

13

ΟΙ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Ο καινούριος κανονισμός, ο Κ.Ε.ν.Α.Κ., λαμβάνει πλέον υπόψη του κατά τη σύνταξη μιας ενεργειακής μελέτης και τις θερμογέφυρες που σχηματίζονται στο κτίριο, είτε λόγω των γεωμετρικών του χαρακτηριστικών, είτε λόγω της μορφολογίας του.

Ως θερμογέφυρες χαρακτηρίζονται τα επί μέρους τμήματα ή σημεία του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου, η θερμική αντίσταση των οποίων υπολείπεται σημαντικά των δομικών στοιχείων του υπόλοιπου περιβλήματος. Στις θέσεις των θερμογεφυρών η θερμομονωτική προστασία παρουσιάζεται μειωμένη και οι ροές θερμότητας δυσανάλογα αυξημένες σε σύγκριση με τις ροές θερμότητας στο υπόλοιπο κέλυφος. Γι' αυτό και ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) στη θέση της θερμογέφυρας αποκλίνει της τιμής που παρουσιάζει στο υπόλοιπο δομικό στοιχείο ή στα γειτονικά του.

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 έσωτερικό 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. Η εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία στη θέση μιας θερμογέφυρας είναι χαμηλότερη αυτής των περιμετρικών της θέσεων και τείνει να πλησιάσει την εξωτερική θερμοκρασία.

Μελέτες έχουν αποδείξει ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν τις ενεργειακές απώλειες του κτιρίου σχετικά με τις θεωρητικές υπολογιζόμενες, κατά ένα 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.

Αιτίες για τη δημιουργία μιας θερμογέφυρας

Η παρουσία μιας θερμογέφυρας μπορεί να οφείλεται σε ποικίλα και διαφορετικά

14



13

Οι συνηθέστερες θέσεις σχηματισμού θερμογεφυρών στα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής.

14

Στίγματα από υγρασία συμπύκνωσης στη θέση συναρμογής της κάσας του κουφώματος με τον τοίχο. Οφείλεται συνήθως στα κενά που δημιουργούνται κατά την εφαρμογή της κάσας του κουφώματος στη θέση του ανοίγματος και που, αν δεν προστατευθούν, αποτελούν θερμογέφυρες.

αίτια, όπως στα γεωμετρικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, σε κατασκευαστικές αδυναμίες, κακοτεχνίες, αστοχίες, αμέλεια και παραλείψεις, άγνοια ή ακόμη και φθορές, οφειλόμενες στο πέρασμα του χρόνου.

Σε γενικές γραμμές, οι συνηθέστερες περιπτώσεις θερμογεφυρών οφείλονται:

- Σε κατασκευαστικούς λόγους που καθιστούν δυσχερή ή πρακτικά αδύνατη την πλήρη θερμομονωτική προστασία της κατασκευής.
- Στην αλλαγή της σύνθεσης ή των στρώσεων ενός φαινομενικά ενιαίου δομικού στοιχείου.
- Στη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε κάποια θέση του εξωτερικού περιβλήματος.
- Στην απουσία θερμομονωτικής στρώσης ή στη μείωση του πάχους της.
- Σε ορισμένα σημεία συνάντησης δύο κάθετων μεταξύ τους δομικών στοιχείων, των οποίων η πλήρης θερμομονωτική προστασία είναι δυσχερής ή πρακτικά ανέφικτη.

Οι θερμογέφυρες πρέπει να αντιμετωπίζονται εγκαίρως και να λαμβάνονται μέτρα για την εξάλειψη ή τον περιορισμό τους. Βέβαια, ο καλύτερος τόπος αντιμετώπισής τους είναι η εκ των προτέρων επισήμανσή τους, δηλαδή η επισήμανσή τους από το στάδιο ακόμη της μελέτης και όχι στη φάση της κατασκευής ή αργότερα κατά τη χρήση και λειτουργία του κτιρίου, όταν τυχόν εμφανισθούν κάποια προβλήματα. Η εκ των υστέρων αντιμετώπισή τους συχνά είναι δυσχερής και απαιτεί πιο σύνθετες οικοδομικές εργασίες που αποθαρρύνουν την εφαρμογή τους.

Ερμηγεία του φαινομένου

Στη θέση μιας θερμογέφυρας το δομικό στοιχείο εμφανίζει μειωμένη θερμική προστασία με αποτέλεσμα την αύξηση των ροών θερμότητας που διέρχονται από αυτή τη θέση και την εμφάνιση μιας διαφορετικής κατανομής των θερμοκρασιών στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου, συγκριτικά πάντα προς τις θέσεις που δεν αποτελούν θερμογέφυρες. Αυτός είναι και ο λόγος που η εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία του δομικού στοιχείου στη θέση της θερμογέφυρας εμφανίζεται χαμηλότερη.

Ωστόσο, αυτή η θερμοκρασιακή διαταραχή δεν παρουσιάζεται με απόλυτη μεταβολή της τιμής της θερμοκρασίας στη θέση της θερμογέφυρας, όπως ενδεχομένως θα περίμενε κανείς, αλλά παρουσιάζεται σταδιακά μεταβαίνουσα από τη μια κατάσταση στην άλλη, δηλαδή από τη θέση με την επαρκή θερμική προστασία στη θέση της θερμογέφυρας με την ανεπαρκή θερμική προστασία. Το ίδιο συμβαίνει βεβαίως και με τη διαδεόμενη θερμότητα που εμφανίζει μια βαθμιαία μεταβολή από την θερμικά προστατευμένη θέση στη απροστάτευτη θέση της θερμογέφυρας. Αυτή η ήπια και όχι απότομη μετάβαση είναι αναμενόμενη, διότι η πορεία της θερμότητας διά μέσου των επάλληλων στρώσεων του δομικού στοιχείου είναι στην πραγματικότητα πολυδιάστατη, μεταβαίνει δηλαδή η θερμότητα προς όλες τις διευθύνσεις. Κατά συνέπεια ταυτόχρονα με την κάθετη προς την επιφάνεια του δομικού στοιχείου μετάδοση της θερμότητας εκδηλώνεται και πλευρική μετάδοση από την περιοχή με την υψηλότερη θερμοκρασία προς αυτή με τη χαμηλότερη.

Επιπτώσεις από την εμφάνιση των θερμογεφυρών

Η επίδραση στη θερμική άνεση

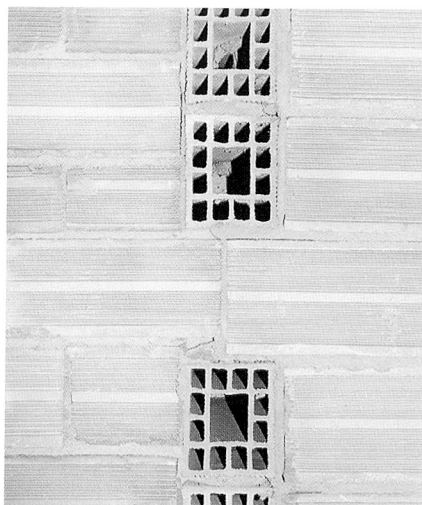
Στη θέση μιας θερμογέφυρας η επιφανειακή θερμοκρασία του δομικού στοιχείου παρουσιάζει χαμηλότερη τιμή απ' ό,τι στην υπόλοιπη επιφάνεια, καθώς αυτή εξαρτάται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) που διαμορφώνεται σ' αυτήν τη θέση και άρα από το μέγεθος των αντίστοιχων θερμικών απωλειών. Επηρεάζει επομένως τους εσωκλιματικούς παράγοντες που διαμορφώνουν το αίσθημα της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό ενός χώρου, καθώς η επιφανειακή θερμοκρασία μαζί με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του αέρα και την ταχύτητα κίνησής του στο εσωτερικό του χώρου είναι παράγοντες αποφασιστικής σημασίας στις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος.

Απόρροια της δημιουργίας θερμογέφυρας στην επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου είναι και η πρόκληση επιφανειακής υγρασίας λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου).

Η ΘΕΡΜΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ



Την εικόνα της θερμογέφυρας με τη σταδιακή διαφοροποίηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του δομικού στοιχείου στη θέση εκδήλωσής της μπορεί να αποδώσει παραστατικά η θερμοφωτογράφιση. Πρόκειται για μια μέθοδο, με την οποία αποτυπώνονται "φωτογραφικά" οι επιφανειακές θερμοκρασίες, οριζόμενες από τις ροές θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου. Η θερμοφωτογραφική αποτύπωση επιτυγχάνεται με τη θερμοκάμερα, ένα μηχανήμα με ευαίσθητο αισθητήρα που ανιχνεύει την εκπεμπόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία από μια επιφάνεια. Την καταγράφει και την μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα και, ανάλογα με την ένταση του σήματος, την αποδίδει με χρώμα επάνω σε οθόνη ή την εκτυπώνει σε χαρτί ("θερμοφωτογράφημα" ή "θερμογράφημα").



15



16

Η υγρασία επιφανειακής συμπίκνωσης

Η συμπίκνωση οφείλεται στις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες που σημειώνονται στις θέσεις των θερμογεφυρών και στις συνεπαγόμενες χαμηλές θερμοκρασίες που καταγράφονται στις αντίστοιχες επιφάνειες. Η πτώση της θερμοκρασίας επιφέρει και μείωση της ικανότητας του αέρα να συγκρατήσει τους υδρατμούς που έχει στη μάζα του, με αποτέλεσμα η περίσσεια των υδρατμών που δεν μπορεί πλέον να συγκρατηθεί να κατακάθεται υπό μορφή συμπυκνωμάτων στις ψυχρές επιφάνειες. Η συμπίκνωση των υδρατμών μπορεί να προκαλέσει σημαντικές φθορές στα δομικά στοιχεία που εκδηλώνονται με ποικίλες μορφές. Αυτές οι φθορές τις περισσότερες φορές οφείλονται στην άμεση επίδραση της υγρασίας στα υλικά και στις μεταβολές που επιφέρει στις φυσικές και μηχανικές τους ιδιότητες, ενώ άλλες φορές αφείλονται στη συνδρομή που προσφέρει στη δράση άλλων παραγόντων.

Το φαινόμενο συνήθως εκδηλώνεται στις σχηματιζόμενες διέδρες ή τριέδρες γωνίες που σχηματίζουν οι περιμετρικοί εξωτερικοί τοίχοι με το δάπεδο ή την οροφή, στις ποδιές των παραθύρων, στις θέσεις συναρμογής του τοίχου με τις κάσες των κουφωμάτων, επάνω στους υαλοπίνακες και στα πλαίσια των κουφωμάτων (ιδίως των κουφωμάτων αλουμινίου που δεν είναι μονωμένα), στις θέσεις των περιδεσμών ενίσχυσης (σενάτζ) όταν δεν είναι θερμομονωμένοι και γενικώς σε κάθε θέση που

μπορεί να αποτελεί ισχυρή θερμογέφυρα. Η υγροποίηση άλλοτε έχει τη μορφή απλού νωτίσματος και άλλοτε σταγονιδίων που μπορεί να λάβουν τη μορφή μικρής ποσότητας ρέοντος νερού (π.χ. στα μεταλλικά μη μονωμένα πλαίσια και στους υαλοπίνακες των κουφωμάτων). Συχνά η συμπίκνωση των υδρατμών γίνεται αντιληπτή από μικρά μαύρα στίγματα ή σκιάσεις που σχηματίζονται επάνω στις επιφάνειες των δομικών στοιχείων. Οφείλονται στα μόρια σκόνης που περιέχονται στον αέρα. Ο αέρας όταν έρχεται σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια της θερμογέφυρας και ψύχεται μειώνει την ικανότητά του να συγκρατεί τα μόρια της σκόνης και αυτά δημιουργούν μικρά συσσωματώματα που είτε κατευθύνονται προς την επιφάνεια είτε παραμένουν αιωρούμενα. Καθώς όμως αποτελούν πόλους έλξης των υδρατμών, παρασύρονται και επικάθονται μαζί τους στις επιφάνειες όταν αυτοί συμπυκνωθούν.

Ο υπολογισμός των θερμογεφυρών στον Κ.Εν.Α.Κ.

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικούς τύπους:

- στις γραμμικές που εκδηλώνονται κατά μία διάσταση, στο μήκος ενός δομικού στοιχείου. και
- στις σημειακές, που εκδηλώνονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών (συνήθως σε τριέδρες γωνίες).

Στις θέσεις των θερμογεφυρών η απλοποιητική παραδοχή περί μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει και η

15

Εσωτερικός τοίχος εγκάρσιος σε άλλον, εξωτερικό, που αφήνει τις σπές των τούβλων να "βλέπουν" προς τα έξω και να δημιουργούν θερμογέφυρες.

16

Στίγματα από συμπίκνωση στην ποδιά του παραθύρου.

Οφείλεται στην κακή θερμική προστασία του σημείου συναρμογής της κάσας του κουφώματος με την τοικοποιία που επιτρέπει τη δημιουργία θερμογέφυρας. Το φαινόμενο επιτείνεται από τη μειωμένη θερμική προστασία που παρέχει ο μονός υαλοπίνακας του κουφώματος.



17

ροή θερμότητας παρουσιάζεται στις μεν γραμμικές θερμογέφυρες με τη δισδιάστατη μορφή της, ενώ στις θέσεις των σημειακών με την τρισδιάστατη. Οι σημειακές θερμογέφυρες λόγω της μορφής τους έχουν περιορισμένη έκταση και, αν και στις θέσεις εκείνες εκδηλώνεται εντονότερα το φαινόμενο, η αναλογική συμμετοχή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι πολύ μικρή και γι' αυτό ο Κ.Εν.Α.Κ. τις θεωρεί αμελητέες και δεν τις λαμβάνει υπόψη στον υπολογισμό. Αντίθετα, η επίδραση των γραμμικών θερμογεφυρών στη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι μεγαλύτερη και συνυπολογίζεται στην ενεργειακή μελέτη.

Ο Κ.Εν.Α.Κ., προκειμένου να διευκολύνει τους υπολογισμούς, διακρίνει τις θερμογέφυρες σε 3 βασικούς τύπους:

- **Στις κατακόρυφες θερμογέφυρες**, που εμφανίζονται στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων. Αυτές μπορούν να εντοπισθούν στις κατόψεις του κτιρίου και το μήκος τους να υπολογισθεί από τα σχέδια των όψεων ή των τομών.
- **Στις οριζόντιες θερμογέφυρες**, που εμφανίζονται στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα. Μπορούν να εντοπισθούν στα σχέδια των όψεων ή των τομών και να υπολογισθεί από τα σχέδια των κατόψεων.
- **Στις θερμογέφυρες των κουφωμάτων**, που εμφανίζονται στην περίμετρο συναρμογής των κουφωμάτων με τα

στοιχεία της τοικοποιίας. Το μήκος τους ισοδυναμεί με το μήκος της περιμέτρου του ανοίγματος.

Αυτές τις τρεις κατηγορίες ο Κ.Εν.Α.Κ. τις χωρίζει σε πολλές άλλες μικρότερες με βάση τη μορφή τους και τη γεωμετρική τους θέση στο κτίριο. Η κάθε μία από αυτές ορίζεται από πίνακες στον Κ.Εν.Α.Κ. με μια ξεχωριστή τιμή που δίδεται από το συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας, μετράται σε $W/(m \cdot K)$ και συμβολίζεται με το γράμμα Ψ .

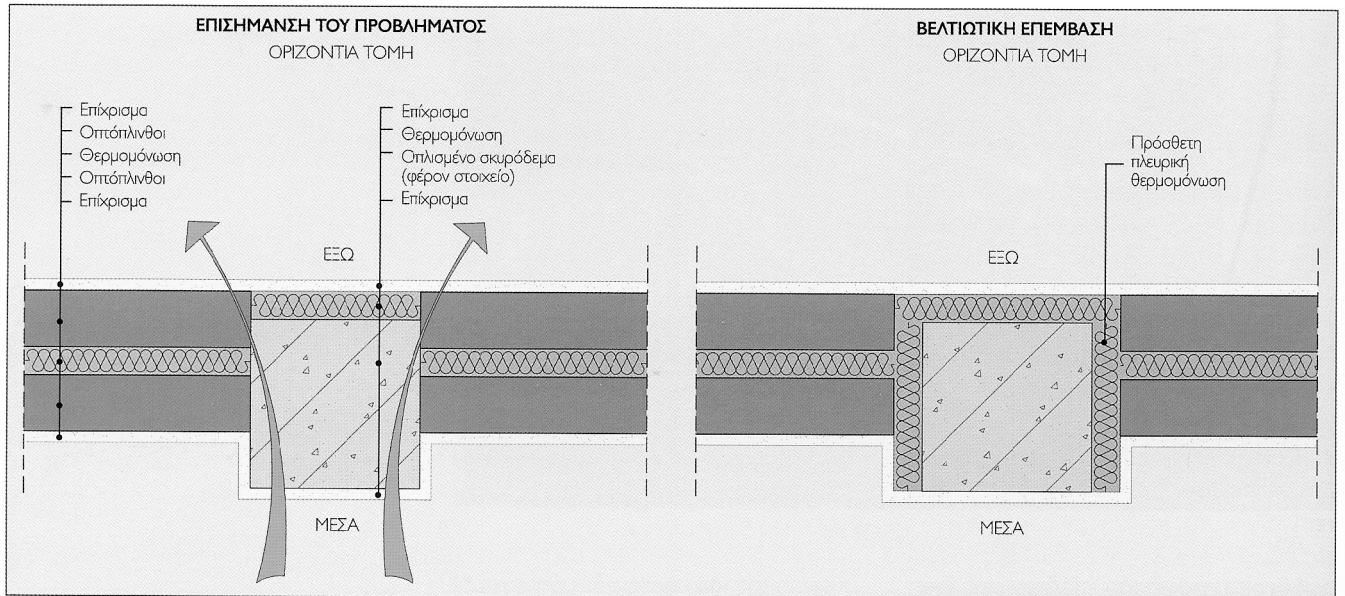
Ο υπολογισμός τους γίνεται με το άθροισμα των γινομένων που δίνει το μήκος της κάθε θερμογέφυρας l επί τον αντίστοιχο συντελεστή Ψ και υπεισέρχεται ως παράγοντας στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου U_m .

Θα πρέπει να διευκρινισθεί ότι **πρακτικά δεν είναι δυνατό να υπάρξει συμβατική κατασκευή που να μην παρουσιάζει σε κανένα σημείο του κελύφους της θερμογέφυρες**. Σε ορισμένες ακραίες περιπτώσεις μάλιστα η αποφυγή τους είναι οικονομικά ασύμφορη, καθώς το όφελος από την εξάλειψή τους είναι δυσανάλογα μικρό σε σχέση με τη συνθετότητα και το κόστος των λύσεων για την αντιμετώπισή τους.

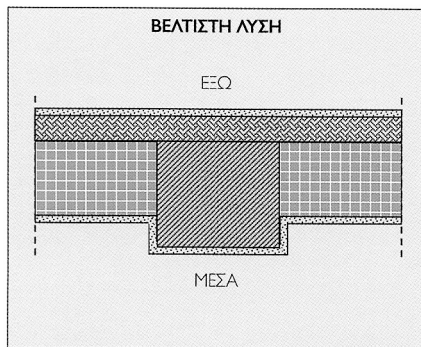
Έτσι, η πρόληψη ή η αντιμετώπιση πρέπει να γίνονται στο βαθμό του δυνατού και όχι καθ' υπερβολή και πρέπει τόσο από κατασκευαστική, όσο και από οικονομική άποψη να κινούνται στο πλαίσιο του εφικτού με απώτερο σκοπό να προσφέρουν την

17

Στίγματα από συμπύκνωση στο σημείο συναρμογής του κουφώματος με την τοικοποιία στο κατώκλι του παραθύρου. Οφείλονται στην κακή συναρμογή της κάσας με την τοικοποιία και τη δημιουργία μικρών κενών που δεν συμπληρώθηκαν με θερμομονωτικό υλικό και επιτρέπουν το σχηματισμό θερμογέφυρας.



18



καλύτερη δυνατή θερμομονωτική προστασία στο κύριο και να περιορίσουν στο ελάχιστο τις θερμικές απώλειες από το εξωτερικό του περιβλήμα. Άλλωστε, είναι προτιμότερη μια λύση που απλά περιορίζει τη δράση της θερμογέφυρας από μια άλλη που θα μπορούσε να την εξαλείψει τελείως, αλλά που θα μείωνε ενδεχομένως την αρχιτεκτονική αξία της κατασκευής ή θα δημιουργούσε νέα ζητήματα, που με τη σειρά τους θα έπρεπε και αυτά να επιλυθούν (π.χ. η στατική επάρκεια της κατασκευής, η συνεργασία της τοικοποιίας πλήρωσης με το φέροντα οργανισμό).

Περιπτώσεις θερμογεφυρών

Το σημείο σύνδεσης στοιχείων φέροντος οργανισμού και τοικοποιίας πλήρωσης

Πρόκειται για τις θέσεις, στις οποίες η τοικοποιία πλήρωσης δικέλυφης οπτοπλινθοδομής συναντά τα φέροντα στοιχεία του σκελετού (δοκάρια, υποστυλώματα, τοιχία). Σ' αυτήν την περίπτωση είτε παρατηρείται διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης είτε απουσία θερμομονωτικής στρώσης.

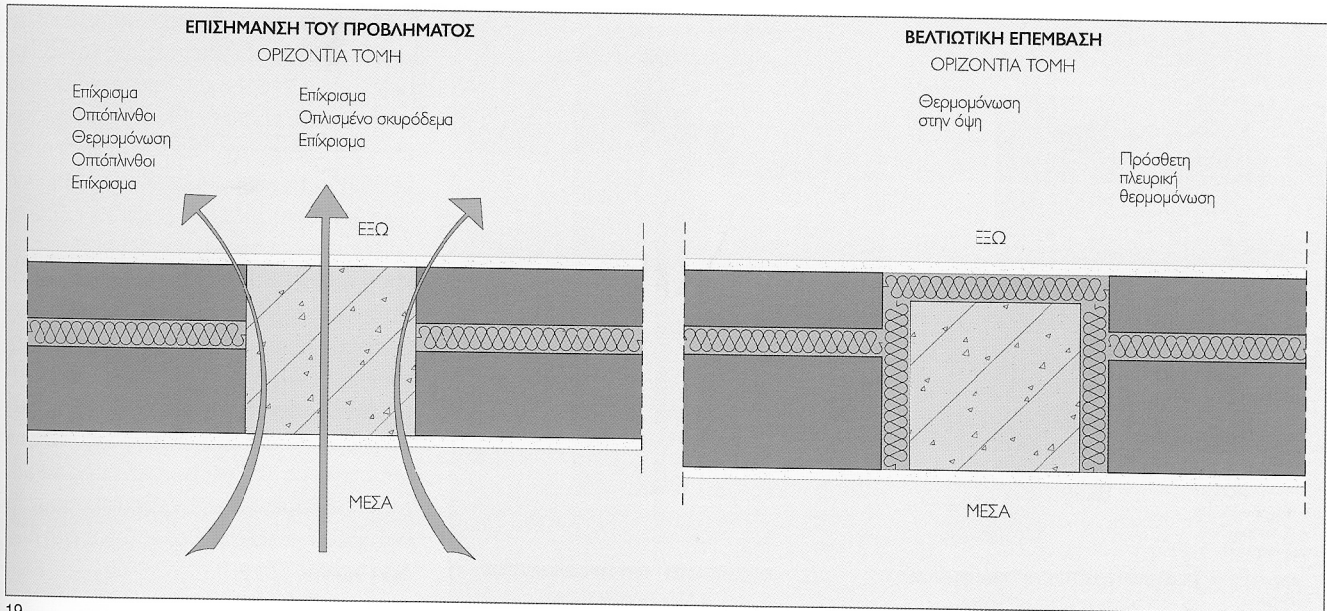
Η θερμομονωτική στρώση στα στοιχεία του φέροντος οργανισμού συνήθως είναι τοποθετημένη στην εξωτερική τους όψη και σπανιότερα στην εσωτερική, ενώ στην τοικοποιία πλήρωσης, που κατά κανόνα είναι δικέλυφη, συνήθως βρίσκεται

στον πυρήνα της, με αποτέλεσμα η θερμομονωτική στρώση του να μην παρουσιάζει συνέχεια. Η απόσταση μεταξύ των δύο θερμομονωτικών στρώσεων αποτελεί θερμογέφυρα.

Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί, αν τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού θερμομονωθούν όχι μόνον από την κύρια όψη αλλά και πλευρικά, ώστε η θερμομονωτική τους στρώση να συναντά τη θερμομονωτική στρώση της τοικοποιίας. Ωστόσο, μια τέτοια λύση συνήθως δημιουργεί κατασκευαστικά προβλήματα, καθώς δεν επιτρέπει αφενός την καλή συνδεσμολογία της οπτοπλινθοδομής με το στοιχείο του φέροντος οργανισμού και αφετέρου τη διαμόρφωση πλήρους εικόνας για την ομοιόμορφη διάστρωση του σκυροδέματος εντός του ξυλότυπου. Η δημιουργία "φωλεών" δεν είναι εύκολο να διαπιστωθεί, δεδομένου ότι η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται κατά την κατασκευή συνήθως μέσα στον ξυλότυπο, δηλαδή πριν από την έγχυση του σκυροδέματος, προκειμένου να "δέσει" και να γίνει ενιαίο σώμα μ' αυτό. Το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί αποτελεσματικά με την τοποθέτηση της θερμομόνωσης εξωτερικά τόσο στα στοιχεία του φέροντος οργανισμού, όσο και της τοικοποιίας πλήρωσης, διότι σ' αυτήν την περίπτωση η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται εκ των υστέρων και δεν διακόπτεται η συνέχειά της.

18

Διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε σημείο σύνδεσης του φέροντος οργανισμού και της τοικοποιίας πλήρωσης. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με πλευρική θερμομονωτική προστασία του στοιχείου του φέροντος οργανισμού. Για καθαρά κατασκευαστικούς λόγους η θερμομονωτική στρώση επεκτείνεται σε όλη την έκταση του πλευρικού τοιχώματος και όχι μέχρι τη θερμομόνωση της τοικοποιίας. Πρέπει όμως να τοποθετηθεί εκ των υστέρων και όχι μέσα στον ξυλότυπο για να είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν "φωλεών" με την απομάκρυνση του ξυλότυπου.



19

Απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού

Αν και βάσει των απαιτήσεων του κανονισμού θερμομόνωσης η θερμομονωτική προστασία όλων των εξωτερικών στοιχείων του φέροντος οργανισμού ήταν απαραίτητη, μερικοί κατασκευαστές δεν τηρούσαν τις υποχρεώσεις αυτές και παραβίαζαν τον κανονισμό.

Παρά ίσως αυτό που με μια πρώτη σκέψη θα υπέθετε κανείς, η παραβίαση συνήθως δεν γινόταν για λόγους οικονομίας, αλλά προκειμένου να επιτευχθεί η ευθυγράμμιση των εσωτερικών επιφανειών των φερόντων στοιχείων με αυτές της τοικοποιίας. Το συνολικό πάχος της διατομής ενός δοκαριού ή ενός τοιχείου που φέρει θερμομονωτική στρώση (συνολικό πάχος περίπου 34 με 38 cm) προκύπτει μεγαλύτερο από αυτό της συμβατικής δικέλυφης κατασκευής με οπτοπλίνθους πάχους 9 cm (συνολικό πάχος περίπου 27 με 32 cm). Έτσι, τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού προεξέχουν, σχηματίζοντας το γνωστό αντιαισθητικό "γόναυ" στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου, που χαλάει την επιπεδότητά του.

Θα μπορούσε βέβαια αυτό να αποφευχθεί αν διαπλατυνόταν η τοικοποιία πλήρωσης, αυξάνοντας το πάχος της κατά 5 με 8 cm, ώστε η εσωτερική της επιφάνεια να ευθυγραμμισθεί με αυτήν των δοκαριών και των τοιχείων. Όμως μια τέτοια λύση περιορίζει

—έστω και ελάχιστα— τον ωφέλιμο εσωτερικό χώρο. Το αντίθετο, δηλαδή η αφαίρεση της θερμομονωτικής στρώσης από τα φέροντα στοιχεία σχεδόν εξισώνει τα δύο πάχη. Λειτουργεί, επομένως, η αισθητική και η κακώς νοούμενη οικονομία χώρου σε βάρος της θερμομονωτικής προστασίας και της ποιότητας της κατασκευής.

Προφανώς, σ' αυτήν την περίπτωση οι θερμογέφυρες είναι πολύ πιο έντονες και κατά πολύ πιο επιζήμιες από αυτές της προηγούμενης περίπτωσης. Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί με το αυτονόητο, δηλαδή με την τήρηση των απαιτήσεων του κανονισμού (παλαιότερα του κανονισμού θερμομόνωσης και τώρα πλέον του Κ.Εν.Α.Κ.) και με τη θερμομονωτική προστασία του στοιχείου του φέροντος οργανισμού. Σε μια υφιστάμενη κατασκευή η μόνη πρακτικά εφικτή λύση είναι αυτής της εξωτερικής αναδρομικής θερμομονωτικής προστασίας που θα καλύπτει τόσο τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού, όσο και αυτά της τοικοποιίας πλήρωσης.

Η διαφορά εμβαδού στις δύο όψεις των γωνιακών δομικών στοιχείων

Συμπεριφορά θερμογέφυρας παρουσιάζουν επίσης και τα γωνιακά δομικά στοιχεία, κυρίως υποστυλώματα, ακόμη και αν είναι θερμομονωμένα και από τις δύο ελεύθερες όψεις τους. Σ' αυτήν την περίπτωση η εσωτερική γωνιακή επιφάνεια είναι

19

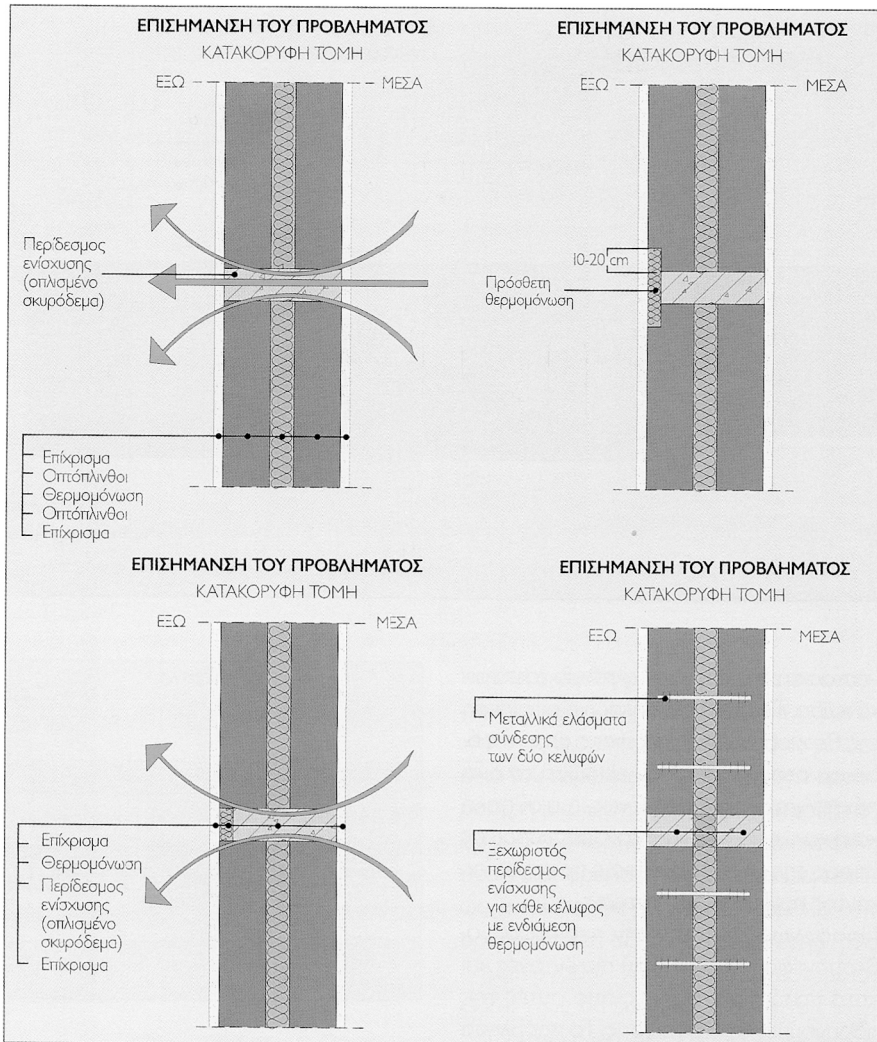
Απουσία θερμομονωτικής στρώσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού.

Αντιμέτωπη με εξωτερική και πλευρική θερμική προστασία.

Και πάλι για πρακτικά κατασκευαστικούς λόγους η θερμομόνωση εκτείνεται

σε όλη την έκταση των πλευρικών όψεων.

Και τοποθετείται εκ των υστέρων και όχι μέσα στον ξυλότυπο.



20

θώς θα είναι εντελώς ανεξέλεγκτη η κατανομή του σκυροδέματος εντός του ξυλοτύπου και η ύπαρξη των "φωλεών" δεν θα μπορεί να αντιμετωπισθεί. Προσφορότερη και σ' αυτήν την περίπτωση είναι η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης εξωτερικά, ώστε να αποφεύγεται η διακοπή της συνέχειάς της, να ελέγχεται η διάχυση του σκυροδέματος και να επιτυγχάνεται καλή συνδεσμολογία της οπτοπλινθοδομής με το υποστύλωμα. Επισημαίνεται επίσης ότι στη θέση του γωνιακού υποστυλώματος πρέπει να προβλεφθεί μεγαλύτερο πάχος θερμομόνωσης (άρα το υποστύλωμα να "τραβηχτεί" προς τα μέσα), προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι αυξημένες απώλειες θερμότητας στη διέδρη γωνία.

Οι περίδεσμοι ενίσχυσης (σενάζ)

Θερμογέφυρες εμφανίζονται και στη θέση των περιδέσμων ενίσχυσης (σενάζ) κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν που εκδηλώνονται στις τοικοποιίες. Είτε δηλαδή στερούνται πλήρως της θερμομονωτικής προστασίας είτε υπάρχει μεν θερμομονωτική στρώση, αλλά αυτή στην εξωτερική θέση που βρίσκεται δεν αποτελεί συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης ανάμεσα στα δύο κελύφη των οπτοπλίνθων.

Ωστόσο, σ' αυτή τη θέση δεν είναι πρακτικά εφικτό να γεφυρωθούν οι δύο θερμομονωτικές στρώσεις τοποθετώντας θερμομονωτικό υλικό επάνω και κάτω από τον περίδεσμο ενίσχυσης, καθώς δεν επιτυγχάνεται το "δέσιμο" της τοικοποιίας.

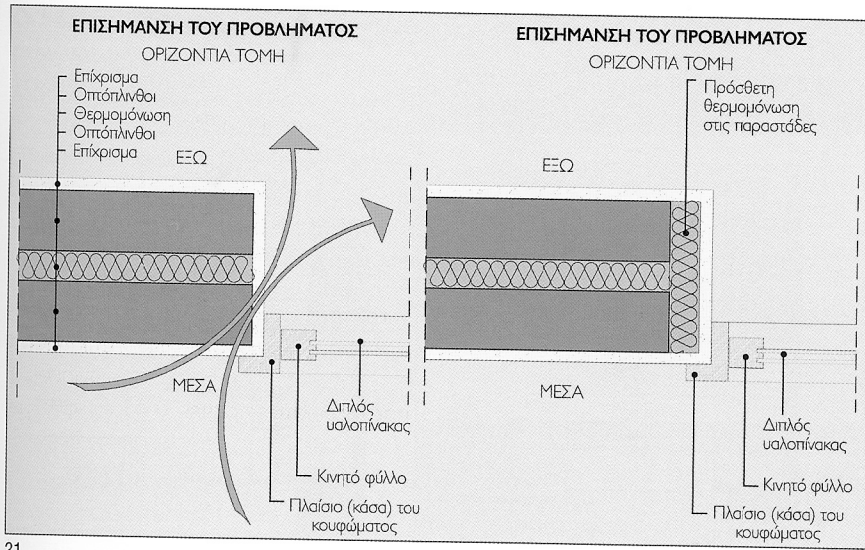
Οι επιπτώσεις όμως μπορούν να περιορισθούν, αν η θερμομονωτική στρώση δεν περιορισθεί μόνο στο ύψος του περιδέσμου, αλλά επεκταθεί κατά 10 με 20 cm περίπου εκατέρωθεν αυτού προς το μέρος των οπτοπλίνθων. Μπορεί επίσης να κατασκευασθούν διαφορετικοί περίδεσμοι ενίσχυσης σε κάθε κέλυφος και η στρώση της θερμομόνωσης να μη διακοπεί. Μεταξύ τους δε οι τοικοποιίες θα πρέπει να "δεθούν" με μεταλλικά ελάσματα που θα διέρχονται από τη θερμομονωτική στρώση και θα εκτείνονται σε όλο το πάχος του τοίχου.

Τη βέλτιστη λύση όμως τη δίνει και πάλι η εξωτερική θερμομονωτική προστασία, καθώς προσφέρει τη συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης.

πολύ μικρότερη της εξωτερικής αντιδιαμετρικής της και οι αντίστοιχες ροές θερμότητας αυξημένες, προκειμένου να καλυφθούν οι θερμικές απώλειες από τη μεγάλη εξωτερική επιφάνεια. Πρόκειται δηλαδή για μια θερμογέφυρα οφειλόμενη αποκλειστικά στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου.

Μια ισχυρή αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης μπορεί να βελτιώσει την κατάσταση, καθώς σ' εκείνη τη θέση οι απώλειες θερμότητας θα είναι πάντα αυξημένες. Παράλληλα όμως απαιτείται και θερμομονωτική προστασία πλευρικά, προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι απώλειες θερμότητας από τη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης στην τοικοποιία πλήρωσης και στο υποστύλωμα. Και πάλι όμως δημιουργούνται κατασκευαστικά προβλήματα, κα-

20
 Πρόταση αντιμετώπισης της θερμογέφυρας σε περιδέσμους ενίσχυσης (σενάζ) δικέλυφης τοικοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Και πάλι η πιο πρόσφορη λύση είναι αυτή της εξωτερικής θερμομονωτικής προστασίας.



21

Οι παραστάδες και τα υπέρθυρα των ανοιγμάτων

Αποτελεί ανάλογη περίπτωση των προηγούμενων, δηλαδή της έλλειψης πλευρικής θερμομονωτικής προστασίας, καθώς τα ανοίγματα στο εξωτερικό κέλυφος διακόπτουν τη συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης. Τα κουφώματα που συμπληρώνουν τα ανοίγματα συνήθως τοποθετούνται "πρόσωπο" με την εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού περιμετρικού κελύφους και δεν βρίσκονται σε ευθεία συνέχεια με τη θερμομονωτική στρώση.

Στις περισσότερες κατασκευές η θερμομονωτική στρώση των δικέλυφων τοιχοποιιών βρίσκεται στον πυρήνα, ενώ στα φέροντα στοιχεία σπλισμένου σκυροδέματος στην εξωτερική τους πλευρά. Αφήνουν έτσι ουσιαστικά τις παραστάδες (τους λαμπάδες) και τα υπέρθυρα (τα πρέκια) μέχρι τη θέση του κουφώματος θερμικά απροστάτευτα, δημιουργώντας θερμογέφυρες.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης περιμετρικά του ανοίγματος, δηλαδή στις παραστάδες, καθώς και στα υπέρθυρα και στις ποδιές των παραθύρων, φροντίζοντας βεβαίως αυτή να αποτελεί συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης της τοιχοποιίας.

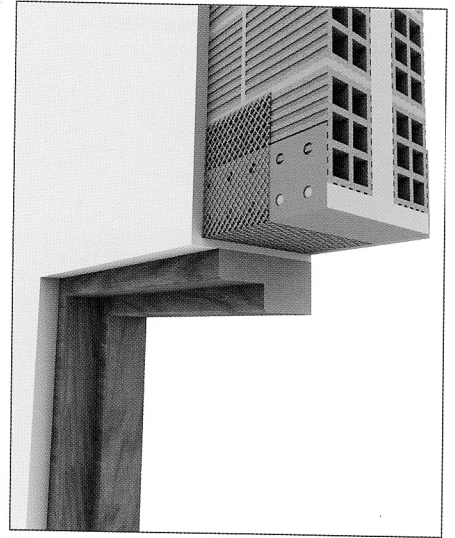
Και σ' αυτήν την περίπτωση το κατασκευαστικό πρόβλημα που δημιουργείται είναι η καλή σύνδεση της κάσας του κουφώματος με την τοιχοποιία, δεδομένου ότι η

θερμομονωτική στρώση που προσθέτως θα τοποθετηθεί περιμετρικά του ανοίγματος δεν εξασφαλίζει κάτι τέτοιο. Τότε ως πλέον πρόσφορη λύση έρχεται η επιλογή της εξωτερικής θερμομόνωσης και η τοποθέτηση του κουφώματος στην εξωτερική θέση του ανοίγματος, ώστε να είναι συνεπίπεδο με τη θερμομονωτική στρώση στην τοιχοποιία ή –ακόμη καλύτερα– ελαχιστα εκατοστά "τραβηγμένο" προς τα μέσα, όσα θα είναι το πάχος της θερμομονωτικής στρώσης της τοιχοποιίας, προκειμένου να βρει σταθερή βάση στην τοιχοποιία για να στερεωθεί.

Οι απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων

Συχνά στις απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων για κατασκευαστικούς λόγους παρεμποδίζεται η πλήρης θερμομονωτική προστασία του κελύφους και διακόπτεται η συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης, δημιουργώντας σ' αυτές τις θέσεις θερμογέφυρα.

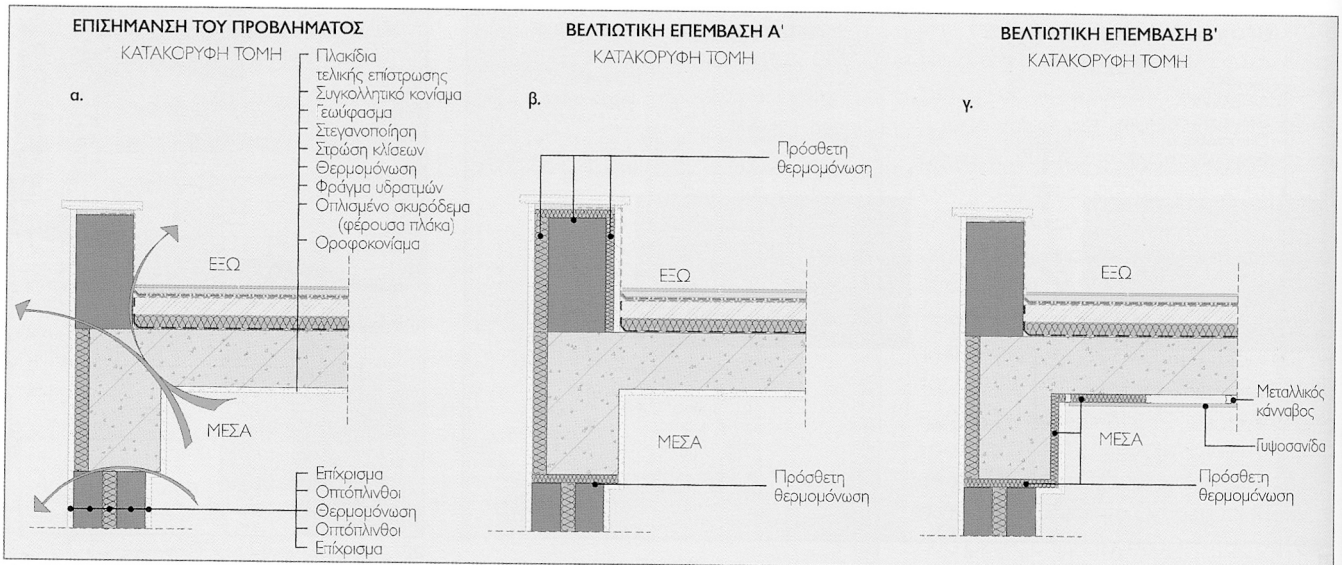
Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα στηθαία στα δώματα των κτιρίων. Πατούν στο περιμετρικό άκρο της πλάκας, και για λόγους ευστάθειας στερεώνονται απευθείας επάνω σ' αυτήν. Όμως σ' αυτές τις θέσεις, που μάλιστα είναι περισσότερο ευαίσθητες και λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών στις εξωτερικές μη κυρτές γωνίες των κατασκευών, δεν παρεμβάλλεται θερμομονωτική στρώση και παραμένουν απροστάτευτες στις θερμικές καταπονήσεις.



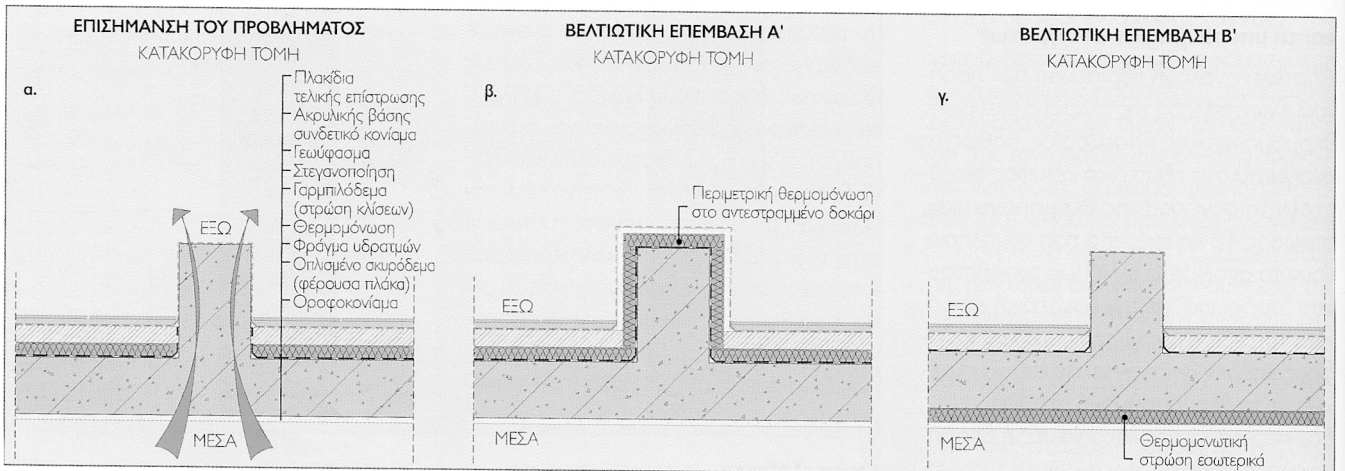
22

21
Διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης στις παραστάδες, στα υπέρθυρα των ανοιγμάτων και στις ποδιές των παραθύρων.

22
Πρόσθετη θερμομονωτική στρώση κατά πλάτος της τοιχοποιίας στη θέση του υπέρθυρου για την αποφυγή σχηματισμού θερμογέφυρας στη θέση συνάντησης της τοιχοποιίας με το κούφωμα.



23 (α, β, γ)



24 (α, β, γ)

23 (α, β, γ)

Θερμογέφυρα λόγω απουσίας θερμομόνωσης σε απολήξεις εξωτερικών δομικών στοιχείων (στηθαία στα δώματα).

24 (α, β, γ)

Θερμογέφυρα λόγω απουσίας θερμομόνωσης σε απολήξεις εξωτερικών δομικών στοιχείων (αντεστραμμένα δοκάρια, διπλά στηθαία σε θέσεις αρμών διαστολής).

Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με δύο τρόπους:

- Με εξωτερική περιμετρική θερμομονωτική προστασία του στηθαίου. Η λύση αυτή εξαλείφει πλήρως τη θερμογέφυρα, όμως οι κατασκευαστές την αποφεύγουν λόγω κόστους, θεωρώντας μάλλον ότι το μέτρο πλησιάζει "στα όρια της υπερβολής".
- Με πρόσθετη θερμομόνωση στις εσωτερικές γωνίες στις θέσεις που η κατακόρυφη τοιχοποιία συναντά την οροφή. Αυτή εκτείνεται κατά μήκος της δοκού στο κάτω μέρος της οροφής σε μια λωρίδα πλάτους περίπου 30 με 40 cm. Αυτή η λύση είναι προτιμότερη τόσο λόγω μειωμένου κόστους, όσο και λόγω ευκολίας της κατασκευής. Μπορεί είτε εξαρχής να εφαρμοσθεί με την προσθή-

κη της θερμομονωτικής στρώσης στον ξυλότυπο της κατασκευής (που όμως δεν θα πρέπει να λειτουργήσει σε βάρος του απαιτούμενου πάχους της φέρουσας διατομής) είτε εκ των υστέρων με την εξωτερική προσθήκη του θερμομονωτικού υλικού και την απόκρυψή του με ψευδοροφή γυψοσανίδων.

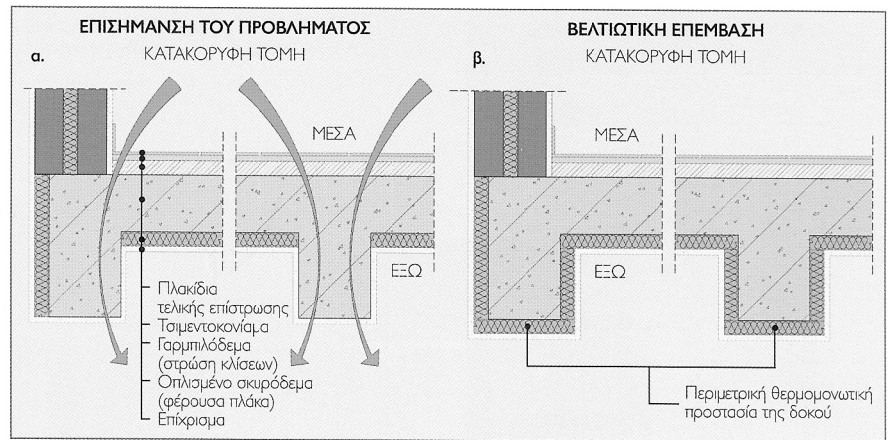
Ίδιο είναι το πρόβλημα και όταν στο δώμα διαμορφώνονται αντεστραμμένα δοκάρια που προεξέχουν προς τα επάνω ή διπλά στηθαία για τη διαμόρφωση αρμών διαστολής στο κύριο. Ίδια όμως είναι και η λύση του. Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται είτε με εξωτερική περιμετρική θερμομονωτική προστασία της αντεστραμμένης δοκού είτε με εσωτερική θερμική προστασία στη θέση της αντεστραμμένης δοκού και κάλυψη με ψευδοροφή.

Οι θέσεις των δοκών στην οροφή υπογείου ή πιλοτής

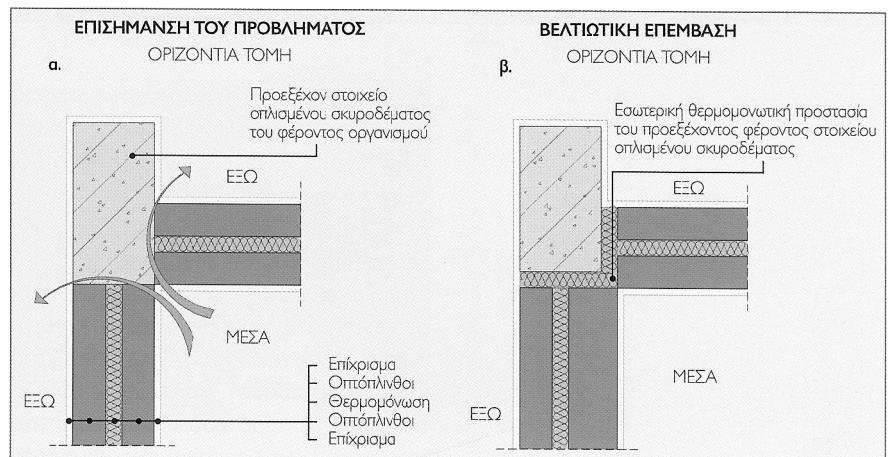
Κλασική περίπτωση πλημμελούς θερμικής προστασίας αποτελούν οι οροφές υπογείων και πιλοτών. Αυτές οφείλουν να είναι θερμομονωμένες ως τμήματα του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου και η θερμική τους προστασία προβλεπόταν από τον κανονισμό θερμομόνωσης και προφανώς προβλέπεται και από το Κ.Εν.Α.Κ. Συμβαίνει, ωστόσο, συχνά –από μια κακώς νοούμενη οικονομία– να παραμένουν θερμικά απροστάτευτες, παρουσιάζοντας μεγάλες θερμικές απώλειες.

Αλλά ακόμη και στις περιπτώσεις που υπάρχει πρόνοια για τη θερμομονωτική τους προστασία, αυτή περιορίζεται κατά κανόνα μόνο στην έκταση της πλάκας, και αφήνει γυμνά τόσο τα περιμετρικά, όσο και τα ενδιάμεσα δοκάρια. Έτσι, οι θέσεις των δοκών λειτουργούν ως επιμήκεις θερμογέφυρες, που επιτρέπουν μεγάλες απώλειες θερμότητας από το κέλυφος.

Το πρόβλημα οφείλει να αντιμετωπίζεται εξαρχής, από τη φάση της κατασκευής, με κατάλληλη περιμετρική θερμομονωτική προστασία των δοκών (δηλαδή με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και από τις τρεις όψεις της δοκού). Μάλιστα, ιδιαίτερα πρόσφορες για μια τέτοια κατασκευή είναι οι πλάκες ξυλόμαλλου, απλές ή τύπου σάντουιτς με ενδιάμεση στρώση αφρώδους υλικού, που μπορούν οι ίδιες να χρησιμεύσουν και ως ξυλότυποι του σκυροδέματος. Μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος δεν θα αφαιρεθούν, αλλά θα παραμείνουν σε ενιαίο σώμα με το φέρον στοιχείο οπλισμένου σκυροδέματος και θα αναλάβουν πλέον ρόλο θερμομονωτικής προστασίας. Θα επικαλυφθούν δε τόσο για λόγους προστασίας, όσο και για λόγους αισθητικής με επίχρισμα που παρουσιάζει πολύ καλή πρόσφυση επάνω στο ξυλόμαλλο. Επειδή όμως και πάλι προκύπτει αδυναμία παρακολούθησης της ομοιόμορφης διάστρωσης του σκυροδέματος εντός του ξυλότυπου και επιδιόρθωσης τυχόν δημιουργούμενων "φωλεών", περισσότερο ενδεδειγμένη είναι η εκ των υστέρων τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης. Μπορεί τότε να τοποθετηθεί οποιοδήποτε θερμομονωτικό υλικό, το οποίο θα επικαλυφθεί με γυψοσανίδες ή με τσιμεντοσανίδες, που θα



25 (α, β)



26 (α, β)

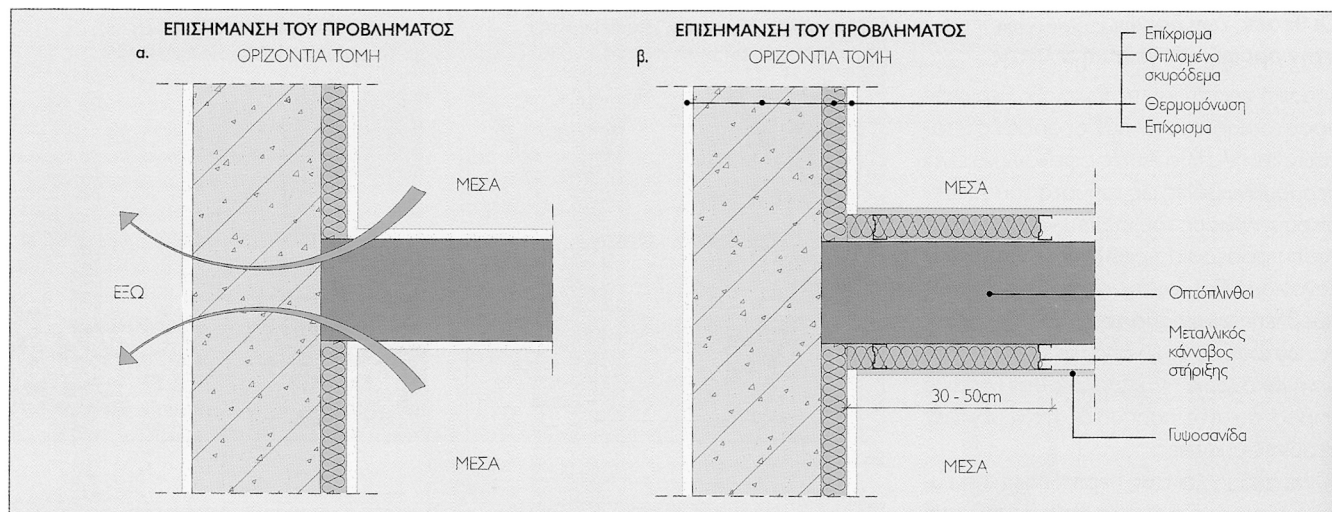
στηρικθούν σε κατάλληλα διαμορφούμενο μεταλλικό σκελετό.

Η ίδια κατασκευαστική λύση θα εφαρμοσθεί και σε υφιστάμενη κατασκευή που στερείται θερμομονωτικής προστασίας. Η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί εκ των υστέρων περιμετρικά των δοκών (από τις 3 ελεύθερες όψεις) και για λόγους προστασίας να καλυφθεί (να "ντυθεί") με γυψοσανίδες ή τσιμεντοσανίδες.

Η προέκταση των φερόντων στοιχείων πέραν του κύριου όγκου του κτιρίου

Σ' αυτήν την κατηγορία υπάγονται κυρίως οι πρόβολοι και τα προσεγάσματα, που αποτελούν κατασκευαστική προέκταση της διαχωριστικής φέρουσας πλάκας μεταξύ των ορόφων και εκτείνονται έξω από τον κύριο όγκο του κτιρίου. Τη θερμογέφυρα αποτελεί ο ίδιος ο πρόβολος που, προεξέχοντας, διακόπτει τη θερμομονωτική προστασία των κατακόρυφων

25 (α, β)
Απουσία θερμομόνωσης σε ενδιάμεσα και περιμετρικά δοκάρια στην οροφή υπογείου ή πιλοτής.
26 (α, β)
Αυξημένες θερμικές απώλειες σε θέσεις προέκτασης των κατακόρυφων στοιχείων του φέροντος οργανισμού έξω από τον κύριο όγκο του κτιρίου.



27 (α, β)

δομικών στοιχείων τόσο των φερόντων, όσο και των στοιχείων πλήρωσης. Και βεβαίως ο πρόβολος σχεδόν ποτέ δεν είναι θερμομονωμένος.

Η θερμομόνωση του προβόλου μπορεί σε θεωρητικό επίπεδο να γίνει περιμετρικά, αλλά μια τέτοια κατασκευή μπορεί μεν να αντιμετωπίζει το πρόβλημα της θερμικής γεφύρωσης, θεωρείται όμως "υπερβολή" από κάθε κατασκευαστή –και ίσως όχι αδικώς. Έτσι, είναι προτιμότερο τόσο το δάπεδο του υπερκείμενου ορόφου, όσο και η οροφή του υποκείμενου να δεχθούν μια ενισχυτική συμπληρωματική θερμομονωτική προστασία κατά μήκος του προβόλου και σε πλάτος από τον εξωτερικό τοίχο προς το εσωτερικό του κτιρίου περίπου ίσο με 30 - 50 cm (λωρίδα θερμομονωτικής στρώσης).

Αυτή η λύση μπορεί να μην εξαλείφει απόλυτα τη θερμογέφυρα, περιορίζει όμως κατά πολύ την επίδρασή της. Μάλιστα, τα αποτελέσματα είναι ακόμη πιο θετικά, αν η πρόσθετη αυτή θερμομονωτική στρώση συναντά τη θερμομονωτική στρώση των κατακόρυφων στοιχείων.

Ανάλογη περίπτωση θερμογέφυρας αποτελούν και τα υποστυλώματα ή τα τοιχεία, τα οποία για λόγους αισθητικούς (π.χ. αρχιτεκτονική προεξοχή) ή κατασκευαστικούς (π.χ. διαχωριστικός τοίχος σε ημιπαιθριο χώρο και σε επαφή με γειτονικό κτίριο) προεξέχουν της όψης του κτιρίου. Και σ' αυτήν την περίπτωση σκόπιμο είναι το προεξέχον τμήμα να "ντυθεί" περιμετρικά με θερμομονωτική στρώση. Αν όμως η προεξοχή εκτείνεται σε μήκος, μια τέτοια

λύση μπορεί και πάλι να θεωρηθεί υπερβολική. Εναλλακτικά, η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί από την εσωτερική πλευρά του δομικού στοιχείου. Ωστόσο, αν αυτό δεν είναι δυνατό, το δομικό στοιχείο θα πρέπει να ενισχυθεί με πρόσθετη λωρίδα θερμομονωτικού υλικού που θα περιορίσει τις θερμικές απώλειες.

Εγκάρσια συναρμογή εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο

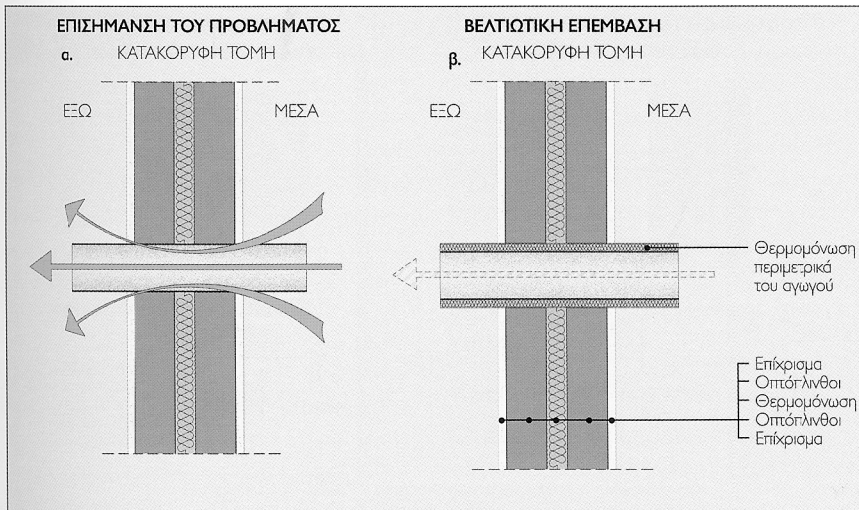
Το πρόβλημα συνήθως παρουσιάζεται όταν το εξωτερικό κέλυφος θερμομονώνεται από την εσωτερική του πλευρά. Τότε η θερμομονωτική στρώση διακόπτεται από εσωτερικές τοιχοποιίες, μεμονωμένα δοκάρια ή τυχόν άλλα δομικά στοιχεία που συντονούν εγκάρσια το εξωτερικό κέλυφος.

Εννοείται ότι η θερμογέφυρα μπορεί εξαρχής να αποφευχθεί, αν η θερμομονωτική στρώση τοποθετηθεί εξωτερικά ή στον πυρήνα σε δικέλυφη κατασκευή. Σε περίπτωση όμως που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, μπορεί να θερμομονωθεί το εγκάρσιο δομικό στοιχείο εκατέρωθεν των όψεών του σε μια κατακόρυφη λωρίδα πλάτους 30 με 50 cm, υπολογιζόμενου από το σημείο συνάντησής του με το εξωτερικό κέλυφος. Επισημαίνεται ότι είναι σκόπιμο –εφόσον είναι δυνατόν– αυτή η ενισχυτική θερμομονωτική στρώση να συναντά τη θερμομονωτική στρώση του εξωτερικού κελύφους.

Μ' αυτόν τον τρόπο δεν εξαλείφεται απόλυτα η θερμογέφυρα, περιορίζεται όμως στο ελάχιστο η επίδρασή της.

27 (α, β)

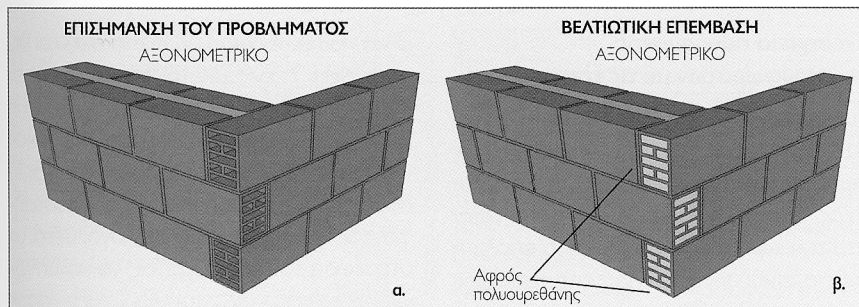
Διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση εγκάρσιας συναρμογής του εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο.



28 (α, β)



29



30 (α, β)

Οπτόπλινθοι με τις οπές κάθετα στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου

Αποτελεί περίπτωση ανάλογη της προηγούμενης, δηλαδή αυτής της συναρμογής του εξωτερικού περιβλήματος με ένα εσωτερικό εγκάρσιο τοίχο. Στην προκειμένη περίπτωση ο εγκάρσιος τοίχος μπορεί να είναι εσωτερικός, μπορεί όμως και εξωτερικός (εξωτερική γωνία).

Η μόνη διαφορά βρίσκεται στο γεγονός ότι οι οπτόπλινθοι της εγκάρσιας τοικοποιίας καταλήγουν μέχρι την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους, αφήνοντας τις οπές να "βλέπουν" προς τα έξω. Αυτές οι θέσεις των οπών προφυλάσσονται μόνον από το εξωτερικό επίχρισμα και αποτελούν θερμογέφυρες για την κατασκευή.

Μπορούν να εξαλειφθούν, αν πριν την επίχριση της τοικοποιίας οι οπές πληρωθούν με αφρώδες θερμομονωτικό υλικό (π.χ. αφρό πολυουρεθάνης).

Τα σημεία διέλευσης σωληνώσεων

Σωληνώσεις παντός τύπου (ύδρευσης, αποχέτευσης, κεντρικής θέρμανσης, αερίου

κτλ.), καθώς και καμινάδες και αεραγωγοί που διαπερνούν το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου λειτουργούν ως θερμογέφυρες και αποτελούν ευαίσθητα σημεία στη θερμική προστασία μιας κατασκευής, που δεν είναι δυνατόν πάντοτε να αντιμετωπισθούν. Η καλύτερη λύση είναι η περιμετρική θερμομονωτική προστασία των αγωγών. Ελαχιστοποιείται έτσι η επίδραση της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος στον αγωγό και περιορίζεται η πτώση της θερμοκρασίας του. Άλλωστε αυτό το μέτρο επιβάλλεται αφενός στους αεραγωγούς που μεταφέρουν υδρατμούς, προκειμένου να μη δημιουργείται συμπύκνωση των υδρατμών στο εσωτερικό τους λόγω απότομης πτώσης της θερμοκρασίας όταν συναντούν το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. καμινάδες μαγειρικών εστιών, τζακιών, εξαερισμού μπάνιου κτλ.) και αφετέρου στους αγωγούς νερού για αποφυγή του παγετού. Ωστόσο, η ίδια η οπή των αεραγωγών δεν παύει να αποτελεί θερμογέφυρα, που επιτρέπει μέσω αυτής απώλειες θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου.

28 (α, β)

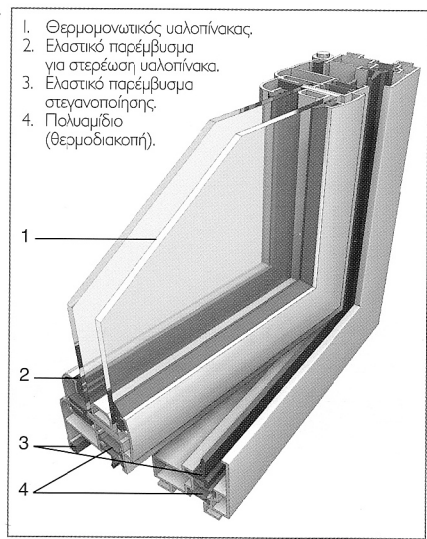
Διάτρηση του εξωτερικού περιβλήματος για τη διέλευση σωληνώσεων.

29

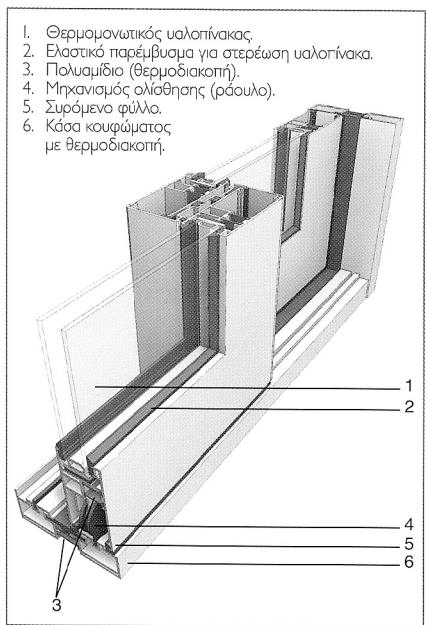
Για τη μείωση των θερμικών απωλειών μέσω των αγωγών που μεταφέρουν ζεστό νερό είναι απαραίτητη η περιμετρική μόνωσή τους καθ' όλο το μήκος τους. Περιορίζεται έτσι και η επίδραση της θερμογέφυρας στη θέση που διαπερνών διαμπερώς κάποιο εξωτερικό δομικό στοιχείο του κτιριακού κελύφους.

30 (α, β)

Εγκάρσια απόληξη εσωτερικής τοικοποιίας στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου.

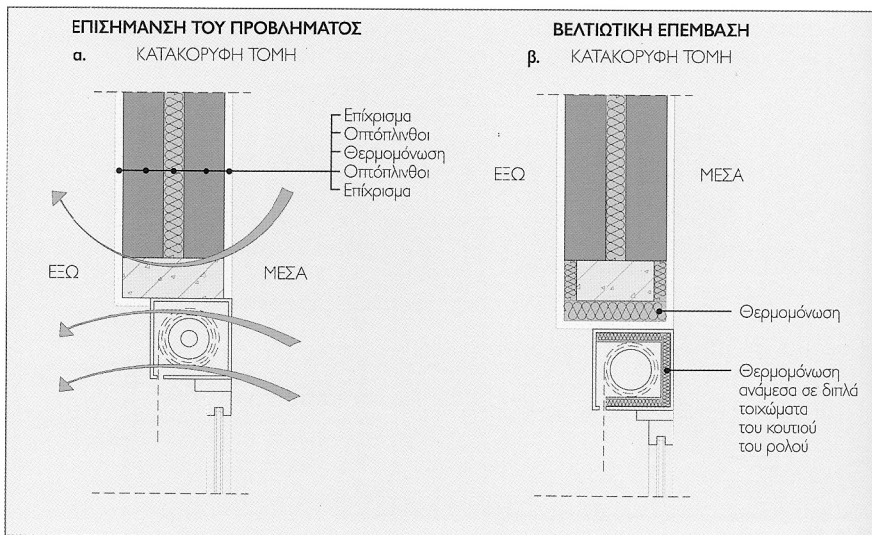


31α



31β

31α
Ανοιγόμενο κούφωμα αλουμινίου με θερμοδιακοπή.
31β
Συρόμενο κούφωμα αλουμινίου με θερμοδιακοπή.
32 (α, β)
Δημιουργία θερμογέφυρας στη θέση των κουτιών περιέλιξης των περισίδων (ρολών) των κουφωμάτων.



32 (α, β)

Τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοικοποιίες

Ευαίσθητα σημεία αποτελούν πολύ συχνά τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοικοποιίες. Καθώς κανένας συμβατικός τοίχος επικρισμένων οπτοπλίνθων στο τελειώμά του δεν σχηματίζει απόλυτη ευθεία, είναι πρακτικά αδύνατη η πλήρης επαφή μεταξύ κάσας του κουφώματος και τοικοποιίας. Τα κενά που δημιουργούνται κατά την εφαρμογή –άλλοτε ευμεγέθη και άλλοτε σχεδόν αδιόρατα– λειτουργούν πάντα ως θερμογέφυρες.

Σήμερα, πολλοί τεχνίτες φροντίζουν να συμπληρώνουν αυτά τα κενά με αφρό πολουρεθάνης. Κύριο μέλημά τους όμως δεν είναι η αποφυγή της θερμογέφυρας, αλλά η καλή στερέωση του κουφώματος, με αποτέλεσμα, όταν η στερέωση εξασφαλισθεί, να αδιαφορούν για την κάλυψη των υπόλοιπων κενών. Με την τοποθέτηση κατόπιν του αρμοκάλυπτρου και το στοκάρισμα του τοίχου τα κενά επικαλύπτονται, δεν παύουν όμως να υφίστανται. Σ' εκείνη τη θέση ο τοίχος είναι θερμικά ιδιαίτερα εξασθενημένος και το πάχος του είναι στην πραγματικότητα όσο το πάχος του αρμοκάλυπτρου. Επομένως, δεν υπάρχει καμιά θερμική προστασία.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος δεν είναι τίποτα περισσότερο από το αυτονόητο, δηλαδή η πλήρης κάλυψη των δημιουργούμενων κενών μεταξύ τοικοποιίας και κάσας του κουφώματος με αφρό πολουρεθάνης ή με οποιοδήποτε άλλο θερμομονωτικό

υλικό που θα εγχυθεί μέσα στα κενά και θα τα φράξει. Υπενθυμίζεται ότι η πολουρεθάνη, όπως και όλα σχεδόν τα οργανικά θερμομονωτικά υλικά, δεν πρέπει να δέχονται επί μακρόν την επίδραση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, διότι καταστρέφονται. Πρέπει γι' αυτό το λόγο, μετά τη στερέωση του κουφώματος, να καλύπτονται με το αρμοκάλυπτρο και να μην παραμένουν επί μακρόν εκτεθειμένα στον ήλιο, κάτι που ενδεχομένως μπορεί να συμβεί λόγω καθυστέρησης της επόμενης φάσης των οικοδομικών εργασιών στο εργοτάξιο.

Τα κουτιά των περιελισσόμενων περισίδων των κουφωμάτων

Οι περιελισσόμενες περισίδες, τα γνωστά ρολά των παραθύρων, είναι πλέον στις σύγχρονες κατασκευές η προτιμώμενη επιλογή των κατασκευαστών –τόσο λόγω κόστους, όσο και λόγω ευκολίας στη χρήση τους–, με την οποία επιτυγχάνεται αφενός η επιθυμητή σκίαση του εσωτερικού χώρου και αφετέρου η προστασία της ιδιωτικότητάς του.

Με την περιέλιξή τους γύρω από κύλινδρο οι περισίδες συγκεντρώνονται σε επιμήκη παραλληλεπίπεδα κουτιά, που βρίσκονται στο άνω μέρος του κουφώματος της πόρτας ή του παραθύρου και αποτελούν ενιαίο σύστημα μ' αυτό. Σπανιότερα το κουτί των περιελισσόμενων περισίδων προεξέχει ή εισέχει κατά ένα μέρος της τοικοποιίας, και το υπόλοιπο το καταλαμβάνει το πρέκι του κουφώματος με οπτοπλίνθους που πατούν επάνω σ' αυτό.

Καθώς αυτό το κουτί επιδιώκεται να καταλάβει το μικρότερο δυνατό χώρο –οι διαστάσεις της διατομής του συνήθως κυμαίνονται από 16 x 16 (cm) έως 22 x 22 (cm)– δεν λαμβάνεται καμία πρόνοια για τη θερμική του προστασία. Αποτελεί επομένως θερμογέφυρα και είναι σύνηθες το φαινόμενο το χειμώνα να συμπυκνώνονται επάνω στην εσωτερική του επιφάνεια οι υδρατμοί του εσωτερικού χώρου.

Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με τη θερμομονωτική προστασία του κουτιού, που μπορεί να προβλεφθεί εξαρχής από την κατασκευάστρια εταιρεία ή να πραγματοποιηθεί απευθείας στο έργο. Η θερμομονωτική στρώση θα πρέπει να τοποθετηθεί από την εσωτερική πλευρά και να αγκαλιάσει το κουτί από την επάνω και κάτω επιφάνειά του και όχι εξωτερικά, όπως λανθασμένα κάνουν πολλοί κατασκευαστές, διότι ο εσωτερικός χώρος του κουτιού επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω της σχισμής περιέλιξης των περιδίων και κατά συνέπεια η εξωτερική θερμομόνωση δεν μπορεί να προσφέρει ουσιαστική προστασία.

Σε περίπτωση που το κουτί προεξέχει της τοικοποιίας η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ του κουτιού και του εσωτερικού κελύφους που σχηματίζει το πρέκι με τις οπτοπλίνθους,

Τα εξωτερικά κουφώματα

Με τη διευρυμένη έννοια του όρου, θερμογέφυρες αποτελούν και όλα τα εξωτερικά κουφώματα ενός κτιρίου, καθώς οι θερμικές απώλειες μέσω αυτών είναι πολλαπλάσιες των λοιπών κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων. Άλλωστε, ως "ασθενή" σημεία στη θερμική προστασία της κατασκευής τα δέχεται εξαρχής κάθε κανονισμός, καθώς οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων είναι πολλαπλάσιες των αντίστοιχων μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών των λοιπών δομικών στοιχείων.

Σήμερα πάντως έχουν κατασκευασθεί και κυκλοφορούν στην αγορά κουφώματα με πιστοποιημένες τιμές πολύ μικρότερες (πλησιάζουν τα 0,8 W/(m²K)) αυτών που προβλέπονταν από τον προηγούμενο κανονισμό θερμομόνωσης. Γι' αυτό και οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του Κ.Εν.Α.Κ. έχουν μειωθεί σχεδόν στο

ήμισυ αυτών του προηγούμενου κανονισμού. Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν πλέον στο σκελετό του πλαισίου θερμοδιακοπή, ενώ οι υαλοπίνακες εξασφαλίζουν πολύ καλύτερες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητάς τους. Με την τοποθέτησή των νέου τύπου κουφωμάτων επιτυγχάνεται σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών και αξιόλογη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων.

Κατασκευαστικά λάθη

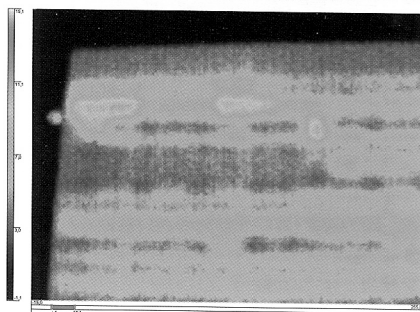
Θερμογέφυρες μπορεί να προκαλέσουν σε μια κατασκευή ή κακοτεχνία, η απροσεξία ή η άγνοια. Σ' αυτήν την κατηγορία μπορεί να υπαχθεί ένα πλήθος περιπτώσεων λόγω διαφορετικών απίτων, του ίδιου όμως αποτελέσματος.

Έτσι, χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της κακής τοποθέτησης κάποιων θερμομονωτικών πλακών σε μια δικέλυφη τοικοποιία, κατά τρόπο τέτοιο που δεν επιτρέπει την πλήρη επαφή τους με τα δύο κελύφη (απόκλιση από την κατακόρυφο), αφήνοντας ενδιάμεσα διάκενα.

Κακή επαφή μπορεί να προκληθεί και από απροσεξία κατά την τοποθέτηση της θερμομονωτικής πλάκας, αν παραπέσει μεταξύ αυτής και του κελύφους (οπτοπλινθοδομής) υπόλειμμα συνδετικού κονιάματος ή άλλου υλικού (ξένου σώματος) που θα παρεμποδίζει την πλήρη επαφή και θα κρατά τις δύο στρώσεις σε απόσταση, δημιουργώντας μεταξύ τους κενό.

Ομοίως, θερμογέφυρα μπορεί να προκληθεί σε μια τοικοποιία λόγω κακής στερέωσης ενός ινώδους θερμομονωτικού υλικού (π.χ. παπλώματος υαλοβάμβακα ή πετροβάμβακα) επάνω στον τοίχο. Αν, για παράδειγμα, ένα πάπλωμα υαλοβάμβακα δεν στερεωθεί με κατάλληλο πλέγμα ή με ειδικά καρφιά (τύπου "Hilti") και απλώς καρφωθεί υπάρχει ο κίνδυνος λόγω βάρους να "κρεμάσει" και να κατακαθίσει στις χαμηλότερες θέσεις, αφήνοντας κενό στο ανώτερο τμήμα της δικέλυφης τοικοποιίας.

Όλες αυτές τις περιπτώσεις προφανώς δεν μπορεί να τις λάβει υπόψη του ο Κ.Εν.Α.Κ., καθώς κάθε κατασκευή υποτίθεται ότι διασφαλίζει και ένα επίπεδο ποιότητας. Αυτήν την ποιότητα οφείλει να την επιτυγχάνει τόσο ο επιβλέπων μηχανικός, όσο και ο κατασκευαστής του κτιρίου.



33

33

Θερμοφωτογραφική απεικόνιση ενός πολυώροφου κτιρίου από την εξωτερική του όψη. Τα χρώματα αποδίδουν τις θερμοκρασίες στην επιφάνεια. Όσο πλησιέστερα προς το κόκκινο είναι, τόσο υψηλότερες είναι οι θερμοκρασίες και άρα τόσο μεγαλύτερες οι θερμικές απώλειες. Αντίθετα, όσο πλησιέστερα προς το μπλε είναι, τόσο χαμηλότερες είναι οι θερμοκρασίες και άρα τόσο μικρότερες οι θερμικές απώλειες.