδεύονται από τα απαραίτητα πιστοποιητικά.

### **8.1.1. Κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου**

Ο αέρας του διακένου ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου που δεν έρχεται σε επαφή με το εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου εξωτερικό περιβάλλον θεωρείται πρακτικά ακίνητος και λαμβάνει τιμές, όπως προαναφέρθηκε, από τον πίνακα 4α.

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:

- ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,

- η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.

- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι  $\pm 30^\circ$ .

Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 για μέση τιμή θερμοκρασίας 10°C και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5°C. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή οπτόπλινθους) με εκπεμπτικότητα ίση με  $\epsilon = 0,8$ . Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20, προκειμένου να καλύψει όλο το φάσμα των συγκεκριμένων υλικών που διατίθενται στην αγορά.

### 8.1.2. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση

Στην περίπτωση τοποθέτησης θερμοανακλαστικής μόνωσης στο διάκενο, η θερμική αντίσταση  $R_{\delta}$  λαμβάνεται ίση με την τιμή της θερμικής αντίστασης της θερμοανακλαστικής μόνωσης, η οποία παρέχεται από τον κατασκευαστή της και συνοδεύεται απαραίτητα από το σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

### 8.1.3. Διάκενο σε επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον

Όταν ο αέρας του διακένου επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μιας των όψεων του δομικού στοιχείου μέσω οπών, σχισμών ή άλλου τύπου ανοιγμάτων, αδιαφόρως του μεγέθους αυτών των στοιχείων επικοινωνίας, τότε δεν θεωρείται ακίνητος αλλά ήπια κινούμενος και η προβαλλόμενη αντίσταση στη ροή θερμότητας θεωρείται ανάλογη αυτής που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στην εσωτερική όψη του δομικού στοιχείου και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3α. Ισχύει δηλαδή:

$$R_{\delta} = R_i \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (8.2)$$

Ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου ισχύουν τα κάτωθι:

- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία με το εσωτερικό περιβάλλον, τότε οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του εσωτερικού περιβάλλοντος και του διακένου δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου ( $U$ ) και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εσωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου.

- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον, τότε δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $U$  οι αντιστάσεις των στρώσεων του δομικού στοιχείου μεταξύ του διακένου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά θεωρείται αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι –λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό– τιμές  $R_i$  και όχι  $R_a$ ).

- Εάν το διάκενο έχει επικοινωνία τόσο με το εσωτερικό, όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον, θεωρείται ότι το συγκεκριμένο δομικό στοιχείο δεν προσφέρει θερμομονωτική προστασία στο κτήριο.

Στα παθητικά συστήματα με οπές αερισμού (π.χ. τοίχο Trombe) η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ) του δομικού στοιχείου λαμβάνεται ίση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα για την αντίστοιχη κλιματική ζώνη.

Σημειώνεται ακόμη ότι σε περιπτώσεις δικέλυφων τοιχοποιιών με διάκενο μεταξύ αυτών, εντός του οποίου σύρονται τα φύλλα συρόμενου κουφώματος, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $U$  μόνο οι αντιστάσεις των στρώσεων του εσωτερικού κελύφους (δηλαδή οι αντιστάσεις των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο έως το διάκενο). Ως επιφανειακό στρώμα αέρα από την εξωτερική πλευρά

θεωρείται τότε αυτό του διακένου (λαμβάνει όμως και πάλι –λόγω της θεωρούμενης ήπιας κίνησης του αέρα σ' αυτό– τιμές  $R_i$  και όχι  $R_a$ ).

Για την αποτελεσματική θερμική προστασία του δομικού στοιχείου συνιστάται η θερμομονωτική στρώση να τοποθετηθεί στο εσωτερικό κέλυφος του κτηρίου και όχι στο εξωτερικό.

#### **8.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους**

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτηρίου ή βρίσκεται στην περιμέτρή του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτηρίου και εφόσον διαχωρίζεται από τους λοιπούς θερμαινόμενους χώρους με κοινά προς αυτούς δομικά στοιχεία, αυτά οφείλουν να θερμομονώνονται πλήρως και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού (πίνακας 6).

- Συνήθως μη θερμαινόμενοι χώροι είναι:
  - Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται.
  - Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό και δεν διαθέτουν θέρμανση.
  - Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
  - Κάθε κλειστός χώρος που από τη φύση της λειτουργίας του δεν θερμαίνεται (π.χ. βιομηχανικά εργαστήρια).
- Θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, αδιαφόρως αν θερμαίνονται ή όχι, βοηθητικοί χώροι και μικρές αποθήκες που συνυπολογίζονται στον ωφέλιμο χώρο ενός διαμερίσματος και έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτηρίου.
  - Ο χώρος της εισόδου μονοκατοικίας ή πολυκατοικίας, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι μπορούν να θεωρηθούν είτε ως θερμαινόμενοι είτε ως μη θερμαινόμενο οπότε:
    - στην πρώτη περίπτωση οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει και γι' αυτούς ό,τι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο,
    - στη δεύτερη περίπτωση εξαιρούνται της θερμομονωτικά προστατευμένης περιοχής του κτηρίου.

Ο μελετητής οφείλει εξ αρχής να ορίσει ποιους χώρους του κτηρίου θεωρεί ως θερμαινόμενους και να τους συμπεριλάβει στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας και ποιους θεωρεί ως μη θερμαινόμενους και να τους αποκλείσει απ' αυτήν. Οι θερμαινόμενοι χώροι ορίζονται επάνω σε αρχιτεκτονικές κατόψεις και τομές με συνεχή περιβάλλουσα γραμμή, κόκκινου χρώματος.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_w$ ) ενός δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο εφαρμόζεται η ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιείται η ίδια σχέση 8.1., λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτήν του εσωτερικού.

Δηλαδή ισχύει:

$$R_a = R_i \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (8.3)$$

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο ( $U_u$ ) υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) με ένα μειωτικό συντελεστή  $b_u$ , όπως περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

### 8.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

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

Έτσι, ο συντελεστής θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη θα υπολογιστεί βάσει της σχέσης:

$$U_{RU} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_u + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.4)$$

όπου:  $U_{RU}$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οριζόντιας οροφής κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,

$n$  [-] το πλήθος των στρώσεων της οριζόντιας οροφής,

$d$  [m] το πάχος της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,

$\lambda$  [ $W/(mK)$ ] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,

$R_\delta$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου θεωρείται πρακτικά ακίνητος και δεν επικοινωνεί ούτε με τον αέρα του εσωτερικού χώρου ούτε με τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη,

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

$R_u$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης,

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από την κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον.

### Πίνακες τιμών

• Οι τιμές θερμικής αντίστασης του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, λαμβάνονται από τον πίνακα 5. Σ' αυτήν την τιμή συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της κεκλιμένης μη θερμομονωμένης στέγης.

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

- ως να επρόκειτο για οριζόντια επιφάνεια οροφής, όταν η κλίση της στέγης είναι  $\varphi \leq 30^\circ$  και
- ως να επρόκειτο για κατακόρυφη επιφάνεια, όταν η κλίση της στέγης είναι  $\varphi > 30^\circ$ .

### 8.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος

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

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

Για να γίνει εφικτή η απλοποιητική παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'$ , ο οποίος όταν πρόκειται για οριζόντιο δομικό στοιχείο υπολογίζεται συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του δομικού στοιχείου,
  - του βάθους έδρασης  $z$  του δομικού στοιχείου και
  - της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας ( $B'$ ),
- ενώ ,όταν πρόκειται για κατακόρυφο δομικό στοιχείο, υπολογίζεται συναρτήσει:

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

Ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος υπολογίζεται κανονικά από τη σχέση 8.1., θεωρώντας ότι πρακτικά δεν υπάρχει εξωτερικό στρώμα αέρα που θα προβάλλει αντίσταση στη ροή θερμότητας και ότι η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, μηδενίζεται, όπως άλλωστε αναφέρθηκε και στη 8.1.3. ενότητα. Είναι δηλαδή:  $R_a = 0$ .

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

Ως χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας,  $B'$  (σε m) ορίζεται το διπλάσιο του λόγου του εμβαδού της πλάκας,  $A$  (σε  $m^2$ ) προς την εκτεθειμένη περίμετρό της,  $\Pi$  (σε m)



$$B' = 2 \cdot \frac{A}{\Pi} \quad [m] \quad (8.5)$$

Για κτήριο πανταχόθεν ελεύθερο η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας ισούται με την περίμετρο της πλάκας, ενώ για κτήριο σε επαφή με άλλα θερμαινόμενα κτήρια η εκτεθειμένη περίμετρος ισούται με το άθροισμα των μηκών των πλευρών της που δεν έρχονται σε επαφή με τα όμορα θερμαινόμενα κτίσματα. Ομοίως, όταν από κάποια πλευρά της περιμέτρου της πλάκας υπάρχει μη θερμαινόμενος χώρος του ίδιου κτηρίου, εκείνη η πλευρά δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{FB}$  μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος  $z$  δίνεται από τον πίνακα 9α συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{FB}$ ,
- του βάθους έδρασης  $z$ ,
- και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας  $B'$ .

Αντίστοιχα, ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{TB}$  ενός κατακόρυφου δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δίνεται από τον πίνακα 9β συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{TB}$  και
- του βάθους  $z$ , μέχρι το οποίο φτάνει το δομικό στοιχείο.

Σε περίπτωση που οι εξεταζόμενες ονομαστικές τιμές των μεγεθών δεν ταυτίζονται με αυτές των πινάκων 9α και 9β, λαμβάνονται υπόψη οι δύο εκατέρωθεν αυτών πλησιέστερες τιμές, μεταξύ των οποίων γίνεται γραμμική παρεμβολή για την εύρεση της τιμής του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{FB}$  ή  $U_{TB}$ ).

Η τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι αυτή που υπεισέρχεται στη σχέση για τον υπολογισμό του  $U_m$ .

Στην περίπτωση κτηρίου, το οποίο βρίσκεται σε κεκλιμένο έδαφος ή σε έδαφος με διαφορετικές στάθμες, το βάθος έδρασης της πλάκας θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο όρο των διαφορετικών αποστάσεων της πλάκας από την τελική στάθμη εδάφους σε επαφή με το κτήριο. Το βάθος έκτασης κάθε κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος θα λαμβάνεται ίσο με το μέσο βάθος έκτασης του δομικού στοιχείου.

Για παράδειγμα, στην απλή περίπτωση του σχήματος 8.1:

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



**Σχήμα 8.1.** Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου που ξεκινά από βάθος  $z_1$  και εκτείνεται σε βάθος  $z_2$  από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 8.1) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{FB}$  του δομικού στοιχείου θα προκύπτει από τη σχέση:

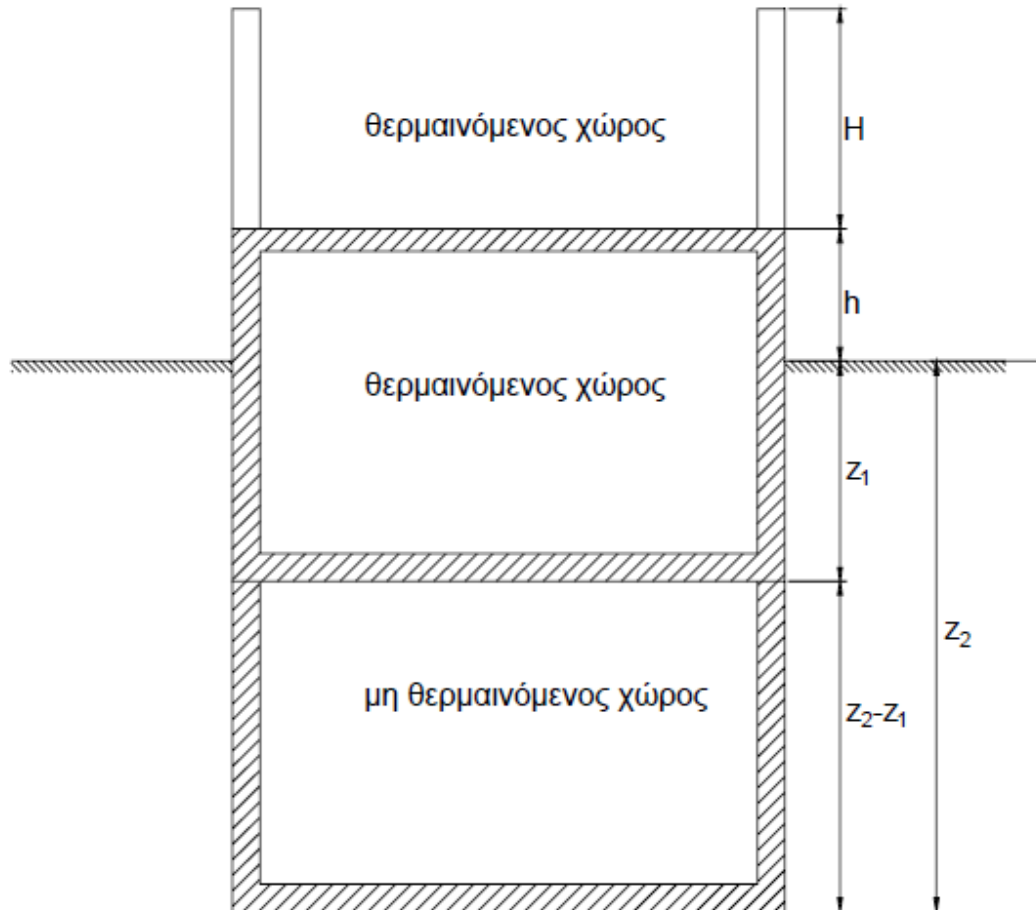
$$U'_{FB} = \frac{z_2 \cdot U'_{FB,z2} - z_1 \cdot U'_{FB,z1}}{z_2 - z_1} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.6)$$

όπου:  $U'_{FB,z1}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης  $z_1$ ,

$U'_{FB,z2}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του κατακόρυφου δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος για βάθος έκτασης  $z_2$ ,

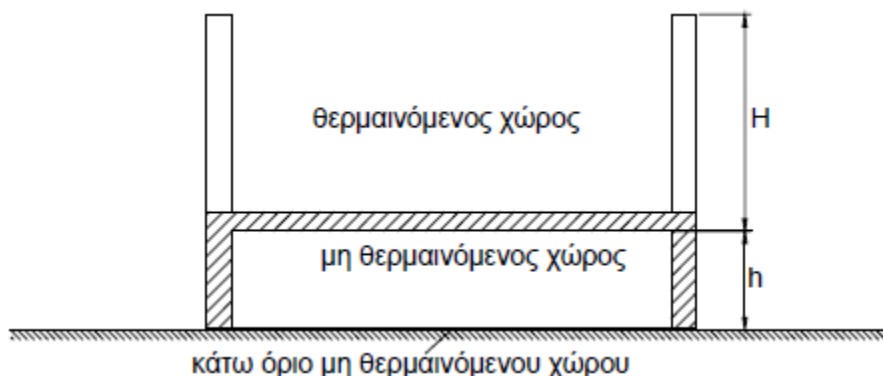
$z_1$  [m] το βάθος, από το οποίο ξεκινάει το δομικό στοιχείο,

$z_2$  [m] το βάθος, μέχρι το οποίο εκτείνεται το δομικό στοιχείο.



**Σχήμα 8.2.** Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας κατακόρυφου δομικού στοιχείου ευρισκόμενου σε στάθμη χαμηλότερη αυτής της επιφάνειας του εδάφους.

Στην περίπτωση υπερυψωμένης πλάκας (σχήμα 8.3), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος πληρούται με έδαφος, αυτός λαμβάνεται ως κενός μη θερμαινόμενος χώρος και το κάτω όριο του ως πλάκα εδραζόμενη στο έδαφος με ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'$  ίσο με  $4,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .



**Σχήμα 8.3.** Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση  $h$  από τη στάθμη του εδάφους.

### 8.1.7. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτήριο

Κατά τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας ενός κτηρίου στη μελέτη θερμομόνωσης όλα τα δομικά στοιχεία, τα οποία έρχονται σε επαφή με δομικά στοιχεία όμορων κτηρίων, θεωρούνται ως ελεύθερα προς τον εξωτερικό αέρα και κατά τον υπολογισμό το κτίσμα θεωρείται συνολικά ως πανταχόθεν ελεύθερο.

### 8.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων

Ως σύνθετα δομικά στοιχεία θεωρούνται αυτά που προκύπτουν από την εφαρμογή του ίδιου δομικού υλικού με διαφορετικά πάχη κατά τη δόμηση του στοιχείου ή από την εφαρμογή διαφορετικών δομικών υλικών, τα οποία συνδέονται άρρηκτα μεταξύ τους, παρουσιάζουν μία σχετική επαναληπτικότητα και διαμορφώνουν ένα δομικό στοιχείο με συγκεκριμένη λειτουργία. Παραδείγματα σύνθετων δομικών υλικών είναι η πλάκα σκυροδέματος με διαδοκιδώσεις (πλάκα *Zillner*), οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες, τα δομικά στοιχεία με φέροντα οργανισμό από χάλυβα ή ξύλο και πλήρωση από θερμομονωτικά υλικά κ.ά.

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

- είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επί μέρους διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου κατά το εμβαδό που αναλογεί σε μια εκάστη εξ αυτών
- είτε με έναν ενιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού που αυτοί καταλαμβάνουν στο συνολικό εμβαδό του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τον τύπο:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.7)$$

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

$n$  [-] το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,

$U_j$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επί μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,

$A_j$  [ $m^2$ ] η επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε επί μέρους διαφορετική διατομή στη συνολική επιφάνεια του σύνθετου δομικού στοιχείου.

Η τιμή του ενιαίου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  του σύνθετου δομικού στοιχείου οφείλει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κανονισμού σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που ορίζονται στον πίνακα 6.

Ωστόσο, οι τιμές όλων των επί μέρους διαφορετικών διατομών ( $U_j$ ) υπολογίζονται όπως υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός οποιουδήποτε δομικού στοιχείου σύμφωνα με τη σχέση 8.1., λαμβάνοντας τιμές των διαφόρων μεγεθών (π.χ.  $\lambda$ ,  $R_i$ ,  $R_a$ ), που να ανταποκρίνονται στην πραγματική κατάσταση στην οποία βρίσκονται (π.χ. δομικό στοιχείο προς τον ελεύθερο αέρα, προς το έδαφος ή προς μη θερμαινόμενο χώρο). Ελέγχονται όμως οι επί μέρους διατομές του σύνθετου δομικού στοιχείου αν ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κανονισμού σαν να επρόκειτο για ανεξάρτητα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο σύμφωνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια που ορίζονται στον πίνακα 6. Αυτή η απαίτηση τίθεται, προκειμένου να περιορισθεί στο ελάχιστο δυνατό ο κίνδυνος δημιουργίας επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) στις θερμομονωτικά ασθενέστερες θέσεις του σύνθετου δομικού στοιχείου.

### 8.1.9. Υπολογισμός δομικών στοιχείων, αποτελούμενων από ανομοιογενείς στρώσεις

Θεωρήθηκε εξ αρχής κατά απλοποιητική παραδοχή ότι η ροή θερμότητας είναι μονοδιάστατο μέγεθος και μεταδίδεται κάθετα στην επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου και ότι όλες οι στρώσεις αποτελούνται από υλικά ομογενή και ισότροπα.

Όμως στην περίπτωση ύπαρξης έστω και μιας ανομοιογενούς στρώσης στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου, όπως για παράδειγμα μιας τοιχοποιίας που αποτελείται από οπτοπλίνθους και συνδετικό κονίαμα, η ροή θερμότητας πραγματοποιείται σε δύο διαστάσεις και η βασική σχέση 8.1. παύει να έχει ισχύ.

Σε αυτήν την περίπτωση, απλοποιητικά η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου μπορεί να προκύψει ως ο αριθμητικός μέσος όρος δύο τιμών:

- ενός άνω ορίου  $R_{ol,max}$ , που αντιστοιχεί σε άπειρη θερμική αντίσταση των δομικών υλικών σε ροή θερμότητας παράλληλα προς τις στρώσεις και
- ενός κάτω ορίου  $R_{ol,min}$ , που αντιστοιχεί σε μηδενική θερμική αντίσταση των δομικών υλικών σε ροή θερμότητας παράλληλα προς τις στρώσεις

$$R_{ολ} = \frac{R_{ολ, \max} + R_{ολ, \min}}{2} \quad [(m^2 \cdot K)/W] \quad (8.8)$$

Το άνω όριο της θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου που περιλαμβάνει μια μη ομοιογενή στρώση που αποτελείται κατά ποσοστό  $f_a$  από το υλικό a και κατά ποσοστό  $f_b$  από το υλικό b δίνεται από την σχέση:

$$R_{ολ, \max} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_i + R_1 + \dots + R_{k,a} + \dots + R_n + R_a} + \frac{f_b}{R_i + R_1 + \dots + R_{k,b} + \dots + R_n + R_a}} \quad [(m^2 \cdot K)/W] \quad (8.9)$$

όπου:  $R_{ολ, \max}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] το άνω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,

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

$R_1 \dots R_n$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση της πρώτης έως και της n-οστής στρώσης του δομικού στοιχείου,

$R_{k,a}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού a,

$f_a$  [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a

$R_{k,b}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού b,

$f_b$  [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b

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

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Το κάτω όριο της θερμικής αντίστασης δομικού στοιχείου που περιλαμβάνει μια μη ομοιογενή στρώση που αποτελείται κατά ποσοστό  $f_a$  από το υλικό a και κατά ποσοστό  $f_b$  από το υλικό b δίνεται από την σχέση:

$$R_{ολ, \min} = R_i + R_1 + \dots + \frac{1}{\frac{f_a}{R_{k,a}} + \frac{f_b}{R_{k,b}}} + \dots + R_n + R_a \quad [(m^2 \cdot K)/W] \quad (8.10)$$

όπου:  $R_{ολ, \min}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] το κάτω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,

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

$R_1, \dots, R_n$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση της πρώτης έως και της n-οστής στρώσης του δομικού στοιχείου,

$R_{k,a}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού a,

$f_a$  [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a,

$R_{k,b}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση της στρώσης k στη θέση ύπαρξης του υλικού b,

$f_b$  [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b,

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

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

#### **Παρατηρήσεις:**

- Η σχέση 2.8. μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον εφόσον

$$R_{o\lambda,max} < 1,5 \times R_{o\lambda,min}.$$

- Στην περίπτωση των τοιχοποιιών, σε πολλές περιπτώσεις, ο κατασκευαστής του στοιχείου τοιχοποιίας (π.χ. οπτόπλινθου) παρέχει τον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας της τοιχοποιίας, ο οποίος περιλαμβάνει συνδετικό κονίαμα και την επίδραση της ανομοιογένειας της στρώσης στη ροή θερμότητας. Σε αυτήν την περίπτωση, η τοιχοποιία αντιμετωπίζεται ως ομοιογενής στρώση και ισχύει η σχέση 8.1.

#### **8.1.10. Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων**

Τα δομικά στοιχεία των παθητικών ηλιακών συστημάτων –εκτός του άμεσου ηλιακού κέρδους– δεν ελέγχονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια και δεν υποχρεώνονται να πληρούν τα όρια των μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών  $U$  του πίνακα 6.

Ειδικότερα, δεν ελέγχονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια:

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

#### **8.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων**

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος ( $U_w$ ) μπορεί:

- είτε να υπολογισθεί αναλυτικά
- είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβανομένης υπόψη και της γραμμικής θερμογέφυρας που

αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα, όπως περιγράφεται παρακάτω για μονό και για διπλό κούφωμα. Όταν στο κούφωμα περιλαμβάνονται και αδιαφανή τμήματα, πέραν του πλαισίου, λαμβάνονται και αυτά στον υπολογισμό.

Στην περίπτωση που ο μελετητής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την τιμή θερμοπερατότητας του κουφώματος που δίνει ο κατασκευαστής του, θα πρέπει στη μελέτη να συνυποβάλει και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.

Στον πίνακα 10 δίδονται ενδεικτικά τιμές του συντελεστή  $U_w$  για διαφορετικούς τύπους κουφώματος συναρτήσει του υλικού κατασκευής του πλαισίου (αλουμίνιο, συνθετικό, ξύλο) του τύπου του υαλοπίνακα (διπλός, τριπλός, με επικάλυψη από τη μια πλευρά ή από τις δύο), της ικανότητας θερμικής εκπομπής, του τύπου του αερίου του διακένου μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και της ποσοστιαίας αναλογίας πλαισίου υαλοπίνακα. Στην περίπτωση που τα κουφώματα του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζουν όμοια γεωμετρικά και θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά με τα κουφώματα του πίνακα τότε μπορεί να γίνει απευθείας χρήση των τιμών του, δηλαδή μπορεί η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος μπορεί να ληφθεί απευθείας από τον πίνακα. Σημειώνεται ότι στις τιμές του πίνακα έχει ληφθεί επίσης υπόψη η παρατηρούμενη θερμογέφυρα που δημιουργείται στην επαφή του υαλοπίνακα με το πλαίσιο του κουφώματος.

Πάντως ανεξαρτήτως από τον τρόπο υπολογισμού, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. (πίνακας 6).

### 8.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ ενός μονού κουφώματος

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.11)$$

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

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

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

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

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

$\Psi_g$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.



### Πίνακες τιμών

• Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου ( $U_f$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.

• Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ( $U_g$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 12 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.

• Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας ( $\Psi_g$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 13, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

Αν η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_g$ ) του υαλοπίνακα δεν ληφθεί απευθείας από τον πίνακα 12, μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά από τον τύπο:

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{n-1} R_{\delta} + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.12)$$

όπου  $U_g$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα,

$n$  [-] το πλήθος των φύλλων του υαλοπίνακα: για  $n=1$  μονός υαλοπίνακας, για  $n=2$  διπλός υαλοπίνακας, για  $n=3$  τριπλός υαλοπίνακας,

$d$  [m] το πάχος του κάθε φύλλου του υαλοπίνακα,

$\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της υάλου,

$R_{\delta}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα που μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 4β,

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

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

### 8.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα

Βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει πέτασμα προκύπτει από τον τύπο:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_p \cdot U_p + l_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.13)$$

όπου  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

$U_f$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,

$U_g$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),

$U_p$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος,

$A_f$  [ $m^2$ ] το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  [ $m^2$ ] το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

$A_p$  [ $m^2$ ] το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος του κουφώματος,

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

$\Psi_g$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

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

$\Psi_p$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος υπολογίζεται από τη σχέση 8.7 και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος με το κούφωμα λαμβάνεται ίσος με μηδέν.

### Πίνακες τιμών

• Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_f$ ) του πλαισίου λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.

• Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_g$ ) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 12 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.

• Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας ( $\Psi_g$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 13, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

Σε περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει διαφανές τμήμα, η σχέση 8.13. εφαρμόζεται θέτοντας τα  $A_g$  και  $l_g$  ίσα με το μηδέν.

### 8.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του $U_w$ ενός διπλού κουφώματος

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός διπλού κουφώματος, δηλαδή ενός κουφώματος αποτελούμενου από δύο χωριστά κουφώματα με τους υαλοπίνακές τους (μονούς, διπλούς ή τριπλούς) θα υπολογισθεί σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία και κατ' εφαρμογή της σχέσης 8.11. ξεχωριστά για την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος (δηλαδή των τιμών  $U_{w,a}$  του εξωτερικού κουφώματος και  $U_{w,i}$  του εσωτερικού) και κατόπιν για την τιμή του διπλού κουφώματος στο σύνολό του βάσει του τύπου:

$$U_w = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{w,i}} - R_a\right) + R_{\delta,w} + \left(\frac{1}{U_{w,a}} - R_i\right)} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.14)$$

όπου  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος,

$U_{w,i}$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος,

$U_{w,a}$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξωτερικού κουφώματος,

$R_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν εάν το διάκενο θεωρείτο εξωτερικό περιβάλλον,

$R_i$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το διάκενο μεταξύ των δύο κουφωμάτων προς το δομικό στοιχείο, που θα συνυπολογιζόταν αν το διάκενο θεωρείτο εσωτερικό περιβάλλον,

$R_{\delta,w}$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] Η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων.

### Πίνακας τιμών

• Η τιμή της θερμικής αντίστασης του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων λαμβάνεται από τον πίνακα 4β.

### 8.3. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων και υαλοπετασμάτων. Η μεθοδολογία καλύπτει τοιχοπετάσματα - υαλοπετάσματα, στα οποία το στοιχείο πλήρωσης των διακένων των πλαισίων μπορεί να είναι υαλοπίνακας, κούφωμα με υαλοπίνακα, αδιαφανές στοιχείο πλήρωσης (πέτασμα) ή και συνδυασμός αυτών.

Το πλαίσιο μπορεί να αποτελείται από ορθοστάτες (κατακόρυφα τμήματα πλαισίου) και τραβέρσες (οριζόντια τμήματα πλαισίου), ίδιας ή διαφορετικής διατομής.

Ειδικότερα ορίζονται:

• Ως **ορθοστάτης** τα κατακόρυφα τμήματα του πλαισίου στήριξης του τοιχοπετάσματος.

• Ως **τραβέρσα** τα οριζόντια τμήματα του πλαισίου στήριξης του τοιχοπετάσματος.

• Ως **υαλοπίνακας πλήρωσης** ο υαλοπίνακας που συνδέεται απευθείας με το πλαίσιο του τοιχοπετάσματος.

• Ως **υαλοπίνακας κουφώματος** ο υαλοπίνακας, ο οποίος βρίσκεται σε κούφωμα, το οποίο προσαρτάται στο πλαίσιο του τοιχοπετάσματος.

• Ως **πέτασμα** κάθε αδιαφανές στοιχείο πλήρωσης του τοιχοπετάσματος.

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός τοιχοπετάσματος γίνεται σε ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα του τοιχοπετάσματος, το οποίο περιορίζεται από τα όρια που φαίνονται στο σχήμα 8.5. Ως αντιπροσωπευτικό ορίζεται το τμήμα, το οποίο επαναλαμβάνεται περισσότερες της μιας φορές

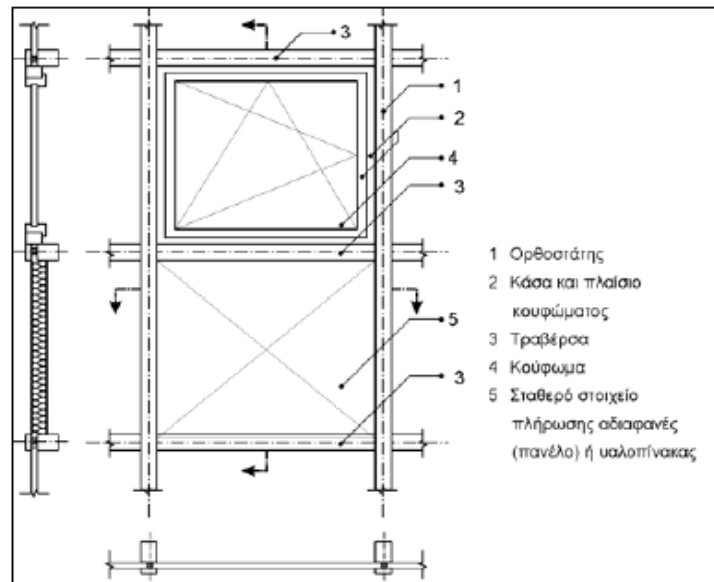
στην όψη. Εάν σε ένα τοιχοπέτασμα εμφανίζονται περισσότερα του ενός αντιπροσωπευτικά τμήματα, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε διαφορετικού αντιπροσωπευτικού τμήματος και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$U_{cw} = \frac{\sum_{j=1}^n (U_{cw,j} \cdot A_j)}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (8.15)$$

όπου  $U_{cw}$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος,

$U_{cw,j}$   $[W/(m^2 \cdot K)]$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος  $j$ ,

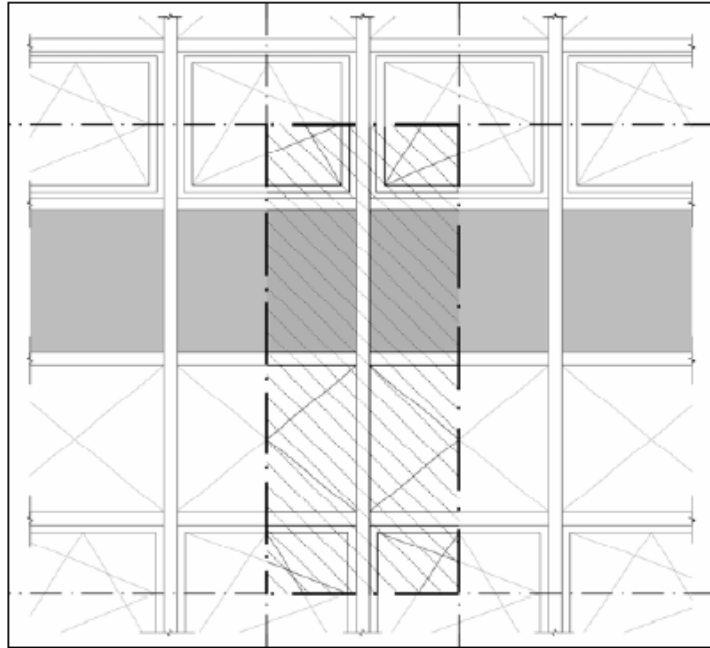
$A_j$   $[m^2]$  το εμβαδό του αντιπροσωπευτικού τμήματος.



**Σχήμα 8.4.** Επιφάνειες τοιχοπετάσματος με διαφορετικές θερμοφυσικές ιδιότητες.

Ο καθορισμός του αντιπροσωπευτικού τμήματος γίνεται με τομές σε οριζόντιο και σε κατακόρυφο επίπεδο. Οι τομές επιλέγονται με τέτοιο τρόπο, ώστε:

- να αντιπροσωπεύουν επίπεδα συμμετρίας του τοιχοπετάσματος ή
- να βρίσκονται σε επίπεδο κάθετο στην όψη, στο οποίο η ροή θερμότητας γίνεται κάθετα στο τοιχοπέτασμα, δηλαδή δεν υπάρχουν τρισδιάστατα φαινόμενα θερμικής αγωγιμότητας. Τέτοιες θέσεις είναι, για παράδειγμα, αυτές που βρίσκονται τουλάχιστον 190 mm μακριά από την ακμή ενός διπλού υαλοπίνακα.



**Σχήμα 8.5.** Αντιπροσωπευτικό τμήμα μελέτης ενός τοιχοπετάσματος.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός τοιχοπετάσματος, χωρίζεται το αντιπροσωπευτικό τμήμα σε επιφάνειες με διαφορετικά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά (π.χ. υαλοπίνακες, αδιαφανή πετάσματα και κουφώματα). Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος υπολογίζεται από τους αντίστοιχους συντελεστές των επί μέρους στοιχείων με την προσθήκη όρων που περιγράφουν τη θερμική αλληλεπίδραση των τμημάτων μεταξύ τους (γραμμικές θερμογέφυρες):

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_{dp} \cdot U_{dp} + \sum A_{tr} \cdot U_{tr}}{A_{cw}} + \frac{\sum l_{f,g} \cdot \Psi_{f,g} + \sum l_{dp,g} \cdot \Psi_{dp,g} + \sum l_{tr,g} \cdot \Psi_{tr,g} + \sum l_p \cdot \Psi_p + \sum l_{dp,f} \cdot \Psi_{dp,f} + \sum l_{tr,f} \cdot \Psi_{tr,f}}{A_{cw}} \quad (8.16)$$

όπου  $U_{cw}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχοπετάσματος,

$U_g$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του υαλοπίνακα ,

$U_p$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του πετάσματος,

$U_f$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των πλαισίων,

$U_{dp}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των ορθοστατών,

$U_{tr}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των τραβερσών,

$\Psi_{f,g}$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα,

$\Psi_{dp,g}$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα,

$\Psi_{tr,g}$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα,

$\Psi_p$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πετάσματος και πλαισίων,

$\Psi_{dp,f}$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη,

$\Psi_{tr,f}$  [W/(m·K)] ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας,

$A_g$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό του υαλοπίνακα πλήρωσης του τοιχοπετάσματος,

$A_p$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό του πετάσματος πλήρωσης του τοιχοπετάσματος,

$A_{dp}$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό ορθοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος,

$A_{tr}$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό της τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος,

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

$l_{f,g}$  [m] το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή κουφώματος και υαλοπίνακα κουφώματος,

$l_{dp,g}$  [m] το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή ορθοστάτη πλαισίου και υαλοπίνακα πλήρωσης,

$l_{tr,g}$  [m] το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και υαλοπίνακα πλήρωσης,

$l_p$  [m] το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή πετάσματος και πλαισίου τοιχοπετάσματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη),

$l_{dp,f}$  [m] το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή ορθοστάτη πλαισίου και κουφώματος,

$l_{tr,f}$  [m] το μήκος περιμέτρου στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος.

### Πίνακες τιμών

• Οι συντελεστές γραμμικής διαπερατότητας  $\Psi_{dp,g}$ ,  $\Psi_{tr,g}$  λαμβάνουν τιμές από τον πίνακα 14α.

• Ο συντελεστής γραμμικής διαπερατότητας  $\Psi_p$  λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 14β.

• Οι συντελεστές γραμμικής διαπερατότητας  $\Psi_{dp,f}$ ,  $\Psi_{tr,f}$  λαμβάνουν τιμές από τους πίνακες 14γ και 14δ, ανάλογα με το υλικό.

Η επιφάνεια του τοιχοπετάσματος υπολογίζεται σύμφωνα με την επόμενη σχέση:

$$A_{cw} = A_g + A_p + A_f + A_{dp} + A_{tr} \quad [m^2] \quad (8.17)$$

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος δεν λαμβάνουν υπόψη την παρουσία κοχλιών στερέωσης του πλαισίου στα δομικά στοιχεία της όψης του κτιρίου. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η σημειακή θερμογέφυρα που δημιουργείται στη σύνδεση με την όψη, οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου αυξάνονται κατά 0,3 W/(m<sup>2</sup>·K) όταν η απόσταση των κοχλιών είναι μικρότερη ή ίση των 0,3 m. Όταν η απόσταση μεταξύ των κοχλιών υπερβαίνει τα 0,3 m μπορεί να αγνοηθεί η επίδρασή τους.

## 9. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτηρίου στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτηριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενoi ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.



Σχήμα 9.1<sup>1</sup>. Θερμογέφυρες κτιρίου.

<sup>1</sup> <http://e-infratech.blogspot.com/2011/03/blog-post.html>

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στις γραμμικές και
- στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα· γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.

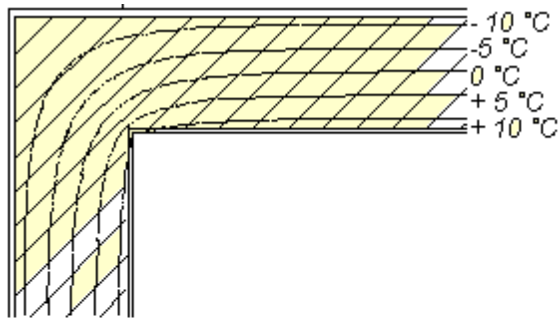
Ως προς τις αιτίες δημιουργίας τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- στις γεωμετρικές,
- στις κατασκευαστικές,
- σε συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων.

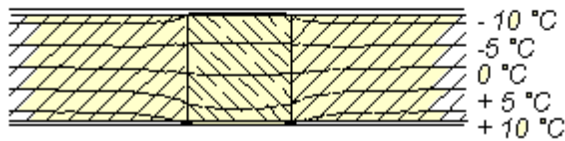
Οι γεωμετρικές θερμογέφυρες (Σχήμα 9.2) δημιουργούνται σε θέσεις, στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με τη συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σ' αυτήν την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας. Ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, η τιμή του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται. Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων παίρνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων παίρνει αρνητικές, λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Για τις ανάγκες των υπολογισμών με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες (Σχήμα 9.3) δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.



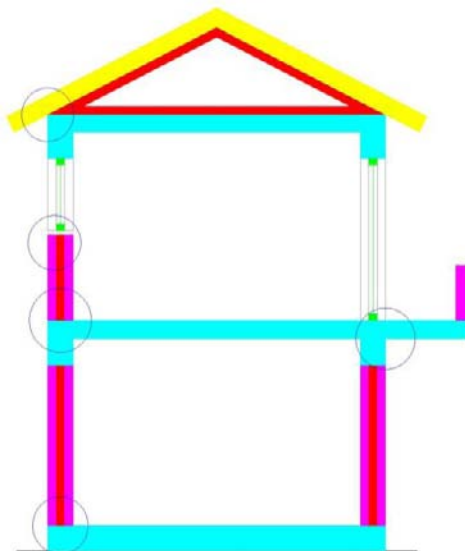


**Σχήμα 9.2.** Απεικόνιση μιας γεωμετρικής θερμογέφυρας.



**Σχήμα 9.3.** Απεικόνιση μιας κατασκευαστικής θερμογέφυρας.

Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποστύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά, στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, τιμή αρνητική, θετική ή μηδενική ανάλογα με την περίπτωση.



**Σχήμα 9.4.** Σχηματική απεικόνιση περιοχών του κελύφους ενός κτιρίου όπου εμφανίζονται συνήθως θερμογέφυρες.

## 9.1 Μέτρα αντιμετώπισης κατασκευαστικών θερμογεφυρών

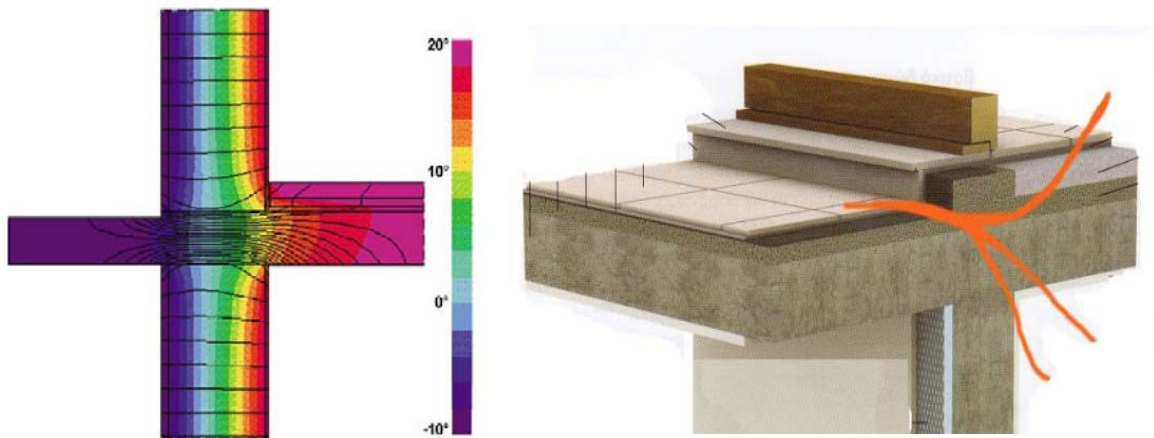
Δύο είναι οι βασικές στρατηγικές αντιμετώπισης θερμογεφυρών:

1. Αποφυγή
2. Ελαχιστοποίηση

Προκειμένου να αποφευχθούν οι θερμογέφυρες απαιτείται η έγκαιρη πρόβλεψή τους κατά το στάδιο της μελέτης και η κατάλληλη διαμόρφωση των κατασκευαστικών λεπτομερειών.

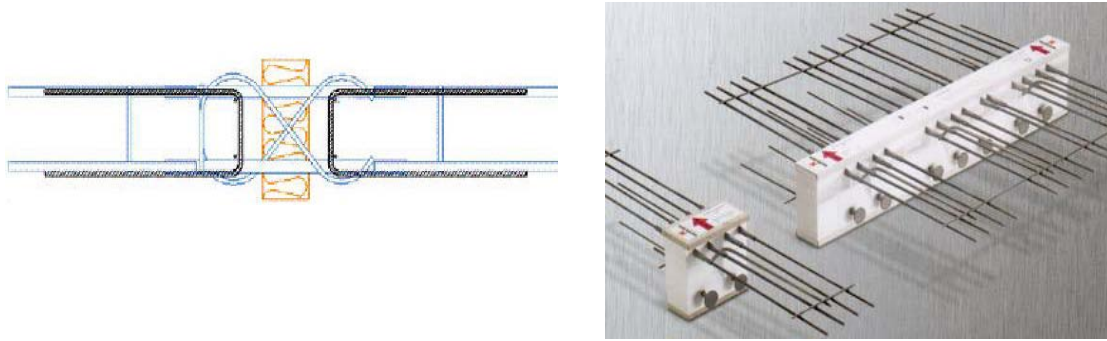
Ακολουθεί μία καταγραφή των σημαντικότερων θερμογεφυρών, οι επιδράσεις τους και μέθοδοι για την εξάλειψή τους.

### ➤ Πλάκες εξωστών



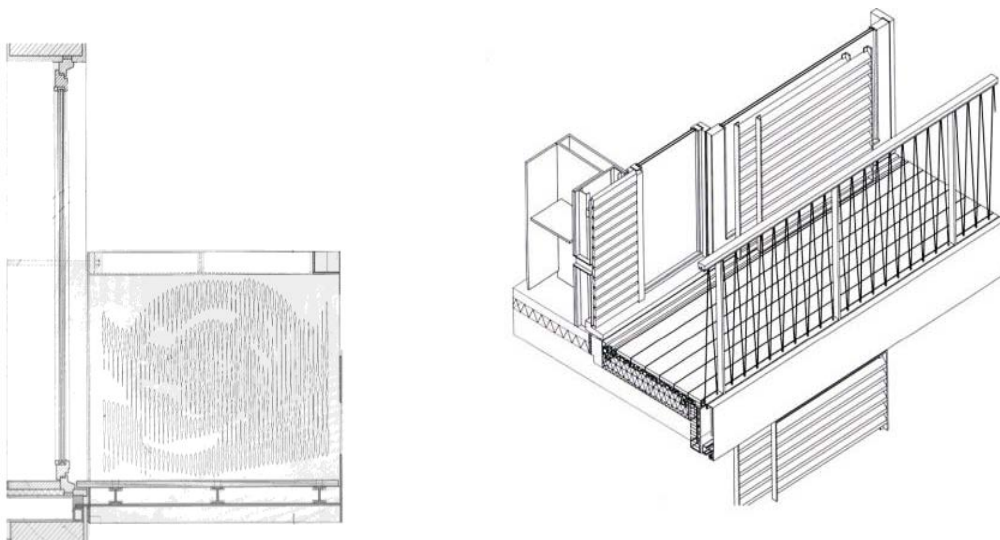
**Σχήμα 9.5.** Απεικόνιση της θερμογέφυρας στο σημείο συμβολής πλάκας μπαλκονιού και πρόσοψης γραφικά (δεξιά) και με τη βοήθεια ισοθερμικών καμπυλών αριστερά (λογισμικό COBRA).

Η πλέον αποτελεσματική κατασκευαστικά λύση είναι ο θερμικός διαχωρισμός της πλάκας του εξώστη από την εξωτερική τοιχοποιία. Στο εξωτερικό, σε κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα, χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένες πλάκες που τοποθετούνται ανεξάρτητες από την υπόλοιπη κατασκευή ή ειδικές θερμομονωμένες συνδέσεις (Σχήμα 9.6). Λόγω σεισμικότητας η λύση αυτή είναι δύσκολο να εγκριθεί στην Ελλάδα.



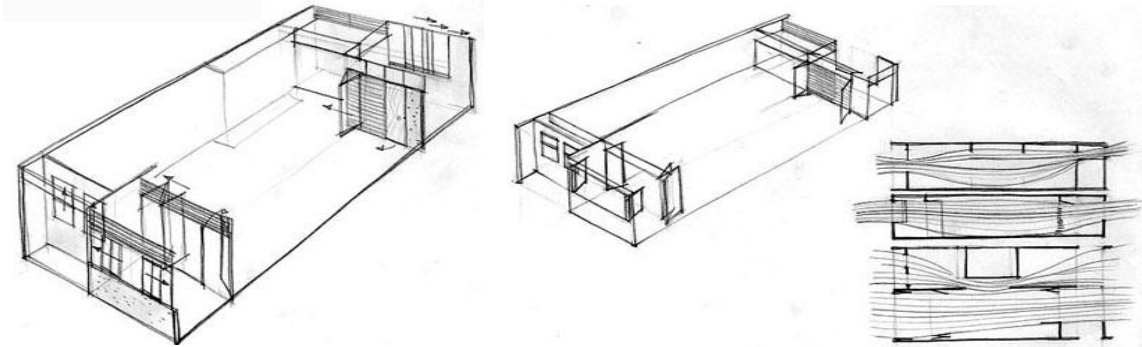
**Σχήμα 9.6.** Συστήματα θερμικού διαχωρισμού της πλάκας του εξώστη από την κατασκευή της τοιχοποιίας. Βλέπουμε το σύστημα σε τομή (αριστερά) και σε φωτογραφία (δεξιά).

Μια δυνατότητα αποφυγής των θερμικών απωλειών που συνεπάγεται η ύπαρξη προβόλων είναι ο θερμικός διαχωρισμός με κατασκευή αυτοφερόμενων ή αναρτημένων εξωστών ελαφράς κατασκευής, οι οποίοι εφάπτονται απλά του κελύφους (Σχήμα 9.7).



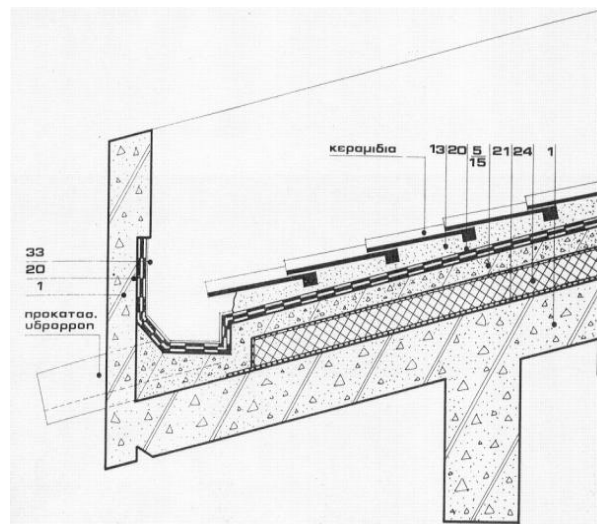
**Σχήμα 9.7.** Εξώστες θερμικά διαχωρισμένοι από την υπόλοιπη κατασκευή.

Οι πρόβολοι αποφεύγονται και με αρχιτεκτονικές λύσεις, όπως οι επιλογή εσοχής αντί εξώστη. Οι εσοχές εν γένει σε συνδυασμό με πρόβλεψη κινήτων υαλοστασίων στο στηθαίο δημιουργούν ευέλικτες ζώνες που βοηθούν πολύ στον ενεργειακό σχεδιασμό του κτιρίου.



**Σχήμα 9.8.** Εσοχές με κινητά υαλοστάσια.

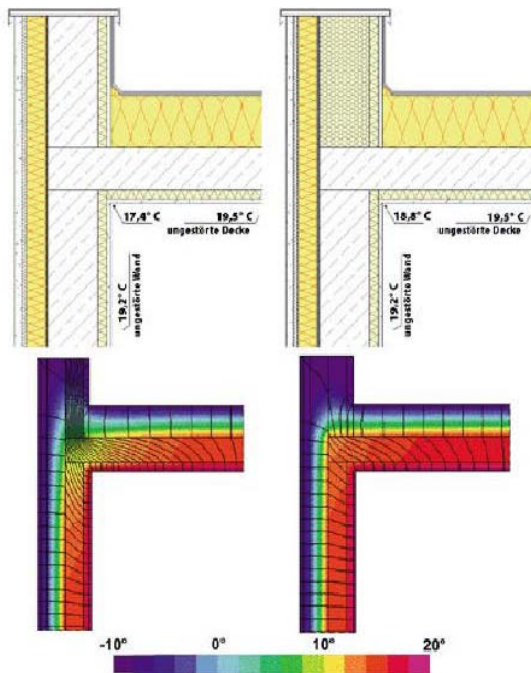
- **Προεξοχές στέγης** και άλλα στοιχεία που εξέχουν από την εξωτερική τοιχοποιία, όπως προεξέχοντες όγκοι, δοκοί, κλπ. Επειδή η θερμομόνωση των στοιχείων αυτών εκ των υστέρων είναι πολυδάπανη, λόγω μεγάλης επιφάνειας, καλό είναι, αν δεν μπορούν να αποφευχθούν, να είναι θερμικά διαχωρισμένα από το υπόλοιπο κτίριο. Σε περίπτωση εγκιβωτισμένης στέγης καλό είναι να ενισχύεται η θερμομόνωση κάτω από την υδρορροή (Σχήμα 9.9, δεξιά).



**Σχήμα 9.9.** Θερμογέφυρα προεξοχής στέγης.

➤ **Στηθαία δώματος**

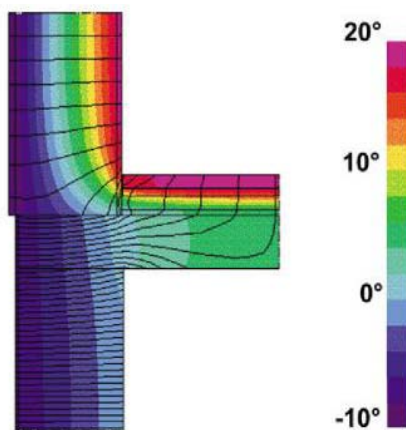
Συνιστάται η θερμομόνωση ή/και η κατασκευή τους από θερμομονωτικές πλίνθους (Σχήμα 9.10).



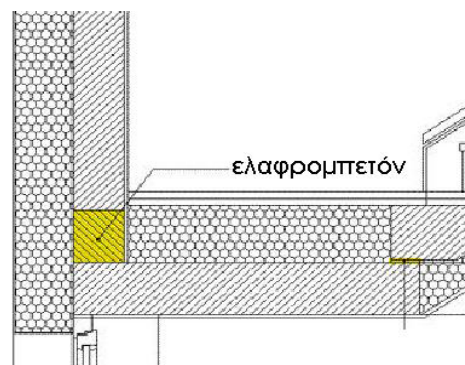
**Σχήμα 9.10.** Διαμόρφωση στηθαίου δώματος.

➤ **Βάση τοιχοποιίας**

Ιδιαίτερα στο σημείο μετάβασης από το υπόγειο στο ισόγειο έχουμε συνήθως διαφορές θερμικής αγωγιμότητας μεταξύ των περιοχών της εξωτερικής τοιχοποιίας (Σχήμα 9.11). Το μέτρο που προτείνεται είναι μια περιμετρική ενίσχυση της θερμομονωτικής ικανότητας του κελύφους (Σχήμα 9.12).



**Σχήμα 9.11.** Θερμογέφυρα στην περιοχή πάνω από την πλάκα του υπογείου.



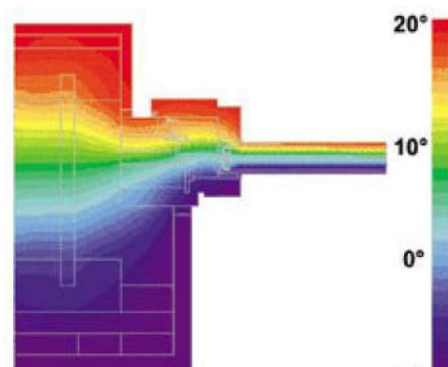
**Σχήμα 9.12.** Ενίσχυση θερμομόνωσης πάνω περιοχή από την πλάκα του υπογείου.

➤ **Αρμοί μεταξύ κουφωμάτων και τοιχοποιίας, κάσας και φύλλου, φύλλου και υαλοστασίου.**

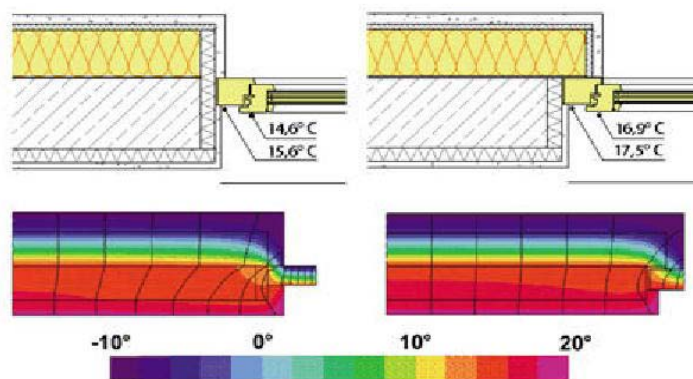
Στο σημείο επαφής των κτιριακών στοιχείων τοιχοποιίας / κουφώματος εμφανίζεται μείωση του πάχους της θερμομόνωσης και επομένως αύξηση των θερμικών απωλειών (Σχήμα 9.13).

Μέτρα:

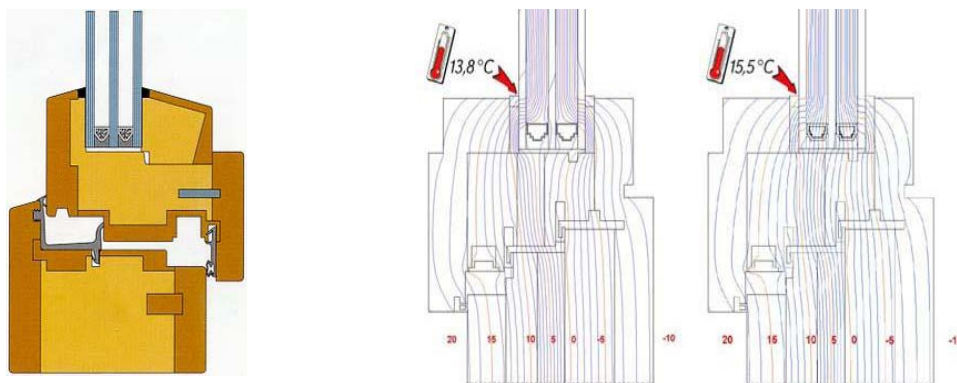
- Προέκταση της τοιχοποιίας, ώστε να υπερκαλύπτει το πλαίσιο (Σχήμα 9.14).
- Χρήση βελτιωμένων πλαισίων και υαλοστασίων (Σχήμα 9.15).
- Αντικατάσταση των πηχων συγκράτησης του υαλοστασίου από αλουμίνιο με αντίστοιχους από συνθετικό υλικό ή εξευγενισμένο χάλυβα (Σχήμα 9.16).



**Σχήμα 9.13.** Θερμογραφική απεικόνιση της θερμογέφυρας από τους αρμούς τοίχου / κάσας, κάσας / φύλλου και φύλλου / υαλοστασίου.



**Σχήμα 9.14.** Υπερκάλυψη του πλαισίου του κουφώματος (δεξιά) σε σύγκριση με την συμβατική πρακτική (αριστερά).



**Σχήμα 9.15.** Τύποι θερμομονωτικών πλαισίων.



**Σχήμα 9.16.** Βελτιωμένος πήχης συγκράτησης υαλοστασίου από εξευγενισμένο χάλυβα με συνθετικό καπάκι.

➤ **Η θέση του κουφώματος στην τοιχοποιία.**

Ένα άλλο ζήτημα που αφορά την αξιολόγηση των παραθύρων είναι η θερμική ροή μέσω των αρμών μεταξύ τοιχοποιίας και κουφώματος και μεταξύ κάσας και φύλλου. Εν γένει συνιστάται χαμηλός συντελεστής αεροδιαπερατότητας. Αυτό σημαίνει περισσότερα του ενός περιμετρικά ελαστικά σφραγίσματα. Εδώ πρέπει να ληφθεί οπωσδήποτε υπόψη η προβληματική του αερισμού των χώρων.

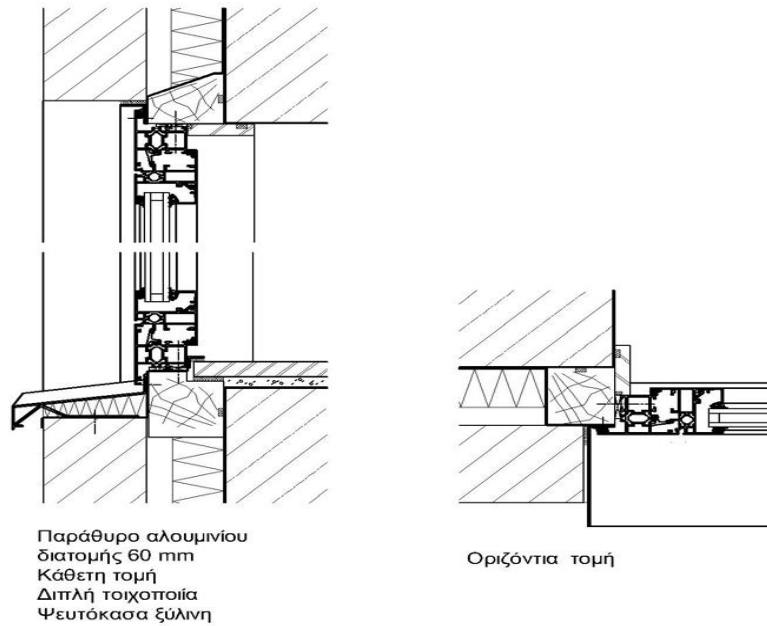
Θα πρέπει να τονιστούν οι εξής κρίσιμοι κανόνες:

- Η κάσα θα πρέπει να προστατεύεται από την τοιχοποιία και ιδιαίτερα το θερμομονωτικό στρώμα της τελευταίας (Σχήμα 9.17).

- Σε ομοιογενείς τοιχοποιίες το κούφωμα είναι καλύτερα να τοποθετείται εσωτερικά, ώστε το υαλοστάσιο να θερμαίνεται από το θερμαντικό σώμα.

- Σε πολυκέλυφες κατασκευές με θερμομόνωση στον πυρήνα, το κούφωμα πρέπει να τοποθετείται στο ίδιο επίπεδο με αυτό του θερμομονωτικού στρώματος (Σχήμα 9.17, αριστερά).

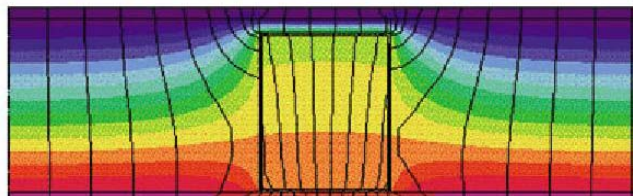
- Η ποδιά από μάρμαρο ή έστω από κεραμικό υλικό δημιουργεί συνήθως θερμογέφυρες. Προτιμάται μεταλλική ποδιά από γαλβανισμένο χάλυβα, σε συνδυασμό με υδροπροστατευτικό στρώμα και θερμομόνωση (σχήμα 9.17, αριστερά).



**Σχήμα 9.17.** Τοποθέτηση κουφώματος με πλαίσιο αλουμινίου σε πολυκέφαλη τοιχοποιία.

➤ **Στοιχείο από σκυρόδεμα (Σχήμα 9.18):**

Υποστυλώματα και δοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα διακόπτουν τη συνέχεια της θερμομόνωσης και συνιστούν θερμογέφυρες. Επιβάλλεται ένα πάχος θερμομονωτικού στρώματος τουλάχιστον 50mm – 10mm εξωτερικά, εμπρός από το υποστύλωμα ή τη δοκό.



**Σχήμα 9.18.** Απεικόνιση θερμογέφυρας από παρεμβολή υποστυλώματος στην εξωτερική τοιχοποιία.



## 9.2. Υπολογισμός θερμογεφυρών

Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:

- ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, που εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ , μετρούμενο σε  $W/(m \cdot K)$  και
- το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας  $l$ , που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου, μετρούμενο σε  $m$ .

Οι θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζονται από το γινόμενο:

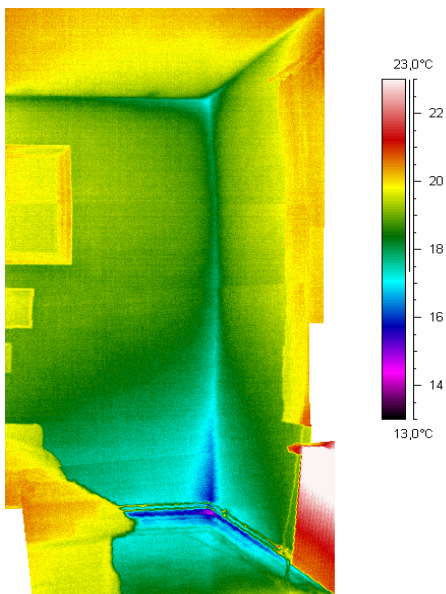
$$\Psi \cdot l \quad [W/K] \quad (9.1)$$

Ανάλογα με τη θέση εμφάνισής τους στο κτήριο, οι θερμογέφυρες απαντώνται:

- στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**),
- στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**),
- στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτηρίου, δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται τρεις υποκατηγορίες (σχήμα 9.19 – σχήμα 9.21 α):

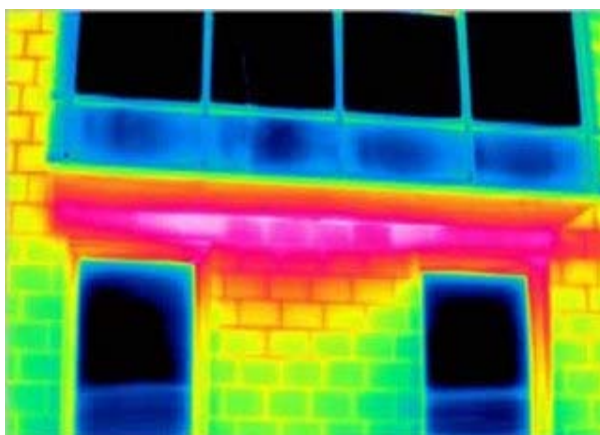
- θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
- θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
- θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)



Σχήμα 9.19. Κατακόρυφες θερμογέφυρες.

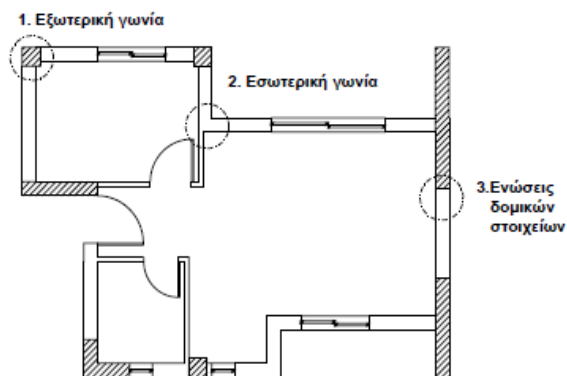
Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται επτά υποκατηγορίες (σχήμα 9.20 – σχήμα 9.21 β):

- θερμογέφυρες δώματος ή οροφής σε προεξοχή (Δ)
- θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή ή δαπέδου επάνω από πυλωτή (ΔΠ)
- θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
- θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
- θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
- θερμογέφυρες περίδεσμου ενίσχυσης (ΠΡ)
- θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)

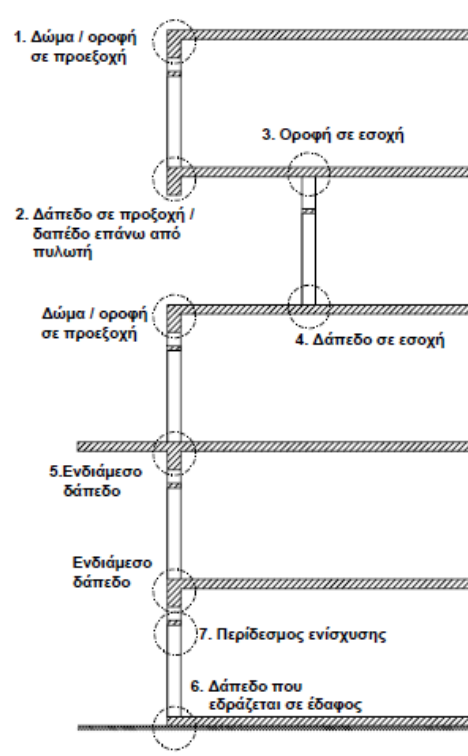


**Σχήμα 9.20<sup>2</sup>.** Οριζόντιες θερμογέφυρες.

<sup>2</sup> [http://monosimacon.blogspot.com/2008/06/blog-post\\_26.html](http://monosimacon.blogspot.com/2008/06/blog-post_26.html)



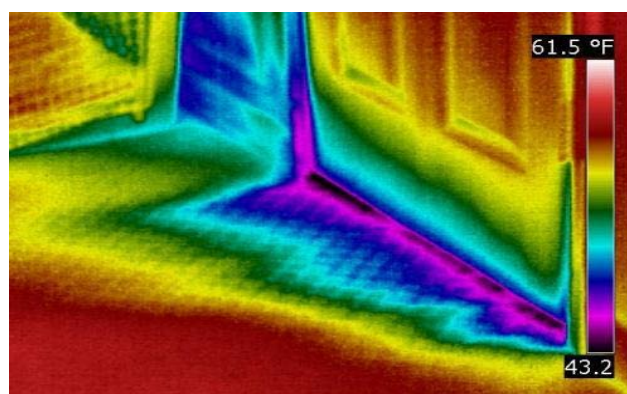
**Σχήμα 9.21 α.**  
Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης  
κατακόρυφων θερμογεφυρών .



**Σχήμα 9.21 β.**  
Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης  
οριζόντιων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων (σχήμα 9.22) εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες :

- θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ)
- θερμογέφυρες στο ανωκάσι/κατωκάσι του κουφώματος (ΑΚ)



**Σχήμα 9.22<sup>3</sup>.** Θερμογέφυρες κουφωμάτων.

<sup>3</sup> [http://www.treecomp.gr/1/1/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1263&Itemid=748](http://www.treecomp.gr/1/1/index.php?option=com_content&view=article&id=1263&Itemid=748)

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ο μελετητής πρέπει να γνωρίζει την τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  και το μήκος  $l$  της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στους πίνακες 16α έως 16λ παρουσιάζονται οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που απαντώνται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τα όσα αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους και παρουσιάζεται η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας ανά περίπτωση. Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ , ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού διαστάσεων ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Σε περίπτωση που ο τύπος μιας θερμογέφυρας δεν περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις των πινάκων 16α έως 16λ, επιλέγεται η πλησιέστερη προς τον τύπο μορφή και λαμβάνεται ο αντίστοιχος συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ .

Εναλλακτικά, για τη διευκόλυνση των υπολογισμών των γραμμικών θερμογεφυρών, ο μελετητής μπορεί να κάνει χρήση του πίνακα 15. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι σ' αυτή την περίπτωση οι συνολικές ροές θερμότητας που προκύπτουν είναι αυξημένες σε σχέση με τον αναλυτικό του υπολογισμό, κάνοντας χρήση των πινάκων 16α έως 16λ. Στον πίνακα 15 παρουσιάζονται οι τιμές της γραμμικής θερμοπερατότητας με βάση:

- τη θέση εμφάνισης της θερμογέφυρας (π.χ. στις κατακόρυφες θερμογέφυρες στην περιοχή των εξωτερικών ή εσωτερικών γωνιών, στις οριζόντιες θερμογέφυρες στη θέση της συναρμογής του δώματος με τις εξωτερικές πλευρικές επιφάνειες του κτηρίου κτλ) και
- τη θέση της θερμομόνωσης (π.χ. εσωτερικά, εξωτερικά ή στον πυρήνα των δομικών στοιχείων).

Συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό των κατακόρυφων θερμογεφυρών δίνονται τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία:

- εξωτερική συνεχής θερμομόνωση,
- εσωτερική συνεχής θερμομόνωση,
- εξωτερική θερμομόνωση στο φέροντα οργανισμό και θερμομόνωση στον πυρήνα για τις τοιχοποιίες πλήρωσης.

Για τον υπολογισμό των οριζόντιων θερμογεφυρών δίνονται έξι βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης στα κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία για όλες τις περιπτώσεις πλην των θερμογεφυρών που δημιουργούνται στις θέσεις ενδιάμεσου δαπέδου και στις θέσεις περιίδεσμου ενίσχυσης:

- εξωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στην άνω παρειά τους,
- εξωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στην κάτω παρειά τους,
- εσωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στην άνω παρειά τους,
- εσωτερική θερμομόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία και θερμομόνωση των οριζόντιων δομικών στοιχείων στη κάτω παρειά τους,
- κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά,

– κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά.

Στις οριζόντιες θερμογέφυρες που δημιουργούνται στην περιοχή των ενδιάμεσων ορόφων και στις θέσεις περιόδου ενίσχυσης ορίζονται τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τη θέση της θερμομονωτικής προστασίας:

- εξωτερική συνεχής θερμομόνωση,
- εσωτερική συνεχής θερμομόνωση,
- εξωτερική θερμομόνωση στο φέροντα οργανισμό και θερμομόνωση στον πυρήνα στις τοιχοποιίες πλήρωσης.

Οι παραπάνω βασικές κατηγορίες περιγράφουν τις γενικές συνθήκες. Για να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε κατασκευής με στόχο την ακριβέστερη προσέγγιση της τιμής  $\Psi$  της γραμμικής θερμοπερατότητας των θερμογεφυρών, δίνονται στον πίνακα για κάθε βασική κατηγορία θέσης της θερμομόνωσης οι κατάλληλες προσαυξήσεις / μειώσεις, ανάλογα με την κατασκευαστική πρακτική που συναντάται.

Για τις κατακόρυφες θερμογέφυρες η «διόρθωση» του βασικού συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας αφορά στις περιπτώσεις προεξοχής του ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στην εσωτερική γωνία, χωρίς ωστόσο να διακόπτεται η συνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, καθώς και στην περίπτωση που διακόπτεται η θερμομόνωση είτε λόγω ύπαρξης κάποιου δομικού στοιχείου είτε λόγω κατασκευαστικού λάθους.

Για τις οριζόντιες θερμογέφυρες η διόρθωση του βασικού συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας αφορά συνήθως στις περιπτώσεις προεξοχής της πλάκας (πρόβολος), στη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης, κτλ.

Για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών κουφωμάτων δίνονται τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με το εάν η θερμομόνωση και το κούφωμα βρίσκονται στην ίδια ή όχι ευθεία και υπάρχει διακοπή θερμομόνωσης. Η διόρθωση του βασικού συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας αφορά στο εάν υπάρχει διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης.

Τα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο μελετητής είναι τα εξής:

- Επιλογή του τύπου της θερμογέφυρας ανάλογα με τη θέση εμφάνισής της στο κτηριακό κέλυφος.
- Επιλογή της βασικής κατηγορία θέσης ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης.
- Λήψη της αντίστοιχης τιμής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  από τον πίνακα 15 και προσδιορισμός του μήκους εμφάνισης της συγκεκριμένης θερμογέφυρας.
- Σύγκριση των γενικών συνθηκών που ορίζει η βασική κατηγορία ανάλογα με τη θέση της θερμομόνωσης σε σχέση με αυτές που αποτυπώνονται στα αρχιτεκτονικά σχέδια.
- Λήψη της αντίστοιχης προσαύξησης / μείωσης του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας και υπολογισμός του αντίστοιχου μήκους  $l$ , για το οποίο ισχύει η συνθήκη.
- Άθροισμα των γινομένων των επί μέρους συντελεστών γραμμικής θερμοπερατότητας επί τα μήκη των αντίστοιχων θερμογεφυρών.

### **Διευκρινίσεις**

- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει δύο θερμοκλιματικές ζώνες, προσδιορίζεται ο συντελεστής γραμμικής

θερμοπερατότητας και κατόπιν διαιρείται διά του δύο, ώστε οι θερμικές απώλειες από την εμφανιζόμενη σ' αυτή τη θέση θερμογέφυρα να ληφθεί ισόποσα και στις δύο ζώνες.

- Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει θερμαινόμενο χώρο με εξωτερικό αέρα και μη θερμαινόμενο χώρο, για τον προσδιορισμό της τιμής της γραμμικής θερμοπερατότητας ο μη θερμαινόμενος χώρος θα λαμβάνεται ως εξωτερικό περιβάλλον. Αφού προσδιοριστεί ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας, αυτός διαιρείται διά του δύο και λαμβάνεται ανεξάρτητα για των υπολογισμό των ροών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον και των ροών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς το μη θερμαινόμενο.

### 9.3. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου A/V

Για την εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) και τον έλεγχο της θερμικής του επάρκειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός ορισμένων γεωμετρικών μεγεθών του κτηρίου και συγκεκριμένα:

- Ο υπολογισμός των εμβαδών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων.
- Ο υπολογισμός των μηκών των γραμμικών θερμογεφυρών.
- Ο όγκος του κτηρίου.

Αυτά τα μεγέθη είναι σκόπιμο να υπολογισθούν κατ' όροφο και κατά επιφάνεια, προκειμένου να διευκολυνθεί ο υπολογισμός. Πρόσφορη είναι η χρήση πρότυπου εντύπου, που θα δίνει σε πινακοποιημένη μορφή:

- το πλάτος του κάθε δομικού στοιχείου,
- το ύψος του,
- το εμβαδό του.

Τα επί μέρους αθροίσματα αυτών των ποσοτήτων δίνουν τα συνολικά μεγέθη στην επιφάνεια του κελύφους για κάθε διαφορετικό δομικό στοιχείο.

Κατ' αντίστοιχο τρόπο, δηλαδή με τη χρήση τυποποιημένου εντύπου, μπορεί να υπολογισθεί το μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας για κάθε διαφορετικό τύπο θερμογέφυρας.

Για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτηρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας.

Ειδικότερα:

- Για την εύρεση του εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτηρίου.

- Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτηρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

Στον όγκο του κτηρίου **δεν** συμπεριλαμβάνονται:

- Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πυλωτή.
- Ο χώρος της εισόδου, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα, οι διάδρομοι πολυκατοικίας και γενικώς όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι, αν θεωρηθούν ως μη θερμαινόμενοι.

Αντίθετα, συμπεριλαμβάνονται κανονικά στον όγκο του κτηρίου αν θεωρηθούν θερμαινόμενοι.

- Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν είναι θερμαινόμενοι.
  - Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου ή σε επαφή με αυτό, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι.
  - Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα (και είναι μη θερμαινόμενος χώρος).
  - Ο μη κατοικήσιμος χώρος που διαμορφώνεται επάνω από την οροφή και κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη. Προφανώς αν ο χώρος είναι κατοικήσιμος (σοφίτα), συνυπολογίζεται στον όγκο του κτηρίου και η στέγη και οφείλει να θερμομονωθεί, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις του πρώτου ελέγχου, δηλαδή  $U_{\text{στέγης}} \leq U_{\text{max}}$ .
  - Οι κλειστοί χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων.
  - Κάθε κλειστός χώρος που δεν θεωρείται θερμαινόμενος (π.χ. εργαστήρια που από τη φύση της λειτουργίας τους δεν θερμαίνονται).
  - Οι όγκοι, τους οποίους καταλαμβάνουν αίθριοι χώροι μέσα στο σώμα του κτηρίου, δηλαδή – σύμφωνα με το Γ.Ο.Κ.– τα μή στεγασμένα τμήματα του κτηρίου που περιβάλλονται από όλες τις πλευρές τους από το κτήριο ή από άλλα κτήρια του οικοπέδου.
  - Οι φωταγωγοί του κτηρίου.
  - Οι υποχρεωτικώς ή προαιρετικώς ακάλυπτοι χώροι.
  - Κάθε ανοικτός χώρος, που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είτε βρίσκεται μέσα στο κυρίως σώμα του κτηρίου είτε όχι.
- Οι εξωτερικές επιφάνειες σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, εφόσον αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία με θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό της επιφάνειας  $A$  στο σύνολό τους, πολλαπλασιαζόμενες με ένα μειωτικό συντελεστή ( $b$ ), όπως ορίζεται στην ενότητα 9.5.
- Στα προσαρτημένα θερμοκήπια, τα οποία λειτουργούν ως παθητικά ηλιακά συστήματα, ως εξωτερική επιφάνεια λαμβάνεται ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου και όχι η εξωτερική γυάλινη όψη του θερμοκηπίου.
- Επιφάνειες του κτηρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτηρίου είτε αυτό το κτήριο βρίσκεται εντός του ιδίου οικοπέδου είτε στο όμορο (δηλαδή τα δύο κτήρια βρίσκονται σε επαφή στο διαχωριστικό όριο των δύο οικοπέδων) λαμβάνονται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον και δεν υπάρχει κάποια ξεχωριστή αντιμετώπιση.
- Σε περίπτωση που ο θερμαινόμενος όγκος του κτηρίου αποτελείται από επί μέρους όγκους, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από μη θερμαινόμενους χώρους και δεν έχουν δυνατότητα μεταξύ τους επικοινωνία, ως όγκος του κτηρίου λαμβάνεται για τον υπολογισμό του λόγου  $A/V$  το άθροισμα όλων αυτών των επί μέρους θερμαινόμενων όγκων (π.χ. θερμαινόμενος υπόγειος χώρος που χωρίζεται από τους θερμαινόμενους ορόφους με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου και της εισόδου της πολυκατοικίας). Ομοίως, ως εξωτερική επιφάνεια  $A$  λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων.
- Σε όλες τις περιπτώσεις η εύρεση του λόγου  $A/V$  οδηγεί στον προσδιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου όπως αυτή ορίζεται για κάθε ζώνη από τον πίνακα 7.

#### 9.4. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ )

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτηρίου 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:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (9.2)$$

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

$n$  [-] το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κελύφος του κτηρίου,

$v$  [-] το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας  $A_j$  του κελύφους,

$A_j$  [ $m^2$ ] το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου,

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

$l_j$  [ $m$ ] το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,

$\Psi_j$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,

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

Το ευρισκόμενο πηλίκο  $U_m$  συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο  $U_{m,max}$  από το λόγο  $A/V$  του πίνακα 7 για κάθε κλιματική ζώνη.

Πρέπει πάντα να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad (9.3)$$

Αν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή, έχοντας προηγουμένως βελτιώσει τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους δομικών στοιχείων (π.χ. αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων, μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων κ.ά.).



### **Πίνακες τιμών**

- Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του κελύφους του κτηρίου θα συγκριθεί με αυτήν που προκύπτει βάσει του λόγου  $A/V$  από τον πίνακα 7.

- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας ( $\Psi$ ) λαμβάνεται από τους πίνακες 15 ή 16, που ορίζουν τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

### **9.5. Ο μειωτικός συντελεστής (b)**

Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα  $A \cdot U$  (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος  $1^\circ\text{C}$  (ή  $1\text{ K}$ ). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη. Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα στην πραγματικότητα.

Έτσι, ο μειωτικός συντελεστής (b) λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.**

Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή  $b = 1,0$ , καθώς η ποσότητα  $A \cdot U$  θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή  $b = 1,0$  ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτήριο.**

Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτηρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή συντελεστή  $b = 1,0$ , διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτηρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτηρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι.

Αντίθετα, στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτηρίου και αποτιμάται η πραγματική μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων των ερχόμενων σε επαφή με τα δομικά στοιχεία του όμορου κτηρίου.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτηρίου.**

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτηρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και

επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού συντελεστή  $b = 0,5$ .

Για παράδειγμα σε περίπτωση προσθήκης νέου κτίσματος (ή και ενός μόνο δωματίου) σε υφιστάμενο θερμομονωμένο ή μη θερμομονωμένο κτήριο τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν το υφιστάμενο κτήριο από την προσθήκη υπάγονται σ' αυτήν την κατηγορία. Αν το διαχωριστικό δομικό στοιχείο αποτελεί μέρος του υφιστάμενου, θα πρέπει να θερμομονωθεί κατά την κατασκευή του νέου προστιθέμενου κτίσματος. Παρέχεται ωστόσο η δυνατότητα ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας να γίνει για το σύνολο του κτηρίου (υφιστάμενου και προσθήκης) με την προϋπόθεση της ριζικής ανακαίνισης του υφιστάμενου και της πλήρους θερμομονωτικής του προστασίας.

• **Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.**

Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή  $b = 1,0$ , καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση  $R_{RU}$  του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης. Σ' αυτήν την τιμή, όπως έχει αναφερθεί στην παράγραφο 2.1.5., συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της μη θερμομονωμένης στέγης.

• **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό, μη θερμαινόμενο χώρο.**

Στην περίπτωση αυτή η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο είναι ίση με τη ροή θερμότητας από το μη θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον, επηρεασμένη κατά την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται ή απάγεται μέσω αερισμού στο μη θερμαινόμενο χώρο.

Ο μειωτικός συντελεστής ( $b_u$ ), που καθορίζει την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου, προκύπτει από την αναλογική σχέση των μεταφερόμενων ποσοτήτων θερμότητας από τον ένα χώρο στον άλλο και κατά το βαθμό επηρεασμού τους από τον αερισμό του χώρου σύμφωνα με τον τύπο:

$$b_u = \frac{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + (n_u \cdot V_u \cdot c_{αερα})}{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + \sum(U_{iu} \cdot A_{iu})} \quad [-] \quad (9.4)$$

όπου  $U_{ua}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,

$U_{iu}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,

$A_{ua}$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,

$A_{iu}$  [m<sup>2</sup>] το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,

$n_u$  [h<sup>-1</sup>] το πλήθος των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα,

$V_u$  [m<sup>3</sup>] ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,

$c_{αέρα}$  [J/(m<sup>3</sup>·K)] η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου:  $c_{αέρα}$   
= 0,33 W/(m<sup>3</sup>·K).

### Πίνακες τιμών

- Το πλήθος των εναλλαγών αέρα  $n_u$  ορίζεται ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου από τον πίνακα 8.

Ωστόσο, εναλλακτικά παρέχεται η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις που το δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο να ληφθεί κατά απλοποιητική παραδοχή ως τιμή του μειωτικού συντελεστή  $b_u = 0,50$ .

### • Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και επομένως δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται  $b=1,0$ .

## 9.6. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του $U_m$

Για τη εύρεση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Στον υπολογισμό του  $U_m$  συμμετέχουν όλες οι επιφάνειες που περικλείουν το κέλυφος του κτηρίου. Συμμετέχουν επίσης παντός είδους επιφάνειες που συνορεύουν με αίθριους χώρους, φωταγωγούς κ.τ.λ., που βρίσκονται μέσα στο σώμα του κτηρίου, όπως περιγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 9 για τον προσδιορισμό του λόγου  $A/V$ .

Το άθροισμα όλων αυτών των επιφανειών δίνει τον παρονομαστή  $\Sigma A_j$  της σχέσης 9.2.

- Ο τοίχος Trombe, ο τοίχος θερμικής μάζας και γενικώς οποιοσδήποτε τοίχος ή άλλο στοιχείο θερμικής συσσώρευσης υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) κατά παραδοχή με τιμή τη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον πίνακα 6, την προβλεπόμενη για εξωτερικό τοίχο σε επαφή με εξωτερικό αέρα της αντίστοιχης κλιματικής ζώνης.

- Το προσαρτημένο θερμοκήπιο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος και ως εξωτερικό στοιχείο του κελύφους λαμβάνεται το διαχωριστικό δομικό στοιχείο μεταξύ του κυρίως χώρου του κτηρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου. Αυτό το δομικό στοιχείο θα υπεισέρχεται στον υπολογισμό κατά παραδοχή με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή  $U$  που προβλέπεται ανά ζώνη από τον πίνακα 6 ως εξής:

- Για αδιαφανές δομικό στοιχείο (τοιχοποιία) με την τιμή της τοιχοποιίας, της ερχόμενης σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

- Για διαφανή δομικά στοιχεία (κουφώματα) με την τιμή του κουφώματος ανοίγματος.

Αν ωστόσο ένα δομικό στοιχείο του ενδιάμεσου διαχωριστικού τοίχου του προσαρτημένου θερμοκηπίου παρουσιάζει τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  μικρότερη της μέγιστης επιτρεπόμενης, υπεισέρχεται στον υπολογισμό με αυτήν την καλύτερη τιμή.

Όλα τα δομικά στοιχεία του προσαρτημένου θερμοκηπίου, θεωρούμενα ως δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό του  $U_m$  με το μειωτικό συντελεστή, όπως αυτός υπολογίζεται από τη σχέση 9.2.

## **10. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**







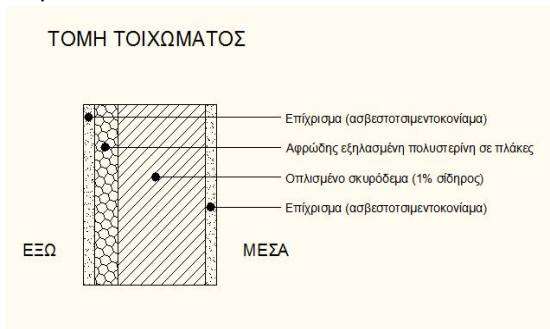




**11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**  
**(ΜΕΡΟΣ 1Α – ΜΕΡΟΣ 7Β)**

**ΜΕΡΟΣ 1Α: Αδιαφανή δομικά στοιχεία κελύφους (εκτεθειμένα).**  
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας.

**Δομικό στοιχείο:** Εξωτερική δοκός/υποστήλωμα (ΙΣ-1ος)  
**Κατασκευή:** Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)  
**Ζώνη:** Α



α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα ρ	Πάχος d	Συντελεστής θερμ. αγωγ λ	Θερμική αντίσταση $R_f = d/\lambda$
		( $kg/m^3$ )	(m)	( $W/mK$ )	( $m^2K/W$ )
1	Επίχρισμα (ασβεστοσιμεντοκονίαμα)	1800	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	0,25	2,30	0,109
3	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	32	0,05	0,035	1,429
4	Επίχρισμα (ασβεστοσιμεντοκονίαμα)	1800	0,02	0,87	0,023
	Ολικό πάχος		0,34		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή $R_i = 1/h_i$		1/7,7	0,130
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή $R_a = 1/h_a$		1/25,0	0,040
			$1/U_T =$		1,753

(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)

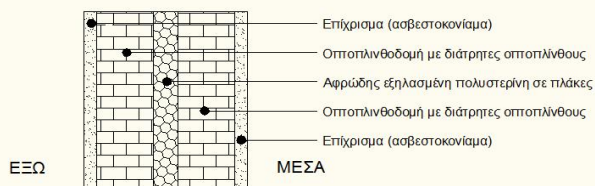
(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας  
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

$U_T = 0,57$   $W/m^2K$   
 $U_{max} = 0,60$   $W/m^2K$  (Πιν.6, Παράρτημα Ι)  
 $U_T \leq U_{max}$  **ΙΣΧΥΕΙ**

**Δομικό στοιχείο:** Εξωτερικός τοίχος (ΙΣ-1ος)  
**Κατασκευή:** Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους  
**Ζώνη:** Α

### ΤΟΜΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ



α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγ $\lambda$ ( $\text{W/mK}$ )	Θερμική αντίσταση $R_f=d/\lambda$ ( $\text{m}^2\text{K/W}$ )
1	Επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	1800	0,02	0,87	0,023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1500	0,09	0,51	0,176
3	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	32	0,05	0,035	1,429
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1500	0,09	0,51	0,176
5	Επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα)	1800	0,02	0,87	0,023
	Όλοιο πάχος		0,27		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	$R_i = 1/h_i$	1/7,7	0,130
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	$R_a = 1/h_a$	1/25,0	0,040
			$1/U_T =$		1,997

(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)

(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

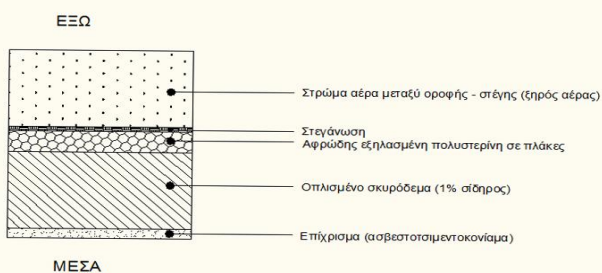
(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας  
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

$U_T = 0,50$   $\text{W/m}^2\text{K}$   
 $U_{max} = 0,60$   $\text{W/m}^2\text{K}$  (Πιν.6, Παράρτημα Ι)  
 $U_T \leq U_{max}$  **ΙΣΧΥΕΙ**

**Δομικό στοιχείο:** Οροφή  
**Κατασκευή:** Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)  
**Ζώνη:** Α

**ΤΟΜΗ ΟΡΟΦΗΣ**



α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα $\rho$ ( $\text{kg/m}^3$ )	Πάχος $d$ (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγ $\lambda$ ( $\text{W/mK}$ )	Θερμική αντίσταση $R_s=d/\lambda$ ( $\text{m}^2\text{K/W}$ )
1	Επίχρισμα (ασβεστοσιμεντοκονίαμα)	1800	0,02	0,87	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	0,15	2,30	0,065
3	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	32	0,06	0,035	1,714
4	Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)-Στεγάνωση	1100	0,005	0,23	0,022
5	Στρώμα αέρα μεταξύ οροφής-στέγης (ξηρός αέρας)				0,060
	Ολικό πάχος		0,23		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	$R_i = 1/h_i$	1/10,0	0,100
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	$R_a = 1/h_a$	1/25,0	0,040
			$1/U_R =$		2,024

(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πιν.5, Παράρτημα Ι)

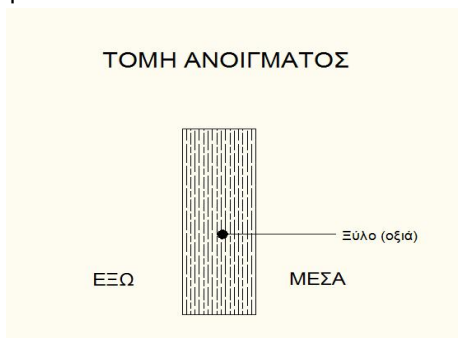
(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας  
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

$U_R = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{\text{max}} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Πιν.6, Παράρτημα Ι)  
 **$U_R \leq U_{\text{max}}$  ΙΣΧΥΕΙ**

**Δομικό στοιχείο:** Πόρτα εξωτερική (ΙΣ), ανοιγόμενη, μονή, συμπαγής  
**Κατασκευή:** Ξύλο  
**Ζώνη:** Α



α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα ρ	Πάχος d	Συντελεστής θερμ. αγωγ λ	Θερμική αντίσταση R <sub>f</sub> =d/λ
		(kg/m <sup>3</sup> )	(m)	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)
1	Ξύλο (οξιά)	800	0,06	0,17	0,353
	Όλο πάχος		0,06		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>i</sub> = 1/h <sub>i</sub>	1/7,7	0,130
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>a</sub> = 1/h <sub>a</sub>	1/25,0	0,040
			1/U <sub>w</sub> =		0,523

(Πιν.2, Παράρτημα Ι)

(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας  
 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

**U<sub>w</sub> = 1,91 W/m<sup>2</sup>K**  
**U<sub>max</sub> = 3,20 W/m<sup>2</sup>K** (Πιν.6, Παράρτημα Ι)  
**U<sub>w</sub> ≤ U<sub>max</sub> ΙΣΧΥΕΙ**



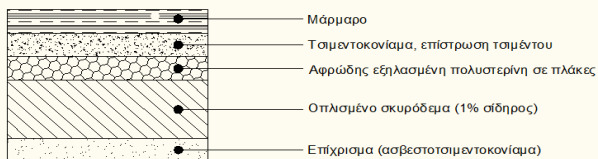




**Δομικό στοιχείο:** Δάπεδο (ΙΣ)  
**Κατασκευή:** Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)  
**Ζώνη:** Α

**ΤΟΜΗ ΔΑΠΕΔΟΥ**

ΜΕΣΑ



ΜΕΣΑ

α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Πάχος d (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγ λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση R <sub>i</sub> =d/λ (m <sup>2</sup> K/W)
1	Μάρμαρο	2800	0,02	3,50	0,006
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0,02	1,40	0,014
3	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	32	0,02	0,035	0,571
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	0,15	2,30	0,065
5	Επίχρισμα (ασβεστοτσιμεντοκονίαμα)	1800	0,02	0,87	0,023
	Ολικό πάχος		0,23		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>i</sub> = 1/h <sub>i</sub>	1/5,88	0,170
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>a</sub> = 1/h <sub>a</sub>	1/5,88	0,170
			1/U <sub>FU</sub> =		1,020

(Πίν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πίν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πίν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πίν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πίν.2, Παράρτημα Ι)

(Πίν.3β, Παράρτημα Ι)

(Πίν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας  
 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

**U<sub>FU</sub> = 0,98 W/m<sup>2</sup>K**  
**U<sub>max</sub> = 1,20 W/m<sup>2</sup>K**  
**U<sub>FU</sub> ≤ U<sub>max</sub> ΙΣΧΥΕΙ**

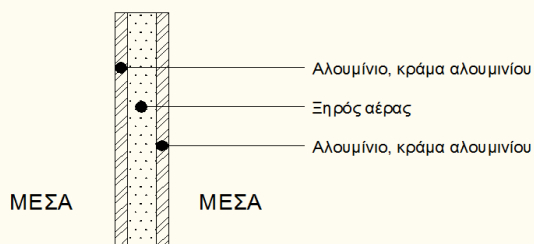
(Πίν.6, Παράρτημα Ι)

**Δομικό στοιχείο:** Κουφώματα (ΥΠ), διαχωριστικά, ανοιγόμενα, μονά.

**Κατασκευή:** Μέταλλο

**Ζώνη:** Α

### ΤΟΜΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Πάχος d (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγ λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση R <sub>i</sub> =d/λ (m <sup>2</sup> K/W)
1	Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2800	0,005	160,000	0,000
2	Διάκενο αέρα		0,015		0,186
3	Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2800	0,005	160,000	0,000
	<b>Ολικό πάχος</b>		0,025		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>i</sub> =1/h <sub>i</sub>	1/7,7	0,130
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>a</sub> =1/h <sub>a</sub>	1/7,7	0,130
			1/U <sub>w</sub> =		0,446

(Πίν.2, Παράρτημα Ι)  
(Πίν.4β, Παράρτημα Ι)  
(Πίν.2, Παράρτημα Ι)

(Πίν.3β, Παράρτημα Ι)

(Πίν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας

**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

$$U_w = 2,24$$

$$U_{max} = 3,20$$

$$U_w \leq U_{max} \quad \mathbf{ΙΣΧΥΕΙ}$$

**W/m<sup>2</sup>K**

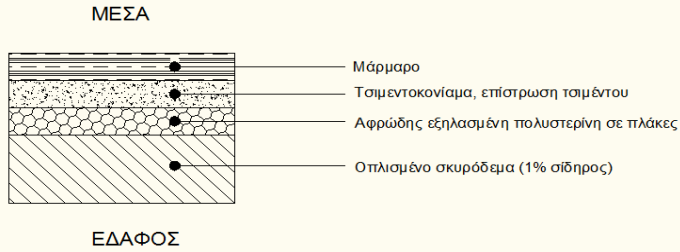
**W/m<sup>2</sup>K**

(Πίν.6, Παράρτημα Ι)



**Δομικό στοιχείο:** Δάπεδο (ΥΠ-ΙΣ)  
**Κατασκευή:** Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)  
**Ζώνη:** Α

**ΤΟΜΗ ΔΑΠΕΔΟΥ**



α/α	Στρώσεις υλικών από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Πάχος d (m)	Συντελεστής θερμ. αγωγ λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση R <sub>f</sub> =d/λ (m <sup>2</sup> K/W)
1	Μάρμαρο	2800	0,02	3,50	0,006
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0,02	1,40	0,014
3	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	32	0,03	0,035	0,857
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (1% σίδηρος)	2300	0,15	2,30	0,065
	Ολικό πάχος		0,22		
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>i</sub> = 1/h <sub>i</sub>	1/5,88	0,170
	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	Οριζόντια θερμική ροή	R <sub>a</sub> = 1/h <sub>a</sub>	1/∞	0,000
			1/U <sub>FB</sub> =		1,112

(Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πιν.2, Παράρτημα Ι)  
 (Πιν.2, Παράρτημα Ι)

(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

(Πιν.3β, Παράρτημα Ι)

Συντελεστής θερμοπερατότητας  
 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντ. θερμοπερατότητας  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

$$U_{FB} = 0,90$$

$$U_{max} = 1,20$$

$$U_{FB} \leq U_{max} \quad \text{ΙΣΧΥΕΙ}$$

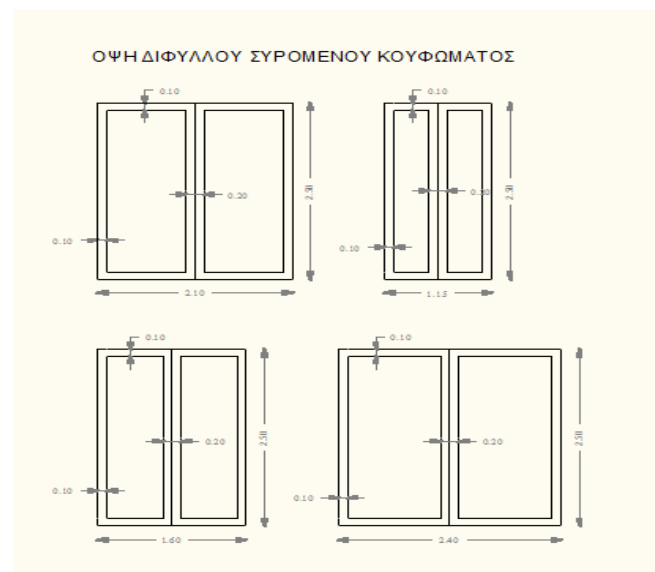
**W/m<sup>2</sup>K**  
**W/m<sup>2</sup>K** (Πιν.6, Παράρτημα Ι)

**ΜΕΡΟΣ 3: Διαφανή δομικά στοιχεία κελύφους (κουφώματα, εκτεθειμένα).**  
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας.

**Δομικό στοιχείο:** Κουφώμα δίφυλλο, συρόμενο  
**Κατασκευή:** Μεταλλικό με θερμοδιακοπή, με διπλή υάλωση  
**Ζώνη:** Α

**Πλαίσιο:** Μεταλλικό με θερμοδιακοπή  
**Υάλωση:** Διπλή, χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής 4-12-4  
**Θερμογέφυρες:**

Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_f = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Πίν.11, Παράρτημα Ι)  
Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_g = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Πίν.12, Παράρτημα Ι)  
Γραμμική θερμοπερατότητα  $\Psi_g = 0,08 \text{ W/mK}$  (Πίν.13, Παράρτημα Ι)



Αριθμός κουφώματος	Πλάτος κουφώματος (m)	Ύψος κουφώματος (m)	Εμβαδόν κουφώματος $A_w$ (m <sup>2</sup> )	Πλάτος υαλοπίνακα (m)	Ύψος υαλοπίνακα (m)	Εμβαδόν υαλοπίνακα $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Εμβαδόν πλαισίου $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$l_w$ (m)	$l_g$ (m)	$U_w$
A05	2,10	2,50	5,250	1,70	2,30	3,910	1,340	0,255	9,20	12,60	2,64
A10	1,15	2,50	2,875	0,75	2,30	1,725	1,150	0,400	7,30	10,70	2,66
A15	1,60	2,50	4,000	1,20	2,30	2,760	1,240	0,310	8,20	11,60	2,65
A16	2,40	2,50	6,000	2,00	2,30	4,600	1,400	0,233	9,80	13,20	2,64
A25	1,15	2,50	2,875	0,75	2,30	1,725	1,150	0,400	7,30	10,70	2,66
A30	1,60	2,50	4,000	1,20	2,30	2,760	1,240	0,310	8,20	11,60	2,65
A31	2,40	2,50	6,000	2,00	2,30	4,600	1,400	0,233	9,80	13,20	2,64

31,000

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{max} = 3,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Πίν.6, Παράρτημα Ι)

**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει  $U_w \leq U_{max}$  ΙΣΧΥΕΙ**

**Δομικό στοιχείο:** Κούφωμα διφυλλο, ανοιγόμενο  
**Κατασκευή:** Μεταλλικό με θερμοδιακοπή, με διπλή υάλωση  
**Ζώνη:** Α

**Πλαίσιο:** Μεταλλικό με θερμοδιακοπή

**Υάλωση:** Διπλή, χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής 4-12-4

**Θερμογέφυρες:**

Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_f = 2,0$  W/m<sup>2</sup>K

(Πίν.11, Παράρτημα Ι)

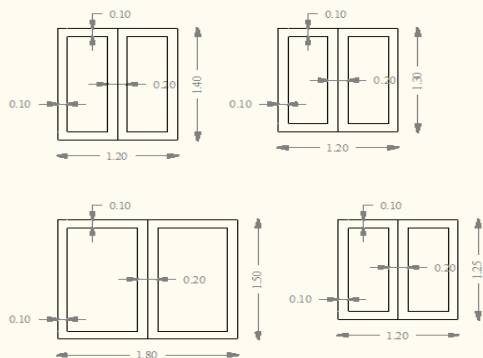
Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_g = 2,6$  W/m<sup>2</sup>K

(Πίν.12, Παράρτημα Ι)

Γραμμική θερμοπερατότητα  $\Psi_g = 0,08$  W/mK

(Πίν.13, Παράρτημα Ι)

**ΟΨΗ ΔΙΦΥΛΛΟΥ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟΥ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ**



Αριθμός κουφώματος	Πλάτος κουφώματος (m)	Ύψος κουφώματος (m)	Εμβαδόν κουφώματος $A_w$ (m <sup>2</sup> )	Πλάτος υαλοπίνακα (m)	Ύψος υαλοπίνακα (m)	Εμβαδόν υαλοπίνακα $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Εμβαδόν πλαισίου $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$l_w$ (m)	$l_g$ (m)	$U_w$
A09	1,20	1,40	1,680	0,80	1,20	0,960	0,720	0,429	5,20	6,40	2,65
A14	1,20	1,30	1,560	0,80	1,10	0,880	0,680	0,436	5,00	6,00	2,65
A19	1,80	1,50	2,700	1,40	1,30	1,820	0,880	0,326	6,60	8,00	2,64
A23	1,20	1,25	1,500	0,80	1,05	0,840	0,660	0,440	4,90	5,80	2,65
A24	1,20	1,40	1,680	0,80	1,20	0,960	0,720	0,429	5,20	6,40	2,65
A29	1,20	1,30	1,560	0,80	1,10	0,880	0,680	0,436	5,00	6,00	2,65

10,680

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{max} = 3,20$  W/m<sup>2</sup>K

(Πίν.6, Παράρτημα Ι)

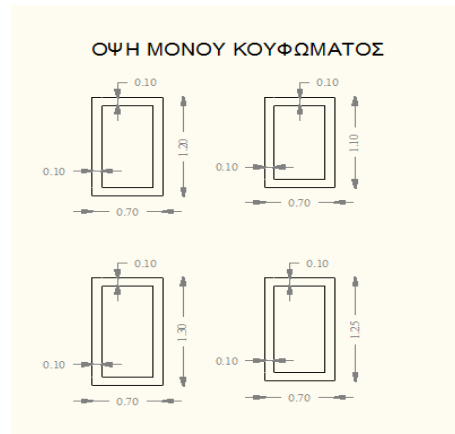
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει**

**$U_w \leq U_{max}$  ΙΣΧΥΕΙ**

**Δομικό στοιχείο:** Κουφώμα μονό, ανοιγόμενο  
**Κατασκευή:** Μεταλλικό με θερμοδιακοπή, με διπλή υάλωση  
**Ζώνη:** Α

**Πλαίσιο:** Μεταλλικό με θερμοδιακοπή  
**Υάλωση:** Διπλή, χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής 4-12-4  
**Θερμογέφυρες:**

Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_f = 2,0$  W/m<sup>2</sup>K (Πίν.11, Παράρτημα Ι)  
 Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_g = 2,6$  W/m<sup>2</sup>K (Πίν.12, Παράρτημα Ι)  
 Γραμμική θερμοπερατότητα  $\Psi_g = 0,08$  W/mK (Πίν.13, Παράρτημα Ι)



Αριθμός κουφώματος	Πλάτος κουφώματος (m)	Ύψος κουφώματος (m)	Εμβαδόν κουφώματος $A_w$ (m <sup>2</sup> )	Πλάτος υαλοπίνακα (m)	Ύψος υαλοπίνακα (m)	Εμβαδόν υαλοπίνακα $A_g$ (m <sup>2</sup> )	Εμβαδόν πλαισίου $A_f$ (m <sup>2</sup> )	$F_f = A_f/A_w$	$l_w$ (m)	$l_g$ (m)	$U_w$
A07	0,70	1,20	0,840	0,50	1,00	0,500	0,340	0,405	3,80	3,00	2,64
A08	0,70	1,20	0,840	0,50	1,00	0,500	0,340	0,405	3,80	3,00	2,64
A11	0,70	1,10	0,770	0,50	0,90	0,450	0,320	0,416	3,60	2,80	2,64
A12	0,70	1,10	0,770	0,50	0,90	0,450	0,320	0,416	3,60	2,80	2,64
A13	0,70	1,30	0,910	0,50	1,10	0,550	0,360	0,396	4,00	3,20	2,64
A20	0,70	1,25	0,875	0,50	1,05	0,525	0,350	0,400	3,90	3,10	2,64
A21	0,70	1,25	0,875	0,50	1,05	0,525	0,350	0,400	3,90	3,10	2,64
A22	0,70	1,25	0,875	0,50	1,05	0,525	0,350	0,400	3,90	3,10	2,64
A26	0,70	1,10	0,770	0,50	0,90	0,450	0,320	0,416	3,60	2,80	2,64
A27	0,70	1,10	0,770	0,50	0,90	0,450	0,320	0,416	3,60	2,80	2,64
A28	0,70	1,30	0,910	0,50	1,10	0,550	0,360	0,396	4,00	3,20	2,64

9,205  
50,885

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{max} = 3,20$  W/m<sup>2</sup>K (Πίν.6, Παράρτημα Ι)  
**ΑΠΑΙΤΗΣΗ: Πρέπει  $U_w \leq U_{max}$  ΙΣΧΥΕΙ**

**ΜΕΡΟΣ 4Α: Στοιχεία κελύφους - Κατακόρυφες αδιαφανείς επιφάνειες εκτεθειμένες.  
ΟΡΟΦΟΣ: Όλοι**

Ύψος ισογείου =	3,30	m
Ύψος ορόφου =	3,15	m
Ύψος ορόφου =	3,70	m

Τοίχοι	A <sub>ολ</sub>	A <sub>αν</sub>	A <sub>σκ</sub>	A <sub>τοιχ</sub>	U <sub>σκ</sub>	U <sub>τοιχ</sub>	ΣUA
B (ΙΣ)	44,220	3,980	9,900	30,340	0,57	0,50	20,813
B (1ος)	17,575	0,875	3,700	13,000	0,57	0,50	8,609
B (1ος)	27,248	3,250	6,300	17,698	0,57	0,50	12,440
<b>Σύνολο Β</b>	<b>89,043</b>	<b>8,105</b>	<b>19,900</b>	<b>61,038</b>			<b>41,862</b>
A (ΙΣ)	30,525	3,220	10,725	16,580	0,57	0,50	14,403
A (1ος)	27,090	3,220	9,450	14,420	0,57	0,50	12,597
<b>Σύνολο Α</b>	<b>57,615</b>	<b>6,440</b>	<b>20,175</b>	<b>31,000</b>			<b>27,000</b>
N (ΙΣ)	44,220	11,345	11,550	21,325	0,57	0,50	17,246
N (1ος)	16,650	6,000	2,775	7,875	0,57	0,50	5,519
N (1ος)	28,035	5,345	8,663	14,028	0,57	0,50	11,951
<b>Σύνολο Ν</b>	<b>88,905</b>	<b>22,690</b>	<b>22,988</b>	<b>43,228</b>			<b>34,717</b>
Δ (ΙΣ)	30,525	9,250	9,075	12,200	0,57	0,50	11,273
Δ (1ος)	18,685	2,700	7,400	8,585	0,57	0,50	8,511
Δ (1ος)	11,183	4,000	2,363	4,820	0,57	0,50	3,757
<b>Σύνολο Δ</b>	<b>60,393</b>	<b>15,950</b>	<b>18,838</b>	<b>25,605</b>			<b>23,540</b>
<b>Σύνολο</b>	<b>295,955</b>	<b>53,185</b>	<b>81,900</b>	<b>160,870</b>			<b>127,118</b>

Πόρτες (αδ.)	A <sub>ολ</sub>	A <sub>αν</sub>	A <sub>σκ</sub>	A <sub>τοιχ</sub>	U <sub>σκ</sub>	U <sub>αν</sub>	ΣUA
B (ΙΣ) - Α06	2,300	2,300	0,000	0,000	0,00	1,91	4,393
<b>Σύνολο</b>	<b>2,300</b>	<b>2,300</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>			<b>4,393</b>

Βλέπε σχέδια σελ. 107-110



**ΜΕΡΟΣ 4B: Στοιχεία κελύφους - Κατακόρυφες αδιαφανείς επιφάνειες σε έδαφος.**

Ύψος υπογείου = 3,15 m

<b>Τοίχοι</b>	$A_{ολ}$	$A_{αν}$	$A_{σκ}$	$A_{τοιχ}$	$U'_{σκ}$	$U'_{τοιχ}$	<b>ΣUA</b>
B (ΥΠ)	19,845	0,000	19,845	0,000	0,49	0,00	9,744
A (ΥΠ)	11,970	0,000	11,970	0,000	0,49	0,00	5,877
N (ΥΠ)	11,498	0,000	11,498	0,000	0,49	0,00	5,645
<b>Σύνολο</b>	<b>43,313</b>	<b>0,000</b>	<b>43,313</b>	<b>0,000</b>			<b>21,266</b>

**Υπολογισμός ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'_{TB}$**

$U'_{TB} = 0,49 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Πίν.9β, Παράρτημα Ι (με γραμμική παρεμβολή)

Βλέπε σχέδια σελ. 107-110

**ΜΕΡΟΣ 5Α: Στοιχεία κελύφους - Οριζόντιες αδιαφανείς επιφάνειες εκτεθειμένες.**

<b>Οροφές</b>	<b>A<sub>ολ</sub></b>	<b>A<sub>σκ</sub></b>	<b>U<sub>ορ</sub></b>	<b>ΣUA</b>
Ο (ΔΩΜ)	79,975	79,975	0,49	39,188
Ο (ΥΠ)	1,755	1,755	0,49	0,860
<b>Σύνολο</b>	<b>81,730</b>	<b>81,730</b>		<b>40,048</b>

**ΜΕΡΟΣ 5B: Στοιχεία κελύφους - Οριζόντιες αδιαφανείς επιφάνειες σε έδαφος.**

Δάπεδα	$A_{ολ}$	$A_{σκ}$	$U_{\Delta\Lambda\Pi}$	$\Sigma UA$
ΔΑΠ (ΥΠ)	42,675	42,675	0,294	12,546
<b>Σύνολο</b>	<b>42,675</b>	<b>42,675</b>		<b>12,546</b>

**Υπολογισμός ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U'_{FB}$**

Δάπεδα	$A_{ολ} (m^2)$	$\Pi (m)$	$B'=2*A/\Pi (m)$	
ΔΑΠ (ΥΠ)	42,675	13,750	6,207	
<b>Σύνολο</b>	<b>42,675</b>	<b>13,750</b>	<b>6,207</b>	
	0,297			Πίν.9α, Παράρτημα Ι (με γραμμική παρεμβολή)
	0,267			Πίν.9α, Παράρτημα Ι (με γραμμική παρεμβολή)
<b><math>U'_{FB} =</math></b>	<b>0,294</b>	<b><math>W/(m^2K)</math></b>		Πίν.9α, Παράρτημα Ι (με γραμμική παρεμβολή)

$A_{ολ}$ : Εμβαδόν πλάκας

$\Pi$ : Εκτεθειμένη περίμετρος πλάκας

$B'$ : Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας

**ΜΕΡΟΣ 6: Στοιχεία κελύφους - Διαφανείς επιφάνειες.**

<b>Ανοίγματα</b>	<b>A<sub>ολ</sub></b>	<b>A<sub>αν</sub></b>	<b>U<sub>αν</sub></b>	<b>ΣUA</b>
B (ΙΣ) A07	0,840	0,840	2,64	2,220
B (ΙΣ) A08	0,840	0,840	2,64	2,220
B (1ος) A20	0,875	0,875	2,64	2,313
B (1ος) A21	0,875	0,875	2,64	2,313
B (1ος) A22	0,875	0,875	2,64	2,313
B (1ος) A23	1,500	1,500	2,65	3,968
A (ΙΣ) A09	1,680	1,680	2,65	4,448
A (ΙΣ) A11	0,770	0,770	2,64	2,034
A (ΙΣ) A12	0,770	0,770	2,64	2,034
A (1ος) A24	1,680	1,680	2,65	4,448
A (1ος) A26	0,770	0,770	2,64	2,034
A (1ος) A27	0,770	0,770	2,64	2,034
N (ΙΣ) A10	2,875	2,875	2,66	7,641
N (ΙΣ) A13	0,910	0,910	2,64	2,406
N (ΙΣ) A14	1,560	1,560	2,65	4,128
N (ΙΣ) A16	6,000	6,000	2,64	15,816
N (1ος) A25	2,875	2,875	2,66	7,641
N (1ος) A28	0,910	0,910	2,64	2,406
N (1ος) A29	1,560	1,560	2,65	4,128
N (1ος) A31	6,000	6,000	2,64	15,816
Δ (ΙΣ) A05	5,250	5,250	2,64	13,854
Δ (ΙΣ) A15	4,000	4,000	2,65	10,584
Δ (1ος) A19	2,700	2,700	2,64	7,132
Δ (1ος) A30	4,000	4,000	2,65	10,584
<b>Σύνολο</b>	<b>50,885</b>	<b>50,885</b>		<b>134,515</b>

Βλέπε σχέδια σελ. 107-110

**ΜΕΡΟΣ 7Α: Στοιχεία κελύφους - Διαχωριστικές αδιαφανείς επιφάνειες.  
ΟΡΟΦΟΣ: Όλοι**

Ύψος υπογείου= 3,15 m

<b>Τοίχοι</b>	$A_{ολ}$	$A_{αν}$	$A_{σκ}$	$A_{τοιχ}$	$U_{σκ}$	$U_{τοιχ}$	<b>ΣUA</b>
Δ-ΕΣ (ΥΠ)	23,153	3,960	1,575	17,618	1,01	0,95	18,327
Α-ΕΣ (ΥΠ)	11,183	2,300	0,000	8,883	1,01	0,95	8,438
Ν-ΕΣ (ΥΠ)	8,820	1,840	0,000	6,980	1,01	0,95	6,631
<b>Σύνολο</b>	<b>43,155</b>	<b>8,100</b>	<b>1,575</b>	<b>33,480</b>			<b>33,397</b>

<b>Πόρτες (αδ.)</b>	$A_{ολ}$	$A_{αν}$	$A_{σκ}$	$A_{τοιχ}$	$U_{σκ}$	$U_{αν}$	<b>ΣUA</b>
Δ-ΕΣ (ΥΠ) - Α01	1,980	1,980	0,000	0,000	0,00	2,24	4,435
Δ-ΕΣ (ΥΠ) - Α02	1,980	1,980	0,000	0,000	0,00	2,24	4,435
Α-ΕΣ (ΥΠ) - Α04	2,300	2,300	0,000	0,000	0,00	2,24	5,152
Ν-ΕΣ (ΥΠ) - Α03	1,840	1,840	0,000	0,000	0,00	2,24	4,122
<b>Σύνολο</b>	<b>8,100</b>	<b>8,100</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>			<b>18,144</b>

<b>Δάπεδα</b>	$A_{ολ}$	$A_{αν}$	$A_{σκ}$	$A_{τοιχ}$	$U_{σκ}$	$U_{τοιχ}$	<b>ΣUA</b>
ΔΑΠ (ΙΣ)	37,388	0,000	37,388	0,000	0,98	0,00	36,640
<b>Σύνολο</b>	<b>37,388</b>	<b>0,000</b>	<b>37,388</b>	<b>0,000</b>			<b>36,640</b>

**Οροφές** Δεν υπάρχουν

Βλέπε σχέδια σελ. 107-110

**ΜΕΡΟΣ 7B: Στοιχεία κελύφους - Διαχωριστικές διαφανείς επιφάνειες.**

Δεν υπάρχουν

## 12. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΜΕΡΟΣ 8Α, 8Β, 8Γ)

Εξετάζονται και υπολογίζονται οι θερμογέφυρες του κτιρίου σε τρεις περιπτώσεις:

1. Θερμογέφυρες κτιρίου – Θερμομόνωση στον πυρήνα
2. Θερμογέφυρες κτιρίου – Θερμομόνωση εσωτερικά
3. Θερμογέφυρες κτιρίου – Θερμομόνωση εξωτερικά

### Θερμογέφυρες κτιρίου - Θερμομόνωση στον πυρήνα

#### ΜΕΡΟΣ 8Α: Στοιχεία θερμογεφυρών - Κατακόρυφες

α/α	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	K	Δ+N	ΕΣΓ-9	0,10	3,15	1	0,5	0,158	
2	υπόγειο	K	Δ	ΕΔΣ-3	0,25	3,15	2	0,5	0,788	
3	υπόγειο	K	Δ	ΕΞΓ-11	-0,20	3,15	1	0,5	-0,315	
4	υπόγειο	K	Δ	ΕΞΓ-13	0,00	3,15	1	0,5	0,000	
5	υπόγειο	K	B+A	ΕΞΓ-12	0,05	3,15	1	0,5	0,079	
6	υπόγειο	K	A	ΕΔΣ-3	0,25	3,15	1	0,5	0,394	
7	υπόγειο	K	A+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	1	0,5	-0,158	
8	υπόγειο	K	N	ΕΔΣ-5	0,35	3,15	1	0,5	0,551	1,496
9	ισόγειο	K	B+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	1	1,0	-0,330	
10	ισόγειο	K	B+Δ	ΕΣΓ-17	0,20	3,30	1	1,0	0,660	
11	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-3	0,25	3,30	2	1,0	1,650	
12	ισόγειο	K	B+A	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	2	1,0	-0,660	
13	ισόγειο	K	B+A	ΕΣΓ-9	0,10	3,30	1	1,0	0,330	
14	ισόγειο	K	A	ΕΔΣ-3	0,25	3,30	1	1,0	0,825	
15	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-5	0,35	3,30	1	1,0	1,155	
16	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-4	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
17	ισόγειο	K	A+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	2	1,0	-0,660	
18	ισόγειο	K	N	ΕΔΣ-3	0,25	3,30	1	1,0	0,825	
19	ισόγειο	K	A+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,30	1	1,0	0,165	
20	ισόγειο	K	N+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	2	1,0	-0,660	
21	ισόγειο	K	N	ΕΔΣ-4	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
22	ισόγειο	K	Δ+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,30	1	1,0	0,165	4,455
23	όροφος	K	B+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,70	1	1,0	-0,370	
24	όροφος	K	B	ΕΔΣ-3	0,25	3,70	3	1,0	2,775	
25	όροφος	K	B+A	ΕΞΓ-2	-0,10	3,70	1	1,0	-0,370	
26	όροφος	K	B+A	ΕΣΓ-10	0,10	3,70	1	1,0	0,370	
27	όροφος	K	B+A	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	1	1,0	-0,315	
28	όροφος	K	B	ΕΔΣ-4	0,15	3,15	3	1,0	1,418	
29	όροφος	K	A+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	2	1,0	-0,630	
30	όροφος	K	N	ΕΔΣ-3	0,25	3,15	1	1,0	0,788	
31	όροφος	K	N	ΕΔΣ-4	0,15	3,15	1	1,0	0,473	
32	όροφος	K	A+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,15	1	1,0	0,158	
33	όροφος	K	N+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	1	1,0	-0,315	
34	όροφος	K	Δ	ΕΔΣ-3	0,25	3,15	2	1,0	1,575	
35	όροφος	K	Δ+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,70	1	1,0	0,185	
36	όροφος	K	Δ+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,70	1	1,0	-0,370	5,370

**Σύνολο κατακόρυφων: 11,321**

Βλέπε σχέδια σελ. 121-126



**ΜΕΡΟΣ 8B: Στοιχεία θερμογεφυρών - Οριζόντιες**

a/a	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	Ο	πάνω Β	Δ-1	-0,25	2,70	1	1,0	-0,675	
2	υπόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔ-10	0,60	6,30	1	1,0	3,780	
3	υπόγειο	Ο	πάνω Δ	Δ-1	-0,25	0,65	1	1,0	-0,163	
4	υπόγειο	Ο	μέση Α	ΠΡ-4	0,50	2,30	1	0,5	0,575	
5	υπόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔ-10	0,60	7,35	1	0,5	2,205	
6	υπόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	2,00	1	0,5	0,500	
7	υπόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔ-10	0,60	6,45	1	0,5	1,935	
8	υπόγειο	Ο	μέση Δ	ΠΡ-4	0,50	3,30	1	0,5	0,825	
9	υπόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔ-10	0,60	5,85	1	0,5	1,755	10,738
10	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-9	0,25	4,75	1	0,5	0,594	
11	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-23	1,10	1,25	1	0,5	0,688	
12	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-23	1,10	0,65	1	1,0	0,715	
13	ισόγειο	Ο	μέση Β	ΠΡ-4	0,50	1,70	1	1,0	0,850	
14	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-23	1,10	2,70	1	1,0	2,970	
15	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-23	1,10	0,65	1	1,0	0,715	
16	ισόγειο	Ο	μέση Β	ΠΡ-4	0,50	2,55	1	1,0	1,275	
17	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-9	0,25	3,50	1	1,0	0,875	
18	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-9	0,25	2,45	1	0,5	0,306	
19	ισόγειο	Ο	μέση Α	ΠΡ-4	0,50	1,60	1	1,0	0,800	
20	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-9	0,25	3,80	1	0,5	0,475	
21	ισόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	0,40	1	1,0	0,200	
22	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-23	1,10	2,30	1	0,5	1,265	
23	ισόγειο	Ο	μέση Α	ΠΡ-4	0,50	1,40	1	1,0	0,700	
24	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-23	1,10	3,55	1	1,0	3,905	
25	ισόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	2,70	1	1,0	1,350	
26	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-9	0,25	3,65	1	1,0	0,913	
27	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-9	0,25	2,95	1	0,5	0,369	
28	ισόγειο	Ο	μέση Δ	ΠΡ-4	0,50	1,25	1	1,0	0,625	
29	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-23	1,10	1,50	1	0,5	0,825	
30	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-23	1,10	2,05	1	1,0	2,255	
31	ισόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	1,35	1	1,0	0,675	
32	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-23	1,10	4,50	1	0,5	2,475	
33	ισόγειο	Ο	μέση Δ	ΠΡ-4	0,50	0,95	1	1,0	0,475	
34	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-23	1,10	5,05	1	0,5	2,778	29,071
35	όροφος	Ο	πάνω Β	Δ-31	0,45	4,75	1	1,0	2,138	
36	όροφος	Ο	μέση Β	ΠΡ-4	0,50	3,05	1	1,0	1,525	
37	όροφος	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-10	0,45	4,75	1	1,0	2,138	
38	όροφος	Ο	πάνω Α	Δ-31	0,45	1,25	1	1,0	0,563	
39	όροφος	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-10	0,45	1,25	1	1,0	0,563	
40	όροφος	Ο	πάνω Β	Δ-31	0,45	8,65	1	1,0	3,893	
41	όροφος	Ο	μέση Β	ΠΡ-4	0,50	4,05	1	1,0	2,025	
42	όροφος	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-10	0,45	8,65	1	1,0	3,893	
43	όροφος	Ο	πάνω Α	Δ-31	0,45	3,80	1	1,0	1,710	
44	όροφος	Ο	μέση Α	ΠΡ-4	0,50	1,60	1	1,0	0,800	
45	όροφος	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-10	0,45	3,80	1	1,0	1,710	
46	όροφος	Ο	πάνω Ν	Δ-31	0,45	2,30	1	1,0	1,035	
47	όροφος	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	0,40	1	1,0	0,200	
48	όροφος	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-24	1,25	2,30	1	1,0	2,875	
49	όροφος	Ο	πάνω Α	Δ-31	0,45	3,60	1	1,0	1,620	
50	όροφος	Ο	μέση Α	ΠΡ-4	0,50	1,45	1	1,0	0,725	
51	όροφος	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-24	1,25	3,60	1	1,0	4,500	
52	όροφος	Ο	πάνω Ν	Δ-31	0,45	6,60	1	1,0	2,970	
53	όροφος	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	2,70	1	1,0	1,350	
54	όροφος	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-10	0,45	6,60	1	1,0	2,970	
55	όροφος	Ο	πάνω Δ	Δ-31	0,45	3,60	1	1,0	1,620	
56	όροφος	Ο	μέση Δ	ΠΡ-4	0,50	1,25	1	1,0	0,625	
57	όροφος	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-24	1,25	3,60	1	1,0	4,500	
58	όροφος	Ο	πάνω Ν	Δ-31	0,45	4,50	1	1,0	2,025	
59	όροφος	Ο	μέση Ν	ΠΡ-4	0,50	1,35	1	1,0	0,675	
60	όροφος	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-24	1,25	4,50	1	1,0	5,625	
61	όροφος	Ο	πάνω Δ	Δ-31	0,45	5,05	1	1,0	2,273	
62	όροφος	Ο	μέση Δ	ΠΡ-4	0,50	1,25	1	1,0	0,625	
63	όροφος	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-10	0,45	5,05	1	1,0	2,273	59,440
<b>Σύνολο οριζόντιων:</b>									<b>99,249</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 130-132

**ΜΕΡΟΣ 8Γ: Στοιχεία θερμογεφυρών - Κουφωμάτων**

α/α	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ*l*b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	A04	A	Λ-8	0,25	2,30	2	0,5	0,575	
2	υπόγειο	A03	N	Λ-5	0,00	2,30	2	0,5	0,000	
3	υπόγειο	A01	Δ	Λ-5	0,00	2,20	2	0,5	0,000	
4	υπόγειο	A02	Δ	Λ-5	0,00	2,20	2	0,5	0,000	
5	υπόγειο	A04	A	AK-8	0,65	1,00	1	0,5	0,325	
6	υπόγειο	A03	N	AK-5	0,55	0,80	1	0,5	0,220	
7	υπόγειο	A01	Δ	AK-5	0,55	0,90	1	0,5	0,248	
8	υπόγειο	A02	Δ	AK-5	0,55	0,90	1	0,5	0,248	1,615
9	ισόγειο	A06	B	Λ-5	0,00	2,30	2	1,0	0,000	
10	ισόγειο	A07-A08	B	Λ-5	0,00	1,20	4	1,0	0,000	
11	ισόγειο	A09	A	Λ-5	0,00	1,40	2	1,0	0,000	
12	ισόγειο	A10	N	Λ-5	0,00	2,50	2	1,0	0,000	
13	ισόγειο	A11-A12	A	Λ-5	0,00	1,10	4	1,0	0,000	
14	ισόγειο	A13-A14	N	Λ-5	0,00	1,30	4	1,0	0,000	
15	ισόγειο	A05-A15	Δ	Λ-5	0,00	2,50	4	1,0	0,000	
16	ισόγειο	A16	N	Λ-5	0,00	2,50	2	1,0	0,000	
17	ισόγειο	A06	B	AK-5	0,55	1,00	1	1,0	0,550	
18	ισόγειο	A07-A08	B	AK-5	0,55	0,70	4	1,0	1,540	
19	ισόγειο	A09	A	AK-5	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
20	ισόγειο	A10	N	AK-5	0,55	1,15	1	1,0	0,633	
21	ισόγειο	A11-A12	A	AK-5	0,55	0,70	4	1,0	1,540	
22	ισόγειο	A13	N	AK-5	0,55	0,70	2	1,0	0,770	
23	ισόγειο	A14	N	AK-5	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
24	ισόγειο	A15	Δ	AK-5	0,55	1,60	1	1,0	0,880	
25	ισόγειο	A16	N	AK-5	0,55	2,40	1	1,0	1,320	
26	ισόγειο	A05	Δ	AK-5	0,55	2,10	1	1,0	1,155	11,028
27	όροφος	A20-A21	B	Λ-5	0,00	1,25	4	1,0	0,000	
28	όροφος	A22-A23	B	Λ-5	0,00	1,25	4	1,0	0,000	
29	όροφος	A24	A	Λ-5	0,00	1,40	2	1,0	0,000	
30	όροφος	A25	N	Λ-5	0,00	2,50	2	1,0	0,000	
31	όροφος	A26-A27	A	Λ-5	0,00	1,10	4	1,0	0,000	
32	όροφος	A28-A29	N	Λ-5	0,00	1,30	4	1,0	0,000	
33	όροφος	A30	Δ	Λ-5	0,00	2,50	2	1,0	0,000	
34	όροφος	A31	N	Λ-5	0,00	2,50	2	1,0	0,000	
35	όροφος	A19	Δ	Λ-5	0,00	1,50	2	1,0	0,000	
36	όροφος	A20-A21-A22	B	AK-5	0,55	0,70	6	1,0	2,310	
37	όροφος	A23	B	AK-5	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
38	όροφος	A24	A	AK-5	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
39	όροφος	A25	N	AK-5	0,55	1,15	1	1,0	0,633	
40	όροφος	A26-A27	A	AK-5	0,55	0,70	4	1,0	1,540	
41	όροφος	A28	N	AK-5	0,55	0,70	2	1,0	0,770	
42	όροφος	A29	N	AK-5	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
43	όροφος	A30	Δ	AK-5	0,55	1,60	1	1,0	0,880	
44	όροφος	A31	N	AK-5	0,55	2,40	1	1,0	1,320	
45	όροφος	A19	Δ	AK-5	0,55	1,80	2	1,0	1,980	13,393
<b>Σύνολο κουφωμάτων:</b>									<b>26,035</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 127-129

Ψ: συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας (πίνακες 16α-16λ, Παράρτημα Ι)

l: μήκος

Σ (Ψ\*l\*b): θερμικές απώλειες κατά μήκος μίας θερμογέφυρας

**Θερμογέφυρες κτιρίου - Θερμομόνωση εσωτερικά**

**ΜΕΡΟΣ 8Α: Στοιχεία θερμογεφυρών - Κατακόρυφες**

α/α	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	K	Δ+N	ΕΣΓ-5	0,15	3,15	1	0,5	0,236	
2	υπόγειο	K	Δ	ΕΔΣ-2	0,00	3,15	2	0,5	0,000	
3	υπόγειο	K	Δ	ΕΞΓ-6	-0,25	3,15	1	0,5	-0,394	
4	υπόγειο	K	Δ	ΕΞΓ-9	-0,30	3,15	1	0,5	-0,473	
5	υπόγειο	K	B+A	ΕΞΓ-8	-0,30	3,15	1	0,5	-0,473	
6	υπόγειο	K	A	ΕΔΣ-2	0,00	3,15	1	0,5	0,000	
7	υπόγειο	K	A+N	ΕΞΓ-7	-0,35	3,15	1	0,5	-0,551	
8	υπόγειο	K	N	ΕΔΣ-5	0,35	3,15	1	0,5	0,551	-1,103
9	ισόγειο	K	B+Δ	ΕΞΓ-7	-0,35	3,30	1	1,0	-1,155	
10	ισόγειο	K	B+Δ	ΕΣΓ-17	0,20	3,30	1	1,0	0,660	
11	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-2	0,00	3,30	2	1,0	0,000	
12	ισόγειο	K	B+A	ΕΞΓ-7	-0,35	3,30	2	1,0	-2,310	
13	ισόγειο	K	B+A	ΕΣΓ-5	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
14	ισόγειο	K	A	ΕΔΣ-2	0,00	3,30	1	1,0	0,000	
15	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-5	0,35	3,30	1	1,0	1,155	
16	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-4	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
17	ισόγειο	K	A+N	ΕΞΓ-7	-0,35	3,30	2	1,0	-2,310	
18	ισόγειο	K	N	ΕΔΣ-2	0,00	3,30	1	1,0	0,000	
19	ισόγειο	K	A+N	ΕΣΓ-6	0,25	3,30	1	1,0	0,825	
20	ισόγειο	K	N+Δ	ΕΞΓ-7	-0,35	3,30	2	1,0	-2,310	
21	ισόγειο	K	N	ΕΔΣ-4	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
22	ισόγειο	K	Δ+N	ΕΣΓ-6	0,25	3,30	1	1,0	0,825	-3,135
23	όροφος	K	B+Δ	ΕΞΓ-7	-0,35	3,70	1	1,0	-1,295	
24	όροφος	K	B	ΕΔΣ-2	0,00	3,70	3	1,0	0,000	
25	όροφος	K	B+A	ΕΞΓ-7	-0,35	3,70	1	1,0	-1,295	
26	όροφος	K	B+A	ΕΣΓ-7	0,25	3,70	1	1,0	0,925	
27	όροφος	K	B+A	ΕΞΓ-7	-0,35	3,15	1	1,0	-1,103	
28	όροφος	K	B	ΕΔΣ-4	0,15	3,15	3	1,0	1,418	
29	όροφος	K	A+N	ΕΞΓ-7	-0,35	3,15	2	1,0	-2,205	
30	όροφος	K	N	ΕΔΣ-2	0,00	3,15	1	1,0	0,000	
31	όροφος	K	N	ΕΔΣ-4	0,15	3,15	1	1,0	0,473	
32	όροφος	K	A+N	ΕΣΓ-6	0,25	3,15	1	1,0	0,788	
33	όροφος	K	N+Δ	ΕΞΓ-7	-0,35	3,15	1	1,0	-1,103	
34	όροφος	K	Δ	ΕΔΣ-2	0,00	3,15	2	1,0	0,000	
35	όροφος	K	Δ+N	ΕΣΓ-6	0,25	3,70	1	1,0	0,925	
36	όροφος	K	Δ+N	ΕΞΓ-7	-0,35	3,70	1	1,0	-1,295	-3,768
<b>Σύνολο κατακόρυφων:</b>									<b>-8,005</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 121-126

**ΜΕΡΟΣ 8B: Στοιχεία θερμογεφυρών - Οριζόντιες**

a/a	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	O	πάνω B	Δ-1	-0,25	2,70	1	1,0	-0,675	
2	υπόγειο	O	κάτω B	ΕΔ-2	-0,05	6,30	1	1,0	-0,315	
3	υπόγειο	O	πάνω Δ	Δ-1	-0,25	0,65	1	1,0	-0,163	
4	υπόγειο	O	μέση A	ΠΡ-2	0,00	2,30	1	0,5	0,000	
5	υπόγειο	O	κάτω A	ΕΔ-2	-0,05	7,35	1	0,5	-0,184	
6	υπόγειο	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	2,00	1	0,5	0,000	
7	υπόγειο	O	κάτω N	ΕΔ-2	-0,05	6,45	1	0,5	-0,161	
8	υπόγειο	O	μέση Δ	ΠΡ-2	0,00	3,30	1	0,5	0,000	
9	υπόγειο	O	κάτω Δ	ΕΔ-2	-0,05	5,85	1	0,5	-0,146	-1,644
10	ισόγειο	O	κάτω B	ΕΔΠ-6	1,00	4,75	1	0,5	2,375	
11	ισόγειο	O	κάτω A	ΕΔΠ-20	1,00	1,25	1	0,5	0,625	
12	ισόγειο	O	κάτω A	ΕΔΠ-20	1,00	0,65	1	1,0	0,650	
13	ισόγειο	O	μέση B	ΠΡ-2	0,00	1,70	1	1,0	0,000	
14	ισόγειο	O	κάτω B	ΕΔΠ-20	1,00	2,70	1	1,0	2,700	
15	ισόγειο	O	κάτω Δ	ΕΔΠ-20	1,00	0,65	1	1,0	0,650	
16	ισόγειο	O	μέση B	ΠΡ-2	0,00	2,55	1	1,0	0,000	
17	ισόγειο	O	κάτω B	ΕΔΠ-6	1,00	3,50	1	1,0	3,500	
18	ισόγειο	O	κάτω B	ΕΔΠ-6	1,00	2,45	1	0,5	1,225	
19	ισόγειο	O	μέση A	ΠΡ-2	0,00	1,60	1	1,0	0,000	
20	ισόγειο	O	κάτω A	ΕΔΠ-6	1,00	3,80	1	0,5	1,900	
21	ισόγειο	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	0,40	1	1,0	0,000	
22	ισόγειο	O	κάτω N	ΕΔΠ-20	1,00	2,30	1	0,5	1,150	
23	ισόγειο	O	μέση A	ΠΡ-2	0,00	1,40	1	1,0	0,000	
24	ισόγειο	O	κάτω A	ΕΔΠ-20	1,00	3,55	1	1,0	3,550	
25	ισόγειο	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	2,70	1	1,0	0,000	
26	ισόγειο	O	κάτω N	ΕΔΠ-6	1,00	3,65	1	1,0	3,650	
27	ισόγειο	O	κάτω N	ΕΔΠ-6	1,00	2,95	1	0,5	1,475	
28	ισόγειο	O	μέση Δ	ΠΡ-2	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
29	ισόγειο	O	κάτω Δ	ΕΔΠ-20	1,00	1,50	1	0,5	0,750	
30	ισόγειο	O	κάτω Δ	ΕΔΠ-20	1,00	2,05	1	1,0	2,050	
31	ισόγειο	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	1,35	1	1,0	0,000	
32	ισόγειο	O	κάτω N	ΕΔΠ-20	1,00	4,50	1	0,5	2,250	
33	ισόγειο	O	μέση Δ	ΠΡ-2	0,00	0,95	1	1,0	0,000	
34	ισόγειο	O	κάτω Δ	ΕΔΠ-20	1,00	5,05	1	0,5	2,525	31,025
35	όροφος	O	πάνω B	Δ-3	-0,30	4,75	1	1,0	-1,425	
36	όροφος	O	μέση B	ΠΡ-2	0,00	3,05	1	1,0	0,000	
37	όροφος	O	κάτω B	ΕΔΠ-7	0,95	4,75	1	1,0	4,513	
38	όροφος	O	πάνω A	Δ-3	-0,30	1,25	1	1,0	-0,375	
39	όροφος	O	κάτω A	ΕΔΠ-7	0,95	1,25	1	1,0	1,188	
40	όροφος	O	πάνω B	Δ-3	-0,30	8,65	1	1,0	-2,595	
41	όροφος	O	μέση B	ΠΡ-2	0,00	4,05	1	1,0	0,000	
42	όροφος	O	κάτω B	ΕΔΠ-7	0,95	8,65	1	1,0	8,218	
43	όροφος	O	πάνω A	Δ-3	-0,30	3,80	1	1,0	-1,140	
44	όροφος	O	μέση A	ΠΡ-2	0,00	1,60	1	1,0	0,000	
45	όροφος	O	κάτω A	ΕΔΠ-7	0,95	3,80	1	1,0	3,610	
46	όροφος	O	πάνω N	Δ-3	-0,30	2,30	1	1,0	-0,690	
47	όροφος	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	0,40	1	1,0	0,000	
48	όροφος	O	κάτω N	ΕΔΠ-21	0,95	2,30	1	1,0	2,185	
49	όροφος	O	πάνω A	Δ-3	-0,30	3,60	1	1,0	-1,080	
50	όροφος	O	μέση A	ΠΡ-2	0,00	1,45	1	1,0	0,000	
51	όροφος	O	κάτω A	ΕΔΠ-21	0,95	3,60	1	1,0	3,420	
52	όροφος	O	πάνω N	Δ-3	-0,30	6,60	1	1,0	-1,980	
53	όροφος	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	2,70	1	1,0	0,000	
54	όροφος	O	κάτω N	ΕΔΠ-7	0,95	6,60	1	1,0	6,270	
55	όροφος	O	πάνω Δ	Δ-3	-0,30	3,60	1	1,0	-1,080	
56	όροφος	O	μέση Δ	ΠΡ-2	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
57	όροφος	O	κάτω Δ	ΕΔΠ-21	0,95	3,60	1	1,0	3,420	
58	όροφος	O	πάνω N	Δ-3	-0,30	4,50	1	1,0	-1,350	
59	όροφος	O	μέση N	ΠΡ-2	0,00	1,35	1	1,0	0,000	
60	όροφος	O	κάτω N	ΕΔΠ-21	0,95	4,50	1	1,0	4,275	
61	όροφος	O	πάνω Δ	Δ-3	-0,30	5,05	1	1,0	-1,515	
62	όροφος	O	μέση Δ	ΠΡ-2	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
63	όροφος	O	κάτω Δ	ΕΔΠ-7	0,95	5,05	1	1,0	4,798	28,665
<b>Σύνολο οριζόντιων:</b>									<b>58,046</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 130-132

**ΜΕΡΟΣ 8Γ: Στοιχεία θερμογεφυρών - Κουφωμάτων**

α/α	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	A04	A	Λ-9	0,00	2,30	2	0,5	0,000	
2	υπόγειο	A03	N	Λ-6	0,15	2,30	2	0,5	0,345	
3	υπόγειο	A01	Δ	Λ-6	0,15	2,20	2	0,5	0,330	
4	υπόγειο	A02	Δ	Λ-6	0,15	2,20	2	0,5	0,330	
5	υπόγειο	A04	A	AK-9	0,00	1,00	1	0,5	0,000	
6	υπόγειο	A03	N	AK-6	0,35	0,80	1	0,5	0,140	
7	υπόγειο	A01	Δ	AK-6	0,35	0,90	1	0,5	0,158	
8	υπόγειο	A02	Δ	AK-6	0,35	0,90	1	0,5	0,158	1,460
9	ισόγειο	A06	B	Λ-6	0,15	2,30	2	1,0	0,690	
10	ισόγειο	A07-A08	B	Λ-6	0,15	1,20	4	1,0	0,720	
11	ισόγειο	A09	A	Λ-6	0,15	1,40	2	1,0	0,420	
12	ισόγειο	A10	N	Λ-6	0,15	2,50	2	1,0	0,750	
13	ισόγειο	A11-A12	A	Λ-6	0,15	1,10	4	1,0	0,660	
14	ισόγειο	A13-A14	N	Λ-6	0,15	1,30	4	1,0	0,780	
15	ισόγειο	A05-A15	Δ	Λ-6	0,15	2,50	4	1,0	1,500	
16	ισόγειο	A16	N	Λ-6	0,15	2,50	2	1,0	0,750	
17	ισόγειο	A06	B	AK-6	0,35	1,00	1	1,0	0,350	
18	ισόγειο	A07-A08	B	AK-6	0,35	0,70	4	1,0	0,980	
19	ισόγειο	A09	A	AK-6	0,35	1,20	2	1,0	0,840	
20	ισόγειο	A10	N	AK-6	0,35	1,15	1	1,0	0,403	
21	ισόγειο	A11-A12	A	AK-6	0,35	0,70	4	1,0	0,980	
22	ισόγειο	A13	N	AK-6	0,35	0,70	2	1,0	0,490	
23	ισόγειο	A14	N	AK-6	0,35	1,20	2	1,0	0,840	
24	ισόγειο	A15	Δ	AK-6	0,35	1,60	1	1,0	0,560	
25	ισόγειο	A16	N	AK-6	0,35	2,40	1	1,0	0,840	
26	ισόγειο	A05	Δ	AK-6	0,35	2,10	1	1,0	0,735	13,288
27	όροφος	A20-A21	B	Λ-6	0,15	1,25	4	1,0	0,750	
28	όροφος	A22-A23	B	Λ-6	0,15	1,25	4	1,0	0,750	
29	όροφος	A24	A	Λ-6	0,15	1,40	2	1,0	0,420	
30	όροφος	A25	N	Λ-6	0,15	2,50	2	1,0	0,750	
31	όροφος	A26-A27	A	Λ-6	0,15	1,10	4	1,0	0,660	
32	όροφος	A28-A29	N	Λ-6	0,11	1,30	4	1,0	0,546	
33	όροφος	A30	Δ	Λ-6	0,15	2,50	2	1,0	0,750	
34	όροφος	A31	N	Λ-6	0,15	2,50	2	1,0	0,750	
35	όροφος	A19	Δ	Λ-6	0,15	1,50	2	1,0	0,450	
36	όροφος	A20-A21-A22	B	AK-6	0,35	0,70	6	1,0	1,470	
37	όροφος	A23	B	AK-6	0,35	1,20	2	1,0	0,840	
38	όροφος	A24	A	AK-6	0,35	1,20	2	1,0	0,840	
39	όροφος	A25	N	AK-6	0,35	1,15	1	1,0	0,403	
40	όροφος	A26-A27	A	AK-6	0,35	0,70	4	1,0	0,980	
41	όροφος	A28	N	AK-6	0,35	0,70	2	1,0	0,490	
42	όροφος	A29	N	AK-6	0,35	1,20	2	1,0	0,840	
43	όροφος	A30	Δ	AK-6	0,35	1,60	1	1,0	0,560	
44	όροφος	A31	N	AK-6	0,35	2,40	1	1,0	0,840	
45	όροφος	A19	Δ	AK-6	0,35	1,80	2	1,0	1,260	14,349
<b>Σύνολο κουφωμάτων:</b>									<b>29,096</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 127-129

Ψ: συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας (πίνακες 16α-16λ, Παράρτημα Ι)

l: μήκος

Σ (Ψ×l×b): θερμικές απώλειες κατά μήκος μίας θερμογέφυρας

**Θερμογέφυρες κτιρίου - Θερμομόνωση εξωτερικά**

**ΜΕΡΟΣ 8Α: Στοιχεία θερμογεφυρών - Κατακόρυφες**

α/α	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	K	Δ+N	ΕΣΓ-1	0,05	3,15	1	0,5	0,079	
2	υπόγειο	K	Δ	ΕΔΣ-1	0,00	3,15	2	0,5	0,000	
3	υπόγειο	K	Δ	ΕΞΓ-1	-0,15	3,15	1	0,5	-0,236	
4	υπόγειο	K	Δ	ΕΞΓ-4	-0,15	3,15	1	0,5	-0,236	
5	υπόγειο	K	B+A	ΕΞΓ-3	-0,10	3,15	1	0,5	-0,158	
6	υπόγειο	K	A	ΕΔΣ-1	0,00	3,15	1	0,5	0,000	
7	υπόγειο	K	A+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	1	0,5	-0,158	
8	υπόγειο	K	N	ΕΔΣ-5	0,35	3,15	1	0,5	0,551	-0,158
9	ισόγειο	K	B+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	1	1,0	-0,330	
10	ισόγειο	K	B+Δ	ΕΣΓ-17	0,20	3,30	1	1,0	0,660	
11	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-1	0,00	3,30	2	1,0	0,000	
12	ισόγειο	K	B+A	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	2	1,0	-0,660	
13	ισόγειο	K	B+A	ΕΣΓ-1	0,05	3,30	1	1,0	0,165	
14	ισόγειο	K	A	ΕΔΣ-1	0,00	3,30	1	1,0	0,000	
15	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-5	0,35	3,30	1	1,0	1,155	
16	ισόγειο	K	B	ΕΔΣ-4	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
17	ισόγειο	K	A+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	2	1,0	-0,660	
18	ισόγειο	K	N	ΕΔΣ-1	0,00	3,30	1	1,0	0,000	
19	ισόγειο	K	A+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,30	1	1,0	0,165	
20	ισόγειο	K	N+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,30	2	1,0	-0,660	
21	ισόγειο	K	N	ΕΔΣ-4	0,15	3,30	1	1,0	0,495	
22	ισόγειο	K	Δ+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,30	1	1,0	0,165	0,990
23	όροφος	K	B+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,70	1	1,0	-0,370	
24	όροφος	K	B	ΕΔΣ-1	0,00	3,70	3	1,0	0,000	
25	όροφος	K	B+A	ΕΞΓ-2	-0,10	3,70	1	1,0	-0,370	
26	όροφος	K	B+A	ΕΣΓ-3	0,05	3,70	1	1,0	0,185	
27	όροφος	K	B+A	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	1	1,0	-0,315	
28	όροφος	K	B	ΕΔΣ-4	0,15	3,15	3	1,0	1,418	
29	όροφος	K	A+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	2	1,0	-0,630	
30	όροφος	K	N	ΕΔΣ-1	0,00	3,15	1	1,0	0,000	
31	όροφος	K	N	ΕΔΣ-4	0,15	3,15	1	1,0	0,473	
32	όροφος	K	A+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,15	1	1,0	0,158	
33	όροφος	K	N+Δ	ΕΞΓ-2	-0,10	3,15	1	1,0	-0,315	
34	όροφος	K	Δ	ΕΔΣ-1	0,00	3,15	2	1,0	0,000	
35	όροφος	K	Δ+N	ΕΣΓ-2	0,05	3,70	1	1,0	0,185	
36	όροφος	K	Δ+N	ΕΞΓ-2	-0,10	3,70	1	1,0	-0,370	0,047
<b>Σύνολο κατακόρυφων:</b>									<b>0,880</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 121-126

**ΜΕΡΟΣ 8B: Στοιχεία θερμογεφυρών - Οριζόντιες**

a/a	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ×l×b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	Ο	πάνω Β	Δ-19	0,25	2,70	1	1,0	0,675	
2	υπόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔ-9	0,65	6,30	1	1,0	4,095	
3	υπόγειο	Ο	πάνω Δ	Δ-19	0,25	0,65	1	1,0	0,163	
4	υπόγειο	Ο	μέση Α	ΠΡ-1	0,00	2,30	1	0,5	0,000	
5	υπόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔ-9	0,65	7,35	1	0,5	2,389	
6	υπόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	2,00	1	0,5	0,000	
7	υπόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔ-9	0,65	6,45	1	0,5	2,096	
8	υπόγειο	Ο	μέση Δ	ΠΡ-1	0,00	3,30	1	0,5	0,000	
9	υπόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔ-9	0,65	5,85	1	0,5	1,901	11,319
10	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-2	0,00	4,75	1	0,5	0,000	
11	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-16	1,05	1,25	1	0,5	0,656	
12	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-16	1,05	0,65	1	1,0	0,683	
13	ισόγειο	Ο	μέση Β	ΠΡ-1	0,00	1,70	1	1,0	0,000	
14	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-16	1,05	2,70	1	1,0	2,835	
15	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-16	1,05	0,65	1	1,0	0,683	
16	ισόγειο	Ο	μέση Β	ΠΡ-1	0,00	2,55	1	1,0	0,000	
17	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-2	0,00	3,50	1	1,0	0,000	
18	ισόγειο	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-2	0,00	2,45	1	0,5	0,000	
19	ισόγειο	Ο	μέση Α	ΠΡ-1	0,00	1,60	1	1,0	0,000	
20	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-2	0,00	3,80	1	0,5	0,000	
21	ισόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	0,40	1	1,0	0,000	
22	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-16	1,05	2,30	1	0,5	1,208	
23	ισόγειο	Ο	μέση Α	ΠΡ-1	0,00	1,40	1	1,0	0,000	
24	ισόγειο	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-16	1,05	3,55	1	1,0	3,728	
25	ισόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	2,70	1	1,0	0,000	
26	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-2	0,00	3,65	1	1,0	0,000	
27	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-2	0,00	2,95	1	0,5	0,000	
28	ισόγειο	Ο	μέση Δ	ΠΡ-1	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
29	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-16	1,05	1,50	1	0,5	0,788	
30	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-16	1,05	2,05	1	1,0	2,153	
31	ισόγειο	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	1,35	1	1,0	0,000	
32	ισόγειο	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-16	1,05	4,50	1	0,5	2,363	
33	ισόγειο	Ο	μέση Δ	ΠΡ-1	0,00	0,95	1	1,0	0,000	
34	ισόγειο	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-16	1,05	5,05	1	0,5	2,651	17,745
35	όροφος	Ο	πάνω Β	Δ-21	0,25	4,75	1	1,0	1,188	
36	όροφος	Ο	μέση Β	ΠΡ-1	0,00	3,05	1	1,0	0,000	
37	όροφος	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-3	0,00	4,75	1	1,0	0,000	
38	όροφος	Ο	πάνω Α	Δ-21	0,25	1,25	1	1,0	0,313	
39	όροφος	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-3	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
40	όροφος	Ο	πάνω Β	Δ-21	0,25	8,65	1	1,0	2,163	
41	όροφος	Ο	μέση Β	ΠΡ-1	0,00	4,05	1	1,0	0,000	
42	όροφος	Ο	κάτω Β	ΕΔΠ-3	0,00	8,65	1	1,0	0,000	
43	όροφος	Ο	πάνω Α	Δ-21	0,25	3,80	1	1,0	0,950	
44	όροφος	Ο	μέση Α	ΠΡ-1	0,00	1,60	1	1,0	0,000	
45	όροφος	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-3	0,00	3,80	1	1,0	0,000	
46	όροφος	Ο	πάνω Ν	Δ-21	0,25	2,30	1	1,0	0,575	
47	όροφος	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	0,40	1	1,0	0,000	
48	όροφος	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-17	1,05	2,30	1	1,0	2,415	
49	όροφος	Ο	πάνω Α	Δ-21	0,25	3,60	1	1,0	0,900	
50	όροφος	Ο	μέση Α	ΠΡ-1	0,00	1,45	1	1,0	0,000	
51	όροφος	Ο	κάτω Α	ΕΔΠ-17	1,05	3,60	1	1,0	3,780	
52	όροφος	Ο	πάνω Ν	Δ-21	0,25	6,60	1	1,0	1,650	
53	όροφος	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	2,70	1	1,0	0,000	
54	όροφος	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-3	0,00	6,60	1	1,0	0,000	
55	όροφος	Ο	πάνω Δ	Δ-21	0,25	3,60	1	1,0	0,900	
56	όροφος	Ο	μέση Δ	ΠΡ-1	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
57	όροφος	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-17	1,05	3,60	1	1,0	3,780	
58	όροφος	Ο	πάνω Ν	Δ-21	0,25	4,50	1	1,0	1,125	
59	όροφος	Ο	μέση Ν	ΠΡ-1	0,00	1,35	1	1,0	0,000	
60	όροφος	Ο	κάτω Ν	ΕΔΠ-17	1,05	4,50	1	1,0	4,725	
61	όροφος	Ο	πάνω Δ	Δ-21	0,25	5,05	1	1,0	1,263	
62	όροφος	Ο	μέση Δ	ΠΡ-1	0,00	1,25	1	1,0	0,000	
63	όροφος	Ο	κάτω Δ	ΕΔΠ-3	0,00	5,05	1	1,0	0,000	25,725
<b>Σύνολο οριζόντιων:</b>									<b>54,789</b>	

Βλέπε σχέδια σελ. 130-132

**ΜΕΡΟΣ 8Γ: Στοιχεία θερμογεφυρών - Κουφωμάτων**

α/α	Όροφος	Κατηγορία	Θέση- Προσ/μός	Είδος	Ψ [W/mK]	l [m]	Πλήθος	Μειωτικός συντελ. b	Σ (Ψ*l*b) [W/K]	Σύνολο [W/K]
1	υπόγειο	A04	A	Λ-7	0,35	2,30	2	0,5	0,805	
2	υπόγειο	A03	N	Λ-4	0,20	2,30	2	0,5	0,460	
3	υπόγειο	A01	Δ	Λ-4	0,20	2,20	2	0,5	0,440	
4	υπόγειο	A02	Δ	Λ-4	0,20	2,20	2	0,5	0,440	
5	υπόγειο	A04	A	AK-7	0,70	1,00	1	0,5	0,350	
6	υπόγειο	A03	N	AK-4	0,55	0,80	1	0,5	0,220	
7	υπόγειο	A01	Δ	AK-4	0,55	0,90	1	0,5	0,248	
8	υπόγειο	A02	Δ	AK-4	0,55	0,90	1	0,5	0,248	3,210
9	ισόγειο	A06	B	Λ-4	0,20	2,30	2	1,0	0,920	
10	ισόγειο	A07-A08	B	Λ-4	0,20	1,20	4	1,0	0,960	
11	ισόγειο	A09	A	Λ-4	0,20	1,40	2	1,0	0,560	
12	ισόγειο	A10	N	Λ-4	0,20	2,50	2	1,0	1,000	
13	ισόγειο	A11-A12	A	Λ-4	0,20	1,10	4	1,0	0,880	
14	ισόγειο	A13-A14	N	Λ-4	0,20	1,30	4	1,0	1,040	
15	ισόγειο	A05-A15	Δ	Λ-4	0,20	2,50	4	1,0	2,000	
16	ισόγειο	A16	N	Λ-4	0,20	2,50	2	1,0	1,000	
17	ισόγειο	A06	B	AK-4	0,55	1,00	1	1,0	0,550	
18	ισόγειο	A07-A08	B	AK-4	0,55	0,70	4	1,0	1,540	
19	ισόγειο	A09	A	AK-4	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
20	ισόγειο	A10	N	AK-4	0,55	1,15	1	1,0	0,633	
21	ισόγειο	A11-A12	A	AK-4	0,55	0,70	4	1,0	1,540	
22	ισόγειο	A13	N	AK-4	0,55	0,70	2	1,0	0,770	
23	ισόγειο	A14	N	AK-4	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
24	ισόγειο	A15	Δ	AK-4	0,55	1,60	1	1,0	0,880	
25	ισόγειο	A16	N	AK-4	0,55	2,40	1	1,0	1,320	
26	ισόγειο	A05	Δ	AK-4	0,55	2,10	1	1,0	1,155	19,388
27	όροφος	A20-A21	B	Λ-4	0,20	1,25	4	1,0	1,000	
28	όροφος	A22-A23	B	Λ-4	0,20	1,25	4	1,0	1,000	
29	όροφος	A24	A	Λ-4	0,20	1,40	2	1,0	0,560	
30	όροφος	A25	N	Λ-4	0,20	2,50	2	1,0	1,000	
31	όροφος	A26-A27	A	Λ-4	0,20	1,10	4	1,0	0,880	
32	όροφος	A28-A29	N	Λ-4	0,20	1,30	4	1,0	1,040	
33	όροφος	A30	Δ	Λ-4	0,20	2,50	2	1,0	1,000	
34	όροφος	A31	N	Λ-4	0,20	2,50	2	1,0	1,000	
35	όροφος	A19	Δ	Λ-4	0,20	1,50	2	1,0	0,600	
36	όροφος	A20-A21-A22	B	AK-4	0,55	0,70	6	1,0	2,310	
37	όροφος	A23	B	AK-4	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
38	όροφος	A24	A	AK-4	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
39	όροφος	A25	N	AK-4	0,55	1,15	1	1,0	0,633	
40	όροφος	A26-A27	A	AK-4	0,55	0,70	4	1,0	1,540	
41	όροφος	A28	N	AK-4	0,55	0,70	2	1,0	0,770	
42	όροφος	A29	N	AK-4	0,55	1,20	2	1,0	1,320	
43	όροφος	A30	Δ	AK-4	0,55	1,60	1	1,0	0,880	
44	όροφος	A31	N	AK-4	0,55	2,40	1	1,0	1,320	
45	όροφος	A19	Δ	AK-4	0,55	1,80	2	1,0	1,980	21,473

**Σύνολο κουφωμάτων: 44,070**

Βλέπε σχέδια σελ. 127-129

Ψ: συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας (πίνακες 16α-16λ, Παράρτημα Ι)

l: μήκος

Σ (Ψ\*l\*b): θερμικές απώλειες κατά μήκος μίας θερμογέφυρας



### **13. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $U_m$ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΜΕΡΟΣ 9Α, 9Β, 9Γ)**

Υπολογίζεται ο  $U_m$  κτιρίου για κάθε μια από τις τρεις περιπτώσεις θέσης των θερμογεφυρών.

Σε κάθε περίπτωση προκύπτει και υπολογίζεται η συμμετοχή των θερμογεφυρών στο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτιρίου και η επιβάρυνση που προκαλεί η ύπαρξη των θερμογεφυρών στη θερμοπερατότητα του κτιρίου.

ΜΕΡΟΣ 9Α: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  και επιτρεπόμενου  $U_{m,max}$  - Έλεγχος (θερμομόνωση στον πυρήνα)

Είδος δομικού στοιχείου	Εμβαδόν δομικού στοιχείου $A_i$ ( $m^2$ )	$U_j \cdot A_j$ (W/K)	Μειωτικός συντελεστής $b$	$\Sigma U_j \cdot A_j \cdot b$ (W/K)
<b>ΚΕΛΥΦΟΣ (θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες εκτεθειμένες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4Α)	242,770	127,118	1,0	127,118
Πυλωτή (Μέρος 5Α)	0,000	-	1,0	-
Οροφή (Μέρος 5Α)	81,730	40,048	1,0	40,048
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 4Α)	2,300	4,393	1,0	4,393
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες με όμορο κτίριο</b>				
Τοίχοι	0,000	-	1,0	-
<b>Επιφάνειες σε επαφή με έδαφος</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4Β)	43,313	21,266	1,0	21,266
Δάπεδα (Μέρος 5Β)	42,675	12,546	1,0	12,546
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
Κουφώματα (διαφανή) (Μέρος 6)	50,885	134,515	1,0	134,515
<b>Παθητικά ΗΣ άμεσου κέρδους</b>				
Ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
<b>ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ (με μ.θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 7Α)	35,055	33,397	0,5	16,698
Οροφές (Μέρος 7Α)	0,000	-	0,5	-
Δάπεδα (Μέρος 7Α)	37,388	36,640	0,5	18,320
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 7Α)	8,100	18,144	0,5	9,072
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
(Μέρος 7Β)	0,000	-	0,5	-
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ</b>	<b>544,215</b>			<b>383,977</b>
<b>ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ</b>				<b><math>\Sigma \Psi \cdot I \cdot b</math> (W/K)</b>
Κατακόρυφες (Μέρος 8Α)				11,321
Οριζόντιες (Μέρος 8Β)				99,249
Κουφωμάτων (Μέρος 8Γ)				26,035
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ</b>				<b>136,605</b>

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b + \Sigma I \cdot \Psi \cdot b) / A$ :

$$U_m = 0,957 \quad W/m^2K$$

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου:

Όροφος	Εμβαδόν ( $m^2$ )	Ύψος (m)	Όγκος ( $m^3$ )
Υπόγειο	42,675	3,15	134,426
Ισόγειο	78,863	3,30	260,246
Όροφος	23,988	3,70	88,754
Όροφος	56,630	3,15	178,385
<b>Σύνολο</b>			<b>661,811</b>

$$\Sigma A/V = 0,822 \quad m^{-1}$$

Επομένως μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{m,max}$  είναι:

$$U_{m,max} = 0,906 \quad W/m^2K \quad (\text{Πίν.7, Παράρτημα I με γραμμική παρεμβολή})$$

Πρέπει:  $U_m \leq U_{m,max}$

Επιτυγχάνόμενος  $U_m$  κτιρίου:

$$0,957 \leq 0,906 \quad \text{ΛΑΘΟΣ!!!}$$

Μειωτικός συντελεστής  $b$ : Σελ. 73-75

Βλέπουμε ότι στη θερμομόνωση στον πυρήνα, η σχέση  $U_m \leq U_{m,max}$  δεν ισχύει, σύμφωνα με τη μόνωση που έχουμε κάνει. Για να ισχύει αυτή η σχέση εξετάζουμε την αύξηση του πάχους  $d$  της μόνωσης της εξωτερικής δοκού/υποστηλώματος (ΙΣ-1ος) στο μέρος 1Α από 0,05m σε 0,07m και του πάχους  $d$  της μόνωσης του εξωτερικού τοίχου (ΙΣ-1ος) στο μέρος 1Α από 0,05m σε 0,07m.

Είδος δομικού στοιχείου	Εμβαδόν δομικού στοιχείου $A_i$ (m <sup>2</sup> )	$U_j * A_j$ (W/K)	Μειωτικός συντελεστής $b$	$\Sigma U_j * A_j * b$ (W/K)
<b>ΚΕΛΥΦΟΣ (θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες εκτεθειμένες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4Α)	242,770	97,956	1,0	97,956
Πυλωτή (Μέρος 5Α)	0,000	-	1,0	-
Οροφή (Μέρος 5Α)	81,730	40,048	1,0	40,048
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 4Α)	2,300	4,393	1,0	4,393
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες με όμορο κτίριο</b>				
Τοίχοι	0,000	-	1,0	-
<b>Επιφάνειες σε επαφή με έδαφος</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4Β)	43,313	21,266	1,0	21,266
Δάπεδα (Μέρος 5Β)	42,675	12,546	1,0	12,546
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
Κουφώματα (διαφανή) (Μέρος 6)	50,885	134,515	1,0	134,515
<b>Παθητικά ΗΣ άμεσου κέρδους</b>				
Ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
<b>ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ (με μ.θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 7Α)	35,055	33,397	0,5	16,698
Οροφές (Μέρος 7Α)	0,000	-	0,5	-
Δάπεδα (Μέρος 7Α)	37,388	36,640	0,5	18,320
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 7Α)	8,100	18,144	0,5	9,072
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
(Μέρος 7Β)	0,000	-	0,5	-
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ</b>	<b>544,215</b>			<b>354,815</b>
<b>ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ</b>				<b><math>\Sigma \Psi * b</math> (W/K)</b>
Κατακόρυφες (Μέρος 8Α)				11,321
Οριζόντιες (Μέρος 8Β)				99,249
Κουφωμάτων (Μέρος 8Γ)				26,035
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ</b>				<b>136,605</b>

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A * U * b + \Sigma I * \Psi * b) / A$ :

$$U_m = 0,903 \quad W/m^2K$$

$$U_{m,max} = 0,906 \quad W/m^2K$$

Πρέπει:  $U_m \leq U_{m,max}$

Επιτυγχάνομενος  $U_m$  κτιρίου:

$$0,903 \leq 0,906 \quad \text{ΙΣΧΥΕΙ}$$

Επομένως, βλέπουμε ότι σύμφωνα με τις αλλαγές που κάναμε στη μόνωση, η σχέση

$U_m \leq U_{m,max}$  ισχύει.

Μειωτικός συντελεστής  $b$ : Σελ. 73-75

**Επιβάρυνση θερμογεφυρών στη θερμομόνωση του κτιρίου (θερμομόνωση στον πυρήνα).**

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A * U * b + \Sigma I * \Psi * b) / A$

$$U_m = (\Sigma A * U * b / A) + (\Sigma I * \Psi * b / A)$$

$$U_m = 0,652 + 0,251$$

Άρα η συμμετοχή των θερμογεφυρών στο  $U_m$  του κτιρίου είναι:

$$P\sigma = 27,80 \quad \%$$

Και η επιβάρυνση λόγω των θερμογεφυρών στη θερμομόνωση

$$P\varepsilon = 38,50 \quad \%$$

του κτιρίου είναι:

ΜΕΡΟΣ 9B: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  και επιτρεπόμενου  $U_{m,max}$  - Έλεγχος (θερμομόνωση εσωτερικά)

Είδος δομικού στοιχείου	Εμβαδόν δομικού στοιχείου $A_i$ (m <sup>2</sup> )	$U_i \cdot A_i$ (W/K)	Μειωτικός συντελεστής b	$\Sigma U_i \cdot A_i \cdot b$ (W/K)
<b>ΚΕΛΥΦΟΣ (θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες εκτεθειμένες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4A)	242,770	127,118	1,0	127,118
Πυλωτή (Μέρος 5A)	0,000	-	1,0	-
Οροφή (Μέρος 5A)	81,730	40,048	1,0	40,048
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 4A)	2,300	4,393	1,0	4,393
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες με όμορο κτίριο</b>				
Τοίχοι	0,000	-	1,0	-
<b>Επιφάνειες σε επαφή με έδαφος</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4B)	43,313	21,266	1,0	21,266
Δάπεδα (Μέρος 5B)	42,675	12,546	1,0	12,546
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
Κουφώματα (διαφανή) (Μέρος 6)	50,885	134,515	1,0	134,515
<b>Παθητικά ΗΣ άμεσου κέρδους</b>				
Ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
<b>ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ (με μ.θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 7A)	35,055	33,397	0,5	16,698
Οροφές (Μέρος 7A)	0,000	-	0,5	-
Δάπεδα (Μέρος 7A)	37,388	36,640	0,5	18,320
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 7A)	8,100	18,144	0,5	9,072
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
(Μέρος 7B)	0,000	-	0,5	-
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ</b>	<b>544,215</b>			<b>383,977</b>
<b>ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ</b>				<b><math>\Sigma \Psi \cdot I \cdot b</math> (W/K)</b>
Κατακόρυφες (Μέρος 8A)				-8,005
Οριζόντιες (Μέρος 8B)				58,046
Κουφωμάτων (Μέρος 8Γ)				29,096
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ</b>				<b>79,137</b>

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b + \Sigma I \cdot \Psi \cdot b) / A$ :

$$U_m = 0,851 \quad W/m^2K$$

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου:

Όροφος	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Ύψος (m)	Όγκος (m <sup>3</sup> )
Υπόγειο	42,675	3,15	134,426
Ισόγειο	78,863	3,30	260,246
Όροφος	23,988	3,70	88,754
Όροφος	56,630	3,15	178,385
<b>Σύνολο</b>			<b>661,811</b>

$$\Sigma A/V = 0,822 \quad m^{-1}$$

Επομένως μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{m,max}$  είναι:

$$U_{m,max} = 0,906 \quad W/m^2K \quad (\text{Πίν.7, Παράρτημα I με γραμμική παρεμβολή})$$

Πρέπει:  $U_m \leq U_{m,max}$

Επιτυγχανόμενος  $U_m$  κτιρίου:

$$0,851 \leq 0,906 \quad \text{ΙΣΧΥΕΙ}$$

Μειωτικός συντελεστής b: Σελ. 73-75

**Επιβάρυνση θερμογεφυρών στη θερμομόνωση του κτιρίου (θερμομόνωση εσωτερικά).**

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b + \Sigma I \cdot \Psi \cdot b) / A$

$$U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b / A) + (\Sigma I \cdot \Psi \cdot b / A)$$

$$U_m = 0,706 + 0,145$$

Άρα η συμμετοχή των θερμογεφυρών στο  $U_m$  του κτιρίου είναι:

$$P_s = 17,04 \quad \%$$

Και η επιβάρυνση λόγω των θερμογεφυρών στη θερμομόνωση του κτιρίου είναι:

$$P_e = 20,54 \quad \%$$

ΜΕΡΟΣ 9Γ: Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  και επιτρεπόμενου  $U_{m,max}$  - Έλεγχος (θερμομόνωση εξωτερικά)

Είδος δομικού στοιχείου	Εμβαδόν δομικού στοιχείου $A_i$ (m <sup>2</sup> )	$U_i \cdot A_i$ (W/K)	Μειωτικός συντελεστής b	$\Sigma U_i \cdot A_i \cdot b$ (W/K)
<b>ΚΕΛΥΦΟΣ (θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες εκτεθειμένες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4Α)	242,770	127,118	1,0	127,118
Πυλωτή (Μέρος 5Α)	0,000	-	1,0	-
Οροφή (Μέρος 5Α)	81,730	40,048	1,0	40,048
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 4Α)	2,300	4,393	1,0	4,393
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες με όμορο κτίριο</b>				
Τοίχοι	0,000	-	1,0	-
<b>Επιφάνειες σε επαφή με έδαφος</b>				
Τοίχοι (Μέρος 4Β)	43,313	21,266	1,0	21,266
Δάπεδα (Μέρος 5Β)	42,675	12,546	1,0	12,546
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
Κουφώματα (διαφανή) (Μέρος 6)	50,885	134,515	1,0	134,515
<b>Παθητικά ΗΣ άμεσου κέρδους</b>				
Ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενο κούφωμα (Μέρος 3)			0,5	-
Ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
Μη ανοιγόμενη πρόσοψη (Μέρος 3)			0,5	-
<b>ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ (με μ.θ.χ.)</b>				
<b>Αδιαφανείς επιφάνειες</b>				
Τοίχοι (Μέρος 7Α)	35,055	33,397	0,5	16,698
Οροφές (Μέρος 7Α)	0,000	-	0,5	-
Δάπεδα (Μέρος 7Α)	37,388	36,640	0,5	18,320
Πόρτες (αδιαφ.) (Μέρος 7Α)	8,100	18,144	0,5	9,072
<b>Διαφανείς επιφάνειες</b>				
(Μέρος 7Β)	0,000	-	0,5	-
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ</b>	<b>544,215</b>			<b>383,977</b>
<b>ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ</b>				<b><math>\Sigma \Psi \cdot I \cdot b</math> (W/K)</b>
Κατακόρυφες (Μέρος 8Α)				0,880
Οριζόντιες (Μέρος 8Β)				54,789
Κουφωμάτων (Μέρος 8Γ)				44,070
<b>ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ</b>				<b>99,739</b>

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b + \Sigma I \cdot \Psi \cdot b) / A$ :

$$U_m = 0,889 \quad W/m^2K$$

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου:

Όροφος	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Ύψος (m)	Όγκος (m <sup>3</sup> )
Υπόγειο	42,675	3,15	134,426
Ισόγειο	78,863	3,30	260,246
Όροφος	23,988	3,70	88,754
Όροφος	56,630	3,15	178,385
<b>Σύνολο</b>			<b>661,811</b>

$$\Sigma A/V = 0,822 \quad m^{-1}$$

Επομένως μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{m,max}$  είναι:

$$U_{m,max} = 0,906 \quad W/m^2K \quad (\text{Πίν.7, Παράρτημα I με γραμμική παρεμβολή})$$

Πρέπει:  $U_m \leq U_{m,max}$

Επιτυγχάνόμενος  $U_{m,κτιρίου}$ :  $0,889 \leq 0,906$  **ΙΣΧΥΕΙ**

Μειωτικός συντελεστής b: Σελ. 73-75

**Επιβάρυνση θερμογεφυρών στη θερμομόνωση του κτιρίου (θερμομόνωση εξωτερικά).**

Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b + \Sigma I \cdot \Psi \cdot b) / A$

$$U_m = (\Sigma A \cdot U \cdot b / A) + (\Sigma I \cdot \Psi \cdot b / A)$$

$$U_m = 0,706 + 0,183$$

Άρα η συμμετοχή των θερμογεφυρών στο  $U_m$  του κτιρίου είναι:  $P_{\sigma} = 20,59 \%$

Και η επιβάρυνση λόγω των θερμογεφυρών στη θερμομόνωση του κτιρίου είναι:  $P_{\epsilon} = 25,92 \%$

#### 14. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Υπουργείο περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής  
«Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών υλικών και έλεγχος της  
Θερμομονωτικής επαρκείας των κτηρίων», Τεχνική Οδηγία Τεχνικού  
Επιμελητηρίου Ελλάδας, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010, Αθήνα 2010
2. Υπουργείο Εμπορίας και Τουρισμού -Υπηρεσία Ενέργειας, «Οδηγός  
Θερμομόνωσης Κτιρίων», 2η Έκδοση, Λευκωσία 2010
3. Αριστοτελειο Πανεπιστημιο Θεσσαλονίκης Τμημα Αρχιτεκτονων,  
[www.arch.auth.gr/uploads/media/A3\\_apoleies\\_glass.pdf](http://www.arch.auth.gr/uploads/media/A3_apoleies_glass.pdf)
4. Μ. Κτενιαδάκης, ΤΕΕ-ΤΑΚ, Σεμινάρια ΚΕΝΑΚ, Απρίλιος 2005

## **15. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ**

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

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
				μ	
	ρ kg/m <sup>3</sup>	λ W/(m·K)	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
<b>1. Ανόργανα δομικά υλικά</b>					
<b>1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες</b>					
1.1.1. Συμπιεσμένοι 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			
<b>1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.</b>					
1.2.1. Χώμα συμπιεσμένο	1800	2,000			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800	—	
1.2.4. Τύρφη (σε ξηρή 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. Αμμοχάλικο	2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7. Χονδροκόκκη 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, συλλεκτές και θραυστές		0,810			
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410			
<b>1.3. Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)</b>					
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6	
1.3.2. Πηλός μπ αγκατί		0,470			
1.3.3. Πηλός, λάσπη	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50
1.3.4. Ωμόπλινθοι συμπιεσμένοι	1990	0,800	1 000	10	
1.3.5. Ωμόπλινθοι με πρόσμιξη άχυρου	300	0,100	1 500	5	
	660	0,190	1 500	5	
	1400	0,700			
<b>1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών</b>					
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 τσιμέντου	2000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα	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 επίχρισμα (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 χιτής ασφάλτου	2300	0,900		∞	



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

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
		$\lambda$		$\mu$	
	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	W/(m·K)	$c_p$ J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
<b>1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)</b>					
1.5.1. Σκυροδέμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
	2000	1,350	1 000	100	60
	2200	1,650	1 000	120	70
	υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	130
1.5.2. Οπλισμένο σκυροδέμα χαμηλής ποιότητας (παιαίου τύπου B120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυροδέμα (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80
	(≥2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130
1.5.4. Γαρμπιλοσκυροδέμα, γαρμπιλόδεμα	1500	0,640		20	
	1700	0,810		25	
	1900	1,100		35	
1.5.5. Κισηρόδεμα, ελαφροσκυροδέμα	500	0,200		5 - 20	
	600	0,220		5 - 20	
	800	0,280		5 - 20	
	1000	0,350		5 - 20	
	1200	0,460		5 - 20	
1.5.6. Σύμμεκτα Ελαφροσκυροδέμα με διογκωμένη πολυστερίνη	200	0,065		11	
	250	0,070		12	
	300	0,080		12	
	350	0,110		22	
1.5.7. Κυψελωτό σκυροδέμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000	3	
	500	0,190	1 000	4	
	600	0,230	1 000	4	
	800	0,290	1 000	5	
	1000	0,350	1 000	6	
1.5.8. Περιπόδεμα (το ειδικό βάρος εξεργάται από την κατ' όγκον αναλογία τσιμέντου : περιλίτη)					
1.5.8.1 Περιπόδεμα χωρίς τη χρήση αφροπιοητικού παράγοντα	350	0,130			
	450	0,140			
	500	0,160			
	600	0,200			
1.5.8.2 Περιπόδεμα με τη χρήση αφροπιοητικού παράγοντα	350	0,094			
	450	0,110			
	500	0,116			
	600	0,140			
1.5.9. Ελαφροβαρείς πλάκες					
1.5.9.1. Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280		5 - 10	
1.5.9.2. Πλάκες από ελαφρό σκυροδέμα με ανάμεικτα αδρανή	1400	0,580		10 - 25	
1.5.10. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					
1.5.10.1 Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4
	900	0,250	1 000	10	4
	1150	0,360	1 000	10	
1.5.10.2 Τσιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,28 - 0,32		20 - 30	
1.5.10.3 Νοπλισμένες τσιμεντόπλακες	2000	0,480	1 100	60	
<b>1.6. Λιθοσώματα</b>					
1.6.1. Τεχνητοί λίθοι	1750	1,300	1 000	50	40
<b>1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών <sup>(1)</sup></b>					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ)	1200	0,560	1 000	8 - 10	
	1400	0,700	1 000	8 - 10	
	1600	0,790	1 000	15 - 25	
	1800	0,990	1 000	15 - 25	
	2000	1,100	1 100	15 - 25	
	2200	1,300	1 100	15 - 25	
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5	
	500	0,130	1 000	4 - 6	
	600	0,160	1 000	5 - 7	
	700	0,190	1 000	6 - 8	
	800	0,220	1 000	8 - 10	

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

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Εδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
		$\lambda$		$\mu$	
		$\rho$ kg/m <sup>3</sup>		$c_p$ J/(kg·K)	ξηρό
1.7.1.3. Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 000	5 - 10	
	800	0,470	1 000	5 - 10	
	1000	0,650	1 000	5 - 10	
	1200	0,770	1 000	5 - 10	
	1400	0,910	1 000	5 - 10	
	1600	1,000	1 000	5 - 10	
1.7.1.4. Κισηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,170	1 000	5 - 10	
	600	0,200	1 000	5 - 10	
	700	0,220	1 000	5 - 10	
	800	0,260	1 000	5 - 10	
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχριστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πλάτους 12 mm					
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25	
	1500	0,600	1 000	10 - 25	
	1700	0,680	1 000	10 - 25	
	1900	0,780	1 000	10 - 25	
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 <sup>(2)</sup>	0,450	1 000	5 - 10	
	1500 <sup>(2)</sup>	0,510	1 000	5 - 10	
	1700 <sup>(2)</sup>	0,580	1 000	5 - 10	
	1900 <sup>(2)</sup>	0,640	1 000	5 - 10	
1.7.2.3. Πορώδεις αργιλικές οπτοπλίνθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4. Οξύμαχες οπτοπλίνθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	
<b>1.8. Γαλότουβλα</b>	2500	1,400	840	∞	
<b>1.9. Κεραμίδια</b>					
1.9.1. Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επίστωσης	2000	1,000	800	40	30
<b>2. Ξύλα</b>					
<b>2.1. Συμπαγής ξυλεία</b>					
2.1.1. Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικώς	450	0,120	1 600	50	20
	500	0,130	1 600	50	20
	700	0,180	1 600	200	50
2.1.2. Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20
2.1.3. Οξιά	800	0,170	1 600	200	50
2.1.4. Δρυς (βελανιδιά)	800	0,210	1 600	200	50
2.1.5. Ξύλινα τεμάχια παρκέτου		0,210	1 600		
<b>2.2. Προϊόντα ξύλου</b>					
2.2.1. Μορισσανίδες	300	0,100	1 700	50	10
	600	0,140	1 700	50	15
	900	0,180	1 700	50	20
2.2.2. Αντικολλητά φύλλα ξυλείας (κόντρα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50
	500	0,130	1 600	200	70
	700	0,170	1 600	220	90
	1000	0,240	1 600	250	110
2.2.3. Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	250	0,070	1 700	5	3
	400	0,100	1 700	10	5
	600	0,140	1 700	20	12
	800	0,180	1 700	30	20
<b>3. Μέταλλα και γυαλί</b>					
<b>3.1. Γυαλί</b>					
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞
<b>3.2. Μέταλλα</b>					
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞
3.2.2. Χάλυβας (ασάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοξειδωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	∞	∞
3.2.4. Χαλκός	8 900	380,00	380	∞	∞
3.2.5. Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	∞	∞
3.2.6. Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	∞	∞
3.2.7. Μόλυβδος	11 300	35,00	130	∞	∞
3.2.8. Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	∞	∞
3.2.9. Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	∞	∞
3.2.10. Φύλλο αλουμινίου των 125 kg/m <sup>2</sup> (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞
3.2.11. Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞

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

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
				μ	
				ξηρό	υγρό
ρ	λ	c <sub>p</sub>			
kg/m <sup>3</sup>	W/(m·K)	J/(kg·K)			
<b>4. Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων</b>					
<b>4.1. Λινέλαιο</b>	1 200	0,170	1 400	1 000	800
<b>4.2. Υποστρώματα</b>					
4.2.1. Υπόστρωμα από τσόχα, πλιγμά	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπόστρωμα από κυτταρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπόστρωμα από λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλοφάσμα, υαλόνημα, γεωφάσμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πεπαισμένες οрукτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
<b>4.3. Πλακίδια φελλού</b>					
4.3.1. Από λά πλακίδια φελλού	100 - 150	0,042	1 560	10 - 30	
	> 400	0,065	1 500	40	20
4.3.2. Πλακίδια φελλού, σπλισμένα με ψαβωτή ύφανση	100 - 150	0,046	1 560	10 - 30	
<b>4.4. Μοκέτα</b>	200	0,060	1 300	5	5
<b>4.5. Καουτσούκ, λάστιχο</b>					
4.5.1. Φυσικό καουτσούκ	910	0,130	1 100	10 000	10 000
4.5.2. Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0,230	2 140	10 000	10 000
4.5.3. Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0,240	1 400	200 000	200 000
4.5.4. Διογκωμένο καουτσούκ (αφρώδες, σπ ογγώδες, λατέξ)	60 - 80	0,060	1 500	7 000	7 000
4.5.5. Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0,170	1 400	∞	∞
4.5.6. Μονομερές αιθυλένιο-πρωπιλένιο-διένιο (EPDM)	1 150	0,250	1 000	6 000	6 000
4.5.7. Πολυισοβουτυλένιο	930	0,200	1 100	10 000	10 000
4.5.8. Πολυσουλφιδία	1 700	0,400	1 000	10 000	10 000
4.5.9. Βουταδιένιο	980	0,250	1 000	100 000	100 000
<b>4.6. Ασφαλτικά υλικά</b>					
4.6.1. Καθαρή ασφάλτος, μαστήχη ασφάλτου, πίσσα	1 050	0,170	1 700	50 000	50 000
4.6.2. Ασφαλτικά μείγματα με αδρανή, ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0,700	1 000	50 000	50 000
4.6.3. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0,900	920	50 000	50 000
4.6.4. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0,190	1 000	50 000	50 000
4.6.5. Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0,230	1 000	50 000	50 000
<b>4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο</b>					
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1,050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250	
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφυάλωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200			
<b>4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια</b>	1 000	0,200	1 000	10 000	10 000
<b>4.9. Πλάκες πεζοδρομίου</b>	2 100	1,500	1 000	100	60
<b>5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες</b>					
<b>5.1. Πλαστικά</b>					
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0,200	1 200	5 000	5 000
5.1.2. Φύλλο πολυαιθυλένιο (υψηλής πυκνότητας)	980	0,500	1 800	100 000	100 000
(χαμηλής πυκνότητας)	920	0,330	2 200	100 000	100 000
5.1.3. Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0,170	900	50 000	50 000
5.1.4. Πολυπροπυλένιο (PP)	910	0,220	1 800	10 000	10 000
5.1.5. Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0,160	1 300	100 000	100 000
5.1.6. Ακρυλικά	1 050	0,200	1 500	10 000	10 000
5.1.7. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0,250	1 000	10 000	10 000
5.1.8. Πολυακετόνη	1 410	0,300	1 400	100 000	100 000
5.1.9. Πολυαμίδιο	1 150	0,250	1 600	50 000	5 000
5.1.10. Πολιουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000
5.1.11. Αφρός πολιουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60
<b>5.2. Ρητίνες</b>					
5.2.1. Εποξεική (επιοξειδική) ρητίνη	1 200	0,200	1 400	10 000	10 000
5.2.2. Φενολική ρητίνη	1 300	0,300	1 700	100 000	100 000
5.2.3. Πολυεστερική ρητίνη	1 400	0,190	1 200	10 000	10 000
<b>5.3. Σιλικόνες</b>					
5.3.1. Καθαρή σιλικόνη	1 200	0,350	1 000	5 000	5 000
5.3.2. Γέμισμα σιλικόνης	1 450	0,500	1 000	5 000	5 000
5.3.3. Σιλικονόχουχος αφρός	750	0,120	1 000	10 000	10 000
5.3.4. Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου, πηκτική πυριτίου (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞

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

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Εδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
		$\lambda$		$\mu$	
		$W/(m \cdot K)$		$c_p$	ξηρό
$\rho$	$\lambda$	$c_p$	$\mu$		
$kg/m^3$	$W/(m \cdot K)$	$J/(kg \cdot K)$	ξηρό	υγρό	
<b>6. Θερμομονωτικά υλικά</b>					
<b>6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά</b>					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή π απ λώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πετροβάμβακας					
6.1.2.1 Πετροβάμβακας σε μορφή π απ λώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάμβακας					
6.1.3.1 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή π απ λώματος		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλακών		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
<b>6.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής</b>					
6.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
6.2.2. Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
<b>6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής</b>					
6.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό $d < 25$ mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
$d \geq 25$ mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια απ ό φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες απ ό φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη					
6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους		0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,033 - 0,038	1 500	20 - 100	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφή, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη					
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	30-40	0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 <sup>(3)</sup>	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
<b>6.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης</b>					
6.4.1. Πλάκες ή μπάλες π επιασμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0, 050		2	
6.4.3. Πλάκες απ ό καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
6.4.4. Κυπαρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,45	1700 - 2100		
6.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
6.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
6.4.7. Μαλλί π ροβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 - 1300		
<b>7. Αέρια</b>					
7.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1,23	0,025	1 008	1	
7.2. Διοξειδίο του άνθρακα	1,95	0,014	820	1	
7.3. Αργό	1,70	0,017	519	1	
7.4. Κρυστό	3,56	0,009	245	1	
7.5. Ξένο	5,68	0,0054	160	1	
<b>8. Νερό</b>					
<b>8.1. Νερό σε υγρή φάση</b>					
8.1.1. Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	—
8.1.2. Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	—
8.1.3. Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	—
<b>8.2. Νερό σε στερεά φάση</b>					
8.2.1. Πάγος στους -10°C	920	2,300	2 000	—	—
8.2.2. Πάγος στους 0°C	900	2,200	2 000	—	—
8.2.3. Φρέσκο χιόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	100	0,050	2 000	—	—
8.2.4. Χιόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	200	0,120	2 000	—	—
8.2.5. Χιόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	300	0,230	2 000	—	—
8.2.6. Χιόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	500	0,600	2 000	—	—

#### ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

¶(1) Οι πυκνότητες π που αναγράφονται σ' αυτήν την κατηγορία, εφόσον δεν ορίζονται αλλιώς αναφέρονται στα στοιχεία (λίθους, π λίνθους) και όχι στον το

¶(2) Η π κνότητα αναφέρεται στο υλικό κατασκευής του στοιχείου και όχι σε ολόκληρο το στοιχείο (π λίνθο).

¶(3) Η αναγραφόμενη τιμή του  $\lambda$  της πολυουρεθάνης αντιστοιχεί σε π ολυουρεθάνη 40  $kg/m^3$ . Όμως με την π άροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να π λησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρώδων θερμομονωτικών υλικών αντίστοιχης π κνότητας.

Οι τιμές που δίδονται στον πίνακα 2 είναι ενδεικτικές τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  (τιμές σχεδιασμού) για διάφορα υλικά.

- Για δομικά υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(mK)}$ ,
  - εφόσον υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής του  $\lambda$ , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος βάσει του προτύπου προδιαγραφής τους ή βάσει ευρωπαϊκής τεχνικής έγκρισης,
  - εφόσον δεν υπόκεινται σε υποχρέωση σήμανσης CE, θα γίνεται χρήση της τιμής  $\lambda$  του υλικού από πιστοποιητικό διαπιστευμένου φορέα / εργαστηρίου.
  - για στρώση υλικού πάχους μικρότερου των 2 cm και  $\lambda > 0,06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  της οποίας η βασική λειτουργία δεν προορίζεται να παράσχει θερμομονωτική προστασία στο δομικό στοιχείο, μπορεί να γίνει χρήση των ενδεικτικών τιμών του πίνακα.
- Για τις τοιχοποιίες (ενότητα 1.7 στον πίνακα 2 ) οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές και αναφέρονται στον ισοδύναμο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σχεδιασμού ( $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού) της τοιχοποιίας για ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο. Η τιμή  $\lambda_{eq}$ , συμπεριλαμβάνει στις θερμικές ιδιότητες της τοιχοποιίας την επίδραση συνδετικού κονιάματος πάχους 12 mm και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,80 \text{ W/(mK)}$ . Για προϊόντα τοιχοποιίας με  $\lambda_{eq}$  (σχεδιασμού)  $\leq 0,30 \text{ W/(mK)}$ 
  - εφόσον υπάρχει δεδηλωμένη τιμή του ισοδύναμου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας,  $\lambda_{eq}$ , που αναγράφεται στην ετικέτα CE του προϊόντος από τον κατασκευαστή βάσει της μεθοδολογίας του προτύπου EN 1745 (είτε από μετρήσεις, είτε από χρήση υπολογιστικών εργαλείων προσομοίωσης, είτε από χρήση πινακοποιημένων τιμών), αυτή θα προσυζητάται κατά 24% και θα λαμβάνεται ως  $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού,
  - εάν δίνεται από τον κατασκευαστή η τιμή  $\lambda_{eq}$  σχεδιασμού, θα γίνεται απευθείας χρήση αυτής,
  - εάν ο κατασκευαστής δεν παρέχει την τιμή  $\lambda_{eq}$  αλλά την τιμή  $\lambda$  της μονάδας τοιχοποιίας (π.χ. οπτόπλινθο) θα ακολουθείται η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην ενότητα 8.1.9.,
  - σε κάθε περίπτωση όταν η τιμή  $\lambda_{eq}$  δίνεται από τον κατασκευαστή για συνδετικό κονίαμα με  $\lambda < 0,80 \text{ W/(mK)}$  η τιμή  $\lambda$  του συνδετικού κονιάματος θα λαμβάνεται από την ετικέτα σήμανσης CE του υλικού.

**Πίνακας 3α.** Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης επιφανειακού στρώματος αέρα κατά ISO 6946 (πηγή: ISO 6946).

Α/Α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R <sub>i</sub>	1/R <sub>a</sub>	R <sub>i</sub>	R <sub>a</sub>
		W/(m <sup>2</sup> K)	W/(m <sup>2</sup> K)	(m <sup>2</sup> K)/W	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

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

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

#### Παρατηρήσεις

- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εσωτερικού χώρου  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ .
- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εξωτερικού χώρου  $\theta_a = 0^\circ\text{C}$  και ταχύτητα ανέμου  $u = 4 \text{ m/s}$ .

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

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

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

#### Παρατηρήσεις

- Οι τιμές του πίνακα δίνονται για στρώση αέρα που ορίζεται μεταξύ δύο παράλληλων επιφανειών, οι οποίες είναι κάθετες στην κατεύθυνση της θερμικής ροής και υπό τις προϋποθέσεις ότι:
  - ο αέρας βρίσκεται εγλωβισμένος μέσα στο δομικό στοιχείο, δηλαδή δεν έχει εναλλαγές με το εξωτερικό περιβάλλον εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου,
  - η στρώση έχει πάχος μικρότερο του 1/10 εκάστης των άλλων δύο διαστάσεων και πάντως όχι μεγαλύτερο των 30 cm.
- Ως οριζόντια θεωρείται η θερμική ροή που παρουσιάζει απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι  $\pm 30^\circ$ .
- Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα στην περίπτωση τοποθέτησης ανακλαστικής μεμβράνης στη μία πλευρά του διακένου έχει υπολογιστεί με βάση τη μεθοδολογία του προτύπου ISO 6946 (παράρτημα Β) για μέση τιμή θερμοκρασίας  $10^\circ\text{C}$  και διαφορά θερμοκρασίας κατά το πλάτος του διακένου ίση με 5 K. Θεωρήθηκε ότι η μία κατακόρυφη επιφάνεια του διακένου διαμορφώνεται από συμβατικά δομικά υλικά (π.χ. σκυρόδεμα ή

οπτόπλινθους) με εκπεμπτικότητα ίση με  $\epsilon = 0,8$ . Η εκπεμπτικότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20.

**Πίνακας 4β.** Θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου υαλοπίνακα.

Πάχος διακένου mm	Θερμική αντίσταση διακένου υαλοπινάκων $R_{\delta,w}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]		
	Χωρίς επίστρωση	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής ίσης με:	
		0,20	0,10
6	0,127	0,191	0,211
9	0,154	0,259	0,299
12	0,173	0,316	0,377
15	0,186	0,364	0,447
50	0,179	0,336	0,406

Παρατήρηση

- Οι τιμές του πίνακα ισχύουν για κατακόρυφα τοποθετημένα παράθυρα με αέρα στο διάκενο.

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

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

Παρατήρηση

- Στις τιμές του  $R_u$  συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση που προβάλλουν οι στρώσεις της κεκλιμένης στέγης.



**Πίνακας 6.** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>R</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>T</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U <sub>FA</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>TU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U <sub>TB</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U <sub>FB</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U <sub>W</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

**Πίνακας 7.** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του (πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).

Λόγος A/V [ m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 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
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

**Πίνακας 8.** Εναλλαγές αέρα ανά ώρα ενός μη αεριζόμενου χώρου με το εξωτερικό του περιβάλλον βάσει του βαθμού αεροστεγανότητάς του (πηγή: ISO 13789).

Α/Α	Βαθμός αεροστεγανότητας	Εναλλαγές αέρα ανά ώρα $n_u$
		[ $h^{-1}$ ]
1	Χωρίς ανοίγματα, υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς αερισμό	0,1
2	Υψηλή αεροστεγανότητα, χωρίς χρήση ανοιγμάτων για αερισμό	0,5
3	Υψηλή αεροστεγανότητα, μικρά ανοίγματα για αερισμό	1
4	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω τοπικών διαμπερών αρμών ή λόγω μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	3
5	Χωρίς αεροστεγανότητα λόγω μεγάλου πλήθους διαμπερών αρμών ή μεγάλων ή πολλών μόνιμα ανοικτών ανοιγμάτων για αερισμό	10

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

Ονομαστικός συντελεστής $U_{FB}$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]	z (m)	χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' ( m)									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
4,50	0,00	1,21	0,83	0,64	0,53	0,45	0,36	0,30	0,25	0,22	0,20
	0,50	1,05	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	1,00	0,92	0,68	0,54	0,45	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,50	0,82	0,62	0,50	0,42	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	2,00	0,74	0,57	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,50	0,67	0,53	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	3,00	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	6,00	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
9,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	
3,00	0,00	1,06	0,75	0,59	0,49	0,42	0,33	0,28	0,24	0,21	0,19
	0,50	0,93	0,68	0,54	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18
	1,00	0,83	0,63	0,51	0,43	0,37	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17
	1,50	0,74	0,58	0,47	0,40	0,35	0,28	0,24	0,21	0,18	0,17
	2,00	0,68	0,54	0,44	0,38	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,50	0,62	0,50	0,42	0,36	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	3,00	0,58	0,47	0,40	0,34	0,31	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15
	4,50	0,47	0,40	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14
	6,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
9,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	
2,00	0,00	0,89	0,66	0,53	0,45	0,39	0,31	0,26	0,22	0,20	0,18
	0,50	0,80	0,61	0,49	0,42	0,36	0,29	0,25	0,21	0,19	0,17
	1,00	0,72	0,56	0,46	0,39	0,35	0,28	0,24	0,20	0,18	0,16
	1,50	0,66	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	2,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	3,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	4,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	6,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
9,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	
1,50	0,00	0,77	0,59	0,48	0,41	0,36	0,29	0,24	0,21	0,19	0,17
	0,50	0,70	0,55	0,45	0,39	0,34	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
	1,00	0,64	0,51	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,19	0,17	0,16
	1,50	0,59	0,48	0,40	0,35	0,31	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15
	2,00	0,55	0,45	0,38	0,33	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15
	2,50	0,52	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	3,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	4,50	0,41	0,35	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	6,00	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
9,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	

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

Ονομαστικός συντελεστής $U_{FB} [W/(m^2 K)]$	z (m)	χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' ( m)									
		≤2	4	6	8	10	14	18	22	26	≥30
1,00	0,00	0,61	0,49	0,41	0,36	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15
	0,50	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	1,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	2,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	3,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12
	6,00	0,32	0,28	0,25	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11
0,90	0,00	0,57	0,46	0,39	0,34	0,30	0,25	0,21	0,18	0,17	0,15
	0,50	0,53	0,44	0,37	0,33	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15
	1,00	0,50	0,41	0,36	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,50	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	2,00	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13
	2,50	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	4,50	0,35	0,30	0,27	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	6,00	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12
	9,00	0,25	0,22	0,20	0,19	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,80	0,00	0,53	0,43	0,37	0,32	0,29	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14
	0,50	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14
	1,00	0,47	0,39	0,34	0,30	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,50	0,44	0,37	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13
	2,00	0,42	0,35	0,31	0,28	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	3,00	0,38	0,32	0,29	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	4,50	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
	9,00	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,70	0,00	0,48	0,40	0,35	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14
	0,50	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14
	1,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13
	1,50	0,41	0,34	0,31	0,27	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,00	0,39	0,33	0,29	0,26	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
	2,50	0,37	0,32	0,28	0,25	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13
	3,00	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
	4,50	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	6,00	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
	9,00	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10

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

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

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

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

#### Παρατηρήσεις

- Οι πίνακες 9α και 9β προέκυψαν με χρήση της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται αναλυτικά στο ευρωπαϊκό πρότυπο EN ISO 13370 (2007). Για τους υπολογισμούς έγιναν οι εξής παραδοχές:
  1. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους θεωρήθηκε ίσος με  $2,0 W/(m \cdot K)$
  2. Το πάχος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων που εδράζονται επί της πλάκας έχουν συνολικό πάχος 30cm.
  3. Το συνολικό ισοδύναμο πάχος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων είναι μικρότερο από το συνολικό ισοδύναμο πάχος της πλάκας.
- Σύμφωνα με το EN ISO 13370 (2007) οι τιμές των πινάκων ισχύουν για χρήση εσωτερικών διαστάσεων. Επειδή όμως για όλους τους υπόλοιπους υπολογισμούς γίνεται χρήση εξωτερικών διαστάσεων και το σφάλμα που προκύπτει από την χρήση των πινάκων με εξωτερικές διαστάσεις είναι μικρό, για λόγους απλοποίησης οι υπολογισμοί που θα γίνουν με χρήση των πινάκων θα βασίζονται σε εξωτερικές διαστάσεις.

**Πίνακας 10α.** Συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] διφυλλου κουφώματος διαστάσεων  $1,23 m \times 1,48 m$ .  
Συνθετικό / ξύλινο πλαίσιο.

	$U_f$ $W/(m^2K)$	διπλός υαλοπίνακας			διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επιστροφή χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		$U_g$ $W/(m^2K)$								
		3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
ποσοστό πλαisiού= 26%  ισοδύναμο πλάτος πλαisiού= 7,5cm	2,8	3,59	3,44	3,21	3,21	3,05	2,76	2,46	2,16	1,86
	2,6	3,53	3,39	3,16	3,15	3,00	2,70	2,41	2,11	1,81
	2,4	3,48	3,33	3,11	3,10	2,95	2,65	2,36	2,06	1,76
	2,2	3,43	3,28	3,06	3,05	2,90	2,60	2,30	2,01	1,71
	2,0	3,38	3,23	3,01	3,00	2,85	2,55	2,25	1,96	1,66
	1,8	3,33	3,18	2,96	2,95	2,80	2,50	2,20	1,90	1,61
	1,6	3,28	3,13	2,91	2,90	2,75	2,45	2,15	1,85	1,56
	1,4	3,23	3,08	2,86	2,84	2,70	2,40	2,10	1,80	1,50
	1,2	3,18	3,03	2,80	2,79	2,64	2,35	2,05	1,75	1,45
	1,0	3,13	2,98	2,75	2,74	2,59	2,30	2,00	1,70	1,40
ποσοστό πλαisiού= 33%  ισοδύναμο πλάτος πλαisiού= 10cm	2,8	3,57	3,44	3,24	3,25	3,11	2,85	2,58	2,31	2,05
	2,6	3,50	3,37	3,17	3,18	3,05	2,78	2,51	2,25	1,98
	2,4	3,44	3,30	3,10	3,12	2,98	2,71	2,45	2,18	1,91
	2,2	3,37	3,24	3,04	3,05	2,92	2,65	2,38	2,11	1,85
	2,0	3,30	3,17	2,97	2,98	2,85	2,58	2,31	2,05	1,78
	1,8	3,24	3,10	2,90	2,92	2,78	2,52	2,25	1,98	1,71
	1,6	3,17	3,04	2,84	2,85	2,72	2,45	2,18	1,91	1,65
	1,4	3,10	2,97	2,77	2,78	2,65	2,38	2,12	1,85	1,58
	1,2	3,04	2,90	2,70	2,72	2,58	2,32	2,05	1,78	1,51
	1,0	2,97	2,84	2,64	2,65	2,52	2,25	1,98	1,72	1,45
ποσοστό πλαisiού= 41%  ισοδύναμο πλάτος πλαisiού= 12,5cm	2,8	3,56	3,44	3,26	3,30	3,18	2,94	2,70	2,46	2,23
	2,6	3,48	3,36	3,18	3,22	3,10	2,86	2,62	2,38	2,15
	2,4	3,40	3,28	3,10	3,14	3,02	2,78	2,54	2,30	2,06
	2,2	3,32	3,20	3,02	3,05	2,94	2,70	2,46	2,22	1,98
	2,0	3,24	3,12	2,94	2,97	2,85	2,62	2,38	2,14	1,90
	1,8	3,15	3,04	2,86	2,89	2,77	2,54	2,30	2,06	1,82
	1,6	3,07	2,95	2,78	2,81	2,69	2,45	2,22	1,98	1,74
	1,4	2,99	2,87	2,69	2,73	2,61	2,37	2,14	1,90	1,66
	1,2	2,91	2,79	2,61	2,65	2,53	2,29	2,05	1,82	1,58
	1,0	2,83	2,71	2,53	2,57	2,45	2,21	1,97	1,74	1,50

**Πίνακας 10β.** Συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] διφυλλου κουφώματος διαστάσεων  $1,48 m \times 2,18 m$ .  
Συνθετικό/ ξύλινο πλαίσιο.

	$U_f$ $W/(m^2K)$	διπλός υαλοπίνακας			διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		$U_g$ $W/(m^2K)$								
		3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
ποσοστό πλαισίου= 19%  ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 7,5cm	2,8	3,51	3,34	3,10	3,04	2,88	2,56	2,24	1,91	1,59
	2,6	3,47	3,31	3,06	3,00	2,84	2,52	2,20	1,88	1,55
	2,4	3,43	3,27	3,03	2,97	2,80	2,48	2,16	1,84	1,51
	2,2	3,39	3,23	2,99	2,93	2,77	2,44	2,12	1,80	1,48
	2,0	3,35	3,19	2,95	2,89	2,73	2,40	2,08	1,76	1,44
	1,8	3,31	3,15	2,91	2,85	2,69	2,37	2,04	1,72	1,40
	1,6	3,27	3,11	2,87	2,81	2,65	2,33	2,00	1,68	1,36
	1,4	3,23	3,07	2,83	2,77	2,61	2,29	1,97	1,64	1,32
	1,2	3,20	3,03	2,79	2,73	2,57	2,25	1,93	1,60	1,28
	1,0	3,16	3,00	2,75	2,69	2,53	2,21	1,89	1,57	1,24
ποσοστό πλαισίου= 25%  ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 10cm	2,8	3,49	3,34	3,12	3,07	2,92	2,62	2,33	2,03	1,73
	2,6	3,44	3,29	3,06	3,02	2,87	2,57	2,27	1,98	1,68
	2,4	3,39	3,24	3,01	2,97	2,82	2,52	2,22	1,93	1,63
	2,2	3,34	3,19	2,96	2,92	2,77	2,47	2,17	1,87	1,58
	2,0	3,28	3,14	2,91	2,87	2,72	2,42	2,12	1,82	1,53
	1,8	3,23	3,08	2,86	2,82	2,67	2,37	2,07	1,77	1,47
	1,6	3,18	3,03	2,81	2,77	2,62	2,32	2,02	1,72	1,42
	1,4	3,13	2,98	2,76	2,72	2,57	2,27	1,97	1,67	1,37
	1,2	3,08	2,93	2,71	2,66	2,52	2,22	1,92	1,62	1,32
	1,0	3,03	2,88	2,66	2,61	2,46	2,17	1,87	1,57	1,27
ποσοστό πλαισίου= 31%  ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 12,5cm	2,8	3,47	3,33	3,13	3,10	2,96	2,69	2,41	2,14	1,86
	2,6	3,41	3,27	3,07	3,04	2,90	2,62	2,35	2,07	1,80
	2,4	3,35	3,21	3,00	2,98	2,84	2,56	2,29	2,01	1,74
	2,2	3,29	3,15	2,94	2,91	2,78	2,50	2,22	1,95	1,67
	2,0	3,22	3,09	2,88	2,85	2,71	2,44	2,16	1,89	1,61
	1,8	3,16	3,02	2,82	2,79	2,65	2,38	2,10	1,82	1,55
	1,6	3,10	2,96	2,75	2,73	2,59	2,31	2,04	1,76	1,49
	1,4	3,04	2,90	2,69	2,66	2,53	2,25	1,98	1,70	1,42
	1,2	2,97	2,84	2,63	2,60	2,46	2,19	1,91	1,64	1,36
	1,0	2,91	2,77	2,57	2,54	2,40	2,13	1,85	1,58	1,30



**Πίνακας 10γ.** Συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] διφυλλου κουφώματος διαστάσεων  $1,23 m \times 1,48 m$ . Μεταλλικό πλαίσιο.

	$U_f$ $W/(m^2K)$	διπλός υαλοπίνακας			διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		$U_{g_2}$ $W/(m^2K)$								
		3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
ποσοστό πλαισίου= 26% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 7,5cm	7,0	4,38	4,23	4,01	4,07	3,92	3,62	3,32	3,03	2,73
	3,8	3,98	3,83	3,61	3,66	3,52	3,22	2,92	2,62	2,32
	3,4	3,88	3,73	3,50	3,56	3,41	3,12	2,82	2,52	2,22
	3,0	3,77	3,63	3,40	3,46	3,31	3,01	2,72	2,42	2,12
	2,6	3,67	3,52	3,30	3,36	3,21	2,91	2,61	2,32	2,02
	2,2	3,57	3,42	3,20	3,26	3,11	2,81	2,51	2,21	1,92
	2,0	3,52	3,37	3,15	3,20	3,06	2,76	2,46	2,16	1,86
	1,8	3,47	3,32	3,10	3,15	3,00	2,71	2,41	2,11	1,81
	1,6	3,42	3,27	3,04	3,10	2,95	2,66	2,36	2,06	1,76
	1,4	3,37	3,22	2,99	3,05	2,90	2,60	2,31	2,01	1,71
	1,2	3,31	3,17	2,94	3,00	2,85	2,55	2,26	1,96	1,66
1,0	3,26	3,11	2,89	2,95	2,80	2,50	2,20	1,91	1,61	
ποσοστό πλαισίου= 33% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 10cm	7,0	4,68	4,54	4,34	4,43	4,29	4,03	3,76	3,49	3,22
	3,8	4,05	3,91	3,71	3,80	3,67	3,40	3,13	2,86	2,60
	3,4	3,92	3,78	3,58	3,67	3,53	3,27	3,00	2,73	2,46
	3,0	3,78	3,65	3,45	3,53	3,40	3,13	2,87	2,60	2,33
	2,6	3,65	3,52	3,32	3,40	3,27	3,00	2,73	2,47	2,20
	2,2	3,52	3,38	3,18	3,27	3,13	2,87	2,60	2,33	2,07
	2,0	3,45	3,32	3,12	3,20	3,07	2,80	2,53	2,27	2,00
	1,8	3,38	3,25	3,05	3,13	3,00	2,73	2,47	2,20	1,93
	1,6	3,32	3,18	2,98	3,07	2,93	2,67	2,40	2,13	1,87
	1,4	3,25	3,12	2,92	3,00	2,87	2,60	2,33	2,07	1,80
	1,2	3,18	3,05	2,85	2,93	2,80	2,53	2,27	2,00	1,73
1,0	3,12	2,98	2,78	2,87	2,73	2,47	2,20	1,93	1,67	
ποσοστό πλαισίου= 41% ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 12,5cm	7,0	4,95	4,83	4,66	4,77	4,65	4,41	4,17	3,93	3,70
	3,8	4,12	4,00	3,82	3,93	3,81	3,58	3,34	3,10	2,86
	3,4	3,96	3,84	3,66	3,77	3,65	3,41	3,18	2,94	2,70
	3,0	3,79	3,68	3,50	3,61	3,49	3,25	3,01	2,78	2,54
	2,6	3,63	3,51	3,34	3,45	3,33	3,09	2,85	2,61	2,38
	2,2	3,47	3,35	3,17	3,29	3,17	2,93	2,69	2,45	2,21
	2,0	3,39	3,27	3,09	3,20	3,09	2,85	2,61	2,37	2,13
	1,8	3,31	3,19	3,01	3,12	3,00	2,77	2,53	2,29	2,05
	1,6	3,23	3,11	2,93	3,04	2,92	2,69	2,45	2,21	1,97
	1,4	3,15	3,03	2,85	2,96	2,84	2,60	2,37	2,13	1,89
	1,2	3,07	2,95	2,77	2,88	2,76	2,52	2,29	2,05	1,81
1,0	2,98	2,87	2,69	2,80	2,68	2,44	2,20	1,97	1,73	

**Πίνακας 10δ.** Συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] διφυλλου κουφώματος διαστάσεων  $1,48 m \times 2,18 m$ . Μεταλλικό πλαίσιο.

	$U_f$ $W/(m^2K)$	διπλός υαλοπίνακας			διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής σε ένα ή δύο φύλλα					
		$U_{g_2}$ $W/(m^2K)$								
		3,3	3,1	2,8	2,6	2,4	2,0	1,6	1,2	0,8
ποσοστό πλαισίου= 19%  ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 7,5cm	7,0	4,12	3,96	3,72	3,71	3,55	3,22	2,90	2,58	2,26
	3,8	3,80	3,64	3,40	3,39	3,23	2,91	2,58	2,26	1,94
	3,4	3,72	3,56	3,32	3,31	3,15	2,83	2,51	2,18	1,86
	3,0	3,65	3,48	3,24	3,23	3,07	2,75	2,43	2,11	1,78
	2,6	3,57	3,41	3,17	3,16	2,99	2,67	2,35	2,03	1,71
	2,2	3,49	3,33	3,09	3,08	2,92	2,59	2,27	1,95	1,63
	2,0	3,45	3,29	3,05	3,04	2,88	2,56	2,23	1,91	1,59
	1,8	3,41	3,25	3,01	3,00	2,84	2,52	2,19	1,87	1,55
	1,6	3,37	3,21	2,97	2,96	2,80	2,48	2,16	1,83	1,51
	1,4	3,34	3,17	2,93	2,92	2,76	2,44	2,12	1,79	1,47
	1,2	3,30	3,14	2,89	2,88	2,72	2,40	2,08	1,76	1,43
1,0	3,26	3,10	2,85	2,85	2,68	2,36	2,04	1,72	1,39	
ποσοστό πλαισίου= 25%  ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 10cm	7,0	4,35	4,20	3,97	3,98	3,83	3,53	3,24	2,94	2,64
	3,8	3,85	3,70	3,47	3,48	3,33	3,04	2,74	2,44	2,14
	3,4	3,75	3,60	3,37	3,38	3,23	2,93	2,64	2,34	2,04
	3,0	3,64	3,49	3,27	3,28	3,13	2,83	2,53	2,24	1,94
	2,6	3,54	3,39	3,17	3,18	3,03	2,73	2,43	2,13	1,84
	2,2	3,44	3,29	3,07	3,08	2,93	2,63	2,33	2,03	1,73
	2,0	3,39	3,24	3,02	3,03	2,88	2,58	2,28	1,98	1,68
	1,8	3,34	3,19	2,97	2,97	2,83	2,53	2,23	1,93	1,63
	1,6	3,29	3,14	2,92	2,92	2,77	2,48	2,18	1,88	1,58
	1,4	3,24	3,09	2,86	2,87	2,72	2,43	2,13	1,83	1,53
	1,2	3,19	3,04	2,81	2,82	2,67	2,37	2,08	1,78	1,48
1,0	3,14	2,99	2,76	2,77	2,62	2,32	2,03	1,73	1,43	
ποσοστό πλαισίου= 31%  ισοδύναμο πλάτος πλαισίου= 12,5cm	7,0	4,56	4,43	4,22	4,25	4,11	3,83	3,56	3,28	3,01
	3,8	3,89	3,76	3,55	3,58	3,44	3,16	2,89	2,61	2,34
	3,4	3,77	3,63	3,42	3,45	3,31	3,04	2,76	2,49	2,21
	3,0	3,64	3,51	3,30	3,33	3,19	2,91	2,64	2,36	2,09
	2,6	3,52	3,38	3,18	3,20	3,06	2,79	2,51	2,24	1,96
	2,2	3,39	3,26	3,05	3,08	2,94	2,66	2,39	2,11	1,84
	2,0	3,33	3,19	2,99	3,01	2,88	2,60	2,33	2,05	1,78
	1,8	3,27	3,13	2,93	2,95	2,81	2,54	2,26	1,99	1,71
	1,6	3,21	3,07	2,86	2,89	2,75	2,48	2,20	1,93	1,65
	1,4	3,14	3,01	2,80	2,83	2,69	2,41	2,14	1,86	1,59
	1,2	3,08	2,94	2,74	2,76	2,63	2,35	2,08	1,80	1,53
1,0	3,02	2,88	2,68	2,70	2,56	2,29	2,01	1,74	1,46	

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

Υλικό πλαισίου	Χαρακτηριστικό πλαισίου	Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου $U_f$ [ $W/(m^2K)$ ]
Μεταλλικό πλαίσιο	χωρίς θερμοδιακοπή	7,0
	με θερμοδιακοπή	1,0 - 4,0
Συνθετικό πλαίσιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC πολυθαλαμικό	1,0-2,0
Ξύλινο πλαίσιο	σκληρής ξυλείας μέσω πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,4
	μαλακής ξυλείας μέσω πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,0
	σκληρής ξυλείας μέσω πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,7
	μαλακής ξυλείας μέσω πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,5

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

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

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

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

**Πίνακας 14α.** Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi_{dp,g}$  και  $\Psi_{tr,g}$ , που χρησιμοποιούνται σε ορθοστάτες και τραβέρσες.

Τύπος πλαισίου τοιχοπετάσματος	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων $\Psi_{dp,g}, \Psi_{tr,g}$ [W/(m·K)]	
	Δίδυμος ή τριπλός υαλοπίνακας χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Δίδυμος ή τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Αλουμίνιο - ξύλο για συνήθεις τύπους αποστάτη	0,08	0,11
Μέταλλο με θερμοδιακοπή για συνήθεις τύπους αποστάτη	0,15	0,19
Αλουμίνιο - ξύλο για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη	0,06	0,08
Μέταλλο με θερμοδιακοπή για θερμικά βελτιωμένους τύπους αποστάτη	0,10	0,12

**Πίνακας 14β.** Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας για αδιαφανή πετασμάτων  $\Psi_p$ .

Τύπος πετάσματος	Θερμική αγωγιμότητα θερμοδιακοπής	* Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας <sup>a</sup>
Εσωτερική / εξωτερική επίστρωση	$\lambda$ [W/(m·K)]	$\Psi_p$ [W/(m·K)]
<b>Θερμομονωτικό πέτασμα με στρώση διακένου αέρα</b>		
Αλουμίνιο / γυαλί	–	0,13
<b>Θερμομονωτικό πέτασμα χωρίς στρώση διακένου αέρα</b>		
Αλουμίνιο / αλουμίνιο	0,2	0,20
	0,4	0,29
Αλουμίνιο / γυαλί	0,2	0,18
	0,4	0,20
Σίδηρος / γυαλί	0,2	0,14
	0,4	0,18

\* Αυτή η τιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν άλλες πληροφορίες από μετρήσεις ή αναλυτικούς υπολογισμούς.

**Πίνακας 14γ.** Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου τοιχοπετάσματος – κουφώματος για διατομές αλουμινίου και σιδήρου.

α/α	Περιγραφή	Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας * $\Psi_{dp,f}$ ή $\Psi_{tr,f}$
1	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος με την παρεμβολή διατομής αλουμινίου με θερμοδιακοπή	0,11
2	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος με την παρεμβολή μιας διατομής με υλικό χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας (π.χ. πολυαμίδιο με 25% ίνες γυαλιού)	0,05
3	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος μέσω προεξοχής της θερμοδιακοπής του κουφώματος	0,07
4	Συναρμογή του πλαισίου κουφώματος στο πλαίσιο τοιχοπετάσματος μέσω της επέκτασης διατομής αλουμινίου του εξωτερικού πλαισίου.	0,07

\* Η τιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν μετρημένα ή αναλυτικά υπολογισμένες τιμές. Η τιμή είναι έγκυρη μόνο όταν το πλαίσιο του τοιχοπετάσματος καθώς και του κουφώματος έχουν θερμοδιακοπή και καμία θερμοδιακοπή δεν διακόπτεται από αγωγίμο στοιχείο του άλλου πλαισίου

**Πίνακας 14δ.** Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου τοιχοπετάσματος – κουφώματος για διατομές ξύλου και αλουμινίου.

Είδος συναρμογής	Τιμές γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας * $\Psi_{dp,f}$ ή $\Psi_{tr,f}$
$U_{tr} > 2,0$ (W/(m <sup>2</sup> ·K))	0,02
$U_{tr} \leq 2,0$ (W/(m <sup>2</sup> ·K))	0,04

• Η τιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχουν μετρημένα ή αναλυτικά υπολογισμένες τιμές.

Πίνακας 15. Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  θερμογεφυρών. Απλοποιητική μέθοδος.

1. Εξωτερικές γωνίες		$\Psi$ [W/(mK)]
1	<b>εξωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b>-0,10</b>
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,30
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
<b>2 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>		<b>-0,25</b>
3	<b>φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα</b>	<b>+0,15</b>
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,05
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,65
2. Εσωτερικές γωνίες		$\Psi$ [W/(mK)]
<b>1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>		<b>+0,05</b>
2	<b>εσωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b>+0,25</b>
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,75
3	<b>φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα</b>	<b>+0,10</b>
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,50
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
3. Ενώσεις δομικών στοιχείων		$\Psi$ [W/(mK)]
<b>1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>		<b><math>\pm 0,00</math></b>
2	<b>εσωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b><math>\pm 0,00</math></b>
	α. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
<b>3 φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα</b>		<b>+0,25</b>
4. Δώμα / οροφή σε προεξοχή		$\Psi$ [W/(mK)]
1	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>-0,05</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,85
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,95
2	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,55</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
<b>3 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>		<b>+0,65</b>

<b>4</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>-0,20</b>
<b>5</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+0,15</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,80
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,90
<b>6</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,55</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,55
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50

<b>5. Δάπεδο σε προεξοχή / πυλωτή</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+0,55</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,50
<b>2</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,80</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,25
	β. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,15
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	+0,05
<b>3</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>-0,20</b>
<b>4</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,60</b>
<b>5</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>±0,00</b>
<b>6</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,65</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10

<b>6. Οροφή σε εσοχή</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+1,00</b>
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
<b>2</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,05</b>



<b>3</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+1,10</b>
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
<b>4</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+1,05</b>
	α. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,70
<b>5</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+1,25</b>
	α. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,25
<b>6</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία φέροντος οργανισμού με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,30</b>
<b>7. Δάπεδο σε εσοχή</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+0,05</b>
<b>2</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+1,15</b>
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,40
<b>3</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+1,20</b>
	α. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,70
<b>4</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+1,65</b>
	α. ύπαρξη οπτοπλινθοδομής η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,30
	β. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπτοπλινθοδομή	+0,95
<b>5</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην άνω παρειά</b>	<b>+0,40</b>
<b>6</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην κάτω παρειά</b>	<b>+1,15</b>
	α. συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπτοπλινθοδομή	-0,40
<b>8. Ενδιάμεσο δάπεδο</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>εξωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b>±0,00</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+1,25
<b>2</b>	<b>εσωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b>+1,10</b>
<b>3</b>	<b>φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα</b>	<b>+0,45</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,80
<b>9. Δάπεδο επί εδάφους</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>+0,25</b>

	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25
<b>2</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,40</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,50
<b>3</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά</b>	<b>-0,05</b>
<b>4</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά</b>	<b>+0,50</b>
<b>5</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην άνω παρειά</b>	<b>+0,05</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,10
<b>6</b>	<b>κατακόρυφα δομικά στοιχεία με θερμομόνωση στον πυρήνα και πλάκα με θερμομόνωση στην κάτω παρειά</b>	<b>+0,35</b>
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25

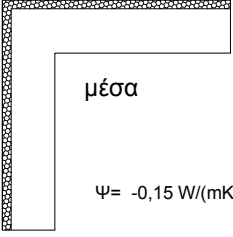
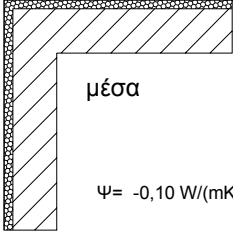
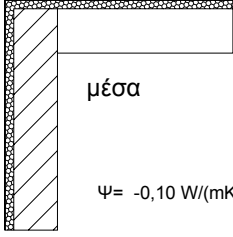
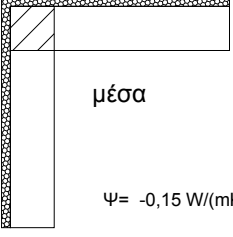
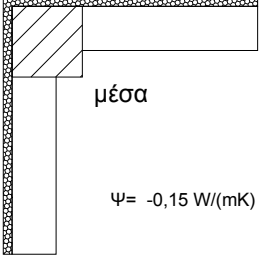
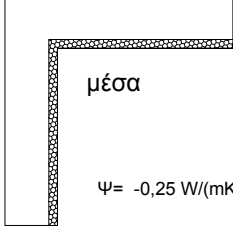
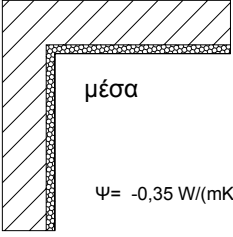
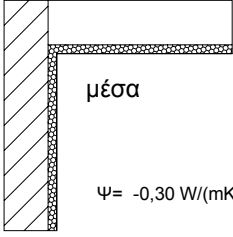
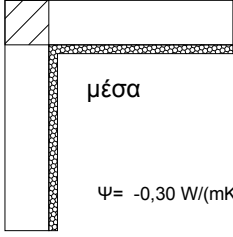
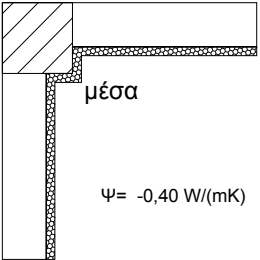
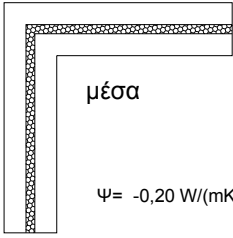
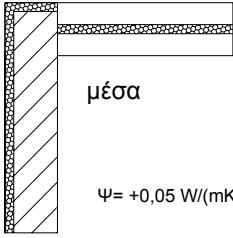
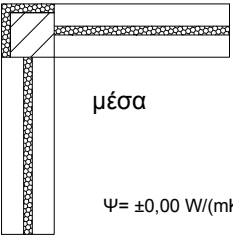
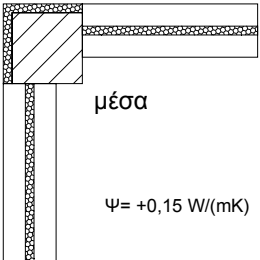
<b>10. Περίδεσμος ενίσχυσης</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>εξωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b>±0,00</b>
<b>2</b>	<b>εσωτερική συνεχής θερμομόνωση</b>	<b>±0,00</b>
<b>3</b>	<b>φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα</b>	<b>+0,30</b>
	α. απουσία θερμομόνωσης στην θέση του περιδέσμου ενίσχυσης	+0,80

<b>11. Λαμπάς κουφώματος</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>κούφωμα και θερμομόνωση στην ίδια ευθεία</b>	<b>+0,05</b>
<b>2</b>	<b>κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση</b>	<b>+0,35</b>
<b>3</b>	<b>κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση με συνέχεια της θερμομόνωσης στο λαμπά</b>	<b>+0,15</b>

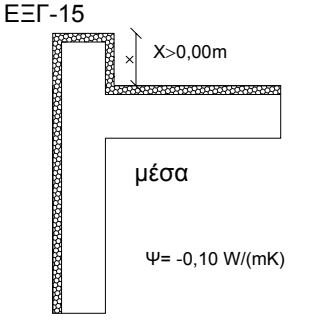
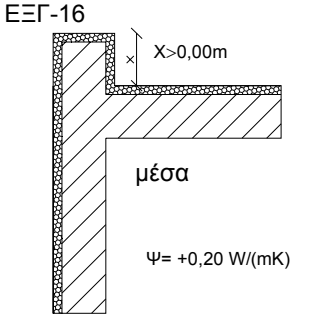
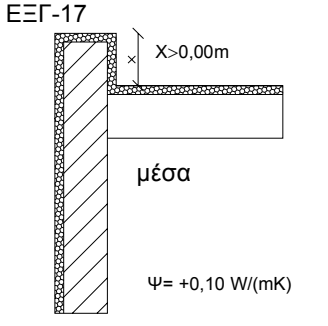
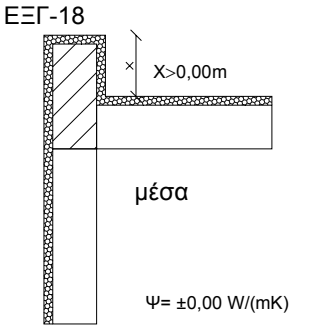
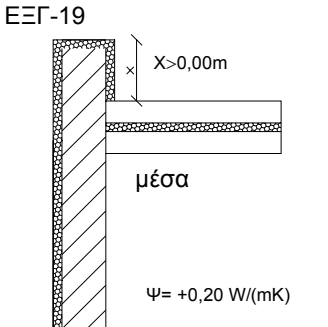
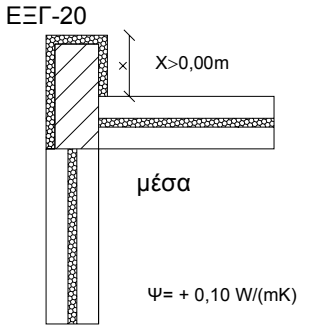
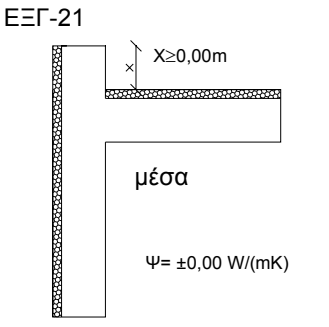
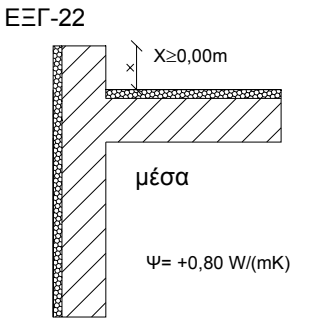
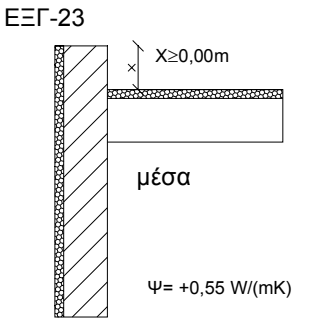
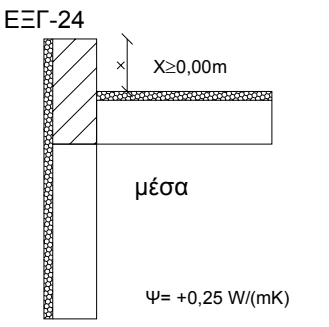
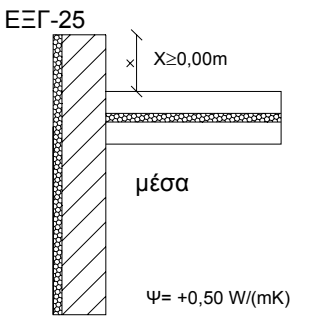
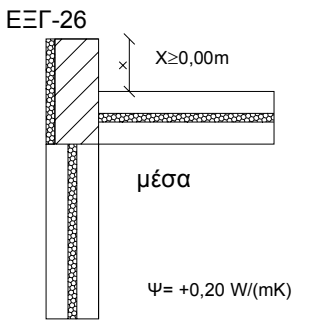
<b>12. Ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος</b>		<b>Ψ [W/(mK)]</b>
<b>1</b>	<b>κούφωμα και θερμομόνωση στην ίδια ευθεία</b>	<b>+0,05</b>
	α. διακοπή της θερμομόνωσης στην θέση συναρμογής περιδέσμου ενίσχυσης και οπτοπλινθοδομής	+0,25
<b>2</b>	<b>κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση</b>	<b>+0,55</b>
<b>3</b>	<b>κούφωμα και θερμομόνωση σε διαφορετική θέση με συνέχεια της θερμομόνωσης στο ανωκάσι/κατωκάσι</b>	<b>+0,20</b>
<b>4</b>	<b>κατωκάσι σε πλάκα<sup>1</sup></b>	<b>±0,00</b>

<sup>1</sup> Οι γραμμικές απώλειες της διατομής έχουν ήδη υπολογιστεί στις θερμογέφυρες δαπέδου σε ενδιάμεσο όροφο ή/και δαπέδου σε εσοχή.

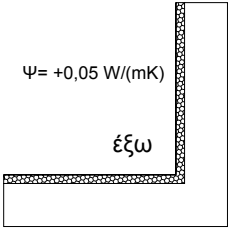
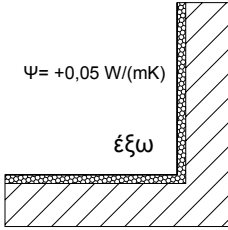
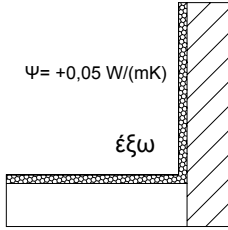
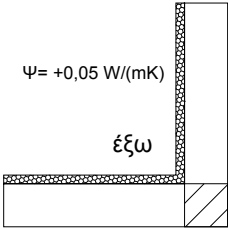
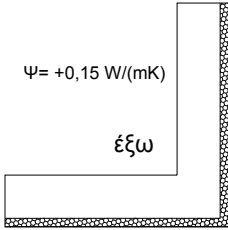
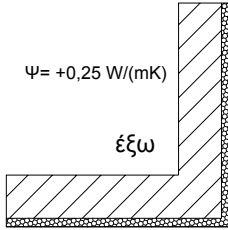
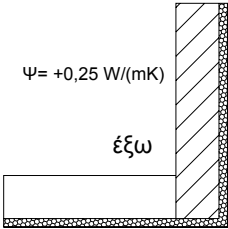
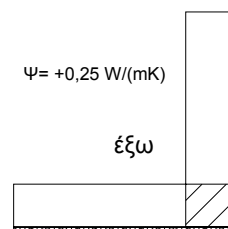
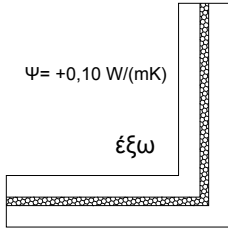
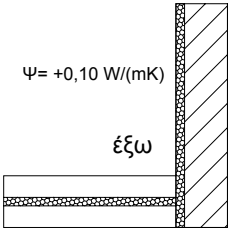
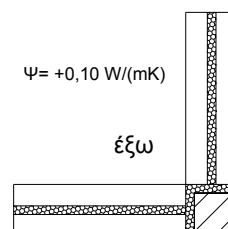
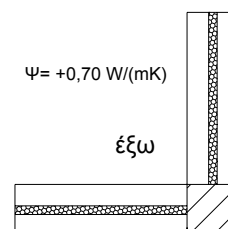
**Πίνακας 16α.** Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας.

<p>ΕΞΓ-1</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-2</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-3</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΞΓ-4</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-5</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-6</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΞΓ-7</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,35 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-8</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-9</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΞΓ-10</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,40 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-11</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΞΓ-13</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΞΓ-14</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	

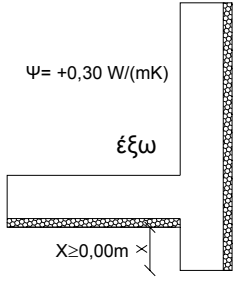
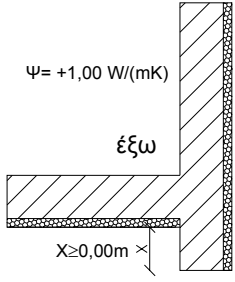
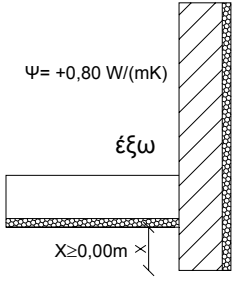
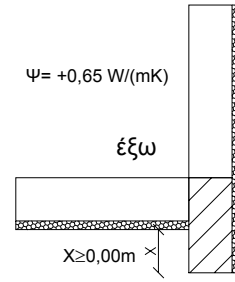
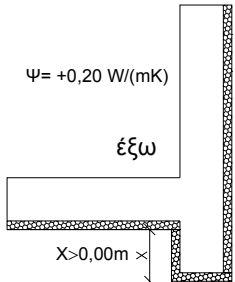
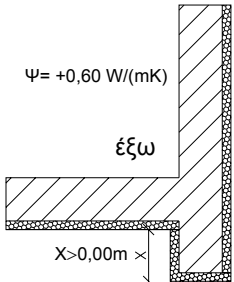
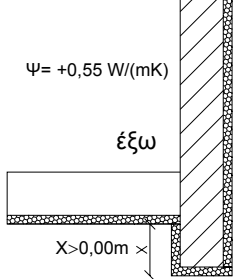
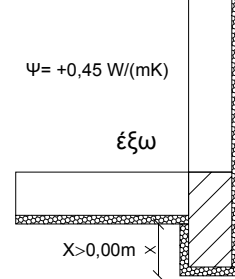
**Πίνακας 16α (συνέχεια). Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας.**

<p><b>ΕΞΓ-15</b></p>  <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-16</b></p>  <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-17</b></p>  <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p><b>ΕΞΓ-18</b></p>  <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-19</b></p>  <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-20</b></p>  <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p><b>ΕΞΓ-21</b></p>  <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-22</b></p>  <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-23</b></p>  <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p><b>ΕΞΓ-24</b></p>  <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-25</b></p>  <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p><b>ΕΞΓ-26</b></p>  <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>

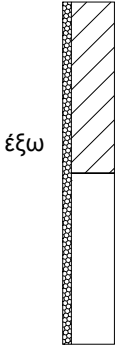
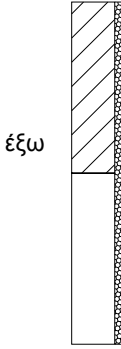
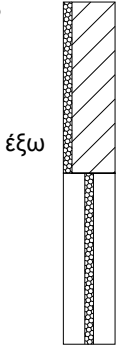
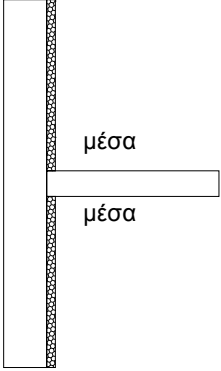
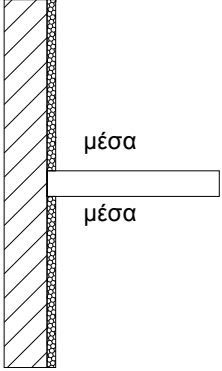
**Πίνακας 16β** Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας.

<p>ΕΣΓ-1</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-2</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-3</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 
<p>ΕΣΓ-4</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-5</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-6</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 
<p>ΕΣΓ-7</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-8</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-9</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 
<p>ΕΣΓ-10</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-11</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-12</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> 

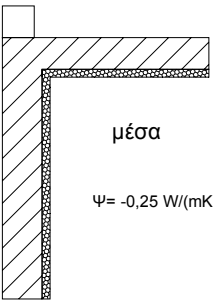
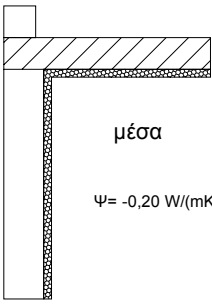
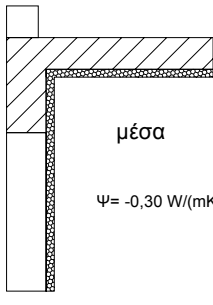
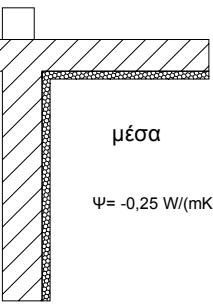
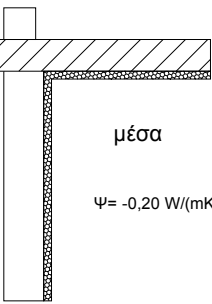
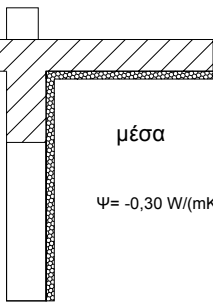
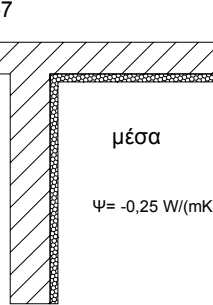
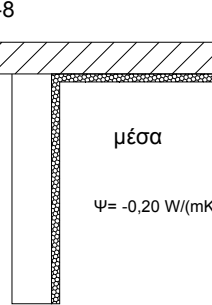
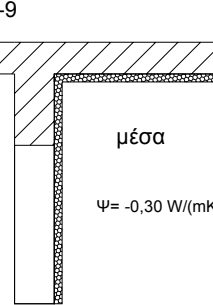
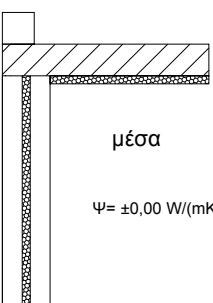
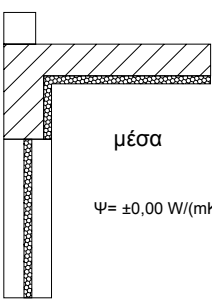
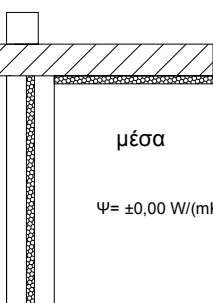
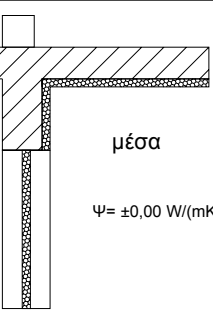
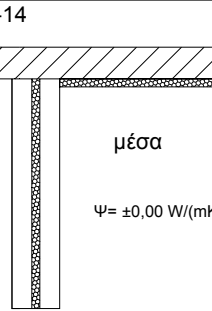
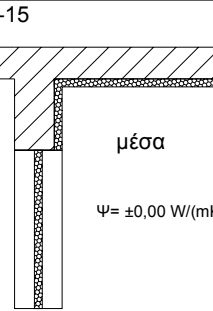
**Πίνακας 16β.** Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας (συνέχεια)..

<p>ΕΣΓ-13</p> <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> 	<p>ΕΣΓ-14</p> <p><math>\Psi = +1,00 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> 	<p>ΕΣΓ-15</p> <p><math>\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> 
<p>ΕΣΓ-16</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X \geq 0,00\text{m}</math></p> 	<p>ΕΣΓ-17</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> 	<p>ΕΣΓ-18</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> 
<p>ΕΣΓ-19</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> 	<p>ΕΣΓ-20</p> <p><math>\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}</math></p> <p>έξω</p> <p><math>X &gt; 0,00\text{m}</math></p> 	

**Πίνακας 16γ.** Θερμογέφυρες ενώσεων δομικών στοιχείων.

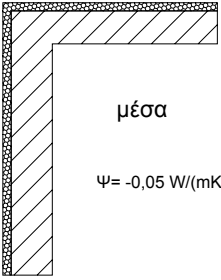
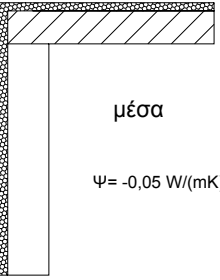
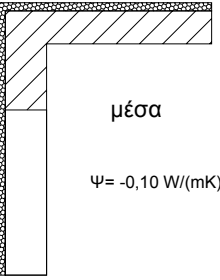
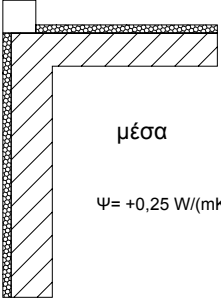
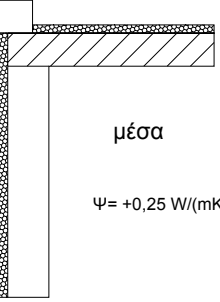
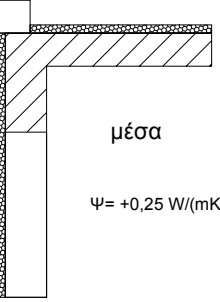
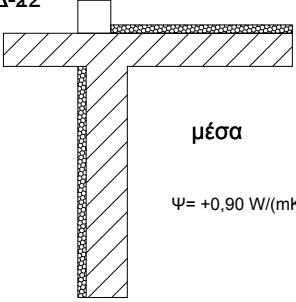
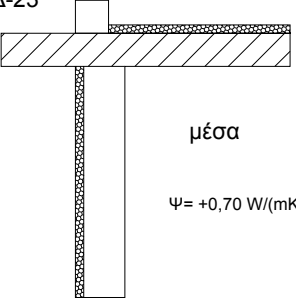
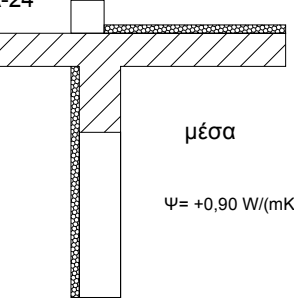
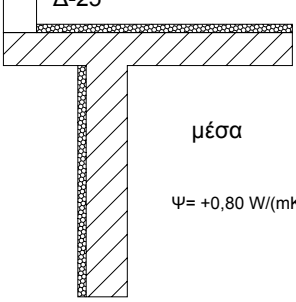
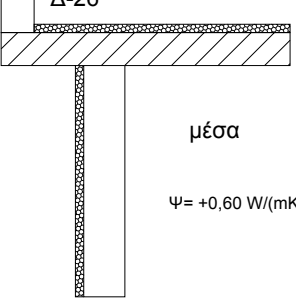
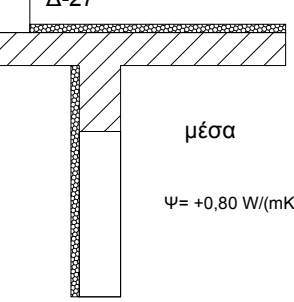
<p>ΕΔΣ-1</p>  <p>έξω</p> <p>Ψ= ±0,00 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΣ-2</p>  <p>έξω</p> <p>Ψ= ±0,00 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΣ-3</p>  <p>έξω</p> <p>Ψ= +0,25 W/(mK)</p>
<p>ΕΔΣ-4</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,15 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΣ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,35 W/(mK)</p>	

**Πίνακας 16δ.** Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.

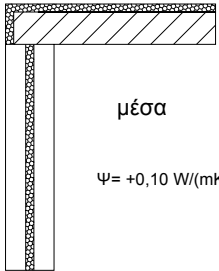
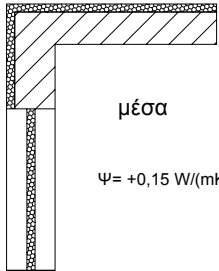
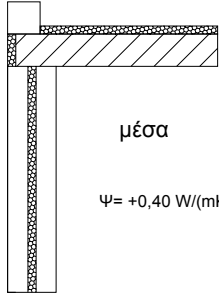
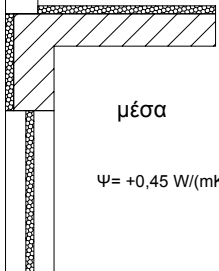
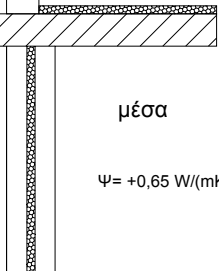
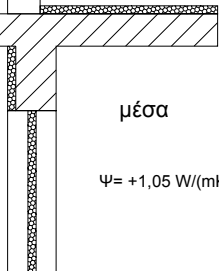
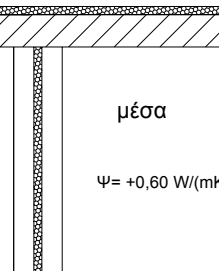
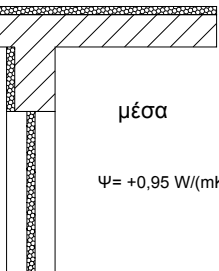
<p>Δ-1</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-2</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-3</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-4</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-5</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-6</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-7</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-8</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-9</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-10</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-11</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-12</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-13</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-14</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-15</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>



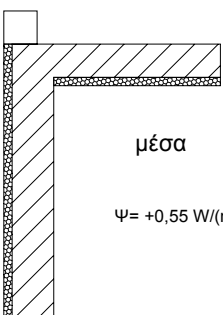
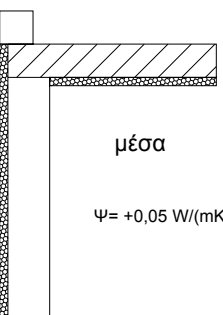
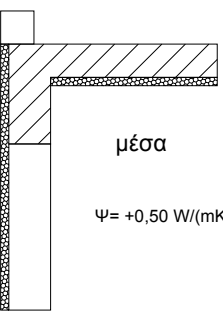
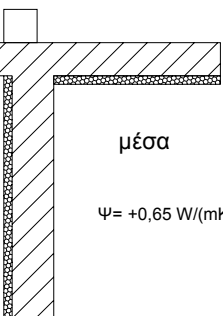
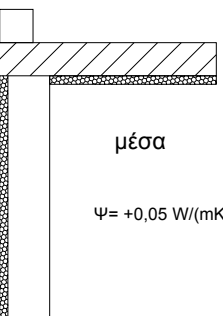
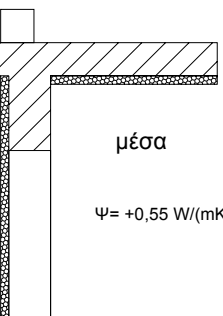
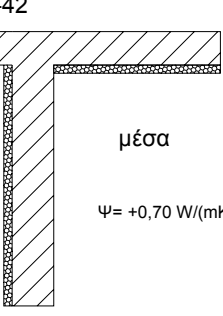
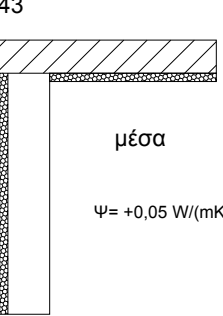
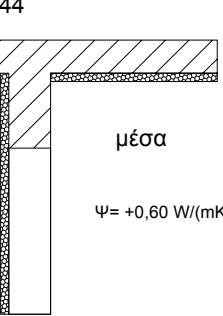
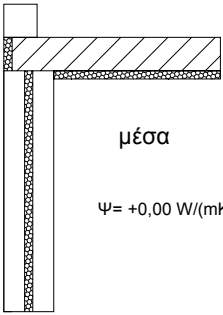
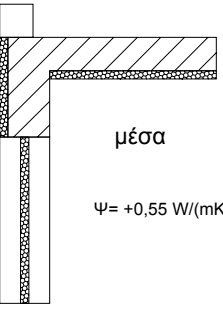
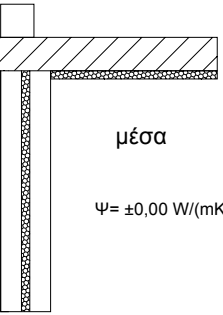
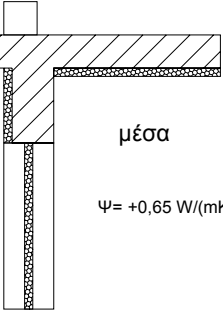
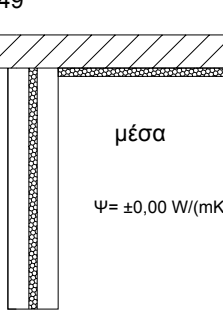
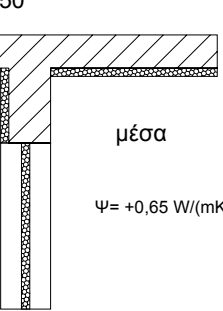
**Πίνακας 16δ** (συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.

<p>Δ-16</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-17</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-18</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-19</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-20</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-21</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-22</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-23</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-24</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-25</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-26</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-27</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}</math></p>

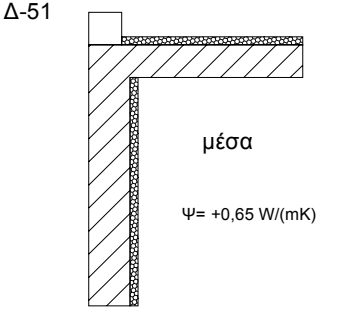
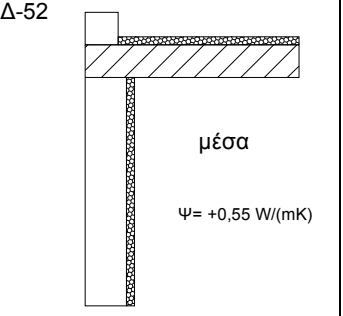
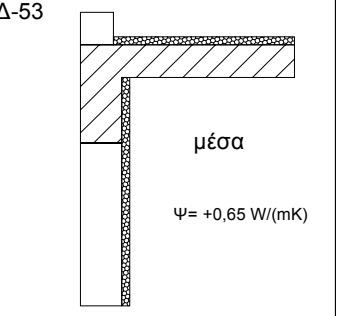
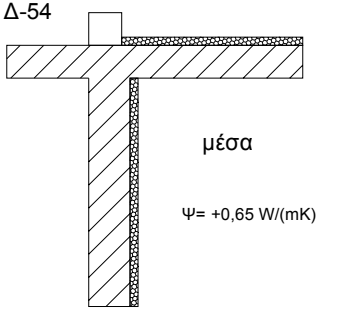
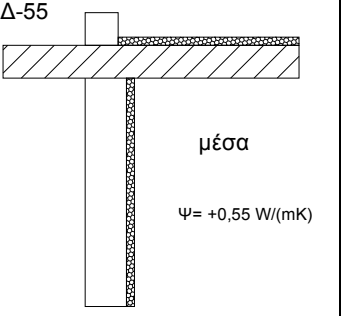
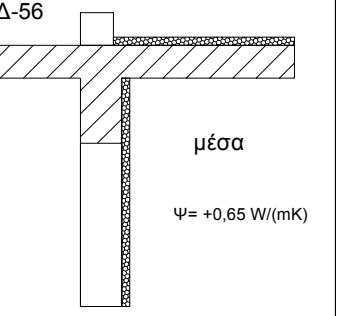
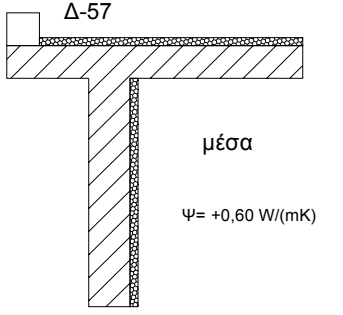
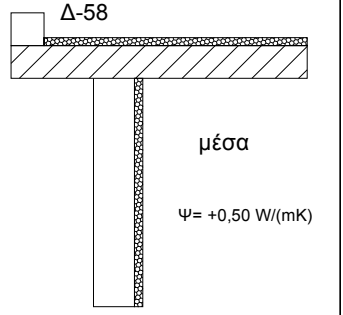
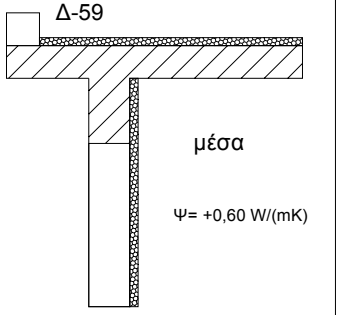
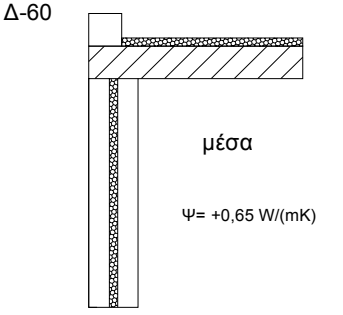
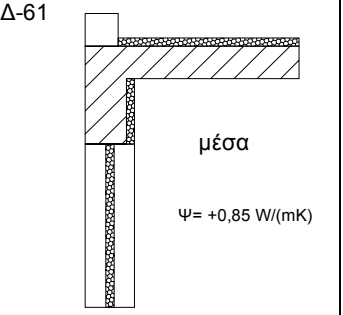
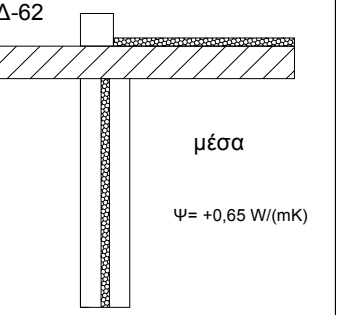
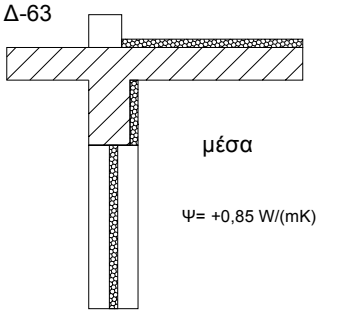
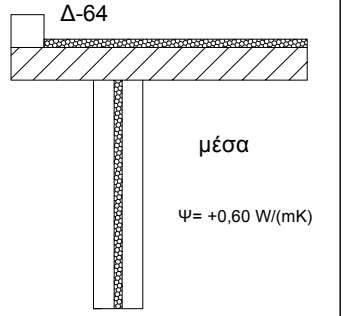
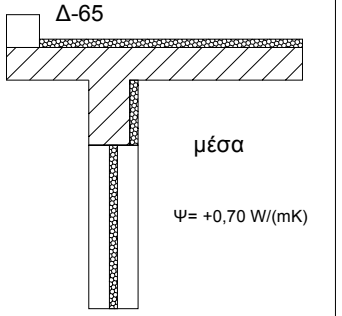
**Πίνακας 16δ** (συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.

<p>Δ-28</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-29</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-30</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,40 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-31</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-32</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-33</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,05 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-34</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-35</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,95 \text{ W/(mK)}</math></p>	

Πίνακας 16δ. (συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.

<p>Δ-36</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-37</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-38</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-39</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-40</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-41</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-42</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-43</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-44</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-45</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-46</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-47</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-48</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-49</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-50</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>

Πίνακας 16δ. (συνέχεια). Θερμογέφυρες δώματος / οροφής σε προεξοχή.

<p>Δ-51</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-52</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-53</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-54</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-55</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-56</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-57</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-58</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-59</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-60</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-61</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-62</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Δ-63</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-64</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Δ-65</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p>

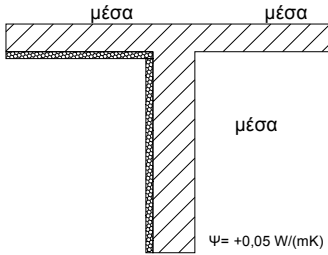
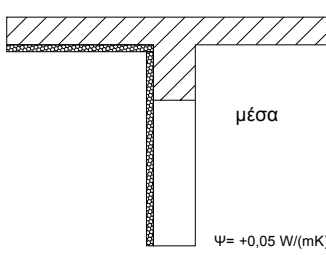
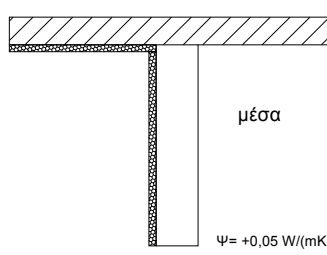
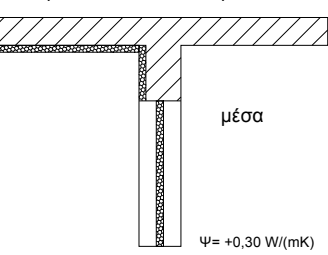
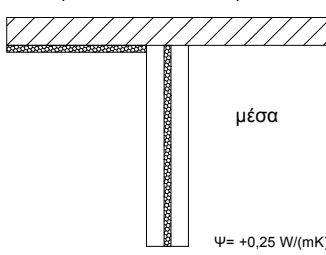
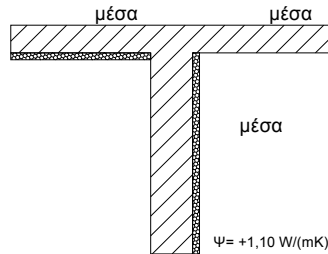
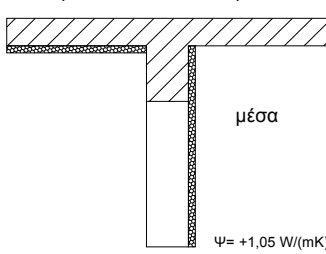
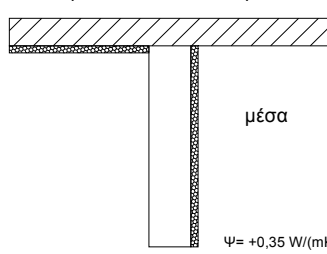
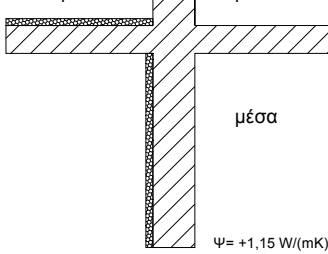
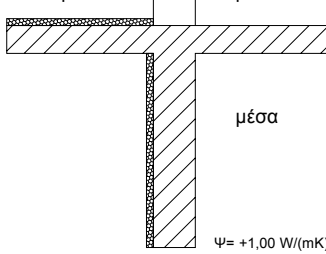
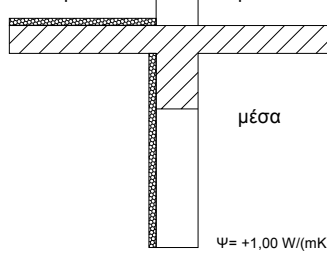
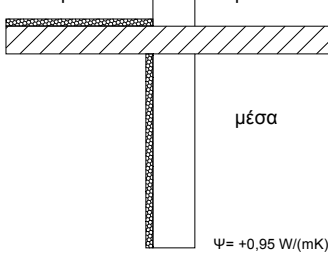
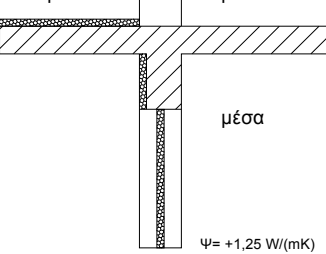
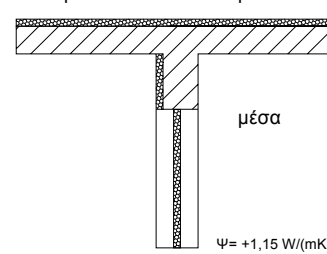
**Πίνακας 16ε.** Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή / δαπέδου επάνω από πυλωτή.

<p>ΔΠ-1</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = -0,25W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-2</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = -0,20W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-3</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = -0,25W/(mK)</math></p>
<p>ΔΠ-4</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = -0,20 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-5</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = -0,20 W/(mK)</math></p>	
<p>ΔΠ-6</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,80 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-7</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,65 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-8</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +1,15 W/(mK)</math></p>
<p>ΔΠ-9</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,85 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-10</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,55 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-11</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,65 W/(mK)</math></p>
<p>ΔΠ-12</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,75 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-13</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,75 W/(mK)</math></p>	<p>ΔΠ-14</p> <p>έξω                      μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,50 W/(mK)</math></p>

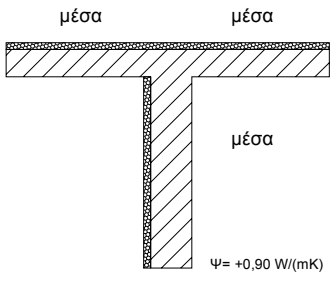
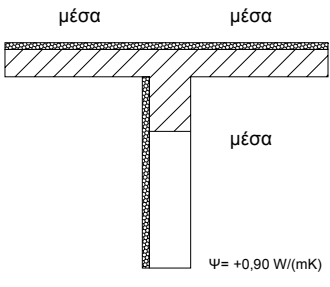
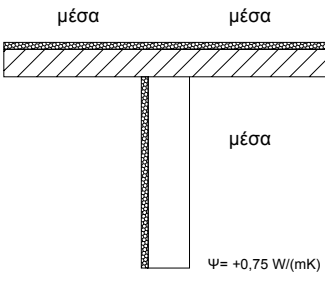
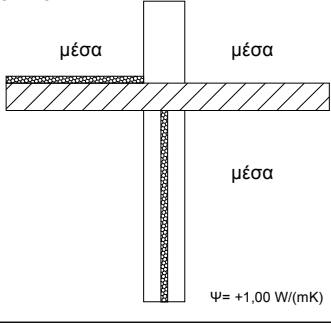
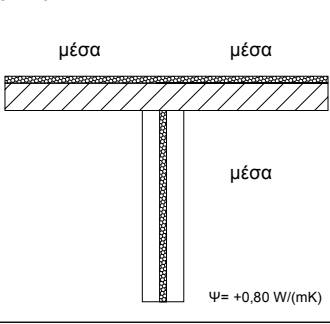
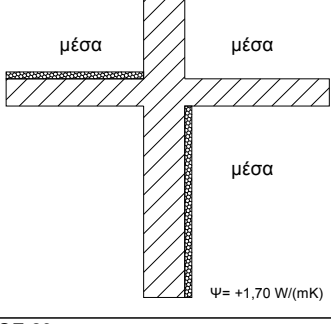
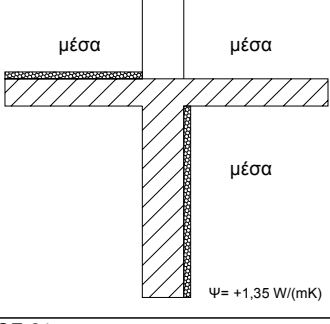
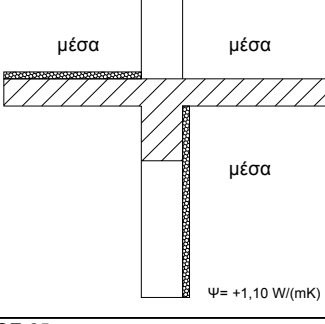
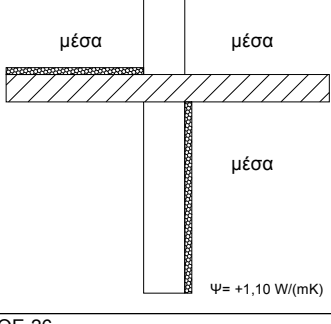
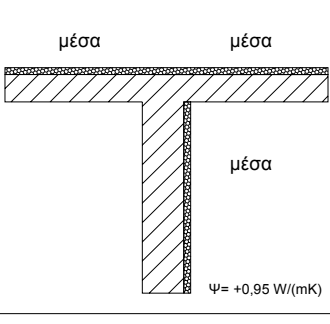
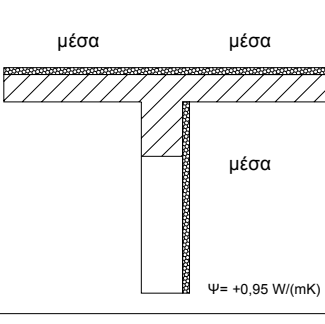
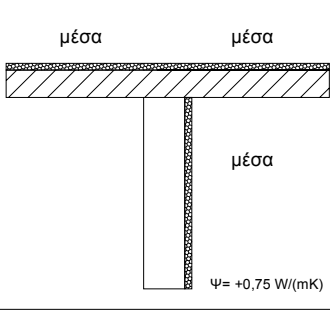
**Πίνακας 16ε (συνέχεια).** Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή / δαπέδου επάνω από πυλωτή.

<p>ΔΠ-15</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-16</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-17</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = + 0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΠ-18</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-19</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-20</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΠ-21</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-22</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-23</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΠ-24</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-25</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-26</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΠ-27</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΠ-28</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p><math>\Psi = +0,40 \text{ W/(mK)}</math></p>	

**Πίνακας 16στ.** Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή.

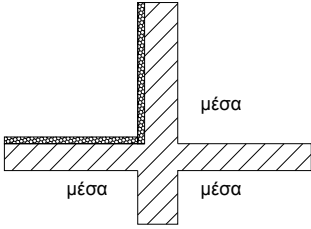
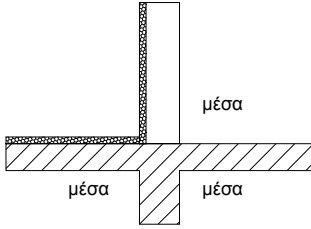
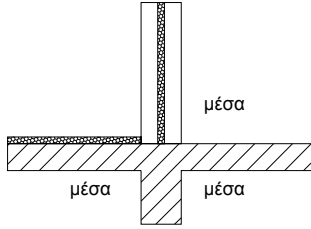
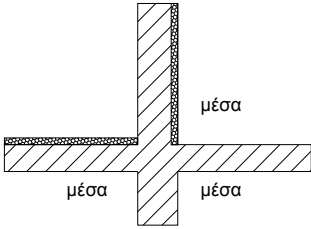
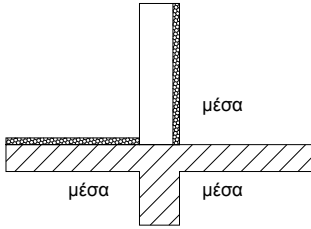
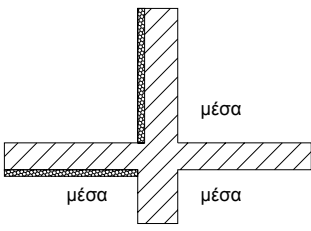
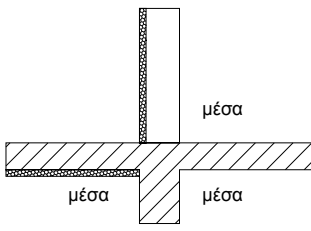
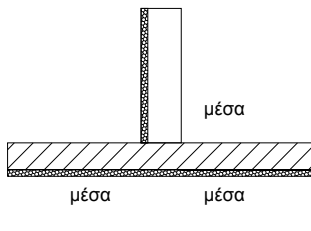
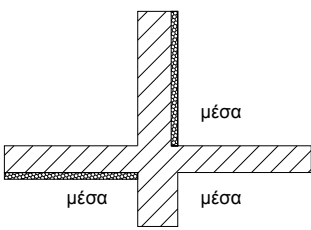
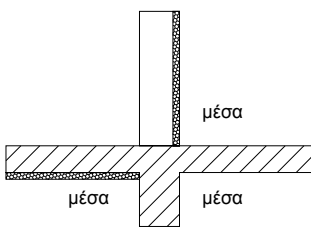
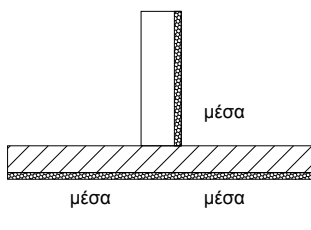
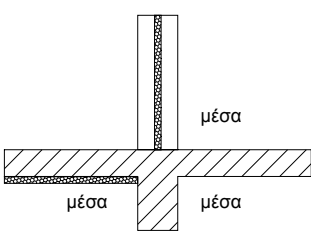
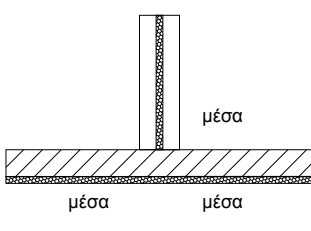
<p>OE-1</p>  <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-2</p>  <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-3</p>  <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>OE-4</p>  <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-5</p>  <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	
<p>OE-6</p>  <p><math>\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-7</p>  <p><math>\Psi = +1,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-8</p>  <p><math>\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>OE-9</p>  <p><math>\Psi = +1,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-10</p>  <p><math>\Psi = +1,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-11</p>  <p><math>\Psi = +1,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>OE-12</p>  <p><math>\Psi = +0,95 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-13</p>  <p><math>\Psi = +1,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>OE-14</p>  <p><math>\Psi = +1,15 \text{ W/(mK)}</math></p>

Πίνακας 16στ. (συνέχεια). Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή.

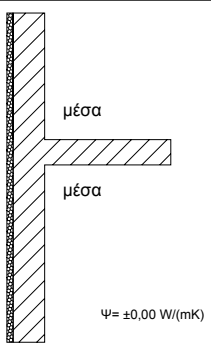
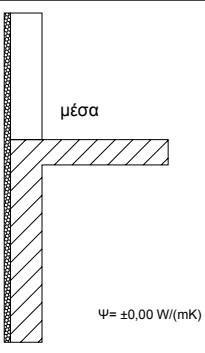
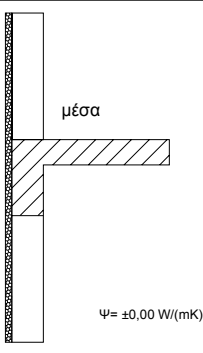
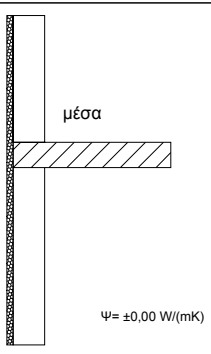
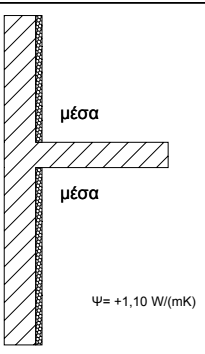
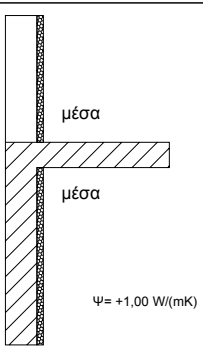
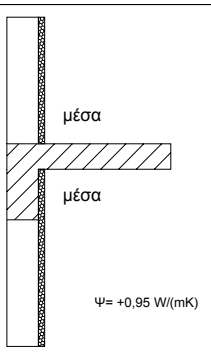
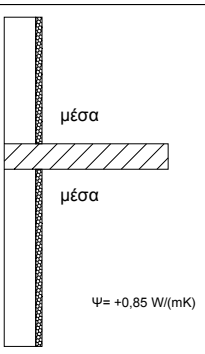
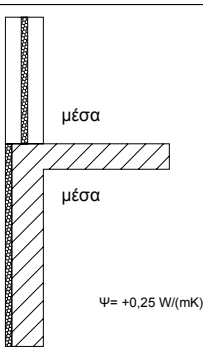
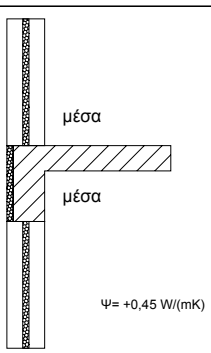
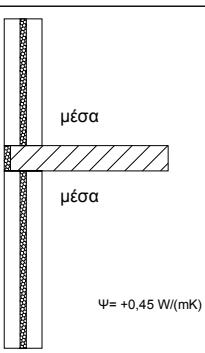
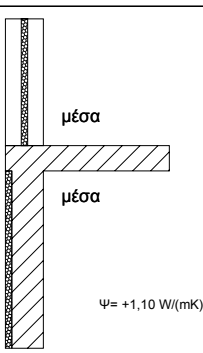
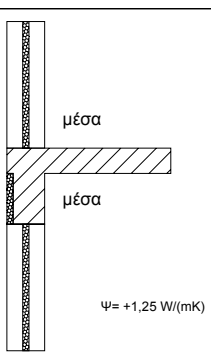
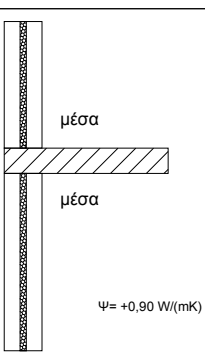
<p>ΟΕ-15</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-16</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-17</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,75 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΟΕ-18</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-19</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}</math></p>	
<p>ΟΕ-20</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,70 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-21</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,35 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-22</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΟΕ-23</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-24</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,95 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΟΕ-25</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,95 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΟΕ-26</p>  <p>μέσα μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,75 \text{ W/(mK)}</math></p>		



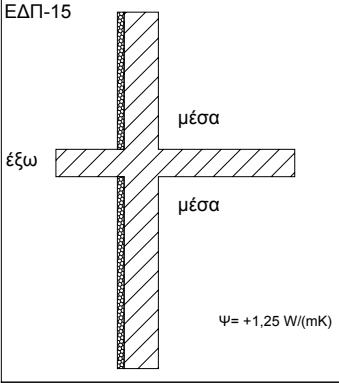
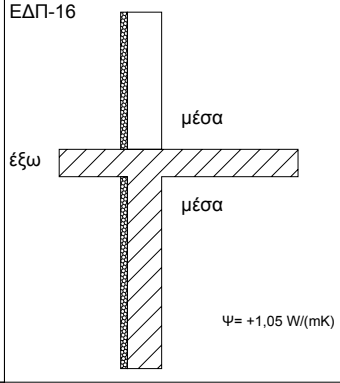
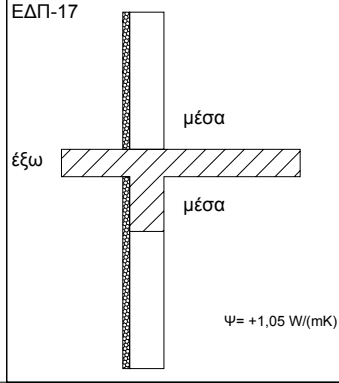
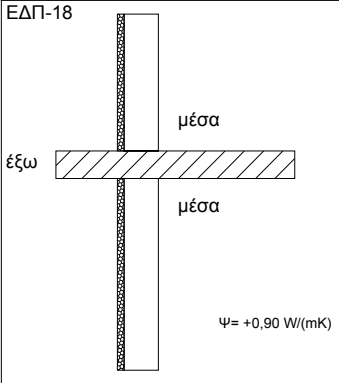
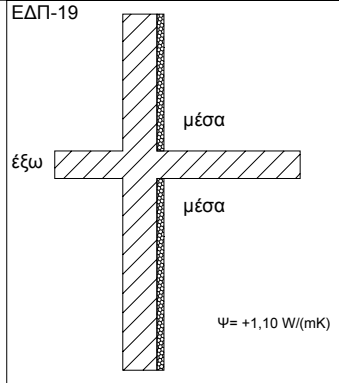
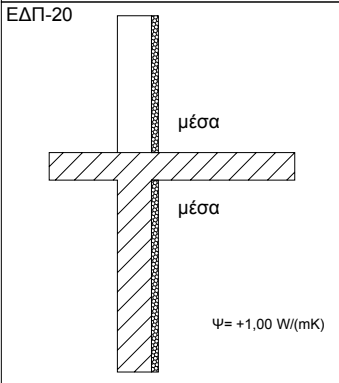
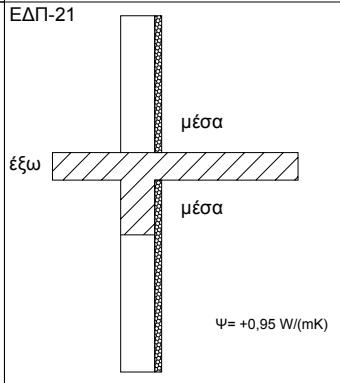
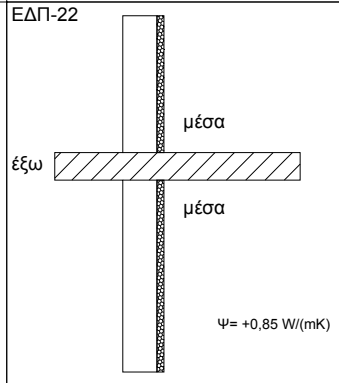
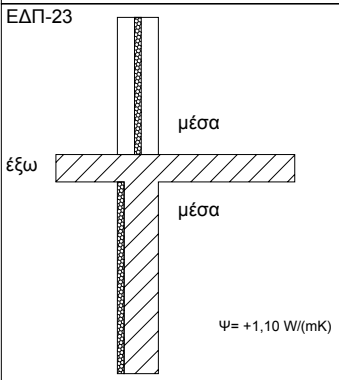
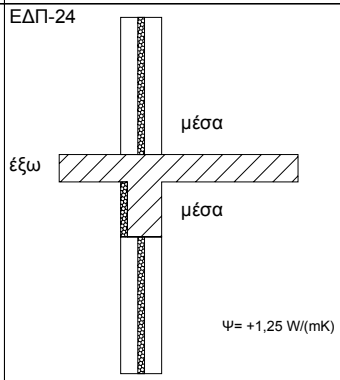
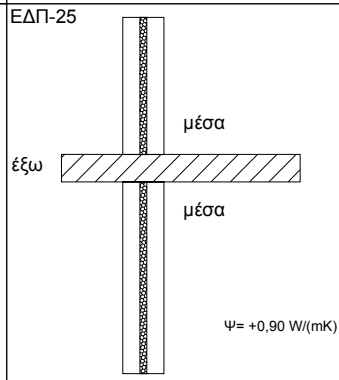
Πίνακας 16ζ. Θερμογέφυρες σε δάπεδο σε εσοχή.

<p>ΔΕ-1</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-2</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-3</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,40 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΕ-4</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-5</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>	
<p>ΔΕ-6</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-7</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-8</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΕ-9</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-10</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,30 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-11</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΔΕ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΔΕ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,75 \text{ W/(mK)}</math></p>	

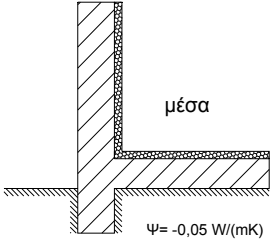
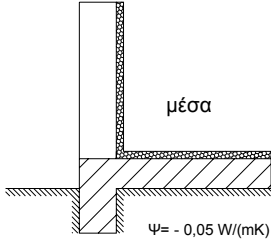
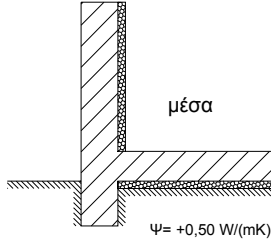
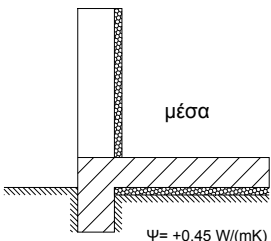
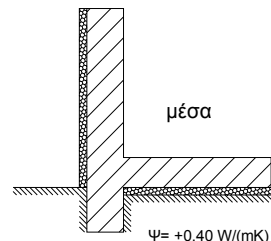
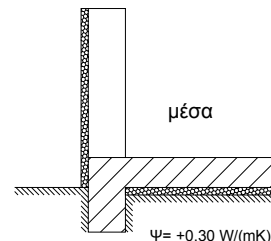
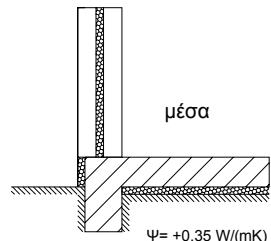
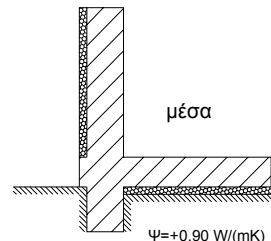
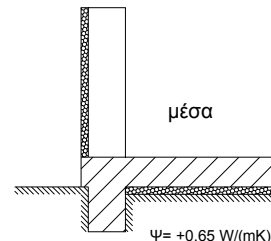
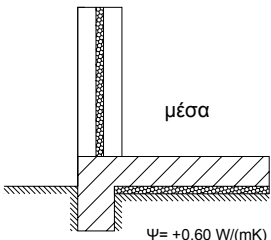
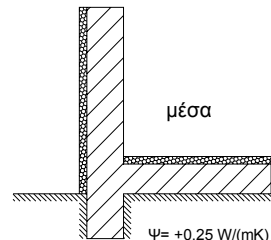
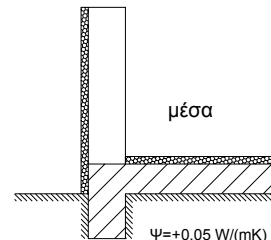
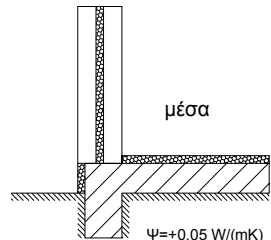
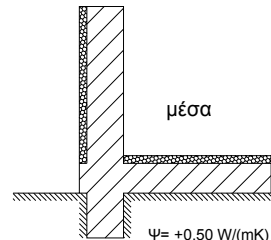
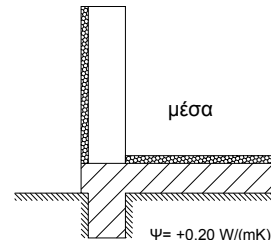
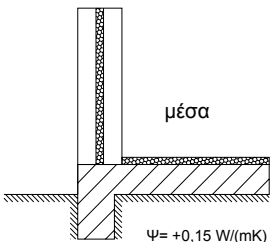
Πίνακας 16η. Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο.

<p>ΕΔΠ-1</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-2</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-3</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔΠ-4</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-6</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔΠ-7</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,95 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-8</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-9</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔΠ-10</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-11</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-12</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔΠ-13</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +1,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔΠ-14</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}</math></p>	

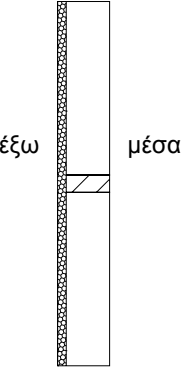
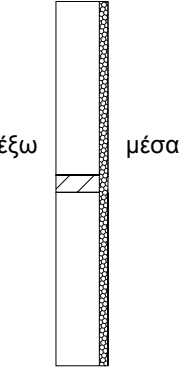
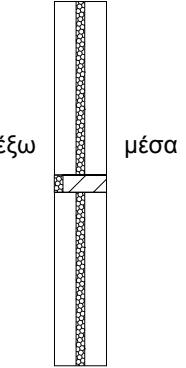
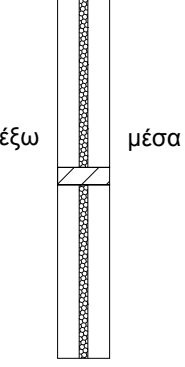
**Πίνακας 16η (συνέχεια). Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο**

<p>ΕΔΠ-15</p>  <p>Ψ= +1,25 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΠ-16</p>  <p>Ψ= +1,05 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΠ-17</p>  <p>Ψ= +1,05 W/(mK)</p>
<p>ΕΔΠ-18</p>  <p>Ψ= +0,90 W/(mK)</p>		<p>ΕΔΠ-19</p>  <p>Ψ= +1,10 W/(mK)</p>
<p>ΕΔΠ-20</p>  <p>Ψ= +1,00 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΠ-21</p>  <p>Ψ= +0,95 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΠ-22</p>  <p>Ψ= +0,85 W/(mK)</p>
<p>ΕΔΠ-23</p>  <p>Ψ= +1,10 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΠ-24</p>  <p>Ψ= +1,25 W/(mK)</p>	<p>ΕΔΠ-25</p>  <p>Ψ= +0,90 W/(mK)</p>

**Πίνακας 16θ.** Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος.

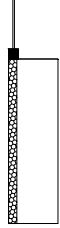
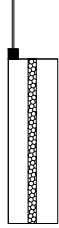

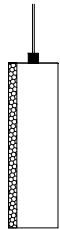
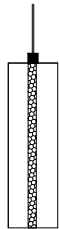

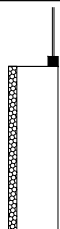
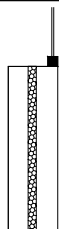

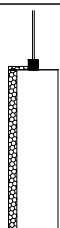
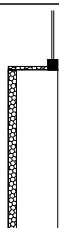

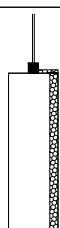
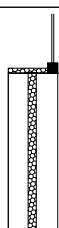
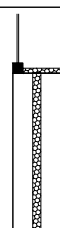
<p>ΕΔ-1</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = -0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-2</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = - 0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-3</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔ-4</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-5</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,40 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-6</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔ-7</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-8</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-9</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔ-10</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-11</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-12</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔ-13</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-14</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΕΔ-15</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΕΔ-16</p>  <p>μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>		

**Πίνακας 16i.** Θερμογέφυρες περιδέσμου ενίσχυσης.

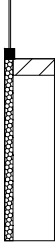
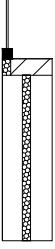
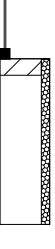
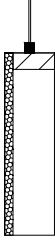
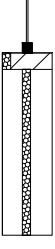
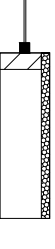
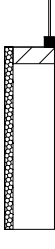
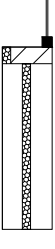
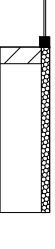
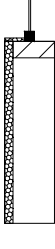
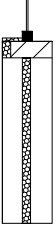
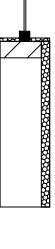
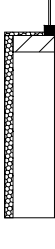
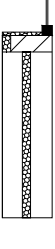
<p>ΠΡ-1</p>  <p>έξω      μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΠΡ-2</p>  <p>έξω      μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>ΠΡ-3</p>  <p>έξω      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>ΠΡ-4</p>  <p>έξω      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}</math></p>		

Παρατήρηση: Στον υπολογισμό του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας του περιδέσμου ενίσχυσης έχει συμπεριληφθεί και η θεώρηση του σπλισμένου σκυροδέματος ως σπτοπλινθοδομή κατά τον υπολογισμό της μονοδιάστατης ροής θερμότητας.

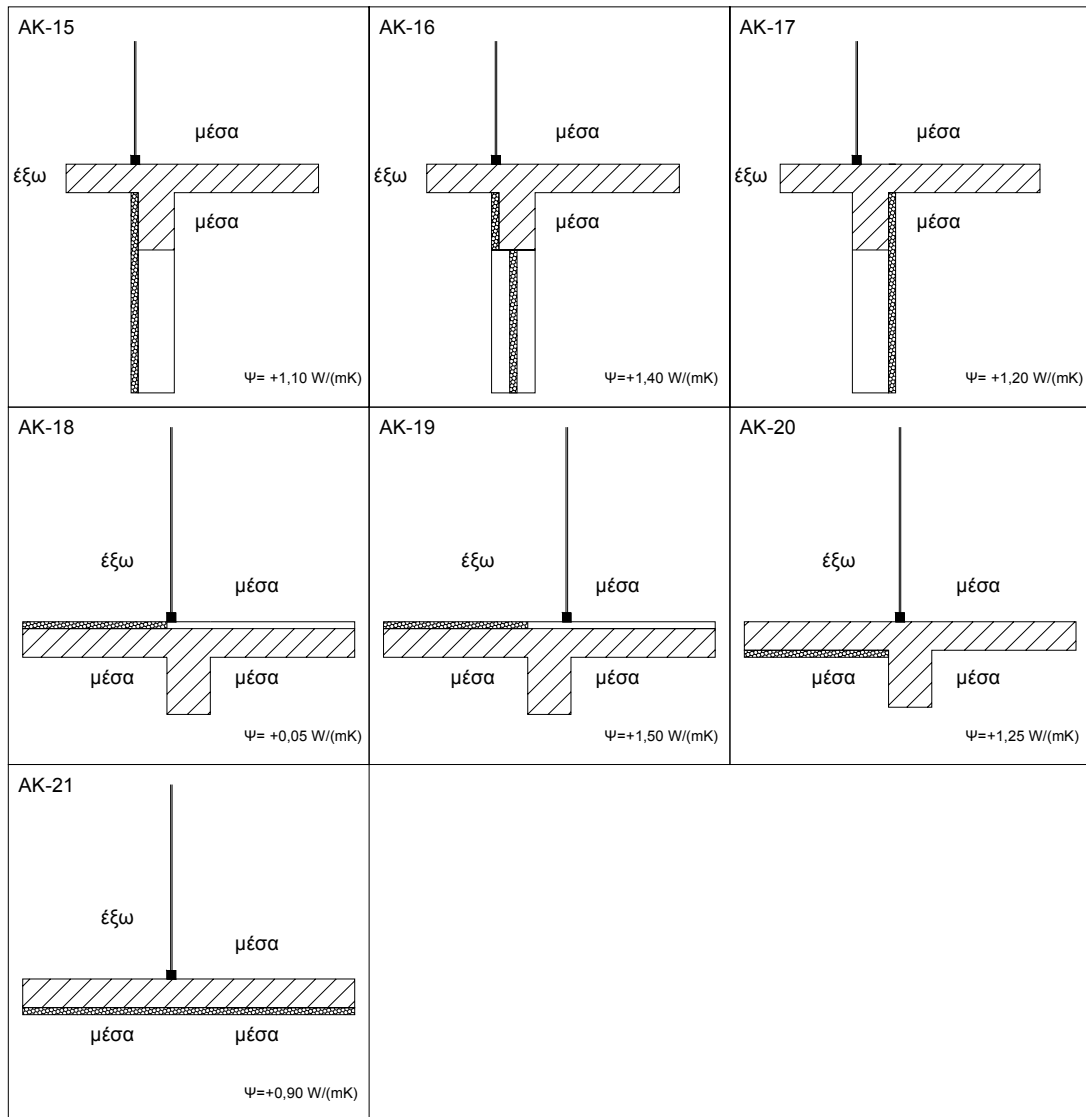
**Πίνακας 16κ.** Θερμογέφυρες σε λαμπά κουφώματος.

<p>Λ-1</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-2</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-3</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Λ-4</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-5</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-6</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Λ-7</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-8</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-9</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Λ-10</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-11</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-12</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>Λ-13</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-14</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>Λ-15</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>

**Πίνακας 16λ.** Θερμογέφυρες σε ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος.

<p>AK-1</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-2</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-3</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>AK-4</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-5</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-6</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>AK-7</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-8</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-9</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>AK-10</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-11</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-12</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}</math></p>
<p>AK-13</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}</math></p>	<p>AK-14</p>  <p>έξω                      μέσα</p> <p><math>\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}</math></p>	

Πίνακας 16λ. (συνέχεια). Θερμογέφυρες σε ανωκάσι/κατωκάσι κουφώματος



Υπόμνημα υλικών

Οπλισμένο σκυρόδεμα



Θερμομονωτικό υλικό



Οπτοπλινθοδομή



Κούφωμα

