

Ενεργειακό γυαλί

εξοικονόμηση
ενέργειας

άριστη
μόνωση

προστασία του
περιβάλλοντος

Το παρόν άρθρο
μας προσέφερε
ευγενικά η εταιρεία
SAMARAS
Τους ευχαριστούμε
θερμά.

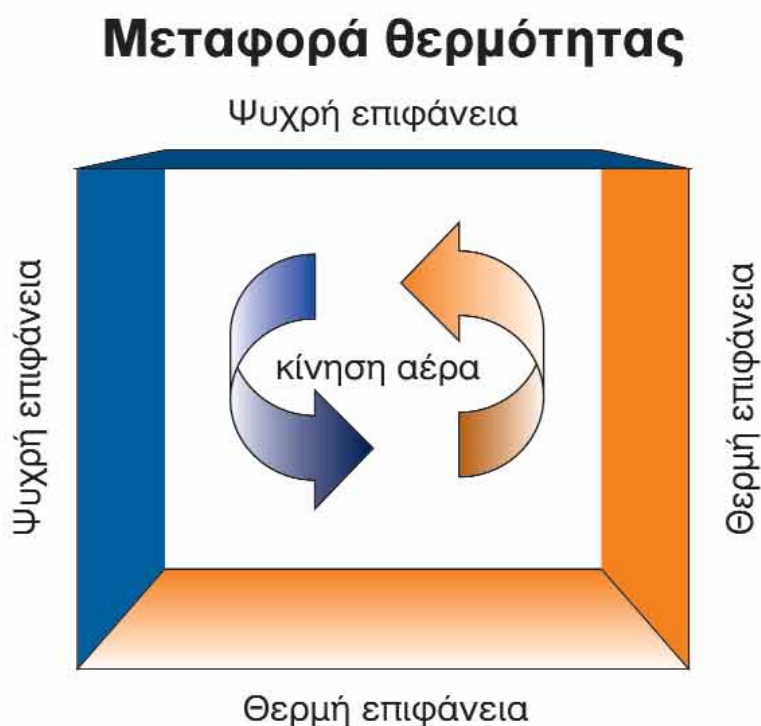
μείωση κόστους ψύξης,
θέρμανσης έως 35% ετησίως



Εξοικονόμηση ενέργειας

Υπολογίζεται ότι το ένα τρίτο της θερμικής ενέργειας που παράγουμε για να θερμανθεί ένα σπίτι δραπετεύει από το παράθυρο. Συνεπώς για μια δόμηση με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας τα παράθυρα πρέπει να προσεχθούν πολύ ως προς το υλικό κατασκευής τους και τη συναρμολόγηση των κομματιών τους, αλλά και ως προς τη στεγανότητά τους. Σε περιοχές με ιδιαίτερα θερμό ή ψυχρό κλίμα χρειάζεται τα παράθυρα **να διαθέτουν τα κατάλληλα επιχρίσματα**, για να αντιμετωπιστεί ο ήλιος του καλοκαιριού και το κρύο του χειμώνα.

Τα παράθυρα με διπλά τζάμια, φτιάχτηκαν κυρίως για να μη διαρρέει θερμότητα από το ζεστό εσωτερικό του σπιτιού προς τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο. Τον χειμώνα, αν το παράθυρο δεν μονώνει αρκετά το εσωτερικό του σπιτιού από το εξωτερικό κρύο, δημιουργείται στην επιφάνεια του παραθύρου μια εστία παραγωγής αέρα ψυχρότερου από ό,τι ο υπόλοιπος μέσα στο δωμάτιο. Ο κρύος αυτός αέρας, ως βαρύτερος, υποχωρεί προς τα κάτω και έτσι παράγεται ένα ρεύμα που κάνει όποιον στέκεται εκεί κοντά να νιώθει αρκετά δυσάρεστα, νομίζοντας ότι κάτι έχει μείνει ανοιχτό, ενώ στην πραγματικότητα είναι η θερμότητα που "ρέει" προς την ψυχρότερη γυάλινη επιφάνεια (εικόνα 1).



ΕΙΚΟΝΑ 1

Γι' αυτό, όπου υπάρχει υαλοπίνακας (χωρίς καλή μόνωση), πολλοί μηχανικοί τοποθετούν ως σήμερα ακόμη σώματα καλοριφέρ ακριβώς κάτω από το παράθυρο, **ενώ στην πραγματικότητα με υψηλής απόδοσης υαλοπίνακες (ενεργειακούς, μαλακής επίστρωσης) θα ήταν δυνατόν να γίνεται πολύ περισσότερη οικονομία στην ενέργεια.**

Η ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία χωρίζεται σε

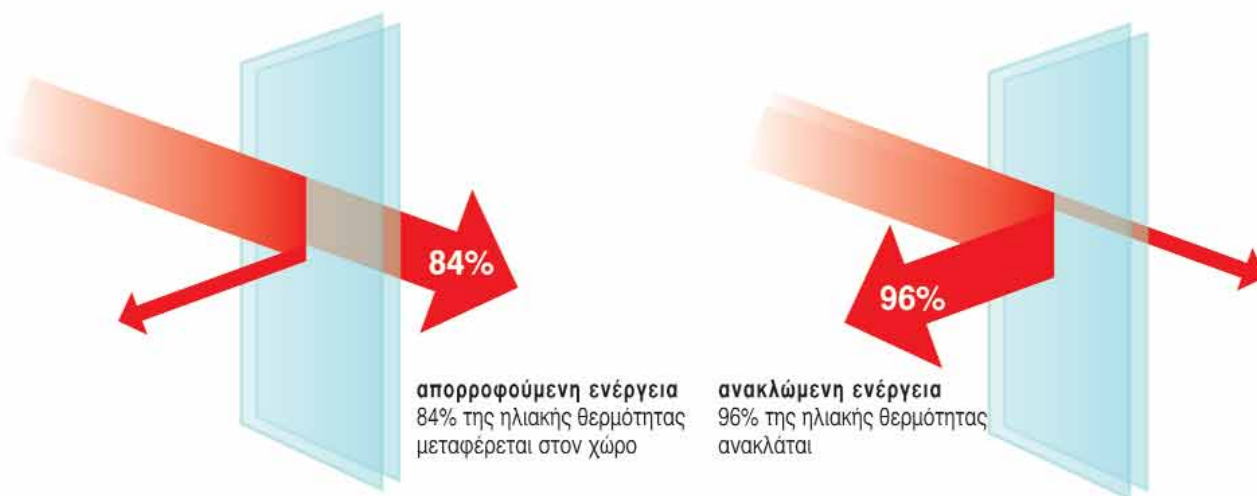
- Υπεριώδη ακτινοβολία (UV)
- Ορατή ακτινοβολία (Ορατό φως - VL)
- Υπέρουθρη ακτινοβολία (IR)

Από τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία περισσότερη από τη μισή είναι αόρατη (υπεριώδης και υπέρυθρη), με το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό της αόρατης ακτινοβολίας να ανήκει στην υπέρυθρη (εικόνα 2). Όταν πέφτει επάνω στο τζάμι ακτινοβολία με μορφή διαδοχικών κυμάτων, ένα μέρος της ανακλάται, ένα μέρος της απορροφάται από αυτό και το υπόλοιπο περνάει στην άλλη πλευρά.



ΕΙΚΟΝΑ 2

Η ενέργεια της ακτινοβολίας που απορροφάται από το απλό γυαλί σε ένα διπλό υαλοπίνακα, κατά ένα μέρος θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται ανάμεσα στις δύο γυάλινες πλάκες, και το υπόλοιπο, που φθάνει το 84%, εκπέμπεται προς τον εσωτερικό χώρο του σπιτιού. Στα γυαλιά «χαμηλής εκπομπής», τα γνωστά και ως **Low-E** ή και ως ενεργειακά, το ποσοστό της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας δεν ξεπερνάει το 4%, ενώ το 96% της θερμικής ενέργειας ανακλάται ή απορροφάται από το γυαλί (εικόνα 3α).



ΕΙΚΟΝΑ 3α

Αυτή η ιδιότητα δίνει τη δυνατότητα στα **Low-E** γυαλιά να μην αφήνουν το καλοκαίρι να μπαίνει η ζέση και τον χειμώνα να κρατούν τη ζέση στο εσωτερικό του σπιτιού ή του γραφείου (εικόνα 3β).



ΕΙΚΟΝΑ 36: Τα Low-E γυαλιά, τον χειμώνα δεν επιτρέπουν την απώλεια θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι κρατούν τη ζέση έξω από τον χώρο επιτρέποντας την διέλευση του φωτός.

Ένας ακόμη λόγος που προσπαθούμε να αφήνουμε μόνο το ορατό τμήμα της ακτινοβολίας να μπαίνει από το παράθυρό μας, κυρίως το καλοκαίρι, έχει σχέση με την υπεριώδη ακτινοβολία, που έχει μάλιστα αυξηθεί λόγω της οπής του όζοντος. Σε αυτήν οφείλεται κατά ένα σημαντικό ποσοστό και το ξεθώριασμα των χρωμάτων σε τοίχους, υφάσματα, έπιπλα κ.λπ. Γενικά, **λιγότερη υπεριώδης ακτινοβολία μέσα στο σπίτι σημαίνει τρεις φορές περίπου λιγότερη απώλεια στα χρώματα γύρω μας!**

Η ικανότητα ενός παραθύρου να μην επιτρέπει τη διακίνηση θερμότητας από τη μια πλευρά στην άλλη καθορίζεται από ένα μέγεθος που ονομάζεται **συντελεστής θερμοπερατότητας** (U-value ή K- $Uvalue=W/m^2K$). Μετριέται σε Watt ανά τετραγωνικό μέτρο και μετράει τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εξωτερικό και στο εσωτερικό περιβάλλον σε βαθμούς της κλίμακας Kelvin. Όσο μικρότερος είναι αυτός ο συντελεστής τόσο καλύτερα.

Τεχνικές έννοιες και Ορισμοί

Ορολογία για το ενεργειακό γυαλί (ή γυαλί χαμηλής εκπομπής, Low-E).

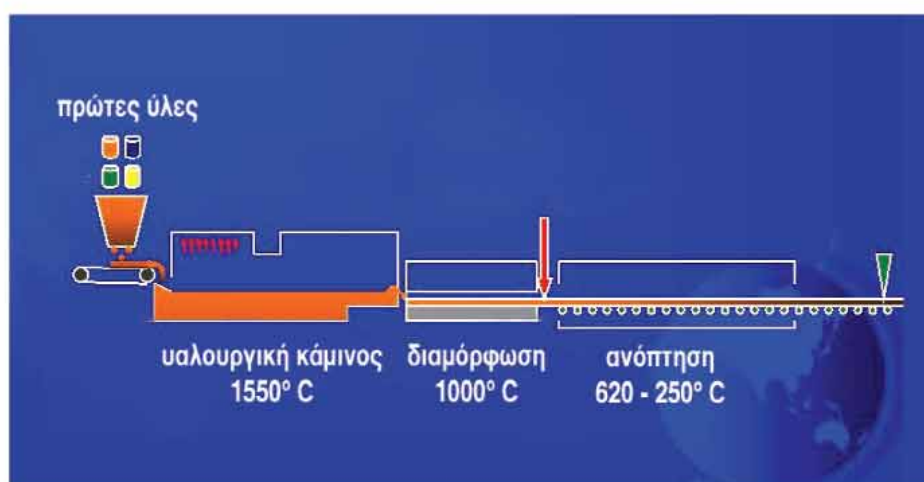
Υπάρχουν πολλές ορολογίες και εκφράσεις σχετικές με τα γυαλιά χαμηλής εκπομπής. Στις παρακάτω παραγράφους παραθέτουμε μια επεξήγηση από όρους και εκφράσεις που χρησιμοποιούνται πιο συχνά.

Ενεργειακό (**Low-E**) γυαλί είναι ένα διάφανο γυαλί το οποίο έχει επίστρωση μικροσκοπικών **μεταλλικών οξειδίων** στη μία του πλευρά. Αυτή η επίστρωση δεν επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο στον εξωτερικό χώρο ή και αντίστροφα.

Μέθοδοι Επίστρωσης: Οι ιδιότητες των ενεργειακών γυαλιών είναι αποτέλεσμα της επίστρωσης της επιφάνειας τους με διάφορα μέταλλα. Ο συνδυασμός των μετάλλων δίνει διάφορα αποτελέσματα γι' αυτό και υπάρχουν πολλοί τύποι τέτοιων γυαλιών.

Ενεργειακό γυαλί σκληρής επίστρωσης

U value έως 1,6 με χρήση ARGON (σε διπλό υαλοπίνακα 4/16/4 με αέριο Argon). Αναφέρεται σε γυαλί του οποίου η επιφάνεια έχει επιστρωθεί μέσω εμβάπτισης ή χημικού ψεκασμού. Η μέθοδος χημικού ψεκασμού είναι επίσης γνωστή και ως "πυρολυτική" μέθοδος. Ο ψεκασμός γίνεται κατά την διαδικασία παραγωγής του γυαλιού (on-line, εικόνα 4).



ΕΙΚΟΝΑ 4: Σχηματική αναπαράσταση της πυρολυτικής μεθόδου επίστρωσης ενεργειακού γυαλιού που γίνεται κατά τη διαδικασία παραγωγής του (on-line).

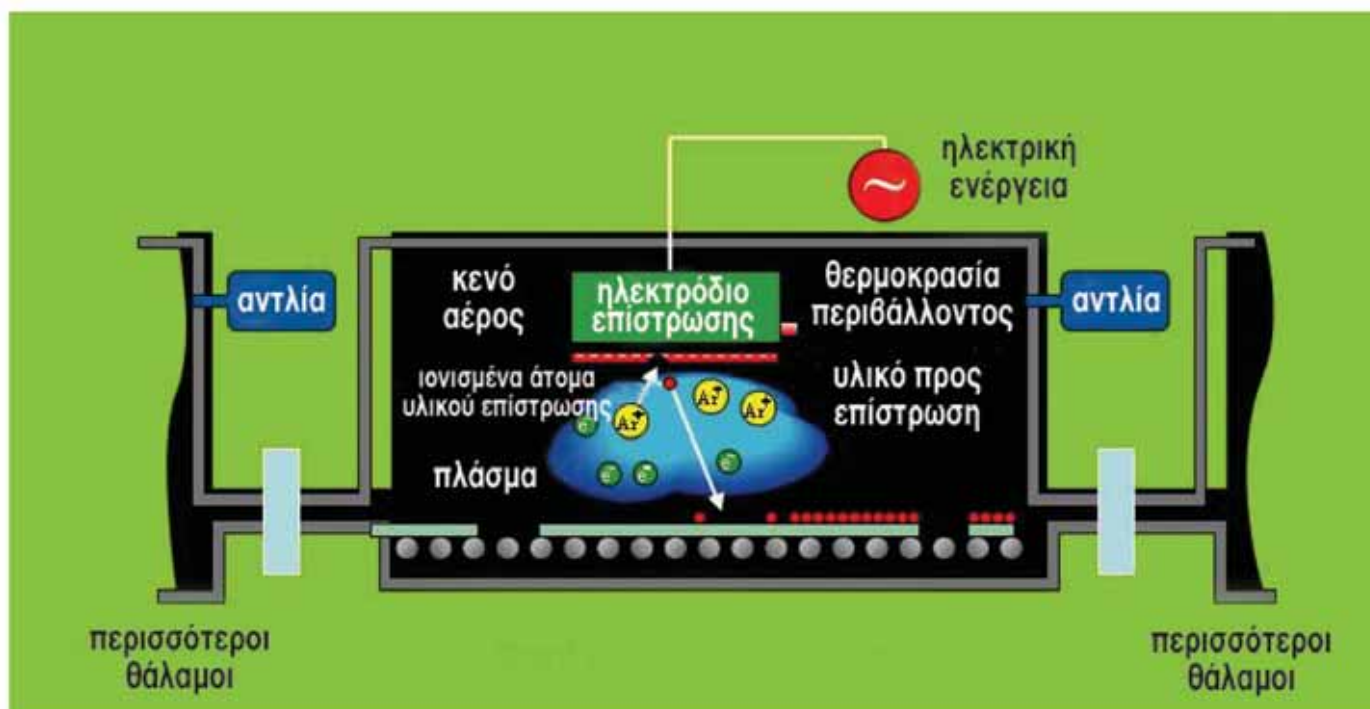
Τα ενεργειακά γυαλιά σκληρής επίστρωσης υπάρχουν στην αγορά για περισσότερα από 25 χρόνια και θεωρούνται πλέον ξεπερασμένης τεχνολογίας. Τη θέση τους παίρνουν τα ενεργειακά γυαλιά μαλακής επίστρωσης.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των γυαλιών με σκληρή επίστρωση είναι:

- Η τιμή U είναι υψηλότερη σε σχέση με αυτή της μαλακής επίστρωσης.
- Χαμηλότερη διαφάνεια (ορατότητα και φωτεινότητα) σε σχέση με αυτή της μαλακής επίστρωσης.
- Δημιουργία χρωματικών αποχρώσεων στην μεριά της επίστρωσης.

Ενεργειακό γυαλί μαλακής επίστρωσης

U value έως 1,1 με χρήση **ARGON** (σε διπλό υαλοπίνακα 4/16/4 με αέριο Argon). Αναφέρεται σε γυαλί του οποίου η επιφάνεια έχει επιστρωθεί μέσω φυσικού ψεκασμού. Ο φυσικός ψεκασμός επιτυγχάνεται με την Μαγνητρονική Μέθοδο η οποία είναι ανεξάρτητη από την διαδικασία παραγωγής του γυαλιού (off-line, εικόνα 5). Τα γυαλιά μαλακής επίστρωσης αποτελούν την εξέλιξη στην τεχνολογία των ενεργειακών υαλοπινάκων.



ΕΙΚΟΝΑ 5: Σχηματική αναπαράσταση της μαγνητρονικής μεθόδου επίστρωσης ενεργειακού γυαλιού που γίνεται ανεξάρτητα από τη διαδικασία παραγωγής του (off-line).

Τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους είναι:

- Προσφέρουν τη χαμηλότερη τιμή U που υπάρχει στην αγορά.
- Υψηλή μετάδοση του ορατού φωτός.
- Μειώνει έως και 70% την UV ακτινοβολία σε σχέση με τον απλό υαλοπίνακα
- Οπτική διαφάνεια χωρίς χρωματισμούς.

Σημεία που πρέπει να προσέξουμε

- Δύσκολο στην επεξεργασία καθώς απαιτεί ειδικό χειρισμό
- Προϋποθέτει την ύπαρξη ειδικών μηχανημάτων
- Δεν μπορεί να αποθηκευτεί σε μεγάλες ποσότητες για μεγάλο χρονικό διάστημα γιατί έχει ημερομηνία λήξεως (αν δεν χρησιμοποιηθεί σε διπλή υάλωση).

G Ηλιακός συντελεστής:

Συντελεστής κέρδους ηλιακής θερμότητας (Solar Heat Gain Coefficient - SHGC): Είναι ο σημαντικότερος συντελεστής και δείχνει το σύνολο της ηλιακής ενέργειας που θα περάσει στον εσωτερικό χώρο. Στην παθητική ηλιακή θέρμανση είναι ο όρος που αναφέρεται στο μέγεθος των θερμικών κερδών από τα παράθυρα καθ' όλη την περίοδο θέρμανσης (Solar Heat Gain). Για τον υπολογισμό του καθαρού ηλιακού κέρδους αφαιρούνται από το ηλιακό θερμικό κέρδος οι απώλειες θερμότητας από τα παράθυρα.

Δείχνει το ποσοστό της ηλιακής θερμότητας που περνάει από το παράθυρο και μπαίνει στον κατοικήσιμο χώρο. Οι τιμές του κυμαίνονται από 0-1. Η τιμή 0 δηλώνει ότι το παράθυρο λειτουργεί σαν ένα τείχος που αποτρέπει την είσοδο της ηλιακής ενέργειας στον χώρο μας. Η τιμή 1 δηλώνει ότι το παράθυρο λειτουργεί σαν ένα άνοιγμα που επιτρέπει όλη την ηλιακή ενέργεια να εισέλθει στο εσωτερικό.

Θερμική Αντίσταση (R-value): Πρόκειται για την τιμή που χρησιμοποιείται για να δώσει την αποτελεσματικότητα διαφόρων μονωτικών υλικών με διάφορα πάχη. Η θερμική αντίσταση υλικού συγκεκριμένου πάχους εκφράζει τη ροή θερμότητας που προκαλείται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του υλικού, και μετράται σε m^2K/W . Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της θερμικής αντίστασης τόσο καλύτερη είναι η μονωτική της ιδιότητα.

Οπτική Διαπερατότητα (VT από τα αρχικά Visual Transmittance): μας δείχνει το ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας που περνάει μέσα από το τζάμι. Αυτό θέλουμε να είναι υψηλό, από 60% ως και 80%.

Ικανότητα Εκπομπής (emissivity): Η ικανότητα μιας επιφάνειας να απορροφά ή να αντανακλά θερμότητα (ηλιακή ενέργεια). Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή της σε ένα γυαλί τόσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας K (τιμή U).

Low-E (ενεργειακό) γυαλί με υψηλό ή χαμηλό ηλιακό κέρδος

Ο συνδυασμός των μετάλλων για την επιστροφή μας επιτρέπει να έχουμε **Low-E** γυαλί με υψηλό ηλιακό κέρδος και με χαμηλό ηλιακό κέρδος.

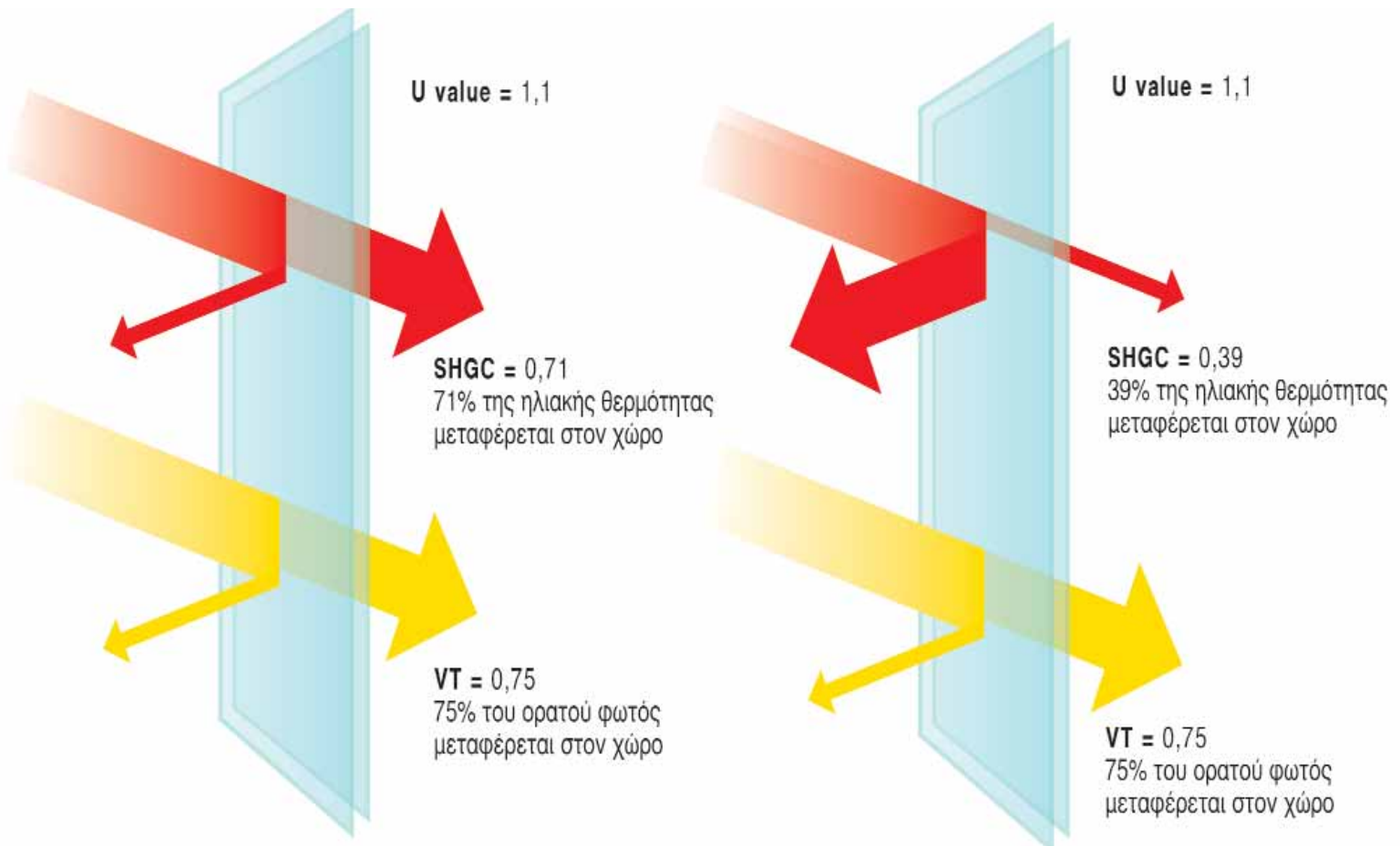
Low-E γυαλί σε διπλή υάλωση με υψηλό ηλιακό κέρδος

Η εικόνα θα απεικονίζει τα χαρακτηριστικά μιας τυπικής διπλής υάλωσης με **Low-E** γυαλί υψηλού ηλιακού κέρδους, και αέριο argon (Ar). Οι τιμές που αναγράφονται είναι ενδεικτικές για ενεργειακό γυαλί που έχει σχεδιαστεί για να μειώσει την απώλεια θερμότητας αλλά να επιτρέπει το ηλιακό κέρδος. **Ιδανικό για περιοχές με ψυχρό κλίμα αφού αφήνει τον ήλιο να εισχωρήσει στο εσωτερικό ενώ δεν επιτρέπει να διαφύγει η θερμότητα.**



Low-E γυαλί σε διπλή υάλωση με χαμηλό ηλιακό κέρδος

Η εικόνα 6β απεικονίζει τα χαρακτηριστικά μιας τυπικής διπλής υάλωσης με **Low-E** γυαλί χαμηλού ηλιακού κέρδους, και αέριο argon. Αυτού του είδους οι επιστρώσεις μειώνουν την απώλεια θερμότητας (θερμοκρασίας) τον χειμώνα αλλά μειώνουν και το ηλιακό κέρδος θερμότητας το καλοκαίρι. **Ιδανικό για περιοχές με θερμό κλίμα αφού μπλοκάρει την ενέργεια του ηλίου και κρατά δροσερό τον εσωτερικό μας χώρο.**



ΕΙΚΟΝΑ 6α: Ενεργειακό γυαλί με υψηλό ηλιακό κέρδος

ΕΙΚΟΝΑ 6β: Ενεργειακό γυαλί με χαμηλό ηλιακό κέρδος

Συντελεστής Θερμοπερατότητας K ή αλλιώς τιμή U (U value): Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τη ροή θερμότητας εν μέσω ενός υλικού ή δομικού στοιχείου (τοιχίου, παράθυρου κλπ). Όσο χαμηλότερο είναι το U-value, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση του προϊόντος στη ροή θερμότητας (θερμική απόδοση) και τόσο καλύτερες είναι οι μονωτικές του ιδιότητες.

Απώλειες θερμότητας

Τα παράθυρα μπορούν να χάσουν ή κερδίσουν θερμότητα με τρεις τρόπους (εικόνα 7):

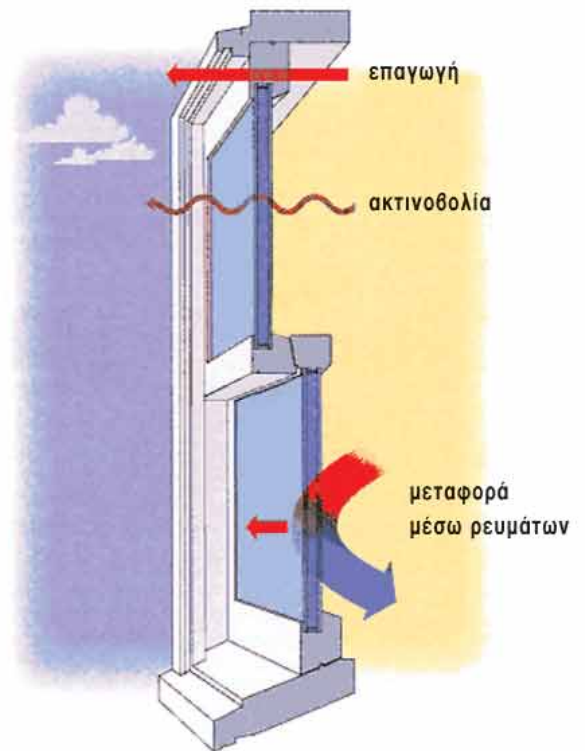
- με επαγωγή
- με μεταφορά μέσω ρευμάτων
- με ακτινοβολία.

Επαγωγή είναι μεταφορά θερμότητας από το ένα σώμα στο άλλο όταν έρθουν σε επαφή. Συχνά όταν τα χέρια μας είναι κρύα, πιάνουμε μια ζεστή κούπα από καφέ ή τσάι για να τα ζεστάνουμε. Η θερμότητα από το ζεστό υγρό μεταφέρεται στην κούπα, και από την κούπα στα χέρια μας. Το ποσό της θερμότητας που θα μεταφερθεί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως

- πόσο ζεστό είναι το υγρό,
- αν η κούπα έχει μόνωση
- πόση ώρα κρατάμε την κούπα,
- πόση από την περιφέρεια των χεριών μας ακουμπάει στην κούπα.

Η μοριακή σύνθεση του υλικού (όπως η κούπα) καθορίζει πόσο γρήγορα ή αργά μεταφέρεται η θερμότητα μέσω αυτού. Η τιμή αυτή είναι η **αγωγιμότητα του υλικού**.

Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω του γυαλιού με τον ίδιο τρόπο. **Με ένα λιγότερο αγωγίμο υλικό (όπως το ενεργειακό γυαλί), μπορούμε να μειώσουμε ή και να εμποδίσουμε τη ροή της θερμότητας.**

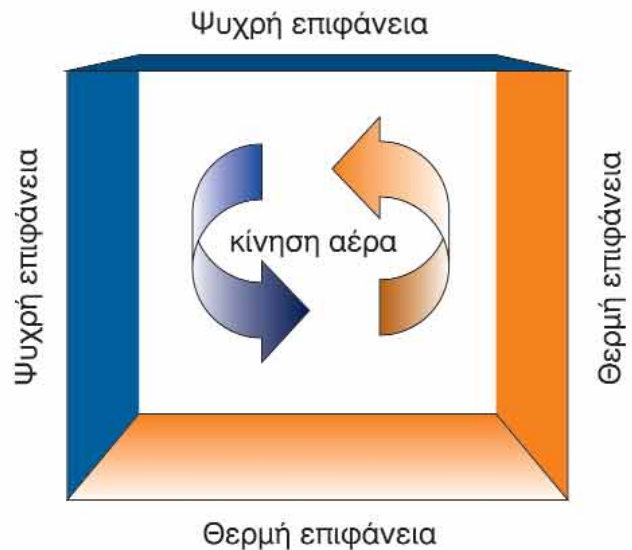


ΕΙΚΟΝΑ 7: Τα παράθυρα χάνουν θερμότητα με τρεις τρόπους. Ο ρυθμός με τον οποίο ένα παράθυρο χάνει θερμότητα μέσω του συνδυασμού των τριών αυτών τρόπων ονομάζεται τιμή **U**.



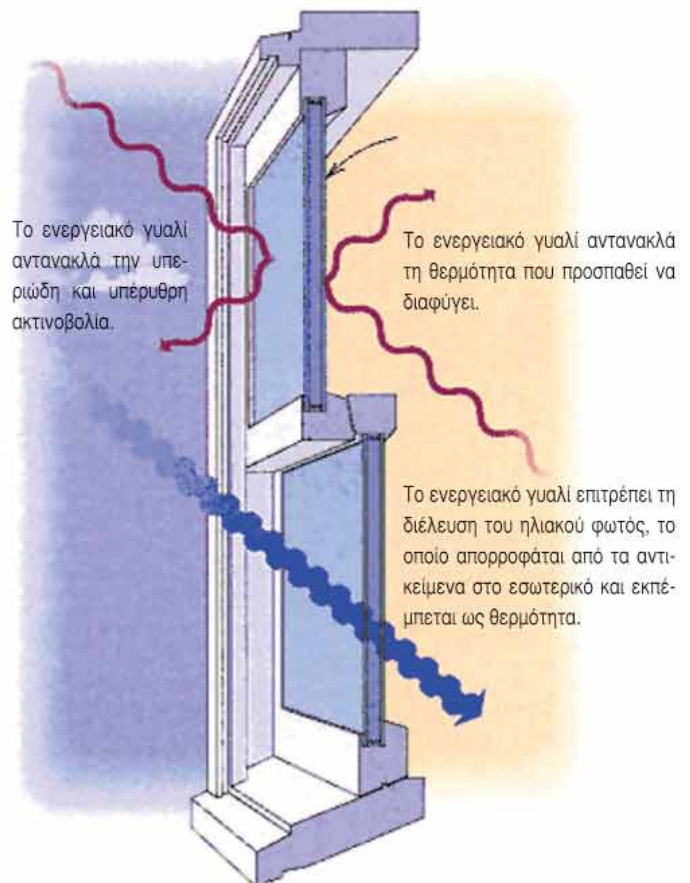
Μεταφορά μέσω ρευμάτων (ανάμειξη): Είναι ο τρόπος μεταφοράς θερμότητας που επιτυγχάνεται όταν αναμειξουμε ένα θερμό υλικό (αέριο ή υγρό) με ένα κρύο υλικό. Όταν ο αέρας θερμαίνεται, τα μόρια του διαστέλλονται και ανεβαίνουν προς τα πάνω επειδή έχουν μικρότερη πυκνότητα από τον ψυχρό αέρα γύρω τους. Καθώς ο θερμός αέρας ανεβαίνει προς τα πάνω τα ψυχρότερα ρεύματα παίρνουν τη θέση του πιο χαμηλά. Κατά την άνοδο του ο θερμός αέρας κρυώνει και αρχίζει να πέφτει προς τα κάτω δίνοντας τη θέση του στα θερμότερα ρεύματα που τον ακολουθούν. Η μεταφορά της θερμότητας από αυτή

την κυκλική κίνηση του αέρα ονομάζεται **ανάμειξη** (εικόνα 8). Το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαφορά της θερμοκρασίας των επιφανειών. **Η απώλεια θερμότητας μέσω ανάμειξης μπορεί να μειωθεί σε μεγάλο βαθμό από την τοποθέτηση ενεργειακού γυαλιού μαλακής επίστρωσης με αέριο argon.**



ΕΙΚΟΝΑ 8

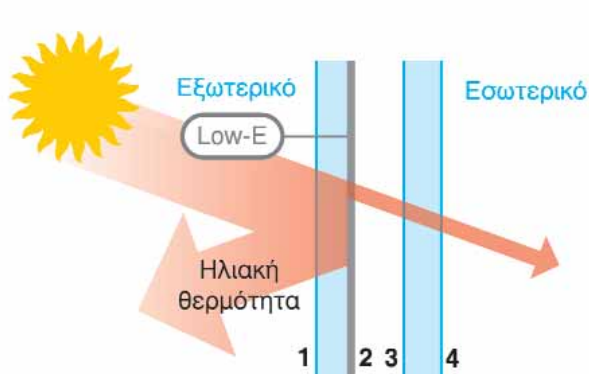
Ακτινοβολία: Είναι η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ θερμού και ψυχρού σώματος τα οποία δεν είναι ούτε σε επαφή αλλά ούτε αναμειγνύονται μεταξύ τους. Όταν καθόμαστε μπροστά από το τζάκι το πρόσωπό μας και το μπροστινό μέρος του σώματος μας ζεσταίνεται, ενώ η πλάτη μας και ο αέρας γύρω μας παραμένουν κρύα. Η αόρατη υπέρυθρη ενέργεια που εκπέμπεται από την φωτιά ακτινοβολείται στο πρόσωπό μας όπου μετατρέπεται σε ενέργεια που νιώθουμε, δηλαδή σε θερμότητα. Το απλό διάφανο γυαλί απορροφά τη θερμότητα και την εκπέμπει μέσω ακτινοβολίας στον εξωτερικό χώρο (εικόνα 9). Η απώλεια θερμότητας μέσω ακτινοβολίας από τα παράθυρα μπορεί να μειωθεί σε μεγάλο βαθμό από την τοποθέτηση ενεργειακού γυαλιού (low-E) που αντανακλά συγκεκριμένες συχνότητες της ακτινοβολίας. Κατά τον ίδιο τρόπο, το low-E γυαλί διατηρεί τη θερμότητα έξω το καλοκαίρι και μέσα τον χειμώνα.



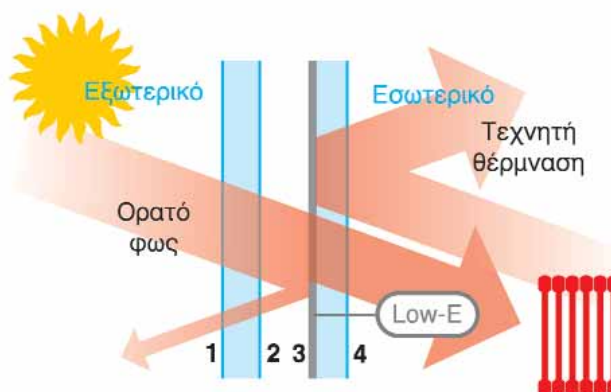
ΕΙΚΟΝΑ 9: Το γυαλί Low-E αντανακλά τη θερμική ενέργεια, ενώ επιτρέπει τη διέλευση του ορατού φως.

Θέσεις τοποθέτησης του ενεργειακού γυαλιού μαλακής επίστρωσης

Στα ψυχρά κλίματα, η ηλιακή θερμότητα και το φως είναι ευπρόσδεκτα. Μόλις "εγκλωβίσουμε" τη θερμότητα, δεν θέλουμε να την αφήσουμε να διαφύγει. Αντίθετα στα ζεστά κλίματα δεν θέλουμε τη θερμότητα, αλλά θέλουμε το φως. Το ενεργειακό γυαλί μας επιτρέπει να επιτύχουμε και τα δύο. Το ενεργειακό γυαλί αντανακλά μέχρι το 96% της θερμικής ενέργειας, ενώ επιτρέπει τη διέλευση στο ορατό φως. Στα ζεστά κλίματα, τα **Low-E**



ΕΙΚΟΝΑ 10α: Όταν το low-E γυαλί εγκατασταθεί στην επιφάνεια # 2 αντανακλά τη θερμότητα από την ακτινοβολία του ηλίου, γεγονός που μειώνει το ηλιακό κέρδος και συνεπώς τα έξοδα ψύξης τους ζεστούς μήνες.



ΕΙΚΟΝΑ 10β: Όταν το low-E γυαλί εγκατασταθεί στην επιφάνεια 3 αντανακλά τη θερμότητα που δημιουργείται από τον εσωτερικό χώρο συμβάλλοντας στη μείωση της απώλειας ενέργειας (θερμότητας) κατά τη διάρκεια των ψυχρών μηνών, γεγονός που μειώνει το κόστος θέρμανσης.

γυαλιά είναι προτιμότερο να τοποθετούνται στη θέση 2 έτσι ώστε να αντανακλούν την ηλιακή θερμική ενέργεια (εικόνα 10α), και να επιτρέπουν τη διέλευση στο φως διατηρώντας το σπίτι μας πιο δροσερό το καλοκαίρι. Σε ψυχρά κλίματα, είναι προτιμότερο να τοποθετούνται στη θέση 3 ώστε να αντανακλούν την ακτινοβολούμενη θερμότητα πίσω στο σπίτι και να επιτρέπουν τη διέλευση στο ορατό φως (εικόνα 10β). Η μικρότερη ακτινοβολία του ορατού φωτός απορροφάται από το δάπεδο, τους τοίχους και τα έπιπλα και επανεκπέμπεται ως θερμότητα η οποία διατηρείται μέσα στο σπίτι αφού ανακλάται από το ενεργειακό γυαλί.

Τι ενεργειακό γυαλί να χρησιμοποιήσω;

Για να επιλέξουμε το σωστό τύπο ενεργειακού γυαλιού που θα χρησιμοποιήσουμε σε μια κατασκευή πρέπει εκτός από τα θεωρητικά που αναφέραμε στις προηγούμενες παραγράφους να λάβουμε υπόψη μας και άλλες παραμέτρους όπως για τι χρήση προορίζεται η κατασκευή μας (εμπορικό κτήριο ή σπίτι), τοποθεσία (έχει απευθείας έκθεση στον ήλιο, είναι ανάμεσα σε πολυκατοικίες κλπ), τι αισθητική θέλουμε να έχει και άλλα όπως φαίνεται στην. εικόνα 11.



ΕΙΚΟΝΑ 11

Οι κυριότεροι παράγοντες για την επιλογή του ενεργειακού υαλοπίνακα είναι η θέση του παραθύρου σε σχέση με τον ήλιο και οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα για ένα κτήριο σε μια περιοχή με θερμό κλίμα, που αρχιτεκτονικά δεν έχουν κατασκευαστεί προεξοχές για να σκιάζουν τα παράθυρα και δεν υπάρχουν κτίρια ή δέντρα στον περιβάλλοντα χώρο, με συνέπεια ο υαλοπίνακας να είναι εκτεθειμένος στην ακτινοβολία του ηλίου για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στη μέρα, πρέπει να τοποθετηθεί **ενεργειακός υαλοπίνακας χαμηλού ηλιακού κέρδους** (χαμηλής περατότητας) στη θέση 2.

Αν το ίδιο κτήριο είναι σε περιοχή με ψυχρό κλίμα π.χ. σε ένα χειμερινό τουριστικό προορισμό τότε πρέπει να τοποθετήσουμε **ενεργειακό υαλοπίνακα υψηλού ηλιακού κέρδους** στη θέση 3.

Σε ένα κτήριο που βρίσκεται σε θερμό κλίμα ή σε περιοχή με εναλλαγές στο κλίμα, αλλά με αρχιτεκτονικές προεξοχές, μπαλκόνια, τέντες ή που στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν άλλα κτήρια που δεν επιτρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία να έρθει σε άμεση επαφή με τους υαλοπίνακες το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας μπορούμε να τοποθετήσουμε ενεργειακό υαλοπίνακα με **υψηλό ηλιακό κέρδος** (στη θέση 2 για ζεστό κλίμα ή στη θέση 3 αν οι εναλλαγές του κλίματος τείνουν προς το ψυχρό κλίμα) επιτυγχάνοντας τις ίδιες αποδόσεις με τον υαλοπίνακα χαμηλού ηλιακού κέρδους για θερμά κλίματα ενώ παράλληλα εξασφαλίζει περισσότερη φωτεινότητα (είναι πιο διάφανο) στο εσωτερικό του κτιρίου.

Μία ακόμη παράμετρος που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας είναι ότι το καλοκαίρι η γωνία που βλέπει ο ήλιος τη γη είναι ψηλότερη σε σχέση με τη γωνία που τη βλέπει τον χειμώνα, κάνοντας σαφές ότι το καλοκαίρι δημιουργούνται μεγαλύτερα τμήματα σκιάς μπροστά στα παράθυρα μας που δεν επιτρέπουν τον ήλιο να εισέλθει μέσα από το παράθυρο ενώ το χειμώνα η χαμηλή γωνία του ηλίου του επιτρέπει να περάσει κάτω από τα στέγαστρα και να ζεστάνει το χώρο μας (εικόνα 12).



ΕΙΚΟΝΑ 12:

Η χαμηλή γωνία του ήλιου τον χειμώνα του επιτρέπει να περάσει κάτω από τα στέγαστρα και να ζεστάνει τον χώρο μας. Αντίθετα, το καλοκαίρι η γωνία του ήλιου είναι υψηλότερη, δημιουργώντας μεγαλύτερα τμήματα σκιάς μπροστά στα παράθυρα, γεγονός που δεν επιτρέπει στον ήλιο να εισέλθει στον χώρο.



Ποια είναι η σημασία του συντελεστή θερμοπερατότητας U;

Όταν συγκρίνουμε την ενεργειακή απόδοση παραθύρων ο αριθμός που μας ενδιαφέρει είναι αυτός του συντελεστή θερμοπερατότητας U. Είναι σημαντικό να καταλάβουμε την σημασία του συντελεστή θερμοπερατότητας προτού επιλέξουμε τι τύπο low-e γυαλιού θα χρησιμοποιήσουμε. Η τιμή U μετράει πόσο αποτελεσματικά διατηρείται η θερμότητα έξω από το σπίτι, το καλοκαίρι και πόσο αποτελεσματικά διατηρείται η θερμότητα μέσα στο σπίτι τον χειμώνα. Ο λόγος που μια χαμηλή τιμή U ενός γυαλιού είναι καλύτερη από μια υψηλή οφείλεται στο ότι η χαμηλότερη τιμή δηλώνει ότι το γυαλί έχει χαμηλότερο βαθμό εκπομπής θερμότητας. Στον πίνακα 2 (σελ. 22) φαίνονται οι τιμές του συντελεστή μεταφοράς θερμότητας παραθύρου (U_w) για διάφορους συνδυασμούς πλαισίων (προφίλ) και συστημάτων τζαμιών. Ο πίνακας είναι από το πρότυπο EN ISO 10077-1 και οι τιμές αναφέρονται σε παράθυρο διαστάσεων 1,23 x 1,48 που θεωρείται ως πρότυπο μέγεθος αναφοράς. Ο Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας U_w των παραθύρων (εικόνα 13) εξαρτάται από:

- Τις διαστάσεις και την αναλογία των επιφανειών (προφίλ, τζάμια κλπ).
- Τον συντελεστή μετάδοσης θερμότητας του κέντρου του συστήματος των τζαμιών (U_g)
- Τον γραμμικό συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (Ψ_g) μεταξύ του συστήματος των τζαμιών και των προφίλ από την δημιουργούμενη θερμογέφυρα λόγω κυρίως, της ύπαρξης του προφίλ που χρησιμοποιείται για την δημιουργία του διάκενου των δύο τζαμιών.
- Τον συντελεστή μετάδοσης θερμότητας των προφίλ (U_f).

Ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας των παραθύρων υπολογίζεται βάσει του τύπου:

$$U_w = (A_f \cdot U_f) + (A_g \cdot U_g) + (l_g \cdot \Psi_g) / A_f + A_g \text{ σε } W/m^2 K \quad (\text{εικ. 13})$$

όπου:

A_f : Προβαλλόμενη επιφάνεια του πλαισίου (προφίλ) σε m^2 .

U_f : Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας του πλαισίου (προφίλ) σε W/m^2K

A_g : Επιφάνεια του συστήματος τζαμιών σε m^2

U_g : Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας του κέντρου των τζαμιών σε W/m^2K

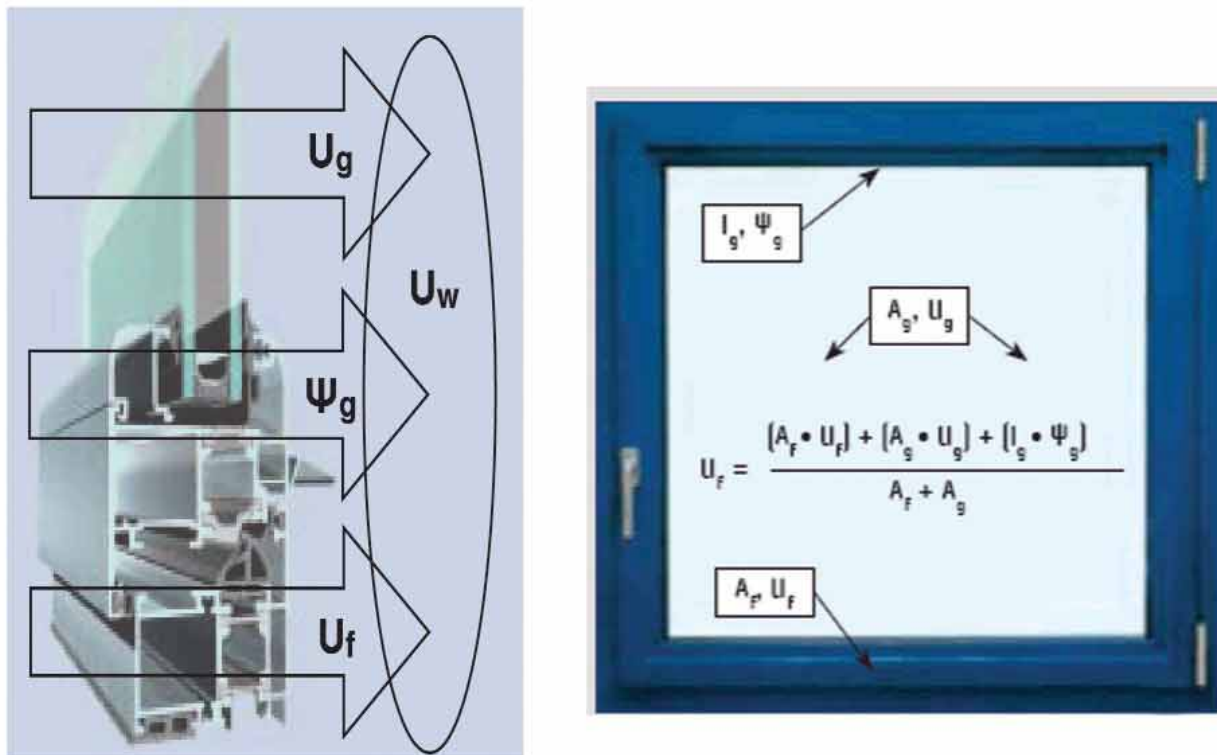
l_g : περίμετρος της επιφάνειας του συστήματος τζαμιών (το μήκος του λάστιχου στεγά-
νωσης) σε m

Ψ_g : Γραμμικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας της ζώνης τζάμι / πλαίσιο σε W/m^2K .



Οι τιμές του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας των παραθύρων αναφέρονται σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες θεωρώντας: εξωτερική θερμοκρασία 0° C και εσωτερική θερμοκρασία 20° C. Ο υπολογισμός της τιμής τού συντελεστή μετάδοσης θερμότητας των παραθύρων μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους:

1. Προσδιορισμός βάσει πινάκων σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 10077-1.
2. Προσδιορισμός με υπολογισμό σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 10077-1, σε συνδυασμό με το πρότυπο EN ISO 10077-2
3. Μέτρηση (εργαστηριακή δοκιμή) σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 12567-1.

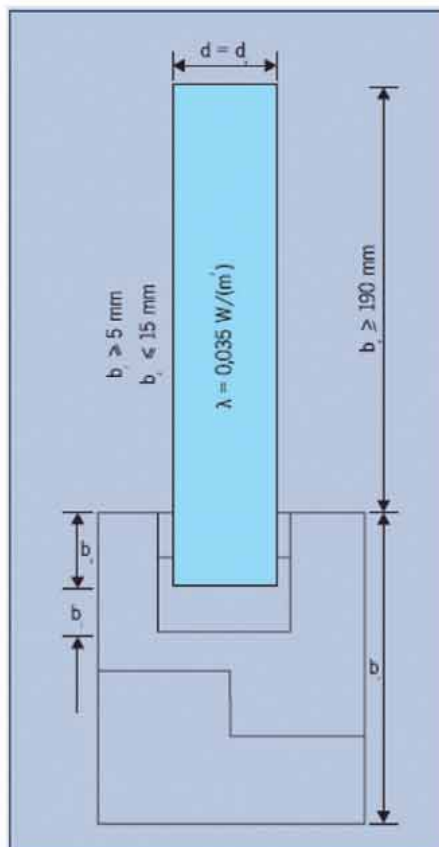


ΕΙΚΟΝΑ 13

Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας των πλαισίων (U_f)

Με τον όρο Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας των πλαισίων (U_f) εννοούμε τον συνδυασμό των προφίλ κάσα / φύλλο. Για τον υπολογισμό του, το διάκενο που προορίζεται για την τοποθέτηση του τζαμιού καλύπτεται με αδιαφανές πάνελ με θερμική αγωγιμότητα $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ και πάχους ίσο με το πάχος του συστήματος τζαμιού που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί (εικόνα 14).

Ο προσδιορισμός των συντελεστών μετάδοσης θερμότητας των πλαισίων (αλουμίνιο, PVC, ξύλο κλπ) γίνεται είτε από πίνακες, σύμφωνα με το EN ISO 10077-1 είτε με υπολογισμό σύμφωνα με το EN ISO 10077-2, είτε με μετρήσεις σύμφωνα με το EN ISO 12412-2. Βάσει των υπολογιζόμενων συντελεστών, τα πλαίσια (ως συνδυασμός κάσα / φύλλο) κατατάσσονται σε ομάδες σύμφωνα με τον πίνακα 1.



ΕΙΚΟΝΑ 14

Κατηγοριοποίηση των προφίλ βάσει του συντελεστή U_f		
Ομάδα U_f (W/m^2K)	Υπολογιζόμενες τιμές U_f (W/m^2K)	
0,8		<0,9
1,0	≥0,9	<1,1
1,2	≥1,1	<1,3
1,4	≥1,3	<1,6
1,8	≥1,6	<2,0
2,2	≥2,0	<2,4
2,6	≥2,4	<2,8
3,0	≥2,8	<3,2
3,4	≥3,2	<3,6
3,8	≥3,6	<4,0
7,0	≥4,0	

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας των τζαμιών (U_g)

Οι Συντελεστές Μετάδοσης Θερμότητας των τζαμιών είτε υπολογίζονται βάσει του EN 673 ή μετρώνται (με εργαστηριακή δοκιμή) βάσει του EN 674. Ο συντελεστής U_g εξαρτάται από τον αριθμό και το είδος των τζαμιών (με ή χωρίς επιφάνειες με ειδικές επικαλύψεις), το διάκενο μεταξύ των τζαμιών και το πληρωτικό υλικό (αέρας, αέριο κλπ). Με την εφαρμογή της οδηγίας για την θερμική απόδοση των κτιρίων άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα Ενεργειακά γυαλιά μαλακής επίστρωσης με αέριο που μπορούν να επιτυγχάνουν συντελεστή μετάδοσης θερμότητας (U_g) περίπου $1,1 W/m^2K$.

Ο συντελεστής αυτός μπορεί να μειωθεί ακόμη περισσότερο. Με την χρήση τριπλού ενεργειακού τζαμιού και τη χρήση αερίου για την πλήρωση του διακένου μπορεί να επιτευχθούν συντελεστές ως $0,6 W/m^2K$. Τέτοιου είδους συστήματα χρησιμοποιούνται σε εξαιρετικά ειδικές περιπτώσεις λόγω του υψηλού κόστους. Η χρήση τριπλών τζαμιών οδηγεί σε αύξηση του βάρους του συστήματος κατά 50%. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αφ' ενός μεν τη χρησιμοποίηση βαρύτερων και μεγαλύτερων προφίλ και εξαρτημάτων, αφ' ετέρου δε την μείωση της λειτουργικότητας του κουφώματος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να επιλέγεται το σύστημα τζαμιών που επιφέρει το άριστο ενεργειακό αποτέλεσμα σε σχέση και με το κόστος.

Γραμμικός Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας (Ψ_g)

Ο Γραμμικός Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας Ψ_g λαμβάνει υπόψη την αυξημένη θερμική αγωγιμότητα που συμβαίνει στην περιοχή μεταξύ του τζαμιού και του πλαισίου λόγω της δημιουργίας θερμογέφυρας εξαιτίας της ύπαρξης, συνήθως, του μεταλλικού πλαισίου περιμετρικής στεγάνωσης του συστήματος των τζαμιών. Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από τον τύπο του θερμομονωτικού τζαμιού (διπλό, τριπλό, δομή και υλικά της περιμετρικής στεγάνωσης) καθώς επίσης και από τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά του πλαισίου. Στο πρότυπο **EN ISO 10077-1** αναφέρονται τιμές Ψ_g για χαρακτηριστικές περιπτώσεις που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς.

Ισοσταθμισμένος Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας ($U_{w,eq}$)

Ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας των παραθύρων U_w αναφέρεται μόνο στις απώλειες θερμότητας που συμβαίνουν από τον εσωτερικό χώρο προς τον εξωτερικό, λόγω της διαφοράς της θερμοκρασίας μέσα και έξω και που σύμφωνα με τα εφαρμοζόμενα πρότυπα λαμβάνονται ως: $T_{es} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ και $T_{ex} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ο Ισοσταθμισμένος Συντελεστής Μετάδοσης Θερμότητας ισούται:

$$U_{w,eq} = U_w - S \cdot g$$

Όπου:

$U_{w,eq}$ = Ισοσταθμισμένος Συντελεστής Θερμότητας ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$).

U_w = Συντελεστής Μεταφοράς Θερμότητας ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$).

S = Συντελεστής Εισροών Ηλιακής Θερμότητας ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$).

g = Συνολικές Εισροές Ηλιακής Θερμότητας. Οι συνολικές εισροές της ηλιακής ακτινοβολίας (g) υπολογίζονται βάσει του προτύπου EN 410 και εξαρτάται από το σύστημα των τζαμιών.

Ο Συντελεστής Εισροών Ηλιακής Θερμότητας εξαρτάται από τον προσανατολισμό του παραθύρου στην πρόσοψη του κτιρίου και λαμβάνονται ως:

Προσανατολισμός ανοίγματος	S ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
Νότιος	2,4
Βόρειος	0,95
Ανατολικός / Δυτικός	1,65



Οι ισοσταθμισμένοι συντελεστές των παραθύρων με νότιο προσανατολισμό μπορεί να είναι καλύτεροι ακόμη και από αυτούς ενός καλά μονωμένου τοίχου. Οι ισοσταθμισμένοι συντελεστές των παραθύρων με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό είναι ισοδύναμοι με αυτούς ενός καλά μονωμένου τοίχου. Με την επιλογή του κατάλληλου συστήματος τζαμιών μπορεί να πετύχουμε το άριστο αποτέλεσμα προκειμένου να έχουμε τις μεγαλύτερες δυνατές εισροές ηλιακής θερμότητας τον χειμώνα, χωρίς υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας του εσωτερικού κατά το θέρους σε περίπτωση κλιματιζόμενου χώρου.

Από αυτό πρέπει να συνειδητοποιήσουμε ότι αν σε οποιοδήποτε τύπο κουφώματος αλλάξουμε τον απλό διπλό υαλοπίνακα με ενεργειακό υαλοπίνακα μαλακής επίστρωσης μειώνουμε σημαντικά την τιμή U στο σύνολο κουφώματος-υαλοπίνακα. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2 (σελ. 22), χρησιμοποιώντας κούφωμα αλουμινίου χωρίς φράγμα ροής θερμότητας (thermal break) με συντελεστή $U_f = 7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($\geq 4,0$) με διπλό ενεργειακό υαλοπίνακα μαλακής επίστρωσης επιτυγχάνουμε πολύ χαμηλές τιμές U . Πιο συγκεκριμένα σε ένα σπίτι στο οποίο έχει τοποθετηθεί απλό κούφωμα αλουμινίου με απλό διπλό υαλοπίνακα επιτυγχάνουμε τιμή U 4,2. Αν αντικαταστήσουμε μόνο τον απλό διπλό υαλοπίνακα με διπλό ενεργειακό υαλοπίνακα μαλακής επίστρωσης (του οποίου το κόστος είναι πολύ χαμηλό) μειώνουμε την τιμή U από 4,2 σε 3,2.

Θερμικές απώλειες ενός κτιρίου



ΕΙΚΟΝΑ 16

Ο λόγος που οι διαφορές στην τιμή U είναι τόσο μεγάλες οφείλεται στο γεγονός ότι ο υαλοπίνακας αποτελεί περίπου το 80% της συνολικής επιφάνειας του παραθύρου (κούφωμα - υαλοπίνακας) και αντιστοιχεί σε λιγότερο από το 15% του συνολικού κόστους ενώ το κούφωμα αποτελεί περίπου το 20% της συνολικής επιφάνειας του παραθύρου και αντιστοιχεί σε παραπάνω από το 80% του συνολικού κόστους. Αν αναλύσουμε τις ευθύνες των δομικών στοιχείων στη θερμοδιαροή σε ένα μέσο σπίτι βλέπουμε ότι (εικόνα 16):

- το 20% της θερμικής απώλειας οφείλεται στη σκεπή
- το 25% της θερμικής απώλειας οφείλεται στους τοίχους
- το 20 % της θερμικής απώλειας οφείλεται στο δάπεδο
- το 35% της θερμικής απώλειας οφείλεται στα παράθυρα.

Αθροίζοντας όλα τα παραπάνω, και λαμβάνοντας υπόψη ότι σε πολυκατοικίες οι απώλειες από σκεπή και πατώματα μειώνονται, εύκολα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο ευκολότερος οικονομικότερος αλλά και αποδοτικότερος τρόπος μείωσης των απωλειών θερμότητας και συνεπώς εξοικονόμησης χρήματος για ψύξη και θέρμανση επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ενεργειακών υαλοπινάκων μαλακής επίστρωσης. Ας δούμε ένα παράδειγμα:

Κτίριο με επιφάνεια γυαλιού 30 m²

Μέση διαφορά θερμοκρασίας 20°C (εσωτερική με εξωτερική θερμοκρασία)

Διπλή Υάλωση 4-16-4 με U=2.8w/m²°C (κοινός διπλός υαλοπίνακας)

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ = U x m² x ΔΘ

2,8 x 30 x 20 = 1680 watts/hour

Δηλαδή στη διάρκεια του χρόνου η κατανάλωσή μας θα είναι

1680 x 24 ώρες x 365 μέρες = 14.710 kwatts x 0.10 euro = **1.471 ευρώ** τον χρόνο

Διπλή Υάλωση 4-16Argon-LowE με U=1.1w/m²°C (υαλοπίνακας μαλακής επίστρωσης)

1,1 x 30 x 20 = 660 watts/hour

Δηλαδή στη διάρκεια του χρόνου η κατανάλωσή μας θα είναι

660 x 24 ώρες x 365 μέρες = 5.781 kwatts x 0.10 euro = **578,10 ευρώ** τον χρόνο

Το συμπέρασμα λοιπόν είναι ότι με τη χρήση του ενεργειακού υαλοπίνακα θα κερδίζουμε κάθε χρόνο 892,90 ευρώ

Μειώστε την
κατανάλωση
ενέργειας και
γλιτώστε
χρήματα

Αντικαταστήστε τους απλούς υαλοπίνακες με ενεργειακούς υαλοπίνακες μαλακής επίστρωσης.



Συνολικά οφέλη του ενεργειακού γυαλιού

Τα συνολικά οφέλη του ενεργειακού γυαλιού μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. αποδοτικότερη θερμομόνωση τον χειμώνα,
2. ευκολότερη ψύξη το καλοκαίρι,
3. μείωση του ετήσιου κόστους θέρμανσης και ψύξης έως και 35%,
4. ουσιαστική συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος,
5. μείωση έως και 70% της εισερχόμενης υπεριώδους ακτινοβολίας που φθείρει χαλιά, κουρτίνες, έπιπλα κ.α.,
6. ελάχιστη διαφορά κόστους από το διπλό γυαλί,
7. όμοια όψη με το απλό γυαλί.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας των παραθύρων U_w σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο EN ISO 10077-1

Τύπος υαλοστασίου	U_g $W/(m^2K)$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	U_f για $W/(m^2K)$ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ (ΠΡΟΦΙΛ)										
		<0,9	≥0,9	≥1,1	≥1,3	≥1,6	≥2,0	≥2,4	≥2,8	≥3,2	≥3,6	≥4,0
			<1,1	<1,3	<1,6	<2,0	<2,4	<2,8	<3,2	<3,6	<4,0	
Μονός Υαλοπίνακας	5.7	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
	3.3	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3.2	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,3
	3.1	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3
4-12-4	3.0	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2
	2.9	2,4	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,1
4-16-4	2.8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	4,1
	2.7	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2.6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	4,0
	2.5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,9
	2.4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,8
	2.3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,8
	2.2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,7
	2.1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	3,6
	2.0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6
4-12-σκληρή επίστρωση	1.9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1.8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4
4-16-σκληρή επίστρωση	1.7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3
4-12Ar-σκληρή επίστρωση	1.6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3
4-12-μαλακή επίστρωση	1.5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1.4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1
4-12Ar-μαλακή επίστρωση	1.3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1.2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0
4-16Ar-μαλακή επίστρωση	1.1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	1.0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9

U_w
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ