

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
Διεύθυνση
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε/2010

**Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και
έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.**

Α΄ έκδοση

Αθήνα, Ιούνιος 2010

Ομάδα εργασίας που συνέταξε αυτήν την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

Ονοματεπώνυμο

διπλ. πολιτικός μηχανικός

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΤΗΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει συνεχή αύξηση με σοβαρές επιπτώσεις στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, στην εξάντληση των φυσικών πόρων και κατά συνέπεια στην ποιότητα ζωής. Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των επιπτώσεων, πρωταρχικό ρόλο αποκτά η εξοικονόμηση ενέργειας, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην παγκόσμια οικονομία, στην κάλυψη των κοινωνικών και αναπτυξιακών αναγκών και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η φθηνότερη, εναλλακτική, ήπια, καθαρή και άμεσα διαθέσιμη πηγή ενέργειας για την αντιμετώπιση των σύγχρονων οικονομικών και ενεργειακών αναγκών.

Στην Ελλάδα, το 2005 ο κτηριακός τομέας (οικιακός και τριτογενής), συμμετείχε σε ποσοστό 34% (που σήμερα πλησιάζει το 40%) στο ενεργειακό ισοζύγιο και σε ποσοστό 65% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Λόγω της υψηλής συμμετοχής των κτηρίων στην κατανάλωση ενέργειας και κυρίως στον ηλεκτρισμό, τα κτήρια συμμετέχουν ετησίως στις εκπομπές ρύπων CO₂ σε ποσοστό άνω του 43%. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια για τη δεκαετία 1995-2005 ανέρχεται στο 5,5%, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης για το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 3%. Παράλληλα, η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς για την κάλυψη των φορτίων αιχμής κυρίως κατά τους θερινούς μήνες (λόγω κλιματισμού) αυξάνεται συνεχώς με μέσο ετήσιο ρυθμό τα 400 MW, που συνεπάγεται την αναγκαιότητα για έναν επιπλέον σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως.

Στη χώρα μας οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα είναι ιδιαίτερα υψηλές και μπορούν να υλοποιηθούν σχετικά εύκολα με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων. Πρέπει να επισημανθεί ότι το 70% των ελληνικών κτηρίων δεν είναι θερμομονωμένα, ενώ ταυτόχρονα το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτά έχουν κακή αεροστεγανότητα και παλιάς τεχνολογίας ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού κ.ά.). Η σημερινή, υψηλής ενεργειακής απόδοσης τεχνολογία χρήσης και διαχείρισης ενέργειας μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην εξοικονόμηση στα κτήρια, ενώ η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακών συστημάτων, γεωθερμίας, βιομάζας κ.ά.) είναι πλέον ενεργειακά αποδοτικότερη και τεχνικοοικονομικά βιώσιμη στα κτήρια.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μετά την πρώτη ενεργειακή κρίση του 1973, οι συμμετέχουσες χώρες εφάρμοσαν τα πρώτα εθνικά προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας, τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα την εντυπωσιακή μείωση της αποκαλούμενης «ειδικής κατανάλωσης ενέργειας» μέχρι και 25%. Μέχρι σήμερα στην Ελλάδα δεν έχει εφαρμοστεί κανένα ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Οι μέχρι τώρα προσπάθειες στη χώρα μας αφορούν κυρίως στην υλοποίηση ανταγωνιστικών κοινοτικών προγραμμάτων. Η καθιέρωση κινήτρων για την εφαρμογή οικονομικά βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, θα πρέπει να είναι ο κύριος άξονας των προγραμμάτων που θα «τρέξουν» στον μέλλον.

Στις 9 Απριλίου 2010, εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), όπως προέβλεπε ο νόμος 3661/2008, που ουσιαστικά εναρμόνισε τη νομοθεσία της χώρας μας προς την κοινοτική οδηγία 91/2000 περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η παρούσα Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε., έχει στόχο να συμβάλει στην υποστήριξη της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ., ο οποίος θα τεθεί σε εφαρμογή τους επόμενους μήνες. Ουσιαστικά γίνεται μια πρώτη προσπάθεια να καθοριστούν σε εθνικό επίπεδο όλες οι παράμετροι που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου και θα βοηθήσουν το μελετητή μηχανικό και τον ενεργειακό επιθεωρητή στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Για όλη αυτή την προσπάθεια, πρέπει να γίνει ιδιαίτερη μνεία σε όλους αυτούς του ανθρώπους που πρωτοστάτησαν και αφιέρωσαν πολύ χρόνο προσωπική εργασίας, εν μέσω πολλών αντιπαραθέσεων

και αντιξοοτήτων, για να καταλήξουμε σήμερα με ωριμότητα πλέον να εφαρμόζουμε τον Κανονισμό για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Αρκετοί συνάδελφοι, ερευνητές και καθηγητές από ερευνητικούς φορείς και πανεπιστήμια συνέβαλαν μέχρι σήμερα στη διαμόρφωση της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.

Η παρούσα τεχνική οδηγία είναι ιδιαίτερα αφιερωμένη σε δύο πολύ αξιόλογες συναδέλφους που δεν βρίσκονται πια μαζί μας, στη Νιόβη Χρυσομαλλίδου, καθηγήτρια στο Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ. και στη Τζένη Λάζαρη προϊσταμένη του Τμήματος Κτηρίων στη Διεύθυνση Ενεργειακής Αποδοτικότητας του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι οποίες για πολλά χρόνια ήταν υπέρμαχοι της προώθησης προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	6
1. Βασικές έννοιες.....	7
2. Μεθοδολογία υπολογισμού.....	10
2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	10
2.1.1. Το κλειστό διάκενο αέρα ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου.....	12
2.1.2. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση.....	12
2.1.3. Διάκενο σε επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον.....	12
2.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους.....	13
2.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.....	14
2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος.....	15
2.1.8. Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων.....	18
2.1.9. Υπολογισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	19
2.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων.....	20
2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_K ενός μονού κουφώματος.....	21
2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_K ενός μονού κουφώματος που περιλαμβάνει πέτασμα.....	22
2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_K ενός διπλού κουφώματος.....	22
2.3. Υπολογισμός των θερμογεφυρών.....	24
2.4. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου F/V	28
2.5. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m).....	29
2.5.1. Ο μειωτικός συντελεστής (b).....	30
2.5.2. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του U_m	33
ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ.....	34

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας τεχνικής οδηγίας είναι ο προσδιορισμός των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των υλικών και των δομικών στοιχείων, καθώς και ο καθορισμός της μεθοδολογίας για τον έλεγχο της θερμικής επάρκειας του κτιριακού κελύφους, τόσο ως προς τα επιμέρους διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του, όσο και στο σύνολό του.

Ο έλεγχος της θερμικής επάρκειας του κτιρίου δεν αποσκοπεί μόνο στον περιορισμό της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και συνεπώς στη μείωση των απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη, αλλά διασφαλίζει ταυτόχρονα την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης, καθώς και την αποφυγή προσβολής των δομικών στοιχείων από υγρασία λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών σε ασθενή σημεία του κελύφους.

Η θερμομονωτική προστασία του κτιρίου αξιολογείται σε δύο στάδια με:

- τον έλεγχο της επάρκειας των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους μέσω του προσδιορισμού του συντελεστή θερμοπερατότητάς τους, ο οποίος οφείλει να είναι μικρότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. και με
- τον έλεγχο της επάρκειας του κτιριακού κελύφους στο σύνολό του, μέσω του προσδιορισμού του μέσου συντελεστή θερμότητας του κτιρίου, ο οποίος οφείλει να είναι μικρότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. Στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου λαμβάνονται υπόψη όλα τα διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους, καθώς και οι γραμμικές θερμογέφυρες.

Τόσο οι τιμές των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των υλικών και όλων των επιμέρους παραμέτρων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό, όσο και η μεθοδολογία εκτίμησης όλων των παραπάνω μεγεθών στηρίζεται στα διεθνή πρότυπα.

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτιριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτόχρονα όμως με τη θερμομονωτική προστασία των κτιρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας του εσωτερικού χώρου.

Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζει την απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνει την κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και τη ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Η απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτιριακών κατασκευών που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. συμβάλλει προς αυτήν την κατεύθυνση, επιβάλλοντας τον έλεγχο επάρκειας της θερμομονωτικής προστασίας του κτιρίου σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου. 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_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ.}} \leq U_{\text{max}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (1.1.)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο ($U_{m, \text{max}}$), 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 της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του (F/V). Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \text{max}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (1.2.)$$

Η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (1.3.)$$

όπου: R $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,
 d $[\text{m}]$ το πάχος της στρώσης,
 λ $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 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 από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_{ss} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_j R_j \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (1.4.)$$

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 κτιρίου, 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 όψεων του κατά την εξίσωση:

$$R_T = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (1.5.)$$

όπου: R_T $[W/(m^2 \cdot K)]$ η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,
 n $[-]$ το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
 R_i $[W/(m^2 \cdot K)]$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
 R_a $[W/(m^2 \cdot K)]$ 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:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (1.6.)$$

ή, σύμφωνα και με τη σχέση 1.5.:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n R_j + R_a \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (1.7.)$$

όπου: U $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
 n $[-]$ το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

- R_i [W/(m²·K)] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
- R_a [W/(m²·K)] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

2. 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 κτιρίου, 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 κτιρίου, όπως αυτή περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.4.

Επιπλέον όμως, θερμομονωμένα οφείλουν να είναι και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ίδιου κτιρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των 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:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{al} + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.1.)$$

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,
	λ	$[W/(m \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
	R_{al}	$[m^2 \cdot K/W]$	η θερμική αντίσταση του 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 κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον πίνακα 5 για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου.

Αν η τιμή προκύπτει 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

- Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας (λ) των διαφόρων υλικών λαμβάνονται από τον πίνακα 1. Όταν ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ δεν ορίζεται στον πίνακα από μία μόνο τιμή αλλά από ένα εύρος τιμών, στον υπολογισμό λαμβάνεται υπόψη η μεγαλύτερη τιμή. Μπορεί επίσης για κάθε υλικό να ληφθεί στον υπολογισμό τιμή του λ μικρότερη από την οριζόμενη στον πίνακα, αρκεί αυτή να πιστοποιείται και να συνοδεύεται στη μελέτη από το αντίστοιχο πιστοποιητικό.
- Οι τιμές λ υλικών που δεν συμπεριλαμβάνονται στον πίνακα είναι αποδεκτές με την προϋπόθεση ότι θα συνοδεύονται από πιστοποιητικό διαπιστευμένου εργαστηρίου βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.
- Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων του δομικού στοιχείου λαμβάνονται από τον πίνακα 2 (πίνακα 2α ή πίνακα 2β).
- Η τιμή της θερμικής αντίστασης (R_{ai}) οριζόντιου ή κατακόρυφου στρώματος εγκλωβισμένου αέρα στο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου λαμβάνεται από τον πίνακα 3. και ορίζεται για τις εξής περιπτώσεις:
 - Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν δεν υπάρχει σε καμία πλευρά του διακένου κάποια μεμβράνη χαμηλής εκπεμψιμότητας (απουσία ανακλαστικής επιφάνειας).
 - Για θερμική αντίσταση του αέρα, όταν υπάρχει στη μία πλευρά του διακένου μεμβράνη χαμηλής εκπεμψιμότητας (ύπαρξη ανακλαστικής επιφάνειας) με εκπεμψιμότητα (ϵ) ίση προς 0,05, 0,10 και 0,20.

2.1.1. Το 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 3.

- 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°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 εκπεψιμότητα ίση με $\varepsilon = 0,8$. Η εκπεψιμότητα 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.

2.1.2. Διάκενο με θερμοανακλαστική μόνωση

Στην περίπτωση τοποθέτησης θερμοανακλαστικής μόνωσης στο διάκενο, η θερμική αντίσταση R_{al} 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.

2.1.3. 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 2α (ή από τον πίνακα 2β). Ισχύει δηλαδή:

$$R_{al} = R_i \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}] \quad (2.2.)$$

Ως προς τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου:

- Αν 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.
- Αν 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).

- Αν 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 κτίριο.

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.

2.1.4. Δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους

Ως μη θερμαινόμενος χώρος ορίζεται κάθε κλειστός χώρος που δεν θερμαίνεται και περιλαμβάνεται στον όγκο του κτιρίου ή βρίσκεται στην περίμετρό του. Ο μη θερμαινόμενος χώρος δεν συμπεριλαμβάνεται στο θερμομονωτικά προστατευόμενο όγκο του κτιρίου 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 5).

- Συνήθως μη θερμαινόμενοι χώροι είναι:
 - Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν θερμαίνονται.
 - Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου 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 κτιρίου.
- 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 θερμαινόμενοι:
 - 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 κτιρίου.

Ο μελετητής οφείλει εξ αρχής να ορίσει ποιους χώρους του κτιρίου 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 ή ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για τον υπολογισμό ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιώντας την ίδια σχέση 2.1., λαμβάνοντας όμως τη θερμική αντίσταση του επιφανειακού στρώματος αέρα προς το μη θερμαινόμενο χώρο ίση με αυτήν του εσωτερικού.

Δηλαδή ισχύει:

$$R_a = R_i \quad [m^2 \cdot K/W] \quad (2.3.)$$

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

2.1.5. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κλειστών χώρων που διαμορφώνονται μεταξύ των οριζόντιων οροφών των τελευταίων ορόφων των κτιρίων 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:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{al} + R_u + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.4.)$$

όπου: U	$[W/(m^2 \cdot K)]$	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,
λ	$[W/(m \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής,
R_{al}	$[m^2 \cdot K/W]$	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 4. 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 $\varphi > 30^\circ$.

2.1.6. 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 συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{FE,eq}$, 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 2.1., 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 2.1.3. 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 καθαρού εμβαδού της πλάκας (A) σε m^2 προς την εκτεθειμένη περίμετρό της (P) σε m.

$$B' = 2 \cdot \frac{A}{P} \quad [m] \quad (2.5.)$$

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 κτιρίου, η πλευρά εκείνη δεν συνυπολογίζεται στο άθροισμα των μηκών των πλευρών της περιμέτρου.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{FE,eq}$ πλάκας που εδράζεται σε βάθος z και κατακόρυφου δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δίνεται από τον πίνακα 8α και 8β συναρτήσει:

- του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U_{FE} ,
- του βάθους έδρασης z ,
- και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας B' (μόνο για τα πλάκα)

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 3.2. 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 .

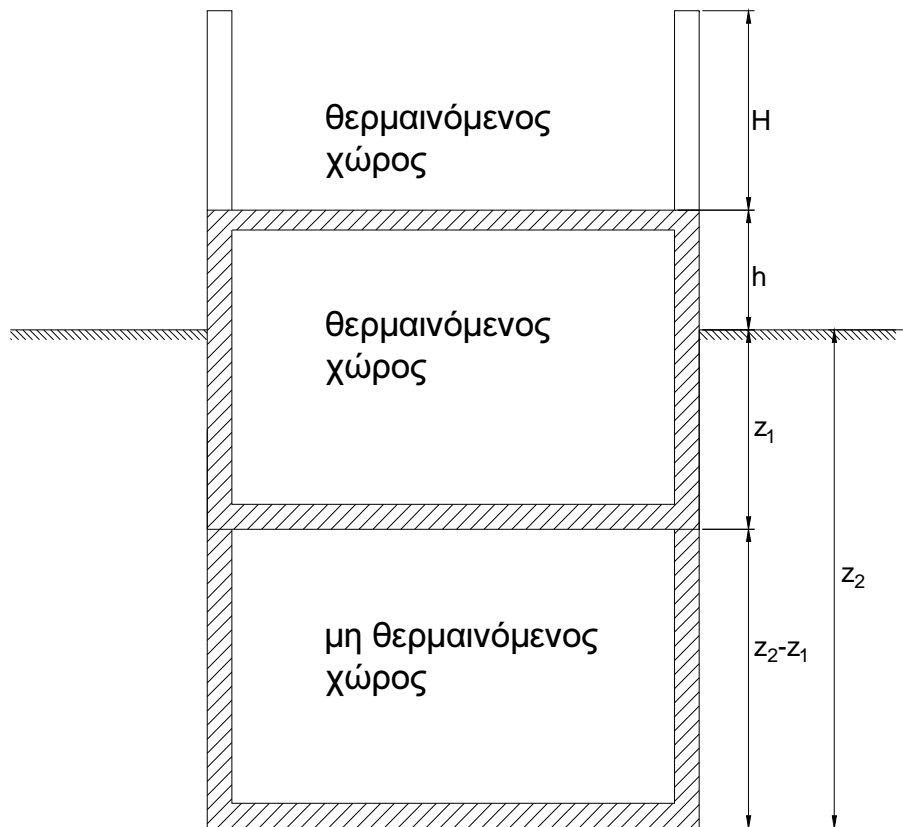


Σχήμα 1. Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του το βάθους έδρασης πλάκας επί εδάφους με διαφορετικές στάθμες έδρασης λόγω κεκλιμένου εδάφους.

Στην περίπτωση κατακόρυφου δομικού στοιχείου που ξεκινά από βάθος z_1 και εκτείνεται σε βάθος z_2 από τη στάθμη του εδάφους (σχήμα 2) ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{bw,eq}$ του δομικού στοιχείου θα προκύπτει από τη σχέση:

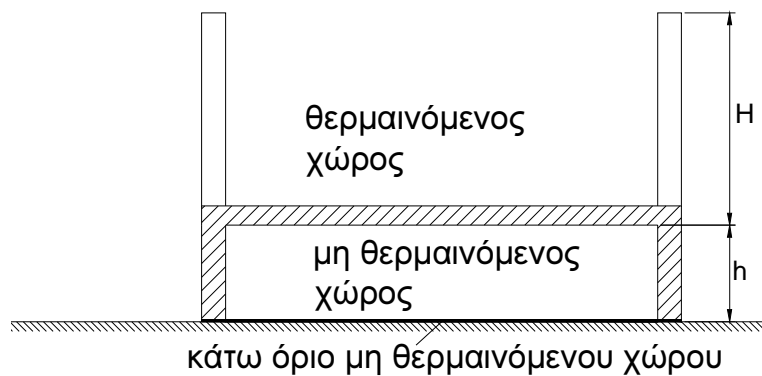
$$U_{bw,eq} = \frac{z_2 \cdot U_{bw,eq,z2} - z_1 \cdot U_{bw,eq,z1}}{z_2 - z_1} \quad [3.2.]$$

όπου: $U_{bw,eq,zi}$ [W/(m²·K)] ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας για βάθος έκτασης z_i
 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 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 3), ακόμη και όταν ο υποκείμενος χώρος είναι πληρωμένος 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 $4,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.



Σχήμα 3. Ενδεικτική διατομή κτηρίου για τον προσδιορισμό του τρόπου υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλάκας υπερυψωμένης κατά απόσταση h από τη στάθμη του εδάφους.

2.1.7. Δομικό στοιχείο σε επαφή με όμορο κτίριο

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

Κατά τον έλεγχο του ενεργειακού επιθεωρητή τα όμορα κτίρια θα λαμβάνονται υπόψη και τα δομικά στοιχεία ή τα τμήματά τους, τα ερχόμενα σε επαφή με το όμορο κτίριο, θα υπολογίζονται:

- ως αδιαβατικά, αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος,
- ως ερχόμενα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, αν ο χώρος δεν θερμαίνεται.

Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστό αν ο χώρος του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενος ή μη θερμαινόμενος, στον έλεγχο του ενεργειακού επιθεωρητή το δομικό στοιχείο θα αντιμετωπίζεται ως ερχόμενο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

2.1.8. 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 Zöllner), 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:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^v A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.6.)$$

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 $[m^2 \cdot K/W]$ 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 5.

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 2.1., λαμβάνοντας τιμές των διαφόρων μεγεθών (π.χ. λ , 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 5. 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.

2.1.9. 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 5.

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 κτιρίου 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.

2.2. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος (U_k) 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, λαμβάνεται και αυτό στον υπολογισμό.

Στην περίπτωση της πιστοποιημένης τιμής είναι υποχρεωτικό να συνοδεύεται από το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένου εργαστηρίου βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE, το οποίο και θα συνυποβάλλεται στη μελέτη.

Ωστόσο, στον πίνακα 10 δίδονται ενδεικτικά τιμές του συντελεστή U_k 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. Εάν τα κουφώματα του μελετούμενου κτιρίου ανταποκρίνονται στα γεωμετρικά και θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων του πίνακα τότε μπορεί να γίνει απευθείας χρήση των τιμών του, δηλαδή μπορεί η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος να ληφθεί απευθείας από τον πίνακα. Σημειώνεται ότι στις τιμές του πίνακα έχει ληφθεί επίσης υπόψη η παρατηρούμενη θερμογέφυρα στην επαφή του υαλοπίνακα με το πλαίσιο του κουφώματος.

Πάντως σε όλες τις περιπτώσεις η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης, όπως αυτή ορίζεται στον πίνακα 5.

2.2.1. Αναλυτικός υπολογισμός του U_k 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:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.5.)$$

όπου	U_w	$[W/(m^2 \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
	U_f	$[W/(m^2 \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
	U_g	$[W/(m^2 \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
	A_f	$[m^2]$	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
	A_g	$[m^2]$	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
	l_g	$[m]$	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα),
	Ψ_g	$[W/(m \cdot K)]$	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f) του πλαισίου λαμβάνεται από τον πίνακα 10 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 12, 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:

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{n-1} R_{al} + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.6.)$$

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,
	λ	$[W/(m \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της υάλου,
	R_{al}	$[m^2 \cdot K/W]$	η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα,
	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.

2.2.2. Αναλυτικός υπολογισμός του U_K ενός 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:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_p \cdot U_p + l_p \cdot \Psi_p}{A_f + A_g + A_p} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.7.)$$

όπου	U_w	$[W/(m^2 \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
	U_f	$[W/(m^2 \cdot K)]$	ο συντελεστής θερμοπερατότητας 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 (περίμετρος του υαλοπίνακα),
	Ψ_g	$[W/(m \cdot K)]$	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.
	l_p	$[m]$	το μήκος της θερμογέφυρας του πετάσματος του κουφώματος (περίμετρος του πετάσματος),
	Ψ_p	$[W/(m \cdot K)]$	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του πετάσματος του κουφώματος.

Πίνακες τιμών

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_f) του πλαισίου λαμβάνεται από τον πίνακα 10 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_g) του υαλοπίνακα λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_g) λαμβάνεται από τον πίνακα 12, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

Στην περίπτωση που το κούφωμα δεν περιλαμβάνει διαφανές τμήμα, η σχέση 2.7 εφαρμόζεται θέτοντας τα A_g και l_g ίσα με το μηδέν.

2.2.3. Αναλυτικός υπολογισμός του U_K 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 2.6. ξεχωριστά για την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος (δηλαδή των τιμών $U_{K,εξ.}$ του εξωτερικού κουφώματος και $U_{K,εσ.}$ του εσωτερικού) και κατόπιν για την τιμή του διπλού κουφώματος στο σύνολό του βάσει του τύπου:

$$U_K = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{K, \varepsilon\sigma}} - R_a \right) + R_{\delta, K} + \left(\frac{1}{U_{K, \varepsilon\xi}} - R_i \right)} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.8.)$$

- όπου U_K $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του διπλού κουφώματος,
 $U_{K, \varepsilon\sigma}$ $[W/(m^2 \cdot K)]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού κουφώματος,
 $U_{K, \varepsilon\xi}$ $[W/(m^2 \cdot K)]$ 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 αν το διάκενο θεωρούνταν 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 θεωρούνταν εσωτερικό περιβάλλον.
 $R_{\delta, K}$ $[m^2 \cdot K/W]$ Η θερμική αντίσταση του αέρα του διακένου μεταξύ των δύο κουφωμάτων.

2.3. Υπολογισμός των θερμογεφυρών

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτιρίου που εμφανίζεται, σε σχέση με τις γειτονικές τους, διαφοροποίηση στην 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. Σε 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 κτιριακού 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 πρόξενοι 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 προσauξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτιρίου 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 κτιρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στις γραμμικές και
- στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στην 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 επίδραση 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 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 την συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σε αυτή 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 λαμβάνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων αρνητικές λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή

μονοδιάστατης ροής. Υπενθυμίζεται ότι για τις ανάγκες των υπολογισμών με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες 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.

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

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 Ψ , μετρούμενο σε $W/(m \cdot K)$ και
- το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας ℓ , που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου, μετρούμενο σε m.

Τις θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζει το γινόμενο:

$$\Psi \cdot \ell \quad [W/K] \quad (2.9.)$$

Ως προς την θέση εμφάνισης, οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

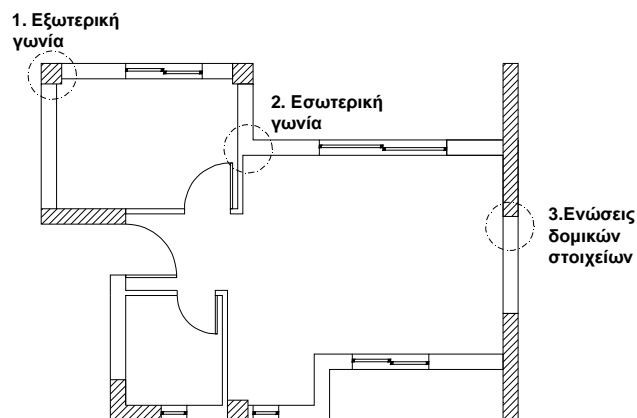
1. θερμογέφυρες οριζόντιας τομής (κάτοψης)
2. θερμογέφυρες κατακόρυφης τομής
3. θερμογέφυρες κουφωμάτων

Οι θερμογέφυρες οριζόντιας τομής εντοπίζονται στις κατόψεις του κτιρίου, ενώ το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται τρεις υποκατηγορίες:

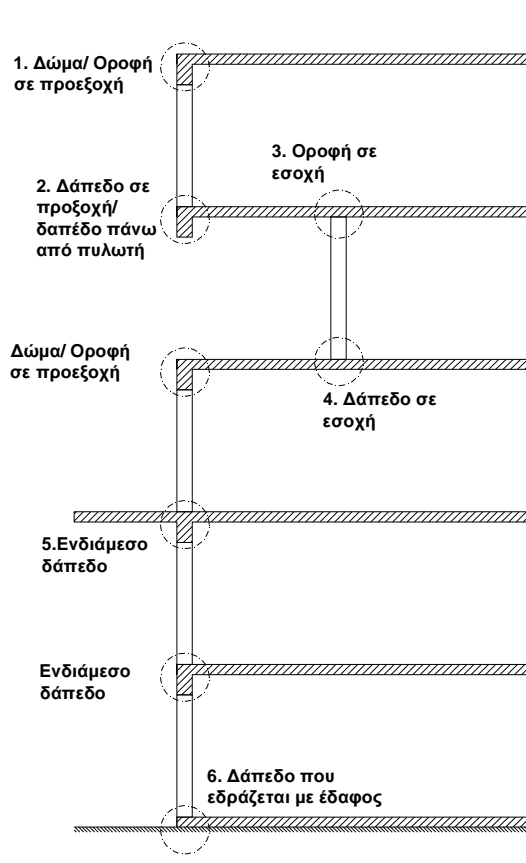
1. θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
2. θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
3. θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

Οι θερμογέφυρες κατακόρυφης τομής εντοπίζονται στις τομές του κτιρίου, ενώ το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται έξι υποκατηγορίες:

1. θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (Δ)
2. θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/δαπέδου πάνω από πυλωτή(ΔΠ)
3. θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
4. θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
5. θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
6. θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)



Σχήμα 4.α: Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης θερμογεφυρών οριζόντιας τομής



Σχήμα 4.β: Ενδεικτικές θέσεις εμφάνισης θερμογεφυρών κατακόρυφης τομής

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου ο μελετητής πρέπει να γνωρίζει την τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ και το μήκος l της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στα σχήματα 5 έως 13 παρουσιάζονται οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που απαντώνται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτιριακό κέλυφος σύμφωνα με τα όσα αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ψ , ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού διαστάτσης ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Σε περίπτωση που ο τύπος μιας θερμογέφυρας δεν απαντά στις περιπτώσεις του σχημάτων 5 έως 13, επιλέγεται η πλησιέστερη προς τον τύπο μορφή και λαμβάνεται υπόψη ο αντίστοιχος συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ .

Εναλλακτικά, για την διευκόλυνση των υπολογισμών των γραμμικών θερμογεφυρών, ο μελετητής μπορεί να κάνει χρήση του πίνακα 13. Σε αυτήν την περίπτωση οι συνολικές ροές θερμότητας που προκύπτουν είναι αυξημένες σε σχέση με αυτές που προκύπτουν με χρήση των σχημάτων 5 έως 13. Στον πίνακα 13 δίνεται, ομαδοποιημένα ανάλογα με τη θέση δημιουργίας της θερμογέφυρας (εξωτερική γωνία, εσωτερική γωνία, κτλ), μια βασική κατηγορία γραμμικής θερμοπερατότητας ανάλογα με την θέση της θερμομόνωσης.

Για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών οριζόντιας τομής δίνονται τρεις βασικές κατηγορίες θέσης θερμομόνωσης:

1. εξωτερική συνεχής θερμομόνωση,
2. εσωτερική συνεχής θερμομόνωση,

3. φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στο διάκενο.

Για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών οριζόντιας τομής δίνονται τρεις βασικές κατηγορίες θέσης θερμομόνωσης για όλες τις περιπτώσεις πλην των θερμογεφυρών που δημιουργούνται στις θέσεις ενδιάμεσου δαπέδου:

1. κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά,
2. κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά,
3. κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά,
4. κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά,

και τρεις κατηγορίες για τις θερμογεφυρών οριζόντιας τομής που δημιουργούνται στις θέσεις ενδιάμεσου δαπέδου:

1. εξωτερική συνεχής θερμομόνωση,
2. εσωτερική συνεχής θερμομόνωση,
3. φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στο διάκενο.

Ο πίνακας συμπληρώνεται για κάθε βασική κατηγορία θέσης της θερμομόνωσης με κατάλληλες προσαυξήσεις/μειώσεις εάν ισχύουν συγκεκριμένες συνθήκες.

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

1. επιλογή του τύπου της θέσης εμφάνισης της θερμογέφυρας,
2. επιλογή της βασικής κατηγορία θέσης της θερμομόνωσης,
3. λήψη της αντίστοιχης τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας ψ . Ως μήκος της συγκεκριμένης θερμογέφυρας λαμβάνεται το συνολικό μήκος της θερμογέφυρας του συγκεκριμένου τύπου θέσης,
4. έλεγχος εάν ισχύουν κάποιες από τις συνθήκες που αναγράφονται για την βασική κατηγορία θέσης θερμομόνωσης,
5. λήψη της αντίστοιχης προσαύξησης/μείωσης του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας και υπολογισμός του αντίστοιχου μήκους που ισχύει η συνθήκη.

Διευκρινίσεις

Στην περίπτωση που δημιουργείται θερμογέφυρα σε θέση που διαχωρίζει δύο θερμικές ζώνες, αφού προσδιοριστεί ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας διαιρείται δια του δύο και λαμβάνεται ανεξάρτητα για τις 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 θερμαινόμενος χώρος θα λαμβάνεται ως εξωτερικό περιβάλλον. Αφού προσδιοριστεί ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας αυτός διαιρείται δια του δύο λαμβάνεται ανεξάρτητα για των υπολογισμό των ρών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς το εξωτερικό περιβάλλον και των ρών θερμότητας του θερμαινόμενου χώρου προς τον μη θερμαινόμενο.

2.4. Ο υπολογισμός των εμβαδών και του λόγου F/V

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

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

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 F/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτιρίου 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 F υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτιρίου.
- Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτιρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

Στον όγκο του κτιρίου **δεν** συμπεριλαμβάνονται:

- Ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πιλοτή.
- 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 κτιρίου αν θεωρηθούν θερμαινόμενοι.
- Οι χώροι των υπογείων, όταν δεν είναι θερμαινόμενοι.
- Οι χώροι των αποθηκών που βρίσκονται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου ή σε επαφή με αυτό, εφόσον δεν θεωρούνται θερμαινόμενοι.
- Ο χώρος του προσαρτημένου θερμοκηπίου που λειτουργεί ως παθητικό ηλιακό σύστημα.
- Ο μη κατοικίσιμος χώρος που διαμορφώνεται επάνω από την οροφή και κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη. Προφανώς αν ο χώρος είναι κατοικίσιμος (σοφίτα), συνυπολογίζεται στον όγκο του κτιρίου και η στέγη 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 κτιρίου, δηλαδή – σύμφωνα με το Γ.Ο.Κ. – τα μη στεγασμένα τμήματα του κτιρίου που περιβάλλονται από όλες τις πλευρές τους από το κτίριο ή από άλλα κτίρια του οικοπέδου.
- Οι φωταγωγοί του κτιρίου.

- Οι υποχρεωτικώς ή προαιρετικώς ακάλυπτοι χώροι.
- Κάθε ανοικτός χώρος, που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είτε βρίσκεται μέσα στο κυρίως σώμα του κτιρίου είτε όχι.

Οι εξωτερικές επιφάνειες σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, εφόσον αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία με θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό της επιφάνειας F στο σύνολό τους, πολλαπλασιαζόμενες με ένα μειωτικό συντελεστή (b), όπως ορίζεται στην ενότητα 2.5.1.

Στα προσαρτημένα θερμοκήπια, τα οποία λειτουργούν ως παθητικά ηλιακά συστήματα, ως εξωτερική επιφάνεια λαμβάνεται ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ κυρίως χώρου του κτιρίου και του προσαρτημένου θερμοκηπίου και όχι η εξωτερική γυάλινη όψη του θερμοκηπίου.

Επιφάνειες του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτιρίου είτε αυτό το κτίριο βρίσκεται εντός του ίδιου οικοπέδου είτε στο όμορο (δηλαδή τα δύο κτίρια 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 κτιρίου αποτελείται από επί μέρους όγκους, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από μη θερμαινόμενους χώρους και δεν έχουν δυνατότητα μεταξύ τους επικοινωνία, ως όγκος του κτιρίου λαμβάνεται για τον υπολογισμό του λόγου F/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 F λαμβάνεται το άθροισμα όλων των εξωτερικών επιφανειών των θερμαινόμενων χώρων.

Σε όλες τις περιπτώσεις η εύρεση του λόγου F/V οδηγεί στον προσδιορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτιρίου όπως αυτή ορίζεται για κάθε ζώνη από τον πίνακα 6.

2.5. Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m)

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

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

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^k l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (2.10.)$$

όπου	U_m	[W/(m ² ·K)]	ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου,
	n	[–]	το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,
	k	[–]	το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας F_j του κελύφους.
	A_j	[m ²]	το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου.
	U_m	[W/(m ² ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτιρίου,

ℓ_j [m]	το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου.
Ψ_j [W/(m·K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,
b [-]	μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα για κάθε τύπο δομικού στιχείου).

Το ευρισκόμενο πηλίκο U_m συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ από το λόγο F/V του πίνακα 6 για κάθε κλιματική ζώνη.

Πρέπει πάντα να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad (2.11.)$$

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 κτιρίου θα συγκριθεί με αυτήν που προκύπτει βάσει του λόγου F/V από τον πίνακα 6.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ_j) λαμβάνεται από τον πίνακα 13, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών.

2.5.1. Ο μειωτικός συντελεστής (b)

Ο μειωτικός συντελεστής (b) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα $F \cdot U$ (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος 1°C (ή 1 K). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη (ή υποτιμημένη, όπως στην περίπτωση αντεστραμμένου τύπου δώματος). 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 $F \cdot U$ 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 κτίριο.**

Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτιρίου 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 κτιρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι.

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

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

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτιρίου 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 κτίριο τα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν το υφιστάμενο κτίριο 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 κτιρίου (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 $R_{op/\sigma}$ 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 αντεστραμμένου τύπου δώμα.**

Η θερμομονωτική επάρκεια της θερμομονωτικής στρώσης σε ένα δώμα αντεστραμμένου τύπου θεωρείται κατά τι απομειωμένη της θεωρητικώς υπολογισθείσας λόγω της αναπτυσσόμενης αγωγιμότητας από την τυχόν εναπομείνασα μετά από βροχή ποσότητα νερού μεταξύ της στεγανοποιητικής και της υπερκείμενης θερμομονωτικής στρώσης.

Ωστόσο, επειδή για τα κλιματικά δεδομένα του ελλαδικού χώρου και στις 4 κλιματικές ζώνες η τυχόν εναπομείνασα ποσότητα νερού θεωρείται ότι ελάχιστα επηρεάζει τη θερμική αγωγιμότητα της διατομής μέχρι την εξάτμισή της, η επίδραση κρίνεται αμελητέα και ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή $b = 1,0$.

- **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:

$$b_u = \frac{\sum (U_{u/a} \cdot A_{u/a}) + (n_u \cdot V_u \cdot c_{αερα})}{\sum (U_{u/a} \cdot A_{u/a}) + \sum (U_{i/u} \cdot A_{i/u})} \quad [-] \quad (2.12.)$$

όπου $U_{w/a}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
$U_{i/u}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
$A_{w/a}$ [m^2]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
$A_{i/u}$ [m^2]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
n_u [—]	το πλήθος των εναλλαγών αέρα ανά ώρα,
V_u [m^3]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
$c_{αέρα}$ [$W/(m^3 \cdot K)$]	η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{αέρα} = 0,34 W/(m^3 \cdot K)$.

Πίνακες τιμών

- Το πλήθος των εναλλαγών αέρα n_u ορίζεται ανάλογα με το βαθμό αεροστεγανότητας του χώρου από τον πίνακα 7.
- **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 δεν απαιτείται περεταίρω διόρθωση. Συνεπώς σε αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται $b=1.0$

2.5.2. Παρατηρήσεις κατά τον υπολογισμό του U_m

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

- Στον υπολογισμό του U_m συμμετέχουν όλες οι επιφάνειες που περικλείουν το κέλυφος του κτιρίου. Συμμετέχουν επίσης παντός είδους επιφάνειες που συνορεύουν με αίθριους χώρους, φωταγωγούς κ.τ.λ., που βρίσκονται μέσα στο σώμα του κτιρίου, όπως περιγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 2.4. για τον προσδιορισμό του λόγου F/V .

Το άθροισμα όλων αυτών των επιφανειών δίνει τον παρονομαστή ΣF_j της σχέσης 2.9.

- 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 κτιρίου (U_m) κατά παραδοχή με τιμή τη μέγιστη επιτρεπόμενη από τον πίνακα 5, 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 κτιρίου 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 5 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 2.11.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΙΜΩΝ

Πίνακας 1. Τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ), της ειδικής θερμοχωρητικότητας (c) και του συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών (μ) των διαφόρων δομικών υλικών.

Δομικά υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Ειδική θερμο- χωρητικότητα c_p	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ	
	ρ kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά					
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες					
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι					
1.1.1.1 Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)	2 600	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 Γνέυσσιος	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	2 800	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 Ασβεστόλιθοι πολύ σκληρός	2 600	2,300	1 000	250	200
σκληρός	2 200	1,700	1 000	200	150
ημίσκληρος	2 000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Πορώδεις λίθοι					
1.1.2.1 Ασβεστόλιθοι μαλακός	1 800	1,100	1 000	40	25
πολύ μαλακός	1 600	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2 Ψαμμίτης	2 600	2,300	1 000	40	30
1.1.2.3 Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)	1 500	0,850	1 000	30	20
1.1.2.4 Κίσηρη υπό μορφή πέτρας, λάβα, πορώδης λάβα	1 600	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 (μαλτεζόπτακες)		1,050			
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.					
1.2.1. Χώμα συμπαγές	1 800	2,090			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1 700	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	1 520	0,350	800		
1.2.6. Αμμοχάλικο	2 200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7. Χονδρόκοκκη 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	1 400	0,410			
1.3. Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)					
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6	
1.3.2. Πηλός μπαγατί		0,470			
1.3.3. Πηλός, λάσπη	1200 - 1800	1,500	1670 - 2500	50	50
1.3.4. Ωμόπλινθοι συμπαγείς	1 990	0,800	1 000	10	
1.3.5. Ωμόπλινθοι με πρόσμιξη άχυρου	300	0,100	1 500	5	
	660	0,190	1 500	5	
	1 400	0,700			
1.4. Επχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών					
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα	1 800	0,870	1 000	15	
1.4.2. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1 800	0,870	1 000	25 - 35	
	1 900	1,000	1 100	35	
1.4.3. Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2 000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα	1 400	0,700	1 000	10	
1.4.5. Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1 200	0,350	900	10	6
με συμπλήρωμα άμμου	1 600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επχρίσμα (εξωτερικά)	< 200	0,060	1 100	10	
	250	0,080	1 100	10	
	350	0,100	1 100	10	
	500	0,140	1 100	10	
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα	1 800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0,900		∞	

Πίνακας 1. Τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ), της ειδικής θερμοχωρητικότητας (c) και του συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών (μ) των διαφόρων δομικών υλικών (συνέχεια)

Δομικά υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c _p	μ	
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)					
1.5.1. Σκυροδέμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1 800	1,150	1 000	100	60
	2 000	1,350	1 000	100	60
	2 200	1,650	1 000	120	70
	υψηλής πυκνότητας	2 400	2,000	1 000	130
1.5.2. Οπλισμένο σκυροδέμα χαμηλής ποιότητας (ακαταλόγιστο τύπου B120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυροδέ (1% σίδηρος)	2 300	2,300	1 000	130	80
	(≥2% σίδηρος)	2 400	2,500	1 000	130
1.5.4. Γαλβανισμένο σκυροδέμα, γαλβανισμένο	1 500	0,640		20	
	1 700	0,810		25	
	1 900	1,100		35	
1.5.5. Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200		5 - 20	
	600	0,220		5 - 20	
	800	0,280		5 - 20	
	1 000	0,350		5 - 20	
	1 200	0,460		5 - 20	
1.5.6. Κυβελωτό σκυρόδεμα 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	
	1 000	0,350	1 000	6	
1.5.7. Περίπλοδο (το ειδικό βάρος εξετάζεται από την κατά όγκον αναλογία τσιμέντου : περλίτη)					
1.5.7.1 Περίπλοδο χωρίς τη χρήση αφροπιοητικού παράγοντα	350	0,130			
	450	0,140			
	500	0,160			
	600	0,200			
1.5.7.1 Περίπλοδο με τη χρήση αφροπιοητικού παράγοντα	350	0,094			
	450	0,110			
	500	0,116			
	600	0,140			
1.5.8. Πλάκες από σκυροδέμα, γύψο και αμιαντοτσιμέντο					
1.5.8.1. Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280		5 - 10	
1.5.8.2. Πλάκες από ελαφρό σκυροδέμα με ανάμεικτα αδρανή	1 400	0,580		10 - 25	
1.5.9. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					
1.5.9.1. Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4
	900	0,250	1 000	10	4
	1 150	0,360	1 000	10	
1.5.9.2. Τσιμεντοσανίδες	1200 - 1300	0,28 - 0,32		20 - 30	
1.5.9.3. Ισοπλισμένες τσιμεντόπλακες	2 000	0,480	1 100	60	
1.6. Λιθοσώματα					
1.6.1. Τεχνητοί λίθοι	1 750	1,300	1 000	50	40
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών ⁽¹⁾					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ	1 200	0,560		8 - 10	
	1 400	0,700		8 - 10	
	1 600	0,790		15 - 25	
	1 800	0,990		15 - 25	
	2 000	1,100	1 100	15 - 25	
	2 200	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 1. Τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ), της ειδικής θερμοχωρητικότητας (c) και του συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών (μ) των διαφόρων δομικών υλικών (συνέχεια)

Δομικά υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.7.1.3. Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350		5 - 10	
	800	0,470		5 - 10	
	1 000	0,650		5 - 10	
	1 200	0,770		5 - 10	
	1 400	0,910		5 - 10	
	1 600	1,000		5 - 10	
1.7.1.4. Κισηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,220	1 000	5 - 10	
	600	0,240	1 000	5 - 10	
	700	0,250	1 000	5 - 10	
	800	0,280	1 000	5 - 10	
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχρηστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 10 mm					
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1 200	0,490	1 000	10 - 25	
	1 500	0,640	1 000	10 - 25	
	1 700	0,760	1 000	10 - 25	
	1 900	0,890	1 000	10 - 25	
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 ⁽²⁾	0,450	1 000	5 - 10	
	1500 ⁽²⁾	0,520	1 000	5 - 10	
	1700 ⁽²⁾	0,590	1 000	5 - 10	
	1900 ⁽²⁾	0,660	1 000	5 - 10	
1.6.2.3. Πορώδεις αργιλικές οπτοπλίνθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.6.2.4. Οξύμαχες οπτοπλίνθοι (κλίνκερ)	1 800	1,800	900	100	
1.8. Γαλότουβλα	2 500	1,400	840	∞	
1.9. Κεραμίδια					
1.9.1. Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επίστωσης	2 000	1,000	800	40	30
2. Ξύλα					
2.1. Συμπαγής ξυλεία					
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		
2.2. Προϊόντα ξύλου					
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
	1 000	0,240	1 600	250	110
2.2.3. Σκληρές πλάκες νώδους 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
3. Μέταλλα και γυαλί					
3.1. Γυαλί					
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞
3.2. Μέταλλα					
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞
3.2.2. Χάλυβας (ασάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοιξείδιωτος 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 ² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00		∞	∞
3.2.11. Φύλλο λαμαρίνας		58,00		∞	∞

Πίνακας 1. Τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ), της ειδικής θερμοχωρητικότητας (c) και του συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών (μ) των διαφόρων δομικών υλικών (συνέχεια)

Δομικά υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	Ειδική θερμο- χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
4. Υλικά υποστρώματων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπ όστρωμα από τσόχα, πύλημα	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπ όστρωμα από κυπαρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπ όστρωμα από λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπ όστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλούφασμα, υαλόνημα, γεωύφασμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πετρεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
4.3. Πλακίδια φελλού					
4.3.1. Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150	0,042	1 560	10 - 30	
	> 400	0,065	1 500	40	20
4.3.2. Πλακίδια φελλού, οπλισμένα με ψαθωτή ύφανση	100 - 150	0,046	1 560	10 - 30	
4.4. Μοκέτα	200	0,060	1 300	5	5
4.5. Καουτσούκ, λάστιχο					
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, σπoγγώδες, λατέξ)	60 - 80	0,060	1 500	7 000	7 000
4.5.5. Σκληρυμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0,170	1 400	∞	∞
4.5.6. Μονομέρες αιθυλένιο-πρωπυλένιο-διένιο (EPDM)	1 150	0,250	1 000	6 000	6 000
4.5.7. Πολυισοβουτλένιο	930	0,200	1 100	10 000	10 000
4.5.8. Πολυσουλφίδια	1 700	0,400	1 000	10 000	10 000
4.5.9. Βουταδιένιο	980	0,250	1 000	100 000	100 000
4.6. Ασφαλτικά υλικά					
4.6.1. Καθαρή ασφάλτος, μαστίχη 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
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
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 εφυσάλωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200			
4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια	1 000	0,200	1 000	10 000	10 000
4.9. Πλάκες πεζοδρομίου	2 100	1,500	1 000	100	60
5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες					
5.1. Πλαστικά					
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0,200	1 200	5 000	5 000
5.1.2. Φύλλο πολυαιθυλενίου (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. Πολυουρεθάνη	1 200	0,250	1 800	6 000	6 000
5.1.11. Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0,050	1 500	60	60
5.2. Ρητίνες					
5.2.1. Εποξειδική (επ'οξειδική) 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
5.3. Σιλικόνες					
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. Σιλικονόχυος αφρός	750	0,120	1 000	10 000	10 000
5.3.4. Κόκκοι οξειδίου του πυριτίου, πυρηνική πυρηνική (silica gel)	720	0,130	1 000	∞	∞

Πίνακας 1. Τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ), της ειδικής θερμοχωρητικότητας (c) και του συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών (μ) των διαφόρων δομικών υλικών (συνέχεια)

Δομικά υλικά	Φαινόμενο ειδικό βάρος	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητα ς	Ειδική θερμο- χωρητικότητα α	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c _p	μ	
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας σε σκληρές πλάκες	70 - 110	0,035 - 0,041		1,0 - 1,5	
6.1.2. Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος	15 - 50	0,035 - 0,041		1,0 - 1,5	
6.1.3. Πετροβάμβακας σε σκληρές πλάκες	110 - 180	0,035 - 0,041	1 030	1,0 - 1,5	
6.1.4. Πετροβάμβακας μη μορφοποιημένος	50	0,035 - 0,041	1 030	1,0 - 1,5	
6.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής					
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		
6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής					
6.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη					
6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους	15 - 30	0,045	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες ⁽³⁾	12 - 30	0,035 - 0,040	1 500	20 - 90	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη σε πλάκες	12 - 30	0,031 - 0,035	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	30 - 45	0,033 - 0,037	1 450	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες) ⁽⁴⁾	30 - 80	0,023 - 0,030 ⁽⁶⁾	1 400 - 1 500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
6.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης					
6.4.1. Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0,050		2	
6.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
6.4.4. Κυτταρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1 100		
(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,45	1 700 - 2 100		
6.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1 300 - 1 600		
6.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1 300		
6.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 - 1 300		
7. Αέρια					
7.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1	0,025	1 008	1	
7.2. Διοξείδιο του άνθρακα	2	0,014	820	1	
7.3. Αργό	2	0,017	519	1	
7.4. Κρυπτό	4	0,009	245	1	
7.5. Ξένο	6	0,0054	160	1	
8. Νερό					
8.1. Νερό σε υγρή φάση					
8.1.1. Νερό στους 10°C	1 000	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	—	—
8.2. Νερό σε στερεά φάση					
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 τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές. Εφόσον υπάρχει πιστοποιημένη τιμή από τον κατασκευαστή θα γίνεται χρήση αυτής εφόσον το προϊόν συνοδεύεται από το αντίστοιχο πιστοποιητικό που θα εκδίδεται με βάση την μεθοδολογία του EN 1745. Η τιμή σχεδιασμού θα αναφέρεται σε ποσοστό υγρασίας 4% κατ' όγκο και για συνδετικό κονίαμα με $\lambda=0,80\text{W/(mK)}$. Για συνδετικό κονίαμα χαμηλότερου συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θα πρέπει και το συνδετικό κονίαμα να συνοδεύεται από αντίστοιχο πιστοποιητικό. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται από τον μελετητή για την διάταξη τοποθέτησης των πλίνθων αφού στην περίπτωση διάτρητων πλίνθων οι θερμομονωτικές τους ιδιότητες διαφοροποιούνται δραματικά.
- 2 Το φαινόμενο ειδικό βάρος αναφέρεται στο υλικό κατασκευής και όχι στον οπτοπλίνθο.
- 3 Υποδεικνύεται η χρήση πολυστερίνης βάρους μεγαλύτερου των 25 kg/m^3 . Επίσης πρέπει να είναι τέτοιου τύπου που δεν συντηρεί τη φλόγα.
- 4 Η χρήση πολυουρεθάνης σε εσωτερικούς χώρους αντενδείκνυται λόγω της παραγωγής επικίνδυνων προϊόντων καύσης σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- 5 Η αναγραφόμενη τιμή του λ της πολυουρεθάνης αντιστοιχεί σε πολυουρεθάνη 40 kg/m^3 . Όμως με την πάροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να πλησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρωδών θερμομονωτικών υλικών αντίστοιχης πυκνότητας.

Όταν κάποιο μέγεθος σε ένα υλικό ορίζεται με ένα εύρος τιμών, επιλέγεται η δυσμενέστερη.

- Ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει για τα χαρακτηριστικά κάθε υλικού τιμές ευμενέστερες από τις αναγραφόμενες στον πίνακα με την προϋπόθεση ότι γι' αυτές θα υπάρχει πιστοποιητικό βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE, που θα δικαιολογεί την ευμενέστερη τιμή και απαραίτητα θα συνοδεύει τη μελέτη.

Πίνακας 2α. 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	
		$1/R_i$	$1/R_a$	R_i	R_a
		W/(m²K)	W/(m²K)	(m²K)/W	(m²K)/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 2β. Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο. (Πηγή: Πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	R_i	R_a
		W/(m²K)	W/(m²K)	(m²K)/W	(m²K)/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 (πιλοτή) (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 $u = 4 \text{ m/s}$.
Διαφορετικά, οι τιμές της αντίστασης θερμικής μετάβασης ορίζονται από τον πίνακα 2γ:

Πίνακας 2γ. Τιμές της αντίστασης θερμικής μετάβασης προς το εξωτερικό περιβάλλον (R_a) συναρτήσει της ταχύτητας του αέρα κατά το ISO 6946. (Πηγή: ISO 6946).

Ταχύτητα ανέμου	m/s	1	2	3	4	5	7	10
R_a	(m²K)/W	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02

Πίνακας 3. Θερμική αντίσταση μη αεριζόμενου στρώματος αέρα, ευρισκόμενου πρακτικά σε κατάσταση ηρεμίας. (Πηγή: ISO 6946).

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 ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·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 ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·K/W	m ² ·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	0,83

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°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 εκπεψιμότητα ίση με $\varepsilon = 0,8$. Η εκπεψιμότητα της ανακλαστικής μεμβράνης που εφαρμόζεται στη δεύτερη πλευρά του διακένου λήφθηκε διαδοχικά ίση με 0,05, 0,10 και 0,20.

Πίνακας 4. 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 ² K)/W
1	Κεραμοσκεπή επί τεγίδων και χωρίς ενδιάμεσο σανίδωμα ή 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 5. 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 ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _W	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U _{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{WU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FE}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _K	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 6. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του. (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.).

Λόγος F/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·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 7. 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 8α. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{bf,eq}$ [W/(m²K)] πλάκας.

Ονομαστικός συντελεστής U [W/(m ² 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
1,00	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

Πίνακας 8α. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{bf,eq}$ [W/(m²K)] πλάκας. (συνέχεια)

Ονομαστικός συντελεστής U [W/(m ² K)]	z [m]	Χαρακτηριστική διάσταση πλάκας B' [m]									
		2	4	6	8	10	14	18	22	26	30
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
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 8β. Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_{bw,eq}$ [$W/(m^2K)$] κατακόρυφου δομικού στοιχείου ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U [$W/(m^2K)$] που εκτείνεται σε βάθος z [m].

z [m]	Ονομαστικός συντελεστής U [$W/(m^2K)$]									
	4,50	3,00	2,00	1,50	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
0,50	2,14	1,70	1,30	1,06	0,77	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43
1,00	1,59	1,31	1,05	0,88	0,67	0,62	0,57	0,51	0,45	0,39
1,50	1,30	1,09	0,89	0,76	0,59	0,55	0,51	0,47	0,42	0,36
2,00	1,10	0,94	0,78	0,68	0,54	0,50	0,47	0,43	0,39	0,34
2,50	0,97	0,83	0,70	0,61	0,49	0,46	0,43	0,40	0,36	0,32
3,00	0,87	0,75	0,64	0,56	0,46	0,43	0,40	0,37	0,34	0,30
4,50	0,67	0,59	0,51	0,45	0,38	0,36	0,34	0,31	0,29	0,26
6,00	0,56	0,49	0,43	0,39	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23
9,00	0,42	0,38	0,33	0,30	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19

Πίνακας 10. 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	1,0-3,8
Συνθετικό πλαίσιο	Πολυουρεθάνη	2,8
	PVC με δύο θαλάμους	2,2
	PVC με τρεις θαλάμους	2,0
	PVC με παραπάνω από τρεις θαλάμους	1,0-2,0
Ξύλινο πλαίσιο	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,4
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 5cm	2,0
	σκληρής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,7
	μαλακής ξυλείας μέσου πάχους πλαισίου-κάσας 10cm	1,5

Πίνακας 11. Τυπικές τιμές συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων. (Πηγή: EN ISO 10077-1).

Υάλωση			U _g [W/(m ² 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 12. Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου-υαλοπίνακα. (Πηγή: EN ISO 10077-1).

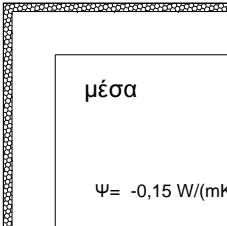
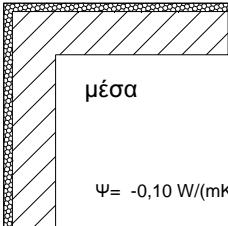
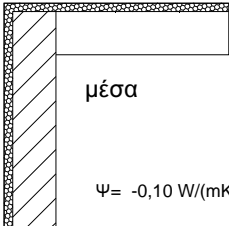
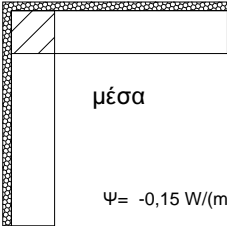
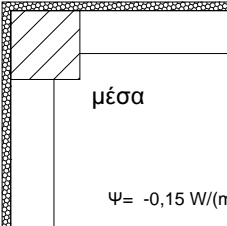
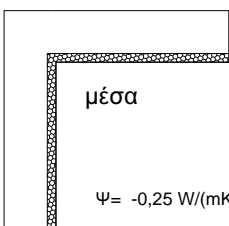
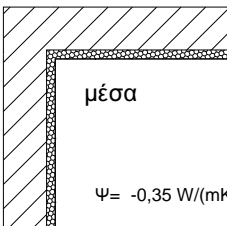
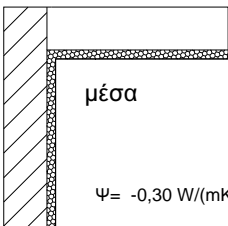
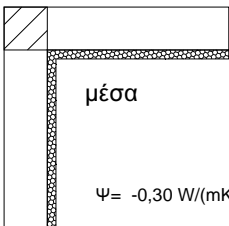
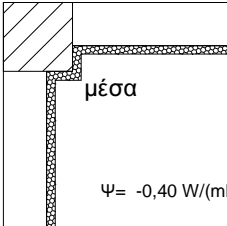
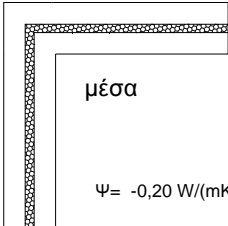
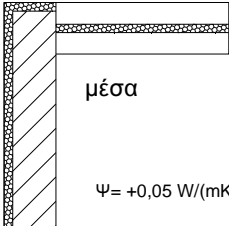
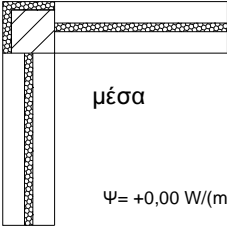
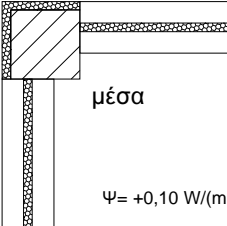
Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ _g [W/(m.K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Πίνακας 13 Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ θερμογεφυρών. Απλοποιητική μέθοδος.

1. Εξωτερικές γωνίες	Ψ [W/(mK)]
1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,10
-προεξοχή δομικού στοιχείου χωρίς διακοπή θερμομόνωσης	+0,30
-διακοπή θερμομόνωσης λόγω δομικού στοιχείου	+0,90
2 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,25
3 φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στο διάκενο	+0,15
-προεξοχή δομικού στοιχείου χωρίς διακοπή θερμομόνωσης	+0,05
-διακοπή θερμομόνωσης λόγω δομικού στοιχείου	+0,65
2. Εσωτερικές γωνίες	Ψ [W/(mK)]
1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,05
2 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,25
-προεξοχή δομικού στοιχείου χωρίς διακοπή θερμομόνωσης	+0,35
-διακοπή θερμομόνωσης λόγω δομικού στοιχείου	+0,75
3 φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στο διάκενο	+0,10
-προεξοχή δομικού στοιχείου χωρίς διακοπή θερμομόνωσης	+0,50
-διακοπή θερμομόνωσης λόγω δομικού στοιχείου	+0,90
3. Ενώσεις δομικών στοιχείων	Ψ [W/(mK)]
1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	$\pm 0,00$
2 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	$\pm 0,00$
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,35
3 φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στο διάκενο	+0,25
4. Δώμα/ Οροφή σε προεξοχή	Ψ [W/(mK)]
1 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,65
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
2 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,55
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης προβόλου/μπαλκονιού	+0,10
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
-ύπαρξη οπτοπλινθοδομής θερμομονωμένης εξωτερικά ή στον πυρήνα η οποία φτάνει μέχρι την πλάκα (απουσία δοκού)	-0,50
3 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,05
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης προβόλου/μπαλκονιού	+0,85

-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης προβόλου/μπαλκονιού	+0,95
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
4 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	-0,20
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
5. Δάπεδο σε προεξοχή/ πυλωτή	Ψ [W/(mK)]
1 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,20
2 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,80
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης προβόλου/μπαλκονιού	+0,20
-ύπαρξη οπτοπλινθοδομής θερμομονωμένης εξωτερικά ή στον πυρήνα η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,15
3 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,60
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης προβόλου/μπαλκονιού	+0,10
-ύπαρξη οπτοπλινθοδομής θερμομονωμένης εξωτερικά ή στον πυρήνα η οποία εδράζεται στην πλάκα	-0,55
4 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,60
6. Οροφή σε εσοχή	Ψ [W/(mK)]
1 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+1,10
-κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα	+0,60
-συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
2 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,05
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
3 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+1,00
-κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα	+0,15
-συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,15
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
4 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+1,05
-ύπαρξη οπτοπλινθοδομής θερμομονωμένης εσωτερικά η οποία φτάνει μέχρι την πλάκα	-0,70

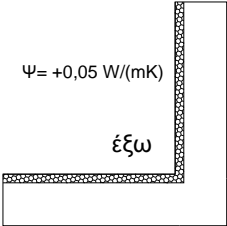
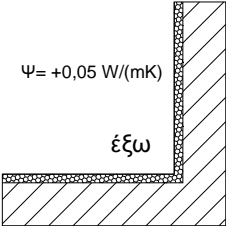
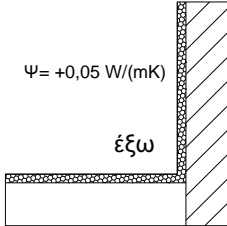
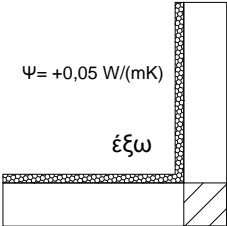
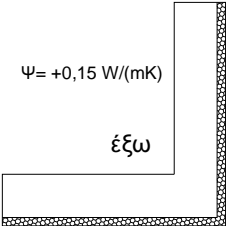
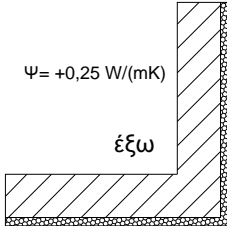
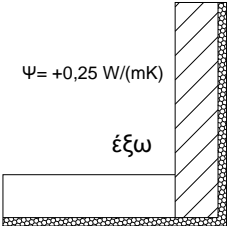
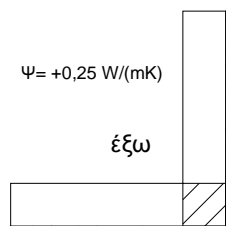
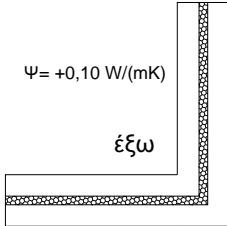
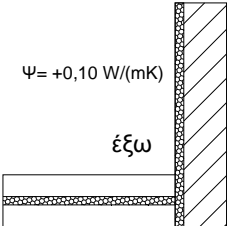
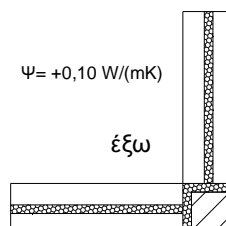
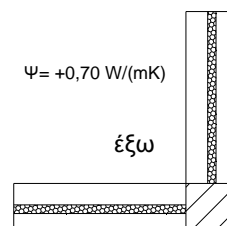
7. Δάπεδο σε εσοχή	Ψ [W/(mK)]
1 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,50
-κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα	+0,70
2 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+1,15
-συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,40
3 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,05
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,25
4 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+1,30
-κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα	+0,30
-συνέχεια της θερμομόνωσης της πλάκας πέραν του σημείου ένωσης με το κατακόρυφο δομικό στοιχείο	-0,60
8. Ενδιάμεσο δάπεδο	Ψ [W/(mK)]
1 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	+1,10
2 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	±0,00
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+1,10
3 φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση, τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στο διάκενο	+0,50
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,75
9. Δάπεδο επί εδάφους	Ψ [W/(mK)]
1 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,05
-ύπαρξη οπτοπλινθοδομής με θερμομόνωση στον πυρήνα η οποία εδράζεται στην πλάκα	+0,20
2 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,40
-διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στην θέση της πλάκας	+0,25
3 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εξωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	+0,20
-κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα	+0,20
-κατακόρυφο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα με διακοπή της θερμομόνωσης στη θέση της πλάκας	+0,45
4 κατακόρυφα δομικά στοιχεία με εσωτερική θερμομόνωση/ πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,50

<p>ΕΞΓ-1</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-2</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-3</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-4</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-5</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-6</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-7</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,35 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-8</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-9</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-10</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,40 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-11</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-14</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p>	

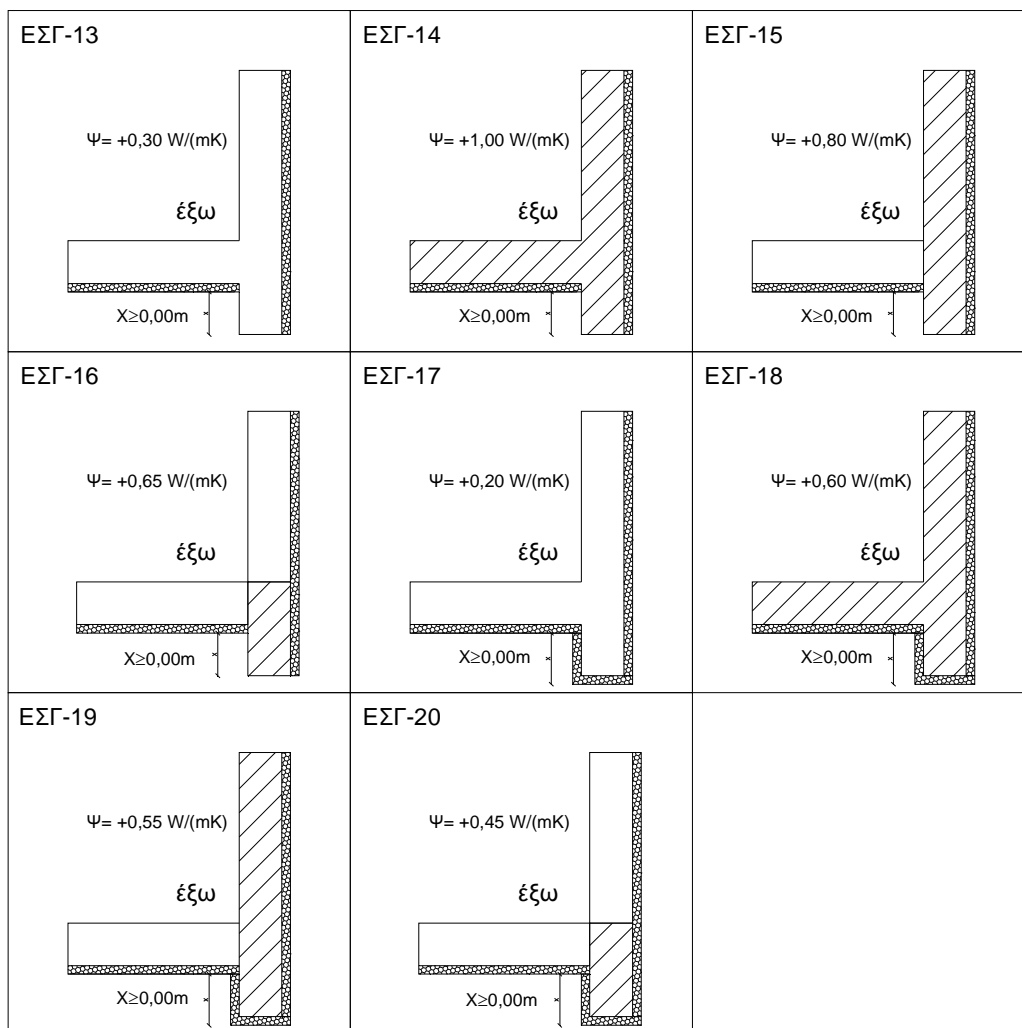
Σχήμα 5: Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας

<p>ΕΞΓ-15</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,10 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-16</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-17</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-18</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-19</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-20</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-21</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-22</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-23</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΞΓ-24</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-25</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΞΓ-26</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,20 \text{ W/(mK)}$</p>

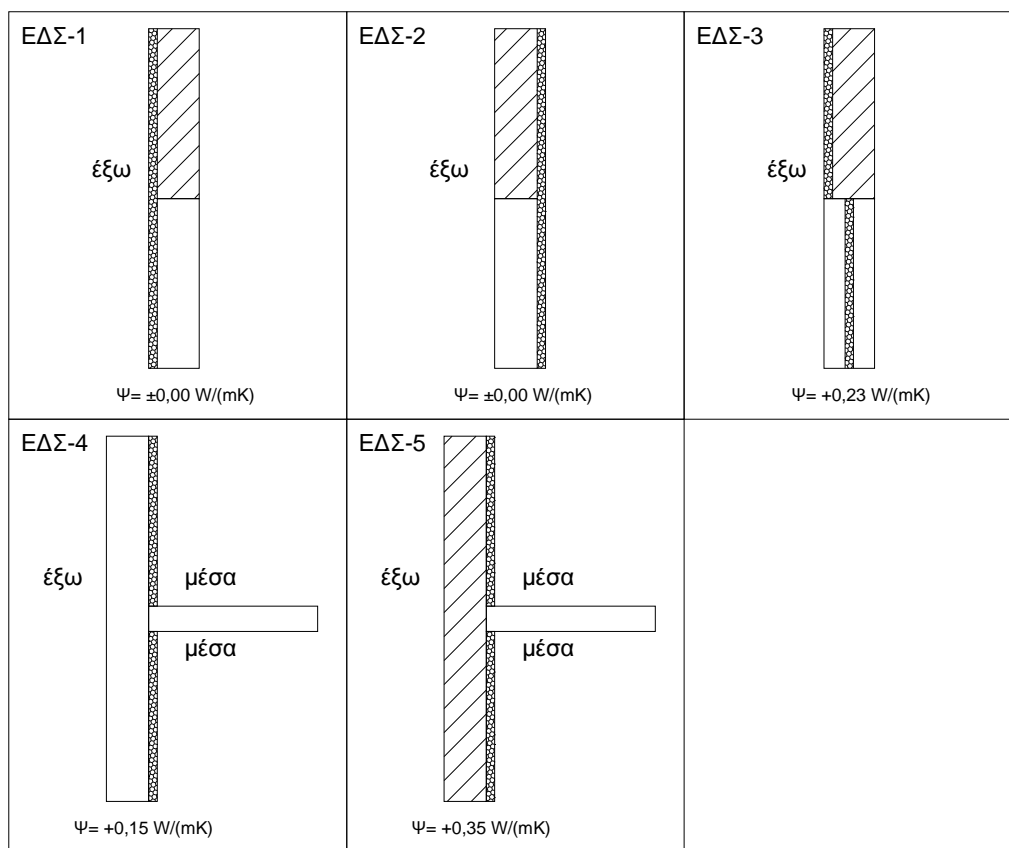
Σχήμα 5: Θερμογέφυρες εξωτερικής γωνίας (συνέχεια)

<p>ΕΣΓ-1</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-2</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-3</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 
<p>ΕΣΓ-4</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-5</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-6</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 
<p>ΕΣΓ-7</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-8</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-9</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 
<p>ΕΣΓ-10</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-11</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 	<p>ΕΣΓ-12</p> <p>$\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p> 

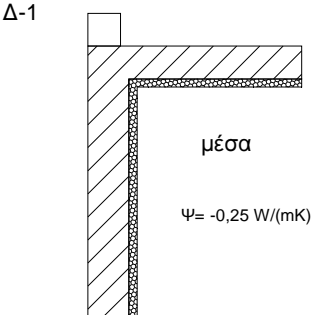
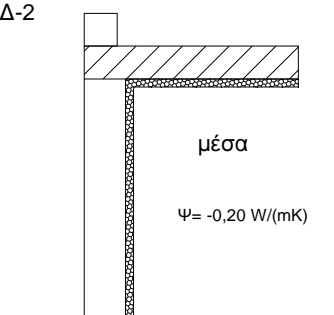
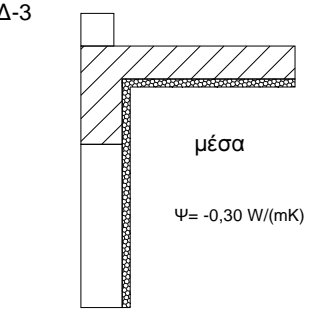
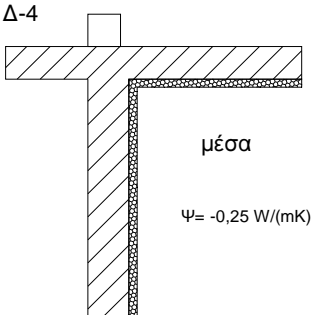
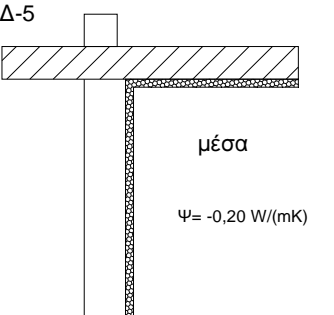
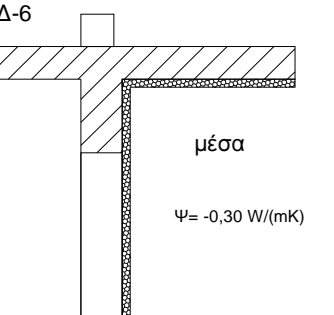
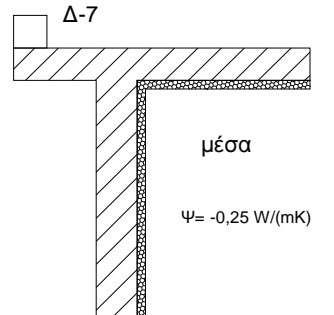
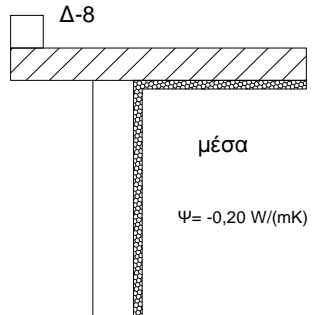
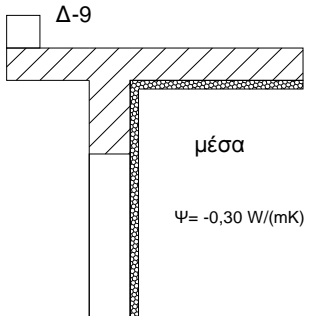
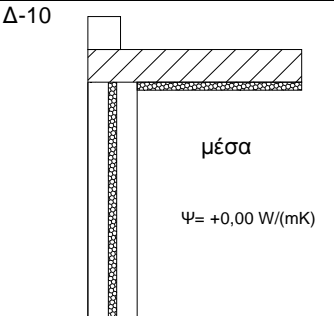
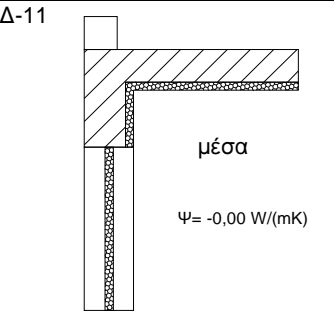
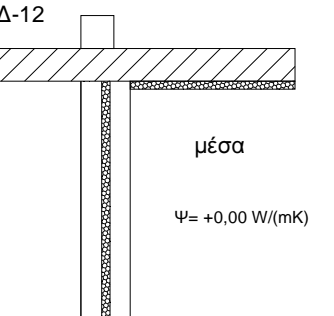
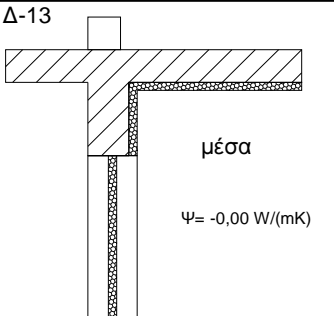
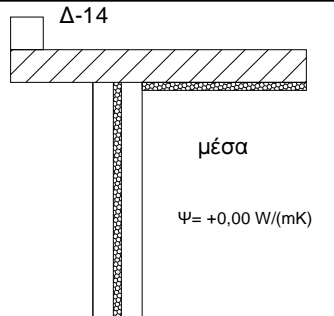
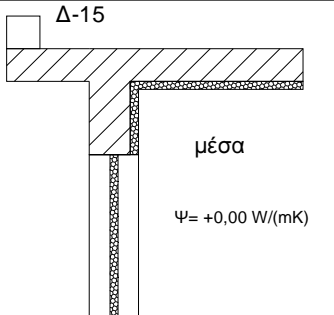
Σχήμα 6: Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας



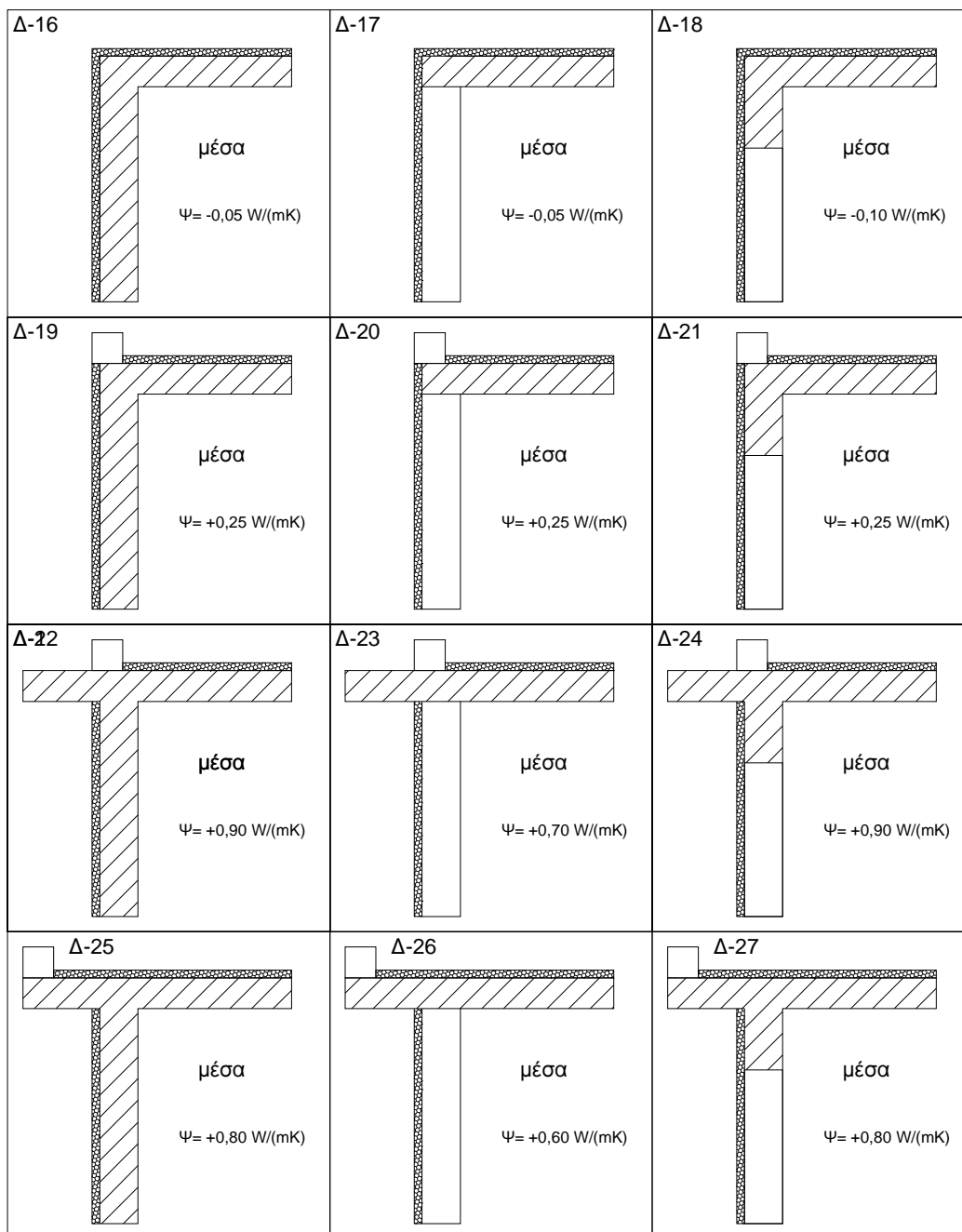
Σχήμα 6: Θερμογέφυρες εσωτερικής γωνίας (συνέχεια)



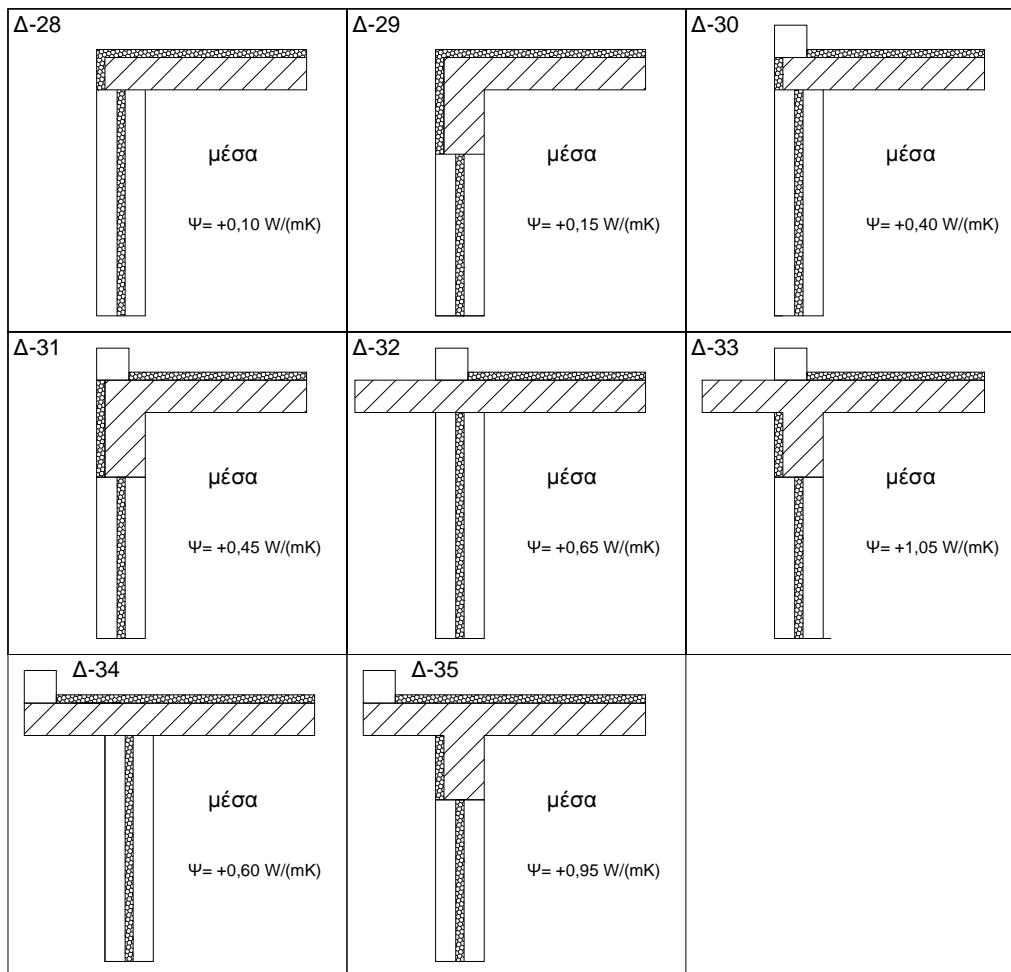
Σχήμα 7: Θερμογέφυρες ενώσεων δομικών στοιχείων

<p>Δ-1</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-2</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-3</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-4</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-5</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-6</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-7</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-8</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-9</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,30 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-10</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-11</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-14</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-15</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>

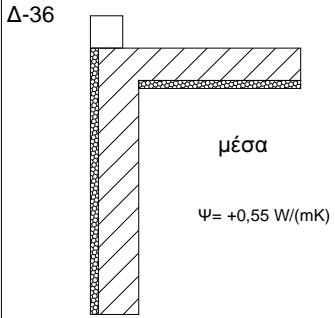
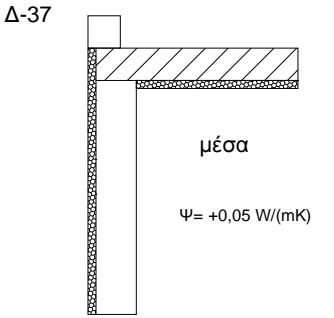
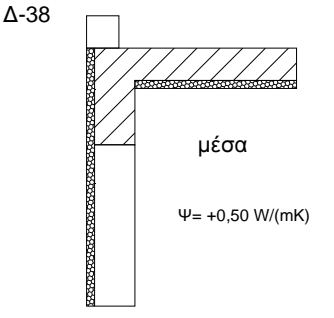
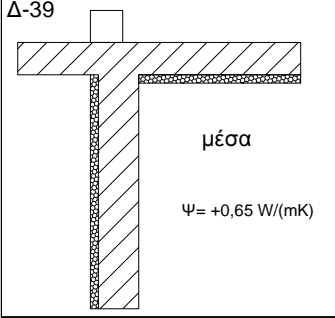
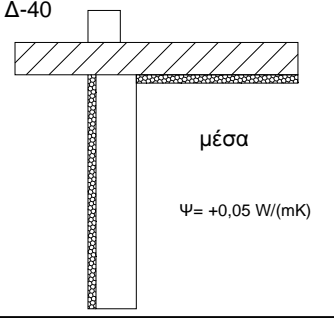
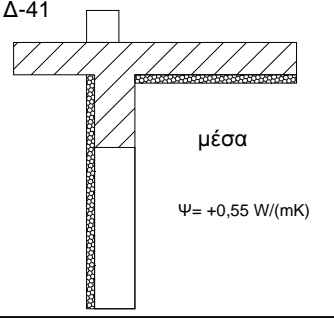
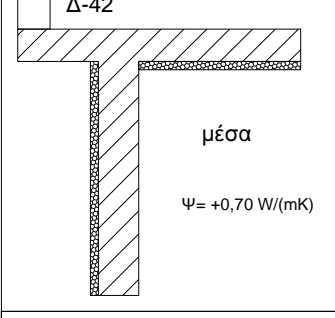
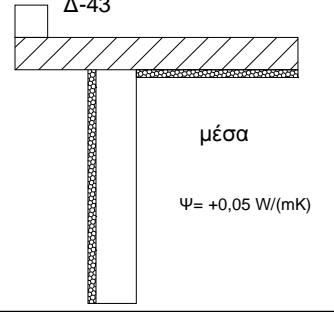
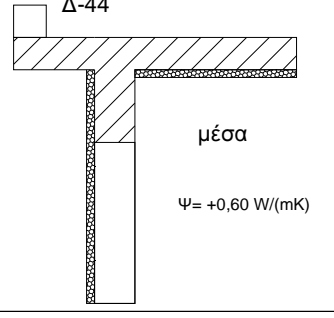
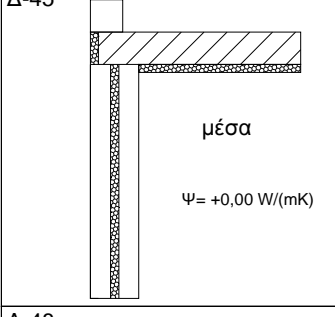
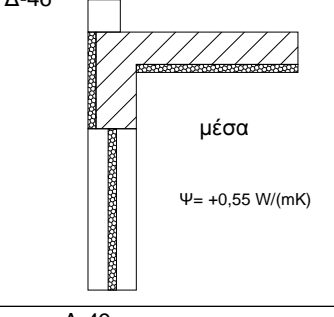
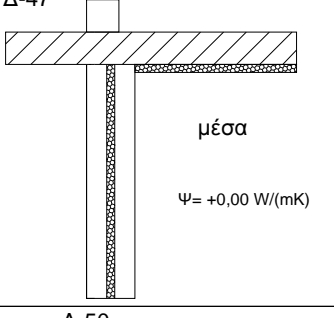
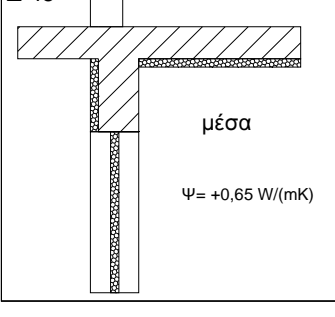
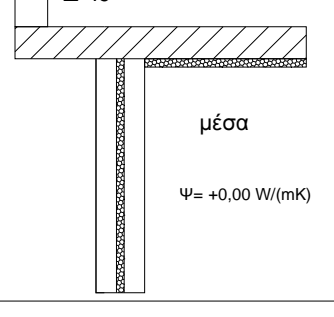
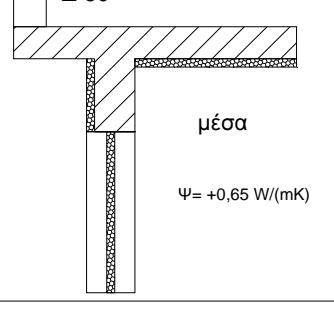
Σχήμα 8: Θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή



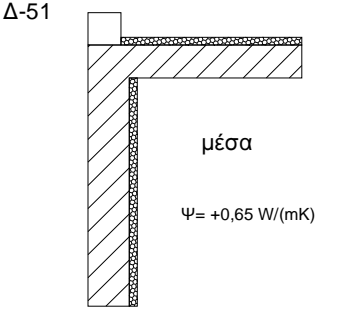
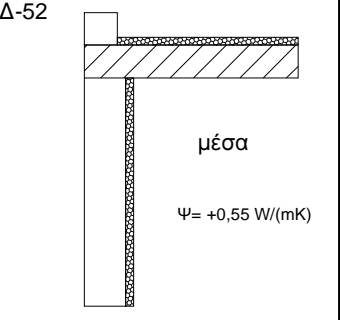
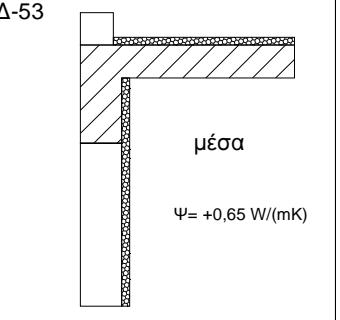
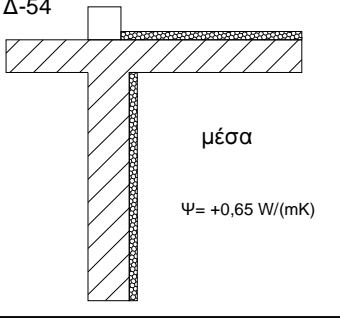
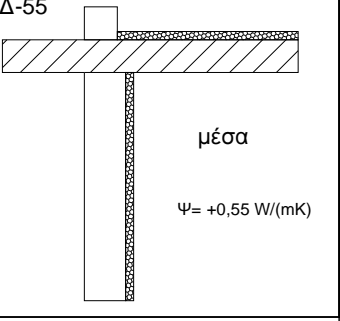
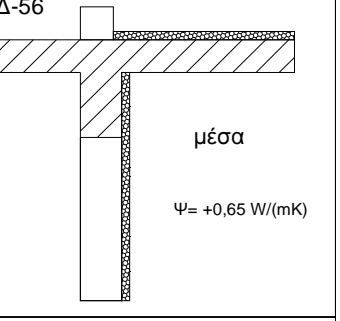
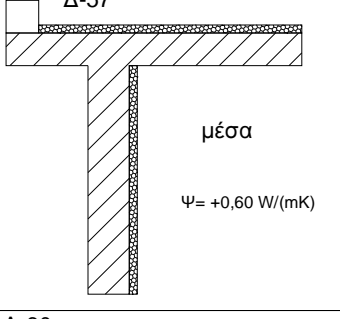
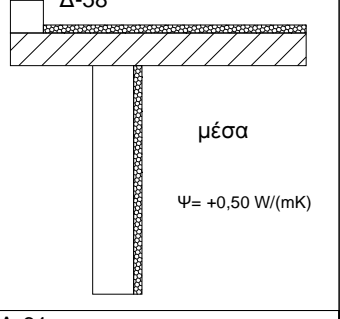
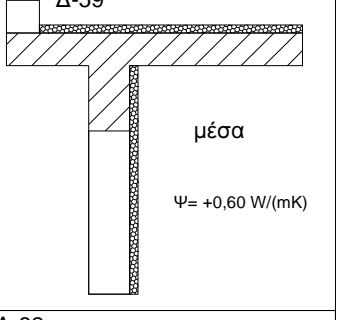
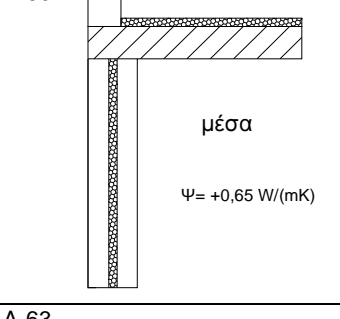
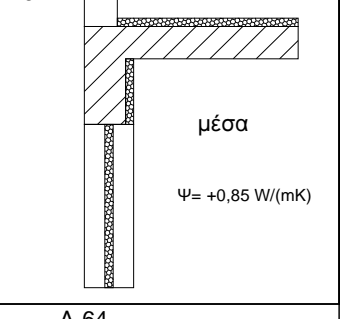
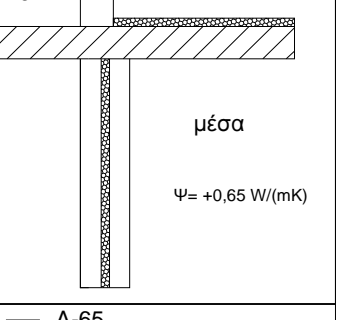
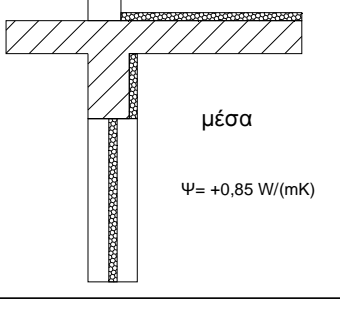
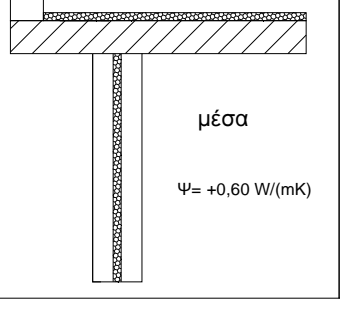
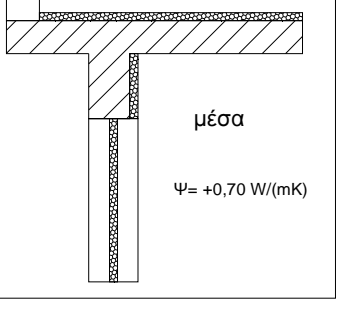
Σχήμα 8: Θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (συνέχεια)



Σχήμα 8: Θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (συνέχεια)

<p>Δ-36</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-37</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-38</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-39</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-40</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-41</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-42</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-43</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-44</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-45</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-46</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-47</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-48</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-49</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-50</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>

Σχήμα 8: Θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (συνέχεια)

<p>Δ-51</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-52</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-53</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-54</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-55</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-56</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-57</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-58</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-59</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-60</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-61</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-62</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>Δ-63</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-64</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>Δ-65</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,70 \text{ W/(mK)}$</p>

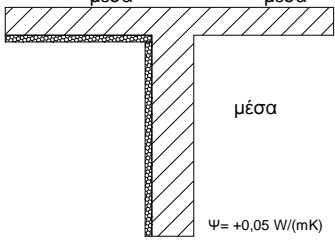
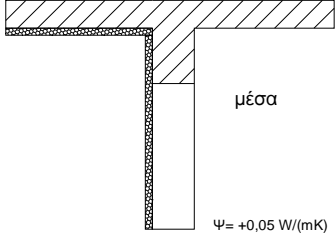
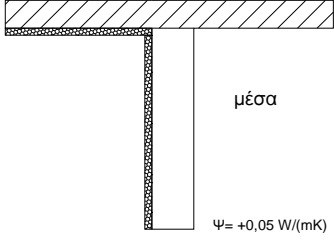
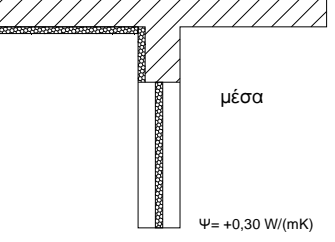
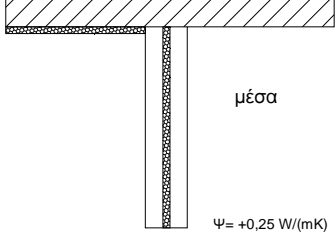
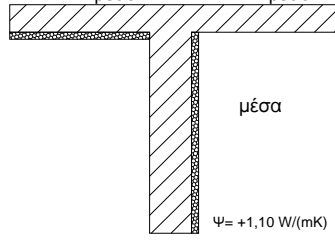
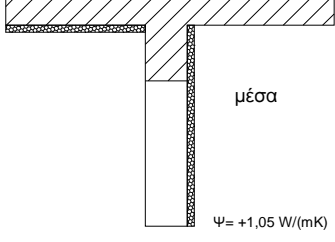
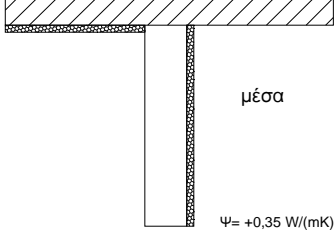
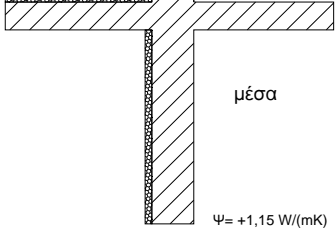
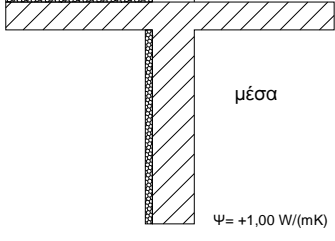
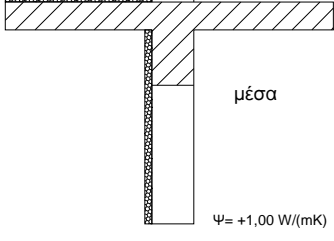
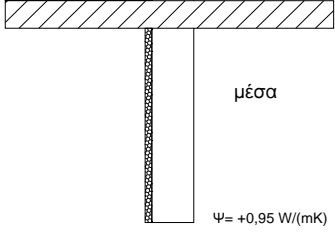
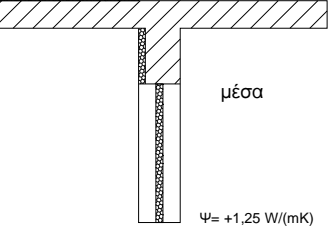
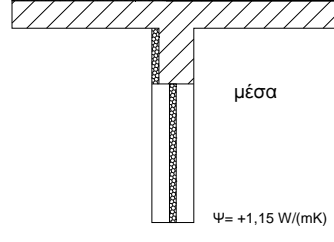
Σχήμα 8: Θερμογέφυρες δώματος/οροφής σε προεξοχή (συνέχεια)

<p>ΔΠ-1</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-2</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-3</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = -0,25 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-4</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-5</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	
<p>ΔΠ-6</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,80 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-7</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-8</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +1,15 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-9</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-10</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-11</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-12</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,75 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-13</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,75 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-14</p> <p>έξω μέσα έξω</p> <p>$\Psi = +0,50 \text{ W/(mK)}$</p>

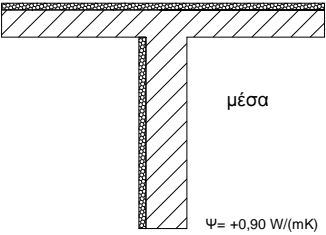
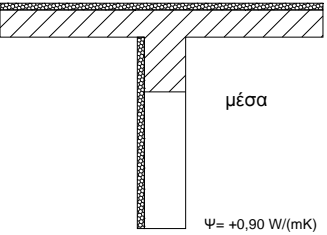
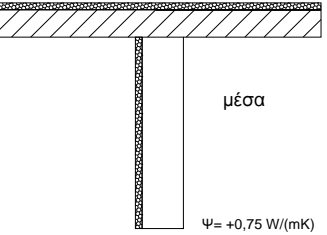
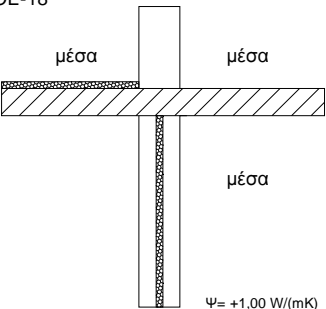
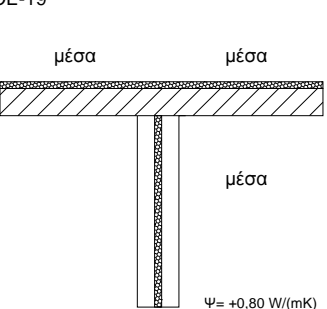
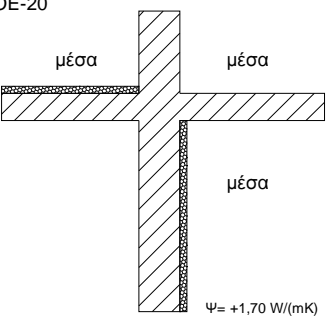
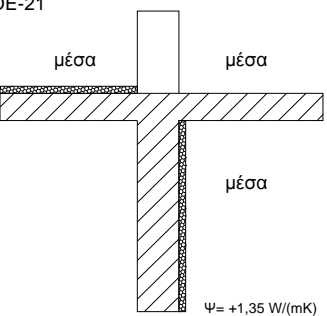
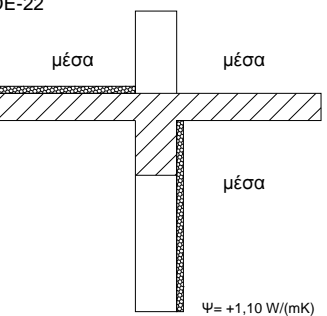
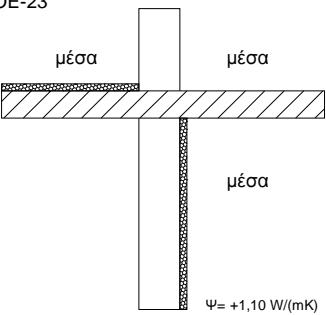
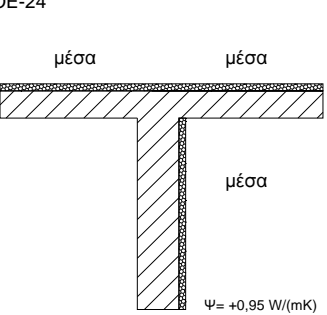
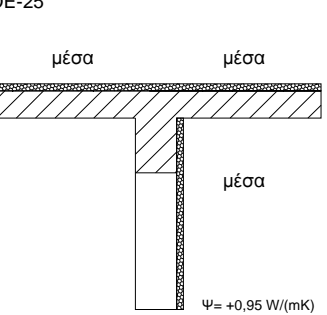
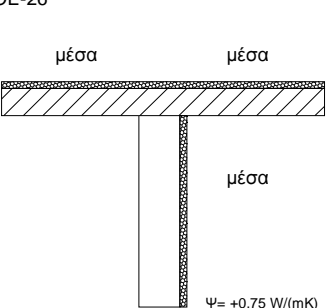
Σχήμα 9: Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/δαπέδου πάνω από πυλωτή

<p>ΔΠ-15</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-16</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-17</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-18</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-19</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-20</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-21</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-22</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-23</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,00 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-24</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-25</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-26</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,60 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΔΠ-27</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΔΠ-28</p> <p>έξω μέσα</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,40 \text{ W/(mK)}$</p>	

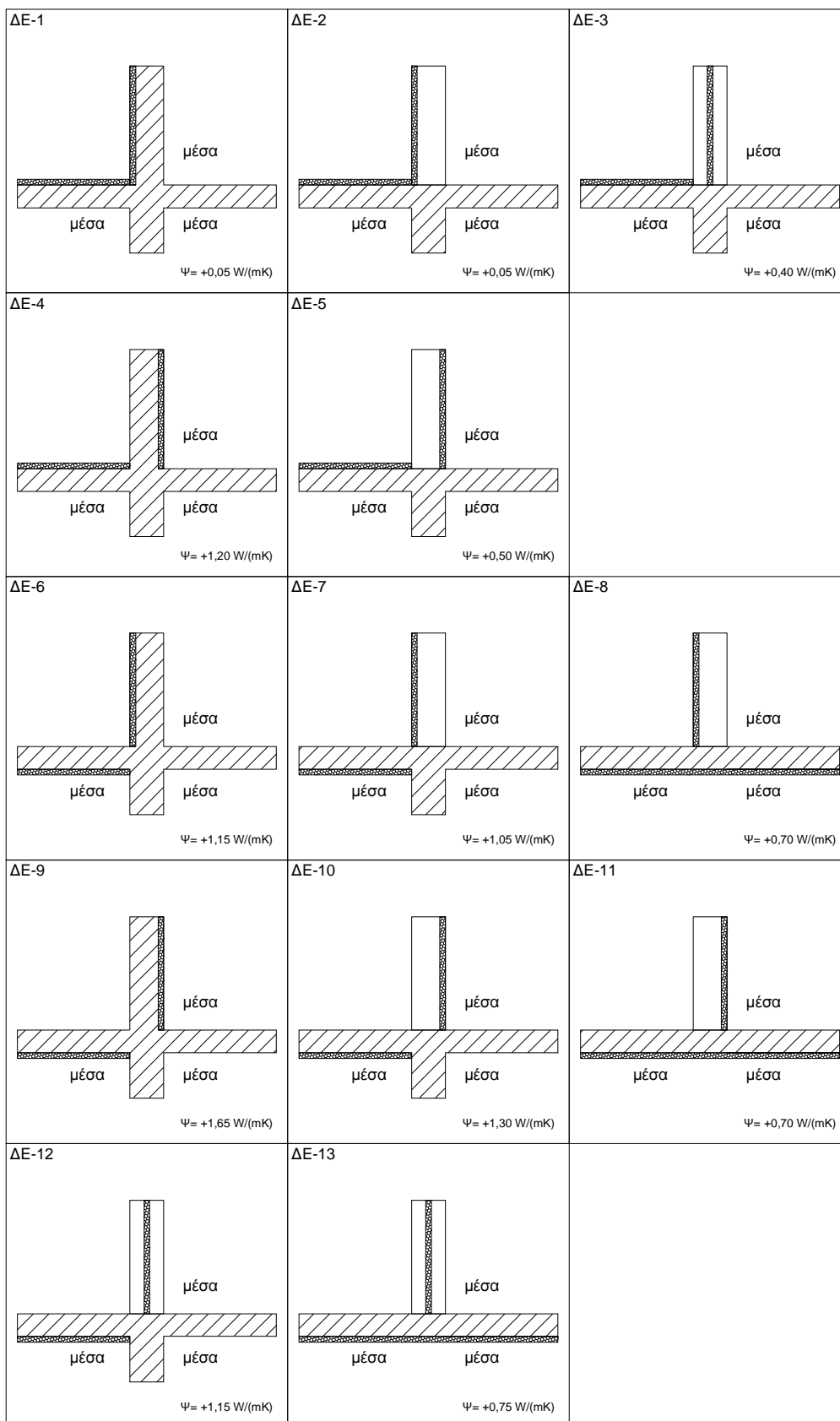
Σχήμα 9: Θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή/δαπέδου πάνω από πυλωτή (συνέχεια)

<p>OE-1</p>  <p>Ψ = +0,05 W/(mK)</p>	<p>OE-2</p>  <p>Ψ = +0,05 W/(mK)</p>	<p>OE-3</p>  <p>Ψ = +0,05 W/(mK)</p>
<p>OE-4</p>  <p>Ψ = +0,30 W/(mK)</p>	<p>OE-5</p>  <p>Ψ = +0,25 W/(mK)</p>	
<p>OE-6</p>  <p>Ψ = +1,10 W/(mK)</p>	<p>OE-7</p>  <p>Ψ = +1,05 W/(mK)</p>	<p>OE-8</p>  <p>Ψ = +0,35 W/(mK)</p>
<p>OE-9</p>  <p>Ψ = +1,15 W/(mK)</p>	<p>OE-10</p>  <p>Ψ = +1,00 W/(mK)</p>	<p>OE-11</p>  <p>Ψ = +1,00 W/(mK)</p>
<p>OE-12</p>  <p>Ψ = +0,95 W/(mK)</p>	<p>OE-13</p>  <p>Ψ = +1,25 W/(mK)</p>	<p>OE-14</p>  <p>Ψ = +1,15 W/(mK)</p>

Σχήμα 10: Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή

<p>OE-15</p>  <p>Ψ = +0,90 W/(mK)</p>	<p>OE-16</p>  <p>Ψ = +0,90 W/(mK)</p>	<p>OE-17</p>  <p>Ψ = +0,75 W/(mK)</p>
<p>OE-18</p>  <p>Ψ = +1,00 W/(mK)</p>	<p>OE-19</p>  <p>Ψ = +0,80 W/(mK)</p>	
<p>OE-20</p>  <p>Ψ = +1,70 W/(mK)</p>	<p>OE-21</p>  <p>Ψ = +1,35 W/(mK)</p>	<p>OE-22</p>  <p>Ψ = +1,10 W/(mK)</p>
<p>OE-23</p>  <p>Ψ = +1,10 W/(mK)</p>	<p>OE-24</p>  <p>Ψ = +0,95 W/(mK)</p>	<p>OE-25</p>  <p>Ψ = +0,95 W/(mK)</p>
<p>OE-26</p>  <p>Ψ = +0,75 W/(mK)</p>		

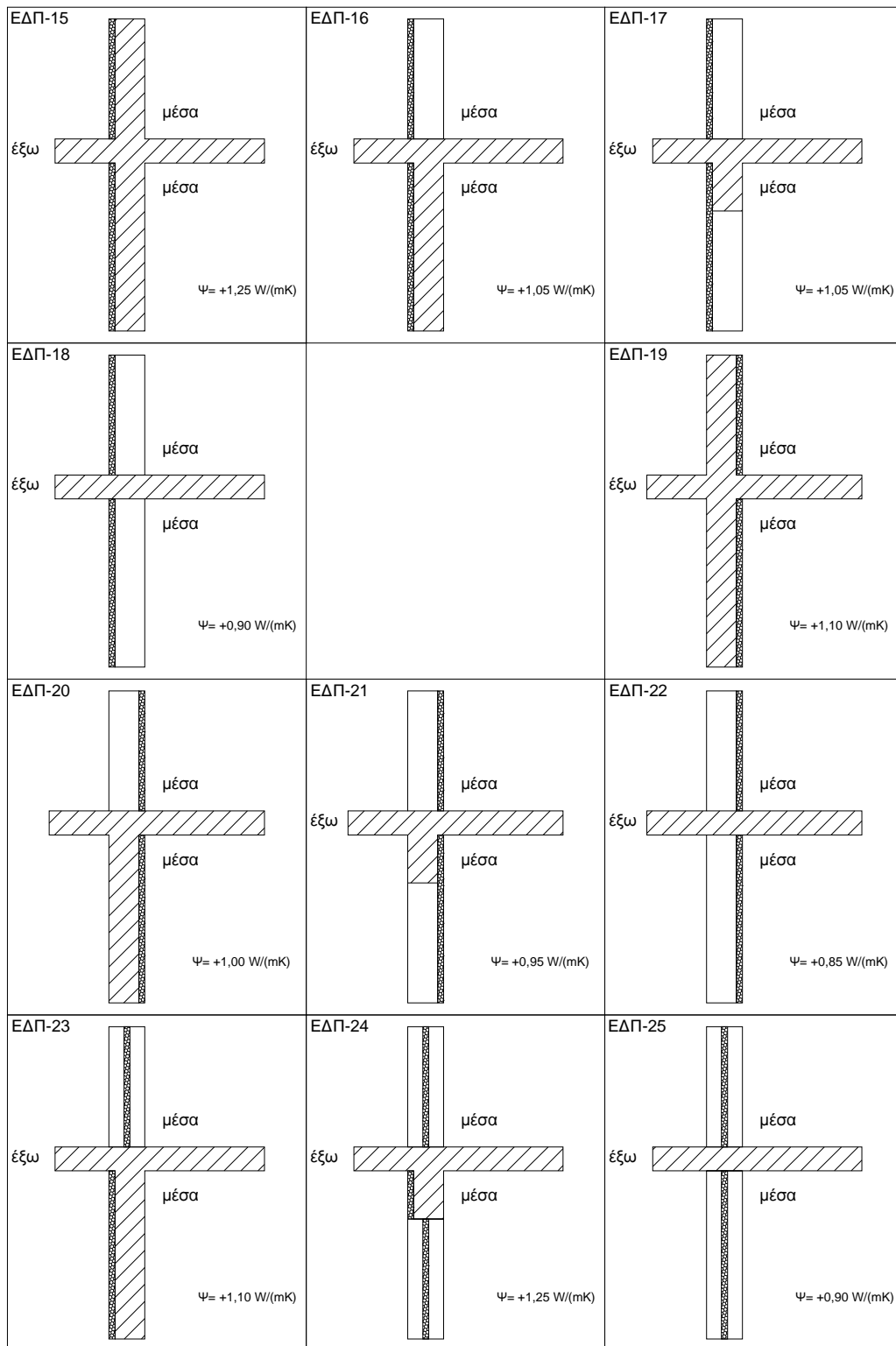
Σχήμα 10: Θερμογέφυρες σε οροφή σε εσοχή (συνέχεια)



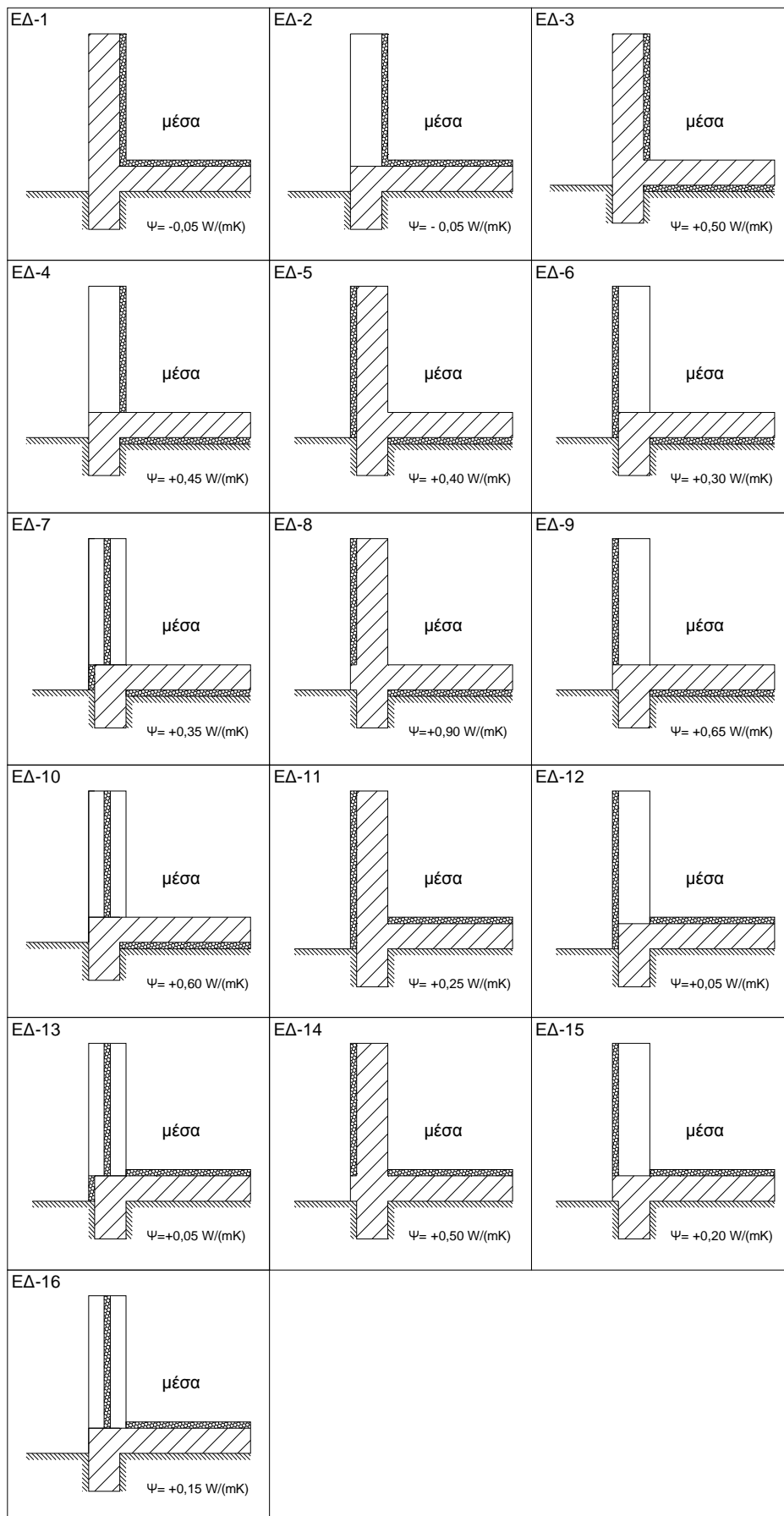
Σχήμα 11: Θερμογέφυρες σε δάπεδο σε εσοχή

<p>ΕΔΠ-1</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-2</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-3</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΔΠ-4</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-6</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +1,00 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΔΠ-7</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,95 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-8</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,85 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-9</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΔΠ-10</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-11</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,45 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-12</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +1,10 \text{ W/(mK)}$</p>
<p>ΕΔΠ-13</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +1,25 \text{ W/(mK)}$</p>	<p>ΕΔΠ-14</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,90 \text{ W/(mK)}$</p>	

Σχήμα 12: Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο



Σχήμα 12: Θερμογέφυρες σε ενδιάμεσο δάπεδο (συνέχεια)



Σχήμα 2.13: Θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται στο έδαφος

