

### ***Εισαγωγή***

Τα υαλοστάσια ανάλογα με την ευελιξία τους σε προσαρμοστικότητα των οπτικών ιδιοτήτων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Σταθερών οπτικών ιδιοτήτων.
2. Μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων με χειροκίνητο ή φυσικό τρόπο.
3. Μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και θερμοκρασιακές μεταβολές.

### ***1. Υαλοστάσια σταθερών οπτικών ιδιοτήτων***

Τα υαλοστάσια σταθερών οπτικών ιδιοτήτων είναι άκαμπτα στις εποχιακές και θερμοκρασιακές μεταβολές. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές των δεικτών ανακλαστικότητας και διαπερατότητας είναι συγκεκριμένες και συνεπώς δεν μπορεί να ελεγχθεί το ηλιακό όφελος ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα χαμηλής εκπομπής θερμικής ενέργειας στοιχεία, τα διαφανή μονωτικά υλικά, τα υαλοστάσια κενού αέρος και τα ολογραφικά οπτικά συστήματα.

#### ***1.1 Χαμηλής εκπομπής υαλοστάσια για θερμική μόνωση***

Στην κατηγορία των χαμηλής εκπομπής υαλοστάσια περιλαμβάνονται τα επικαλύμματα (ή αλλιώς μεμβράνες ή φιλμ) καθώς και τα διπλά ή τριπλά υαλοστάσια που περιέχουν ευγενές αέριο. Τα χαμηλής εκπομπής υαλοστάσια δεν αφήνουν τη θερμότητα να περάσει μέσα από τη μάζα τους και την αντανακλούν πίσω. Με αυτόν τον τρόπο τον χειμώνα η θερμότητα των κτιρίων διατηρείται, ενώ το καλοκαίρι η έντονη θερμική ενέργεια δεν εισέρχεται στον χώρο.

##### ***1.1.1 Χαμηλής εκπομπής μεμβράνες***

Τα χαμηλής εκπομπής επικαλύμματα είναι πολυστρωματικά και πολυχρωματικά στοιχεία και το κάθε ένα από αυτά χαρακτηρίζεται από κάποιους συντελεστές, οι οποίοι καθορίζουν και την χρήση του. Η σπουδαιότητά τους συνίσταται επίσης και σε έναν άλλο λόγο. Αποτελούν συστατικά στοιχεία σχεδόν όλων των άλλων συστημάτων προκειμένου να βελτιώσουν στο μεγαλύτερο βαθμό τις αποδόσεις τους.

Οι μεμβράνες ανάλογα με τον συντελεστή εκπομπής διακρίνονται σε χαμηλής εκπομπής, μέσης και μικρής. Μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να φιλτράρουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία επιτρέποντας από το ηλιακό φάσμα μόνο τα μήκη κύματος τα οποία αντιστοιχούν στο ορατό φως να τις διαπερνούν. Είναι δηλαδή στοιχεία τα οποία είναι επιλεκτικά διαπερατά ανάλογα με το μήκος κύματος. Μ' αυτόν τον τρόπο μειώνεται η έντονη φωτεινότητα (λαμπρότητα), αποφεύγεται η έλλειψη οπτικής άνεσης, ενώ ταυτόχρονα ρυθμίζεται δυναμικά το ηλιακό όφελος δηλαδή οδηγούμαστε σε μείωση θερμικών και ψυκτικών απαιτήσεων.

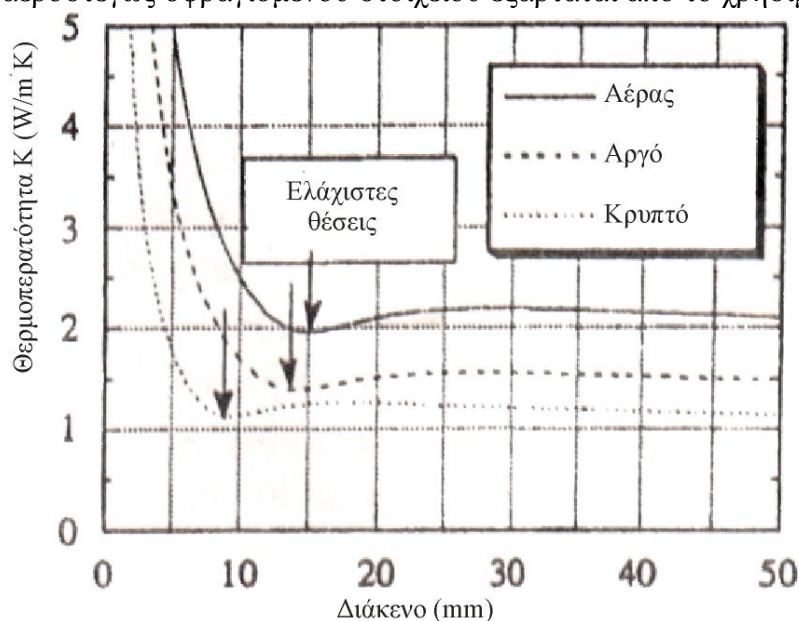
Τοποθετούνται στην επιφάνεια που παραμένει θερμότερη κατά το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου έτσι ώστε να είναι σε θέση να αποδώσει τα βέλτιστα. Η επιλογή

τους εμπεριέχει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία πέραν των ήδη αναφερθέντων θερμικών και φωτιστικών ωφελειών είναι και τα εξής:

- Τοποθέτηση σε υφιστάμενα τζάμια
- Μηδαμινό κόστος συντήρησης
- Δυνατότητα επιλογής κατάλληλου τύπου για κάθε χρήση
- Αύξηση αντοχής τζαμιού

### 1.1.2 Υαλοστάσια χαμηλής εκπομπής παρουσία ευγενούς αερίου

Η θερμική αγωγιμότητα και κατά συνέπεια ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $K$ , ενός διπλού ή τριπλού υαλοστασίου μπορεί να μειωθεί εάν ο περιεχόμενος αέρας αντικατασταθεί από ένα αδρανές ευγενές αέριο. Το πιο διαδεδομένο αέριο είναι το αργό, ενώ μεγαλύτερη μείωση του  $K$ , αλλά με πιο αυξημένο κόστος κατασκευής, εξασφαλίζει η χρήση του κρυπτού και του ξένου. Η βέλτιστη απόσταση μεταξύ των υαλοστασίων του αεροστεγώς σφραγισμένου στοιχείου εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο αέριο.



Εξάρτηση της θερμοπερατότητας από το είδος του περιεχόμενου αερίου και από το εύρος του διάκενου

Μια συνήθης περίπτωση είναι ο συνδυασμός εφαρμογής ανακλαστικής μεμβράνης σε υαλοστάσιο που περιέχει αέριο μεταξύ των υαλοπινάκων. Τα υαλοστάσια αυτά είναι υψηλής ποιότητας, αλλά είναι πιθανό να υπάρξουν πολλές ατέλειες όπως για παράδειγμα οπές και λεπτές γρατσουνιές. Τα μονωτικά υαλοστάσια πέραν της θερμικής μόνωσης παρέχουν και επιπρόσθετα πλεονεκτήματα όπως είναι η ηχομονωτική τους δράση και η ασφάλεια σε περίπτωση θραύσης.

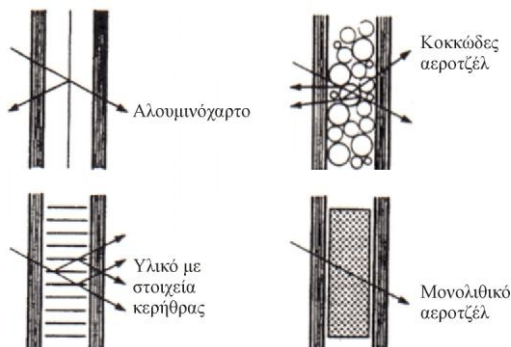
Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα κυριότερα πλεονεκτήματα των υαλοστασίων χαμηλής εκπομπής για εξοικονόμηση ενέργειας.

- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Βελτίωση των συνθηκών άνεσης
- Μείωση της δαπανηρής συντήρησης με την ελαχιστοποίηση της καταστρεπτικής συμπίκνωσης των υδρατμών.
- Εξασφάλιση υψηλής διαπερατότητας στο φυσικό φως.
- Τοποθέτηση και σε υφιστάμενα τζάμια
- Διαθέσιμα κάποια από αυτά σε σκληρυμένη μορφή για προστασία από θραύση
- Ηχομονωτικές ιδιότητες.

## 1.2 Διαφανή μονωτικά υλικά (ΔΜΥ) (TIM-transparent insulation materials)

Τα διαφανή μονωτικά υλικά είναι γεωμετρικές διατάξεις τριχοειδών σωλήνων, επίπεδων λεπτών φύλλων ή και στοιχείων σχήματος κερήθρας, τα οποία δημιουργούν κελιά επιθυμητών διαστάσεων. Σ' αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται και τα υαλοστάσια με μορφή προφίλ που θα αναπτυχθούν παρακάτω. Επίσης μακροσκοπικά ανήκουν στην κατηγορία αυτή και τα αεροτζέλ τα οποία όμως αναπτύσσονται παρακάτω λόγω του ότι παρουσιάζουν μεταβλητές οπτικές ιδιότητες. Υλικά κατασκευής τους είναι τα πολυκαρβονικά πολυμερή και το γυαλί.

Τα παρακάτω ισχύουν για όλα τα είδη ΔΜΥ εκτός των υαλοστασίων με μορφή προφίλ



Διάφοροι τύποι διαφανών μονωτικών υλικών

### Γενικές εφαρμογές Διαφανών Μονωτικών Υλικών

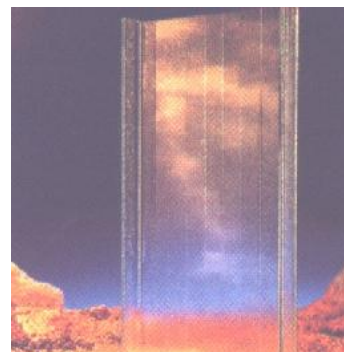
Τα υλικά αυτά έχουν την ιδιότητα να διαθλούν το ορατό φως με ταυτόχρονη διάχυση των ακτινών του, οπότε δεν είναι δυνατή η εφαρμογή τους στην περίπτωση που απαιτείται οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Αντιθέτως τυγχάνουν ευρείας εφαρμογής σε τοίχους θερμικής συσσώρευσης, σε ανοίγματα οροφής καθώς και σε προστεγάσματα -οριζόντια ή υπό κλίση - αποτροπής του ήλιου.

Μείζον μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι για να επιτευχθούν τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας της τάξεως των  $K=1,0-1,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  απαιτείται πάχος υλικού 50-100mm, εκτός των ΔΜΥ με στοιχεία προφίλ. Ένα επιπρόσθετο πρόβλημα των κατασκευών από γυαλί αυτού του τύπου αποτελεί η εξασφάλιση ενός λειτουργικού και κλεισμένου αεροστεγούς περιμετρικά άκρου απαραίτητο στα στοιχεία που κατασκευάζονται υπό διαφορετικές από τις συνήθεις συνθήκες πίεσης.

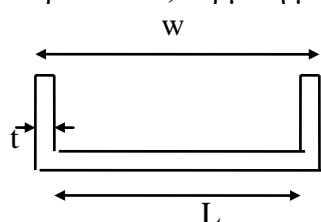
Η συμπεριφορά του υλικού διαφοροποιείται ανάλογα με την εποχή του χρόνου. Έτσι οι τιμές διαφοροποιούνται έως και 20% από χειμώνα (υψηλότερες) σε καλοκαίρι (χαμηλότερες) και κατά κάποιο τρόπο θα μπορούσαν να θεωρηθούν και ως μεταβλητής διαπερατότητας υαλοστάσια.

### Υαλοστάσια με στοιχεία προφίλ

Τα υαλοστάσια με στοιχεία προφίλ ήδη χρησιμοποιούνται ευρέως σε σύγχρονης αρχιτεκτονικής κατασκευές όπως δημόσια κτίρια, μουσεία, θέατρα, γκαλερί και σχολεία. Το γεγονός ότι τα στοιχεία δεν συνενώνονται πάντα με μεταλλικές μπάρες οδηγεί σε σχεδιαστική ελευθερία που έχει εκτιμηθεί δεόντως από αρχιτέκτονες, κατασκευαστές κτιρίων και ιδιοκτήτες. Αυτά τα καινοτομικά συστήματα προτείνονται για όψεις οι οποίες είναι σχεδιασμένες για μεγάλες απαιτήσεις μόνωσης και φυσικού φωτισμού. Αυτή η



ευελιξία που προσδίδουν κατά το σχεδιασμό των κτιρίων παρέχει πέρα από την δυνατότητα ευρείας αρχιτεκτονικής έκφρασης και κάλυψη των απαιτήσεων για ηλιοπροστασία, θερμική μόνωση, ηχομόνωση και σεβασμό στο περιβάλλον.



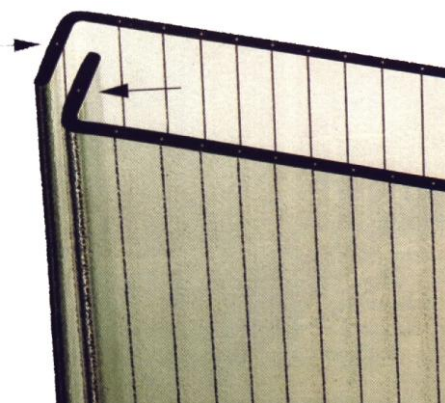
Τα προφίλ έχουν συνήθως την διπλανή απλή μορφή (σε τομή). Τα μεγέθη  $w, t, L$  ποικίλουν ανάλογα με τις απαιτήσεις.

### **Καινοτομίες των συστημάτων αυτών - Πλεονεκτήματα**

\* Τα συστήματα δεν επιβαρύνονται από το επιπρόσθετο κόστος του αλουμινένιου πλαισίου.

Για την παραγωγή αυτών των προϊόντων εκτός από τις φυσικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι δυνατό να γίνει χρήση και ανακυκλωμένου γυαλιού.

\* Ως σύστημα διπλού υαλοστασίου η θερμική προστασία είναι πολύ μεγάλη.



### **1.3 Υαλοστάσια κενού αέρος**

#### **Περιγραφή στοιχείου**

Η εξάλειψη του φαινομένου της μετάδοσης της θερμότητας με αγωγιμότητα και μεταφορά λόγω του περιεχόμενου μεταξύ των υαλοπινάκων αέρα, μπορεί να οδηγήσει σε παράθυρα με υψηλή θερμική μόνωση και καλές οπτικές ιδιότητες. Στα στοιχεία αυτού του τύπου γίνεται ταυτόχρονη χρήση διαφανών επικαλυμμάτων χαμηλής εκπομπής στην εσωτερική επιφάνεια του ενός ή και των δύο γυάλινων φύλλων.

Η παραγωγική διαδικασία είναι αρκετά δύσκολη στα στοιχεία αυτού του είδους. Η δυσκολία αυτή συνίσταται στην εξασφάλιση ενός άνευ ρωγμών στερεωμένου χείλους, στην επίτευξη υψηλού επιπέδου εκκένωσης μεταξύ των φύλλων ύαλου προς αύξηση του χρόνου ζωής και τέλος στην άριστη αντίστασή τους στις δυσμενείς ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Μέχρι σήμερα έχει επιτευχθεί κατασκευή υαλοστασίου κενού αέρος διαστάσεων  $1,0 \times 1,0 \text{m}^2$ , στο Πανεπιστήμιο του Σίδνεϋ της Αυστραλίας και αποτελεί υπόδειγμα εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας.

### **1.4 Ολογραφικά οπτικά συστήματα**

Τα ολογραφικά οπτικά στοιχεία (Ο.Ο.Σ. ή ολογράμματα) αλλάζουν τη διεύθυνση του φωτός με διάθλαση. Χρησιμοποιούνται τόσο ως διατάξεις ηλιοπροστασίας, όσο και για την αύξηση της φωτεινότητας σε σκοτεινούς χώρους. Κατασκευάζονται με μεθόδους παρόμοιες με τις χρησιμοποιούμενες στη φωτογραφία και προσδίδονται σ' αυτά οι επιθυμητές οπτικές ιδιότητες με τη χρήση ακτίνων λέιζερ.

Η λειτουργία των στοιχείων βασίζεται στο ότι το υαλοστάσιο καλύπτεται από διάφανο περίβλημα στο οποίο, εξαιτίας της ολογραφικής τεχνικής με την οποία κατασκευάζονται το διερχόμενο φως διαθλάται. Το παράθυρο στη συνέχεια εκτρέπει την διαχεόμενη ή τη μεταφερόμενη ηλιακή ακτινοβολία υπό καθορισμένη γωνία εκτροπής, που καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά του ολογράμματος, προς το εσωτερικό του κτιρίου. Παρόμοιες διατάξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάκλαση και απομάκρυνση ηλιακού φωτός που προσπίπτει στο παράθυρο υπό καθορισμένη γωνία.

Ο τρόπος με τον οποίο πρόκειται να γίνει η διάθλαση καθορίζεται πριν την κατασκευή του ολογραφικού στοιχείου. Μόνο όταν και το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτός και η γωνία πρόσπτωσης ικανοποιούν μια συγκεκριμένη μαθηματική σχέση το φως αναφάνεται από το στοιχείο υπό μια συγκεκριμένη γωνία εξόδου. Μπορούμε να επιτύχουμε ικανότητα διάθλασης 90%, που σημαίνει ότι το 90% του φωτός που προσπίπτει διαθλάται προς καθορισμένη κατεύθυνση. Η ιδιότητα αυτή προσδίδεται στο υλικό με μια διαχωριστική δέσμη ακτίνων λέιζερ που ουσιαστικά δημιουργεί την επιθυμητή παρεμβολή πάνω στο υλικό καταγραφής.

### **Πλεονεκτήματα**

- η λειτουργία των στοιχείων αυτών είναι ουσιαστικά ανεξάρτητη από τη γεωμετρία του υποστρώματος-υαλοστασίου.
- πολλά διαφορετικά ολογράμματα μπορούν να καταγραφούν σε μία στρώση και συγκεκριμένα στις διχρωματικές ζελατίνες μπορούν να καταγραφούν πάνω από τέσσερις διαφορετικές μορφές στην ίδια στρώση.

### **Υλικό καταγραφής των Ο.Ο.Σ.**

Το ιδανικό υλικό για τη χρήση αυτή πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες:

- φασματική ευαισθησία συγγενική στο μήκος κύματος του διαθέσιμου λέιζερ
- γραμμικά χαρακτηριστικά μεταφοράς φωτός
- υψηλή ικανότητα ανάλυσης και τέλος
- χαμηλή ανάμειξη

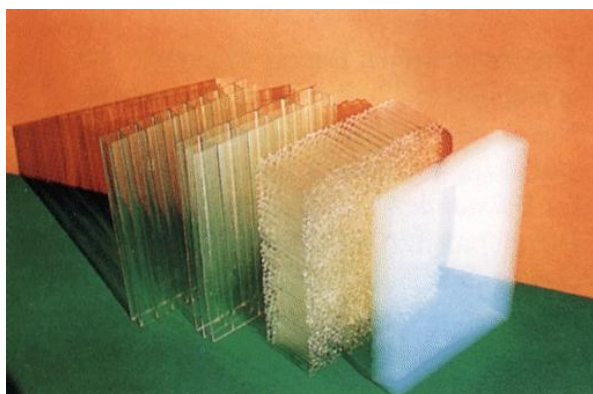
## ***2 Υαλοστάσια μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων με χειροκίνητο ή φυσικό τρόπο***

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα υαλοστάσια τα οποία είτε εξαιτίας της δομής τους, είτε εξαιτίας της κατασκευαστικής τους διαμόρφωσης δεν εμφανίζουν σταθερές οπτικές ιδιότητες. Για παράδειγμα μεταβάλλουν το ποσοστό της διαπεράσεως της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με τη γωνία πρόσπτωσης (φυσικός τρόπος).

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα αεροτζέλ, οι μεμβράνες μεταβλητής διαπερατότητας ανάλογα με την προσπίπτουσα ακτινοβολία, τα υαλοστάσια με ενσωματωμένα παραθυρόφυλλα. Τέλος ανήκουν τα πρισματικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση του φωτός σε αντίθεση με όλα τα προηγούμενα που χρησιμοποιούνται περισσότερο για έλεγχο του ηλιακού κέρδους

### **2.1 Αεροτζέλ**

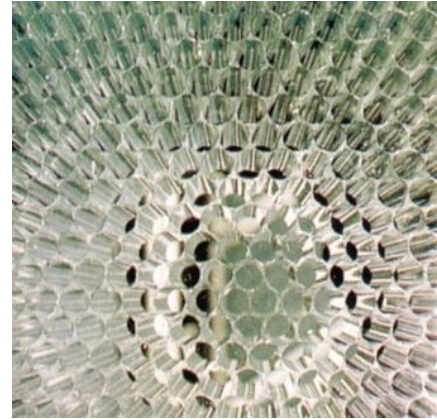
Τα αεροτζέλ είναι υλικά που συνήθως τοποθετούνται στο εσωτερικό διαφόρων τύπων διπλών υαλοστασίων, προκειμένου να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους. Διακρίνουμε δύο κατηγορίες αεροτζέλ, τα μονολιθικά και τα κοκκώδη. Τα μονολιθικά είναι συμπαγή στοιχεία, ενώ τα κοκκώδη έχουν μορφή σφαιρών και γεμίζουν το κενό μεταξύ ενός διπλού υαλοστασίου. Τα αεροτζέλ είναι αφροί πυριτίου ή άλλων χημικών ενώσεων με μικροπόρους, των οποίων το μέγεθος είναι περίπου 10nm.



### 2.1.1 Μονολιθικά αεροτζέλ

Οι μονολιθικές αυτές στρώσεις εγκλωβίζονται μεταξύ δύο φύλλων ύαλου και πραγματοποιείται αφαίρεση του αέρα μερικώς μειώνοντας έτσι τον συντελεστή θερμοπερατότητας ουσιαστικά. Με αυτόν τον τρόπο κατασκευάζονται παράθυρα υψηλών προδιαγραφών σε θερμική άνεση.

Τα μονολιθικά αεροτζέλ σπάζουν εύκολα και έχουν μειωμένη αντίσταση στο νερό. Είναι δύσκολο να κατασκευαστούν στοιχεία με διαστάσεις μεγαλύτερες των 60x60x2 cm<sup>3</sup> και γι' αυτό τον λόγο δεν είναι και διαθέσιμα στο εμπόριο.



Ένα από τα προβλήματα αυτών των παραθύρων αποτελεί το γεγονός βλάπτεται η οπτική εμφάνιση των αεροτζέλ εμφανίζοντας μπλε χρώμα κατά την διαπέραση των ακτινών του φωτός από το υλικό, ενώ κίτρινο χρώμα κατά την αντανάκλαση αυτών. Αυτό το φαινόμενο είναι ανεπιθύμητο σε εφαρμογές όπως τα κοινά παράθυρα από τα οποία απαιτείται οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Ένα επιπρόσθετο πρόβλημα των κατασκευών από γυαλί αυτού του τύπου αποτελεί η εξασφάλιση ενός λειτουργικού και αεροστεγώς κλεισμένου περιμετρικά άκρου, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη απόδοση του συστήματος.

### 2.1.1 Κοκκώδη αεροτζέλ

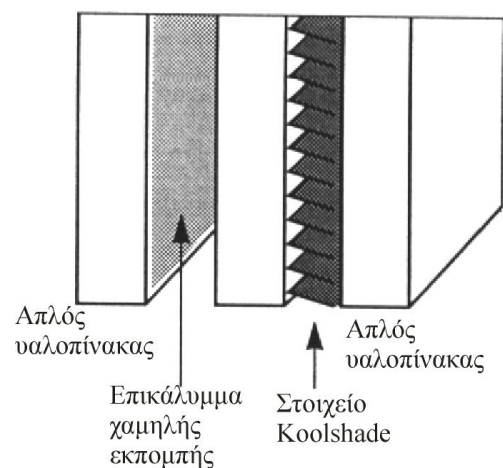
Τα κοκκώδη αεροτζέλ γεμίζουν το κεντρικό κενό ενός διπλού τζαμιού και το παράθυρο είναι διάφανο. Στοιχείο κοκκώδους αεροτζέλ φαίνεται στο σχήμα 1.13. Η απόδοση του στοιχείου εξαρτάται από το μέγεθος των πόρων καθώς και από το συνολικό πάχος του παραθύρου.

## 2.2 Μεμβράνες διαπερατές ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης.

Πρόκειται για μεμβράνες (φιλμ) όμοια με τα όσα προαναφερθέντα στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα επικαλύμματα αυτού του είδους δοκιμάζονται εργαστηριακά και εμφανίζουν ανισότροπες οπτικές ιδιότητες και η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά ευκολότερα όταν προσπίπτει σε διευθύνσεις κατά μήκος των αξόνων των διακλαδώσεων. Στόχος αυτής της τεχνολογίας είναι να αποτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει υπό υψηλές γωνίες, π.χ. το καλοκαίρι και να επιτρέπει καλή ορατότητα κατά την πρόσπτωση στις χαμηλότερες γωνίες. Η εναπόθεση ενός τέτοιου επικαλύμματος σε ένα δεύτερο χαμηλής εκπομπής, βελτιώνει σημαντικά την ετήσια θερμική απόδοση σε εφαρμογές που αποσκοπούν σε αποτροπή της θέρμανσης, μια και το στρώμα χαμηλής εκπομπής μειώνει το υπέρυθρο κέρδος.

### 2.3 Υαλοπίνακες με συγχωνευμένα παραθυρόφυλλα

Μια επιπλέον προσέγγιση στην ρύθμιση του ηλιακού κέρδους είναι η χρήση υαλοπινάκων με συγχωνευμένα παραθυρόφυλλα που χαρακτηρίζονται από υψηλή θερμική αντίσταση, δηλ. χαμηλή τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας K. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ακλόνητα ή κινητά ως προς την επιλογή της



γωνίας μεταλλικά στοιχεία-παραθυρόφυλλα. Αυτά μπορεί να τοποθετηθούν και μεταξύ υαλοπινάκων που φέρουν επικαλύμματα χαμηλής εκπομπής. Στο τρέχον κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με τα ακλόνητα παραθυρόφυλλα, δηλαδή με εκείνα που η γωνία των ελασμάτων από τα οποία αποτελούνται παραμένει σταθερή και οι ιδιότητές τους μεταβάλλονται με φυσικό τρόπο.

Υαλοστάσια αυτού του είδους από το εξωτερικό προς το εσωτερικό περιβάλλον τα στοιχεία αυτά φέρουν τις εξής στρώσεις: ένα διαφανές υαλοστάσιο με χαμηλής εκπομπής επικάλυμμα και ένα διπλό υαλοστάσιο που φέρει στο εσωτερικό του το στοιχείο-παραθυρόφυλλο.

Το στοιχείο αυτό αποτελείται από σειρά κεκλιμένων με προκαθορισμένη κλίση μεταλλικών στοιχείων. Πρόκειται για μινιατούρα συστήματος με γρίλιες, οι οποίες ενώνονται με τη βοήθεια σύρματος από χαλκό σε σχήμα συνεχών θηλιών.

Τα συστήματα αυτά μεταβάλουν τις οπτικές ιδιότητές τους ανάλογα με την προσπίπτουσα γωνία. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 1.29 όπου 100% σκιασμός παρέχεται για γωνία πρόσπτωσης μεγαλύτερη των  $27^\circ$ . Όταν δηλαδή ο ήλιος είναι χαμηλά η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη, πράγμα που επιθυμούμε το χειμώνα. Αντιθέτως, όταν ο ήλιος είναι ψηλά η εισερχόμενη ακτινοβολία είναι κατά πολύ μικρότερη, λειτουργία που επιθυμούμε τους θερμούς μήνες.

Πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι τα παρακάτω:

- \* Έχει ηχομονωτικές ιδιότητες
- \* Μειώνει το κόστος συντήρησης και καθαρισμού
- \* Διατηρεί αναλλοίωτη τη θέα
- \* Διατηρεί τη ροή του αέρα
- \* Παρέχει προστασία από τα καιρικά φαινόμενα
- \* Παρέχει ασφάλεια

Το **μοναδικό μειονέκτημα** του συστήματος έχει να κάνει μόνο με το κεφάλαιο αισθητική μια και επηρεάζει δραματικά τις όψεις.

## 2.4 Πρισματικά συστήματα

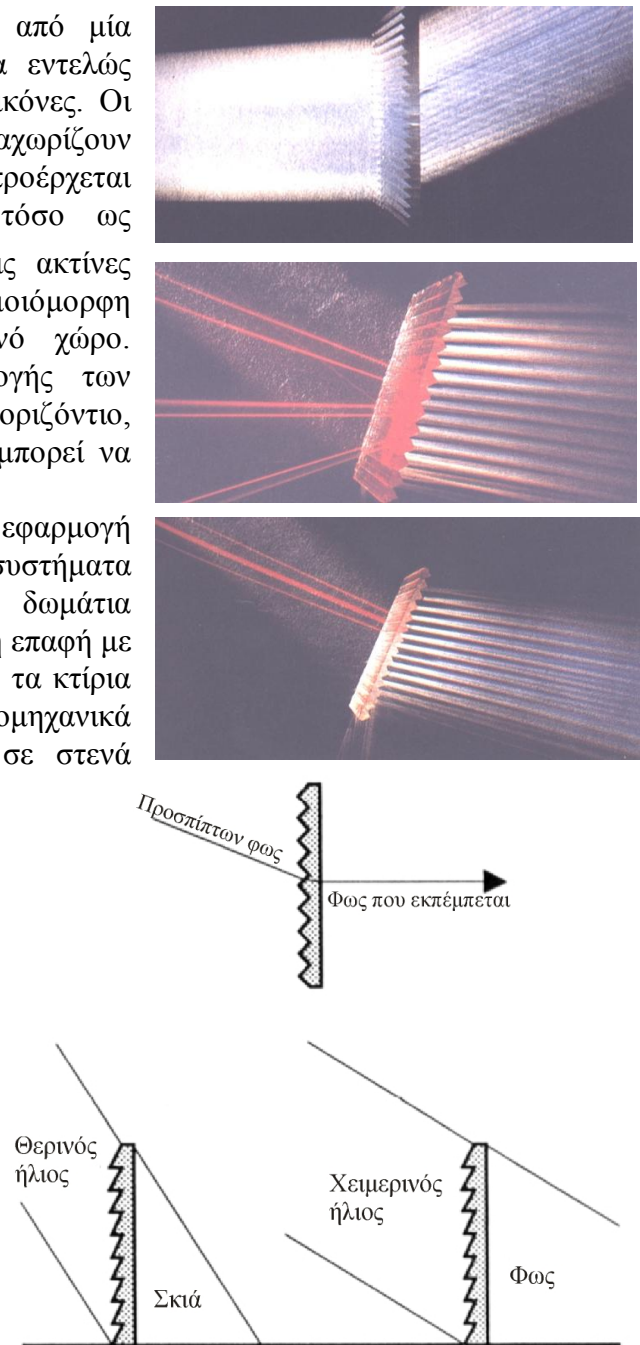
Το πρισματικό γυαλί χαρακτηρίζεται από μία επιφάνεια με εσοχές- προεξοχές και μία εντελώς επίπεδη, όπως φαίνεται στις παραπάνω εικόνες. Οι διατάξεις αυτές, διαχέουν το φως διαχωρίζουν δηλαδή το φως του ήλιου και το φως που προέρχεται από τον ουρανό. Χρησιμοποιούνται τόσο ως διατάξεις ηλιοπροστασίας εκτρέποντας τις ακτίνες του ήλιου μακριά, όσο και για την ομοιόμορφη κατανομή του φωτός σ' ένα σκοτεινό χώρο. Υπάρχουν άπειρες δυνατότητες εφαρμογής των συστημάτων που θα περιγραφούν, τόσο σε οριζόντιο, όσο και σε κατακόρυφο επίπεδο. Τέλος μπορεί να είναι ακλόνητα, αλλά και κινητά.

Τα πρισματικά συστήματα είχαν ευρεία εφαρμογή στο Βερολίνο, στις αρχές του αιώνα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως σε δωμάτια 'κρυμμένα' που δεν είναι δηλαδή σε άμεση επαφή με το φως και γενικότερα σε όλων των ειδών τα κτίρια όπως για παράδειγμα νοσοκομεία, βιομηχανικά κτίρια, υπόγεια, θερμοκήπια μέχρι και σε στενά δρομάκια.

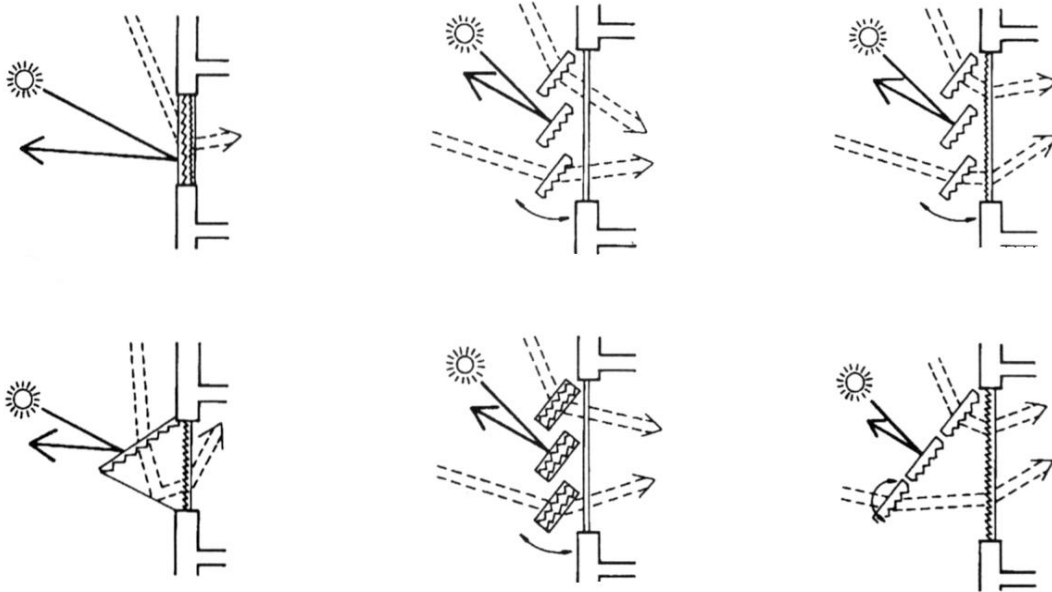
## 3. Λειτουργία

Στην περίπτωση που η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγάλη, κατά τους θερινούς μήνες δηλαδή που ο ήλιος είναι ψηλά, η φωτεινή δέσμη προσπίπτει στην κεκλιμένη επιφάνεια του πρίσματος, ανακλάται στην απέναντι και στη συνέχεια καταλήγει προς τα έξω λειτουργώντας έτσι ως διάταξη ηλιοπροστασίας.

Σχήμα 1.33: Βασική λειτουργία πρισματικών στοιχείων/4/



Αντίθετα, όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρή, κατά τους χειμερινούς μήνες, το φως διαθλάται προς το εσωτερικό παρέχοντας επαρκή



Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, τα πρισματικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ολόσωμες κατασκευές, ως επιμέρους κεκλιμένα στοιχεία ή ακόμα και σε συνδυασμό με επιπρόσθετα πρισματικά στοιχεία.

Το γυαλί που χρησιμοποιείται είναι χαμηλής ποιότητας και φτηνό, παρόλα αυτά όμως το αποτέλεσμα εμφανίζει καλές οπτικές ιδιότητες. Συχνά τοποθετούνται δύο στρώσεις, με την πρισματική επιφάνεια προς την εσωτερική πλευρά για προστασία από τη σκόνη, ενώ δεν είναι και λίγες οι φορές που τοποθετείται διπλό υαλοστάσιο για επικάλυψη.

### **Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα εφαρμογής**

Τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν **πλεονεκτήματα** που σχετίζονται με την αισθητική, το φωτισμό και τη λειτουργικότητα.

- Τα πρισματικά στοιχεία είναι *ημιδιαφανή*, οπότε δεν παρέχουν καλή οπτική αντίληψη του εσωτερικού χώρου, παρόλα αυτά δεν επηρεάζουν την αισθητική του παραθύρου από τον εσωτερικό χώρο προς τα έξω.
- Η ανεπιθύμητη *λάμψη* (θάμβωση) που προέρχεται από τον ουρανό μειώνεται αισθητά σε σχέση με τα συμβατικά παράθυρα. Συνήθως, τα συστήματα αυτά καλύπτονται από γυαλί και από τις δύο πλευρές συνεπώς δεν χρειάζονται *καθάρισμα*.

Εξίσου όμως σημαντικά είναι και τα **μειονεκτήματα** που προκύπτουν από την εφαρμογή τους τόσο από κατασκευαστική άποψη, όσο και από άποψη κόστους και συμπεριφοράς.

- Τα σταθερά πρισματικά συστήματα συντελούν στο να φαίνεται η όψη του κτιρίου αρκετά *‘απόμακρη’* και *‘απομονωμένη’*.
- Άλλο μειονέκτημα των σταθερών πρισματικών συστημάτων είναι το ότι δεν παρέχουν πλήρη *ηλιοπροστασία*, αφού η θέση του ήλιου αλλάζει κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- *Κατασκευαστικά προβλήματα* μπορούν να παρουσιαστούν κατά την εγκατάστασή τους σχετικά με το κενό ανάμεσα στις στρώσεις.

- Το κόστος είναι μεγαλύτερο σε σχέση με εκείνο των συμβατικών συστημάτων, μπορεί όμως να αντισταθμιστεί από την εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο .
- Τα πρισματικά συστήματα μπορούν να προκαλέσουν *ανάλυση των χρωμάτων* του αναμεταδιδόμενου φωτός. Το γεγονός αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψιν σε ειδικές περιπτώσεις όπως είναι οι αίθουσες τέχνης.

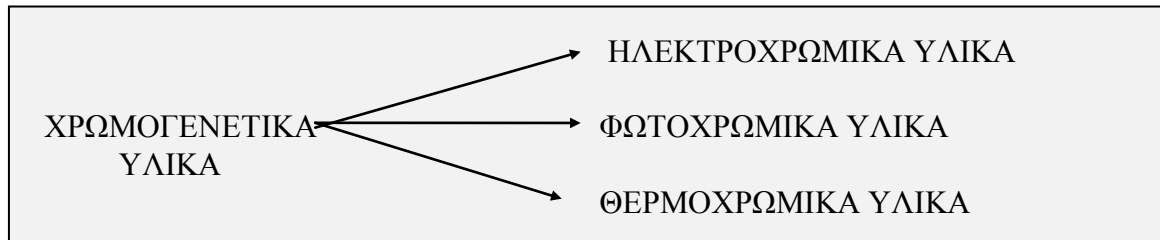
### 3. Υαλοπίνακες μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και θερμοκρασιακές μεταβολές

Τα υαλοστάσια μεταβλητής διαπερατότητας έχουν σε όλες τις εποχές τη βέλτιστη απόδοση: τίθενται σε λειτουργία από το χρήστη όταν είναι ανεπιθύμητη η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο η οποία προκαλεί υπερθέρμανση, ενώ αντίθετα τίθενται εκτός λειτουργίας όταν η είσοδος θερμότητας στο κτίριο είναι επιθυμητή.

Τέτοιου είδους υαλοστάσια είναι αυτά που φέρουν συγχωνευμένα παραθυρόφυλλα και λειτουργούν με την εφαρμογή μαγνητικού ή ηλεκτρικού πεδίου καθώς επίσης και τα χρωμογενετικά. Με τον όρο χρωμογενετικά ορίζονται τα υλικά των οποίων οι οπτικές ιδιότητες διαφοροποιούνται ανάλογα με τα εξωτερικά ερεθίσματα. Τα χρωμογενετικά κατηγοριοποιούνται σε επιμέρους ομάδες. Μια από αυτές είναι τα ηλεκτροχρωμικά υλικά και κατ' επέκταση τα ηλεκτροχρωμικά υαλοστάσια των οποίων το υλικό αλλάζει χρώμα σε ανταπόκριση του εξωτερικώς εφαρμοζόμενου ηλεκτρικού πεδίου.

Μια δεύτερη είναι τα φωτοχρωμικά υλικά των οποίων το χρώμα εξαρτάται από την ένταση του προσπίπτοντος φωτός στην επιφάνειά του, ενώ τέλος τα θερμοχρωμικά που μεταβάλλουν τις οπτικές τους ιδιότητες ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένα διάγραμμα που αναπαριστά την παραπάνω κατηγοριοποίηση./15/



#### 3.1 Υαλοπίνακες με συγχωνευμένα παραθυρόφυλλα

Σε αντιστοιχία με τα ακλόνητα παραθυρόφυλλα μελετώνται και αυτά που κινούνται ανάλογα με την προσπίπτουσα γωνία του ήλιου.

Τα προηγμένα κινητά παραθυρόφυλλα ελέγχονται από αναπτυσσόμενο μαγνητικό ή ηλεκτρικό πεδίο και η θέση τους δηλαδή η εκάστοτε γωνία τους μεταβάλλεται ανάλογα με τις εποχιακές και ημερήσιες απαιτήσεις. Στη συνέχεια και αφού το σύστημα έχει προσανατολιστεί κατάλληλα, η ανακλαστική μεταλλική επιφάνεια διευκολύνει το φως να αντανακλάται προς τα επάνω στο εσωτερικό του δωματίου, έτσι ώστε να συγκρατείται η διείσδυση του φωτός και συνεπώς να αποφεύγεται η έντονη φωτεινότητα.

Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται φυσικά από τη γωνία των μεταλλικών στοιχείων και όλες οι θέσεις μεταξύ πλήρως ανοιχτών και πλήρως κλειστών είναι δυνατές.

#### 3.2 Μεταβλητής διαπερατότητας χρωμογενετικά υαλοστάσια

##### 3.2.1 Μεταβλητής διαπερατότητας Ηλεκτροχρωμικά υαλοστάσια

Τα υαλοστάσια αυτά παρέχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούνται στην διάφανη φάση τους όταν η θερμική ηλιακή ακτινοβολία είναι επιθυμητή, ενώ να μεταπίπτουν σε

μια κατάσταση χαμηλής διαπερατότητας, όταν τα υπερβολικά ηλιακά κέρδη προκαλούν υπερθέρμανση.

Ο ηλεκτροχρωμισμός είναι παρατηρούμενος σε πολλές οργανικές και ανόργανες χημικές ενώσεις. Τα οργανικά υλικά δεν εμφανίζουν σταθερή συμπεριφορά στο φως, πράγμα που περιορίζει τη χρήση τους ως στοιχεία παραθύρων. Αντίθετα, για τις εφαρμογές αυτού του είδους, η προσοχή έχει εστιαστεί στις ηλεκτροχρωμικές ιδιότητες των ανόργανων οξειδίων των μετάλλων και συγκεκριμένα στις ιδιότητες των οξειδίων του βολφραμίου, του νικελίου και του βαναδίου, ενώ μια τυπική μεταλλική επικάλυψη μπορεί να αποτελείται από απόθεση σιδηρομαγγανίου και χρυσού.

Ουσιαστικά πραγματοποιείται διάστρωση πολλών επιστρώσεων ηλεκτροχρωμικής βαφής σε έναν υαλοπίνακα. Η λειτουργία τους βασίζεται σε ένα σύστημα ανόδου-καθόδου που δημιουργεί ροή ρεύματος από τη σύνδεση υλικών διαφορετικού δυναμικού.

### 3.2.2 Μεταβλητής διαπερατότητας Φωτοχρωμικά υαλοστάσια

Τα φωτοχρωμικά υαλοστάσια, αλλάζουν χρώμα με την ένταση του φωτός. Μια κοινή χρήση των υαλοστασίων αυτών είναι γνωστή από τα γυαλιά ηλίου. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται βαφές με μεταλλικά άλατα αλογόνων καθώς και διάφορα οργανικά ή ανόργανα συνθετικά υλικά. Πολλά από τα συνθετικά υλικά, προκειμένου να αποκτήσουν φωτοχρωμικές ιδιότητες, επιβάλλεται να συνδυάζονται με ίχνη βαρέων μετάλλων ή με αλογόνα.

### 3.2.3 Μεταβλητής διαπερατότητας θερμοχρωμικά υαλοστάσια

Οι οπτικές ιδιότητες των θερμοχρωμικών υλικών τροποποιούνται όταν υφίσταται αλλαγή της φάσης αυτών οπότε και αλλάζουν χρώμα και μετατρέπονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα. Συγκεκριμένα η διαπερατότητα μειώνεται όταν το υλικό θερμαίνεται πάνω από μια κρίσιμη τιμή της θερμοκρασίας και στο σημείο αυτό συντελείται τήξη ή αλλαγή της κρυσταλλικής δομής του.

Υπάρχουν περισσότερα από διακόσια θερμοχρωμικά μείγματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται διάφορα ρευστά μεταβλητής πυκνότητας, πολυμερή υγρά και διαλύματα νερού./15/

## 3.3 Υαλοστάσια με στοιχεία υγρών κρυστάλλων

Τα στοιχεία υγρών κρυστάλλων είναι διαφανή κατά την εφαρμογή ηλεκτρικού πεδίου μέσω δύο διαφανών ηλεκτροδίων. Αποτελούνται στην ουσία από ηλεκτροχρωμικά υλικά των οποίων η δομή είναι κρυσταλλική. Απαιτείται συνεχής εφαρμογή του ηλεκτρικού πεδίου και αυτό το γεγονός αναστέλλει την χρησιμότητα αυτών των υλικών στα κτίρια.

### Συμπεράσματα - Επίλογος

Συμπερασματικά τα μεταβλητής διαπερατότητας υαλοστάσια με τη χρήση ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, φέρουν μία σειρά **πλεονεκτημάτων**, όπως φαίνονται παρακάτω:

- Αυτόματος έλεγχος ηλιακής ενέργειας
- Δυναμική συμβολή στην αλλαγή της όψης του κτιρίου
- Οικονομία ενέργειας σε θερμά κλίματα
- Αποτελεσματικός έλεγχος της φωτεινής ακτινοβολίας με μείωση της έντονης λαμπρότητας

- Μείωση της πιθανότητας υπερθέρμανσης με αποτροπή του πρόσθετου ηλιακού κέρδους είτε απευθείας, είτε με την χρήση επιπρόσθετου στοιχείου όπως είναι τα διαφανή μονωτικά υλικά
- Μείωση του απαιτούμενου φορτίου για ψύξη
- Οδηγούν σε πιο καινοτομικές λύσεις και συμβάλουν στην καθιέρωση των ‘έξυπνων’ κτιρίων
- Αύξηση της ιδιωτικότητας στα κτίρια που θα εφαρμοστούν