

ΘΕΡΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Μέρος 5^ο
Κουφώματα

Αλέξανδρος Κρίθαρης
Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.
Προσωρινός Ενεργειακός Επιθεωρητής

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Κουφώματα

4.1. Κουφωματα - Υαλοπετάσματα

Τα **ολοκληρωμένα** δομικά στοιχεία του εξωτερικού κτιριακού περιβλήματος που **πληρώνουν τα ανοίγματα** των τοίχων στις όψεις των κτηρίων, διακρίνονται σε **κουφώματα** και **υαλοπετάσματα**, και αποτελούν σημαντικό χαρακτηριστικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής πρότασης του κτηρίου.

Ως στοιχεία του εξωτερικού κτιριακού περιβλήματος πρέπει :

να **ικανοποιούν** τις γενικότερες απαιτήσεις **προστασίας** των εσωτερικών χώρων από τις **εξωτερικές επιδράσεις** (θερμοκρασιακές μεταβολές, βροχή, χιόνι, άνεμο, θόρυβο, σκόνη) και επιπλέον

να **εξασφαλίζουν** την επιθυμητή **οπτική, ακουστική** και γενικότερη επικοινωνία και κίνηση ανάμεσα στο εσωτερικό των κτηρίων και στο εξωτερικό περιβάλλον, (φυσικό φωτισμό, τον ηλιασμό και αερισμό των χώρων).

Ως **κουφώματα** χαρακτηρίζονται τα εξωτερικά δομικά στοιχεία (παράθυρα, εξωστόθυρες / μπαλκονόπορτες, εξώθυρες) τα οποία προσφέρουν το σύνολο ή μέρος των παραπάνω λειτουργιών και τοποθετούνται σε **μεμονωμένα ανοίγματα** των όψεων των κτηρίων, καταλαμβάνοντας **μικρά** κατά κανόνα **ποσοστά** της συνολικής επιφάνειας των εξωτερικών τοίχων.

Ανοιγόμενα ή επάλληλα κουφώματα :

Διαθέτουν σταθερά και κινούμενα μέρη,

το **σταθερό πλαίσιο** (κάσα) -που προσαρμόζεται μόνιμα στο οικοδομικό άνοιγμα- και

τα **κινητά** φύλλα που διαθέτουν

είτε **αδιαφανή** στοιχεία (π.χ. φύλλα πόρτας)

είτε **πλαίσια** που δέχονται υαλοπίνακες (υαλοστάσια / τζαμιλίκια)

είτε **συνδυασμό** αδιαφανών με διαφανή στοιχεία.

Σταθερά κουφώματα :

Δεν διαθέτουν κινητό τμήμα.

Κουφώματα χωρίς πλαίσιο:

Δεν διαθέτουν κάσα (όπως υαλοπίνακες ή υαλόθυρες καταστημάτων) που προσαρμόζονται κατευθείαν στο άνοιγμα. Μπορεί να είναι ανοιγόμενα ή σταθερά.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Υαλοπετάσματα

4.1. Κουφωματα - Υαλοπετάσματα

Ως **Τοιχοπετάσματα** χαρακτηρίζονται τα εξωτερικά δομικά στοιχεία του κελύφους του κτηρίου τα οποία καταλαμβάνουν το ύψος μεταξύ τουλάχιστον δύο ορόφων, διαμορφώνοντας μεγάλα τμήματα όψεων ή και ολόκληρες όψεις. Κατά κανόνα δεν αποτελούν στοιχεία του κυρίως φέροντος οργανισμού του κτηρίου αλλά τα ίδια μπορεί να αποτελούν φέροντα υποφορέα (σκελετός υαλοστασίων) για άλλα στοιχεία πλήρωσης. Μπορεί να διαθέτουν αδιαφανή και διαφανή τμήματα.

Ως **υαλοπετάσματα** χαρακτηρίζονται τα τοιχοπετάσματα που εντάσσονται στα μικρού βάρους, μη φέροντα στοιχεία του κελύφους του κτηρίου, στα οποία κυριαρχούν τα διαφανή στοιχεία πλήρωσης.

Ο σκελετός των υαλοπετασμάτων ως συνολικού δομικού στοιχείου αποτελείται από μέλη πλαισίου κατασκευασμένα από μέταλλο, ξύλο συνθετικό υλικό ή συνδυασμούς τους.

Ειδικότερα, συντίθεται από κατακόρυφα και οριζόντια μέλη (**ορθοστάτες** και **τραβέρσες**) που συνδέονται μεταξύ τους και αγκυρώνονται στον κυρίως φέροντα οργανισμό,

Τα υαλοπετάσματα, σε συνεργασία με τα υπόλοιπα στοιχεία πλήρωσης της κατασκευής (παράθυρα, αδιαφανή τμήματα - ποδιές, ηλιοπροστατευτικές διατάξεις κ. τ.λ.) εκπληρώνουν όλες τις λειτουργίες ενός εξωτερικού στοιχείου του κελύφους του κτηρίου.

Στη σύγχρονη οικοδομική πρακτική τα **εξωτερικά κουφώματα** και τα **υαλοπετάσματα** αναπτύσσονται ως ολοκληρωμένα **πιστοποιημένα** προϊόντα που παράγονται σε εξειδικευμένες μονάδες παραγωγής.

Οι απαιτήσεις για την **ενεργειακή απόδοση των κτηρίων** έχουν βαρύνουσα σημασία και τα προϊόντα αυτά πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν τις ποικίλες και διαφοροποιημένες απαιτήσεις του πεδίου των κτιριακών εφαρμογών,

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Συντελεστές θερμοπερατότητας

4.2. Χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων

Γενικά, κάτω από το πρίσμα της εξοικονόμησης ενέργειας, τα κουφώματα & τα υαλοπετάσματα θα πρέπει:

Σε κλιματικές συνθήκες που απαιτούν **θέρμανση** (δηλ. τη χειμερινή περίοδο) να συμβάλλουν στη **μείωση των θερμικών απωλειών**, με εξασφάλιση της δυνατότητας επαρκούς **αερισμού** των εσωτερικών χώρων

και να δύνανται να **μεγιστοποιούν** τα **ηλιακά κέρδη**, ώστε να αντισταθμίζονται ή ακόμη και να υπερκαλύπτονται οι θερμικές τους απώλειες,

Σε κλιματικές συνθήκες που απαιτούν **ψύξη** (δηλ. τη θερινή περίοδο) να συμβάλλουν στην **ελαχιστοποίηση του θερμικού κέρδους** και τη συνεπακόλουθη **μείωση των ψυκτικών φορτίων**,

ενώ ταυτόχρονα να δύνανται να απομακρύνουν την θερμότητα μέσω φυσικού αερισμού και παθητικού δροσισμού.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν την **ενεργειακή απόδοση** των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τις τιμές δύο συντελεστών:

- **Του συντελεστή θερμοπερατότητας** του στοιχείου

$$U_w \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

για τα κουφώματα και

$$U_{cw} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

για τα υαλοπετάσματα).

- **Του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους** του στοιχείου (g_w).

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Συντελεστής θερμοπερατότητας

4.2. Χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U_w ή U_{cw} του στοιχείου αντιπροσωπεύει το βαθμό της ροής θερμότητας διά μέσου του δομικού στοιχείου, του κουφώματος ή υαλοπετάσματος και την ικανότητα του να μειώνει τις θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων.

Μικρότερες τιμές του σημαίνουν αυξημένο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας.

Με δεδομένο ότι στην κατασκευή του στοιχείου συμμετέχουν πλαίσιο και υαλοπίνακες, ο συντελεστής U_w αποτελεί στην ουσία ένα μέσο συντελεστή, που συντίθεται από τους επί μέρους συντελεστές U_f του πλαισίου και U_g του υαλοπίνακα, σε αναλογία που προσδιορίζεται από ποσοστό συμμετοχής της κάθε μιας από τις επιφάνειες πλαισίου και υαλοπινάκων στη συνολική επιφάνεια του στοιχείου.

(βλ. παρ. 2.2., 2.3. και πίνακες 10α, 10β, 10γ, 11, 12 στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»).

Στη συνολική απόδοση του στοιχείου θα πρέπει να συνυπολογίζεται και ο συντελεστής Ψ_g των γραμμικών απωλειών εξαιτίας θερμογεφυρών διά μέσου του περιγράμματος επαφής υαλοπίνακα - πλαισίου, ενώ για κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή θα πρέπει να υπεισέρχεται και ο αντίστοιχος συντελεστής που χαρακτηρίζει τις απώλειες εξαιτίας θερμογεφυρών διά μέσου του περιγράμματος επαφής του ολοκληρωμένου στοιχείου με το οικοδομικό άνοιγμα.

(βλ. παρ. 3.2.7. και πίνακες 3.16. και 3.17. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»).

Σημειώνεται ότι υψηλές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων δεν υπογραμμίζουν μόνο τη μειωμένη θερμομονωτική ικανότητα του κάθε στοιχείου, αλλά δηλώνουν και τον κίνδυνο δημιουργίας ζωνών με χαμηλές θερμοκρασίες στις αντίστοιχες περιοχές του εσωτερικού των χώρων, για περιόδους με χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες (χειμερινή περίοδος, ψυχρά κλίματα), με επιπτώσεις στη θερμική άνεση αλλά και στην οπτική άνεση και υγεία (εμφάνιση ρύπων, μούχλας κ.α καθώς ευνοείται το φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών)

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Συντελεστές g_w, g_{gl}, g

4.2. Χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του στοιχείου (g_w) εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά την επιφάνειά του κουφώματος ή του υαλοπετάσματος προς το σύνολο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην ίδια επιφάνεια.

Οι τιμές του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w διαμορφώνονται καθοριστικά από το **συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g_{gl}** των υαλοπινάκων, ενώ επηρεάζονται από το ποσοστό συμμετοχής της επιφάνειας του πλαισίου στη συνολική επιφάνεια του στοιχείου (F_f), γεγονός που σημαίνει ότι κουφώματα ίδιων διαστάσεων με υαλοπίνακες με ίδια χαρακτηριστικά, μπορούν, ανάλογα με το πλάτος του πλαισίου τους, να έχουν διαφορετικούς συντελεστές.

$$g_w = g_{gl} * (1 - F_f)$$

Η τιμή του **συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g_{gl}** των υαλοπινάκων λαμβάνεται ίση με το 90% του **συντελεστή ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση g** , και πρακτικά αντιπροσωπεύει την ικανότητά του υαλοπίνακα να μεταφέρει τη θερμότητα που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία στους εσωτερικούς χώρους. Οι τιμές του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1.

$$g_{gl} = 90\% * g \quad (\text{Η τιμή του } g \text{ δέον όπως πιστοποιείται από τον κατασκευαστή})$$

Μεγαλύτερες τιμές του g_w σημαίνουν **μεγαλύτερες ποσότητες** αξιοποιήσιμων θερμικών **ηλιακών κερδών** που προσφέρει το κούφωμα ή το υαλοπέτασμα, έτσι :

στοιχεία με **μεγαλύτερες** τιμές να είναι επιθυμητά σε κλιματικές συνθήκες που απαιτούν **θέρμανση**, ενώ

στοιχεία με **μικρότερες** τιμές, να προτιμώνται για κλιματικές συνθήκες που κυριαρχούν απαιτήσεις **ψύξης** (ώστε να μειώνονται οι απαιτήσεις των ψυκτικών φορτίων).

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Συντελεστής TV

4.2. Χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που προσδιορίζουν την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων

Ο **συντελεστής διαπερατότητας του στοιχείου στο φυσικό φως (TV)** αντιπροσωπεύει την ικανότητα του κουφώματος ή του υαλοπετάσματος να μεταφέρει το **φυσικό** ηλιακό φως στους εσωτερικούς χώρους και ως εκ τούτου έχει έμμεση επίπτωση στην **ενεργειακή του απόδοση**, καθόσον όσο **μεγαλύτερες** είναι οι τιμές του τόσο **μεγαλύτερες** είναι και οι **ποσότητες φυσικού φωτός** που μεταφέρει το κούφωμα ή το υαλοπέτασμα και συνεπώς τόσο μικρότερη η ανάγκη για συμπληρωματικό τεχνητό φωτισμό.

Καθορίζεται από τον **αντίστοιχο συντελεστή διαπερατότητας των υαλοπινάκων** και **εξαρτάται** από τη **σχέση** των **επιφανειών** τους προς τη **συνολική** επιφάνεια του κάθε στοιχείου, κουφώματος ή υαλοπετάσματος, γεγονός που στη πράξη σημαίνει ότι στοιχεία ίδιων διαστάσεων με ίδιους υαλοπίνακες μπορεί, ανάλογα με το πλάτος του πλαισίου τους, να έχουν διαφορετικούς συντελεστές διαπερατότητας στο φυσικό φως. Συναφές πρόσθετο χαρακτηριστικό, που φανερώνει τη δυνατότητα ενός κουφώματος να προσφέρει ποσότητες φυσικού φωτός στο χώρο αποτελεί ο **δείκτης DP** (δυναμικό φυσικού φωτισμού - Daylight Potential κατά ISO 18292), που εξαρτάται από το συντελεστή διαπερατότητας του στοιχείου στο φυσικό φως (TV), τη σχέση του μεγέθους της επιφάνειας του υαλοπίνακα προς τη συνολική του κουφώματος και το συντελεστή θέασης ουρανού του υαλοπίνακα.

Συνοπτικά, με βάση τα παραπάνω, σημειώνεται ότι:

- Για κτήρια στα οποία η **θέρμανση αποτελεί προτεραιότητα**, οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U_w των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων θα **πρέπει να είναι οι μικρότερες δυνατές** και οι τιμές του συντελεστή θερμικού κέρδους ηλιακής ακτινοβολίας **g οι υψηλότερες δυνατές**.
- Για κτήρια στα οποία **προτεραιότητα έχει η ψύξη**, οι τιμές του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους (g_w), θα πρέπει να είναι **οι χαμηλότερες δυνατές**, με πρόνοια για την εξασφάλιση ικανοποιητικών επιπέδων διαπερατότητας στο φυσικό φως.
- Για κτήρια που απαιτούν και θέρμανση και ψύξη, η χρήση κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων με **χαμηλές τιμές** τόσο του συντελεστή θερμοπερατότητας U_w , όσο και του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους (g_w), **εξοικονομούν ενέργεια**. Στην ίδια περίπτωση, εφόσον χρησιμοποιηθούν **στοιχεία σκίασης**, θα πρέπει να **επιλέγονται υψηλές τιμές του (g_w)**, σε συνδυασμό με **χαμηλές τιμές του U_w** .

Σε πολλές περιπτώσεις η βέλτιστη λύση οδηγεί στην επιλογή στοιχείων με διάφορους συντελεστές για διαφορετικές θέσεις και προσανατολισμούς.

Σε **ψυχρά** κλίματα, θα πρέπει να επιλέγεται η τοποθέτηση στοιχείων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας U_w στο **βορρά** και στοιχείων με υψηλό συντελεστή κέρδους ηλιακής ακτινοβολίας (g_w), στο **νότο**.

Σε **θερμά** κλίματα, στα οποία η υπερθέρμανση αποτελεί σημαντικό και συνηθισμένο πρόβλημα, επιδιώκεται η επιλογή στοιχείων που εξασφαλίζουν υψηλή διαπερατότητα στην ορατή ακτινοβολία (που σημαίνει ανεμπόδιστο φυσικό φωτισμό), ενώ εμποδίζουν την είσοδο της ανεπιθύμητης, εκτός του ορατού φάσματος, θερμικής κυρίως ακτινοβολίας.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Διάκριση κουφωμάτων - Επιρροή του υλικού του πλαισίου

4.3. Υλικά. Πλαίσια και Υαλοπίνακες

Διάκριση κουφωμάτων

Με κριτήριο το υλικό κατασκευής του πλαισίου, κουφώματος και φύλλων, αποτελεί το κριτήριο κατηγοριοποίησης των κουφωμάτων σε ξύλινα, μεταλλικά, συνθετικά και μεικτά / σύνθετα κουφώματα.

Ειδικότερα στα **μεταλλικά κουφώματα**, η διαμόρφωση της διατομής του πλαισίου σε δύο τμήματα που συνδέονται μεταξύ τους σε λειτουργικά ενιαίο και άκαμπτο στοιχείο, αλλά διαχωρίζονται θερμικά με τοποθέτηση κατάλληλου υλικού (που συνήθως πρόκειται για οπλισμένο με ίνες γυαλιού πολυαμιδίο), τα διακρίνει σε κουφώματα **με** θερμοδιακοπή **ή χωρίς θερμοδιακοπή**.

Με κριτήριο τον αριθμό των **κινητών φύλλων** των κουφωμάτων τα διαχωρίζει σε μονόφυλλα, δίφυλλα κτλ.,

Με κριτήριο τον τρόπο λειτουργίας των κινητών φύλλων κατατάσσονται σε:

ανοιγόμενα (περί κατακόρυφο άξονα -στο άκρο ή στο μεσο-, περί οριζόντιο άνω άξονα, περί οριζόντιο κάτω άξονα, περί οριζόντιο μεσαίο άξονα, περί κατακόρυφο & οριζόντιο άξονα, με παράλληλη ως προς την κάσα κίνηση του φύλλου),
συρόμενα (συρόμενα επάλληλα, συρόμενα με σταθερά φύλλα, συρόμενα σε διάκενο της εξωτερικής τοιχοποιίας, ανασυρόμενα καθ' ύψος),
σε **πτυσσόμενα** και σε μεικτές μορφές.

Η επιρροή του υλικού του πλαισίου των κουφωμάτων

Τα πλαίσια στα σύγχρονα κουφώματα και υαλοπετάσματα κατασκευάζονται από ξύλο, αλουμίνιο, χάλυβα, συνθετικά υλικά ή και συνδυασμούς αυτών των υλικών. Η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε πλαισίου εξαρτάται τόσο από το υλικό κατασκευής, όσο και τη διαμόρφωση της διατομής του.

Η συμμετοχή της **επιφάνειας** των πλαισίων στη συνολική επιφάνεια του στοιχείου **είναι** -ιδιαίτερα στα μικρότερου μεγέθους κουφώματα- **σημαντική** με αποτέλεσμα η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε πλαισίου να επηρεάζει ανάλογα τη θερμομονωτική και ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος ή υαλοπετάσματος.

Πλαίσια με κακή θερμομονωτική συμπεριφορά υποβαθμίζουν σημαντικά τα ενεργειακά κέρδη που προσφέρουν οι ενεργειακά αποδοτικοί υαλοπίνακες (βλ. πίνακα 3.12. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»).

Είναι σαφές ότι για να αξιοποιηθεί η εφαρμογή των σύγχρονων **υψηλής ενεργειακής απόδοσης υαλοπινάκων** στα κουφώματα και τα υαλοπετάσματα, **απαιτούνται** ανάλογες **βελτιωμένες αποδόσεις και από τα πλαίσια**.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

- Επιρροή του υλικού του πλαισίου σε διάφορα χαρακ/κά του κουφώματος

4.3. Υλικά. Πλαίσια και Υαλοπίνακες

Η εφαρμογή πλαισίων με χαμηλό συντελεστή θερμοδιαπερατότητας επιτυγχάνει χαμηλότερες τιμές στις θερμικές απώλειες και στις ενεργειακές καταναλώσεις και αύξηση των θερμοκρασιών στις εσωτερικές επιφάνειες των πλαισίων (όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα), γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη θερμική άνεση σε περιπτώσεις με χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες.

Υλικό πλαισίου	U-value [W/(m ² K)]	Θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας του υαλοπίνακα με εξωτ. θερμοκρασία -10°C & εσωτ. θερμοκρασία +20°C
Ξύλο	1,4-1,7	13,0 -15,0°C
Συνθετικό υλικό		
- PVC (2 θαλάμων)	2,8	9,0°C περίπου
- PVC (7 θαλάμων)	1,1	15,0°C περίπου
- με πλήρωση αφρού πολυουρεθάνης	1,7-2,1	11,0 - 14,0°C
Αλουμίνιο		
- χωρίς θερμοδιακοπή	περ.5,8	-2,01JC περίπου
- με θερμοδιακοπή	2,8-3,5	6,0 - 9,0°C
- προφίλ βέλτιστης θερμ. απόδοσης	περ. 1,5	14,0 °C περίπου
Πλαίσια υψηλής θερμομόνωσης	περ.0,8	17,0°C περίπου

Το υλικό κατασκευής των πλαισίων καθορίζει εκτός από τη θερμομονωτική συμπεριφορά τους και άλλα χαρακτηριστικά με ιδιαίτερη σημασία για τη λειτουργία των κουφωμάτων και των υαλοπετασμάτων και την αντοχή τους στη διάρκεια της ζωής τους.

Στον ακόλουθο πίνακα αξιολογούνται πλαίσια από διάφορα υλικά και βαθμολογούνται οι επιδόσεις τους με βάση γενικότερα κριτήρια επιλογής.

Κριτήρια επιλογής	Αλουμίνιο	Ξύλο		Συνθετικό	
	Με θερμοδιακοπή	Με λαζούρα εμποτισμού	Με επικαλυπτικό χρώμα	PVC	PUR
Χωματισμός	1+2	2+4	1+2	2+4	2+4
Διαμόρφωση προφίλ	2+3	1	1	2+3	3+4
Μέγεθος	1	2	2	2+3	3+4
Αντοχή στο χρόνο	1+2	2+3	2	1+2	1+2
Στεγανότητα	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2
Θερμομόνωση	2+3	1	1	1	1
Υγροποίηση υδρατμών	2+3	1	1	2	2
Ηχομόνωση	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2
Προστασία διάρρηξης	2	3	3	2	3
Καθαρισμό;	2	2	2	2	2

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

- Επιρροή του υλικού των υαλοπινάκων του κουφώματος

4.3. Υλικά. Πλαίσια και Υαλοπίνακες

Η επιρροή του υλικού των υαλοπινάκων των κουφωμάτων

Οι υαλοπίνακες αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας των τυπικών κουφωμάτων και διαχωρίζονται:

στους συμβατικούς υαλοπίνακες (απλούς διπλούς και τριπλούς),
στους υαλοπίνακες **ειδικών λειτουργιών και εφαρμογών** (υαλοπίνακες θερμομονωτικούς, ενεργειακούς, ηχομονωτικούς, πυροπροστασίας, ασφαλείας κ.τ.λ.) και
στους υαλοπίνακες σύνθετων λειτουργιών (π.χ. υαλοπίνακες θερμομονωτικούς και ασφαλείας, ηχομονωτικούς και πυροπροστασίας κ.τ.λ.).

Οι συμβατικοί διπλοί και τριπλοί υαλοπίνακες, αποτελούνται από απλούς που διαχωρίζονται αντίστοιχα από ένα ή δύο διάκενα με πλήρωση ξηρού αέρα και συνδέονται σε ενιαίο αεροστεγές και υδατοστεγές στοιχείο με τη χρήση ειδικών προφίλ και κατάλληλων συγκολλητικών και σφραγιστικών υλικών, προσφέροντας σημαντικά βελτιωμένες θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες σε σύγκριση με τους απλούς.

Με στόχο ενεργειακά αποδοτικότερες λύσεις η αγορά έχει εμπλουτιστεί με βελτιωμένους θερμομονωτικούς - ενεργειακούς διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες, στους οποίους ο ξηρός αέρας πλήρωσης των διακένων αντικαθίσταται από τα ευγενή, χαμηλής αγωγιμότητας αέρια αργό, κρυπτό και -σπανιότερα- ξένο.

Με εφαρμογή των υαλοπινάκων αυτών στα κουφώματα και στα υαλοπετάσματα επιτυγχάνονται χαμηλότερες τιμές στις θερμικές απώλειες και τις ενεργειακές καταναλώσεις και αύξηση των θερμοκρασιών στις εσωτερικές επιφάνειές τους, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για τη θερμική άνεση σε περιπτώσεις με χαμηλές-εξωτερικές θερμοκρασίες.

Το ιδανικό πλάτος του διακένου σ' αυτούς τους υαλοπίνακες είναι μεταξύ 15 και 16 mm στους διπλούς και από 10 mm για το κάθε διάκενο στους τριπλούς.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Ειδικό υαλοπίνακες - γενικές πληροφορίες

4.4. Ειδικό υαλοπίνακες - Υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου

Η επιδίωξη για **έλεγχο** των ανεπιθύμητων **θερμικών ηλιακών κερδών**, χωρίς να παρεμποδίζεται η θέα και ο φυσικός φωτισμός των εσωτερικών χώρων, οδήγησε στην ανάπτυξη ειδικών υαλοπινάκων με κατάλληλες ιδιότητες, που προσδίδονται σε αυτούς με ειδικά υλικά (κυρίως μέταλλα και μεταλλικά οξείδια), τα οποία είτε αναμειγνύονται και ενσωματώνονται στη μάζα τους είτε εφαρμόζονται με επιστρώσεις στην επιφάνειά τους.

Παρά το γεγονός ότι αρκετοί τύποι από αυτούς μετρούν ήδη δεκαετίες εφαρμογών, ο γενικός όρος «**υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου**» είναι σχετικά πρόσφατος και αναφέρεται σε προϊόντα υψηλής τεχνολογίας που αναπτύχθηκαν από την υαλοβιομηχανία, ώστε να επιτρέπουν στο ηλιακό φως να τους διαπερνά και ταυτόχρονα να διαχέουν και να αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής θερμότητας.

Τα προϊόντα όπου εφαρμόζονται περιλαμβάνουν διπλούς τουλάχιστον υαλοπίνακες, γεγονός που σημαίνει ότι παρέχουν ικανοποιητική θερμομόνωση.

Από τις βασικές κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων που αναφέρονται στη συνέχεια οι **ηλεκτροχρωμικοί** και οι **θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες** χαρακτηρίζονται και ως **υαλοπίνακες με μεταβαλλόμενες ιδιότητες**, καθώς ρυθμίζουν και τροποποιούν βασικά χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς τους σε συνάρτηση με τις μεταβαλλόμενες, εποχιακά και στο 24-ωρο, συνθήκες της ηλιακής ακτινοβολίας.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

- Ειδική υαλοπίνακες : Έγχρωμοι, Ανακλαστικοί, Απορροφητικοί, Ηλεκτροχρωμικοί κ.α.
- Ειδική υαλοπίνακες : Έγχρωμοι, Ανακλαστικοί, Απορροφητικοί, Ηλεκτροχρωμικοί κ.α.

4.4. Ειδική υαλοπίνακες - Υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου

Οι **έγχρωμοι** υαλοπίνακες αποτελούν μια παραλλαγή των απλών υαλοπινάκων, στη μάζα των οποίων έχουν προστεθεί κατά την παραγωγή τους ειδικές χρωστικές ύλες, που αυξάνουν την απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και συμβάλλουν στη μείωση των ηλιακών θερμικών φορτίων.

Οι **ανακλαστικοί υαλοπίνακες**, με επιστρώσεις από υλικά με έντονες ανακλαστικές ιδιότητες, απομακρύνουν με ανάκλαση περί το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνειά τους. Χαρακτηρίζονται από ελαφρές χρωματικές αποχρώσεις, ενώ μειώνουν σε πολύ μικρό μόνο βαθμό το φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων.

Οι **απορροφητικοί υαλοπίνακες** περιορίζουν τη μετάδοση της υπέρυθρης, κυρίως, ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους, ενώ μειώνουν κατ' ελάχιστον την ορατή.

Η υπερθέρμανση που προκαλεί η απορρόφηση μπορεί να οδηγήσει σε θερμικές εντάσεις στους ίδιους τους υαλοπίνακες και γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να αντιμετωπίζεται με εφαρμογή κατάλληλων υλικών στερέωσής τους και κατάλληλες κατασκευαστικές λύσεις.

Οι **ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες** μεταβάλλουν τη διαπερατότητά τους στο ηλιακό φως με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλής τάσης. Το ρεύμα μεταφέρεται με μικροσκοπικούς λεπτότατους αγωγούς σε μία ηλεκτροχρωμική επίστρωση που ενεργοποιείται και αλλάζει το χρωματισμό της από ανοικτό σε σκούρο ή αντίστροφα και με αυτό τον τρόπο ελαττώνει ή αυξάνει ανάλογα τις ποσότητες της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους. Η παροχή του ρεύματος πραγματοποιείται είτε με χειρισμούς και εντολές κατά τη βούληση του χρήστη ή με αυτοματισμούς που στηρίζονται στη λειτουργία ειδικών φωτοαισθητήρων.

Με ανάλογο τρόπο λειτουργούν και οι **υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων**, που εφαρμόζονται όμως κυρίως σε διαχωριστικά στοιχεία εσωτερικών χώρων.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Ειδική υαλοπίνακες θερμοχρωμικοί

4.4. Ειδική υαλοπίνακες - Υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου

Οι **θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες** μεταβάλλουν τη διαπερατότητά τους στο ηλιακό φως με αλλαγή του χρωματισμού τους από ανοιχτό σε σκούρο, με παθητικό τρόπο, χωρίς δηλαδή τη δράση ηλεκτρικού ρεύματος. (βλπ. γυαλιά οράσεως τύπου «Photo Grey»)

Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ελαφρά χρωματισμένων θερμοχρωμικών μεμβρανών, που καθώς θερμαίνονται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνουν τη διαπερατότητά τους (σκοτεινιάζουν) και απορροφούν σημαντικό μέρος της ακτινοβολίας που κατευθύνεται προς το εσωτερικό.

Σε απουσία άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας ο χρωματισμός των υαλοπινάκων «ανοίγει», ώστε να επιτραπεί η είσοδος της διάχυτης ακτινοβολίας στους χώρους.

Οι θερμοχρωμικές μεμβράνες ενσωματώνονται μεταξύ δύο υαλοπινάκων, συνθέτοντας ένα ενιαίο φύλλο, το οποίο κατόπιν αποτελεί μέρος ενός συνθετότερου στοιχείου (π.χ. διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα).

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Ειδικό υαλοπίνακες : Χαμηλής εκπομπής (ή εκπνεψιμότητας) Low-e

4.4. Ειδικό υαλοπίνακες - Υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου

Στους υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής_(low-e) εφαρμόζονται στις επιφάνειές τους λεπτότατες, πρακτικά μη ορατές, επιστρώσεις από μέταλλα ή οξειδία μετάλλων.

Όπως είναι γνωστό, ο βασικός μηχανισμός μεταφοράς θερμικών φορτίων στους διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες είναι η ακτινοβολούμενη θερμότητα από ένα θερμό προς έναν ψυχρό υαλοπίνακα.

Με την επικάλυψη της επιφάνειας του υαλοπίνακα που είναι στραμμένη προς το διάκενο με υλικό χαμηλής εκπομπής εμποδίζεται σημαντικό μέρος της ακτινοβολούμενης θερμότητας να διέλθει, με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής διακίνησης θερμότητας διά του στοιχείου και τη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητάς του.

Η σύγχρονη τεχνολογία εφαρμογής επιστρώσεων χαμηλής εκπομπής στους υαλοπίνακες προσφέρει εξελιγμένα προϊόντα με εξειδικευμένες ιδιότητες και λειτουργίες. Υπάρχουν αρκετοί τύποι υαλοπινάκων με επιστρώσεις, που κάνουν δυνατή τη μείωση των θερμικών ηλιακών κερδών (σημαντικό χαρακτηριστικό για τη θερινή περίοδο ή τις περιπτώσεις που κυριαρχούν οι απαιτήσεις για ψύξη), τις θερμικές απώλειες (σημαντικό χαρακτηριστικό για τη χειμερινή περίοδο ή τις περιπτώσεις που κυριαρχούν οι απαιτήσεις για θέρμανση) και τη θάμβωση (σημαντικό χαρακτηριστικό για διάφορες συνθήκες φυσικού φωτισμού).

Για εφαρμογές σε κλιματικές συνθήκες στις οποίες επικρατούν απαιτήσεις θέρμανσης, οι επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής τοποθετούνται με τρόπο τέτοιο, ώστε να μειώνουν τις θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον (συνεπώς εφαρμόζονται στην στραμμένη προς το διάκενο επιφάνεια του εσωτερικού υαλοπίνακα) χωρίς να εμποδίζουν το φυσικό φωτισμό.

Αντίστροφα, για κλιματικές συνθήκες στις οποίες επικρατούν οι απαιτήσεις ψύξης, οι επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής τοποθετούνται στην στραμμένη προς το διάκενο επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα, ώστε να μειώνουν τις ποσότητες των θερμικών φορτίων που μεταφέρει η ηλιακή ακτινοβολία προς τους εσωτερικούς χώρους (δηλαδή τα θερμικά ηλιακά κέρδη), επιτρέποντας όμως το μέγιστο φυσικό φωτισμό.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Ειδικό υαλοπίνακες : Χαμηλής εκπομπής (ή εκπνεψιμότηης) Low-e

4.4. Ειδικό υαλοπίνακες - Υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου

Στους υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e) εφαρμόζονται συνδυασμοί κατάλληλων επιστρώσεων με βελτιωμένους θερμομονωτικούς διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες (με ευγενή, χαμηλής αγωγιμότητας αέρια στα διάκενα) και με υψηλής απόδοσης πλαίσια, συμβάλλουν καθοριστικά στο σχεδιασμό και στην κατασκευή κτηρίων με εντυπωσιακά μειωμένα τα ποσοστά των ενεργειακών καταναλώσεων που οφείλονται στα κουφώματα και στα υαλοπετάσματα.

Για τους βέλτιστους, κατά περίπτωση και ειδικές συνθήκες, συνδυασμούς low-e επιστρώσεων και τιμών του συντελεστή θερμικού κέρδους ηλιακής ακτινοβολίας g σημειώνονται τα ακόλουθα:

Για κτήρια στα οποία η θέρμανση αποτελεί προτεραιότητα, προτείνονται χαμηλής εκπομπής (low- e) υαλοπίνακες με υψηλές τιμές του συντελεστή θερμικού κέρδους ηλιακής ακτινοβολίας g.

Αυτοί ακριβώς οι τύποι των υαλοπινάκων επιλέγονται κατά κανόνα για κτήρια που ακολουθούν τις αρχές του ηλιακού - παθητικού σχεδιασμού.

Για κλιματικές συνθήκες που απαιτούν κυρίως ψύξη ιδανική επιλογή θεωρούνται χαμηλής εκπομπής (low-e) υαλοπίνακες που προσφέρουν χαμηλές τιμές του συντελεστή θερμικού κέρδους ηλιακής ακτινοβολίας g.

Για κλιματικές συνθήκες που απαιτούν και θέρμανση και ψύξη, η επιλογή χαμηλής εκπομπής (low- e) υαλοπινάκων συμβάλλει στη μείωση του συνολικού ετήσιου ενεργειακού κόστους, εφόσον, στο πλαίσιο των δεδομένων λειτουργίας του κάθε συγκεκριμένου έργου και του ενεργειακού σχεδιασμού του, συνδυαστούν με την επιλογή των κατάλληλων για την κάθε περίπτωση τιμών συντελεστή θερμικών ηλιακών κερδών (υψηλών, ενδιάμεσων ή χαμηλών τιμών του g).

Η τεχνολογία των επιστρώσεων χαμηλής εκπομπής (low-e) είναι σε θέση να προσφέρει προϊόντα με ιδιαίτερα χαμηλές τιμές του συντελεστή θερμικών ηλιακών κερδών g, που χαρακτηρίζονται όμως από σημαντική μείωση της διαπερατότητας ορατής ακτινοβολίας ή εμφανίζονται ως ελαφρά χρωματισμένα, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για την επιλογή τους.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Φύλλα ασφαλείας (εξώφυλλα/σκούρα)

4.5. Φύλλα ασφαλείας και σκίασης (εξώφυλλα / σκούρα)

Συμπληρώνουν τα εξωτερικά κουφώματα με σκοπό να καλύψουν τις ανάγκες ασφαλείας, σκίασης, ηλιασμού, φωτισμού, ηχομόνωσης και θερμομόνωσης των εσωτερικών χώρων.

Για τη στήριξή τους χρησιμοποιείται η κάσα του εξωτερικού κουφώματος, με κατάλληλη διαμόρφωσή της.

Οι συμβατικοί τύποι των εξωφύλλων διακρίνονται από ποικιλία μορφολογικών, λειτουργικών και κατασκευαστικών χαρακτηριστικών, ενώ διαρκώς και περισσότερο έδαφος στις σύγχρονες εφαρμογές κερδίζει η μορφή των ρολών.

Στα ρολά λεπτοί πήχεις (περσίδες) με μήκος ίσο με το πλάτος του ανοίγματος συνδέονται μεταξύ τους με εύκαμπτα μέσα, ώστε το πέτασμα (στόρι) που διαμορφώνεται να μπορεί να περιτυλίγεται περί οριζόντιο άξονα και να ανασύρεται σε προστατευτικό κουτί που τοποθετείται στο ανώφλι του κουφώματος.

Στα σύγχρονα κουφώματα το κουτί περιέλιξης και προστασίας δεν αποτελεί ανεξάρτητο στοιχείο, αλλά ενσωματώνεται στο πλαίσιο του κουφώματος, καταλαμβάνοντας τμήμα του συνολικού οικοδομικού ανοίγματος.

Με δεδομένο ότι το ποσοστό της επιφάνειας που καταλαμβάνει το κουτί του ρολού κυμαίνεται μεταξύ 10% και 20% της συνολικής επιφάνειας του κουφώματος (ανάλογα αν τοποθετείται σε εξωστόθυρα ή παράθυρο), η συμμετοχή του στη θερμομονωτική απόδοση του συνολικού κουφώματος είναι σημαντική και ως εκ τούτου ο συντελεστής θερμοπερατότητάς του θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

- Τύποι κουφωμάτων (Με 2-πλά υαλοστάσια, 2-πλή κάσα, 2-κέλυφα παράθυρα.
- Τύποι κουφωμάτων (Με 3-πλά υαλοστάσια, 3-πλή κάσα, 3-κέλυφα παράθυρα.

4.6. Τύποι κουφωμάτων. Θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά.

Ειδικοί τύποι:

Κουφώματα με διπλά υαλοστάσια. Αποτελούνται από δύο σειρές παράλληλα τοποθετημένων υαλοστασίων (φύλλων), που συνδέονται μεταξύ τους με ειδικά εξαρτήματα, ώστε να μπορούν να ανοίγουν ως ενιαίο σύνολο, κινούμενα γύρω από κοινό κατακόρυφο άξονα με στροφείς που στηρίζονται στην κοινή κάσα, ενώ παρέχεται η δυνατότητα και ανεξάρτητου ανοίγματος των φύλλων για λόγους καθαρισμού.

Η απόσταση μεταξύ εξωτερικών και εσωτερικών φύλλων, που κυμαίνεται από 4 cm έως 7 cm προσδίδει στο σύνολο αυξημένες θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες.

Η τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων στα υαλοστάσια της μιας από τις δύο σειράς -κατά κανόνα της εξωτερικής- αυξάνει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση του κουφώματος.

Κουφώματα με διπλή κάσα (διπλά ή δίδυμα και κιβωτιοειδή κουφώματα).

Πρόκειται για δύο ανεξάρτητα απλά κουφώματα, με ανεξάρτητες κάσες, που τοποθετούνται κατά το βάθος του ανοίγματος με μεταξύ τους απόσταση 10-0 cm.

Στα **κιβωτιοειδή** κουφώματα ένα πλαίσιο (τελάρο, κάσα) συνδέει τα δύο λειτουργικά και κατασκευαστικά ανεξάρτητα επί μέρους απλά στοιχεία, σε ενιαίο σύνολο.

Η τοποθέτηση απλών ή διπλών υαλοπινάκων στα υαλοστάσια, στο ένα ή και στα δύο στοιχεία, ενισχύει ανάλογα την ενεργειακή απόδοση του ενιαίου ολοκληρωμένου στοιχείου

(βλ. παρ.2.2.3. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»).

Εξέλιξη των παραδοσιακών κιβωτιοειδών στοιχείων μπορούν να θεωρηθούν οι σύγχρονες, υψηλής τεχνολογίας και ενεργειακής απόδοσης κιβωτιοειδείς (box-type) γυάλινες διπλοκέλυφες όψεις.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Τύποι κουφωμάτων (2-κέλυφες όψεις).

4.6. Τύποι κουφωμάτων. Θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά.

Διπλοκέλυφα παράθυρα - γυάλινες διπλοκέλυφες όψεις.

Γενικά, πρόκειται για κατασκευές παραθύρων και όψεων (τμημάτων όψεων ή συνολικών) αποτελούμενων από δύο ανεξάρτητα κελύφη που διαχωρίζονται από χώρο κίνησης αέρα. Στη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται και ως **γυάλινες διπλές όψεις** (GDS-Glass Double Facades) ή **διπλοκέλυφες γυάλινες όψεις** (DGSF- Double Glass Skin Facades).

Ειδικότερα ως **διπλοκέλυφες όψεις** (Double Skin Façades - DSF) θεωρούνται (BBRI 2004) τα ολοκληρωμένα συστήματα όψεων, που διαμορφώνονται από δύο επί μέρους κελύφη (skins), τοποθετημένα σε ανεξάρτητα κατακόρυφα επίπεδα, με μεταξύ τους απόσταση που κυμαίνεται από 0,20 m έως 2,00 m .

Στην τυπική τους μορφή το εσωτερικό κέλυφος εκπληρώνει τις βασικές λειτουργίες μιας συμβατικής όψης, με κουφώματα ή/και υαλοπετάσματα, ενώ το εξωτερικό κέλυφος παρέχει επιπρόσθετες λειτουργίες στην όψη (ηχοπροστασία, θερμοπροστασία, ηλιοπροστασία, προστασία από ρύπους κτλ.) και δημιουργεί, σε συνδυασμό με το εσωτερικό κέλυφος, ένα σύστημα με καθοριστική συμμετοχή στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου.

Το εσωτερικό κέλυφος είναι κατά κανόνα θερμομονωμένο και μπορεί να περιλαμβάνει σταθερά και ανοιγόμενα μέρη, ενώ το εξωτερικό κατασκευάζεται συνήθως από απλούς υαλοπίνακες.

Στο χώρο μεταξύ εξωτερικού – εσωτερικού κελύφους και σε ελάχιστη απόσταση 0,10 m από το εξωτερικό κέλυφος τοποθετούνται στοιχεία ηλιοπροστασίας.

Αυτός ο ενδιάμεσος χώρος (κλωβός) επικοινωνεί με τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος με ξεχωριστά ανοίγματα (θυρίδες) εισαγωγής - απαγωγής αέρα, ώστε, με συνδυασμένη χρήση των ανοιγμάτων του εσωτερικού κελύφους να είναι δυνατός ο φυσικός αερισμός των χώρων του κτηρίου.

Η κίνηση του αέρα στο χώρο μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού κελύφους μπορεί να είναι είτε φυσική, στηριζόμενη στη θερμική άνωση που προκαλούν οι θερμοκρασιακές διαφορές και διαφορές πιέσεων του ανέμου - φαινόμενο της «καμινάδας» (stack-effect, chimney- effect), ή με υποβοήθηση μηχανικών διατάξεων, ή υβριδική.

Εφόσον οι παραπάνω βασικές λειτουργίες της όψης στηρίζονται αποκλειστικά στην αξιοποίηση των φυσικών παραγόντων που προκαλούν τη θερμική άνωση, το σύνολο εντάσσεται στα παθητικά ηλιακά συστήματα.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Τύποι κουφωμάτων (2-κέλυφες όψεις).

4.6. Τύποι κουφωμάτων. Θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η διπλοκέλυφη όψη (ΔΚΟ) λειτουργεί ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης και ως χώρος προθέρμανσης αέρα.

Ποσότητες ψυχρού αέρα εισέρχονται από τις ανοικτές θυρίδες εισαγωγής στη βάση του στοιχείου, θερμαίνονται κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και λόγω της θερμικής άνωσης κινούνται προς τα ανώτερα επίπεδα του κλωβού.

Ο θερμός αέρας μπορεί να διοχετευθεί απευθείας στους εσωτερικούς χώρους ή να οδηγηθεί στο κεντρικό σύστημα κλιματισμού.

Κατά τη θερινή περίοδο το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το φυσικό αερισμό των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, αξιοποιώντας τη διαφορά των πιέσεων του αέρα ανάμεσα στις θυρίδες εισόδου και εξόδου.

Αυτές οι λειτουργίες έχουν αποδειχτεί και εφικτές και αποτελεσματικές για ψυχρές ή ενδιάμεσες κλιματικές ζώνες.

Σε κλιματικές ζώνες με υψηλές θερμοκρασίες, που διατηρούνται για μεγάλες χρονικές περιόδους, και στις οποίες κυριαρχούν οι ανάγκες ψύξης, βασική προϋπόθεση για την απόδοση της διπλοκέλυφης όψης είναι η εξασφάλιση μιας ελάχιστης συνεχούς ροής αέρα στον κλωβό, ώστε να απομακρύνεται κατ' αρχάς η συγκεντρωμένη εκεί θερμότητα πριν να μεταφερθεί στο εσωτερικό του κτηρίου και -εφόσον οι θερμοκρασίες κλωβού και εξωτερικού αέρα το επιτρέπουν- να πραγματοποιείται ο φυσικός αερισμός και δροσισμός των χώρων.

Σημειώνεται ότι ο τύπος της κίνησης του αέρα αποτελεί σημαντική παράμετρο για τη σταθερότητα της θερμικής και ενεργειακής απόδοσης του συστήματος στη διάρκεια της λειτουργίας του:

ενώ είναι σχετικά εύκολος ο έλεγχος και η εξασφάλιση του επιπέδου της απόδοσης ενός μηχανικού συστήματος, η φυσική λειτουργία του αερισμού επηρεάζεται από μεταβολές στις εξωτερικές συνθήκες, κατά κύριο λόγο από την ένταση, την κατεύθυνση των ανέμων και τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.

Η εξασφάλιση αυτών των λειτουργιών στα παθητικά συστήματα γυάλινων διπλοκέλυφων όψεων απαιτεί τόσο την αξιοποίηση της εμπειρίας από κατασκευές που λειτουργούν, όσο και την εξαντλητική διερεύνηση όλων των ειδικών παραμέτρων της κάθε εφαρμογής και τη μελέτη τους με συνδυασμένη εφαρμογή πειραματικών και αναλυτικών μοντέλων.

Τα κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των διπλοκέλυφων όψεων με βασικό κριτήριο κατηγοριοποίησης τη λειτουργία του κλωβού, ανεξάρτητα από τη σύνθεση της όψης από μικρότερα ή μεγαλύτερα λειτουργικά στοιχεία, τις διαφοροποιούν σε τέσσερις βασικές υποκατηγορίες :

Λειτουργίας με ανά όροφο κατασκευαστική και λειτουργική ανεξαρτησία του κλωβού

- διπλοκέλυφα παράθυρα και διπλοκέλυφες όψεις τύπου κιβωτιοειδούς παραθύρου,
- διπλοκέλυφες όψεις τύπου διαδρόμου,

Λειτουργίας με ενιαία λειτουργία του κλωβού του στοιχείου σε όλο το ύψος της όψης.

- διπλοκέλυφες όψεις τύπου κιβωτιοειδούς φρεατίου,
- πολυώροφες διπλοκέλυφες όψεις συνεχούς κλωβού.

4. ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - Προσαρμογή κουφωμάτων στα ανοίγματα

4.7. Προσαρμογή και ενσωμάτωση των κουφωμάτων στα ανοίγματα

Τα τοποθετημένα και στερεωμένα στο οικοδομικό άνοιγμα κουφώματα είναι εκτεθειμένα στη βροχή, σε ανεμοπιέσεις, σε θερμικές επιδράσεις, σε κραδασμούς, σε συστολοδιαστολές και επιβαρύνσεις από τις λειτουργίες των φύλλων, με αποτέλεσμα οι περιοχές στερέωσης και επαφής να δέχονται σημαντικές καταπονήσεις.

Ο τρόπος και η τεχνική τοποθέτησης και η προσαρμογής των κουφωμάτων στα οικοδομικά ανοίγματα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ενεργειακή τους απόδοση. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει στις σχετικές εργασίες να γίνεται χρήση κατάλληλων υλικών και δοκιμασμένων τεχνικών εφαρμογής, ώστε να μην υποβαθμίζεται η πιστοποιημένη ποιότητα των σύγχρονων κουφωμάτων από κακοτεχνίες κατά την εφαρμογή τους στο έργο.

Με θερμοτεχνικά και ενεργειακά κριτήρια, οι περιοχές επαφής κάσας – οικοδομικού ανοίγματος :

- είναι ευαίσθητες απέναντι στους κινδύνους ανεπιθύμητων διαφυγών αέρα, με επακόλουθο θερμικές απώλειες από τους θερμαινόμενους εσωτερικούς χώρους προς το εξωτερικό περιβάλλον,
- είναι θέσεις δημιουργίας θερμογεφυρών, με επακόλουθο θερμικές απώλειες και αυξημένες πιθανότητες υγραποίησης υδρατμών στις περιοχές επαφής,
- είναι σημεία διείσδυσης νερού από συνδυασμένη επίδραση βροχής και ανεμοπίεσης, με επακόλουθο τόσο τη διύγρωση και τη φθορά των υλικών των επιφανειών επαφής, όσο και τη διαφυγή θερμότητας στα υγρά τμήματα αυτών των περιοχών.

Αυτοί οι κίνδυνοι αντιμετωπίζονται κατά κανόνα συνολικά:

- με κατάλληλη κατασκευαστική διαμόρφωση των οικοδομικών ανοιγμάτων, ώστε να προστατεύονται κατά το δυνατόν οι περιοχές επαφής,
- με ένταξη της κάσας στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με εκείνο της θερμομόνωσης της τοιχοποιίας που περιβάλλει το άνοιγμα,
- με εφαρμογή υλικών που αποκλείουν, σε κάθε περίπτωση, τη θερμική γεφύρωση ανάμεσα στην κάσα και την τοιχοποιία που περιβάλλει το οικοδομικό άνοιγμα (όπως π.χ. θερμομονωτικές λωρίδες, αφροί κ.τ.λ.),
- με εφαρμογή υλικών πλήρωσης και σφράγισης αρμών που εξασφαλίζουν υδατοστεγανότητα και αεροστεγανότητα (όπως π.χ. μεμβράνες, κορδόνια, μαστίχες, σιλικόνες κ.τ.λ.) και
- με εφαρμογή τεχνικών που εξασφαλίζουν τη σταθεροποίηση του κουφώματος στο άνοιγμα και επιτρέπουν τις μικρομετακινήσεις τη σταθερότητα των διαστάσεων των αρμών και τη σταθερή στο χρόνο πρόσφυση των προστατευτικών υλικών.

ΘΕΡΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Τέλος 5^{ου} Μέρους
Κουφώματα

Αλέξανδρος Κρίθαρης

Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Προσωρινός Ενεργειακός Επιθεωρητής