

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
Σ.Τ.Εφ.
ΤΜΗΜΑ: Π.Δ.Ε.

πτυχιακή εργασία

**Γυάλινα Κτίρια και Παθολογία
των Υαλοπινάκων τους**

ΚΟΚΚΙΝΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

Υπ. Καθ. κα Π. Βαρελίδου

2005

Πτυχιακή Εργασία

Τίτλος θέματος : Γυάλινα κτίρια και παθολογία των υαλοπινάκων τους.

ΣΤΟΧΟΣ

Εμβάθυνση κυρίως στην κατασκευή και παθολογία των βασικών υλικών των γυάλινων κτιρίων που αφορούν το κέλυφος τους.

ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ –ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στοιχεία των παθολογικών καταστάσεων που δημιουργούνται στους υαλοπίνακες των κτιρίων από τις δράσεις ανέμου, βροχής, ηλιακής και θερμικής ενέργειας ως και από κακότεχνες εφαρμογές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Βιβλιογραφία	4
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	5
1.1 Το γυαλί ως υλικό και τα χαρακτηρισήστηκα του	5
1.2 Η Αρχιτεκτονική των γυάλινων κτιρίων	7
1.3 Δημιουργία παθολογικών καταστάσεων στο κέλυφος κτιρίου.	8
Κεφάλαιο 2	9
2.1 Ορολογία Υαλοπινάκων	9
2.2 Μορφοποίηση υαλοπινάκων	11
2.3 Σχήματα υαλοπινάκων	15
Κεφάλαιο 3 Μηχανικά χαρακτηρισήστηκα	18
3.1 Μηχανικές ιδιότητες	18
3.2 Ηχομονωτικές ιδιότητες υαλοπινάκων	20
3.3 Αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις	22
3.4 Εμφάνιση παθολογικών αιτιών στους υαλοπίνακες	23
3.4.1 Οπτικά ελαττώματα	24
3.4.2 Εμφανή μετρούμενα ελαττώματα	24
3.4.3 Ελαττώματα εμφάνισης που δεν θεωρούνται μετρήσιμα	24
3.4.4 Ελαττώματα ακμών	25
Κεφάλαιο 4 Αίτια παθολογικών καταστάσεων στους υαλοπίνακες	26
4.1 Επίδραση της ανεμοπίεσης	26
4.1.1 Υπολογισμός του πάχους των υαλοπινάκων	30
4.1.2 Θραύσεις υαλοπινάκων	33
4.2 Ηλιακή & θερμική ακτινοβολία	35
4.3 Θερμικές Ιδιότητες Υαλοπινάκων	40
4.4 Επίδραση της ηλιακής ενέργειας στην δημιουργία παθολογικών καταστάσεων	41
4.4.1 Περιπτώσεις παθολογικών καταστάσεων	43
4.5 Επίδραση της παρουσίας του νερού στις πατούρες εδράσεις, στους πολλαπλούς και θερμομονωτικούς υαλοπίνακες	58
4.6 Κακότεχνες εφαρμογές	60
4.6.1 Επίδραση των εσφαλμένων μεταφορών, αποθηκεύσεων και χειρισμών στους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες	67
Κεφάλαιο 5 Αρχιτεκτονική γυάλινων κτιρίων	69
5.1 Ιστορική αναδρομή ανοιγμάτων –το άνοιγμα προπομπός της διαφάνειας	69
5.2 Το γυαλί ως υλικό στην αρχιτεκτονική	71
5.3 Ο σχεδιασμός των διάφανων στοιχείων	76
5.4 Ο ρόλος των γυαλιού στην αποκατάσταση και την προστασία ιστορικών κτιρίων	86
Κεφάλαιο 6	88
6.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ- ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	88
6.2 Προϋπόθεση βιοκλιματικού σχεδιασμού	89
6.3 Η πορεία της ηλιακής ενέργειας	91

6.4 Η αποφυγή θερμικών απωλειών	94
6.5 Ο ρόλος του φυσικού αερισμού στην διαμόρφωση του κλίματος της οικίας	95
Κεφάλαιο 7	98
7.1 Ταξινόμηση παθητικών ηλιακών συστημάτων	98
7.2 Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος	98
7.3 Η λειτουργία του θερμοκηπίου	102
Κεφάλαιο 8 Υβριδικά συστήματα γυάλινων κτιρίων	106
8.1 Εισαγωγή στα υβριδικά συστήματα	106
8.2 Διανομή της θερμότητας με μηχανικά μέσα	108
8.3 Ηλιακά συστήματα αέρος	111
8.4 Ηλιακά συστήματα υγρού	112
8.5 Απόδοση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων	114
Κεφάλαιο 9	116
9.1 Επιπτώσεις γυάλινων κτιρίων στην οικολογία την ατμόσφαιρα και τον άνθρωπο	116
Κεφάλαιο 10 Φωτογραφίες γυάλινων κτιρίων σε Ελλάδα και εξωτερικό	122

Βιβλιογραφία

1. Γ Καλύβας "Παθολογία Υαλοπινάκων κέλυφος κτιρίου" κύκλος διαλέξεων παθολογία κατασκευών Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 22 Μαΐου 2003
2. Γ Καλύβας "Πρακτικά διαλέξεων" κύκλος διαλέξεων παθολογία κατασκευών Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 22 Μαΐου 2003
3. Σύλλογος Αρχιτεκτόνων Διπλωματούχων Ανωτάτων σχολών (ΣΑΔΑΣ) Πανελλήνια ένωση Αρχιτεκτόνων Ημερίδα "Αρχιτεκτονική των Γυάλινων κτιρίων", Τρίτη 9 Μαρτίου 1999
4. Μαχαίρας Βασίλειος, Πλασάτης Δημήτριος "Γεωμετρικά μη γραμμικός στατικός υαλοπινάκων σε ανεμοπίεση "
5. Βαλκανικό συνέδριο, Πρακτικά Συνεδρίου "Διαφάνεια και Αρχιτεκτονική Κενά και Πλήρη", Θεσσαλονίκη, 24-25 Μαΐου 2001
6. Δώματα-υαλοστάσια – υαλοπίνακες πηγή:Οικοδομικές κατασκευές για προστασία ηχομόνωση –Θερμομόνωση (1990 Πάτρα)
7. Κωνσταντίνος Κ. Σίδερης Σκυρόδεμα –προϊόντα κεραμικής –Δομική ύαλος –Μέταλλα τόμος Β, Αθήνα.
8. Δημήτρης Ι. Παντελής Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ Μη μεταλλικά τεχνικά υλικά Δομή –Ιδιότητες –Τεχνολογία –Εφαρμογές
9. Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), Οικολογική Δόμηση εκδόσεις Ελληνικά γράμματα
10. Μαλλιάρης, Παιδεία για την ευρωπαϊκή επιτροπή, Ενέργεια στην αρχιτεκτονική –Το ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά συστήματα

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Το γυαλί ως υλικό και τα χαρακτηριστικά του

Η προέλευση του γυαλιού συνδυάζεται με πολλούς μύθους τυχαίας κατασκευής του στην Αίγυπτο ή με συνταγές παρασκευής του από Ασσύριους βασιλείς. Μερικά μικρά αντικείμενα που προέρχονται από ανασκαφές εκτιμάται ότι έχουν ηλικία άνω των 4500 ετών. Φαίνεται ότι τα γυάλινα αυτά αντικείμενα έγιναν με τήξη πυριτικής άμμου και αργίλου και διαμορφώθηκαν με φύσημα με καλάμι. Η πρώτη αυτή τεχνική, του κλωσμένου γύρω από την γυάλινη βάση γυαλιού, χρησιμοποιήθηκε, μερικές χιλιετίδες αργότερα για την κατασκευή των γυάλινων ινών. Τα πρώτα παράθυρα σε κτίρια βρέθηκαν στα ερείπια της Πομπηίας. Έπρεπε να περάσουν αρκετοί αιώνες για να χρησιμοποιηθούν, κατά τον VI αιώνα, τεμάχια από χρωματιστό γυαλί, στα ανοίγματα των εκκλησιών. Έτσι ξεκινά η κατασκευή των βίτρο και αρχιτεκτονική αξιοποίηση του γυαλιού. Το γυαλί αποτελεί βασικά μια άμορφη ουσία φτιαγμένη από τηγμένο σε υψηλή θερμοκρασία πυρίτιο σε συνδυασμό με κάποια άλατα, κυρίως βορικά ή φωσφορικά. Σήμερα η βιομηχανική παραγωγή του τζαμιού έχει εξαιρετικά σημαντική πρόοδο και είναι τόσο κοινή η χρήση του στην παραγωγή χρήσιμων ή διακοσμητικών προϊόντων. Δε θα αποτελούσε επίσης υπερβολή το να πει κάποιος ότι το γυαλί είναι ίσως το κύριο υλικό κατασκευής των σύγχρονων κτιρίων. Η τεχνική πρόοδος έχει προσθέσει στο γυαλί ειδικές ιδιότητες (διαφάνεια, ακαμψία, εύκολη συντήρηση και αντίσταση από ατμοσφαιρικές μολύνσεις) ή άλλα αναντικατάστατα πλεονεκτήματα όπως δυνατότητες αντανάκλασης, φιλτραρίσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες, ασφάλεια και αντιπυρική προστασία καθώς και πλήθος από άλλες δυνατότητες με αποτέλεσμα η χρήση του να αποτελεί εξαίρετη λύση στην κατασκευή κτιρίων. Το παράδοξο είναι ότι το γυαλί ακόμη και σήμερα, αποτελεί ένα υλικό που συνεχώς εξελίσσεται βελτιώνοντας τις ιδιότητές του. Προσδιορισμός και δομή των τζαμιών το γυαλί είναι ουσιαστικά ένα πολυατομικό ανόργανο προϊόν που η υφή του συνδυάζεται με την επιστημονική αντίληψη, την τεχνική της κατασκευής και εφαρμογής του όσο και με τις απαιτήσεις του χρήστη. Με σκοπό την απλοποίηση του ορισμού του, μπορεί γενικά να αναφερθεί ότι το γυαλί αποτελεί ένα μίγμα ανόργανων υλικών που με ανάμιξη και την τήξη τους αποδίδουν ένα υλικό που όταν θερμαίνεται συνιστά μια ουσία που δεν είναι ούτε

στερεή ούτε υγρή. Το σύνολο αυτό είναι δυνατό να υποστεί διαφόρων ειδών επεξεργασίες. Μετά τη διαμόρφωση και την ψύξη του αποδίδει ένα στερεό υλικό με επαρκώς ικανοποιητικές ιδιότητες. Κάθε διαφοροποίηση των υλικών από τα οποία προέρχονται το ρευστό των συνθηκών επεξεργασίας και του τρόπου ψύξης του αλλοιώνουν κατά περίπτωση τη δομή του στερεού και της ιδιότητές του. Είναι έτσι ποικίλες οι θεωρίες που ισχύουν ώστε να εξασφαλίζεται κάθε φορά η επιθυμητή δομή και οι κατά περίπτωση ιδιότητές του ώστε το τελικό προϊόν να ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις επιθυμίες των χρηστών. Οι δύο βασικές θεωρίες για τη δομή του γυαλιού που αναπτύχθηκαν κατά τη δεκαετία 1920-1930 από τον Lebedev και Zacchariasen δηλαδή η θεωρία της μικροκρυσταλλικής δομής του γυαλιού από τον πρώτο και η θεωρία της δομής του αδιάτακτου δικτύου του δεύτερου συνδυάστηκαν και αποτέλεσαν μια γενική αντίληψη ότι στο γυαλί υπάρχουν τόσα τμήματα κρυσταλλικής δομής όσο τα τμήματα αδιάτακτου δικτύου.

Η επικράτηση στη δομή του τη μιας ή της άλλης θεωρίας εξαρτάται βασικά από τα υλικά και τις διαδικασίες κατασκευής. Οι περιορισμένες αυτές αναφορές στις βασικές θεωρίες δείχνουν πόση επιφυλακτικότητα θα πρέπει να επικρατεί προκειμένου να περιληφθούν στην ίδια αρχή γυαλιά που κατασκευάζονται από διάφορα οξειδία σε συνδυασμό με νιτρώδη, θειικά ή ανθρακικά άλατα όσο και γυαλιά χωρίς οξυγόνο που συνεχώς αναπτύσσονται. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα φθοριούχα, τα θειούχα, τα αρσενικούχα, τα τελουριούχα κ. τ. λ γυαλιά. Τα βασικά προϊόντα γυαλιού που χρησιμοποιούνται στα κτίρια προκύπτουν από προοδευτική στερεοποίηση χωρίς ίχνη κρυσταλλοποίησης και αποτελούνται από ομογενή μορφώματα οξειδίων που βγήκαν από τα συστατικά υλικά κατά την κατάσταση τήξης τους. Εκτός από τη διαφάνειά τους, η μεγάλη ευθραυστότητα, την αντίστασή τους στην ατμοσφαιρική μόλυνση και σε μεγάλο ποσοστό στην αντίδραση τους σε χημικές ουσίες, τα γυαλιά εμφανίζουν ακόμη μια αξιοσημείωτη ιδιότητα :το ιξώδες τους κατά την περίοδο τήξης ποικίλλει κατά συνεχή τρόπο σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία με άλλους λόγους κατά τη θέρμανση τήκονται προοδευτικά κατά την ψύξη. Τέλος θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα, η σημασία που έχει η διαδικασία της ψύξης του υγρού μίγματος ώστε να αποδοθεί γυαλί χωρίς ίχνη κρυσταλλοποίησης. Με βάση την ταχύτητα, το διάστημα, ψύξης και τις απότομες αλλαγές της θερμοκρασίας ψύξης εμφανίζονται στα τζάμια κατά περίπτωση, ιδιαίτερες ιδιότητες επιθυμητές και ανεπιθύμητες.

1.2 Η Αρχιτεκτονική των γυάλινων κτιρίων

Ας πραγματοποιήσουμε μια σχετική αναφορά στο θέμα της αρχιτεκτονικής των γυάλινων κτιρίων που θα μας απασχολήσει κατά ένα μέρος στην εργασία και ας κάνουμε μια μικρή αναφορά στην εισαγωγή. Είναι γνωστό ότι η γυάλινη επιφάνεια έγινε το σύμβολο μιας αρχιτεκτονικής και κοινωνικής επανάστασης για περισσότερο φως, απεριόριστη θέα, και απρόσκοπτη συνέχεια του εσωτερικού με το εξωτερικό χώρο των τελευταίων δεκαετιών του 20^{ου} αιώνα.

Ωστόσο η αρχή αντίληψης των γυάλινων κατασκευών πραγματοποιείται σε χώρες με περιορισμένη ηλιοφάνεια και αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας. Διαπιστώθηκε όμως η ανάγκη κατασκευής κτιρίων στα οποία θα αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια. Ο συνδυασμός αυτόν τον δύο αποτέλεσε αρχή ερευνητικών προσπαθειών κατασκευής γυάλινων επιφανειών. Εκεί γεννήθηκε η ιδέα της βιοκλιματική που θα ασχοληθούμε σε ξεχωριστό κεφάλαιο επίσης των θερμοκηπίων που είναι τα πρώτα «βιοκλιματικά» κτίρια αρχικά για της ανάγκες της γεωργίας. Η σημασία του όρου βιοκλιματικού σχεδιασμού σχετίζεται με την έννοια του οικοσχεδιασμού. Όπου μας δίνει την δυνατότητα ανάπτυξης της αρχιτεκτονικής προσαρμοσμένη στο περιβάλλον με την βοήθεια της τεχνολογίας με οικολογική σύνεση και προβλεπτικότητα, απαγορεύοντας την αλόγιστη και απαράδεκτη σπατάλη των πηγών ενέργειας.

Η αντιμετώπιση αυτή πρέπει να βασίζεται σε κάποιες παραδοχές όπου α) η αρχιτεκτονική σύλληψη να βασίζεται στα κλιματικά δεδομένα και στην αντίληψη ότι πηγή όλων των βιοκλιματικών φαινομένων είναι ο ήλιος η μόνη αστείρευτη πηγή ενέργειας β) η αποσαφήνιση του περιορισμένου χαρακτήρα όλων των πηγών χώρου, υλικών, ενέργειας και γ) η θεώρηση ότι ο σχεδιασμός και το αρχιτεκτονικό αντικείμενο αποτελούν παράγοντες που πλουτίζουν το περιβάλλον και το δομούν με την πλατιά έννοια βελτίωσης των συνθηκών κατοικησιμότητας. Άμεσος στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικά εσωκλίμα με ρυθμίσεις στο κέλυφος κτιρίου της κατασκευής έτσι ώστε να μπορεί να καταναλώνεται η ελάχιστη δυνατή απαιτούμενη συμπληρωματική ενέργεια.

Ένα πολύ σημαντικό συστατικό του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου είναι η υαλοπίνακες. Οι οποίοι έχουν να κάνουν με την άνεση την οποία αισθανόμαστε μέσα στο κτίριο με θέματα θερμομόνωσης, με τον ηλιασμό και τέλος με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των κτιρίων που έχουν ειδικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό που σχετίζεται

με την εξοικονόμηση ενέργειας (σ' αυτά που αναφερθήκαμε παραπάνω). Το υλικό αυτό όπως θα αναφέρουμε παρακάτω έχει πολλές ιδιότητες και δυνατότητες.

1.3 Δημιουργία παθολογικών καταστάσεων στο κέλυφος κτιρίου.

Τα γυάλινα αντικείμενα του κελύφους κτιρίων ανεξάρτητα από το είδος τους το χρώμα υφίστανται διάφορες καταπονήσεις όπως και τα υπόλοιπα αδιαφανή στοιχεία μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι για το γυαλί το όριο ελαστικότητας συμπίπτει με το όριο θραύσης αυτή η ταύτιση είναι αιτία που το γυαλί έχει το χαρακτήρα του εύθραυστου. Η ιδιαιτερότητα αυτή προσδίδει στο γυαλί πλήθος παθολογικών καταστάσεων όπου οι περισσότερες από αυτές οφείλονται α) στις εξωτερικές επιδράσεις που είναι η ανεμοπίεση, η βροχή, η ηλιακή ενέργεια.

β) Στις αλληλοεπιδράσεις και στις ασυμβατότητες μεταξύ υάλινων στοιχείων και των αντίστοιχων οικοδομικών του κελύφους. γ) Στη μη τήρηση των κανόνων ποιότητας των υαλοστασίων και των υαλοπινάκων και από πλευράς επιλογής υλικών και από πλευράς ενσωμάτωσης των υαλοπινάκων και των υαλοστασίων στα υαλοστάσια ή στα οικοδομικά στοιχεία ή των υαλοστασίων στο κέλυφος δηλαδή από κακότεχνες εφαρμογές όλα αυτά σε συνδυασμό με τις χαρακτηρίστηκες ιδιότητες και συμπεριφορές των υαλοπινάκων απέναντι σε μηχανικές καταπονήσεις.

Κεφάλαιο 2

2.1 Ορολογία Υαλοπινάκων

Υπάρχουν διάφοροι είδη υαλοπινάκων τους οποίους θα παρουσιάσουμε παρακάτω που ανάλογα με την επεξεργασία στην οποία υπόκεινται διαμορφώνουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στους υαλοπίνακες καθώς και μια «ιδιαιτέρη» λειτουργία.

Ας δώσουμε λοιπόν τα είδη των υαλοπινάκων όπου είναι :

Οι κοινοί επίπεδοι «τραβηκτικοί» υαλοπίνακες :είναι υαλοπίνακες που κατασκευάζονται με μηχανικό κατακόρυφο «τράβηγμα» σε ομοιόμορφα πάχη των οποίων οι δύο όψεις έχουν γυαλισθεί με φλόγα. Ανάλογα με τον βιομηχανικό τρόπο μορφοποίησης δημιουργούν ορισμένα ελαττώματα τα όποια τους κατατάσσουν σε κοινούς και σε επιλεγμένους.

Επίσης υαλοπίνακες κρύσταλλα (όχι έγχρωμα): Πρόκειται για χυτούς σε οριζόντια τράπεζα ή μορφοποιούμενους υαλοπίνακες με το σύστημα FLOATGLASS. Όπου είναι με την μορφή μια πλατιάς ταινίας 3,50m συνήθως η οποία εξαπλώνεται με ρευστή μορφή όπως έρχεται από τον κλίβανο σε στρώση κασσιτέρου σε κατάσταση τήξης. Τα τυποποιημένα πάχη των κρυστάλλων είναι 3,4,5,6,8,10,12,15 και 19 mm με τις προβλεπόμενες συμβατικές αντοχές.

Υαλοπίνακες με επιπρόσθετη θερμική επεξεργασία :Αναφέρεται κυρίως στους υαλοπίνακες (SODO-CALCIQUE) έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να μην παρουσιάζουν επιφανειακά στη μάζα τους ελαττώματα οι οποίοι θερμαίνονται και επεξεργάζονται εκ νέου για την εξάλειψη των εσωτερικών τάσεων που εμφανίζονται κατά την διάρκεια της νύχτας και για τη δημιουργία τελείως λείων γυαλισμένων παράλληλων όψεων. Η εμπορική ονομασία του είναι Planilux.

Άλλοι μια κατηγορία είναι οι υαλοπίνακες ασφαλείας όπου περιέχουν τους οπλισμένους υαλοπίνακες :που διακρίνονται στους κοινούς υαλοπίνακες με μη λειασμένες επιφάνειες και στα οπλισμένα κρύσταλλα με επίπεδες και λείες επιφάνειες. Οι οποίοι φέρουν στο εσωτερικό τους μεταλλικό πλέγμα ορθογωνικών οπών 12,5 ή 25 mm.Χρησιμοποιούνται κυρίως στους φεγγίτες θυρών σε κατακόρυφα υάλινα χωρίσματα και σε χώρους προστασίας κοινού από φωτιά όπως και σε περιπτώσεις αποφυγής ατυχημάτων από πρόσκρουση ατόμων ή αντικειμένων επί υαλινών επιφανειών. Θα πρέπει να αναφέρουμε σχετικά με την μηχανική αντοχή τους ότι ο οπλισμός των υαλοπινάκων δεν αυξάνει την μηχανική τους αντοχή σε σύγκριση με το αντίστοιχο μη οπλισμένο υαλοπίνακα αλλά και την μειώνουν δεδομένου ότι ο

οπλισμός δημιουργεί μια ομοιογένεια στη μάζα του γυαλιού. Η μείωση είναι της τάξης του 30% στις επιτρεπόμενες τάσεις κάμψης. Εκείνο που επιτυγχάνεται με τον οπλισμό είναι η διατήρηση των θρυμματισμένων τεμαχίων του υαλοπίνακα στη θέση τους εφόσον δεν έχει διακοπεί ο οπλισμός.

Ακόμα υαλοπίνακας ασφαλείας είναι οι διπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσες συνθετικές μεμβράνες: Αποτελούνται από δυο ή περισσότερους υαλοπίνακες (RECUIT ή εμβαπτισμένων TEMPRE) μεταξύ των οποίων έχουν επικολληθεί συνθετικές μεμβράνες υπό μορφή SANDWICH.

Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται είναι: α) Οι Butural de polyvinyle σε πάχη 2*0,38 mm με ένδειξη PVB β) Οι Methacrylated de Methyle σε πάχος 1,2mm με ένδειξη M.M

Ανάλογα του αριθμού και του πάχους των υαλοπινάκων ως και του τύπου της μεμβράνης χαρακτηρίζονται π. χ

Οι διπλοί με 4.4-2 δηλαδή δύο υαλοπίνακες των 4mm με μεμβράνη 2X0,38 P.V.B. ή 4.4-1 δηλαδή δύο υαλοπίνακες των 4mm με μεμβράνη 1X1,2M.M

Οι τριπλοί με 6.6.6-4 δηλαδή τρεις υαλοπίνακες των 6mm με μεμβράνες 2X2X0,38 P.V.B

Η 6.6.6-2 δηλαδή τρεις υαλοπίνακες των 6mm με μεμβράνες 2X1X1,20 M. M.

Οι τριπλοί 6.6.8-2 δηλαδή δύο ακραίοι υαλοπίνακες των 6mm και ένας ενδιάμεσος των 8 mm με μεμβράνες 2X1X1,20 M. M.

Άλλη μια κατηγορία είναι οι υαλοπίνακες εμβαπτισμένοι (Trempes) με την εμπορική ονομασία Securit. Ο όρος εμβαπτισμένος αναφέρεται στη θερμική επεξεργασία ενός υαλοπίνακα από το πέρασμα της πλήρους επιφανειακής μαλθώσεως σε κατάσταση απότομης ψύξης. Πρόκειται για την αντίστοιχη επεξεργασία με το «βάψιμο» των μετάλλων, στο νερό στο λάδι ή στον αέρα.

Για αυτό το λόγο οι υαλοπίνακες μόνο RECUITS άχρωμοι ή έγχρωμοι όπως αναφέρεται στην παράγραφο υαλοπίνακες με επιπρόσθετη θερμική επεξεργασία σε φούρνο (και όχι οπλισμένοι λόγω του μεταλλικού τους οπλισμού),θερμαίνονται επιφανειακά σε αργό ρυθμό μέχρις η επιφάνεια φθάσει στην κατάσταση μαλθώσεως (να έχουν μαλακώσει)οπότε ψύχονται απότομα και στις δύο όψεις.

Με τη διαδικασία αυτή της προοδευτικής αργής θέρμανσης διαστέλλεται ομοιόμορφα το γυαλί και με την απότομη ψύξη, συστέλλονται κατ' αρχάς οι ακραίες στρώσεις και ψύχονται. Ακολουθούν οι επόμενες στρώσεις σε ψύξη και συστολή με αποτέλεσμα να τεθούν σε συμπίεση οι ακραίες στρώσεις που έχουν είδη ψυχθεί. Με την απότομη

ψύξη συστέλλονται στην αρχή οι εξωτερικές στρώσεις για να επακολουθήσουν σε συστολή οι επόμενες εσωτερικές στρώσεις μετά από ένα χρονικό διάστημα πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα να βρεθούν οι εξωτερικές στρώσεις που έχουν παγώσει σε κατάσταση θλίψης. Επιτυγχάνεται έτσι οι δημιουργία ενός είδους «προεντεταμένου υαλοπίνακα» με αυξημένες μηχανικές αντοχές του οποίου η θραύση δεν προκαλεί τραυματισμούς δεδομένου ότι καταπίπτει υπό μορφή «χονδρού ριζιού».

Τέλος οι έγχρωμοι υαλοπίνακες οι οποίοι διακρίνονται στους έγχρωμους στη μάζα τους υαλοπίνακες και στους υαλοπίνακες που έχουν δεχθεί μια επιφανειακή επικάλυψη ανόργανης σύστασης η οποία σταθεροποιείται με πυρόλυση ώστε να αποκτήσει αντοχή στο χρόνο. Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες συνήθως είναι τύπου Recuit είτε αυτοτελές είτε αποτελούν στοιχείο υαλοπινάκων ασφαλείας ή στοιχείο διπλών θερμομονωτικών υαλοπινάκων ή ηχομονωτικών υαλοπινάκων.

2.2 Μορφοποίηση υαλοπινάκων

Άλλη μια κατηγορία υαλοπινάκων δημιουργούνται με διατάξεις μορφοποίησης σε είδη χρησιμοποιούμενους υαλοπίνακες όπου ανάλογα με της απαιτήσεις των έργων και της μελέτες που πραγματοποιούνται καθώς και τους κανόνες απαιτήσεων σε υαλοπίνακες Recuit ή Securit, λευκοί ή έγχρωμοι για την μορφοποίηση των διπλών υαλοπινάκων. Παρακάτω υπάρχουν τα αντίστοιχα παραδείγματα μορφοποίησης υαλοπινάκων καθώς και για τον σκοπό που δημιουργούνται.

Αρχικά αναφέρουμε τους υαλοπίνακες τοποθετημένους σε πατούρες υαλοστασίων :χρησιμοποιούν μεταλλικά σωληνωτά παρεμβύσματα που φέρουν σχισμές πάχους 0,2mm προς το εσωτερικό του κενού. Τα παρεμβύσματα αυτά από αλουμίνιο ή γαλβανισμένη λαμαρίνα είναι:α) ορθογωνικής διατομής πλάτους 1 mm μικρότερου του πάχους του κενού ώστε μεταξύ αυτού και του υαλοπίνακα να τοποθετείται στεγάνωση πάχους 0,5 mm Mastic butyl. β) μη ορθογωνικής διατομής.

Στην περίπτωση ειδικών ηχομονωτικών υαλοπινάκων χρησιμοποιείται ειδικό κορδόνι από Polyiso Butylene στον οποίο έχουν ενσωματωθεί κόκκοι πυριτίου για την αφυδάτωση του αέρα του ενδιάμεσου κενού. Το κορδόνι αυτό χρησιμοποιείται και ως πρώτο στεγάνωσης του ενδιάμεσου κενού και ως παρεμβύσματα. Αντί του ειδικού κορδονιού χρησιμοποιείται το ειδικό παρεμβύσματα στο οποίο προσαρμόζονται πλευρικά ελαστικά κορδόνια για επαύξηση της ηχομονωτικής ικανότητας. Πάντως για απλούς ηχομονωτικούς υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται επί μέρους υαλοπίνακες διαφορετικού πάχους.

Επίσης υπάρχουν υαλοπίνακες που δεν τοποθετούνται σε πατούρες υαλοστασίων αυτό γίνεται στην περίπτωση όπου για αρχιτεκτονικούς λόγους όπου δεν είναι επιθυμητό να φαίνονται στη όψη οι διατομές των υαλοστασίων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ειδικό μεταλλικό ενισχυμένο παρέμβυσμα. πλάτους τέτοιου ώστε μεταξύ των πλευρών αυτού και των υαλοπινάκων να υπάρχει κενό 3mm για την στεγανοποίηση. Παρόμοιοι υαλοπίνακες δύνανται να χρησιμοποιούνται μόνο όταν έχουν εξασφαλισθεί οι σφραγίσεις των μεταξύ αρμών όπως στο σχήμα 12 έως 15 με υλικά που θα διατηρούν τις ιδιότητές τους στο χρόνο δεδομένου ότι είναι εκτεθειμένα στις υπεριώδες ακτινοβολίες.

Ακόμα υπάρχει και η διαμόρφωση των παρεμβυσμάτων σε κλειστό ορθογωνικό πλαίσιο: Τα παρεμβύσματα δημιουργίας του ενδιάμεσου κενού μορφοποιούνται σε κλειστό πλαίσιο με διαστάσεις τέτοιες ώστε να υπάρχει περιθώριο τουλάχιστον 5mm για την περιμετρική στεγάνωση.

Τα δημιουργούμενα πλαίσια πρέπει να έχουν απαραιτήτως γωνίες, δηλαδή να ενισχύονται με ειδικά γωνιακά όπως:

-Του σχήματος 4 του οποίου το έλασμα έχει ελατηριωτή συμπεριφορά και στερούνται με MASTIC BUTYL.

-Των σχημάτων 5 και 6 των οποίων τα προεξέχοντα ελάσματα έχουν επίσης ελατηριωτή συμπεριφορά και σφηνώνουν με την τοποθέτηση

Επίσης προκύπτει πλήρωση των σωληνωτών διατομών του παρεμβύσματος με υλικό αφυδάτωσης του αέρα του ενδιάμεσου κενού: Οι σωληνωτές διατομές των παρεμβυσμάτων προτού διαμορφωθούν σε κλειστό πλαίσιο πληρούνται με κόκκους υλικού για την αφυδάτωση του εγκλωβισμένου αέρα μεταξύ δύο υαλοπινάκων κατά τη φάση μορφοποίησης και όχι για την απορρόφηση των υδρατμών που θα περάσουν με διαπίδυση από την περιμετρική στεγάνωση μεταξύ των υαλοπινάκων.

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι κατά τη φάση μορφοποίησης των υαλοπινάκων και αφού έχει ολοκληρωθεί η περιμετρική στεγάνωση μεταξύ των δύο υαλοπινάκων, διοχετεύεται από οπή (Η οποία σφραγίζεται αμέσως) αφυδατωμένος αέρας με σημείο δρόσου -10°C ο οποίος πρέπει λόγω της παρουσίας των κόκκων αφυδάτωσης στο παρέμβυσμα:

-κόκκοι πυριτίου

-ή κόκκοι ζεόλιθου (πυριτικά άλατα νατρίου ασβεστίου) να φθάσει να έχει σημείο δρόσου σε 110 με 120 ημέρες -50 έως -65 ανάλογα των διαστάσεων των υαλοπινάκων.

Μεταξύ των δύο ως άνω αφυδάτωσης θα πρέπει να επιλέγονται οι κόκκοι ζεολίθου με τους οποίους αποφεύγεται και το φαινόμενο παρατηρείται με την αύξηση της θερμοκρασίας στο σωληνωτό παρέμβυσμα και στο ενδιάμεσο κενό λόγω έντονης ηλιακής ακτινοβολίας ή λόγω παρουσίας θερμαντικής πηγής.

Στην περίπτωση αυτή, σε μια απότομη πτώση της θερμοκρασίας, θα εμφανισθούν συμπυκνώσεις στις εσωτερικές προς το κενό επιφάνειες των υαλοπινάκων.

Ενώ στην περιμετρική στεγανοποίηση του ενδιάμεσου κενού μεταξύ των δυο υαλοπινάκων είναι: Στους υαλοπίνακες με σωληνωτά παρεμβύσματα στεγανοποιείται το δημιουργούμενο κενό μεταξύ των εξωτερικών πλευρών του σχηματιζόμενου πλαισίου με τις διατομές των παρεμβυσμάτων και των άκρων των υαλοπινάκων.

Τα υλικά της στεγανοποίησης πρέπει να συνοδεύονται από εργαστηριακά πιστοποιητικά, αναφορικά με την αντοχή στο χρόνο σε διαπίδυση υδρατμών προερχόμενων από το περιβάλλον και από υδρατμούς που θα δημιουργηθούν από την παρουσία νερών στην κάτω πατούρα.

Ο χρόνος διάρκειας διπλού υαλοπίνακα από πλευράς της μη εμφάνισης συμπυκνώσεων υδρατμών στο ενδιάμεσο κενό είναι περίπου τριάντα έτη. Η διάρκεια αυτή αντιστοιχεί στον απαραίτητο χρόνο που χρειάζεται το σημείο δρόσου του εσωτερικού αέρα να φθάσει τις θερμοκρασίες γύρω από τους 0 0C μέχρις +5 0C. όπου σε αυτές τις θερμοκρασίες αρχίζουν να είναι ορατές οι μόνιμες εσωτερικές συμπυκνώσεις και τούτο γιατί με την πάροδο του χρόνου αρχίζει να αυξάνει προοδευτικά η υγρασία στο ενδιάμεσο κενό, μια και γίνεται σε αργό ρυθμό μια μετακίνηση (διαπίδυση) της υγρασίας του περιβάλλοντος αέρα προς το ενδιάμεσο κενό, μέσα από την περιμετρική στεγάνωση, μέχρις ότου εξισορροπήσουν οι πιέσεις των υδρατμών

η ως άνω διάρκεια ζωής προϋποθέτει :

-δεν θα συγκεντρωθεί νερό στην κάτω πατούρα τοποθέτησης του υαλοπίνακα

-η περιμετρική διπλή στεγάνωση του κενού μεταξύ των υαλοπινάκων είναι αποτελεσματική

-ο τρόπος μορφοποίησης του διπλού υαλοπίνακα είναι αποτελεσματική

-είναι ελεγχόμενη η ακαμψία των υαλοπινάκων και των πλαισίων τοποθέτησής τους.

Στην περίπτωση που απαιτείται για την επαύξηση της ηχομονωτικής του συνόλου επενδύονται ηχοαπορροφητικά εσωτερικά πλαϊνά τοιχώματος του ανοίγματος. Τα οποία είναι ανοιγόμενα πλαίσια αλουμινίου.

Ενώ οι πρόσθετοι ανοιγόμενοι υαλοπίνακες που τοποθετούνται εσωτερικά επί των υπαρχ

ή μεταλλικού πλαισίου υαλοστασίου. Προκύπτει όταν οι διπλοί υαλοπίνακες προμηθεύονται με τα ειδικά πλαίσια από αλουμίνιο ή από PVC τα οποία έχουν ειδική προεξοχή για τη στερέωση επί του υπάρχοντος πλαισίου του υαλοστασίου πάντοτε με παρεμβολή αφρώδους κορδονιού και με το κατάλληλο αρμολόγημα μεταξύ δυο πλαισίων.

Ακόμα έχουμε τους διπλούς υαλοπίνακες διακοπής φλόγας : Αποτελούνται από διπλούς υαλοπίνακες διπλοί ή πολλαπλοί με ενδιάμεσες μεμβράνες ή SECURIT οι οποίοι μορφοποιούνται σε απόσταση μεταξύ τους με την παρεμβολή ενδιάμεσου πλαισίου και σταθεροποιούνται με στεγανοποιητική μαστίχα.

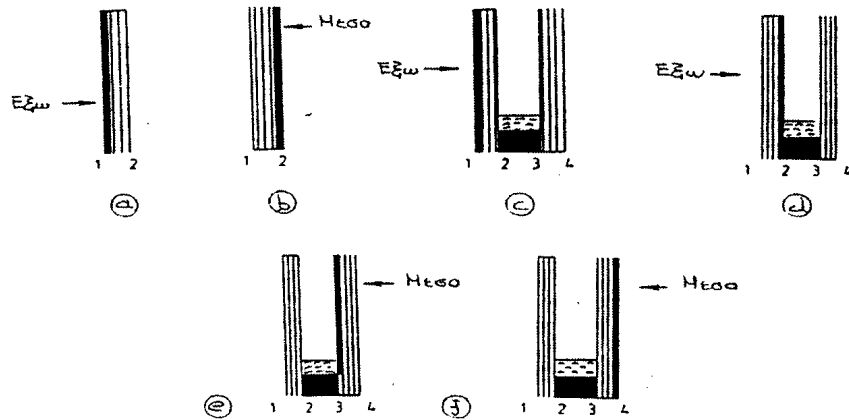
Στο ενδιάμεσο κενό τοποθετείται ένα υδαρές και διαφανές GEL (κολλοειδές μείγμα) το οποίο προσδίδει στον ειδικό υαλοπίνακα ικανότητα διακοπής φωτιάς, με τη διόγκωση του με θερμότητα.

Επίσης τους ειδικούς υαλοπίνακες ασφάλειας συναγερμού: Όλοι οι διπλοί ή πολλαπλοί με ενδιάμεσες μεμβράνες υαλοπίνακες, δύνανται να είναι εφοδιασμένοι με ένα δίκτυο πολύ λεπτών χάλκινων συρμάτων που τοποθετείται ανάμεσα στα δύο πλαστικά φύλλα BUTURAL DE POLYVINYLE (διάμετρος σύρματός 70 μικρά, απόσταση συρμάτων 25 και 75 mm) Η ωμική απόσταση του δικτύου είναι 180 Ω ανά m^2 για τα 25 mm απόστασή συρμάτων και 65 Ω ανά m^2 για τα 75 mm. Σε κανονική χρήση ο υαλοπίνακας βρίσκεται υπό τάση και με το σπάσιμο ενεργοποιείται το σύστημα συναγερμού που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο των ενσωματωμένων συρμάτων.

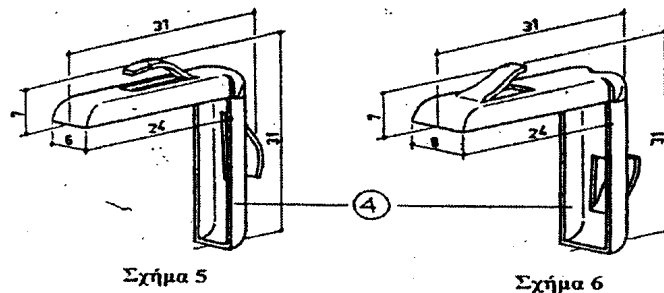
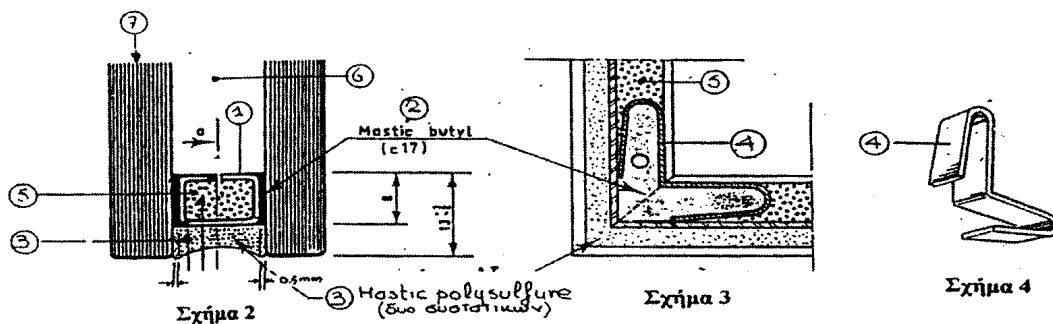
Τέλος οι αλεξίσφαιροι υαλοπίνακες: Όλοι οι διπλοί ή πολλαπλοί με ενδιάμεσες μεμβράνες υαλοπίνακες, δύνανται να είναι εφοδιασμένοι με ένα δίκτυο πολύ λεπτών χάλκινων συρμάτων που τοποθετείται ανάμεσα στα δύο πλαστικά φύλλα BUTURAL DE POLYVINYLE (διάμετρος σύρματός 70 μικρά, απόσταση συρμάτων 25 και 75 mm) Η ωμική απόσταση του δικτύου είναι 180 Ω ανά m^2 για τα 25 mm απόστασή συρμάτων και 65 Ω ανά m^2 για τα 75 mm. Σε κανονική χρήση ο υαλοπίνακας βρίσκεται υπό τάση και με το σπάσιμο ενεργοποιείται το σύστημα συναγερμού που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο των ενσωματωμένων συρμάτων.

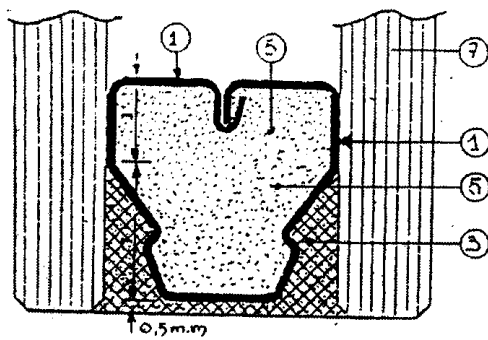
Οι αλεξίσφαιροι υαλοπίνακες διακρίνονται επίσης στους αλεξίσφαιρους υαλοπίνακες από Polycarbonate όπου δεν παρουσιάζουν την ευαισθησία που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο μπορούν όμως να διατηρηθούν από ορισμένα βλήματα όταν η διάτρηση γίνεται με τήξη υλικού. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε πάχη 33mm.

2.3 Σχήματα υαλοπινάκων

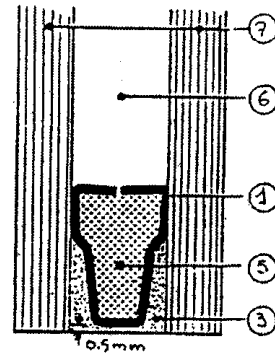


Σχήμα 1

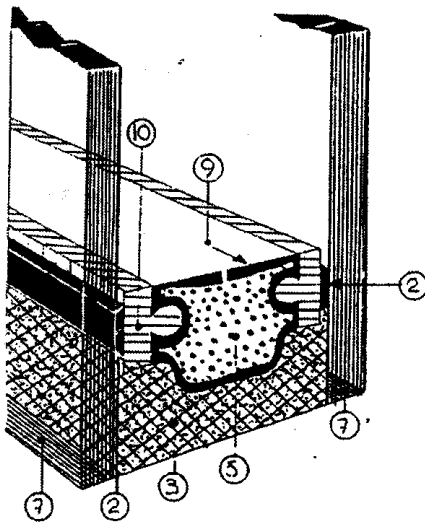




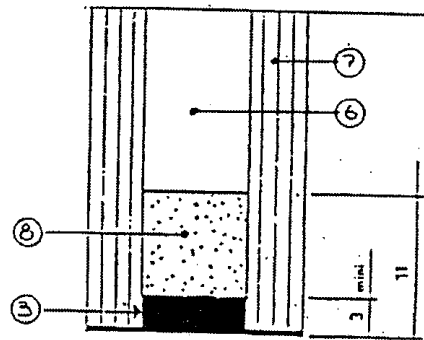
Σχήμα 7



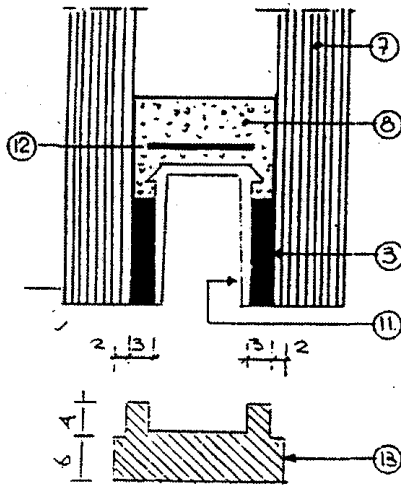
Σχήμα 8



Σχήμα 9

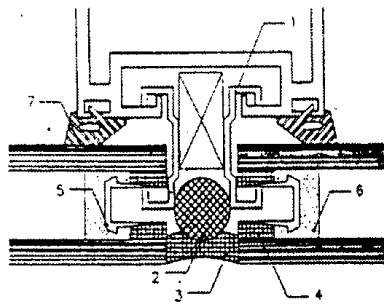


Σχήμα 10



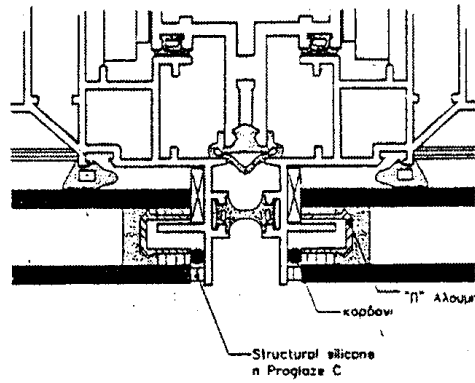
Σχήμα 11

- ① μεταλλικό παρέμβυσμα από αλουμίνιο ή γαλβανισμένη λαμαρίνα
- ② πρώτο μετώπο στεγάνωσης με μαстиχά BUTYL
- ③ δεύτερο μετώπο στεγάνωσης με μαστιχά POLYSULFURE
- ④ μεταλλική γωνιακή ενίσχυση
- ⑤ κοκκοί πυριτίου ή ζεολίθου
- ⑥ ενδισμένο κενό με αεραδοτούμενο αέρα
- ⑦ υαλοπίνακες RECUITS ή SECURIT
- ⑧ στεγανοποιητικό κορδόνι-παρέμβυσμα POLYISOBUTYLENE με ενσωματωμένους κοκκούς πυριτίου
- ⑨ ειδικό μεταλλικό παρέμβυσμα
- ⑩ ειδικό ελαστικό κορδόνι
- ⑪ ειδικό μεταλλικό παρέμβυσμα σχήματος Π
- ⑫ ελασμα αλουμινίου
- ⑬ ξυλινο παρέμβυσμα βερφοποίησης υαλοπίνα

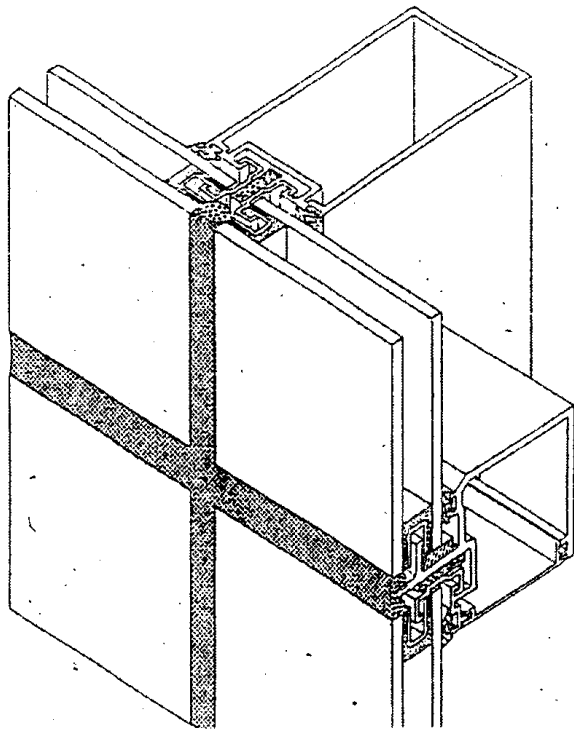


- | | |
|--|--|
| 1. Προβλ. στερέωσης υαλοπιννακ | 5. Διακοσμητικό Π. αλουμινίου (πρασιν) |
| 2. Αφρώδες καρβόν | 6. Σιλικόνη SG |
| 3. Τελική εξόμτση, ατεγόνωση αερού
με προγιάζε C της Tremco | 7. Σκληρό πλαστικό κρότη |
| 4. Structural silicone η προγιάζε B
της Tremco | |

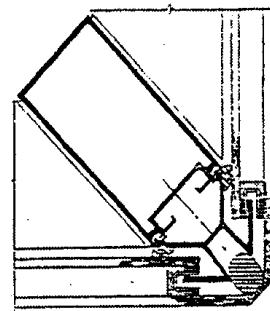
Σχήμα 12



Σχήμα 13



Σχήμα 14



Σχήμα 15

Κεφάλαιο 3 Μηχανικά χαρακτηριστικά

3.1 Μηχανικές ιδιότητες

Χαρακτηριστικές ιδιότητες υαλοπινάκων και των υαλοστασίων ώστε να είναι κατανοητή η συμπεριφορά τους και οι παθολογία τους απέναντι α)στις μηχανικές καταπονήσεις β)στην ηλιακή και θερμική ακτινοβολία γ)στις διαδικασίες ροής της θερμότητας δ)στις ηχητικές καταπονήσεις και στις ηχομονωτικές δυνατότητες κ. α

Οι μηχανικές ιδιότητες όσον αφορά την πυκνότητα πρέπει να ναι 2,5 πράγμα που σημαίνει ότι ο υαλοπίνακας 1mm ζυγίζει 2,5 Kg/cm². Η σκληρότητα και συγκεκριμένα η επιφανειακή σκληρότητα του γυαλιού μετρούμενη με την μέθοδο Mohs είναι 6,5 μονάδες, δηλαδή περίπου ίση με τη σκληρότητα του χαλαζία που είναι 7. Το μέτρο ελαστικότητας που όπως γνωρίζουμε πρόκειται για τον συντελεστή E που συνδέει την επιμήκυνση DL που υφίσταται ένα δοκίμιο μήκους L και διατομής S, με τη δύναμη F που ασκείται πάνω σ ' αυτό το δοκίμιο $F/S=E *DL/L$.

Αυτός ο συντελεστής εκφράζει τη δύναμη που θεωρητικά θα έπρεπε να εφαρμοσθεί στο δοκίμιο για να δοθεί μια επιμήκυνση ίση με το αρχικό του μήκος. Για το γυαλί είναι $E=73*10^4 \text{KG/CM}^2$.

Ο συντελεστής Poisson είναι ο λόγος της μοναδιαίας μείωσης της διατομής κατά κάθετη προς τη δύναμη διεύθυνση, προς τη μοναδιαία επιμήκυνση κατά τη διεύθυνση της δύναμης. Για το γυαλί των οικοδομών είναι $S=0.20$.

Η συμπεριφορά του γυαλιού σε μηχανικές καταπονήσεις (κάμψη, εφελκυσμό, θλίψη) και η παραμόρφωση του απ' αυτές περιορίζεται αποκλειστικά στην ελαστική περιοχή και τούτο γιατί του είναι τελείως άγνωστο το φαινόμενο του ερπυσμού (Ο ερπυσμός εκδηλώνεται στο χρόνο με μια αύξηση της παραμόρφωσης κάτω από σταθερό φορτίο).

Εάν π χ καμφθεί μια γυάλινη πλάκα ραφιού χωρίς να σπάσει, αυτή θα πάρει την αρχική της μορφή όταν σταματήσει η εξωτερική της δύναμη, πράγμα που δεν συμβαίνει με μια μεταλλική ράβδο που μπορεί να παρουσιάσει μια μόνιμη παραμόρφωση.

Από μηχανικής πλευράς, αυτή η ολική έλλειψη ερπυσμού οφείλεται στο ότι στο γυαλί, το όριο ελαστικότητας και το όριο θραύσης συμπίπτουν, αυτό δεν είναι, που δίνει το χαρακτηριστικό του εύθραυστου.

Όταν έχει ξεκινήσει ένα σπάσιμο, αυτό δεν μπορεί πια να σταματήσει και τούτο γιατί η απουσία ερπυσμού δίδει στη στάθμη του μετώπου θραύσης μια ακτίνα

καμπυλότητας της τάξης μεγέθους με την εσωατομική απόσταση. Έτσι η δύναμη διαθέτει ένα σημαντικό μοχλοβραχίονα και η τοπική τάση παραμένει γενικά μεγαλύτερη της εσωτερικής συνδετήριας δύναμης.

Κατά κάποιο τρόπο, κάθε χαραγή στο γυαλί προκαλεί μια αφαίρεση υλικού με σύγχρονη δημιουργία στο βάθος της χαραγής μιας ρωγμής που σ' αυτή θα συγκεντρωθούν οι τάσεις όταν το γυαλί θα βρεθεί σε καταπόνηση. Αυτής της ιδιότητας γίνεται εκμετάλλευση για το κόψιμο του γυαλιού :χαράσσεται με διαμάντι ή <<ροδέλα>> βαθιά η επιφάνεια του και με κάμψη διευρύνεται ο τραυματισμός του που έχει σαν αποτέλεσμα την ακαριαία προώθηση του μετώπου θραύσης σ' όλο το μήκος της τομής.

Ένας υαλοπίνακας που καταπονείται σε κάμψη στη μία όψη και σε εφελκυσμό στην άλλη παρουσιάζεται μια αντοχή θραύσης σε κάμψη της τάξης των : 400 και 500 Kg/cm² για υαλοπίνακα <<ξαναψημένο>>(RECUIT), 1200 με 2000 Kg/CM² για υαλοπίνακα SECURIT και τούτο ανάλογα με το πάχος και τον τρόπο έδρασης.. Αν ληφθούν υπόψη οι συντελεστές ασφαλείας προκύπτουν οι παρακάτω επιτρεπόμενες τάσεις υαλοπινάκων που έχουν δεχθεί επιπρόσθετη θερμική επεξεργασία, ανάλογα πάντοτε με τη θέση τοποθέτησης τους και τη χρήση.

Οι οπλισμένοι υαλοπίνακες, παρόλο που συνήθως πιστεύεται το αντίθετο, δεν παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή και τούτο γιατί η παρουσία του οπλισμού μειώνει την ομογένεια της μάζας του γυαλιού. Η μείωση της αντοχής είναι περίπου το 30% της επιτρεπόμενης τάσης κάμψης.

Για τον υαλοπίνακα SECURIT θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην περίπτωση που τραυματισθεί με κρούση αιχμηρού αντικειμένου ή χαραχθεί και ο τραυματισμός του φθάσει στις στρώσεις που βρίσκονται σε εφελκυσμού (ρωγμή βάθους 2 mm για υαλοπίνακα 10mm (και γενικά 1/5του πάχους του)αποδεσμεύονται αυτόματα οι εσωτερικές τάσεις και ο υαλοπίνακας σπάει σε άπειρα μικρά κομμάτια με ταχύτητα προώθησης της ρηγμάτωσης μεγαλύτερη των 1500 m/δευτ. Δηλ. σπάει ακαριαία.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι παράγων που περιορίζει τη χρησιμοποίηση των κρυστάλλων SECURIT δεν είναι η μηχανική τους αντοχή αλλά το βέλος, και τούτο γιατί το βέλος είναι το ίδιο στα κρύσταλλα SECURIT και στα απλά κρύσταλλα (RECUIT) πάντοτε και για τα δύο. Επειδή όμως οι επιτρεπόμενες τάσεις SECURIT είναι πενταπλάσια περίπου των κρυστάλλων RECUIT,θα είναι και τα βέλη πέντε

φορές μεγαλύτερα. Έτσι π χ ένα κρύσταλλο των 6 mm και μήκους 1m, μπορεί να προλάβει βέλος 3cm χωρίς κίνδυνο να σπάει, πράγμα που όμως είναι απαράδεκτο από αισθητικής πλευράς.

3.2 Ηχομονωτικές ιδιότητες υαλοπινάκων

Το γυαλί αποτελεί το κυρίαρχο στοιχείο ενός παραθύρου και συνεπώς καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις επιδόσεις του, όπως η θερμομόνωση και η ηχομόνωση. Το γεγονός αυτό γίνεται φανερό από τα αποτελέσματα των αντίστοιχων δοκιμών.

Παρά το ότι οι αναμενόμενες επιδόσεις του γυαλιού, σε όλες τις μορφές και τις διατάξεις του θεωρητικά γνωστές και σε μεγάλο βαθμό προβλέψιμες, εν τούτοις η παραγωγή προϊόντων, με επιδόσεις που να φτάνουν τις θεωρητικά αναμενόμενες δεν είναι απλή υπόθεση, αλλά αντίθετα υποκρύπτει σημαντική τεχνογνωσία που δεν είναι πάντοτε διαθέσιμη. Το γεγονός αυτό γίνεται επίσης φανερό από τα αποτελέσματα των αντίστοιχων δοκιμών. Τα τρία στοιχεία που συντελούν στην ηχομόνωση είναι η υάλωση, το πλαίσιο και οι αρμοί. Αυτό γιατί η υάλωση διότι αποτελεί το κυρίαρχο στοιχείο του παραθύρου, το πλαίσιο αν και δευτερεύον έχει ένα ποσοστό επιφάνειας 15 %-25% και τέλος οι αρμοί διότι αν δεν είναι απολύτως στεγανοί επιτρέπουν άμεση διέλευση της ηχητικής ενέργειας. Υπάρχουν τρεις αρμοί που πρέπει να προσεχτούν ο αρμός μεταξύ τοίχου /κάσας, ο αρμός μεταξύ κάσας / φύλλου και ο αρμός μεταξύ φύλλου /υαλώσεως.

Το εργαστηριακό μέγεθος της ηχομονωτικής ικανότητας των υαλοστασίων-υαλοπινάκων εφόσον αυτά είναι σταθερά προκύπτει από τις τιμές του Δείκτη ηχητικής εξασθένησης τους (R) ο οποίος διαφοροποιείται ανάλογα :

1. του τύπου του υαλοστασίου και του υαλοπίνακα του, όπως και του τρόπου σύνδεσης του υαλοστασίου με τα παράπλευρα του στοιχεία αποφυγή ηχητικών γεφυρώσεων και επηρεάζεται σημαντικά:

- από την θέση του κτιρίου ως προς τις πηγές θορύβου οδικής κυκλοφορίας
- από το ύψος του κτιρίου
- από την παρουσία ενδιάμεσων εμποδίων μεταξύ κτιρίων και δρόμου
- από την απόσταση των κτιρίων από τους δρόμους.

Πάντοτε θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη οι επόμενες γενικές υποδείξεις στη φάση επιλογής του κατάλληλου υαλοπίνακα ανάλογα την επιθυμητή ηχομόνωση που

θέλουμε να έχουμε στους χώρους δεδομένου ότι κυρίως οι υαλοπίνακες είναι τα πλέον ασθενικά σημεία των όψεων απέναντι στους εξωτερικούς θορύβους.

Η αδυναμία τους οφείλεται κυρίως στη μικρή μάζα των υαλοπινάκων σε σύγκριση με την μάζα των υπόλοιπων στοιχείων των όψεων.

Μια επαύξηση της μάζας των υαλοπινάκων με βελτίωση της στεγανότητας των αρμών, μπορεί να δώσει σχεδόν τον αυτό δείκτη ηχητικής εξασθένιση (R) με τους τοίχους των όψεων ή να τους υπερβεί στην περίπτωση ελαφρών προκατασκευασμένων όψεων.

Για κάθε υαλοστάσιο, θα πρέπει πάντοτε να δίδεται το φάσμα του δείκτη ηχητικής εξασθένισης, όποτε με το φάσμα του θορύβου περιβάλλοντος μπορεί να προβλεφθεί, με κάποια προσέγγιση, ποια θα είναι η ηχητική άνεση μέσα στο χώρο και τούτο βέβαια για τη φάση προμελέτης.

Η επιλογή ενός τύπου υαλοστασίου με τον υαλοπίνακα του, στη φάση οριστικής μελέτης, δεν μπορεί να βασισθεί μόνο στα εργαστηριακά αποτελέσματα που δίδουν οι διάφοροι κατασκευαστές, αλλά θα πρέπει να λάβει υπόψη της:

- την κατανομή της στάθμης ηχητικής πίεσης L1,L10,L50,L90 στο ύψος του κτιρίου, που για τον αυτό δρόμο διαφέρει από κτίριο σε κτίριο, ανάλογα με της αρχιτεκτονικές προεξοχές και τις όψεις των απέναντι κυρίων (ύπαρξη ή όχι) που σ'αυτές ανακλώνται ή περιθλώνται ηχητικά κύματα για να καταλήξουν τελικά στα υαλοστάσια του εξεταζόμενου κτιρίου.
- Τις καμπύλες του δείκτη N (ισοθορυβικός δείκτη) όταν πρόκειται για κτίρια κοντά στα αεροδρόμια.
- Τις συνθήκες τοποθέτησης των υαλοστασίων και των μέτρων που λαμβάνονται για να διακοπούν οι κάθε μορφής ηχητικές γεφυρώσεις (πλαϊσίου με υπόλοιπα οικοδομικά στοιχεία, στεγανότητα αρμών υαλοστασίων, στεγανότητα κουτιών ρόλων κ.λ.π)
- Τη φύση του υαλοστασίου ώστε αυτό να παρουσιάζει τα καλύτερα δυνατά ηχομονωτικά συστήματα.
- Τις δειγματοληπτικές επί τόπου σε υαλοστάσια όπως αυτά που πρόκειται στην πραγματικότητα να τοποθετηθούν (διαμόρφωση χώρου μ'όλα τα εσωτερικά τελειώματα, με την επίπλωση μαζί, ώστε να ληφθεί υπόψη και η μετήχηση του χώρου)

Σχετικά με την επιθυμητή ηχομόνωση αυτή εξαρτάται σε ποια ζώνη θορύβου βρίσκεται το κτίριο.

Έτσι αν βρίσκεται στην ζώνη Α (ζώνη θορύβου) θα πρέπει ο θόρυβος που καταλήγει στο εσωτερικό του χώρου να μην είναι μεγαλύτερος των 42 db (A) και αν βρίσκεται στη ζώνη Β να μην είναι μεγαλύτερος των 33db (A). Για κτίρια γραφείων και ξενοδοχείων σε περιοχή αεροδρομίων ο θόρυβος δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος των 42 db (A) για την ζώνη Α, των 35 dB (A) για την ζώνη Β και των 30 dB για την ζώνη C.

Εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και από τη δομή του, τον τρόπο που έχει τοποθετηθεί στο υαλοστάσιο και από την κατηγορία στεγανότητας στον αέρα των υαλοστασίων. Έτσι π. χ στους διπλούς υαλοπίνακες με ενδιάμεσο κενό, στην ηχομονωτική του συμπεριφορά επεμβαίνουν και α) τα διαφορετικά πάχη μεταξύ των δυο υαλοπινάκων β) το πάχος του ενδιάμεσου κενού γ) το υλικό συνδεσμολογίας των δυο υαλοπινάκων δ) και το υλικό παρεμβύσματος δημιουργίας κενού ε) οι διαστάσεις του υαλοπίνακα και στ) το υλικό των πλαισίων των υαλοστασίων. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι εάν επιδιώκεται να υπάρχει ένας δείκτης ηχητικής εξασθένησης ίσος περίπου των 30dB (A) τότε τα υαλοστάσια θα πρέπει να είναι της κατηγορίας A2 από πλευράς στεγανότητας στον αέρα. Δείκτες μεγαλύτεροι των 30dB (A) επιτυγχάνονται με υαλοστάσια της κατηγορίας A3.

3.3 Αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις

Οποιοσδήποτε και αν είναι ο τύπος του υαλοστασίου μετά του υαλοπίνακα σε κλειστή θέση ή ανοικτή σταθεροποιημένη οφείλει να αντέχει στις δράσεις του ανέμου πιέσεις ή υποπιέσεις. Σ' όλες αυτές τις δράσεις δεν θα πρέπει να παρουσιάζονται α) αποσυναρμολογήσεις β) μετακίνησης από την αρχική τους θέση γ) κίνδυνοι απότομου ανοίγματος ή θραύσης έπειτα από απότομη πίεση γ) θραύσεις των υαλοπινάκων δ) απόσπαση των υαλοπινάκων από τις πατούρες τοποθέτησης τους, λόγω ανεπαρκών διαστάσεων η υπερβολικών βέλων κάμψης. Επίσης οι δονήσεις που προκαλούνται από την κυκλοφορία παντός είδος οχήματος ή από τον άνεμο δεν θα πρέπει να προκαλούν ρηγματώδεις ή αποσυναρμολογήσεις στους υαλοπίνακες και τα φέροντα στοιχεία τους. Ακόμα ο τρόπος που στερεοποιούνται οι υαλοπίνακες – υαλοστάσια στα οικοδομικά ανοίγματα θα πρέπει να ναι τέτοιος ώστε οι καθιζήσεις, τα βέλη, οι διαστολές που κανονικά παρουσιάζονται σε ένα κτίριο να μην επιδρούν στην όλη συμπεριφορά και λειτουργία τους. Οι υαλοπίνακες θα πρέπει να αντέχουν

ακόμα και από τις κρούσεις, πιέσεις των ανθρώπων και των ζώων. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει αντοχή στις υγροθερμικές καταπονήσεις και αυτό επιτυγχάνεται με τον σωστό σχεδιασμό του υαλοστασίου την επιλογή των επιμέρους υλικών ως και ο τρόπος στερέωσης να είναι τέτοιος έτσι ώστε οι μεταβολές των διαστάσεων που οφείλονται στις αλλαγές θερμοκρασίας και υγρασίας να μην επηρεάζουν αισθητά την ευστάθεια του υαλοστασίου και τη διατήρηση της θέσης τους των υαλοπινάκων γεγονός που μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ασφάλεια των κατοίκων.

Άλλη μια παράμετρο είναι η τοποθέτηση των υαλοπινάκων στα υαλοστάσια όπου ιδίως των μεγάλων διαστάσεων να υπάρχουν απαραίτητοι αρμοί μεταξύ υαλοπινάκων και πυθμένα πατούρας για την αποφυγή ρωγμών λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών.

3.4 Εμφάνιση παθολογικών αιτιών στους υαλοπίνακες

Οι παθολογικές καταστάσεις που δημιουργούνται στους υαλοπίνακες εμφανίζονται κατά φάσεις όπου είναι α)οι μορφοποίησης των διάφορων τύπων υαλοπινάκων β) η μετακίνηση, αποθήκευση μέχρι την τελική τοποθέτηση και γ)την παραμονή στο κτίριο από τη στιγμή που θα τοποθετηθούν και σε όλη τη διάρκεια ζωής τους. Όλα τα παραπάνω εκδηλώνονται με :α)εσωτερικά ελαττώματα στη μάζα των υαλινών επιφανειών β)με ρηγματώσεις λόγω δράσεων διαφόρων εξωτερικών παραγόντων και λόγω ιδιαιτερότητάς του γυαλιού απέναντι στις μηχανικές καταπονήσεις (σύμπτωση ορίου ελαστικότητας και ορίου θραύσης)και γ)με αλλοιώσεις των συνθετικών μεμβρανών των πολλαπλών υαλοπινάκων ή με συμπυκνώσεις υδρατμών (θρομβώματα) στους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες λόγω παρουσίας νερού στην κάτω πατούρα τοποθέτησής τους.

Κάθε περιγραφή παθολογικής κατάστασης ενός υαλοπίνακα συνοδεύεται όπου απαιτείται α)με τους απαραίτητους υπολογισμούς με βάση τους οποίους θα γίνει η σωστή επιλογή του β)με την απαρίθμηση των παραγόντων που ευνοούν τη δημιουργία μια παθολογικής κατάστασης και γ)με οδηγίες αναφορικά με το βέλτιστο τρόπο τοποθέτησης των υαλοπινάκων στο έργο (όπου θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στην παράγραφο με τις κακότεχνες εφαρμογές).

Ενσωματωμένα ελαττώματα υαλοπινάκων θα πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίησή τους στο έργο. Οι ελαττωματική αυτή υαλοπίνακες μπορεί να παρουσιάζουν μια από τις παρακάτω μορφές που είναι (αναλυτικά):

3.4.1 Οπτικά ελαττώματα

Πρόκειται για ελαττώματα που προέρχονται από τη μάζα ή την επιφάνεια του γυαλιού και που έχουν σαν αποτέλεσμα την αλλοίωση της θέας και την δημιουργία οπτικών παραμορφώσεων. Παρουσιάζονται α) με έντονες κυματώσεις που χαρακτηρίζονται από παράλληλες παραμορφώσεις της εικόνας. β) Υάλινες πολύ λεπτές ανομοιογενείς ίνες στην επιφάνεια, αισθητές πολλές φορές στην επιφάνεια και γ) δέσμη πολύ λεπτών, πυκνών γραμμών που προκαλούν αλλοιώσεις στην ορατότητα.

3.4.2 Εμφανή μετρούμενα ελαττώματα

Τα ελαττώματα αυτά έχουν αισθητά περιορισμένες διαστάσεις, οι οποίες αντιστοιχούν στη διάμετρο του περιγεγραμμένου κύκλου ή στην απόσταση των πλέον απομακρυσμένων σημείων. Οι μορφές που παρουσιάζουν είναι οι παρακάτω: 1) Προσκολλημένα ξένα σώματα ή σκόνη γυαλιού. 2) Ενσωμάτωση στη μάζα του γυαλιού, αερίου ή αλάτων, σχήματος ωοειδούς ή φακού. 3) Επιφανειακή προσκόλληση ασπριδερών μορίων αποτελούμενα συνήθως από φθαρμένο γυαλί. 4) Τοπική επιφανειακή εξέλκωση του γυαλιού που προκαλείται από τριβή ξένου σώματος συνήθως γυαλιού. 5) Ενσωμάτωση στο γυαλί αδιαφανών κόκκων διαφόρου μορφής και χρώματος και 6) υάλινη ενσωμάτωση και μορφή δακρύου που καταλήγει σε ίνες διαμέτρου λίγο μικρότερο ή μεγαλύτερο 3mm.

3.4.3 Ελαττώματα εμφάνισης που δεν θεωρούνται μετρήσιμα

Οι μορφές αυτές είναι: 1) Ακαθαρσίες στην επιφάνεια παρουσιαζόμενες ως σημεία, λεκέδες ή γραμμικές. 2) Ρωγμή περιορισμένης, έκτασης που εκτείνεται πλήρως ή μερικώς στο πάχος του γυαλιού. 3) Επιφανειακές χαραγές, ευθύγραμμες ή καμπύλες συνεχείς ή ακανόνιστες. 4) Ιριδισμός λόγω επιφανειακής χημικής αλλοίωσης που οφείλεται στην υγρασία. Το ελαττώματα αυτό δεν πρέπει να συγχέεται της πόλωσης του φωτός που παρατηρείται στους εμβαπτισμένους υαλοπίνακες. 5) Επιφανειακή τοπική παραμόρφωση του γυαλιού στην πλαστική φάση που έγινε είτε από κύλινδρο ή από ξένα σώματα. 6) Επιφανειακή ανάκλαση εμφάνισης όπως η φλούδα

πορτοκαλιού.7)Μικροσκοπικές κοιλότητες διασκορπισμένες στην επιφάνεια με ή χωρίς ξένο σώμα.

3.4.4 Ελαττώματα ακμών

Οι μορφές αυτές είναι:1)Αρχή ρωγμής, στο σύνολο του πάχους ή μερική.2)Θραυόμενη γωνία. 3)Ειδικά ελαττώματα κοπής συνήθως από 'τσιμπιδιάσματα' εισέχοντα ή προεξέχοντα. 4)Αποφλοιώσεις της ακμής.

Κεφάλαιο 4 Αίτια παθολογικών καταστάσεων στους υαλοπίνακες

4.1 Επίδραση της ανεμοπίεσης

Οι δράσεις του ανέμου πρέπει να λαμβάνονται στον υπολογισμό του πάχους των υαλοπινάκων και εξαρτώνται από την γεωγραφική θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, την θέση του υαλοστασίου στην όψη, τις διαστάσεις του, και τέλος τον τρόπο τοποθέτησης του υαλοπίνακα και του υαλοστασίου.

Οι ρηγματώσεις υαλοπινάκων λόγω έλλειψης αντοχής σε ανεμοπίεση δημιουργούνται μόνο όπως αναφέραμε παραπάνω έχουν υπολογισθεί σωστά τα πάχη αυτών σε ανεμοπίεση ανάλογα πάντοτε α) με τον τύπο του υαλοστασίου (κινητό ή σταθερό)β)του τρόπου τοποθέτησης και έδρασης των υαλοπινάκων στα υαλοστάσια και γ)του είδους των υαλοπινάκων (απλών, πολλαπλών, θερμομονωτικών).

Οι συμβατικές πιέσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό του πάχους των υαλοπινάκων βασίζονται σε τέσσερις παραμέτρους:

1. Το υψόμετρο της θέσης του κτιρίου

2. Η θέση που βρίσκεται το κτίριο

3. Η θέση από πλευράς ύψους του υαλοστασίου στο κτίριο

4. Το προστατευόμενο ή όχι της όψης έναντι των δράσεων του ανέμου.

1^η Παράμετρος

Περιοχή που βρίσκεται από πλευράς η κατασκευή από πλευράς υψομέτρου

Διακρίνονται σε δύο περιοχές :1. Η περιοχή Α με υψόμετρο μικρότερο των 1000Μ.2)

Η περιοχή Β με υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000Μ.

2^η Παράμετρος

Η θέση που βρίσκεται το κτίριο

Θέση α:εσωτερικό μεγάλων κατοικημένων περιοχών πόλεις με λιγότερα από τα μισά κτίρια της έχουν ύψος 4 ορόφων.

Θέση β:μικρές ή μεσαίες πόλεις ή περίχωρα μεγάλων πόλεων με κτίρια μικρότερα των 4 ορόφων.

Θέση γ:εξοχικές περιοχές.

Θέση δ:κατασκευές κοντά στη θάλασσα(όταν αυτές βρίσκονται από τη θάλασσα 15 φορές το ύψος τους)εκτός αν τα υαλοστάσια είναι προστατευμένα.

3^η Παράμετρος

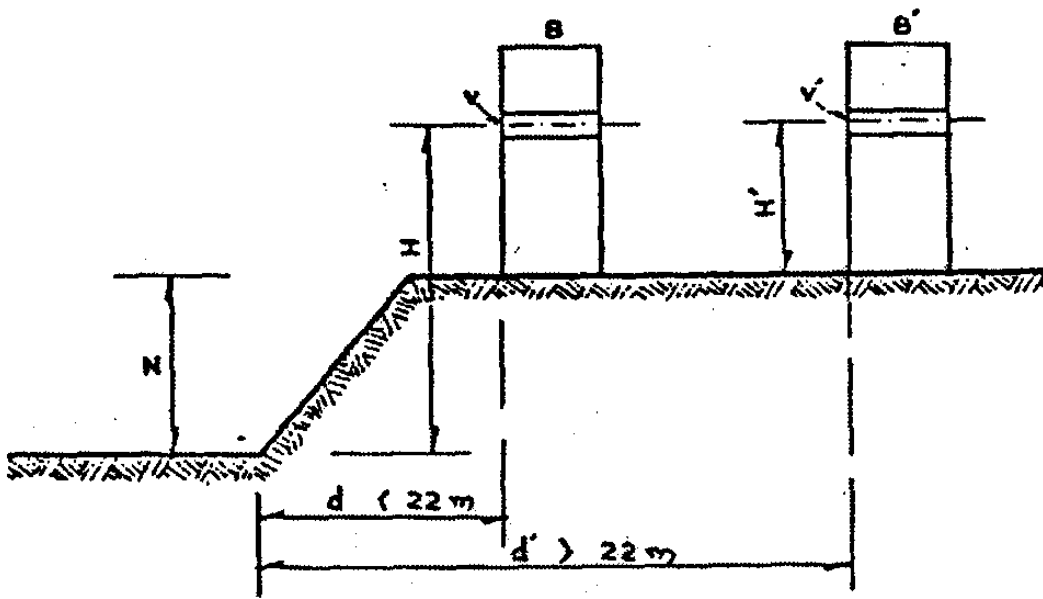
Η θέση του υαλοστασίου από πλευράς ύψους σε συσχετισμό με το έδαφος.

- 1)Κάτω από 6 m
- 2) Μεταξύ 6 και 18 m
- 3) Μεταξύ 18 και 28 m
- 4) Μεταξύ 28 και 50 m
- 5)Μεταξύ 50 και 100 m

Όταν μια κατασκευή είναι ελεύθερη μπροστά και έχει μεγάλο μήκος, λαμβάνεται σαν ύψος πάνω στο έδαφος το ύψος από την υψηλότερη στάθμη του εδάφους.

Όταν μια κατασκευή βρίσκεται σε υπερυψωμένη περιοχή, με κλίση πλαγιάς μεγαλύτερη των (45°), τότε το ύψος πάνω από το έδαφος, θα υπολογίζεται από το πόδι του πρανούς, εκτός αν η κατασκευή βρίσκεται σ' απόσταση οριζόντια από το πόδι του πρανούς, μεγαλύτερη του διπλάσιου ύψους.

Έτσι το ύψος πάνω από το έδαφος του υαλοστασίου v του κτιρίου B θα είναι H ενώ του υαλοστασίου v' του κτιρίου B' θα είναι H' (βλέπε το παρακάτω σχήμα)



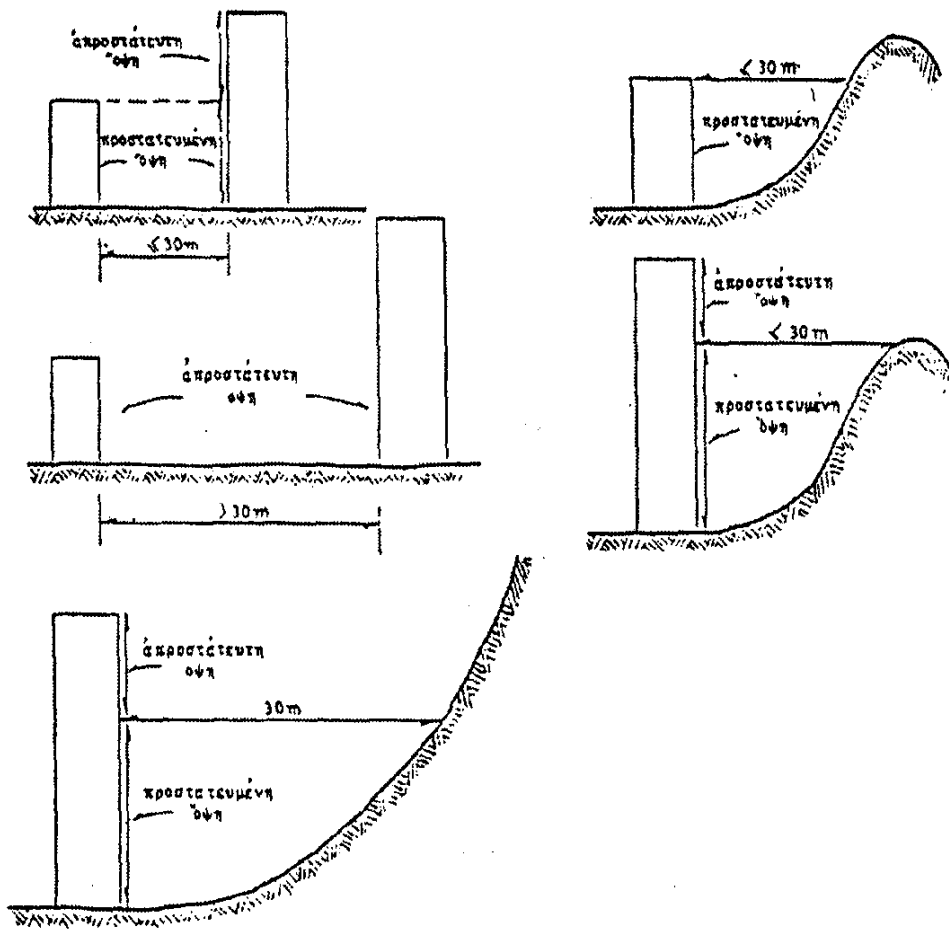
4^η Παράμετρος

Προστατευμένα ή όχι των όψεων έναντι ανέμου

Διακρίνονται οι όψεις σε προστατευμένες ή όχι προστατευμένες.

Μία όψη θεωρείται προστατευμένη όταν βρίσκεται πάνω σε ένα δρόμο (η έννοια του δρόμου προϋποθέτει μία συνέχεια των απέναντι κατασκευών)ή όταν βρίσκεται από υπερυψωμένο έδαφος.

Στο παρακάτω σχήμα δίδονται όλες οι περιπτώσεις που χαρακτηρίζονται μια όψη προστατευμένη



Αυτές οι τέσσερις παράμετροι καθορίζουν την συμβατική τιμή της ανεμοπίεσης Kg/m^2 για τον υπολογισμό του πάχους των υαλοπινάκων, που δύνονται στον παρακάτω πίνακα. Θα ασχοληθούμε αναφορικά με διάφορα παραδείγματα υπολογισμού για τα κινητά υαλοστάσια. Αν το πάχος είναι για απλούς και μη απλούς υαλοπίνακες και για securite. Το μεγαλύτερο πρόβλημα λόγω ανεμοπίεσης

καταγράφετε σε μεγάλες επιφάνειες όψεων είτε είναι υαλοπετάσματα είτε είναι βιτρίνες. Θα τα παρουσιάσουμε αναλυτικότερα παρακάτω.

Ύψος υαλοστασίου πάνω στο έδαφος	Προστατευμένες όψεις υαλοστασίων	Απροστάτευτες από τον άνεμο όψεις υαλοστασίων							
		Περιοχή Α και Β		Περιοχή Α				Περιοχή Β	
	Θέση a και b	Θέση				Θέση			
		a	b	c	d	a	b	C	
Μικρότερο των 600 Μ	60	60	60	90	140	80	90	130	
Μεταξύ 6 και 18 Μ	60	60	80	110	160	90	110	160	
Μεταξύ 18 και 28 Μ	60	70	90	120	170	100	130	180	
Μεταξύ 28 και 50 Μ	--	90	110	120	180	130	160	200	

4.1.1 Υπολογισμός του πάχους των υαλοπινάκων

Υπολογίζονται κατ' αρχάς τα πάχη των απλών υαλοπινάκων σε κινητά υαλοστάσια και με ορισμένους συντελεστές μείωσης ή προσαύξησης υπολογίζονται τα αντίστοιχα πάχη, όταν είναι σταθερά τα υαλοστάσια και όταν αντί των απλών υαλοπινάκων, προβλέπονται υαλοπίνακες SECURIT, διπλοί ή πολλαπλοί με ενδιάμεσες μεμβράνες ή θερμομονωτικοί.

Πάχος απλών υαλοπινάκων (RECUITS) επί των κινητών υαλοστασίων

Προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα όπου είναι:

e =το πάχος του υαλοπίνακα σε mm.

L = η πιο μεγάλη πλευρά του υαλοπίνακα

I = η πιο μικρή πλευρά του υαλοπίνακα (ή μήκος του ελεύθερου άκρου για τους υαλοπίνακες που εδράζονται σε δύο πλευρές) σε m.

S =επιφάνεια του υαλοπίνακα σε m^2 .

P =συμβατικά πίεση σε Kg/m^2 όπως αυτή προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα.

Υαλοπίνακες εδραζόμενοι σε 4 πλευρές (πατούρες)		
$Av L/I \leq 3$	$e = \sqrt{\frac{10 \cdot S \cdot P}{72}}$	$Av L/I > 3$ $e = \frac{I \cdot \sqrt{10 \cdot P}}{4.9}$
Υαλοπίνακες εδραζόμενοι σε 3 πλευρές.		
Η ελεύθερη πλευρά είναι ίση με την μικρότερη I .	Η ελεύθερη πλευρά είναι ίση με την μεγαλύτερη L .	
$e = \frac{I \cdot \sqrt{10 \cdot P}}{4.9}$	$Av L/I \leq 9$ $e = \sqrt{\frac{30 \cdot S \cdot P}{72}}$	$Av L/I > 9$ $e = \frac{3 \cdot I \sqrt{10 \cdot P}}{4.9}$
Υαλοπίνακας εδραζόμενοι σε δύο κάθετες πλευρές.		
$e = \frac{I \cdot \sqrt{10 \cdot P}}{4.9}$	Σ' αυτή την περίπτωση το I παριστάνει την ελεύθερη πλευρά έστω και αν αυτό μήκος αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη πλευρά.	

Πάχος υαλοπινάκων σε σταθερά υαλοστάσια

Τα πάχη των υαλοπινάκων που προκύπτουν από τους παραπάνω τύπους του πίνακα () πολλαπλασιάζονται :

α) 0,9 για όλες τις γενικές περιπτώσεις

β) 0,8 για τα υαλοστάσια που η πάνω στάθμη βρίσκεται σε ύψος 6M από το έδαφος και που έχουν β1) είτε περισσότερο των 5,0 επιφάνεια και στηρίζονται σε τρεις ή τέσσερις πλευρές και β2) είτε μήκος της ελεύθερης πλευράς μεγαλύτερο από 2 M όταν στηρίζεται σε δύο απέναντι πλευρές.

Πάχη υαλοπινάκων οπλισμένων SECURIT διπλών με ή χωρίς ενδιάμεση στρώση αέρα

Για τους υαλοπίνακες εκτός από τους απλούς (κρύσταλλα)τους διπλά ψημένους (RECUIT) και τους άοπλους, το ελάχιστο θεωρητικό πάχος e_t προκύπτει από το πάχος που υπολογίζεται σύμφωνα με τους τύπους πίνακα() αλλά πολλαπλασιασμένη με ένα συντελεστή ϵ που δίνεται από τον πίνακα () δηλαδή $e_t = \epsilon \cdot e_{xe}$.

ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ		ϵ
Υαλοπίνακας οπλισμένος		1,20
Υαλοπίνακας απλός SECURIT αν $P < 90$ αν $P \leq 90$	KG/M2	0,80 0,75
Υαλοπίνακας με ενδιάμεσες μεμβράνες (δύο ή τρία φύλλα κρυστάλλου με παρεμβολή φύλλων BUTYRAL DE POLYVINYLE	Διπλό	1,3*
	Διπλό	1,6*
Θερμομονωτικοί υαλοπίνακας	Διπλό	1,5*
	τριπλό	1,7*

4.1.2 Θραύσεις υαλοπινάκων

Οι συνθήκες που ευνοούν τις θραύσεις και αποκολλήσεις των βιτρινών είναι οι παρακάτω:

1. Δεν προβλέπονται οι κατάλληλοι αρμοί μεταξύ υαλοπινάκων και πυθμένα πατούρας τοποθέτησης ώστε να είναι δυνατό να απορροφηθούν οι προβλεπόμενες από τα φέροντα στοιχεία του κτιρίου παραμορφώσεις.
2. Δεν εξασφαλίζεται η ευστάθεια του κάθε στοιχείου της βιτρίνας με του φέροντα οργανισμό, ώστε με διάφορες καταπονήσεις που δέχεται να μην θραυσθεί ή αποκολληθεί ιδίως όταν υφίστανται καμπτικές καταπονήσεις,
3. Η συνδεσμολογία των διάφορων στοιχείων της βιτρίνας δεν δημιουργεί ένα ενιαίο σύνολο που να αντέχει στις κάθε μορφής καταπονήσεις ώστε στην περίπτωση:
 - Ύψους βιτρίνας μεγαλύτερου των 3,0 m εάν θραυσθεί ή αποκολληθεί ένα στοιχείο της αυτής κατάρρευσης μέρους ή του συνόλου της.
 - Ύψους βιτρίνας μεγαλύτερο των 3,0,m εάν θραυσθούν ή αποκολληθούν δύο στοιχεία της αυτά να μην είναι αιτία κατάρρευσης μέρους ή του συνόλου της.
4. Θα παραμορφωθούν ή θα αποσυνδεθούν οι διατάξεις στερέωσης των στοιχείων της βιτρίνας με το φέροντα οργανισμό ή των στοιχείων μεταξύ δυο υαλοπινάκων.
5. Δεν έχουν τοποθετηθεί τα κατάλληλα STOP στις πόρτες SECURIT που ανοίγουν προς τα έξω και σωστές θέσεις.

Οι διατάξεις στερέωσης και ακαμψίας για την αποφυγή θραύσεων και αποκολλήσεων βιτρινών σε περίπτωση υαλοπίνακα SECURIT οποιαδήποτε εργασία επ' αυτών (κοπή, διάνοιξη οπών, κατασκευή εγκοπών) θα πρέπει να γίνεται πριν από τη διαδικασία διαμόρφωσης του υαλοπίνακα σε SECURIT.

Οι διατάξεις ακαμψίας που παρατηρούνται (ή αντιανεμικές διατάξεις) βιτρινών αποτελούνται από υαλοπίνακες SECURIT και διακρίνονται α) σε αυτές που τοποθετούνται πάνω στους φεγγίτες β)σε αυτές που τοποθετούνται σε όλο το ύψος της βιτρίνας σε ένα ή δύο στοιχεία από την μια πλευρά του υαλοπίνακα ελάχιστου πάχους 10 m ή στην ένωση των δύο υαλοπινάκων πάχους 15 mm και γ)σε αυτές τοποθετούνται σε όλο το ύψος της βιτρίνας σε ένα τεμάχιο και κατά τα λοιπά όπως

προηγούμενα άλλα ελάχιστου πάχους 20cm. Όταν ο φεγγίτης αποτελείται από ένα υαλοπίνακα και οι διαστάσεις του είναι μικρότερες των 300mm, οποιαδήποτε και αν είναι η άλλη διάσταση και όταν αποτελείται ο φεγγίτης από πολλούς υαλοπίνακες και οι διαστάσεις είναι μικρότερες των 300mm οποιαδήποτε και εάν είναι η άλλη διάσταση για όλα τα παραπάνω δεν προβλέπονται διατάξεις ακαμψίας σε βιτρίνες με υαλοπίνακα SECURIT.

Αντίθετα προβλέπονται όταν:

1. Ο φεγγίτης βιτρίνας με πόρτα αποτελείται από ένα υαλοπίνακα και οι διαστάσεις είναι μεγαλύτερες από 300mm.
2. Όταν ο φεγγίτης βιτρίνας με πόρτα αποτελείται από πολλούς υαλοπίνακες και οι διαστάσεις του είναι μεγαλύτερες από 300mm πάντοτε ανάλογα του τρόπου στερέωσης των υαλοπινάκων
3. Όταν ο φεγγίτης βιτρίνας χωρίς πόρτα αποτελείται από πολλούς υαλοπίνακες οποιαδήποτε και αν είναι ο τρόπος στερέωσης και εάν το άθροισμα των δύο διαστάσεων είναι μεγαλύτερο των 3500mm.
4. Όταν οι βιτρίνες είναι μικτές από πλευράς υαλοπινάκων SECURIT για τα φύλλα της πόρτας και ο φεγγίτης και οι υαλοπίνακες RECUIT στις υπόλοιπες επιφάνειες.

Οι ρηγματώσεις υαλοπινάκων λόγω καμπτικών καταπονήσεων είναι δυνατό να εμφανισθούν παρόμοια φαινόμενα σε υαλοπίνακες μεγάλων διαστάσεων καθ' ύψος που τοποθετούνται σε οριζόντιες πατούρες πάνω και κάτω με ελεύθερες τις κατακόρυφες ακμές όπως π.χ σε βιτρίνες καταστήματος. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να εξετάζεται εάν το βέλος κάμψης παρόμοιου υαλοπίνακα είναι μεγαλύτερο του επιτρεπόμενου βέλους.

Μέγιστο επιτρεπόμενο βέλος κάμψης δίνεται από τον τύπο $f=5.P.L^4 /384 EJ$ παραθέτουμε τον τύπο της συνάρτησης του βέλους κάμψης με την τάση κάμψης και προκύπτει $f=\sigma/3,5 * L^2 /e$.

Λόγω κακότεχνων εφαρμογών και με την δράση της ανεμοπίεσης θα παρουσιασθούν ρηγματώσεις από την απόσπαση του από τις πατούρες που έχουν τοποθετηθεί. Αυτές οι ρηγματώσεις θα παρουσιασθούν όταν :

- Ξεκουμπώσει το πηχάκι διαμόρφωσης της πατούρας που είναι τοποθετημένο εσωτερικά και δεν έχει προσθέσει μηχανική υποστήριξη.
- Οι υαλοπίνακες μεγάλου ύψους που έχουν τοποθετηθεί κατά τις μικρότερες πλευρές τους μόνο σε κάτω πατούρα σε κανονικό βάθος και σε πάνω πατούρα σε μικρότερο του ελάχιστου επιτρεπτού παρουσιάσουν βέλη από ανεμοπίεση τέτοια, που με την καμπύλωση του υαλοπίνακα να μειωθεί το αρχικό κατακόρυφο ύψος του και να μηδενισθεί το τμήμα του υαλοπίνακα εντός της πατούρα, όταν αυτό βέβαια οι κατακόρυφες ακμές του είναι ελεύθερες και δεν έχουν κατακόρυφα στοιχεία ακαμψίας και δεν έχουν κολληθεί μεταξύ τους.

4.2 Ηλιακή & θερμική ακτινοβολία

Το γυάλινο άνοιγμα είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής λόγω της διπλής επιρροής που υφίσταται, τόσο από την τεχνολογική εξέλιξη στα είδη των γυαλιών, όσο και από την ανάγκη επικοινωνίας των ενοίκων με τη φύση και το περιβάλλον. Ο απλούστερος τρόπος, για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων, είναι η συλλογή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα, τα προσανατολισμένα στο νότο. Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου πάντα θετικά, ανεξάρτητα αν ο σχεδιασμός τους είναι συμβατικός ή βιοκλιματικός. Η διαφορά βρίσκεται στο ότι ένα κτίριο που λειτουργεί παθητικά παγιδεύει την ηλιακή θερμότητα που μπαίνει μέσα, την αποθηκεύει στα δομικά του στοιχεία, τοίχους –δάπεδα –οροφή, κατασκευασμένα από βαριά υλικά, με σκοπό να επαναποδώσει αυτή τη θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου τη νύχτα ή σε περιόδους συννεφιάς.

Οι παράγοντες, που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος είναι η παρακάτω:

- 1.Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια πρόσοψη
- 2.Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου με κύρια οργάνωση προς το νότο

3. Η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτιρίου, ώστε να απορροφάται οποιαδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας
4. Η θερμική προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους
5. Η μείωση των θερμικών ανταλλαγών μέσα από τα ανοίγματα, με τη χρήση κινητών μονωτικών πατζουριών.

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος απαριθμεί πολλούς παράγοντες όπως τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, τη κλίση του ανοίγματος, το μέγεθος, την θέση του ανοίγματος στην όψη ή κοντά στην οροφή, τον τύπο του υαλοπίνακα και τέλος την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στα συμπαγή δομικά στοιχεία της κατασκευής.

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την δημιουργία παθολογικών καταστάσεων λόγω της επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας και κυρίως στις ιδιότητες των υαλοπινάκων.

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία διαφέρει της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας συνηθισμένης θερμοκρασίας. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μικρού μήκους κύματος σε αντίθεση με την ακτινοβόλουμένη συνηθισμένης θερμοκρασίας που είναι μεγάλου μήκους κύματος. Γενικά τα γήινα σώματα και τα αντικείμενα που δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία φθάνουν σε μια θερμοκρασία που ποτέ δεν ξεπερνά τους 100 και εκπέμπουν μια θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος στην περιοχή των απομακρυσμένων υπέρυθρων.

Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται ακτινοβολία συνηθισμένης θερμοκρασίας. Η απορροφούμενη από τα τοιχώματα ηλιακή ακτινοβολία είναι τόσο ασθενέστερη όσο ο χρωματισμός πλησιάζει προς το άσπρο. Σε αντίθεση με την θερμική ακτινοβολία σε μήκος κύματος 3 και 4 μ (μικρά). Το γυαλί απέναντι στην ηλιακή ακτινοβολία είναι διαφανές, ενώ είναι αδιαφανές στην θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος. Ένα τοίχωμα γενικά απέναντι στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος χαρακτηρίζεται από την εκπεμπτικότητα (ή ικανότητα ακτινοβολίας) του, ενώ απέναντι στην ηλιακή ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από τον συντελεστή απορρόφησης τ . Εάν είναι $\tau=0$ το τοίχωμα είναι αδιαφανές. Στην αντίθετη περίπτωση είναι διαφανές και πάντοτε είναι $\alpha+\tau+\rho=1$ όπου α είναι συντελεστής απορρόφησης ρ ανάκλασης και τ διαπεράσης ενώ R_G είναι η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ των τριών συντελεστών και της εκπεμπτικότητας.

Στην περίπτωση απλού υαλοπίνακα χωρίς ηλιοπροστασία η ηλιακή ενέργεια R_G που προσπίπτει στον υαλοπίνακα ένα τμήμα της είναι ίσο με ρR_G όπου ανακλάται προς

τα έξω, ενώ ένα δεύτερο τμήμα της ίσο με α_{RG} απορροφάται από τον υαλοπίνακα. Όπου η ενέργεια αυτή ένα ποσοστό καλύτερα διαχέεται προς τα έξω με μετάβαση ενώ το υπόλοιπο ποσοστό της διαχέεται προς τα μέσα. Τέλος το υπόλοιπο ποσοστό της προσπίπτουσας ενέργειας αφού διαπεράσει τον υαλοπίνακα και υποστεί διάφορες ανακλάσεις απορροφάται από τα τοιχώματα και τα αντικείμενα του εσωτερικού χώρου.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι σε όλους τους καταλόγους των κατασκευαστικών υαλοπινάκων μας δίνουν τις τιμές α, ρ, τ καθώς και οι τιμές των ηλιακών συντελεστών S . Από τους τρεις συντελεστές α, ρ, τ ο συντελεστής απορρόφησης α είναι αυτός που κρίνει την συμπεριφορά των υαλοπινάκων στις θερμοκρασιακές μεταβολές και κρούσεις. Ακόμα ο ηλιακός συντελεστής χρησιμοποιείται όταν πρόκειται να ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς των θερμικών αναγκών ενός χώρου και οι ηλιακές προσαγωγές από τα τοιχώματα

Ως δαπάνες προσαγωγής θερμότητας. Επίσης χρησιμοποιείται για να διαπιστωθεί εάν είναι απαραίτητη μια σκίαση των υαλοστασίων (εσωτερική ή εξωτερική) ώστε να μειωθούν οι ενοχλήσεις στο εσωτερικό των χώρων από την ηλιακή ενέργεια. Οι τιμές του ηλιακού συντελεστή προϋποθέτουν ότι ο ήλιος σχηματίζει γωνία 30° με το οριζόντιο επίπεδο όταν βρίσκεται σε ένα κάθετο επίπεδο προς την όψη. Όταν είναι ίσες οι εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες του αέρα. Όταν το έδαφος είναι μπροστά από την όψη και έχει συντελεστή απορρόφησης περίπου ίσο με 0,6 και τέλος όταν η ταχύτητα του αέρα κοντά στην όψη είναι περίπου 1 με 2 m/sec.

Η περίπτωση απλού υαλοπίνακα με ηλιοπροστασία τα φαινόμενα της ροής ενέργειας διαφέρουν ανάλογα αν πρόκειται για εξωτερική ή εσωτερική ηλιοπροστασία.

Για την εξωτερική και εσωτερική ηλιοπροστασία παραθέτουμε δύο κατατοπιστικά σχήματα παρακάτω. Αυτό που αξίζει να αναφέρουμε για την με εξωτερική ηλιοπροστασία η ηλιακή ακτινοβολία δεν καταλήγει στον υαλοπίνακα, αφού η σχηματική πορεία της ενέργειας που προσπίπτει στην ηλιοπροστασία γίνεται όταν αυτή είναι αδιαφανής 100% όπου τότε δεν επεμβαίνει η διαπέραση. Ενώ η εσωτερική ηλιοπροστασία ισχύει ότι αναφέραμε και στην εξωτερική ότι δηλαδή η σχηματική πορεία της ενέργειας που προσπίπτει στον υαλοπίνακα και στην ηλιοπροστασία είναι αδιαφανή. Η διαφορά είναι ότι η τιμή ηλιακού συντελεστή εξαρτάται από το είδος της προστασίας. Όταν δηλαδή πρόκειται για λεπτό ύφασμα η ακτινοβολία διέρχεται με διαπέραση, ενώ όταν πρόκειται με περσίδες εμφανίζονται φαινόμενα ανάκλαση.

Παρακάτω παραθέτουμε τιμές ηλιακού συντελεστή ανοιγμάτων με κοινούς υαλοπίνακες (απλούς ή διπλούς) και με συντελεστή διαπερασης $\tau=0,87$ και ηλιοπροστασία με σχήμα q.

Οι ηλιοπροστασίες θεωρούνται ελαφρά διαπερατές όταν ο συντελεστής είναι μεταξύ 5 και 15% και αρκετά διαπερατές όταν είναι ο συντελεστής τα μεταξύ 15 και 25%. Τα συμπεράσματα αυτά προκύπτουν σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί:

ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ		ΑΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ				ΔΙΠΛΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ			
		ΧΡΩΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ				ΧΡΩΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ			
		ΑΝΟΙ Κ	ΜΕΣΟ	ΣΚΟΥΡΟ	ΜΑΥΡ Ο	ΑΝΟΙ Κ	ΜΕΣΟ	ΣΚΟΥΡΟ	ΜΑΥΡ Ο
ΠΑΤΖΟΥ ΡΙΑ ΚΑΙ STORE ΠΛΗΡΗ	ΠΑΤΖΟΥΡΙ ΞΥΛΙΝΟ 2εκ	4	7	9	11	3	5	6	8
	ΠΑΤΖΟΥΡΙ ΞΥΛΙΝΟ 1εκ	5	8	10	13	4	5	7	9
	ΨΑΘΑ ΑΠΟ ΞΥΛΟ	7	9	12	14	4	6	8	10
	ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΡΟΛΟ	7	10	13	16	4	7	9	11
	STORE ΑΠΟ ΔΙΑΦΑΝΕΣ ΥΦΑΣΜΑ	7	9	12	14	4	6	8	10
	STORE ΑΠΟ ΕΛΑΦΡΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟ ΥΦΑΣΜΑ	14	17	19		10	12	14	
	STORE ΑΠΟ ΑΡΚΕΤΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟ ΥΦΑΣΜΑ	21	23	25		16	18	20	
ΠΕΡΣΙΔΕ Σ ΚΑΙ BENETI ΚΑ STORE	ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ	10	9	9		8	7	7	6
	ΠΕΡΣΙΔΕΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ	11	11	11	11	9	9	9	8
	BENETIKA STORE ΜΕ ΛΑΜΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ	13	11	11	9	9	8	7	6
	BENETIKA STORE ΑΠΟ	14	14	13	12	9	9	9	8

		ΛΕΙΠΤΕΣ ΛΑΜΕΣ								
	STORE	ΒΕΝΕΤΙΚΑ STORE ΜΕ ΛΕΙΠΤΕΣ ΛΑΜΕΣ					28	34	40	45
	ΚΟΥΡΤΙ ΝΕΣ	ΚΟΥΡΤΙΝΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗΣ					21	28	36	43
		ΚΟΥΡΤΙΝΑ ΕΛΑΦΡΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΗ					24	32	40	
		ΚΟΥΡΤΙΝΑ ΑΡΚΕΤΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΗ					29	36	43	
	ΒΕΝΕΤΙ ΚΑ STORE	ΒΕΝΕΤΙΚΑ STORE ΜΕ ΛΕΙΠΤΕΣ ΛΑΜΕΣ	45	56	65	73	47	59	69	79
	ΚΟΥΡΤΙ ΝΕΣ	ΚΟΥΡΤΙΝΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗΣ	34	45	57	66	39	52	65	75
		ΚΟΥΡΤΙΝΑ ΕΛΑΦΡΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΗ	36	47	59		39	54	63	
		ΚΟΥΡΤΙΝΑ ΑΡΚΕΤΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΗ	39	50	61		42	55	68	

Οι κατηγορίες χρωματισμού που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα προκύπτουν από τον παρακάτω πίνακα όπου δίνονται και οι συντελεστές ανάκλασης ρ .

κατηγορία	Ανοικτό	μέσο	σκούρο	Μαύρο
Τιμή συντελεστή ανάκλασης	$\rho < 0,5$	$0,3 < \rho < 0,5$	$0,1 < \rho < 0,5$	$\rho < 0,1$
Χρώμα	Άσπρο, κρέμ, κίτρινο, πορτοκαλί ανοικτό, κόκκινο.	Σκούρο κόκκινο, ανοικτό πράσινο, ανοικτό μπλέ	Καφέ σκούρο, πράσινο, μπλέ σκούρο, μπλε ζωηρό	Μαύρο, καφέ σκούρο

Οι τιμές του ηλιακού συντελεστή ανοιγμάτων με κοινούς υαλοπίνακες (απλούς ή διπλούς) και οριζόντια εξωτερικά ηλιοπετάσματα θα ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις: 1. Ο υαλοπίνακας θα είναι κοινός 2. Τα ανοίγματα θα προστατεύονται με τα οριζόντια υαλοπετάσματα για 6 μήνες το χρόνο. Αυτό προϋποθέτει ότι η προεξοχή του υαλοπετάσματος θα είναι ίση με α) 0,7 του ύψους του ανοίγματος για νότιο προσανατολισμό β) με το ύψος του ανοίγματος για προσανατολισμό N-NA και N-ND γ) για ενδιάμεσο προσανατολισμό η προεξοχή θα είναι μεταξύ 0,7 ολόκληρου του ύψους και δ) δεν θα είναι αποτελεσματικά τα οριζόντια ηλιοπετάσματα για άλλους προσανατολισμούς.

4.3 Θερμικές Ιδιότητες Υαλοπινάκων

Οι θερμικές ιδιότητες των υαλοπινάκων περιλαμβάνουν την ειδική θερμότητα υαλοπίνακα C, την γραμμική διαστολή υαλοπίνακα, τις θερμικές τάσεις και τέλος τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα: η ειδική θερμότητα ισούται με την απαραίτητη ποσότητα θερμότητας για να ανυψωθεί κατά 1 ° C η μονάδα της μάζας του υλικού ισούται $C=0,22 \text{ Wh /Kg } ^\circ \text{C}$. Ενώ γραμμική διαστολή του υαλοπίνακα πρόκειται για τον συντελεστή με τον οποίο μετράται η επιμήκυνση της μονάδας μήκους για μια διαφορά θερμοκρασίας ίση 1° C για περιοχές θερμοκρασίας μεταξύ 20 και 300 ° C. Ισούται με 9×10^{-6} . Έτσι π. χ ένας υαλοπίνακας 2,0 m (200mm) που θερμαίνεται στους 30 ° C θα επιμηκυνθεί κατά $2000 \times 10^{-6} \times 30 = 0,54 \text{ mm}$. Για κάθε τύπο υαλοπίνακα υπάρχουν διαφορετικές συντελεστές γραμμικής διαστολής που είναι η παρακάτω: ξύλου 4×10^{-6} , σιδήρου 12×10^{-6} , αλουμινίου 23×10^{-6} , P.V.C 70×10^{-6} . Οι θερμικές τάσεις δημιουργούνται στον υαλοπίνακα έπειτα από μερική θέρμανση ή ψύξη που μπορεί να οδηγήσει στην θραύση. Τέλος τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα είναι ο συντελεστής θερμοαγωγιμότητας $\lambda = 1,16 \text{ W/m } ^\circ \text{C}$ και ο συντελεστής θερμοπερατότητας K που είναι $K = 5,70 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$.

Οι θερμικές απώλειες συσχετίζονται με την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας, ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ρυθμό απωλειών θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο, σε σταθερές συνθήκες, για θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού –εξωτερικού χώρου ίση με ένα Κελβιν.

Θα αναφέρουμε κάποιες διευκρινήσεις αναφορικά με τον συντελεστή θερμοπερατότητας K υαλοπινάκων στα διαφανή στοιχεία. Ο συντελεστής αυτός αφορά μόνο το ορατό τμήμα του υαλοπίνακα. Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών από τα διαφανή στοιχεία του κελύφους πρέπει να χρησιμοποιούνται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των υαλοστασίων και των υαλοπινάκων με διαστάσεις οικοδομικού ανοίγματος μετρούμενες μεταξύ λαμπάδων και μεταξύ πρεκιών –ποδιών.

Οι παράγοντες που επιδρούν στην διαμόρφωση του συντελεστή θερμοπερατότητας K είναι :α)οι επιφανειακές εναλλαγές θερμότητας όπου για τους απλούς υαλοπίνακες επηρεάζεται κυρίως από τις θερμικές αντιστάσεις (εσωτερικές και εξωτερικές)επιφανειακής εναλλαγής και σχεδόν καθόλου από την θερμική αντίσταση του υαλοπίνακα που είναι αμελητέα. Ο συντελεστής εξωτερικής θερμικής αντίστασης επιφανειακής εναλλαγής δεν είναι σταθερός αν και λαμβάνεται πάντα συμβατικά $0,06 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$.Τέλος ο συντελεστής εσωτερικής και εξωτερικής θερμικής αντίστασης επιφανειακής εναλλαγής εξαρτάται από την εκπεμπτικότητα ϵ του υαλοπίνακα. Στους διπλούς υαλοπίνακες επεμβαίνει η θερμική αντίσταση της ενδιάμεσης στρώσης του αέρα εξαρτάται από το :α)το πάχος της στρώσης β)την εκπεμπτικότητα των απέναντι εσωτερικών επιφανειών του ενδιάμεσου κενού και γ)από την αγωγιμότητα των υλικών που διαμορφώνουν το περιμετρικό πλαίσιο της ενδιάμεσης στρώσης αέρα.

4.4 Επίδραση της ηλιακής ενέργειας στην δημιουργία παθολογικών καταστάσεων

Οι υαλοπίνακες υπό την επίδραση της θερμικής ακτινοβολίας θα θερμανθούν τόσο περισσότερο όσο μεγαλύτερη είναι η ενεργειακή τους απορρόφηση. Στην περίπτωση που υπάρχουν μόνιμες ή περιστασιακές σκιάσεις θα προκληθούν στους υαλοπίνακες αποκλίσεις θερμοκρασίας μεταξύ δύο σημείων του (με τις χαμηλότερες στις περιμετρικές πατούρες τοποθέτησης τους ικανές να δημιουργήσουν τοπικά εφελκύστηκες τάσεις και να προκαλέσουν θραύσεις και ρηγματώσεις τους, εάν αυτές οι αποκλίσεις της θερμοκρασίας καταλήξουν σε τιμές που μπορεί να θεωρηθούν κρίσιμες για τους εξεταζόμενους υαλοπίνακες. Αναφορικά κρίσιμες αποκλίσεις θερμοκρασίας προκύπτουν από την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο σημείων του αυτού υαλοπίνακα και όχι από την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος που ο υαλοπίνακας διαχωρίζει. Οι κρίσιμες τιμές

θερμοκρασιακής αποκλίσεις εξαρτώνται από το υλικό του υαλοπίνακα και τις συνθήκες τοποθέτησης τους (υλικό πατούρα και κλίση υαλοπίνακα)Συνδέονται επίσης με την επεξεργασία ή όχι των ακμών κοπής των υαλοπινάκων. Γίνονται δεκτές ψηλότερες τιμές των κρίσιμων αποκλίσεων θερμοκρασίας ανάλογα του είδους των υαλοπινάκων στρογγύλεμα ή σπάσιμο των γωνιών των ακμών κοπής ώστε να μειωθούν τα ελαττώματα κοπής. Αντίστροφες είναι ασθενέστερες σε ορισμένους υαλοπίνακες (οπλισμένους πολλαπλούς με ενδιάμεσες μεμβράνες)όπου η κοπή δεν μπορεί να μην παρουσιάζει ελαττώματα. Όταν βρεθεί ένας υαλοπίνακας με κρίσιμες αποκλίσεις θερμοκρασίας μεγαλύτερες των 25°C (με ανωμαλίες κοπής)ή μεγαλύτερες των 33°C(χωρίς ανωμαλίες κοπής) θα πρέπει αυτός να είναι αυξημένης αντοχής σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις δηλαδή να είναι του τύπου SECYRIT.

Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην δημιουργία κρίσιμων αποκλίσεων θερμοκρασίας(ΚΑΘ)στους εκτεθειμένους από ηλιασμό υαλοπίνακες θα προκύψουν περιπτώσεις ρηγματώσεις μεταξύ δύο σημείων του αυτού υαλοπίνακα εάν δεν είναι ανθεκτικός στις θερμοκρασιακές καταπονήσεις. Οι αποκλίσεις εξαρτώνται :

1. Από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής ηλιακή ακτινοβολία, ημερήσιες αποκλίσεις θερμοκρασίας, άνεμος, προσανατολισμός των όψεων, εποχή, υψόμετρο.
2. Από το είδος και την σύνθεση των υαλοπινάκων αριθμός των επιμέρους υαλοπινάκων, ενεργειακά χαρακτηριστικά του, τις τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας K.
3. Από το είδος του υλικού της πατούρας όπου τοποθετούνται ως και από το περιβάλλον αυτής θερμική αδράνεια.
4. Από την κλίση των υαλοπινάκων ως προς την οριζόντια.
5. Από το είδος και τη μορφή των τοιχωμάτων απέναντι και γύρω από τους υαλοπίνακες.
6. Από την τοποθέτηση των θερμομονωτικών υαλοπινάκων στις όψεις και στις στέγες υπό μορφή προβόλου.
7. Από το εάν οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες είναι περιμετρικά ή όχι σύμμετροι (εάν το ένα το στοιχείο προεξέχει έναντι του άλλου)
8. Από τις δημιουργούμενες σκιάσεις επι των υαλοπινάκων.
9. Από διάφορες περιπτώσεις που δεν εμπίπτουν στις προηγούμενες όπως:
 - Συρόμενοι ή επάλληλοι υαλοπίνακες

- Υαλοπίνακες εκ των υστέρων χρωματισμένοι μερικώς ή ολικώς
- Υαλοπίνακες με επικολλημένα εσωτερικά διάφορα διαφημιστικά ή με επικολλημένες μεμβράνες διαφόρων τύπων
- Υαλοπίνακες εκτεθειμένοι στην επίδραση θερμοκρασιακής πηγής

4.4.1 Περιπτώσεις παθολογικών καταστάσεων

Αναλυτικότερα:

1. Κλιματικές συνθήκες περιοχής

Οι κλιματικές συνθήκες περιοχής θεωρούνται ότι είναι εκτεθειμένοι σε ηλιασμό οι κατακόρυφοι υαλοπίνακες ή αυτοί που εξομοιώνονται με κατακόρυφους. Οι υαλοπίνακες των οποίων η κλίση ως προς την οριζόντια είναι μικρότερη των 30 °C θεωρούνται ότι και αυτοί ότι υφίστανται τον ηλιασμό.

Από πλευράς επιφανειακών εναλλαγών θερμότητας η περίπτωση του ήρεμου αέρα είναι πλέον δυσμενής έναντι των κινδύνων θραύσης από θερμικές καταπονήσεις. Για τους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες οι πλέον δυσμενείς συνθήκες είναι :α) η μέγιστη ηλιακή ροή ενέργειας β) η μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία για το εξωτερικό τους στοιχείο και γ) η ελάχιστη εσωτερική θερμοκρασία για το εσωτερικό τους στοιχείο.

2. Το είδος και η σύνθεση των υαλοπινάκων

Κάθε στοιχείο υαλοπίνακα (απλού ή σύνθετου) προσδιορίζεται από τα ανύπαρκτα ενεργητικά του χαρακτηριστικά (συντελεστές απορρόφησης ανάκλασης διαπεράσεως). Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται για κάθε όψη του στοιχείου οι μονολιθικοί υαλοπίνακες χωρίς επιφανειακή έχουν αυτούς τους συντελεστές και στις δύο όψεις.

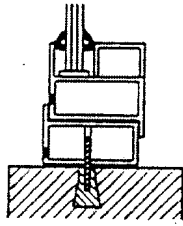
- Υαλοπίνακες με πυρολιτική επιφανειακή επικάλυψη

Πρέπει πάντοτε να λαμβάνεται υπόψη η θέση της επικαλυπτικής στρώσης και η εκπνευτικότητα της ανάλογα με την τοποθέτηση του υαλοπίνακα ως προς το εξωτερικό. Οι πολλαπλοί υαλοπίνακες με επικαλυπτική στρώση σε μεμβράνη ή ορισμένοι πολλαπλοί υαλοπίνακες διαφόρων αποχρώσεων, θα θεωρούνται ως απλοί υαλοπίνακες με διαφορετικά χαρακτηριστικά της θέσης τοποθέτησης.

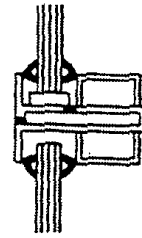
3. Το είδος του υλικού της πατούρας τοποθετούνται ως και περιβάλλον αυτής

Οι θερμικές συνθήκες στα περιμετρικά άκρα των υαλοπινάκων, εντός της πατούρας και πλησίον αυτής διαφέρουν αισθητά των αντίστοιχών συνθηκών που επικρατούν στην επιφάνεια των υαλοπινάκων. Οι δημιουργούμενες θερμικές καταπονήσεις είναι τόσο περισσότερες σημαντικές όσο :α)μεγαλύτερη είναι η θερμική αδράνεια της πατούρας από αυτή υαλοπίνακα β)ο υαλοπίνακας είναι λιγότερο θερμομονωτικός από το υλικό που αποτελείται στην πατούρα. γ)το εύρος της ημερήσιας απόκλισης της θερμοκρασίας είναι σημαντικό. Οι πατούρες από πλευράς υλικών διαμόρφωσης τους διακρίνονται σε τρεις τύπους ως προς τη θερμική τους αδράνειας :τύπος Α πατούρες χαμηλής θερμικής αδράνειας. Τύπος Β πατούρες μέσης θερμικής αδράνειας. Τύπος C πατούρες υψηλής θερμικής αδράνειας.

Θερμική αδράνεια (ΘΑ) είναι ένας ποιοτικός χαρακτηρισμός που δεν μετριέται με ένα αριθμό τουλάχιστον από πρακτικής πλευράς ή πλευράς κανονισμών. Για το λόγο αυτό εισάγεται η έννοια της κατηγορίας της θερμικής αδράνειας της οποίας ο χαρακτηρισμός γίνεται σε συνάρτηση με την μάζα και την επιφάνεια των τοιχωμάτων. Τα στοιχεία που επηρεάζουν την θερμική αδράνεια είναι:ο συντελεστής απορρόφησης των τοιχωμάτων και η επιφανειακή θερμική αγωγιμότητα του υλικού και τούτο γιατί με τη μεταβολή της θερμότητας το γινόμενο αυτό είναι που συμβάλει στην αποτελεσματική αδράνεια του υλικού. Η θερμική αδράνεια είναι η συνάρτηση από τη μια μεριά της ικανότητας των τοιχωμάτων, στο να αποθηκεύουν θερμότητα, δηλαδή συνάρτηση της μάζας τους και από την άλλη μεριά της ικανότητας των τοιχωμάτων, αν αποδίδουν θερμότητα από την επιφάνεια τους.

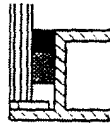


Πατούρα ανοιγόμενου υαλοστασίου αλουμινίου με ή χωρίς διάταξη διακοπής θερμικών γεφυρών.



Πατούρα σταθερού υαλοστασίου αλουμινίου λεπτών διατομών με ή χωρίς διάταξη διακοπής θερμικών γεφυρών και χωρίς επαφή με οικοδομικά στοιχεία ή μεταλλικό σκελετό.

Πατούρες υαλοπινάκων εξωτερικά κολλημένων

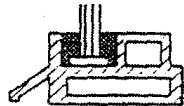


Υαλοπίνακες κολλημένοι εξωτερικά σε φέροντα στοιχεία αλουμινίου ή χάλυβος

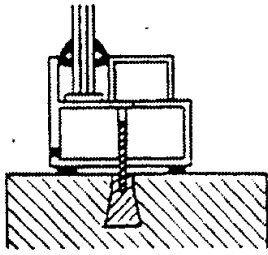
Πατούρες μέσης θερμικής αδράνειας

Πατούρες υαλοστασίων διατομών μεγάλου πάχους

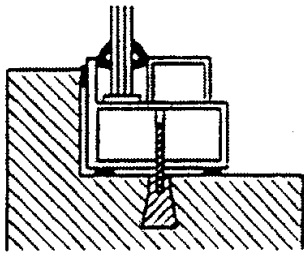
Πατούρες σταθερών υαλοστασίων αλουμινίου ή χάλυβος, σε επαφή με οικοδομικά στοιχεία ή μεταλλικό σκελετό διατομών μεγάλου πάχους.



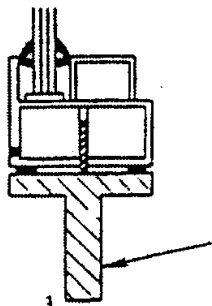
Πατούρα σταθερού ή ανοιγόμενου υαλοστασίου από χαλύβδινες διατομές μεγάλου πάχους.



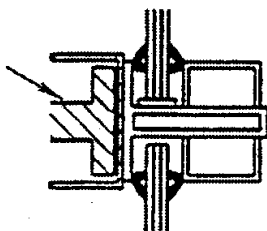
Πατούρα υαλοστασίου αλουμινίου με ή χωρίς διάταξη διακοπής θερμικών γεφυρών, στερεούμενου (έστω και κατά το ένα άκρο) απ' ευθείας σε τοίχο ή σε πατούρα σκυροδέματος



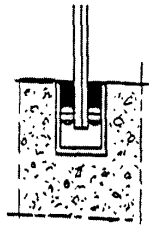
Πατούρα υαλοστασίου αλουμινίου με ή χωρίς διάταξη διακοπής θερμικών γεφυρών, στερεούμενου (έστω και κατά το ένα άκρο) απ' ευθείας σε ένα τοίχο ή σε σχηματιζόμενη γωνία από τοίχο ή σε πατούρα σκυροδέματος



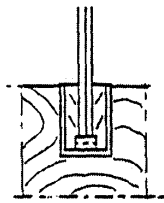
Πατούρα σταθερού υαλοστασίου αλουμινίου ή χάλυβος λεπτών διατομών με ή χωρίς διάταξη διακοπής θερμικών γεφυρών, σε επαφή με χαλύβδινο σκελετό βαριάς κατασκευής, έστω κατά τη μία πλευρά του υαλοπίνακα



Πατούρα σταθερού υαλοστασίου αλουμινίου ή χάλυβος λεπτών διατομών, με ή χωρίς διάταξη διακοπής θερμικών γεφυρών, σε επαφή με χαλύβδινο σκελετό, βαριάς κατασκευής, έστω κατά τη μία πλευρά του υαλοπίνακα



C₁ Πατούρα διαμορφωμένη
σε οικοδομικό υλικό
(σκυρόδεμα, οπτοπλινθοδομή, λιθοδομή)



C₂ Πατούρα διαμορφωμένη
σε εγκοπή (σκάλισμα)
σε ξύλινο στοιχείο.

4. Η κλίση του υαλοπίνακα ως προς την οριζόντια

Ανάλογα της κλίσης του υαλοπίνακα ως προς την οριζόντια, θα πρέπει ένα μέρος λίγο ή πολύ σημαντικό των καταπονήσεων που προέρχονται από το ίδιο βάρος, να επιπροστεθεί στις θερμοκρασιακές καταπονήσεις. Με βάση την κλίση του υαλοπίνακα ως προς την οριζόντια, οι υαλοπίνακες διακρίνονται :α) στους κατακόρυφους ή στους εξομοιούμενους με τους κατακόρυφους όταν η γωνία της κλίσης είναι μεγαλύτερη των 60 °C. β) στους υαλοπίνακες με κλίση όταν η σχηματιζόμενοι γωνία με την οριζόντια είναι μεταξύ των 60 °C και 30 ° C και γ) στους οριζόντιους υαλοπίνακες όταν η γωνία της κλίσης είναι μικρότερη των 30 °C. Για τους ανοιγμένους υαλοπίνακες, μετριέται η γωνία κλίσης όταν αυτοί είναι σε θέση κλειστή.

5. Το είδος και η μορφή των τοιχομάτων γύρω από τους υαλοπίνακες

▪ Παρουσία πετασμάτων (STORES)

Πάντοτε θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η παρουσία πετασμάτων τόσο από πλευράς ενεργητικών χαρακτηριστικών (συντελεστής απορρόφησης, ανάκλασης διαπέρασης) όσο και από πλευράς υλικού και τρόπου τοποθέτησης τους. Σημαντική παράμετρος είναι ο αερισμός της ενδιάμεσης στρώσης αέρα μεταξύ υαλοπινάκων και πετασμάτων, έστω και αν πρόκειται για υφασμάτινα πετάσματα. Πετάσματα από μεταλλικές κινητές περσίδες, πρέπει να απέχουν απόσταση μεγαλύτερη των 5cm από τον υαλοπίνακα. Στην περίπτωση υαλοπινάκων που δεν είναι ανθεκτικοί στις θερμικές καταπονήσεις (δεν είναι τύπο SECURIT) τα πετάσματα δεν θα πρέπει να είναι για μεγάλο χρονικό διάστημα, σε επαφή με τους υαλοπίνακες. Εσωτερικό πέτασμα σε διπλωμένη θέση που δεν αποκαλύπτει πλήρως τον υαλοπίνακα, θα πρέπει να θεωρείται ότι είναι αδιαφανές τοίχωμα. Η επίδραση των κατακόρυφων κινητών πεταμάτων στην συμπεριφορά των υαλοστασίων απέναντι στον ηλιασμό λαμβάνεται όταν τα πετάσματα είναι μισοκατεβασμένα. Στην περίπτωση που δεν δίδονται τα ενεργητικά τους χαρακτηριστικά από τους κατασκευαστές, θα πρέπει στο στάδιο προμελέτης να λαμβάνονται τιμές standard της:

- Απορρόφησης 50%
- Ανάκλασης 40%

- Διαπεράσεως 10%

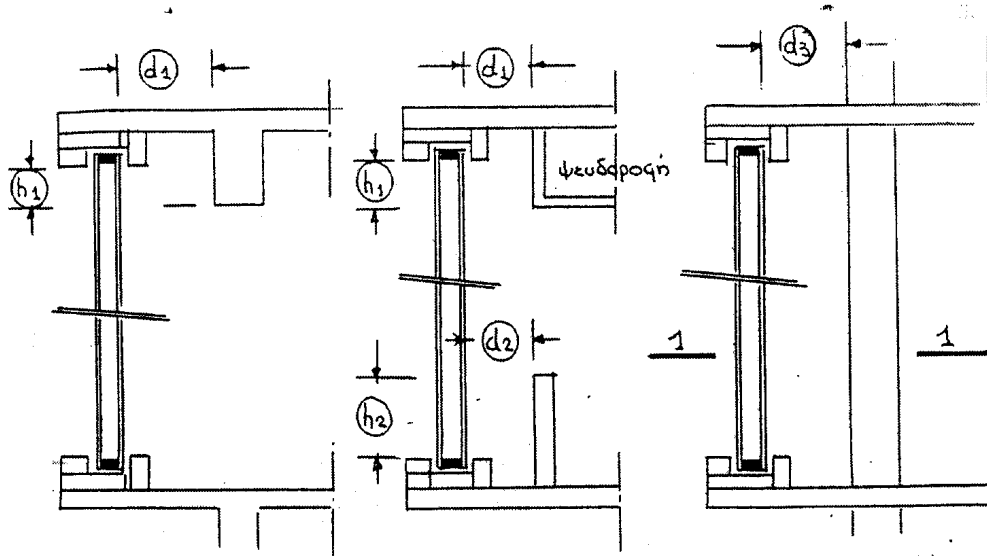
Σε χώρους όπου απαιτείται πλήρης συσκότιση (αίθουσες π.χ. προβολών) για τους υπολογισμούς των επιπτώσεων του ηλιασμού επί των υαλοπινάκων πρέπει τα πετάσματα STORES να είναι μαύρα με συντελεστές.

- Απορρόφησης 90%
- Ανάκλασης 10%
- Διαπεράσεως 0 %
 - Υαλοπίνακες μπροστά από αδιαφανή στοιχεία

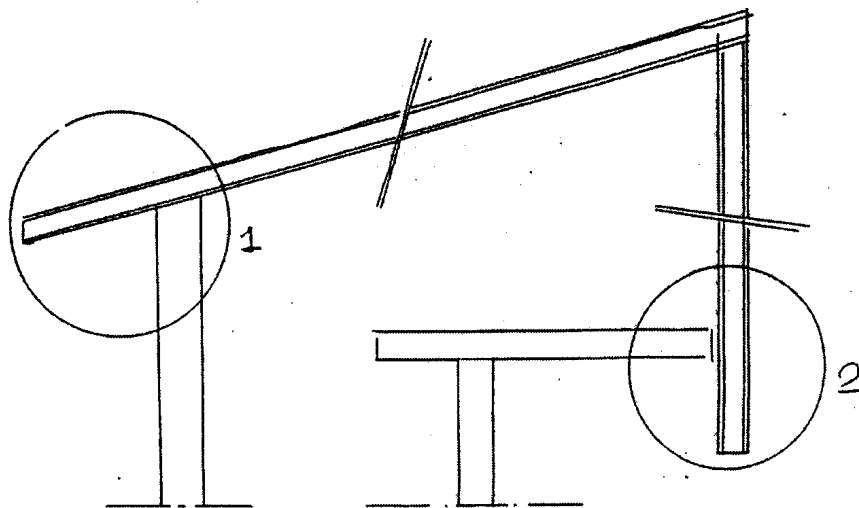
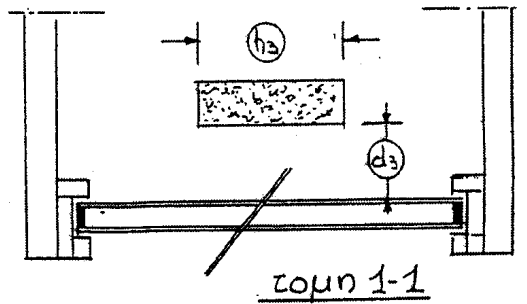
Οι υαλοπίνακες που είναι εκτεθειμένοι στον ηλιασμό και βρίσκονται έστω και μερικώς μπροστά από αδιαφανές στοιχείο όπως π.χ. δοκός, υποστυλώματα, χαμηλούς τοίχους, χαμηλά έπιπλα, ράφια με στοιβαγμένα DOSSIERS, μετώπες ψευδοροφών σε απόσταση από τους υαλοπίνακες, χαμηλό χώρισμα βιτρίνας, έπιπλο που καλύπτει θερμαντικό σώμα, θα πρέπει ανάλογα των ενεργητικών χαρακτηριστικών τους να διαθέτουν μεγάλη αντοχή στις θερμικές καταπονήσεις και στις θερμικές κρούσεις έκτος εάν αυτά τα διαφανή στοιχεία έχουν μειωμένες διαστάσεις, είναι αρκετά απομακρυσμένα από τους υαλοπίνακες και υπάρχει δυνατότητα αερισμού του ενδιάμεσου κενού.

6. Τοποθέτηση θερμομονωτικών υαλοπινάκων στις όψεις και στις στέγες υπό μορφή προβόλων

Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες στις όψεις ή στις στέγες που προεξέχουν και έχουν και τις δύο όψεις τους υπό την επίδραση εξωτερικού περιβάλλοντος θα πρέπει να παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή στις θερμικές κρούσεις πάντοτε ανάλογα των ενεργητικών χαρακτηριστικών



Στις κατακόρυφες τομές των σχημάτων 110, 111, 112, οι βαλοπίνακες θεωρούνται ότι είναι μπροστά από ένα «αδιαφανές τοίχωμα» εάν $d_1 < 0,8m$ με $h_1 \geq 0,5 d_1 \pm 0,02m$ ή εάν $d_2 < h_2$
 Στο σχήμα 113 (οριζόντια τομή του σχήματος 112) ο βαλοπίνακας θεωρείται ότι είναι μπροστά από «αδιαφανές τοίχωμα» εάν $d_3 < h_3$

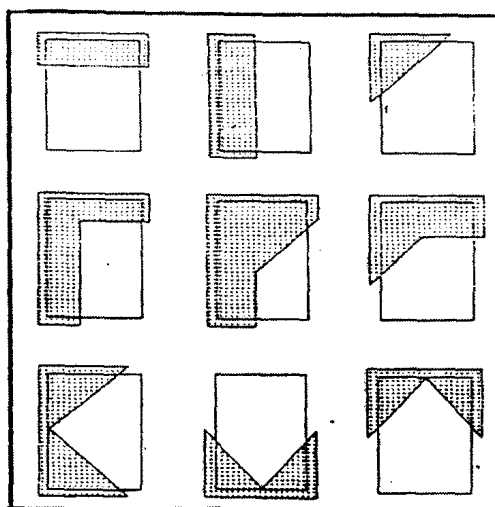


7. Ασύμμετροι περιμετρικά θερμομονωτικοί υαλοπίνακες

Όσο για ανάγκες περιορισμού των αρμών μεταξύ θερμομονωτικών υαλοπινάκων όψεων, το εξωτερικό στοιχείο προεξέχει του εσωτερικού περισσότερο από το πενταπλάσιο του πάχους του, θα πρέπει αυτό να έχει αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις.

8. Δημιουργούμενες σκιάσεις επί των υαλοπινάκων

Οι σκιάσεις δημιουργούνται επί των υαλοπινάκων από την παρουσία ηλιοπετασμάτων, πλακών σε πρόβολο, μπαλκονιών, βεραντών με τα υαλοστάσια σε εσοχή, λαμπάδων τοίχων, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και να εξετάζεται εάν οι υαλοπίνακες δύνανται να δεχθούν τις θερμοκρασιακές καταπονήσεις που προκύπτουν από τις αποκλίσεις θερμοκρασίας μεταξύ δύο σημείων του αυτού υαλοπίνακα. Παρακάτω δίδονται οι διάφορες περιπτώσεις σκίασης από τις οποίες της άνω σειράς δεν θεωρούνται επικίνδυνες για διαφορική θέρμανση τον υαλοπίνακα, της μεσαίας παρουσιάζουν κάποιους κινδύνους και της κάτω σειράς είναι βέβαιο πως θα δημιουργήσει προβλήματα στον υαλοπίνακα από διαφορική θέρμανση και κυρίως απλό θερμική κρούση, τα οποία προβλήματα θα γίνουν πλέον έντονα όταν υπάρχουν ανωμαλίες και δόντια στις ακμές.



9. Ειδικές περιπτώσεις

- Συρόμενοι ή επάλληλοι υαλοπίνακες

Οι υαλοπίνακες επί συρόμενων υαλοστασίων ή δυνάμεων λόγω λειτουργίας τους να τοποθετούν μπροστά από άλλο υαλοπίνακα παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο πρόβλημα απέναντι στους κινδύνους θραύσης από θερμικές καταπονήσεις.

Το καλοκαίρι υπάρχει περίπτωση στα συρόμενα υαλοστάσια που είναι μερικώς ή πλήρως ανοικτά, να αποτελούν ένα τετραπλό υαλοπίνακα με το ενδιάμεσο κενό, πολλή λίγο αεριζόμενο, να παρουσιασθούν σε αυτά υπερθερμάνσεις και θραύσεις των υαλοπινάκων.

- Υαλοπίνακες λευκοί χρωματισμένοι εκ των υστέρων (πλήρως ή μερικώς) ή με επικολημένα διάφορα διαφημιστικά εσωτερικά

Έχουν όλες τις πιθανότητες να θραύσθουν από θερμοκρασιακές καταπονήσεις (εμπόδιση της ροής θερμότητας να διαχυθεί προς τα μέσα) εάν δεν είναι υψηλής θερμικής αντοχής.

- Υαλοπίνακες με επικολημένες εκ των υστέρων μεμβράνες διάφορων τύπων

Θα πρέπει για κάθε μεμβράνη που θα επικοληθεί να δίδεται από τον κατασκευαστή η επαύξηση του συντελεστή απορρόφησης που θα επέλθει στον υαλοπίνακα ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα θραύσης.

- Υαλοπίνακες εκτεθειμένοι στην επίδραση θερμαντικής πηγής

Κατά γενικό κανόνα, πρέπει να αποφεύγεται να υφίστανται οι υαλοπίνακες την άμεση και τοπική επίδραση θερμικής ακτινοβολίας.

Υαλοπίνακες που δέχονται υπό γωνία θερμό αέρα από θερμαντική πηγή ή παράλληλα προς τον υαλοπίνακα σε απόσταση μικρότερη των 2 cm πρέπει να είναι αυξημένης αντοχής σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις όταν: α) υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος β) η θερμοκρασία του αέρα ευθύς αμέσως μετά από τα στόμια, είναι μεγαλύτερη των 40° C. γ) Η

ταχύτητας ροής του αέρα είναι μεγαλύτερη εκείνης με την οποία έχει συμβατικά καθοριστεί ο συντελεστής εναλλαγής με μετάβαση (περίπου 20cm ανά δευτερόλεπτο) οπότε αλλάζει και η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας K του υαλοπίνακα (γίνεται μεγαλύτερος).

Οι διαδικασίες που προβλέπονται για την επιλογή υαλοπινάκων έτσι ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος θραύσης λόγω θερμικών καταπονήσεων δίνεται με την βοήθεια διάφορων πινάκων που θα παρουσιάσουμε παρακάτω. Οι πίνακες αυτοί είναι συντελεστές απορρόφησης των επιλεγμένων υαλοπινάκων οι οποίοι συντελεστές θα πρέπει να είναι μικρότεροι των αντίστοιχων συντελεστών των πινάκων που θα παρουσιάσουμε παρακάτω. Ακόμα παραθέτουμε πίνακα για την επιλογή διάφορων υαλοπινάκων αν απαιτείται να έχουμε αυξημένη αντοχή σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις.

Οι επιλογή των υαλοπινάκων με βάση τους επιτρεπόμενους συντελεστές απορρόφησης αν δεν υπάρχει υπέρβαση στην επιλογή περιορίζεται σε αυτούς που δεν έχουν αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασιακές απαιτήσεις (δηλαδή RECUITS) με την προϋπόθεση ότι:

1. Θα λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες σύνταξης του κάθε πίνακα
2. Το υψόμετρο που βρίσκονται οι υαλοπίνακες είναι μικρότερο των 1000m.
3. Εφόσον υπάρχουν εσωτερικά STORES (συνήθως μεταλλικές περσίδες) αυτές βρίσκονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 5 cm από τον υαλοπίνακα, αεριζόμενες από τις τρεις πλευρές
4. Εκτός εάν ειδικά δεν αναφέρεται οι υαλοπίνακες δεν έχουν ειδική επεξεργασία των ακμών κοπής.
5. Υπάρχει περίπτωση να προκληθούν σκιάσεις επί των υαλοπινάκων
6. Εφόσον υπάρχουν εξωτερικές περσίδες αυτές δεν είναι σε επαφή με τους υαλοπίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 20. Επιλογή απλών ή πολλαπλών υαλοπινάκων με βάση τις τιμές των συντελεστών απορρόφησης του Πίνακα, ώστε εφόσον δεν υπερβαίνονται, δεν υπάρχει ανάγκη χρησιμοποίησης υαλοπινάκων με αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις

Χαρακτηριστικά υαλοπινάκων			Θερμική αδράνεια πατούρας (4)		
Κλίση (1)	Είδος	Στήριξη	Χαμηλή Τύπος Α	Μέση Τύπος Β	Υψηλή Τύπος Γ
$\beta \geq 60^\circ$	Μονολιθικοί (2)	Περιμετρική	75	58	42
		Άλλου είδους	56	42	26
$\beta \geq 60^\circ$	Πολλαπλοί (3)	Περιμετρική	61	44	32
		Άλλου είδους	42	28	16
$30^\circ > \beta < 60^\circ$	Πολλαπλοί (3)	Περιμετρική	36	22	14
		Άλλου είδους	22	8	***

(1) βλέπε παράγραφο 4.2.5.2.4
(2) που αποτελείται από ένα υαλοπίνακα
(3) που αποτελείται από δύο ή περισσότερους υαλοπίνακες με ενδιάμεσες συνθετικές μεμβράνες
(4) βλέπε παράγραφο 4.2.5.2.3
*** υποχρεωτικά πρέπει να είναι ο υαλοπίνακας υψηλής αντοχής στις θερμικές κρούσεις

Πίνακας 21. Επιλογή θερμομονωτικών υαλοπινάκων χωρίς πρόσθετες ελαφριάς εκπνεατικότητας στρώσεις (σχήμα 97) με ή χωρίς προς το εσωτερικό περφορίες, με βάση τις τιμές των συντελεστών απορρόφησης του πινάκα, ώστε εφόσον δεν υπερβάνονται, δεν υπάρχει ανάγκη χρησιμοποίησης επιμέρους υαλοπινάκες με αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις

Χαρακτηριστικά υαλοπινάκων	Είδος	Στήριξη	Θερμική αδράνεια παρούσας (4)							
			Χαμηλή και ΕΚΥ				Μέση			
			Εξωτερική		Εσωτερική		Εξωτερική		Εσωτερική	
Κλίση	Μονοιθικοί (2)	Περιμετρική Άλλου είδους	I	II	I	II	I	II	I	II
			41	54	27	39	35	44	11	21
$\beta \geq 60^\circ$	Πολυιθικοί (3)	Περιμετρική Άλλου είδους	27	38	14	25	23	29	***	7
			31	54	18	39	25	44	***	21
			18	38	***	25	14	29	***	7

Για 1,2,3,4 και *** βλέπε πίνακα 20

ΕΚΥ: Εξωτερικοί κολητοί υαλοπινάκες

Ενδειξη I: σημαίνει ότι οι τιμές αναφέρονται σε υαλοπινάκες με ακμές όπως προκύπτουν από το κόψιμο

Ενδειξη II: σημαίνει ότι οι τιμές αναφέρονται σε στρουγγυλεμένες ακμές κοψίματος

Οι τιμές των πολλαπλών υαλοπινάκων στη στήλη II αναφέρονται σε υαλοπινάκες κατασκευασμένους σε σταθερές διαστάσεις, με τις ακμές των επιμέρους στοιχείων στρουγγυλεμένες

Όπου στις στήλες αναφέρεται Εξωτερική ή Εσωτερική τούτο σημαίνει ότι πηγάκι σχηματισμού της παρούσας τοποθετείται εξωτερικά ή εσωτερικά

Πίνακας 22. Επαγωγή θερμομονωτικών υαλοπινάκων με πρόσθετες ελαφριές εκπεμπτικότητα στρώσεις (σχήμα 97) με ή χωρίς προς το εσωτερικό περσίδες με βάση τις τιμές των συντελεστών απορρόφησης του Πίνακα, ώστε εφόσον δεν υπερβαίνουν, δεν υτάρχει ανάγκη χρησιμοποίησης επιμέρους υαλοπινάκων με αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις

Χαρακτηριστικά υαλοπινάκων	Είδος	Στήριξη	Θερμική αόρανευα παροήους (4)				Μέση			
			Χαμηλή και ΕΚΥ		Εξωτερική		Εξωτερική		Εσωτερική	
			I	II	I	II	I	II	I	II
Συντελεστής θερμοαερατότητας K	Μονοαθθικό (2)	Περιμετρική Άλλου είδους	40 28	49 36	21 10	32 19	32 22	41 27	11 ***	16 ***
	Πολλαθαίοι (3)	Περιμετρική Άλλου είδους	31 19	49 36	13 ***	32 19	24 14	41 27	*** ***	16 ***
W/m ² K 2,3 < K < 2,7 β ≥ 60°	Μονοαθθικό (2)	Περιμετρική Άλλου είδους	37 26	47 35	18 7	28 16	32 23	39 26	9 ***	13 ***
	Πολλαθαίοι (3)	Περιμετρική Άλλου είδους	29 18	47 35	10 ***	28 16	24 15	39 26	*** ***	13 ***
1,6 < K < 2,3 β ≥ 60°	Πολλαθαίοι (3)	Περιμετρική Άλλου είδους	29 18	47 35	10 ***	28 16	24 15	39 26	*** ***	13 ***

Βλέπε Πίνακα 21 για την επεξήγηση των διαφόρων ενδείξεων ότως και για τους όρους Εξωτερική, Εσωτερική

ΠΙΝΑΚΑΣ 23. Επιλογή απλών, πολλαπλών ή θερμομονωτικών υαλοπινάκων σε συρόμενα οριζοντίως ή κατακορύφως υαλοστάσια χωρίς περσίδες με βάση τις τιμές των συντελεστών απορρόφησης του Πίνακα, ώστε εφόσον δεν υπερβαίνονται, δεν υπάρχει ανάγκη χρησιμοποίησης υαλοπινάκων με αυξημένες αντοχές σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις

	Απλοί υαλοπίνακες	Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες	
		χωρίς στρώση ελαφριάς εκπεμπικότητας	Με στρώση ελαφριάς εκπεμπικότητας
Μονολιθικοί (2)	20	14	***
Πολλαπλοί (3)	17	-	-
Μονολιθικοί ή πολλαπλοί	24	20	***
Για (2), (3) και *** βλέπε Πίνακα 20			

4.5 Επίδραση της παρουσίας του νερού στις πατούρες εδράσεις, στους πολλαπλούς και θερμομονωτικούς υαλοπίνακες

Άλλη μια παθολογική αιτία στους υαλοπίνακες είναι η επίδραση του νερού. Στους εκτεθειμένους στο ανεμοβρόχι υαλοπίνακες δεν θα πρέπει να καταλήγει και να συγκεντρώνεται νερό στην κάτω πατούρα έδρασης των υαλοπινάκων. Η παρουσία του νερού θα δημιουργήσει παθολογικές καταστάσεις και στους υαλοπίνακες και στα υαλοστάσια.

Στους υαλοπίνακες και ειδικά:

1. Στους πολλαπλούς με ενδιάμεσες συνθετικές μεμβράνες, το νερό θα προσβάλει από τα σόκορα τις μεμβράνες και θα τις καταστρέψει με την πάροδο του χρόνου
2. Στους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες θα παρουσιασθούν φαινόμενα θάμβατος
 - Όταν συμπυκνωθούν οι υδρατμοί από το νερό της πατούρας που θα περάσουν με διαπίδυση από τα υλικά συγκόλλησης και στεγάνωσης των δύο στοιχείων του υαλοπίνακα, δεδομένου ότι τα υλικά αυτά είναι στεγανά στο νερό, όχι όμως και στην δίοδο των υδρατμών. Τα φαινόμενα αυτά θα εκδηλωθούν όταν το σημείο δρόσου του αέρα είναι ενδιάμεσο κενού είναι μεταξύ 0° και 5° C.
 - Όταν στους χειμερινούς μήνες, σε ηλιόλουστη μέρα παρουσιασθεί αύξηση της θερμοκρασίας στους υαλοπίνακες και αμέσως μετά απότομη πτώση. Τότε υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθεί απόθεση υδρατμών από το υλικό αφυδάτωσης προς το ενδιάμεσο κενό και συμπύκνωση αυτών, κυρίως όταν για υλικό αφυδάτωσης δεν χρησιμοποιούνται οι κόκκοι ζεόλιθου.

Στα υαλοστάσια η παρουσία νερού στις πατούρες των υαλοστασίων θα έχει επιπτώσεις και στην διάρκεια ζωής αυτών. Τα ξύλινα στοιχεία θα διαβρωθούν και τα σιδερένια θα σκουριάσουν, οπότε υπάρχει κίνδυνος να ρηγματωθούν οι υαλοπίνακες εάν δεν είναι κατάλληλες οι διατάξεις τακαρίσματος. Εκτός από τα υλικά των τάκων εδράσεις θα καταστραφούν με την πάροδο του χρόνου.

Οι παράγοντες που δημιουργούν κινδύνους συμπύκνωσης υδρατμών στο ενδιάμεσο κενό θερμομονωτικών υαλοπινάκων είναι :

1. Η ακαταλληλότητα και ανεπάρκεια διαστάσεων πατούρας τοποθέτησης υαλοπινάκων.
2. Απουσία ή ανεπάρκεια οπών αποστράγγισης νερού κάτω πατούρας
3. Ελαττωματικό τακάρισμα εδράσεις και γενικά ακατάλληλο και ανεπαρκές τακάρισμα υαλοπινάκων.
4. Ακατάλληλη στεγάνωση των αρμών μεταξύ υαλοπινάκων και τοιχωμάτων πατούρας.
5. Ακαταλληλότητα υλικού σφράγισης –κόλλησης των δύο στοιχείων του υαλοπίνακα με το ενδιάμεσο παρέμβυσμα. Πρέπει τα υλικά να παρουσιάζουν αντοχή σε διαπίδυση υδρατμών μικρότερη των $0,22 \text{ gr/m}^2/24$ ώρες για πάχος υλικού 2mm στους $38 \text{ }^\circ\text{C}$. Όταν βρίσκεται σε περιβάλλον με σχετική υγρασία $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
6. Μειωμένη αντοχή σε αποκόλληση μεταξύ στοιχείων υαλοπίνακα και τοιχωμάτων εσωτερικού παρεμβύσματος. Πρέπει η αντοχή σε αποκόλληση να είναι μεγαλύτερη των $5,7 \text{ Kg/cm}$ έπειτα από παραμονή δοκιμίων στο νερό για 14 ημέρες σε θερμοκρασία $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
7. Ασυμβατότητα από πλευράς βέλων κάμψης μεταξύ στοιχείων πλαισίων και ακμών θερμομονωτικού υαλοπίνακα.
8. Απουσία ή ανεπάρκεια κόκκων αφυδάτωσης του αέρα του ενδιάμεσου κενού, που κανονικά πρέπει να τοποθετούνται στα σωληνωτά παρεμβύσματα ή στα κορδόνια παρεμβύσματος.
9. Μη διοχέτευση αφυδατωμένου αέρα στο ενδιάμεσο κενό του υαλοπίνακα με σημείο δρόσου τουλάχιστον -10°C .
10. Εσφαλμένοι χειρισμοί κατά τις φάσεις μεταφοράς, αποθήκευσης και τοποθέτησης.

Οι απομάκρυνση υγρασίας και αποστράγγισης νερών από τις πατούρες στους κανόνες συνεργασίας υαλοπινάκων και υαλοστασίων υπάγονται έμμεσα στις διατάξεις που πρέπει να προβλέπει προβλέπονται στις πατούρες τοποθέτησης των υαλοπινάκων ώστε να μην διατηρείται υγρασία ούτε νερό σε αυτές, ιδίως σε υαλοστάσια εκτεθειμένα στο ανεμοβρόχι. Η απαραίτητη αυτή ισχύει και για τους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες αλλά και για τους πολλαπλούς υαλοπίνακες με ενδιάμεσες συνθετικές μεμβράνες, στους οποίους, η παρουσία νερού είναι αιτία

καταστροφής των μεμβρανών που αρχίζει σιγά-σιγά από τα σόκορα των υαλοπινάκων. Μια άλλη έμμεση συνέπεια της διατήρησης υγρασίας και νερού παρουσιάζεται και:

- Στα ξύλινα υαλοστάσια με φαινόμενα διάβρωσης των ξύλων και ανάπτυξης μυκήτων και προσβολής του από ξυλοφάγα έντομα.
- Στα σιδερένια κουφώματα όπου οι διογκώσεις από το σκούριασμα θα θρυμματισθούν τους υαλοπίνακες αφού καταστρέψουν τα τακαρίσματα

Διάμετρος και αριθμός οπών αποστράγγισης α)για τα ξύλινα και πλαστικά κουφώματα διάμετρος 8 με 10 mm και β)για τα μεταλλικά διάμετρος 5 mm.Ο αριθμός οπών είναι τουλάχιστον δύο για πατούρες μήκους 1,0m και μια συμπληρωματική οπή ανά 0,50m μήκους πατούρας.

4.6 Κακότεχνες εφαρμογές

Η συμπεριφορά των υαλοστασίων-υαλοπινάκων στις κάθε μορφή εξωτερικές καταπονήσεις και στα φορτία από αυτούς εξαρτάται και κυρίως από τις δυνατότητες που παρουσιάζουν τα υαλοστάσια για την αποτελεσματική τοποθέτηση των υαλοπινάκων έτσι ώστε να διασφαλίζεται η συνεργασία μεταξύ τους χωρίς όμως :

1. να κινδυνεύουν να τραυματισθούν οι υαλοπίνακες εντός της πατούρας στοιχεία ακαμψίας της διατομής (περίπτωση αλουμινίου)
2. να υπάρχει περίπτωση να αλλοιωθούν τα επιμέρους στοιχεία σύνθετων υαλοπινάκων από την παρουσία υγρασίας και νερών στην κάτω πατούρα υγρασίας και νερών στην κάτω πατούρα τοποθέτησης ν ή στεγανώσεις και τα μεταλλικά παρεμβύσματα που χρησιμοποιούνται για την μορφοποίηση των θερμομονωτικών υαλοπινάκων.
3. να κινδυνεύουν να θαμβώσουν από υδρατμούς οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες από τους υδρατμούς που θα δημιουργηθούν όταν στην κάτω πατούρα συγκεντρωθεί νερό.
4. να παρουσιασθεί περιμετρική αποσυναρμολόγηση μεταξύ των στοιχείων θερμομονωτικών υαλοπινάκων από υπερβολικά βέλη κάμψης των διατομών των υαλοστασίων
5. να υπάρχει περίπτωση να αποσπασθεί ο υαλοπίνακας από τις πατούρες τοποθέτησης του υπό την εδράσει της ανεμοπίεσης.

Η απαιτούμενη συνεργασία για να μην παρουσιασθεί ένα από τα παραπάνω φαινόμενα, προϋποθέτει ότι οι πατούρες τοποθέτησης των υαλοπινάκων θα έχουν τις κατάλληλες μορφές και διαστάσεις

- να γίνεται το ανάλογο τακάρισμα σύμφωνα με τον τύπο του υαλοστασίου.
- να είναι δυνατή και αποτελεσματική η στεγανοποίηση των αρμών μεταξύ υαλοπινάκων και τοιχωμάτων πατούρας

και ότι θα προβλέπονται διατάξεις αποστράγγισης των νερών στις κάτω πατούρες από ενδεχόμενη συγκέντρωση νερών.

Στα κινητά πλαίσια των υαλοστασίων θα πρέπει να εξετάζεται εάν αυτά είναι ικανά να παραλάβουν τις καταπονήσεις που δέχονται χωρίς τη συμμετοχή των υαλοπινάκων, εκτός από τις περιπτώσεις υαλοπινάκων μεγάλου πάχους ή τις περιπτώσεις θυρών SECURIT όπου τότε αυτός ο υαλοπίνακας περιλαμβάνει όλες τις καταπονήσεις και τις μεταβιβάζει στα υάλινα στοιχεία ακαμψίας.

Το τακάρισμα των υαλοπινάκων που τοποθετούνται σε πατούρες και πραγματοποιείται με την τοποθέτηση τακών μεταξύ υαλοπίνακα και τοιχωμάτων πατούρας αποσκοπεί :

- 1.στην εξασφάλιση της σωστής τοποθέτησης του υαλοπίνακα στις πατούρες σε ύψος, πλάτος και πάχος.
- 2.στη μεταβίβαση στο πλαίσιο διαμέσου επιλεγμένων προς τούτο σημείων, του ίδιου βάρους των υαλοπινάκων και των καταπονήσεων που εξασκούνται σε αυτά (κυρίως στην ανεμοπίεση) χωρίς όμως αυτή η μεταβίβαση να δημιουργεί ανεπιθύμητες τάσεις και στα υαλοστάσια και στους υαλοπίνακες.
- 3.στην αποφυγή μελλοντικής παραμόρφωσης των ανοιγμένων στοιχείων των υαλοστασίων.
- 4.στην αποφυγή τραυματισμού και αποσυναρμολόγησης των σύνθετων υαλοπινάκων από την επαφή τους με τα υλικά του πλαισίου κυρίως όταν αυτά είναι από μέταλλο ή από σκυρόδεμα, η οποία μπορεί να είναι αιτία έναρξης θραύσης.

Στα υαλοστάσια από ξύλο μικρών διαστάσεων μικρότερων των 60cm η ανάγκη του τακαρίσματος είναι μικρότερη και τούτο γιατί το ξύλο παρουσιάζει μικρότερη σκληρότητα και οι δυνάμεις που μεταβιβάζουν είναι μικρές.

Τα υλικά των τάκων πρέπει να μην κινδυνεύουν να σαπίσουν και να έχουν την δυνατότητα να συνυπάρξουν με τα υλικά στεγάνωσης και τα υλικά των πλαισίων. Η σκληρότητα τους πρέπει να είναι αισθητά μικρότερη των κρυστάλλων. Συνήθως χρησιμοποιούνται τάκοι ξύλινοί ή ελαστομερείς (POLYCHLOROPRENE) και σπάνια μολύβι.

Οι ξύλινοι τάκοι είναι από σκληρό ξύλο(π.χ. οξυά, δρύς)εμποτισμένοι για το σάπισμα, που μπορούν να δεχθούν μια πίεση περίπου $1,5 \text{ Kg/cm}^2$.

Η χρήση μαλακού ξύλου για τάκους απαγορεύεται εκτός αν πρόκειται για υαλοπίνακες μικρών διαστάσεων μικρότερων των 60cm.Πρέπει να εξετάζεται μήπως με τη χρησιμοποίηση τάκων από ελαστικό ή ελαστομερές υπάρχει κίνδυνος λεκιάσματος της μαστίχας στεγάνωσης ανοιχτού χρώματος όπως π.χ σιλικόνης ή του BUTUL.

Η έλλειψη τακαρίσματος ή το εσφαλμένο τακαρίσμα θα είναι αιτία ρηγμάτωσης του υαλοπίνακα δεδομένου ότι :

- 1.θα δημιουργηθούν ανεπιθύμητες παραμορφώσεις στα ανοιγμένα υαλοστάσια από την μη κανονική μεταβίβαση των φορτίων των υαλοπινάκων επί των πλαισίων.
- 2.Υπάρχει το ενδεχόμενο τα <<σόκορα>> των υαλοπινάκων να έρθουν σε επαφή με τα στοιχεία της πατούρας και να τραυματισθούν τοπικά, οπότε αυτό θα είναι αιτία έναρξης ρηγμάτωσης ιδίως όταν είναι ακατέργαστα τα σόκορα με μη στρογγυλεμένες και λειασμένες γωνίες.

Στοιχεία πατούρας που μπορούν να τραυματίσουν τους υαλοπίνακες είναι τα προεξέχοντα στοιχεία ακαμψίας στο πυθμένα πατούρας υαλοστασίων αλουμινίου ή οι ανωμαλίες τοιχωμάτων πατούρας όταν έχει διαμορφωθεί σε στοιχεία σκυροδέματος (περίπτωση τοποθέτησης υαλοπινάκων βιτρινών χωρίς πλαίσια).

Οι διατάξεις τοποθέτησης πλευρικών τάκων για την αποφυγή δυσάρεστων περιπτώσεων είναι οι παρακάτω:

- Οι τάκοι πρέπει να τοποθετούνται κατά ζεύγη γιατί σε αντίθετη περίπτωση θα δημιουργηθούν σημαντικές καταπονήσεις από στρέψη του υαλοπίνακα.

- Το στοιχειώδες τακάρισμα αποτελείται από ένα ζεύγος τάκων στο μέσο των πλευρών που συμπληρώνεται από ζεύγη τάκων στην περιοχή των γωνιών.
- Η απόσταση μεταξύ των πλευρικών τάκων δεν πρέπει να ναι μεγαλύτερη των 30 με 45 cm και τούτο ανάλογα με τις προβλεπόμενες ανεμοπιέσεις.
- Όταν οι διαστάσεις των υαλοπινάκων απαιτούν ένα μεγαλύτερο αριθμό τάκων, θα πρέπει να ναι ίση περίπου η απόσταση μεταξύ τους. Δε θα πρέπει να ξεχνιέται ότι οι σημαντικότερες καταπονήσεις παρουσιάζονται στα κέντρα των πλευρών των υαλοπινάκων.
- Το πάχος των τάκων θα πρέπει να ναι ίσο με το πλάτος του πλευρικού αρμού (3 με 6 mm) το πλάτος τους ίσο με το ύψος της πατούρας.
- Πρέπει να προβλέπεται κάθε διάταξη, ώστε να αποφεύγεται η μετακίνηση των πλευρικών τάκων από την επίδραση των καταπονήσεων που πρόκειται να δεχθούν.
- Συμπληρωματικοί πλευρικοί τάκοι θα πρέπει να τοποθετούνται στην περίπτωση κινδύνου παραμόρφωσης της στεγάνωσης (ανεμοπίεση πέραν από αυτή που υπολογίστηκε, υαλοπίνακες με κλίση, λεπτοί υαλοπίνακες)

Στους θερμονωτικούς υαλοπίνακες το εσφαλμένο τακάρισμα έδρασης μπορεί να είναι αιτία διατμητικών καταπονήσεων μεταξύ των δύο υαλοπινάκων με αποτέλεσμα την αποκόλληση αυτών από το ενδιάμεσο παρέμβυσμα, ιδίως όταν στον πυθμένα της πατούρας προβλέπονται προεξοχές ακαμψίας. Ακόμα θα παρουσιασθούν φαινόμενα αποκολλήσεων μεταξύ δυο υαλοπινάκων, ως και ρηγματώσεις στην περίπτωση ασυμβατότητας τους με τα στοιχεία των υαλοστασίων ως προς τα βέλη κάμψης.

Λόγω των αποκολλήσεων είναι αμφίβολο πλέον εάν η περιμετρική στεγάνωση μεταξύ των δυο υαλοπινάκων θα εξακολουθήσει να είναι αποτελεσματική και ότι δεν θα παρουσιασθούν φαινόμενα συμπυκνώσεων υδρατμών στο ενδιάμεσο κενό. Η διαπίστωση συμβατότητας των βέλων κάμψης πραγματοποιείται μόνο εργαστηριακά.

Για την επιλογή του συστήματος στεγάνωσης και την ποιότητα των προϊόντων σφράγισης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο τύπος του υαλοστασίου, το είδος της πατούρας τοποθέτησης των υαλοπινάκων, το εκτεθειμένο ή όχι στον άνεμο στο ανεμοβρόχι στο χιόνι στον ήλιο όπως επίσης και η χρήση των χώρων με τα

υαλοστάσια που πρόκειται να στεγανοποιηθούν. Πάντοτε πρέπει να καλύπτονται δυο βασικές συνθήκες: α) ο αποκλεισμός εισόδου νερού στο χώρο β) αποκλεισμός διατήρησης υγρασίας στις πατούρες.

Οι προϋποθέσεις αποτελεσματικότητας της στεγάνωσης των αρμών και συγκεκριμένα ο βαθμός στεγανότητας στο νερό εξαρτάται από τον προορισμό των χώρων. Εάν εξαιρεθούν οι χώροι κατοικιών και γραφείων, δύνανται να γίνουν παραδεκτές, ορισμένες ατέλειες στη στεγάνωση όταν πρόκειται για βιομηχανικούς χώρους (εκτός εργαστηριακών χώρων) ή για χώρους εν μέρει ανοικτούς. Επίσης η διατήρηση της υγρασίας στις πατούρες, πρέπει να αποφεύγεται όσο περισσότερο είναι ευαίσθητα σε αυτή τα υλικά με τα οποία μορφοποιείται. Η παραμένουσα υγρασία θα σαπίσει τα ξύλα θα διαβρώσει τα μέταλλα θα αλλοιώσει την συνδεσμολογία των θερμομονωτικών υαλοπινάκων και θα θαμβώσει το ενδιάμεσο κενό ή θα καταστρέψει τις ενδιάμεσες μεμβράνες στους πολλαπλούς υαλοπίνακες. Τα υλικά στεγάνωσης των αρμών, θα πρέπει να επιλέγονται και να τοποθετούνται ώστε να εξισορροπούν ή να απορροφούν τις διαστολές παραμόρφωσης, δονήσεις που οφείλονται στις θερμοκρασιακές μεταβολές και στις μηχανικές καταπονήσεις. Επιπλέον θα πρέπει να μην διαρρέουν, να μη συρρικνώνονται να μη ρηγματώνονται και να μην αποκολλούνται από τα τοιχώματα της πατούρας και του υαλοπίνακα. Πρέπει πάντοτε να λαμβάνονται υπόψη, οι συντελεστές διαστολής των επιμέρους στοιχείων της πατούρας και γενικά των υαλοστασίων -υαλοπινάκων ιδίως όταν τα υαλοστάσια προβλέπονται από υλικά υψηλού συντελεστή διαστολής (αλουμίνιο – P.V.C) και σκούρο χρώματος. Η συμβατότητα ή ασυμβατότητα μεταξύ των διαφόρων υλικών στεγάνωσης ή μεταξύ αυτών και των τοιχωμάτων της πατούρας επηρεάζουν σημαντικά την όλη συμπεριφορά της στεγάνωσης των αρμών. Η επιλογή της στεγάνωσης ως προς τα υλικά εξαρτάται από το εκτεθειμένο ή όχι των υαλοστασίων στο ανεμοβρόχι και συγκεκριμένα :α) τη θέση που βρίσκεται το κτίριο β) τη θέση του υαλοστασίου ως προς την επιφάνεια της όψης γ) την παρουσία ή όχι έναντι στο ανεμοβρόχι δ) την θέση ως προς το ύψος του υαλοστασίου στο έδαφος.

Δεδομένου ότι οι στεγανοποιήσεις των άνω αρμών πραγματοποιούνται με κορδόνι μαστίχας, το οποίο έχει περιορισμένη αντοχή στο χρόνο, θα υπάρξουν προβλήματα διόδου νερών. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται παρόμοιες τοποθετήσεις υαλοπινάκων σε κτίρια στα οποία, δεν προκαλούνται προβλήματα από τη διόδο των νερών, εκτός εάν προβλέπονται διατάξεις συγκεντρώσεις και

απομάκρυνσης των νερών. Οι συμπυκνώσεις υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια των υαλοπινάκων θα δημιουργήσουν προβλήματα στους μη θερμομονωτικούς υαλοπίνακες. Στους τελευταίους λόγω της διαφοροποίησης της επιφανειακής θερμοκρασίας θα παρατηρούνται τοπικές συμπυκνώσεις στην περιοχή των σημειακών στερεώσεων, πάντα βέβαια ανάλογα με τη χρήση των κτιρίων από πλευράς υγραμετρίας των χώρων. Ακόμα οι ενδιάμεσες μεμβράνες των διπλών ή πολλαπλών υαλοπινάκων που καταλήγουν στην περίμετρο (σόκορα) υπάρχει κίνδυνος να αρχίσουν να καταστρέφονται εάν δεν είναι αποτελεσματική στο χρόνο η στεγανοποίηση των αρμών μεταξύ των υαλοπινάκων.

Το περιμετρικό μεταλλικό πλαίσιο με το οποίο αναγκαστικά πρέπει να προστατεύονται εξωτερικά οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες, θα πρέπει να έχει την απαραίτητη ακαμψία, ώστε να τους διαφυλάξει από ενδεχόμενη αποσυναρμολόγηση τους και μείωση της στεγανωτικής τους ικανότητας, τόσο ανάμεσα στους υαλοπίνακες όσο και μεταξύ εξωτερικής επιφάνειας υαλοπινάκων και περιμετρικού προστατευτικού πλαισίου.

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη οι κίνδυνοι από αιφνίδιες θραύσεις και οι κίνδυνοι από κρούσεις πιο αναλυτικά:

Οι κίνδυνοι από αιφνίδιες θραύσεις και συγκεκριμένα οι εμβαπτισμένοι υαλοπίνακες είναι επιρρεπείς σε θραύση που προκαλείται από μηχανική καταπόνηση. Αυτός τύπος της θραύσης μπορεί να έχει αιτία της ανωμαλίας κοπής (κοπή με γρέζια, δόντια) ή τις ανωμαλίες διάνοιξης οπής, πριν από τον εμβαπτισμό του υαλοπίνακα ή έχει αιτία μεταλλικές ενσωματώσεις που τοποθετούνται στους υαλοπίνακες SECURIT. Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι συνέπειες από παρόμοιες θραύσεις (έστω και αν είναι σε μικρά τεμάχια) για τους χρήστες και για τους διαβάτες γύρω από το κτίριο. Στην περίπτωση των διπλών θερμομονωτικών υαλοπινάκων, δεν θα πρέπει η θραύση του ενός, θα είναι αιτία για να μην διατηρηθεί ο άλλος υαλοπίνακας στη θέση του.

Τέλος στους κινδύνους από κρούσεις στην περίπτωση της πτώσης ατόμων επί της όψης από το εσωτερικό, θα πρέπει οι υαλοπίνακες να είναι ανεξάρτητα της αντοχής των υαλοπινάκων, θα πρέπει να προβλέπονται εσωτερικά δύο τουλάχιστον οριζόντια μεταλλικά στοιχεία στερούμενα στον φέροντα σκελετά (τραβέρσες) σε ύψη από το δάπεδο που να αντέχουν στις κρούσεις από πτώση ατόμων επ' αυτών.

Οι συμβατότητα μεταξύ υλικών και των πλαισίων, των υαλοπινάκων και των υλικών αρμολόγησης και τακαρίσματος. Καταρχήν όλα τα προϊόντα και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση των υαλοπινάκων πρέπει να έχουν την δυνατότητα συνύπαρξης μεταξύ των υλικών φέροντα οργανισμού και τοιχοποιιών και μεταξύ υαλοπινάκων πάντοτε από φυσικής πλευράς. Αναλυτικότερα μεταξύ των προϊόντων αρμολόγησης –στεγάνωσης και πλαισίων παραθέτουμε τα παρακάτω:

1. Μαστίχες με όξινη αντίδραση μπορούν να προσβάλουν τα μεταλλικά πλαίσια και τις πατούρες από σκυρόδεμα (περίπτωση απ'ευθείας τοποθέτησης υαλοπινάκων σε σκυρόδεμα χωρίς πλαίσιο).
2. Το σκυρόδεμα πατούρας τοποθέτησης υαλοπινάκων μπορεί να σαπυνοποιήσει το λάδι μαστίχας με βάση το λινέλαιο:θα πρέπει να προηγείται ένα αστάρωμα πριν από την εφαρμογή παρόμοιας μαστίχας.
3. Με την παρουσία της υγρασίας ορισμένα μεταλλικά χρωστικά σε μαστίχες μπορούν να σχηματίσουν με το μέταλλο των πλαισίων. Παρόμοιες μαστίχες πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντοτε σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων.
4. Αν χρειάζεται να καθαρισθούν οι πατούρες από λιπαρές ουσίες πριν από την εφαρμογή της μαστίχας που θα χρησιμοποιηθεί. Θα πρέπει να μην προσβάλει το υλικό του πλαισίου και να είναι αρκετά πτητικό που να μη δημιουργεί άλλα προβλήματα.
5. Είναι δυνατό, στην περίπτωση ξύλινων κουφωμάτων να αναπτυχθεί μια φυσική ή και χημική αλληλοεπίδραση μεταξύ των συστατικών ορισμένων προϊόντων εμποτισμού του ξύλου ή τελικής στρώσης και των συστατικών της χρησιμοποιούμενης μαστίχας.

Μεταξύ προϊόντων αρμολόγησης –στεγάνωσης και τάκων σχετικά με αυτό ορισμένα πρόσμικτα του ελαστικού παρασύρονται από τα πλαστικοποιητικά, τους διαλυτές και τα έλαια που περιέρχονται στις μαστίχες και προχωράνε προς την επιφάνεια του αρμού ή σχηματίζουν κηλίδες με την επίδραση του φωτός. Επίσης τα έλαια μαστιχών μπορούν να μαλακώσουν ορισμένους τάκους από ελαστομερές υλικό.

Δημιουργούνται χημικές ή φυσικές αντιδράσεις μεταξύ διαφόρων προϊόντων που είναι τα παρακάτω: α) Μαστίχες με βάση τα οργανικά έλαια και προκατασκευασμένα στοιχεία (πλαστικά ή ελαστικά) αρμολογήματος. β) Μαστίχες γεμίσματος με διαλυτές και προκατασκευασμένα αρμολογήματος γ) Συνθετικά προϊόντα αρμολογήματος και ασφαλτικά προϊόντα δ) Μαστίχες με βάση έλαια ή διαλυτές και προκατασκευασμένα

σπογγώδη (κυψελωτά) κορδόνια γεμίσιματος. ε) Ελαστομερών ή πλαστομερών προϊόντων. Ακόμα μεταξύ διάφορων μετάλλων όταν έρθουν σε επαφή μεταξύ τους δημιουργούν κινδύνους διάβρωσης. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζουμε παρακάτω:α) Αν ο ψευδάργυρος έρθει σε επαφή με το μαλακό σίδηρο, το μολύβι, το χαλκό και το ανοξείδωτο χάλυβα 18/8.β) αν τι αλουμίνιο έρθει σε επαφή με το μολύβι, το χαλκό και το χάλυβα γ) ο μαλακός σίδηρος έρθει σε επαφή με το μολύβι, το χαλκό και το ανοξείδωτο χάλυβα 18/8 και τέλος δ) αν το μολύβι έρθει σε επαφή με το χαλκό και το ανοξείδωτο χάλυβα 18/8.Παρακάτω παραθέτουμε διάφορα υλικά και προϊόντα που προκαλούν κινδύνους χημικών ή φυσικών αντιδράσεων :

1. Ελαιόχρωμα με γυμνό σκυρόδεμα.
2. Πολυστερίνη με διαλυτές αρωματικούς.
3. Ρητινώδης μαστίχη με οινόπνευμα.
4. Ασφαλτική μαστίχη με διαλυτές και όλα τα έλαια.
5. Αλουμίνιο με τσιμέντο ή και γύψο.

Στην παράγραφο αυτή εξετάσαμε της κακότεχνες εφαρμογές των υαλοπινάκων – υαλοστασίων και τη δημιουργία παθολογικών καταστάσεων λόγω μη ανταπόκρισης σε συνδυασμό με την δράση του ανέμου, της βροχής και του νερού πολλά από αυτά θεώρησα σκόπιμο να συμπεριλαμβάνονται και στα επιμέρους.

4.6.1 Επίδραση των εσφαλμένων μεταφορών, αποθηκείσεων και χειρισμών στους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες

Στους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες εάν δεν ληφθούν υπόψη οι επόμενοι κανόνες θα παρουσιασθούν τα φαινόμενα ρηγμάτωσης και φαινόμενα αποκολλήσεων μεταξύ των επιμέρους στοιχείων από τη φάση φόρτωσης και μεταφοράς μέχρι την τελική φάση τοποθέτησης.

Κατά την μεταφορά τους στις πλατφόρμες των φορτηγών, θα πρέπει να αποφεύγεται κάθε κίνηση που είναι δυνατό να πληγώσει και να αποφλοιώσει τις ακμές των υαλοπινάκων. Πάντοτε είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται ένα ελαστικό υπόβαθρο από φελλό, μοκέτα μεγάλου πάχους, διογκωμένη πολυστερίνη ως και τάκοι από το ίδιο υλικό μεταξύ των υαλοπινάκων.

Ως αναφορά την αποθήκευση οι υαλοπίνακες πρέπει να αποθηκεύονται σε αεριζόμενους χώρους προστατευόμενους από δυσμενείς καιρικές συνθήκες και από την απ'ευθείας ηλιακή ακτινοβολία.

Οι χειρισμοί σε όλες τις φάσεις μέχρις τελικής τοποθέτησης τους θα γίνονται χωρίς κραδασμούς και οι υαλοπίνακες θα πρέπει πρακτικά να διατηρούνται σε κατακόρυφο επίπεδο.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε βεντούζες θα πρέπει :

- Ο διαχωρισμός από τους αποθηκευμένους υαλοπίνακες να γίνεται με τα χέρια προτού εφαρμοσθούν οι βεντούζες.
- Οι βεντούζες να τοποθετούνται πάνω από τον οριζόντιο άξονα συμμετρίας του υαλοπίνακα.

Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δίδεται στους χειρισμούς ώστε να μην εξασκούνται στους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες υπερβολικές διατμητικές ή εφελκύστηκες τάσεις οι οποίες δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες του 1,5Kg ανά cm αρμού και όχι μεγάλη διάρκειας. Στην περίπτωση ασύμμετρων από πλευράς πάχους θερμομονωτικών υαλοπινάκων οι βεντούζες θα τοποθετούνται στον υαλοπίνακα μεγαλύτερου πάχους.

Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες μεγάλων διαστάσεων διαθέτουν ειδικούς χειρισμούς όταν έχουν μάζα μεγαλύτερη των 100Kg και ημιπερίμετρο των 2,75 m, θα πρέπει να αποθηκεύονται και να μεταφέρονται κατά την έννοια όπου θα τοποθετηθούν. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να υπάρχει σήμανση στην πλευρά του υαλοπίνακα που θα εδρασθεί στο υαλοστάσιο.

Κεφάλαιο 5 Αρχιτεκτονική γυάλινων κτιρίων

5.1 Ιστορική αναδρομή ανοιγμάτων –το άνοιγμα προπομπός της διαφάνειας

Από την εποχή που ο άνθρωπος εγκατέλειψε τα σπήλαια, άρχισε να δημιουργεί χώρους που θα εξασφάλιζαν την προστασία από τα καιρικά φαινόμενα. Αρχικά τα ανοίγματα που θα πρόσφεραν φωτισμό αερισμό στους χώρους αυτούς ήταν ανύπαρκτα έως υποτυπώδη. Η μόνη προστασία που πρόσφεραν ήταν από τα άγρια θηρία. Τα σπήλαια αυτά αποτελούσαν το κέλυφος της ζωής του.

Τα σπήλαια εγκαταλείφθηκαν με την βαθμιαία αλλαγή του κλίματος (νεολιθική εποχή) και ο άνθρωπος αναζήτησε για την προστασία του από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες να φτιάξει τεχνητό χώρο, ουσιαστικά ένα τεχνητό κέλυφος. Το πρόβλημα που γεννήθηκε σ' αυτόν ήταν η κάλυψη αυτού του χώρου πρόβλημα, που από τότε μέχρι και σήμερα αποτελεί <<αγκάθι>> στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Από τότε πιστεύουμε αρχίζει η αρχιτεκτονική παρουσία.

Το άμεσο περιβάλλον του πρόσφερε αργότερα την πέτρα, χώμα, ξύλο, καλάμι. Με αυτά τα υλικά και με γνώμονα την επιβίωση του με λιγότερο υλικό και ψυχικό κόστος έφτιαξε σοφές για την εποχή κατασκευές. Η κόδρα, το τσαρδάκι, η στρούγκα, η κλαδοπλεχτή κυκλική καλύβα ήταν ο κόσμος του. Ζούσε, αποθήκευε τροφές και προστάτευε τα ζώα του σ' αυτές. Πιστεύεται ότι η μορφή της καλύβας προηγήθηκε της ορθογωνίου μορφής κατοικίας ωστόσο και στην ορθογώνια κατοικία παρατηρούμε τα ίδια περιορισμένα ανοίγματα δηλ. ένα άνοιγμα εισόδου και μια οπή στην οροφή για ανανέωση του αέρα και στοιχειώδη φωτισμό. Συντασσόμαστε με την άποψη ότι η κεντρική θέση της φωτιάς επέβαλε τη μορφή της κυκλικής καλύβας. Διατυπώθηκε πάντως και η άποψη ότι η φύση των υλικών μπορεί να επέβαλε τη μορφή στο αρχιτεκτονικό έργο.

Η κλαδοπλεχτή κυκλική καλύβα λοιπόν ήταν η πρωτόγονος μορφή κατοικίας που και σήμερα συναντάμε σποραδικά στον ελληνικό χώρο. Επειδή τα ορθογώνια κτίσματα είχαν την δυνατότητα επέκτασης επικράτησε ο ορθογώνιος χώρος που αποτέλεσε και το εφελτήριο δημιουργίας της στενομέτωπης κατοικίας με στοά στην είσοδο της στενής της πλευράς. Τις αρετές που πρόσφερε ο ημιυπαίθριος αυτός χώρος της βίωσαν γρήγορα και δεν έπαψε από τότε, να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της

ελληνικής οικίας στενομέτωπης ή πλατυμέτωπης . Η δεύτερη αργότερα αποτέλεσε και κανόνα ως τύπος και επικράτησε μέχρι της αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Η διάταξη των κλειστών χώρων γύρω από το αίθριο, μια αυλή, στην αρχαία και ελληνιστική εποχή, με τα άκρως απαραίτητα ανοίγματα παρουσιάζει ομοιότητες με την βυζαντινή κατοικία του 12^{ου} αιώνα και την πλατυμέτωπη κατοικία του 18^{ου}, 19^{ου} αιώνα που εκπλήσσουν. Η στοά που περιβάλλει την αυλή στη μια, δυο ή τρεις πλευρές βοηθά στην καλύτερη μετάβαση από το ανοιχτό στον κλειστό χώρο και τον προστατεύει αποτελεσματικότερα από τις καιρικές συνθήκες. Τα ανοίγματα βλέπουν πάντα μέσω της στοάς στην αυλή και η εσωστρέφεια αποτελεί συνειδητή επιλογή και σχετίζεται με τους κλειστούς χώρους. Η μέγιστη εκμετάλλευση του ήλιου που αποτελεί πηγή ζωής επιτυγχάνεται με τον σωστό προσανατολισμό των χώρων και τον δυσμενή βορρά τον αποφεύγουν κατά κανόνα.

Ο προσανατολισμός, η διάταξη των κλειστών χώρων γύρω ή κατά μήκος ενός κλειστού χώρου και η επικοινωνία τους απ'ευθείας από αυτόν θυμίζουν έντονα συνεπτυγμένη αυλή, αίθριο. Βέβαια στον τελευταίο όροφο και στην πλευρά του <<καλού προσανατολισμού>> τα ανοίγματα στους οντάδες είναι πολλά ή και σε σειρά, σε αντίθεση με τους κάτω ορόφους που είναι λίγα. Έτσι στους δύο πρώτους ορόφους, που ανήκουν στον πρώτοι οι βοηθητικοί χώροι και στον δεύτερο οι χειμωνιάτικοι οντάδες, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι κυριαρχεί το πλήρες. Στον τελευταίο όμως όροφο το κενό κυριαρχεί στην κύρια πρόσοψη και δικαιολογείται από το γεγονός ότι ο χώρος αυτός αποτελεί αποκλειστικά στη διανομή κατά θερινούς μήνες. Δηλαδή τα πολλαπλά ανοίγματα δεν υπαγορεύουν από αισθητικές απαιτήσεις, αλλά από την υπαρκτή ανάγκη για περισσότερο ήλιο, ύστερα από την πολύμηνη στέρηση του λόγω διαμονής των στο κάτω όροφο, για τους λόγους που αναφέραμε.

Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα κυριαρχεί το πλήρες. Τα λιγοστά ανοίγματα (κενά) εκτός περιπτώσεων όπως στα δοξάτα και στους θερινούς οντάδες και ο κατάλληλος προσανατολισμός αποτελούν βασικές αρχές στο σχεδιασμό. Από τα παραπάνω αντλούμε μια εικόνα αυτοπροστασίας των κτιρίων από τις καιρικές συνθήκες. Αυτοπροστασία που την σχεδίαζαν βιώσιμους για κάθε εποχή χώρους με το λιγότερο δυνατό κόστος. Ακόμη τα φυσικά υλικά των κτισμάτων έδεναν στο πέρασμα του χρόνου με το περιβάλλοντα χώρο τόσο πολύ, ώστε να δίνουν την εντύπωση, τις περισσότερες φορές, ότι ξεπετάχτηκαν μέσα απ' αυτόν λειτουργώντας σαν σύντροφοι ζωής. Ο κτιστός και άκτιστος αυτός χώρος αποκτούσε μια αξεπέραστη ομορφιά από τα ίχνη που χάραξε ο χρόνος σ' αυτά.

Η κυριαρχία του πλήρες στο κενό άρχισε να υποχωρεί με τον ερχομό στα μέσα του 19^{ου} αιώνα περίπου.

5.2 Το γυαλί ως υλικό στην αρχιτεκτονική

Μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα αυτό ήταν απόλυτα συνδεδεμένα με το καλό προσανατολισμό του κτιρίου και το μέγεθος τους αλλά και ο αριθμός τους, υπάκουε στον κανόνα δημιουργίας στοιχειωδών συνθηκών διαβίωσης. Σιγά-σιγά η σχέση κτίσμα –προσανατολισμός άρχισε να ατονεί και η ευρεία χρήση μπετόν αργότερα και περιορισμένα του χάλυβα, έδωσε στους αρχιτέκτονες νέες δυνατότητες σύνθεσης των εξωτερικών επιφανειών των κτισμάτων. Η ελευθερία και η άνεση δημιουργίας ανοιγμάτων έφερε αμηχανία στη σύνθεση πλήρους κενού που μεγάλωσε με την εξέλιξη των προσφερόμενων μηχανολογικών εξοπλισμών.

Πραγματικά, η αδιαφορία πλέον για τον προσανατολισμό αλλά και το μέγεθος των ανοιγμάτων αποτελεί σχεδόν κανόνα, και η κυριαρχία του κενού στο πλήρες είναι συνηθισμένη, ύστερα από μια σχετική ισορροπία, ενώ συνέβαινε ακριβώς το αντίθετο μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα. Η εξάρτηση επομένως από μηχανολογικούς εξοπλισμούς προηγμένης τεχνολογίας αποτελεί γεγονός σήμερα ωστόσο μας βρίσκει αντίθετος όταν αυτή υπερβαίνει το μέτρο, με συνέπεια να γινόμαστε δέσμοί της.

Η διαφάνεια αναδείχτηκε στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, όπου η ανάπτυξη της τεχνολογίας οδήγησε σε καινούργιες συνθήκες διαβίωσης. Νέες τεχνικές επεξεργασίας των υλικών αναπτύχθηκαν, που μαζί με την πρόοδο της επιστήμης, οδήγησαν στην κατασκευή νέου τύπου έργων. Τα κυρίαρχα υλικά κατασκευής ήταν μέταλλο και γυαλί. Οι γυάλινες κατασκευές του 19^{ου} αιώνα έργα κυρίως μηχανικών, έθεσαν τη βάση για τη δημιουργία του γυάλινου κτιρίου. Εκεί το φως έμπαινε άπλετο στο εσωτερικό δημιουργώντας μια μοναδική και πρωτόγνωρη αίσθηση σε σύγκριση με τα εσωτερικά των μέχρι τότε κτιρίων, όπου η εισροή του φωτός γίνονταν μέσω συμπαγών τοίχων, διάτρητων, με ορθογώνια, κατακόρυφα ανοίγματα. Στα νέα γυάλινα κτίρια, ο εσωτερικός χώρος οριζόταν από μια λεπτή επιφάνεια μετάλλου και γυαλιού, η οποία πρόσφερε προστασία από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, αλλά άφηνε ανενόχλητο το φυσικό φως να εισέρχεται στο χώρο, δίνοντας μια πρωτόγνωρη αίσθηση ελευθερίας και άνεσης της κίνησης. Εξωτερικά ο όγκος του κτιρίου έμοιαζε να χάνει τη στιβαρότητα που απέπνεαν τα υπόλοιπα κτίρια με φέρουσες τοιχοποιίες :ο

μεταλλικός σκελετός και το γυαλί ελάφρυναν σημαντικά την κατασκευή. Το γυαλί παρουσιάζει νέες και πολλά υποσχόμενες δυνατότητες.

Η αναφορά στο γυαλί είναι παρούσα σε πολλές συζητήσεις εκφράζουν και προθέσεις της αρχιτεκτονικής του μοντέρνου κινήματος. Η διαφάνεια του γυαλιού συνδέεται άμεσα με αυτή την κουλτούρα, ως ιδιότητα που εντάσσεται στο πνεύμα και την εκφράζει. Ο ενθουσιασμός με την τεχνολογία και τη ραγδαία ανάπτυξη της σε κάθε τομέα δημιούργησε ένα πλαίσιο ζωής, όπου οι ρυθμοί επιταχύνθηκαν και άλλαξαν. Σ' αυτό το πλαίσιο η υπάρχουσα αρχιτεκτονική ιδεολογία αδυνατούσε να ανταποκριθεί. Νέες έννοιες και αξίες που προέκυψαν :λειτουργικότητα, ευελιξία, ταχύτητα, κίνηση. Ταχύτητα και δυναμισμός δημιούργησαν μια νέα αισθητική της μετακίνησης. Η αρχιτεκτονική ωθήθηκε να αναζητήσει τρόπους για να αντιμετωπίσει την οργάνωση της νέας ζωής και τη πολιτισμική αλλαγή που προέκυψε. Οι νέες αξίες ζήτησαν τη χωρική τους έκφραση μέσω της αρχιτεκτονικής πρωτοπορίας της εποχής. Οι συνθήκες αυτές αποτέλεσαν πρόσφορο έδαφος για την αμφισβήτηση καθιερωμένων εννοιών στην αρχιτεκτονική και τον πειραματισμό με νέες, πρωτοποριακές ιδέες.

Οι έννοιες της διαφάνειας και της κίνησης, εντοπίζονται ταυτόχρονα στο μοντέρνο κίνημα, είτε ως θεωρητικές αναζητήσεις στο χώρο της τέχνης και της αρχιτεκτονικής, είτε ως αρχές σχεδιασμού και οργάνωσης του χώρου.. Τα νέα στοιχεία της αρχιτεκτονικής κατά Le Corbusier συνοψίζονται στα γνωστά πέντε σημεία :α) pilots β)ελεύθερη κάτοψη γ)οριζόντιες ζώνες ανοιγμάτων δ)επίπεδη στέγη και ε)ελεύθερη όψη. Ο Le corbysier εισάγει στην αρχιτεκτονική του τα μεγάλα και συνεχή γυάλινα ανοίγματα, παίζοντας με τις διαφάνειας και της πλήρης επιφάνειες. Τα γυάλινα πετάσματα επιτρέπουν την εισροή άπλετου φωτός στο εσωτερικό όπου και η ματιά του παρατηρητή διεισδύει άμεσα. Το έξω προβάλλεται με τη σειρά προς τα μέσα και γίνεται όψη εσωτερική. Τα όρια εσωτερικού και εξωτερικού χώρου αρχίζουν να συγχέονται και μια νέα επικοινωνία του εξωτερικού περιβάλλοντος με το εσωτερικό του κτιρίου εγκαινιάζεται. Οι αντιθέσεις των διάφανων γυάλινων επιφανειών και των πλήρων, εντείνουν το δυναμισμό του χώρου και είναι έντονη η αίσθηση της μετακίνησης και της διαρκούς μετατόπισης. Η διαφάνεια τείνει να εξαύλωση το όριο του μέσα με το έξω. Η γυάλινη επιφάνεια είναι ο τόπος όπου, οι δύο άλλοτε αποκομμένοι κόσμοι συναντιούνται. Όλες οι κινήσεις, γύρω και μέσα στο κτίριο προβάλλονται επάνω στο γυαλί και η όψη αποκτά μία κινητικότητα.

Το μοντέρνο κίνημα βρήκε στο γυαλί τη δυνατότητα έκφρασης του. Η διαφάνεια ικανοποίησε απόλυτα το αίτημα για ειλικρίνεια κατασκευής. Έτσι έγινε ποιοτικά

χαρακτηριστική για αυτό και αποτέλεσε μια από τις βασικότερες αξίες του, αναδεικνύοντας την έκφραση της κίνησης μέσα στο χώρο. Η χρήση του γυαλιού εξαπλώθηκε και η τεχνολογία κατασκευής του εξελίχθηκε εντυπωσιακά. Σύντομά, οι ιδιότητες που προσέφερε η γυάλινη επιφάνεια, δεν αποτελούσαν μόνο αντικείμενο έρευνας για την τεχνική κατασκευής, αλλά αφετηρία ιδεών για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

Η εμπειρία από την εκτεταμένη χρήση του γυαλιού έδειξε ότι τελικά, πότε μια γυάλινη επιφάνεια δεν είναι απόλυτα διαφανής :εμπεριέχει πάντοτε ποσοστό αντανάκλασης. Η ένταση της αντανάκλασης αυτής επηρεάζεται από πρόσπτωση του φωτός πάνω στην επιφάνεια αυτή. Οι διαφάνεια του γυαλιού έχει δύο μορφές τη <<μονόδρομη>> διαφάνεια και την <<αμφίδρομη>>.Ως μονόδρομη ορίζεται η διαφάνεια που επιτρέπει την διέλευση του φυσικού φωτός στο εσωτερικού του χώρου, ενώ αμφίδρομη αυτή που επιτρέπει την οπτική επικοινωνία εσωτερικού και εξωτερικού.

Το οπτικό βάθος πεδίου μέσα από τη γυάλινη επιφάνεια αλλάζει, καθώς ο παρατηρητής κινείται γύρω από αυτή. Η διαφάνεια εναλλάσσεται σε αδιαφάνεια ή σε αντανάκλαση, ανάλογα με την ένταση της πληγής του φωτός μπρος και πίσω από το γυαλί, καθώς και με τη γωνία παρατήρησης της. Αυτή είναι η αιτία της μεταβολής που παρουσιάζει η γυάλινη πρόσοψη από την ημέρα στη νύχτα. Η επιδερμίδα του κτιρίου κρύβει το εσωτερικό την ημέρα στη νύχτα. Η επιδερμίδα του κτιρίου κρύβει το εσωτερικό του την ημέρα, αντανακλώντας αδιάκριτα το περιβάλλον του, ενώ όταν αντιστρέφονται οι όροι φωτισμού, σχεδόν εξαϋλώνεται, μεταφέροντας όλη τη δραστηριότητα του εσωτερικού του σε προβολή προς τα έξω, ως πρόσοψη. Το κτίριο ανά πάσα στιγμή μεταδίδει διαφορετική οπτική πληροφορία. Μέσα στο χώρο, η αίσθηση της σχεδόν εξ επαφής επικοινωνίας με τα στοιχεία της φύσης, δίνει την αίσθηση ότι εκεί κυριαρχεί απόλυτη ελευθερία κινήσεων. Μοναδικό εμπόδιο αποτελεί το γυαλί, που παρεμβάλλεται ως μια λεπτή και εύθραυστη επιδερμίδα. Η αίσθηση αυτή δεν παραπέμπει στην ασφάλεια και τη σιγουριά του χώρου ως καταφύγιο, αλλά παρακινεί το χρήστη σε μια μετατόπιση, όπου κάθε θέση του είναι προσωρινή. Η διαφάνεια δίνει τη δυνατότητα καλύτερου προσανατολισμού και κατεύθυνσης στον παρατηρητή στο χώρο κι έτσι διευκολύνει την κίνηση μέσα σε αυτόν.

Η ανησυχία και η κινητικότητα λοιπόν που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής προέρχεται όχι μόνο από την αντίληψη του χώρου μέσω της μετατόπισης του σε

σχέση με αυτόν, αλλά και με την εναλλαγή της οπτικής πληροφορίας που προβάλλεται διαρκώς επάνω στις γυάλινες επιφάνειες. Η γυάλινη επιδερμίδα αποτελεί πλέον μια οθόνη :εκεί προβάλλεται η εσωτερική ζωή του κτιρίου ή αντανάκλαση του περιβάλλοντος ή και τα δύο ταυτόχρονα. Η ταυτόχρονη θέαση και συνύπαρξη τους ανατρέπει την καθιερωμένη αντίληψη του χώρου: η γυάλινη επιφάνεια απομονώνει και επάνω-συσχετίζει πληροφορία γύρω της και την επαναπροβάλλεται παραμορφωμένη. Η ανορθόδοξη αυτή συσχέτιση των στοιχείων του χώρου παρακινεί τον παρατηρητή να επιβεβαιώνει διαρκώς την <<πληρότητα>> αυτών των πληροφοριών και να τις ανακαλύπτει. Η κίνηση γύρω από την γυάλινη επιφάνεια είναι ακριβώς αποκαλυπτική, καθώς οι πληροφορίες αποκαλύπτονται σταδιακά.

Η αρχιτεκτονική του γυαλιού ανοίγει νέες προοπτικές και δυνατότητες. Η γυάλινη πρόσοψη με το μεταλλικό σκελετό της στήριξης της προσέδιδαν μια ελαφρότητα και κομψότητα στο κτίριο. Η ταχύτητα μεταβολής της όψης του κτιρίου ήταν εντυπωσιακή, καθώς επηρεαζόταν άμεσα από τις μεταβολές του φωτός. Αυτό αποτελούσε μια ενδιαφέρουσα εξέλιξη καθώς για πρώτη φορά το κτίριο δεν έχει σταθερή όψη. Η διαφάνεια εναλλασσόμενη με την αντανάκλαστικότητα έδωσε απρόσμενα αποτελέσματα..

Οι πρώτοι μεγάλοι γυάλινοι ουρανοξύστες φιλοδοξούσαν να αναδείξουν τη διαφάνεια του γυαλιού και την αισθητική του διαχεόμενου φωτός μέσα από αυτό. Η αυστηρή και κρύα αισθητική του γυαλιού και η αντίδραση του με το φως αποτελούν αφετηρία για πολλές προτάσεις. Οι πρώτες ιδέες φανερώνουν την αρχική αμηχανία με το υλικό, την έλλειψη εμπειρίας στα θέματα συμπεριφοράς του. Χαρακτηριστικές είναι οι προτάσεις όπου στην αρχή αντιμετωπίστηκαν με δυσπιστία αλλά η εξέλιξη της τεχνολογίας της κατασκευής του γυαλιού και οι εκτεταμένη χρήση του σε όλο και περισσότερα έργα έδωσαν υπέροχα δείγματα. Ένας απλός αυστηρός όγκος από μέταλλο και γυαλί, που την ημέρα κρύβει ερμητικά το εσωτερικό του αντανακλώντας το ανήσυχο αστικό περιβάλλον και την νύχτα αποκαλύπτει αποσπασματικά το εσωτερικό του. Ο πρισματικός όγκος μοιάζει να διαλύεται και μόνο ο σκελετός του και να διακρίνεται μέσα από τα φώτα του εσωτερικού. Το φως καθορίζει την προβολή της πληροφορίας που εκπέμπει, θα έλεγε κανείς το κτίριο.

Η τεχνολογία κατασκευής έχει δώσει μέχρι σήμερα, ποιότητες γυαλιού με ιδιότητες λιγότερο ή περισσότερο αντανάκλαστικές. Αυτή η εξέλιξη συμβάδισε χρονικά με την αναζήτηση στην αρχιτεκτονική νέων προτύπων, αρχών σχεδιασμού μετά την

απογοήτευση που προέκυψε από την ανεπάρκεια των ιδεών του μοντέρνου κινήματος. Για άλλη μια φορά το γυαλί αποδείχτηκε πιστό στη νέα μεταστροφή. Οι ιδιότητες του και η τεχνολογία έδιναν εντυπωσιακά αποτελέσματα σε μια εποχή όπου η προβολή της εικόνας και η ταχύτητα μετάδοσης της πληροφορίας διαμόρφωναν ένα νέο κόσμο. Πιστό στις αλλαγές λοιπόν βαδίζοντας με τις νέες αλλαγές.

Ο μεταλλικός σκελετός για την ανάρτηση των υαλοπετασμάτων γίνεται σταδιακά όλο και πιο λεπτός. Μάλιστα είναι πλέον εφικτή η κατασκευή χώρων αποκλειστικά από γυαλί. Συχνά όμως, στόχος δεν είναι η απόλυτη διαφάνεια, αλλά η εναλλαγή της με τις αντανακλάσεις. Το πέρασμα από τη μια κατάσταση στην άλλη είναι συνειδητό. Στόχος είναι συχνά, η ταυτόχρονη συνύπαρξη τους, όπου ο παρατηρητής βλέπει ταυτόχρονα μέσα στο γυαλί και πίσω από το ίδιο. Το γυαλί είναι το μέσο αποτύπωσης της αντίδρασης του κτιρίου με τον παρατηρητή και το περιβάλλον.

Το άνοιγμα καλείται να παίζει πολλαπλό ρόλο στην οπτική επαφή του χρήστη του χώρου με το περιβάλλον και καθορίζει τις εσωκλιματικές συνθήκες ρυθμίζοντας την μεταφορά της θερμότητας, του ήχου του αέρα, του φωτός και του ήλιου.

Θέτοντας την ενέργεια σαν βασική παράμετρο σχεδιασμού, η οργάνωση των όψεων, με συμπαγή και διαφανή στοιχεία, αποκτά πρόσθετο βαθμό δυσκολίας, αφού για τον καθορισμό της θέσης, του σχήματος και του βέλτιστου μεγέθους των ανοιγμάτων, εκτός από την αισθητική, τη μορφολογία και τη λειτουργία του χώρου, τίθενται στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας και δημιουργίας περιβάλλοντος με θερμική και οπτική άνεση.

Ο σχεδιασμός του ανοίγματος, παίρνοντας υπόψη τους παράγοντες της δομικής φυσικής του κτιρίου, προσπαθεί να συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, για τη θέρμανση από τον ήλιο, στο φυσικό δροσισμό, στην εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού και στη δημιουργία υγιεινού περιβάλλοντος παρέχοντας την αναγκαία ποσότητα καθαρού αέρα.

Οι εξελίξεις και οι αλλαγές στον τρόπο κατασκευής των κτιρίων, τα διαθέσιμα υλικά και η τεχνολογία ήταν καθοριστικοί παράγοντες για τη μορφή και το μέγεθος του ανοίγματος και συνέβαλλαν στην ιεράρχηση των διάφορων λειτουργιών του. Ανάλογα και με τη κοινωνική δομή, την οικονομική πολιτική συγκυρία της εποχής και το προβληματισμό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, η κατανάλωση η εξοικονόμηση της ενέργειας, η ποιότητα του φωτισμού, η υγιεινή, ή μόνον η μορφολογία του κτιρίου, κυριαρχούσαν στη λήψη των αποφάσεων για τη διαμόρφωση των <<κενών και των πλήρων>> στις όψεις των κτιρίων.

Στο σύγχρονο σχεδιασμό, η υψηλή τεχνολογία και <<αειροφική>> προσέγγιση της μελέτης και της κατασκευής αναδεικνύουν το άνοιγμα ως κυρίαρχο στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης. Διαφανείς τοίχοι και οροφές κατασκευάζονται με νέα υλικά και τεχνικές που θερμομονώνουν και ηχομονώνουν το χώρο διαχέουν το φως, δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια, ρυθμίζουν την ανταλλαγή του αέρα και <<ενοποιούν>> το εσωτερικό με το εξωτερικό περιβάλλον.

5.3 Ο σχεδιασμός των διάφανων στοιχείων

Το κέλυφος του κτιρίου παίζει το ρόλο του φράγματος σε ορισμένα στοιχεία του εξωτερικού περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα στη βροχή στο χιόνι, στο καπνό ενώ φιλτράρει την είσοδο και την έξοδο στοιχείων που είναι κατά περίπτωση επωφελή ή επιζήμια, όπως για παράδειγμα δείγμα του αέρα, της θερμότητας, του φωτός και των οσμών.

Τα συμπαγή και διαφανή τμήματα του κελύφους ρυθμίζουν με διαφορετικό βέβαια βαθμό συμμετοχής, την ανταλλαγή των διάφορων στοιχείων ανάμεσα στο εσωτερικό του κτιρίου και στο εξωτερικό περιβάλλον. Ενώ όμως για τον έλεγχο ορισμένων παραγόντων, όπως για τη θερμότητα ή τον ήχο, εξίσου σημαντικό ρόλο παίζουν οι τοίχοι και τα παράθυρα, όσον αφορά το φωτισμό και τον αερισμό των χώρων, τα ανοίγματα στο κέλυφος του κτιρίου είναι αυτά που σε μεγάλο βαθμό καθορίζουν την ποσότητα και την ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτισμού και αερισμού.

Η ανάγκη για φυσικό φωτισμό είναι αυτή που επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την εξέλιξη της αρχιτεκτονικής σύνθεσης και μορφολογίας, σε σχέση τόσο με τη διαμόρφωση της κάτοψης όσο και με την αναλογία κενών και πλήρων στις όψεις. Η ιστορία της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και η ιστορία της αρχιτεκτονικής είχαν παράλληλη εξέλιξη έως το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα, όταν οι λάμπες πυρακτώσεως και το ηλεκτρικό ρεύμα έγιναν προσιτά σε όλους. Έπειτα ο τεχνητός φωτισμός ήταν μέχρι τότε χαμηλής απόδοσης και ακριβός, τα κτίρια σχεδιάζονταν ώστε να εκμεταλλεύονται το μέγιστο φυσικό φωτισμό. Οι μεγάλες εξελίξεις και οι αλλαγές στον τρόπο κατασκευής των κτιρίων από τον ρωμανικό θόλο ως το Crystal Palace του 19^{ου} αιώνα, αντικατοπτρίζουν την τάση για αυξημένη πρόσοδο φυσικού φωτισμού στα κτίρια. Από τη στιγμή μάλιστα που μειώθηκε το κόστος κατασκευής του γυαλιού και άρχισε η ευρεία χρήση του στην οικοδομική, απελευθερώθηκε και η αρχιτεκτονική όσον αφορά τη διαστασολόγηση και τη μορφολογία των ανοιγμάτων.

Η βιομηχανική επανάσταση αύξησε τις απαιτήσεις για ποσότητα του παρεχόμενου φωτισμού τους χώρους παραγωγής και συγχρόνως έδωσε τις κατασκευαστικές δυνατότητες για την εφαρμογή μεγάλων γυάλινων επιφανειών. Στο 19^ο αιώνα με τη βελτίωση των μεθόδων παραγωγής του γυαλιού και την επικράτηση του σίδηρου, έγινε δυνατό να υλοποιηθούν μεγάλες κατασκευές από γυαλί και σίδηρο, που περιλάμβαναν σιδηροδρομικούς σταθμούς, εμπορικά κέντρα, εκθεσιακούς χώρους, δημόσια πολυώροφα κτίρια, βιβλιοθήκες και μεγαλοπρεπή θερμοκήπια για την καλλιέργεια των εξωτικών φυτών. Δυο χαρακτηριστικά παραδείγματα της εποχής είναι το Crystal Palace του Joseph Paxton κατασκευασμένο το 1854 στο Hyde Park του Λονδίνου και το Palm House των D.Burton και R.Turner κατασκευασμένο το 1844-1848 στον βασιλικό βοτανικό κήπο του Kew, έξω από το Λονδίνο, είναι δύο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα της εποχής.

Στις βιομηχανικές χώρες στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και στις αρχές του 20^{ου}, εργοστάσια και κτίρια γραφείων χρησιμοποιούν είτε παράθυρα οροφής, είτε μεγάλα κατακόρυφα παράθυρα μεγιστοποιούν το φυσικό φωτισμό. Οι γυάλινες επιφάνειες πολλές φορές ξεπερνούν τις συμπαγείς. Η εκτεταμένη χρήση του μεταλλικού σκελετού βοηθά ώστε να κατασκευάζονται τοίχοι και επικαλύψεις με μεγάλα ανοίγματα.

Στην αρχιτεκτονική των κτιρίων –γραφείων επικρατούν τα υψηλά κτίρια με πολλά ανοίγματα γιατί προσφέρουν καθαρότερο αέρα, περιβάλλον με λιγότερο θόρυβο, και αυξημένο φυσικό φωτισμό. Στις Η Π Α οι πρώτοι ουρανοξύστες, αναγείρονται εξυπηρετώντας αυτές τις ανάγκες. Στο κέντρο του κτιρίου υπάρχει ο πυρήνας με τους ανελκυστήρες και τις υπόλοιπες εξυπηρετήσεις και τα γραφεία αναπτύσσονται σε μια περιμετρική ζώνη πλάτους 6-8μ. ώστε να μπορούν να φωτιστούν ικανοποιητικά από τα εξωτερικά παράθυρα.

Η στέγαση όμως με μεγάλες γυάλινες επιφάνειες, τα παράθυρα οροφής και τα μεγάλα ανοίγματα ενώ προσφέρουν άφθονο φυσικό φωτισμό δημιουργού περιβάλλον θερμικής δυσφορίας από τα υπερβολικά ηλιακά κέρδη. Η χρήση συστημάτων τεχνικής ψύξης αρχίζει σταδιακά να εφαρμόζεται από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Συγκεκριμένα πρώτη φορά που έγινε χρήση κλιματισμού ήταν στο χρηματιστήριο της Νέα Υορκη το 1901 υστέρα από την ανακαίνιση του. Η πρώτη <<σύγκρουση>> ανάμεσα στο βιοκλιματικό σχεδιασμό και των μηχανολογικών εφαρμογών της εποχής εκείνης.

Με την διεθνοποίηση της αρχιτεκτονικής το άνοιγμα μετατράπηκε σε κυρίαρχο μορφολογικό στοιχείο της όψης του κτιρίου με κυρίαρχο στόχο να σηματοδοτήσει και να αναδείξει την ταυτότητα της επιχείρησης και συμπληρωματικά να συμμετάσχει και να εκπληρώσει και τις άλλες απαιτήσεις του κτιρίου όπως τη θέα, το φωτισμό, τον αερισμό και τον ηλιασμό.

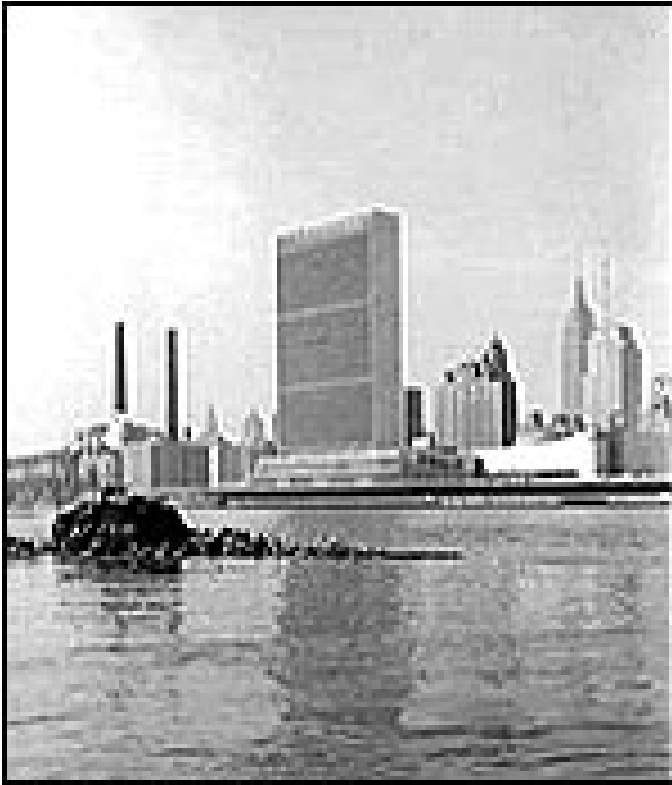
Το θέμα του φυσικού φωτισμού και κατά συνέπεια η λειτουργία του ανοίγματος έπεσε σε δεύτερη μοίρα εφόσον η φτηνή ηλεκτρική ενέργεια και η ικανοποιητική παροχή φωτισμού με την ποικιλία των ηλεκτρικών λαμπτήρων προσέδωσαν μεγάλη σημασία στον τεχνητό φωτισμό με την ποικιλία των ηλεκτρικών λαμπτήρων προσέδωσαν μεγάλη σημασία στον τεχνητό φωτισμό και επειδή δεν είχε συνειδητοποιηθεί όσο έπρεπε η ψυχολογική συνεισφορά στον φυσικό φωτισμό. Το μεγάλο πλεονέκτημα του τεχνητού φωτισμού ήταν και ακόμη είναι η δυνατότητα που παρέχει στον αρχιτέκτονα να σχεδιάσει ευμετάβλητους χώρους και κατόψεις κτιρίων με μεγάλο βάθος, χωρίς να προβληματίζεται ιδιαίτερα για τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων. Έτσι φτάσαμε στο σημείο η πλειοψηφία του πληθυσμού να εργάζεται να διαβιώνει τις περισσότερες ώρες της ημέρας που το φυσικό φως είναι διαθέσιμο, σε περιβάλλον με τεχνητό φωτισμό :στα γραφεία, στα σχολεία, στα εργοστάσια.

Υπάρχουν όμως και προτάσεις που το άνοιγμα κυριαρχεί στα κτίρια των γραφείων. Οι επιχειρήσεις στην Ευρώπη και την Αμερική προσανατολίζονται πολλές φορές στην κατασκευή ευρύχωρων, χαμηλού ύψους γυάλινων κτιρίων, που στεγάζουν τις διοικητικές και οικονομικές τους επιχειρήσεις, στα προάστια των αστικών κέντρων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το κτιριακό σύμπλεγμα για την General Motors στο Warren, Michigan του Eero Saarinen (1949-1956) και η μελέτη του Mies van der Rohe για το Illinois Institute of Technology στο Chicago(1950-1956).Όμως σ' αυτές τις πρώτες εφαρμογές με τις μεγάλες επιφάνειες υαλοστασίων, που βασίστηκαν στην τάση για τη δημιουργία κτιρίων που θα προβάλλουν την αρχιτεκτονική και την τεχνολογική πρωτοπορία, δεν αντιμετωπίστηκαν με τον ανάλογο προβληματισμό ο προσανατολισμός των υαλοστασίων, ο κίνδυνος της υπερθέρμανσης και οι αυξημένες θερμικές απώλειες του κτιρίου.

Ο πύργος της γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών στην Νέα Υόρκη είναι από τα πρώτα παραδείγματα(1950) <<ενεργειακής αρχιτεκτονικής >>στα οποία εφαρμόστηκε γυάλινο τοιχοπέτασμα για να μεγιστοποιηθεί το κέρδος από τον ήλιο. Ο αμερικάνος αρχιτέκτονας Wallace Harrison χρησιμοποίησε έγχρωμο διπλό υαλοπίνακα ενσωματώνοντας στο τοιχοπέτασμα και ανοιγόμενα παράθυρα.

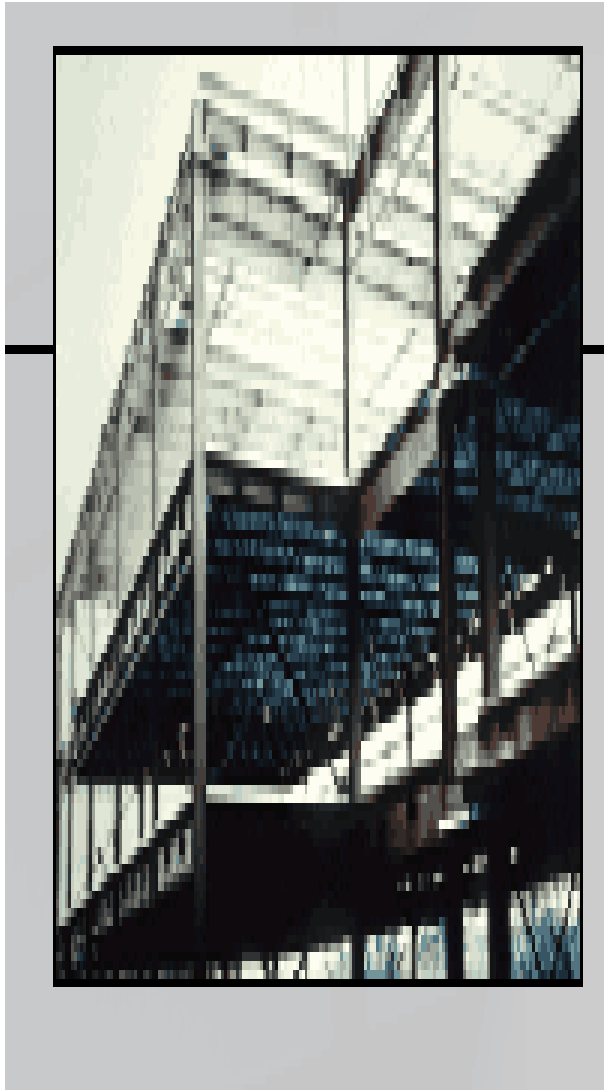
Βέβαια άλλοι σημαντικοί αρχιτέκτονες του 20^{ου} αιώνα, με στόχο την ανάδειξη των όγκων και τη πλαστικότητα των μορφών με τη βοήθεια του φυσικού φωτισμού, συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το άνοιγμα όχι μόνο σαν μορφολογικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης, αλλά ως βασικό δομικό στοιχείο που φέρνει το φυσικό φως στο χώρο και φωτίζει τα αντικείμενα, μετατρέποντας τα σε έργα τέχνης.

Στην εκκλησία της Notre Dame du Haut στη Rochamp του le Corbusier, κατασκευασμένη το 1955, χρησιμοποιούνται πολυπληθή μικρά παράθυρα με κεκλιμένες τις παραστάδες, διεσπαρμένα στους χοντρούς τοίχους, με έγχρωμα υαλοστάσια, και φωτιστικές σχισμές που φέρνουν το φως στο εσωτερικό. Ο αμερικάνος αρχιτέκτονας Louis Kahn κατεξοχήν αρχιτέκτονας που εκμεταλλεύεται το φυσικό φως, ενσωματώνει την ίδια λογική στις μελέτες του. Μικρές στενές σχισμές στον από σκυρόδεμα θόλο του Kimbell Art Museum στο Fort Worth (1966) φέρνουν το φως στο εσωτερικό αφού πρώτα ανακλαστεί στις μεταλλικές διατάξεις τοποθετημένες στην οροφή ενώ ο Frank Lloyd Right στο μουσείο Guggenheim στη Νέα Υορκη (1959) αποτόλμησε να χρησιμοποιήσει τους φεγγίτες στους σπειροειδείς τοίχους, που διατρέχουν όλες τις όψεις, για να φωτίσει τα έργα τέχνης.

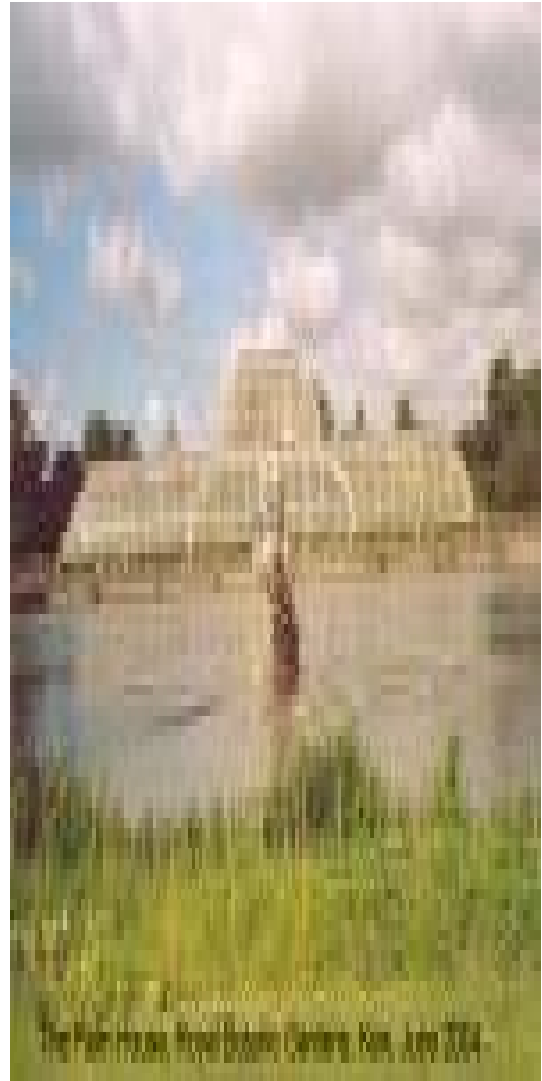


LIBRARY OF CONGRESS

εικόνα 1



εικόνα 2



εικόνα

3



εικόνα 4



εικόνα 5



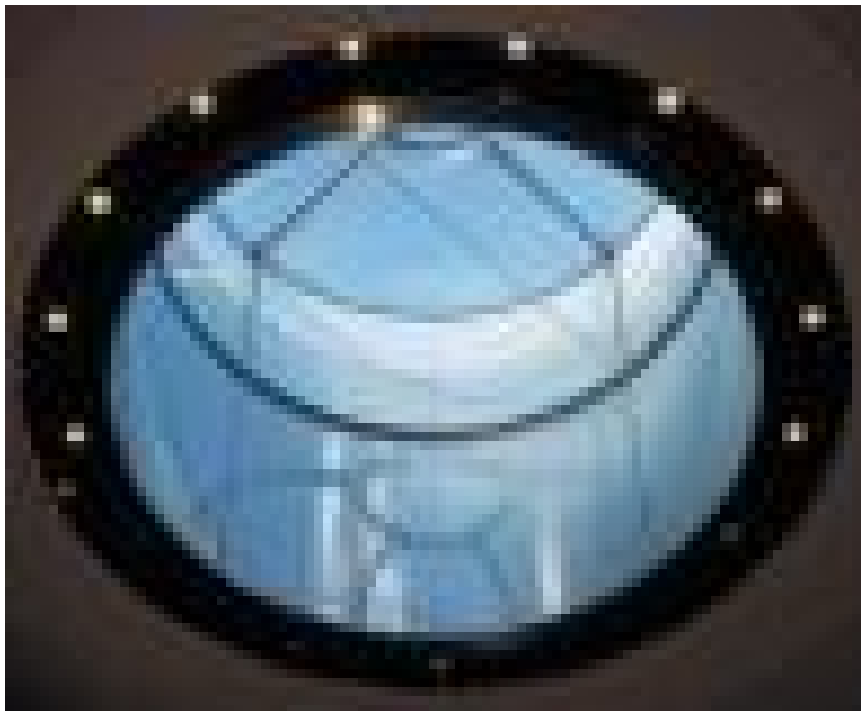
εικόνα 6



Εικόνα 7



εικόνα 8



εικόνα 9



εικόνα 10

5.4 Ο ρόλος των γυαλιού στην αποκατάσταση και την προστασία ιστορικών κτιρίων

Κατά την τελευταία δεκαετία, η χρήση του γυαλιού σε ελαφρές κατασκευές στο πλαίσιο των επεμβάσεων σε ιστορικά κτίρια έχει αναδειχθεί σε μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές του εν λόγω υλικού.

Στον αντίποδα της πρωτοφανούς οικοδομικής ανάπτυξης και αντικατάστασης του κτιριακού αποθέματος από τις αρχές του 1960 και η δεκαετία 1990 αποτέλεσε στη μεγάλη Βρετανία περίοδο εγρήγορσης και αυξημένου ενδιαφέροντος για την προστασία του ιστορικού περιβάλλοντος. Αναφορικά με τις σύγχρονες προσθήκες, στα παραπάνω κείμενα τονίζεται η ανάγκη σεβασμού της αυθεντικότητας των ιστορικών κτιρίων. Με βάση τον τρόπο ανταπόκρισης τους στο παραπάνω αίτημα, οι υλοποιημένες επεμβάσεις θα μπορούσαν να διαχωριστούν σε: α) προσθήκες όπου η αρμονική συνύπαρξη παλιού και νέου επιδιώκεται, αντί της πίστης αντιγραφής, μέσω της διατήρησης ανάλογης διάταξης και υιοθέτησης σύγχρονης μορφολογικής ερμηνείας και β) Σαφώς αναγνωρισμένες οπτικά προσθήκες με χρήση σύγχρονων κατασκευαστικών τρόπων και μορφολογικών στοιχείων.

Στην δεύτερη κατηγορία, εντάσσεται η προσθήκη ελαφρών μεταλλικών κατασκευών με γυάλινη επένδυση. Σε θεωρητικό επίπεδο, οι εν λόγω κατασκευές επιτρέπουν έναν σαφή συνθετικό χειρισμό με κύριο χαρακτηριστικό την επίτευξη μέσω αντιθέσεων : ελαφρά δομικά στοιχεία αντί συμπαγών τοιχοποιιών, αδιαφανείς κτιριακοί όγκοι αντί διαφανών κατασκευών, υποδήλωση προσωρινότητας των σύγχρονων προσθηκών αντί της μονιμότητας των ιστορικών κτιρίων.

Στο πεδίο της αποκατάστασης και επανάχρησης ιστορικών κτιρίων, η Μεγάλη Βρετανία έχει να επιδείξει μια από τις γνωστότερες και αντιπροσωπευτικότερες εφαρμογές του γυαλιού ως υλικό σύγχρονων επεμβάσεων

Α τμηματικές επεμβάσεις και λειτουργικές προσαρμογές που διακρίνονται διάφορες υποκατηγορίες :

1. Επισκευές και αντικαταστάσεις ανοιγμάτων δηλαδή συμπληρώσεις κατεστραμμένων υαλοπινάκων ή κάλυψη ανοιγμάτων με απλό υάλωμα.
2. Επισκευές και αντικαταστάσεις υαλοσκεπών και θόλων.
3. Τμηματικές λειτουργικές προσαρμογές με χρήση γυαλιού στα πλαίσια γενικής διαρρύθμισης σύγχρονων λειτουργικών χώρων.
4. Συνήθεις επεμβάσεις είναι οι συμπληρώσεις τόξων και στοών με γυαλί.

5. Επιτυχείς εφαρμογές γυάλινων κατασκευών συναντώνται σε τμήματα ιστορικών κτιρίων που λειτουργούν ως μουσεία.
 6. Με γυάλινες κατασκευές καλύπτονται για λειτουργικούς λόγους εσωτερικές αυλές.
 7. Επιτυχείς εφαρμογές των γυάλινων κατασκευών συναντάμε στην δημιουργία χώρου μέσα στο χώρο.
- B. Επεμβάσεις συμπλήρωσης και ολοκλήρωσης της αρχικής εικόνας ή μορφής των μνημείων με κατασκευές <<ιδεατές>> κατασκευαστικά και νοητικά αντιστρέψιμη, που δηλώνουν την εποχή τους.
- Γ. Οι επεκτάσεις και προσθήκες αφορούν νέους όγκους πέρα από τα περιβλήματα της υπάρχουσας κατάστασης.
- Ε. Οι επεμβάσεις αλλαγής χρήσης όταν μάλιστα αυτή δεν εναρμονίζεται με τον χαρακτήρα του μνημείου αλλά επιβάλλεται.
- ΣΤ. Η επεμβάσεις από γυαλί στον ιστορικό σδτικό χώρο αντιμετωπίζονται συνήθως με δυσπιστία από τους ειδικούς όμως η γνώση των ιδιοτήτων του υλικού και τεκμηριωμένη εφαρμογή του, μπορούν να δώσουν αξιόλογα αποτελέσματα, που να προσφέρουν τα σύγχρονα μέσα επικοινωνίας με τις παραδοσιακές εικόνες του ιστού της πόλης.
- Ζ. Ενδιαφέρουσες επεμβάσεις με γυαλί σε υπαίθριους ιστορικούς χώρους και μνημεία φύσης όπως αναφερθήκαμε –σχολιάσαμε παραπάνω.
- Η. Μια επιπλέον κατηγορία αποτελούν οι επεμβάσεις αναβάθμισης της ενεργειακής συμπεριφοράς των μνημείων. Οι γυάλινες κατασκευές αποτελούν το σημαντικότερο μέσω τέτοιων παρεμβάσεων σε μνημεία.

Κεφάλαιο 6

6.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ- ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού ολοκληρώνεται με την έννοια του <<οικοσχεδιασμού>> που σημαίνει την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής προσαρμοσμένης στο περιβάλλον, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, με οικολογική σύνεση και προβλεπτικότητα, απαγορεύοντας την απαράδεκτη σπατάλη των πηγών και αγρυπνώντας για την ικανοποίηση των πραγματικών αναγκών όλων των μελών της κοινωνίας.

Άμεσος στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικά εσωκλίμα, αξιοποιώντας τα ευνοϊκά στοιχεία του κλίματος, εκλεκτικά, με ρυθμίσεις στο κέλυφος της κατασκευής, έτσι ώστε να καταναλίσκεται η ελάχιστη, δυνατή απαιτούμενη συμπληρωματική ενέργεια.

Για την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής χρησιμοποιούνται μέθοδοι και συστήματα «παθητικά», που οι ένθερμοι υποστηρικτές τους περιγράφουν ως τεχνολογία χαμηλής επίδρασης ήπιας ή παθητικής.

Προκειμένου το κτίριο να λειτουργήσει βιοκλιματικά, θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω προϋποθέσεις-βασικές αρχές συνολικής ανταπόκρισης στις κλιματικές συνθήκες : Να λειτουργεί:

1. ως φυσικός, ηλιακός συλλέκτης
2. ως αποθήκη θερμότητας
3. ως παγίδα θερμότητας
4. ως παγίδα φυσικού δροσισμού και αποθήκη ψύξης.

Το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης για τις συνολικές ανάγκες του για θέρμανση μπορεί με το κατάλληλο σχεδιασμό να αυξήσει τα θερμικά κέρδη του το χειμώνα με τον ηλιασμό.

Για να μπορέσει το κτίριο να λειτουργεί σαν φυσικός ηλιακός συλλέκτης θα πρέπει να τηρούνται κάποιες βασικές αρχές που έχουν σχέση με τα παρακάτω:

1. με την κατάλληλη χωροθέτηση του
2. με το σχήμα
3. με τον προσανατολισμό
4. με τον προσανατολισμό και το μέγεθος των ανοιγμάτων του.
5. με την λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών του χώρου
6. με το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του.

6.2 Προϋπόθεσης βιοκλιματικού σχεδιασμού

Θα αναλύσουμε όλα τα παραπάνω ξεκινώντας από την κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο. Η βόρεια πλευρά θα πρέπει να αποφεύγεται γιατί μεγιστοποιούν τον δυνατό έλεγχο των συνεπειών της σκίασης πάνω στο υπόλοιπο μέρος του οικοπέδου. Εμφανίζεται όπως είναι προφανές αυξημένη απώλεια θερμότητας εξαιτίας ημερήσιων ή εποχιακών ανέμων που επικρατούν. Μπορεί να χρησιμοποιείται η τοπογραφική διαμόρφωση ή φράγματα βλάστησης για να αποφευχθούν τα ρεύματα αέρα χωρίς να μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία αυτό όμως εξυπηρετεί μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες που θέλουμε να αποφύγουμε τον φυσικό αερισμό. Η νότιες προσόψεις παρουσιάζουν ενδιαφέρον όχι μόνο για την δυνατότητα συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και για τους ανοικτούς χώρους που δημιουργούνται μπροστά του.

Η δεύτερη βασική αρχή που θα αναλύσουμε είναι το σχήμα του κτιρίου στόχος μας είναι να σχεδιάσουμε το περίγραμμα και τη μορφή του κτιρίου ώστε να μεγιστοποιείται η συλλογή ηλιακής ενέργειας και ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας από το περίβλημα όπου η θέρμανση είναι κυριαρχική ανάγκη.

Οι ενέργειες που θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε είναι ότι θα πρέπει: α) να μεγιστοποιείται η επιφάνεια για συλλογή ηλιακής ενέργειας και να ελαχιστοποιούνται οι υπόλοιπες εξωτερικές επιφάνειες. Μια νότια όψη που έχει 1,5 έως 2 φορές το μήκος της ανατολικής ή δυτικής όψης, μπορεί να δώσει πολύ καλά αποτελέσματα σε κτίρια που εφάπτονται το ένα με το άλλο και από τις δυο πλευρές ή μόνο σε μια πλευρά. Ακόμα το κτίριο κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα.

Η 3^η προϋπόθεση αναφέρεται στο πρόβλημα του προσανατολισμού που είναι σύνθετο και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως :

- την τοπογραφία της περιοχής.
- το φυσικό τοπίο.
- τις απαιτήσεις ιδιωτικότητας.
- τη μείωση θορύβου.
- τις κλιματικές παραμέτρους, άνεμο και ηλιακή ακτινοβολία.

Για την εύκρατη ζώνη, όσον αφορά τις κλιματικές παραμέτρους ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια, σε σχέση με την ανατολή και τη δύση για την περίοδο του χειμώνα. Ενώ μειώνεται σχεδόν το μισό, για την προσανατολισμένη επιφάνεια, απ'

ότι για την ανατολική και τη δυτική το καλοκαίρι. Είναι προφανές ότι ο προσεχτικά μελετημένος προσανατολισμός του κτιρίου βασίζεται στο μικροκλίμα και την ηλιακή έκθεση ώστε να αυξηθεί η πιθανή εξοικονόμηση της ενέργειας. Για αυτό είναι λογικό και πρέπει να τοποθετείται η μακρύτερη πλευρά του κτιρίου σε νότια κατεύθυνση ώστε να μεγιστοποιείται η συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας. Στο σημείο αυτό θα αναφερθούμε σε διάφορα συμπεράσματα από επιστήμονες. Ότι ο ηλιασμός όλου του εσωτερικού χώρου από τα ανοίγματα της νότιας πρόσοψης, θα πρέπει το βάθος του κτιρίου να μην είναι μεγαλύτερο από 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου (με αφετηρία το δάπεδο). Ο εμπειρικός αυτός κανόνας εξασφαλίζει ταυτόχρονα και επαρκή φυσικό φωτισμό στον εσωτερικό χώρο.

Η 4^η προϋπόθεση είναι ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων.

Όπου αποτελούν βασικό παράγοντα για την λειτουργία του ως φυσικού, ηλιακού συλλέκτη. Το γυαλί είναι υλικό πολύ λίγο θερμομονωτικό. Για παράδειγμα όταν η θερμοκρασία του χώρου είναι 20°C και η εξωτερική 0°C, οι θερμικές απώλειες του γυαλιού, σε σύγκριση με μια τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη, είναι :

- 116 watts /cm² για μονό υαλοπίνακα
- 60 watts /cm² για διπλό υαλοπίνακα και μονό
- 7 watts /cm² για τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη

Ωστόσο, η γυάλινη επιφάνεια δεν αποτελεί πηγή θερμικών απωλειών όπως για πολύ καιρό πιστεύονταν, αλλά και πηγή θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία, αρκεί να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό.

Η πιο πρόσφατη άποψη είναι ότι, η γυάλινη επιφάνεια είναι ο πιο οικονομικός συλλέκτης, ο πιο αποδοτικός, αρκεί να προσανατολίζεται στο νότο, με ανοχή ±30°C ανατολικότερα ή δυτικότερα.

Από διάφορες μελέτες επιστημόνων προκύπτει το συμπέρασμα ότι προκειμένου το άνοιγμα να λειτουργήσει σαν ηλιακό συλλέκτη να κερδίζει περισσότερη θερμική ενέργεια απ' όση χάνει, θα πρέπει να έχει τα καλύτερα θερμικά χαρακτηριστικά όπως, διπλό τζάμι, εξώφυλλα μονωτικά και καλή συναρμογή των κουφωμάτων.

Η 6^η κατά σειρά παράμετρος είναι η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου. Η μορφή της διάρθρωσης των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου παραμένει θεμελιώδεις χαρακτηριστικό, για τη προσαρμογή του στις κλιματικές συνθήκες κάθε τόπου.

Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι ψυχρότερη, η πιο σκοτεινή και η λιγότερη ευνοϊκή από την σκοπιά του ηλιασμού. Η ανατολικότερη και η δυτικότερη πλευρά δέχονται

ίσα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας, μεγαλύτερα το καλοκαίρι και μικρότερα το χειμώνα. Ωστόσο η δυτική πλευρά είναι πιο επιβαρημένη γιατί στη ήδη υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τις μεταμεσημβρινές ώρες προστίθεται και η ηλιακή ακτινοβολία, τον χειμώνα, και τη μικρότερη το καλοκαίρι.

Στις δυσμενέστερη πλευρά του κτιρίου τοποθετούνται χώροι με πρόσκαιρες δραστηριότητες όπως αποθήκες, κλιμακοστάσιο, γκαράζ και αποτελούν χώρους <<ανάσχεσης >> των θερμικών απωλειών και προστασίας των κύριων χώρων ζωής της κατοικίας. Πρόκειται για χώρους εμπόδια που με ρόλο παθητικό που μετριάζουν τις εξωτερικές θερμοκρασιακές μεταβολές, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιώνουν τις συνθήκες του εσωκλίματος στους κύριους χώρους.

Άλλο είδος ανάσχεσης, με ρόλο ενεργητικό, αποτελούν τα θερμοκήπια, οι βεράντες που τοποθετούνται στην νότια πλευρά του κτιρίου και συμβάλλουν θετικά στο θερμικό ισοζύγιο με την δέσμευση της ηλιακής, θερμικής ενέργειας.

Οι χώροι ανάσχεσης παθητικοί ή ενεργητικοί μπορούν να προσαρτηθούν τόσο σε μονοκατοικίες, όσο και σε πολυκατοικίες, τόσο σε νέα όσο και σε υφιστάμενα κτίρια.

Η 6^η και τελευταία προϋπόθεση είναι το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου. Όπως γνωρίζουμε το χρώμα των εξωτερικών συμπαγών, δομικών στοιχείων, επηρεάζει την ποσότητα της θερμικής ενέργειας, που μπαίνει μέσα στο κτίριο, μια και τα σκούρα χρώματα απορροφούν περισσότερη ηλιακή θερμότητα απ' ό τι τα ανοιχτά χρώματα.

Για κλίματα ζεστά, οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, που αντιμετωπίζουν την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, πρέπει να βάφονται με χρώματα ανοιχτά. Ενώ για ψυχρά κλίματα, ενδείκνυνται οι βαμμένες με σκούρο χρώμα επιφάνειες, γιατί έτσι απορροφούν μεγαλύτερα ποσά ηλιακής, θερμικής ακτινοβολίας.

6.3 Η πορεία της ηλιακής ενέργειας

Το κτίριο είναι ένας φυσικός ηλιακός συλλέκτης όπου χρειάζεται ένα τρόπο για να συγκρατεί αυτή τη θερμότητα, να την αποθηκεύσει για να την απαναποδώσει στη διάρκεια της νύχτας. Γιατί όπως συμπεραίνουμε η αποθήκευση της θερμότητας μέσω της δέσμευσης της ηλιακής ενέργειας αποτελεί ζωτικός παράγοντας για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου.

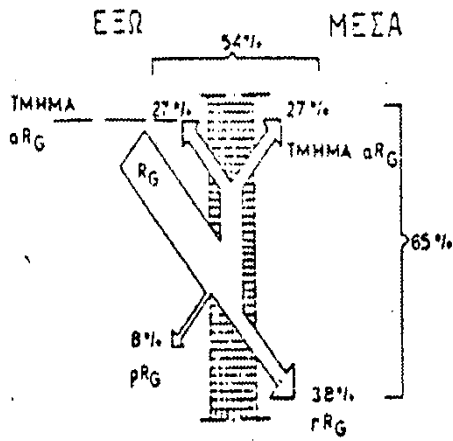
Οι τοιχοποιίες, τα δάπεδα, οι οροφές, τα εσωτερικά χωρίσματα είναι ο πιο αποτελεσματικός χώρος αποθήκευσης της θερμότητας. Όλα τα δομικά υλικά

απορροφούν θερμότητα, όπως είναι προφανές το καθένα σε διαφορετικό βαθμό και ποσότητα ανάλογα με την πυκνότητα (ρ) της μάζας του και την ειδική θερμότητα(c). Τα υλικά που έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα έχουν και μεγαλύτερη θερμική αποθήκευση.

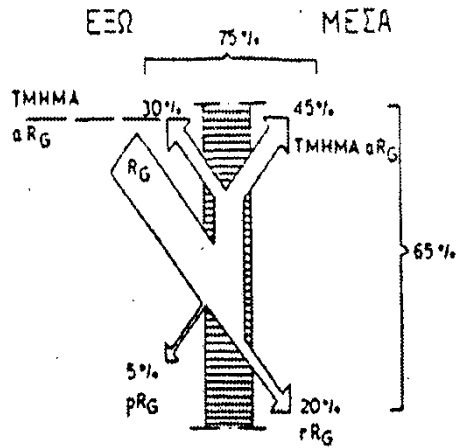
Η ηλιακή ενέργεια την ημέρα περνά μέσα από τα ανοίγματα στον εσωτερικό χώρο όπου παγιδεύεται μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια και απορροφάται από τα υλικά της κατασκευής και τα αντικείμενα του χώρου, μέχρις ότου η ικανότητα τους για θερμική αποθήκευση κορεστεί.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σ' ένα γυάλινο άνοιγμα ακολουθεί την έξης πορεία :

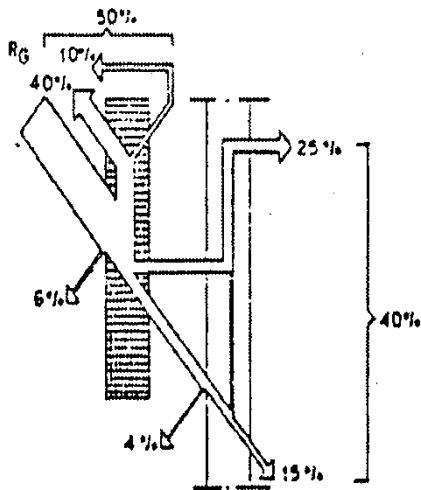
1. ένα τμήμα της ακτινοβολίας ανακλάται
2. ένα τμήμα της απορροφάται από το γυαλί και αποδίδεται προς τα έξω και προς τα μέσα
3. η ηλιακή ενέργεια, που μπαίνει μέσα μετατρέπεται σε θερμότητα
4. ένα τμήμα της θερμικής ενέργεια ανακλάται από το δάπεδο που είναι και η μεγαλύτερη ποσότητα που αποθηκεύεται και απορροφάται.
5. η αποθηκευμένη θερμότητα εναποδίδεται σταδιακά στο χώρο, και συγκεκριμένα ένα τμήμα της θερμικής αδράνειας του δαπέδου απορροφάται και αποθηκεύεται από τον τοίχο
6. Ενώ ένα άλλο τμήμα της ανακλάται στο χώρο.
7. Η ποσότητα της θερμοκρασίας απορροφήθηκε από τον τοίχο και διαχέεται στο χώρο ενώ μια άλλη ποσότητα θερμοκρασίας μεταβιβάζεται προς άλλη κατεύθυνση με χαμηλότερη θερμοκρασία αυτό αποτελεί το ποσό της θερμότητας που συγκεντρώνει στον εσωτερικό χώρο
8. Τέλος ένα τμήμα χάνεται μέσα από τον υαλοπίνακα με τη μορφή θερμικών απωλειών και μια ποσότητα παραμένει μέσα στο χώρο. Αυτή αποτελεί και το χρήσιμο ηλιακό κέρδος που μετατρέπεται σε θερμότητα.



ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΔΙΑΣΧΙΖΕΙ
ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟ.

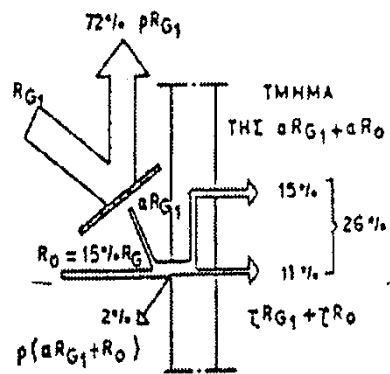


ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΔΙΑΣΧΙΖΕΙ
ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΟ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟ.



ΚΟΙΝΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕ-
ΝΟΣ Μ' ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟ.

ΟΛΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ $R_G = R_{G1} + R_0$



R_0 : ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΟΝΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.

R_{G1} : ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΤΗΝ ΑΜΕΣΗ ΑΚΤΙ-
ΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ 15% ΤΗΣ ΕΜΜΕΙΣΗΣ

ΚΟΙΝΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ Μ' ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ
ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΠΕΡΙΔΕΣ.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα θερμικής αποθήκευσης των υλικών κατασκευής, τόσο η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον παραμένει σε άνετα θερμικά επίπεδα, για πολλές ώρες, ακόμη και για ημέρες, χωρίς να χρειάζεται βοηθητική θέρμανση από άλλες πηγές ενέργειας να προκαλείται υπερθέρμανση και δυσφορία.

Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά ένα κτίριο ως αποθήκη ηλιακής θερμότητας πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

1. αυξημένη θερμοχωρητικότητα ικανότητα των υλικών της κατασκευής.
2. η σωστή ποσοτικά διανομή των υλικών αυτών στο σύνολο της κατασκευής

Έπειτα από τις αρχές του βιοκλιματισμού που αναφερθήκαμε παραπάνω καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το κτίριο θα πρέπει να λειτουργεί ταυτόχρονα σαν παγίδα θερμότητας. Με μοναδικό σκοπό να μην διασκορπίζει προς τα έξω την θερμότητα που μάζεψε και αποθήκευσε.

Η έξοδος της θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον προσδιορίζεται με της θερμικές απώλειες και συμβαίνει όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλές δηλαδή το χειμώνα. Αντίθετα το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες το κτίριο απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη όταν είναι εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία. Τότε το εσωτερικό περιβάλλον κινδυνεύει από υπερθέρμανση και συνθήκες δυσφορίας.

Τα κτίρια χάνουν την θερμότητα για τρεις βασικούς τρόπους:

- με αγωγιμότητα μέσα από τους τοίχους, στέγες –δώματα, δάπεδα, γυάλινα ανοίγματα,
- με μεταφορά και κίνηση του αέρα, μέσα από τ' ανοιχτά παράθυρα ή από τους αρμούς των κουφωμάτων.
- Με ακτινοβολία από το κέλυφος του κτιρίου όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες.

6.4 Η αποφυγή θερμικών απωλειών

Οι συνολικές θερμικές απώλειες εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες :α)από το λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου. Όσο μικρότερη είναι η εξωτερική επιφάνεια, τόσο μικρότερος είναι ο λόγος και τόσο

λιγότερες οι θερμικές απώλειες, ανά μονάδα επιφάνειας. Β) από την μείωση των εκτεθειμένων πλευρών προς βορρά, όπου δεν υπάρχει ηλιασμός, καλύπτοντας ακόμη και με χώμα τμήμα ή και το σύνολο της βόρειας όψης και γ) από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους επικρατούντες ψυχρούς ανέμους.

Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών ενός κτιρίου από αγωγιμότητα είναι αναγκαίο :α) να προβλέπεται η κατάλληλη θερμομόνωση στα συμπαγή στοιχεία, πράγμα που εξασφαλίζει την μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας β) να προβλέπονται διπλά τζάμια, ιδιαίτερα για τα ανοίγματα που βρίσκονται στους δυσμενείς προσανατολισμούς και γ) να προβλέπεται κινητή θερμική μόνωση των ανοιγμάτων, για την νυχτερινή προστασία.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η θερμική μόνωση του κελύφους είναι προτιμότερο να βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά, έτσι που να διασφαλίζεται η θερμική αποθήκευση της δεσμευμένης, ηλιακής ενέργειας στα συμπαγή στοιχεία της κατασκευής και η αποτελεσματική βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου.

Αναφέραμε προηγουμένως ότι μια αιτία των θερμικών απωλειών είναι η μεταφορά ζεστού αέρα από το κτίριο προς το περιβάλλον μέσα από τα ανοίγματα και τους αρμούς των κουφωμάτων. Οι θερμικές αυτές απώλειες μπορούν να περιοριστούν έχοντας όμως διασφαλίσει την απαραίτητη ανανέωση για συνθήκες διαβίωσης με ελεγχόμενο τρόπο. Ο περιορισμός αυτός γίνεται με α) τη στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων β) με τη μείωση των ανοιγμάτων στη βορινή πλευρά, που είναι εκτεθειμένη στους ψυχρούς ανέμους και γ) με τη τοποθέτηση βλάστησης ή δέντρων για προστασία και εκτροπή των ψυχρών ανέμων.

6.5 Ο ρόλος του φυσικού αερισμού στην διαμόρφωση του κλίματος της οικίας

Ο φυσικός αερισμός έχει άμεση επίδραση στην υγεία και στην θερμική άνεση και ευεξία στην υγεία των ανθρώπων. Διευκολύνει στη ανταλλαγή θερμότητας του ανθρωπίνου σώματος με το περιβάλλον του και συμβάλει στην φυσική ψύξη της κατασκευής, κυρίως όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες του φυσικού αερισμού είναι: α) οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες β) ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων γ) η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων δ) το χρώμα και η υφή του των εξωτερικών επιφανειών και ε) η φυσική ψύξη του κτιρίου, με εξάτμιση νερού. Παρακάτω θα αναλύσουμε τις παραμέτρους αυτές

ξεκινώντας από της εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Οι οποίες καθορίζουν τις απαιτήσεις του φυσικού αερισμού στη διάρκεια των εποχών του έτους. Όπως γνωρίζουμε οι εύκρατες περιοχές που οι χειμωνιάτικοι μήνες είναι υγροί κα σχετικά ψυχροί το ποσοστό αερισμού πρέπει να μειώνεται ώστε να μην αυξάνονται οι θερμικές απώλειες. Σε αντίθεση με το καλοκαίρι που ο φυσικός αερισμός για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η κίνηση του αέρα απομακρύνει τη θερμότητα και τη πρόσθετη υγρασία. Οι δροσεροί άνεμοι-αύρες συνήθως από νοτιοδυτική διεύθυνση, συμβάλλουν στο φυσικό δροσισμό και την ψύξη του κτιρίου. Σε ζεστές και ψυχρές περιοχές με μεγάλη εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι, είναι προτιμότερο να αποφεύγεται ο αερισμός την ημέρα, στον ελάχιστο δυνατό μόνο για απομάκρυνση των οσμών. Αντίθετα τη νύχτα που η εξωτερική θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή ο φυσικός αερισμός επιβάλλεται τόσο για την μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου, όσο και για την ψύξη των εσωτερικών επιφανειών. Για την πραγματοποίηση όλων των παραπάνω απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός των ανοιγμάτων του κτιρίου η δεύτερη παράμετρος. Σύμφωνα με μελέτες τα ανοίγματα εισόδου θα πρέπει να είναι αντιμέτωπα στον άνεμο σε κάθετη διεύθυνση, γιατί οποιαδήποτε απόκλιση ελαττώνει την ταχύτητα ροής του αέρα στον εσωτερικό χώρο. Οι καλύτερες συνθήκες αερισμού δημιουργούνται όταν η διεύθυνση του ανέμου παρουσιάζει μια απόκλιση 45° περίπου ως προς την διεύθυνση των ανοιγμάτων εισόδου. Μ' αυτό τον τρόπο προκαλείται μια κυκλική κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο και μια ομοιόμορφη διανομή της ροής και της ταχύτητας του. Από διάφορες έρευνες προέκυψε ότι καλύτερες συνθήκες αερισμού πετυχαίνονται όταν το ρεύμα του αέρα αλλάζει κατεύθυνση μέσα στο χώρο παρά όταν η ροή είναι κατευθυνόμενη δηλαδή διαμπερές. Προκύπτει ότι ο φυσικός αερισμός είναι πιο αποτελεσματικός όταν η διεύθυνση του ανέμου βρίσκεται στην περιοχή των $\pm 30^\circ$ σε σχέση με την κάθετη διεύθυνση στο άνοιγμα εισόδου. Αξίζει να αναφέρουμε πάλι ότι η διεύθυνση του ανέμου μπορεί να τροποποιηθεί με τη χρήση βλάστησης μικρών θάμνων, συστάδες δέντρων, αλλά και με τις ίδιες τις αρχιτεκτονικές προεξοχές. Η διανομή του αέρα στο εσωτερικό χώρο εξαρτάται ακόμα και από το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων εισόδου –εξόδου.

Άλλη μια παράμετρος είναι η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων ρυθμίζουν τις ανάγκες του φυσικού αερισμού του χώρου. Η επιθυμητή ροή του αέρα και η διανομή τα ταχύτητας του μεταβάλλεται ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα είναι η ταχύτητα ροής του αέρα για ζεστές-υγρές περιοχές

πρέπει να προσεγγίζει τα 2m/sec. για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της θερμικής άνεσης.

Άλλη μια παράμετρος είναι το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών που καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, που απορροφάται από την κατασκευή και κυρίως από την οροφή στη διάρκεια της ημέρας καθώς επίσης τη θερμότητα που χάνεται με ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, στη διάρκεια της νύχτας, ρυθμίζοντας έτσι την θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Τελευταία παράμετρος είναι η φυσική ψύξη του κτιρίου που πετυχαίνεται με την ροή του αέρα πάνω ή μέσα από υγρές επιφάνειες έξω ή μέσα στο κτίριο.

Κεφάλαιο 7

7.1 Ταξινόμηση παθητικών ηλιακών συστημάτων

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλύσαμε τις βασικές βιοκλιματικές αρχές, για να επιτευχθούν οι στόχοι που θέτει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική χρησιμοποιείται μια ήπια τεχνική για την αξιοποίηση και εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, τα λεγόμενα «παθητικά συστήματα».

Τα παθητικά συστήματα ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους από θερμικής άποψης μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες ενότητες που είναι η παρακάτω:

1. συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος.
2. συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος που διακρίνονται:
 - σε συστήματα που χρησιμοποιούν τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης
1. συστήματα που χρησιμοποιούν τα θερμοκήπια, τα προσαρτημένα συνήθως στη νότια πλευρά του τοίχου.
2. συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους, όπου ο συλλεκτήρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας διαχωρίζεται από το χώρο της θερμικής αποθήκευσης. Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της θερμότητας κάποια απλά μηχανικά μέσα, όπως ανεμιστήρες. Τα μικτά αυτά συστήματα λέγονται υβριδικά και βασίζονται στη φυσική ροή κάποιου υγρού, αέρα ή νερού.

7.2 Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος

Ας αναλύσουμε πρώτα τα συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως το γυάλινο άνοιγμα είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής, λόγω της διπλής επιρροής που υφίσταται τόσο από τεχνολογική εξέλιξη στα είδη των γυαλιών, όσο και από την ανάγκη επικοινωνίας των ενοίκων με τη φύση και το περιβάλλον. Όπως γνωρίζουμε και έχουμε πει και παραπάνω ο απλούστερος τρόπος για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου είναι η συλλογή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα, τα προσανατολισμένα στο νότο. Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου πάντα θετικά ανεξάρτητα αν ο σχεδιασμός του είναι συμβατικός ή

βιοκλιματικός. Η διαφορά προκύπτει στο ότι το ένα κτίριο που λειτουργεί παθητικά παγιδεύει την ηλιακή θερμότητα, που μπαίνει μέσα, την αποθηκεύει στα δομικά του στοιχεία, τοίχους –δάπεδα –οροφή, κατασκευασμένα από βαριά υλικά, με σκοπό να επαναποδώσει αυτή τη θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου τη νύχτα ή σε περιόδους συννεφιάς.

Οι παράγοντες που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος είναι:

- Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια πρόσοψη
- Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, με κύρια οργάνωση προς το νότο
- Η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτιρίου, ώστε να απορροφάται οποιαδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας
- Η θερμική προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους
- Η μείωση των θερμικών ανταλλαγών μέσα από τ' ανοίγματα με τη χρήση μονωτικών παντζουριών.

Η αποτελεσματικότητα του παθητικού συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες :

1. Όπως τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Όπως έχουμε πει και παραπάνω το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται, όταν τα ανοίγματα προσανατολίζονται στο νότο.
2. Η κλίση του ανοίγματος. Η κατακόρυφη κλίση είναι η προτιμότερη κι αυτό γιατί έχει περισσότερο ηλιασμό το χειμώνα και προστατεύεται εύκολα το καλοκαίρι.
3. Το μέγεθος του ανοίγματος έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.
4. Τη θέση του ανοίγματος στην όψη ή κοντά στην οροφή. Με σκοπό ο ηλιασμός να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια και να διαχέεται ομοιόμορφα στον εσωτερικό χώρο. Το βάθος του χώρου πρέπει να υπερβαίνει στις 2 ½ φορές το ύψος του παραθύρου.
5. Τον τύπο του υαλοπίνακα που διαχέει το φως και διανέμει την θερμική ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις .
6. Την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στα συμπαγή δομικά στοιχεία της κατασκευής γιατί είναι πιο αποτελεσματική από την

έμμεση για την απόδοση του συστήματος. Απαιτείται 4πλάσια ποσότητα θερμικής μάζας για την αποθήκευση της έμμεσης ακτινοβολίας θερμότητας από τον αέρα του χώρου, σε σχέση με την άμεση πρόσπτωση στα συμπαγή δομικά στοιχεία, οροφή-δάπεδο-τοιχοί.

Άλλη μια ενότητα των παθητικών συστημάτων είναι τα συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος. Η αλληλουχία των συστημάτων αυτών λειτουργεί ως εξής::

Ήλιος →συλλογή (γυάλινη επιφάνεια)→αποθήκευση (θερμική μάζα)→θέρμανση (εσωτερικός χώρος). Σ' αυτή διακρίνονται οι τοίχοι συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης και τα κτίρια με προσαρτημένο θερμοκήπιο στην νότια πλευρά.. Ας αναλύσουμε πρώτα τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης. Οι τοίχοι αυτή πρέπει να συνδέονται με γυάλινα ανοίγματα προσανατολισμένα στο νότο μια και αυτά εξασφαλίζουν την συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας.

Η θερμική ενέργεια που απορροφάται από τον τοίχο θερμαίνει την εξωτερική επιφάνεια του και στη συνέχεια την μάζα του, με αγωγιμότητα μέχρι που φτάνει στην εσωτερική του πλευρά με κάποια χρονική καθυστέρηση και με μειωμένη την αρχική της ένταση. Όσο αυξάνεται το πάχος και η θερμοχωρητικότητα μια τοιχοποιίας ενώ θερμική αγωγιμότητα ελαττώνεται και δημιουργείται σημαντική αδράνεια στη κατασκευή. Με σκοπό το άμεσο θερμικό κέρδος να ναι πιο μικρό. Η επιλογή των τοίχων θα πρέπει να εξυπηρετεί των εξής σκοπό να εξασφαλίζει μια καθυστέρηση της τάξης των 6-8 ωρών έτσι ώστε το κτίριο να επωφελείται της μέγιστης θερμοκρασίας της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου στην αρχή της νύχτας.

Ο τοίχος και η θερμική αποθήκευση λειτουργεί και απραγματοποιήτε με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και μέσα στις θυρίδες λόγω της διαφοράς της θερμοκρασίας. Στη διάρκεια της ημέρας όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται στο χώρο ανάμεσα στο τζάμι και τοίχο ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και μέσα από τη θυρίδα μπαίνει στο εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο, μπαίνει από την κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε. Ενώ στην διάρκεια της νύχτας η λειτουργία προφανώς αντιστρέφεται. Οι δύο θυρίδες κλείνουν πάνω και κάτω και η θέρμανση του χώρου πετυχαίνεται με την ακτινοβολία της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο.

Η απόδοση του συστήματος για την καλύτερη λειτουργία του για ένα τοίχο συλλέκτη θα πρέπει να ναι καλά σχεδιασμένος και η θερμοκρασία του να ναι στα όρια της

ζώνης άνεσης (από 20° έως 28° C) στη διάρκεια του χειμώνα, χωρίς καμιά προσθετική πηγή. Η απόδοση αυτή εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως :

- A. Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου που προσδιορίζεται από τρεις καθοριστικούς παράγοντες α)το κλίμα του τόπου που σημαίνει η θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία. Όσο μεγαλώνει η διαφορά ανάλογα πρέπει να αυξάνεται και η θερμική αποθήκευση άρα και το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου. Β)Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου που καθορίζει την ηλιακή ακτινοβολία στη νότια επιφάνεια του τοίχου. Όσο μεγαλώνει το γεωγραφικό πλάτος τόσο μειώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος του τοίχου θερμικής αποθήκευσης. γ) Τέλος τις ανάγκες του κτιρίου σε θέρμανση πράγμα που εξαρτάται από τις θερμικές απώλειες και το βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου. Είναι προφανές ότι ένας χώρος καλά μονωμένος απαιτείται λιγότερη θερμότητα για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του και κατά συνέπεια απαιτείται μικρότερη επιφάνεια τοίχου συλλέκτη.
- B. Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του καθορίζουν την διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τόσο μικρότερες διακυμάνσεις παρουσιάζει η θερμοκρασία στο εσωτερικό χώρο. Επίσης όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού κατασκευής τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει να αυξάνεται. Έχει προκύψει μέσω της πείρας διάφορα συμπεράσματα για τοίχους κατά σκευασμένους από διάφορα υλικά η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας και την χρονική καθυστέρηση. Παρακάτω παραθέτουμε διάφορα παραδείγματα :α)για τοίχους προκατασκευασμένους από μπετό με βέλτιστο πάχος από 30-40 εκ. με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας από 8,9° έως 5,6° C και χρονική καθυστέρηση από 9-12 ώρες. β) για τοίχο νερού το βέλτιστο πάχος καθορίζεται στα 20-50εκ δεν παίζει όμως ρόλο το πάχος του τοίχου γιατί το νερό όπως γνωρίζουμε θερμαίνεται ομοιόμορφα με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται προς όλες τις κατεύθυνσης. Μπορούμε λοιπόν να μειώσουμε το πάχος χωρίς να

μειώνεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος. γ) για την ωμοπλινθοδομή, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται στα 30εκ με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους 3,9° C και με χρονική καθυστέρηση περίπου 8 ωρών δ)για τοίχο από τούβλο το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 40εκ με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας 4,4° C περίπου και με χρονική καθυστέρηση γύρω στις 8 ώρες.

- C. Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου συλλέκτη επηρεάζει την ικανότητα απορρόφησης της θερμικής ενέργειας. Τα σκούρα χρώματα έχουν περισσότερη απορροφητικότητα από τα ανοιχτά.

7.3 Η λειτουργία του θερμοκηπίου

Στο δεύτερο σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους ανήκουν τα κτίρια με προσαρτημένο θερμοκήπιο στη νότια πλευρά.

Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια στη γεωργία για να βελτιώσουν τις συνθήκες καλλιέργειας, ιδιαίτερα για τα πρώιμα λαχανικά. Στην αρχιτεκτονική έκαναν την εμφάνιση τους τον 19^ο αιώνα κυρίως στην Βόρεια και κεντρική Ευρώπη. Δημιούργησαν χώρους ημιυπαίθριους, σαν συνέχεια της κατοικίας με τη μορφή κήπων ή ηλιακών χώρων.

Αλλά ας δώσουμε αρχικά το τι είναι θερμοκήπιο είναι ένας προσαρτημένος ηλιακός χώρος κυρίως στη νότια πλευρά ενός κτιρίου, με την μια ή και τις τρεις πλευρές του καλυμμένες με γυαλί. Οι υπόλοιπες πλευρές του είναι απλοί τοίχοι με θερμική μάζα, που συνδέονται με το κυρίως κτίριο. Συχνά τα θερμοκήπια είναι χώροι που προστίθεται εκ των υστέρων σε υπάρχοντα κτίρια και είναι κατασκευές με μικρό κόστος που μπορούν να εξυπηρετούν πολλές λειτουργίες. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται είναι αποτέλεσμα μια διαδικασίας που ολοκληρώνεται σε τρία στάδια :α)η μικρού μήκους ακτινοβολία διαπερνά τους διαφανείς υαλοπίνακες που καλύπτουν το θερμοκήπιο. β) απορροφάται από τα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου και γ) επανεκπέμπεται ως μεγάλου μήκους (θερμική) ακτινοβολία η οποία όμως εμποδίζεται από το γυάλινο κάλυμμα να διαφεύγει από το θερμοκήπιο γιατί το γυαλί είναι αδιαφανές στην θερμική ακτινοβολία.

Η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου την ημέρα όταν υπάρχει ηλιοφάνεια λειτουργεί ως διαφανή επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να περνά συνολικά η ηλιακή

ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες θερμότητας που απορροφάται από τις επιφάνειες και τη θερμική μάζα του θερμοκηπίου. Γι' αυτό την ημέρα το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου παραμένει θετικά.

Την νύχτα όμως το θερμοκήπιο λειτουργώντας σαν μαύρο σώμα αποβάλλει με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα όση θερμότητα συγκέντρωσε την ημέρα. Το θερμικό κέρδος χάνεται υπό μορφή θερμικών απωλειών και το θερμικό ισοζύγιο πολύ γρήγορα μετατρέπεται σε αρνητικό. Το συνολικό, ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου εκφράζεται από μια αισθητή ανύψωση της μέγιστης θερμοκρασίας και από τη διατήρηση της ελάχιστης σε σχέση με τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας στη διάρκεια του χειμώνα.

Επίσης ο αέρας που βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών λόγω της βλάστησης. Ωστόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας ψύχεται η εσωτερική επιφάνεια του τζαμιού, η θερμοκρασία του αέρα πέφτει προσεγγίζοντας το σημείο κορεσμού, οπότε οι υδρατμοί υγροποιούνται μουσκεύοντας τις γυάλινες επιφάνειες του θερμοκηπίου. Έτσι αποβάλλεται και η λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών, που χάνεται με αγωγιμότητα και ακτινοβολία προς τα έξω.

Όπως είναι κατανοητό το καλοκαίρι η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου αντιστρέφεται με ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της ημέρας είναι αυξημένη. Το εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης σε μια νυχτερινή ανεπαρκή ψύξη. Το θερμικό ισοζύγιο παραμένει όλο το 24ωρο θετικό και παρουσιάζεται η ανάγκη αερισμού για μεγαλύτερη ψύξη.

Η εφαρμογή του συστήματος του θερμοκηπίου στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, χωρίς καμία άλλη ρύθμιση και προστασία, οδηγεί σε μια επιβάρυνση των συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, δημιουργώντας μεγάλες θερμικές απώλειες και ψύξη, το χειμώνα και οι συνθήκες υπερθέρμανσης το καλοκαίρι ιδιαίτερα για κλίματα, όπως της χώρας μας με μεγάλη ένταση ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας.

Αν εφαρμοστούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις όπως θερμική προστασία το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι τα διάφορα προβλήματα θα μειωθούν ενώ αντίθετα θα διατηρούνται τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου.

Οι βασικές παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του προσαρτημένου στο κτίριο θερμοκηπίου είναι :

1. ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου. Συνήθως προσαρτάται στη νότια όψη του κτιρίου κατά τον άξονα ανατολή –δύση.

2. Το μέγεθος του θερμοκηπίου. Για ψυχρές περιοχές απαιτούνται 0,65-1,5m² νότιου διπλού υαλοστασίου για κάθε τετραγωνικό μέτρο θερμαινόμενου εσωτερικού χώρου. Σε εύκρατες περιοχές η αναλογία αυτή μειώνεται σε 0,33-0,9 m².
3. Την κλίση του υαλοστασίου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου, γιατί προσδιορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει και δεσμεύεται. Η καλύτερη κλίση είναι από 40° -70° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Για κλίματα βορειότερα η κλίση μειώνεται σε 30° -40°, έτσι ώστε να συλλέγεται μεγαλύτερο μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας.
4. Το υλικό κάλυψης. Απαιτούνται διαφανή υλικά στην ηλιακή ακτινοβολία, μη αδιαφανή στη θερμή, γυαλί ή διαφανές πλαστικό. Η επιλογή γίνεται ανάλογα με το κόστος εγκατάστασης, την ποιότητα κατασκευής και την λειτουργία του θερμοκηπίου. Τα υλικά κατασκευής θα πρέπει να ναι διαφανή από γυαλί ή πλαστικό προκειμένου να δεσμεύονται το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας. Τα στοιχεία στήριξης μπορούν να είναι κατασκευασμένα από ξύλο ή μέταλλο.

Η σύνδεση του θερμοκηπίου με το κτίριο είναι προφανές απ' όσα αναπτύχθηκαν ότι το προσαρτημένο στο κτίριο θερμοκήπιο λειτουργεί αποδοτικότερα όταν συνδέεται με ένα σύστημα θερμικής αποθήκευσης. Την καλύτερη λύση αποτελεί ο διαχωριστικός τοίχος ανάμεσα στο κτίριο και στο θερμοκήπιο, όταν είναι κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας με την εξωτερική του επιφάνεια βαμμένη σε σκούρο χρώμα.

Η λειτουργία του συστήματος είναι παρόμοια με τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης, με τη διαφορά ότι, η γυάλινη επιφάνεια δεν βρίσκεται σε απόσταση 4 εκατοστών από τον τοίχο αλλά δημιουργείται ένας σημαντικά μεγάλος χώρος που μπορεί να κατοικηθεί.

Αυξάνοντας την θερμική μάζα αποθήκευσης η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να αυξηθεί. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί αν χρησιμοποιηθούν βαριά υλικά στην κατασκευή του δαπέδου του θερμοκηπίου ή τοποθετώντας δοχείου νερού μπροστά στον τοίχο.

Η νυχτερινή μόνωση συμβάλλει σημαντικά στην καλύτερη απόδοση του συστήματος. Μπορεί να γίνει με τρόπους απλούς για παράδειγμα με την τοποθέτηση κινητού ή

μονωτικού στοιχείου στην εξωτερική πλευρά του διαχωριστικού τοίχου αφού το θερμοκήπιο τη νύχτα παρουσιάζει πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

Η θερμική προστασία του θερμοκηπίου είναι δύσκολη και πολυέξοδη. Η πιο απλή λύση είναι να προβλεφθεί διπλός υαλοπίνακας στο υαλοστάσιο του. Κυρίως για την περίοδο του καλοκαιριού προκειμένου να αποφευχθούν συνθήκες υπερθέρμανσης πρέπει να προβλέπονται: α) το άνοιγμα στην οροφή του θερμοκηπίου ή μερική απομόνωση από το υπόλοιπο κτίριο, έτσι ώστε ο ζεστός αέρας ν' απομακρύνεται προς τα έξω. β) καλός αερισμός εξασφαλίζοντας την είσοδο του αέρα από το κάτω άνοιγμα του υαλοστασίου στο χώρο του θερμοκηπίου. γ) συνολική ή μερική ηλιοπροστασία του χώρου του θερμοκηπίου δ) μεγάλη θερμική αδράνεια των τοίχων και του δαπέδου του θερμοκηπίου.

Το προσαρτημένο στο κτίριο θερμοκήπιο αποτελεί ένα σύστημα σύνθετο και είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί με ένα τρόπο ελεγχόμενο. Το θερμοκήπιο προσαρμόζεται καλύτερα σε περιοχές όπου κυριαρχεί η διάχυτη ακτινοβολία ενώ η γήινη είναι λιγότερη έντονη. Γι' αυτό ο λόγος που εμφανίστηκε και αναπτύχθηκε σε περιοχές με κλίμα ψυχρό. Σε κλιματικές συνθήκες όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη το σύστημα του θερμοκηπίου απαιτείται να είναι εξοπλισμένο με ηλιοπροστατευτικά στοιχεία για το καλοκαίρι και με θερμική προστασία για το χειμώνα προκειμένου να επιβραδύνεται η ψύξη του χώρου στη διάρκεια της νύχτας.

Τα περισσότερα κτίρια κυρίως κατοικίες που έχουν μελετηθεί ή κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, με βάση της βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού και την εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων παρουσιάζουν μια ελευθερία στην εσωτερική διάρθρωση των χώρων : οι χώροι ανοιχτοί σε κάτοψη ανισοϋπή επίπεδα σε τομή. Πρέπει να διασφαλίσουμε την ελεύθερη κίνηση του ζεστού αέρα προς τα πάνω και στο βάθος, όπου οι χώροι δεν δέχονται άμεσο ηλιασμό. Πολλές φορές εφαρμόζεται η κλιμακωτή διάταξη στο σύνολο του κτιρίου όταν το σχήμα το επιβάλλει η χωροθέτηση του κτιρίου με το μεγάλο άξονα στην κατεύθυνση βορρά –νότου.

Κεφάλαιο 8 Υβριδικά συστήματα γυάλινων κτιρίων

8.1 Εισαγωγή στα υβριδικά συστήματα

Η μεταφορά της θερμότητας γίνεται με δύο τρόπους. Με μεταφορά της θερμότητας δια μέσου των στοιχείων του κελύφους του κτιρίου και με μεταφορά θερμότητας λόγω της κίνησης αέρα στο κτίριο. Οι δυο αυτοί τρόποι είναι περισσότερο γνωστοί στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών με τις ονομασίες «απώλειες κελύφους ή αγωγιμότητας» και «απώλειες αερισμού».

Οι απώλειες της θερμότητας πρέπει να ελαχιστοποιούνται ώστε να διατηρούν όσο το δυνατό περισσότερο χρόνο τα θερμικά κέρδη από την ηλιακή ακτινοβολία και τα παθητικά συστήματα.

Οι απώλειες θερμότητας οφείλονται κυρίως στην διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια του κελύφους, στην θερμική αντίσταση των υλικών του κελύφους, καθώς και στην ακτινοβολία των τοίχων. Οι σημαντικότεροι τρόποι για να ελαττωθούν οι απώλειες είναι: α) η θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου β) ο σχεδιασμός ενός όσο το δυνατόν περισσότερου συμπαγούς κτιρίου εννοώντας ένα κτίριο με μικρή εξωτερική επιφάνεια σε σχέση με τον όγκο του. γ) η μείωση, όπου είναι δυνατόν, της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου με σκοπό τη μείωση της θερμοκρασιακής διαφοράς ανάμεσα στον εσωτερικό και τον εξωτερικό αέρα δ) η χρησιμότητα κατάλληλων εμποδίων που δεν επιτρέπουν την θερμότητα να διαφεύγει με ακτινοβολία.

Στα αδιαφανή στοιχεία του κτιρίου, όπως οι τοίχοι οι οροφές ή τα δάπεδα η μείωση των θερμικών απωλειών, επιτυγχάνεται με την θερμομόνωση. Η θερμομόνωση τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου στην εσωτερική πλευρά ή μέσα στον τοίχο. Η τοποθέτηση του μονωτικού υλικού επηρεάζει την θερμική αδράνεια του τοίχου καθώς και την υγρασία μέσα στον κτίριο. Η εξωτερική θερμομόνωση αυξάνει την θερμική αδράνεια του τοίχου και μειώνει τον κίνδυνο υγρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Τα διαφανή στοιχεία του κτιρίου όπως οι υαλοπίνακες παρουσιάζουν μεγαλύτερο συντελεστή απωλειών. Η θερμική διαπερατότητα του διάφανου υλικού είναι δυνατό να μειωθεί στο μισό ή στο ένα τρίτο αν χρησιμοποιηθούν δυο ή τρία στρώματα γυαλιού αντί για ένα και τα κενά ανάμεσα τους πληρωθούν με ξηρό αέρα ή ένα ειδικό αέριο μικρής θερμικής αγωγιμότητας.

Ακόμη μείωση των απωλειών μπορεί να οφείλεται στην διείσδυση του αέρα. Η ανανέωση του αέρα μέσα στο κτίριο είναι απαραίτητη για την αποβολή του στάσιμου αέρα του καπνού και των οσμών και για την διατήρηση ικανοποιητικών επιπέδων οξυγόνου και υγρασίας μέσα στο κτίριο. Η ανανέωση αυτή γίνεται με τη διείσδυση του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος στο κτίριο. Η διείσδυση του εξωτερικού αέρα στο κτίριο εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου και την ανεμοπίεση καθώς και από τις θερμοκρασιακές διαφορές στο εσωτερικό του κτιρίου και το εξωτερικό περιβάλλον.

Στόχος του σχεδιασμού πρέπει να ναι ο έλεγχος της εισαγόμενης και απαγόμενης από το κτίριο ποσότητα του αέρα με κριτήριο την διατήρηση της ποιότητας και την διατήρηση των θερμικών απωλειών.

Ένα παθητικό ηλιακό κτίριο οφείλει να παρέχει την θερμότητα απ' ευθείας στους χώρους όπου θα χρησιμοποιηθεί ώστε να μην απαιτείται σύστημα διανομής. Ωστόσο αυτό δεν είναι πάντοτε εφικτό, όπως στην περίπτωση δωματίων με βόρειο προσανατολισμό όπου η διανομή επιτυγχάνεται με μηχανικά μέσα.

Στην φυσική διανομή της θερμότητας, η αποθηκευμένη θερμότητα μεταδίδεται με μεταφορά και ακτινοβολία. Η μεταφορά συμβαίνει όταν η θερμοκρασία επιφάνειας του αποθηκευτικού υλικού είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του αέρα που περιβάλλει το υλικό, ή όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας του αέρα σε δύο ζώνες.

Όταν η εσωτερική πλευρά ενός τοίχου αποκτά υψηλότερη θερμοκρασία από αυτή του γειτονικού χώρου, ο αέρας θερμαίνεται με μεταφορά. Παράλληλα οι γειτονικές επιφάνειες προσλαμβάνουν την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία προκαλώντας έτσι την διανομή της θερμότητας σε χώρους που δεν μπορούν να επωφεληθούν από τα άμεσα ηλιακά κέρδη.

Ένας τοίχος με μεγάλη θερμική αδράνεια επιτρέπει την αποθήκευση της θερμότητας στην διάρκεια της ημέρας και την απελευθέρωση της στην διάρκεια της νύχτας. Ένας μη μονωμένος τοίχος αυτού του τύπου είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε θερμά κλίματα όπου οι κατοικήσιμοι χώροι χρειάζονται θέρμανση μόνο στην διάρκεια της νύχτας.

Μια μορφή φυσικής κυκλοφορίας του αέρα είναι η θερμοκυκλοφορία. Η αρχή λειτουργίας της είναι η εξής :

Η αποθηκευμένη θερμότητα ελευθερώνεται και θερμαίνεται στον αέρα του χώρου με θερμομεταφορά. Ο θερμότερος αέρας, που είναι ελαφρύτερος αποκτά ανοδική κίνηση. Όταν φθάνει σε μια ψυχρότερη περιοχή του κτιρίου αποβάλλει την

θερμότητα του και ψύχεται. Ο ψυχρότερος αέρας, που είναι βαρύτερος, κινείται προς τα κάτω και επιστρέφει στον ηλιακό τοίχο, όπου θερμαίνεται και ο κύκλος επαναλαμβάνεται. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα σύστημα κυκλοφορίας του αέρα ανάμεσα στην ζώνη που θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία και στη μη θερμαινόμενες ζώνες. Αυτή η κυκλική κίνηση του αέρα ονομάζεται θερμοκυκλοφορία.

8.2 Διανομή της θερμότητας με μηχανικά μέσα

Όταν απαιτείται μεταφορά σημαντικών ποσοτήτων θερμότητας, χρησιμοποιούνται μηχανικοί τρόποι διανομής, όπως ανεμιστήρες και αντλίες που ωθούν τον ζεστό αέρα από τις θερμικές προς τις ψυχρότερες περιοχές του κτιρίου. Άμεση διανομή της θερμότητας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ανεμιστήρων που διοχετεύουν χωρίς καθυστέρηση τον αέρα που θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία προς τους θερμαινόμενους χώρους. Στην περίπτωση που τα αποθηκευτικά υλικά είναι υγρά, χρησιμοποιούνται αντλίες. Για την ετεροχρονισμένη όμως διανομή της θερμότητας πρέπει να υπάρχει μάζα κατάλληλη να χρησιμεύσει ως αποθήκη θερμότητας στο κτίριο.

Ο συνδυασμός των παθητικών ηλιακών συστημάτων με συμβατικούς κυκλοφορητές είναι χρήσιμος, γιατί τα συστήματα αυτά διασφαλίζουν την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα από τις θερμές προς τις ψυχρότερες περιοχές του κτιρίου απ' ότι η φυσική κυκλοφορία του αέρα.

Απαραίτητο στοιχείο για τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι η επιλογή ενός υλικού σαν θερμομονωτικού το πιο σημαντικό ρόλο παίζει η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη θερμομόνωση δομικών στοιχείων του κτιρίου είναι σχεδόν πάντοτε «μίγματα»αερίων και στερεών ή στερεά με διακενά αερίου. Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας είναι συνήθως για θερμομονωτικά υλικά μικρότερη από $0,15 \text{ W/mK}$. Τα υλικά αυτά οφείλουν τη μονωτική τους ικανότητα στη χαμηλή θερμική αγωγιμότητα του αέρα που είναι ξερός και ακίνητος. Θα πρέπει να πούμε ότι όσο μεγαλύτερο είναι το περιεχόμενο σε αέρα ενός υλικού τόσο μεγαλύτερο είναι η θερμομονωτική του ικανότητα.

Τα θερμομονωτικά υλικά μπορούμε να τα κατατάξουμε σε σχέση με τη δομή τους σε ινώδη κοκκοειδή και κυψελωτά. Τα ινώδη υλικά έχουν σχηματιστεί από ίνες τοποθετημένες με κάποιο συνδετικό υλικό, αφήνοντας έγκλειστο αέρα στη μάζα τους. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά είναι το ασβεστόμαλλο, ο υαλοβάμβακας, το σκορούμαλλο, το ορυκτόμαλλο, το ξυλόμαλλο και οι πλάκες από ίνες ξύλου ή άχυρου.

Ένα από τα γνωστότερα και διαδεδομένα μονωτικά υλικά είναι ο υαλοβάμβακας ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι της τάξης των 0,040-0,045 W/m K. Είναι επίσης και ηχομονωτικό υλικό, αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και η τοποθέτηση του είναι σχετικά εύκολη.

Οι ελαφρές πλάκες ξυλόμαλλου με συνδετική ύλη τσιμέντο ή καυστική μαγνησία είναι μια λύση ιδιαίτερα ελκυστική για θερμομόνωση υποστηλωμάτων και δοκών. Μια λύση που δεν απαιτεί στερέωση με μεταλλικό πλέγμα και παρουσιάζει πολλές ευκολίες στην εφαρμογή της από τις οποίες η πιο πετυχημένη είναι η χρησιμοποίηση των πλακών αυτών σαν παραμένον ξυλότυπος. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι 0,080-0,090 W/mK για πυκνότητες μικρότερες των 390 Kg/m³.

Εκτός από τα διάφορα μονωτικά υλικά στα οποία αναφερθήκαμε παραπάνω θα ασχοληθούμε με τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού στα κτίρια είναι μια από της σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας. Εντούτοις η ενσωμάτωση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος δεν είναι πάντα εύκολη. Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα αστικά κτίρια και γενικότερα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε αυτά είναι τα εξής:

1. Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτίρια
2. Ο προσανατολισμός και το πλάτος των δρόμων
3. Ο τρόπος κατασκευής των κτιρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων.
4. Η ρύπανση του αέρα που προκαλεί επικαθήσεις στα καλύμματα των συλλεκτών.
5. Ο προσανατολισμός του κτιρίου
6. Η πυκνότητα δόμησης.

Παρ' όλες τις δυσκολίες τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι ευρέως διαδεδομένα κυρίως σε κτίρια του ημιαστικού και αγροτικού περιβάλλοντος ιδιαίτερα στις χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια όπως η Ελλάδα. Η πλειονότητα των συστημάτων χρησιμοποιείται κυρίως για τη παραγωγή ζεστού νερού, ενώ επεκτείνεται συνεχώς η εγκατάσταση και η χρήση μεγάλων συστημάτων τα οποία αυτόνομα ή σε συνδυασμό με άλλα συμβατικά ή παθητικά συστήματα καλύπτουν όλες τις θερμαντικές ανάγκες ενός κτιρίου.

Η ταξινόμηση των ενεργειακών ηλιακών συστημάτων κατά ISO/DIS9488 είναι η ακόλουθη α) αυτόνομα συστήματα χωρίς βοηθητική θερμαντική πηγή. β) συστήματα προθέρμανσης χρησιμοποιούνται για την προθέρμανση νερού που στην συνέχεια τροφοδοτεί άλλα συμβατικά συστήματα προθέρμανσης γ) υβριδικά συστήματα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό ηλιακά και συμβατικά συστήματα ώστε να καλύπτουν τις θερμαντικές ανάγκες ανεξάρτητα από την διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας.

Όλα τα παραπάνω συστήματα κατασκευάζονται σε ποικιλία μεγεθών, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες ενός μικρού έως και τις ανάγκες ολόκληρων οικισμών.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για τη συλλογή και αποθήκευση ενέργειας. Με βάση την ταξινόμηση αυτή, τα ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε συστήματα υγρού και συστήματα αέρος. Ο βασικός τρόπος λειτουργίας και των δύο συστημάτων είναι ο ίδιος, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η χρήση των ίδιων στοιχείων και υλικών για την κατασκευή τους. Τα συστήματα αέρος χρησιμοποιούνται κυρίως για την θέρμανση χώρων και την ξήρανση αγροτικών προϊόντων, καθώς και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Τα συστήματα υγρού είναι κατάλληλα για μια πιο ευρεία κλίμακα εφαρμογών όπως θέρμανση χώρων παραγωγή ζεστού νερού για οικιακή χρήση, συστήματα κλιματισμού θέρμανσης του νερού σε πισίνες και τέλος ως πηγή ενέργειας σε αντλίες θερμότητας. Χάρη σε αυτό το ευρύ φάσμα εφαρμογών, τα συστήματα υγρού χρησιμοποιούνται πολύ συχνότερα από τα συστήματα αέρος σε επαγγελματικούς χώρους και κατοικίες.

8.3 Ηλιακά συστήματα αέρος

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων αέρος βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Η παραγόμενη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα αποθηκευτικά συστήματα. Τα συστήματα αέρος προσφέρονται για θέρμανση χώρων καθώς ο αέρας διοχετεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας. Τα συστήματα αέρος δεν χρειάζονται αντιψυκτική προστασία και έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας. Εντούτοις παρουσιάζουν μια σειρά τεχνικών δυσκολιών στην μεταφορά και διανομή του αέρα, οι οποίες όμως αντιμετωπίζουν με τον συνδυασμό των ηλιακών με συμβατικά συστήματα διανομής θερμού αέρα.

Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρος –μια μαυρισμένη επιφάνεια –περιέχονται σε ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο του οποίου η άνω επιφάνεια καλύπτεται με γυαλί που παγιδεύει την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται ο ψυχρός αέρας που διέρχεται ανάμεσα στο γυάλινο κάλυμμα και τον συλλέκτη. Όμως επειδή η θερμική αγωγιμότητα του αέρα είναι μικρή, η επιφάνεια ενός ηλιακού συλλέκτη υγρού. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών αέρος είναι γενικά μικρότερη απόδοση των συλλεκτών υγρού.

Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρος-μια μαυρισμένη επιφάνεια περιέχονται σε ένα μονωμένου κλειστού πλαίσιο του οποίου η άνω επιφάνεια καλύπτεται με γυαλί που παγιδεύει την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται ο ψυχρός αέρας που διέρχεται ανάμεσα στο γυάλινο κάλυμμα και τον συλλέκτη. Όμως επειδή η θερμική αγωγιμότητα του αέρα είναι μικρή, η επιφάνεια ενός ηλιακού συλλέκτη αέρος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια ενός συλλέκτη υγρού. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών αέρος είναι γενικά μικρότερη από την απόδοση των συλλεκτών υγρού.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος αποθήκευσης της θερμότητας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ολική απόδοση και στο κόστος του ηλιακού συστήματος. Η αποθήκευση της θερμότητας είναι αναγκαία γιατί η χρησιμοποίηση της προκύπτουσας ενέργειας από το σύστημα σπάνια συμπίπτει χρονικά με την παραγωγή.

Η βέλτιστη χωρητικότητα του αποθηκευτικού συστήματος, εξαρτάται από τα θερμικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν την απόδοση των συλλεκτών, την

ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας καθώς από οικονομικούς παράγοντες που καθορίζουν το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται συνήθως για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στα συστήματα αέρος, είναι η χρήση ενός στρώματος από πέτρες ή χαλίκια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται διαμέσου αυτού του στρώματος από πέτρες ή χαλίκια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύει διαμέσου αυτού του στρώματος και το θερμαίνει. Τη νύχτα το σύστημα λειτουργεί αντίστροφα την αποθηκευμένη θερμότητα. Στη συνέχεια ο θερμός αέρας διοχετεύεται στον θερμαινόμενο χώρο.

Για τα οικιακά συστήματα έχει υπολογισθεί πως ο βέλτιστος όγκος του αποθηκευτικού υλικού είναι 0,15 ως 0,3 m³ για κάθε m² επιφανείας συλλέκτη.

8.4 Ηλιακά συστήματα υγρού

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτικών υγρού. Οι σημαντικότεροι τύποι είναι:

Επίπεδοι συλλέκτες. Είναι ο πιο κοινός τύπος συλλέκτη για κατοικίες και επαγγελματικούς χώρους. Αποτελείται από μια απορροφητική επιφάνεια με επικάλυψη ειδικού επιλεκτικού υλικού (ώστε να απορροφά το μέγιστο της θερμικής ακτινοβολίας) και ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο με διαφανές κάλυμμα που εμποδίζει την επανεκπομπή της απορροφούμενης ακτινοβολίας. Η απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται σε επαφή με τους αγωγούς του υγρού που μεταφέρουν τη συλλεγόμενη θερμότητα από τον συλλέκτη στην δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας. Ο συλλέκτης του είδους αυτού παρέχει θερμό νερό σε θερμοκρασία που φθάνει έως και 95° C. Πλεονεκτήματα του είναι η απλή κατασκευή, το μικρό σχετικά κόστος, η εύκολη συντήρηση, η ανθεκτικότητα και η ικανότητα του να απορροφά την διάχυτη ακτινοβολία.

- Συλλέκτες κενού. Πρόκειται για διατάξεις υψηλής τεχνολογίας στις οποίες ένας αγωγός θερμότητας (freon) κυκλοφορεί σε ένα σωλήνα που περιβάλλεται από ένα δεύτερο σωλήνα κενού. Η ύπαρξη του κενού μειώνει τις απώλειες και έτσι επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις. Το θερμοαγωγό ρευστό αποδίδει στην κατανάλωση την θερμότητα του είτε με

αλλαγή φάσης είτε με μέσω ενός κύκλου εξάτμισης –συμπύκνωσης και με τη βοήθεια εναλλάκτη.

- Συγκεντρωτικοί συλλέκτες. Πρόκειται για παραβολικούς ή κυλινδρικούς συλλέκτες με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται είτε σε ένα σημείο, είτε σε ένα άξονα όπου και αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες έχουν μηχανισμό που τους επιτρέπει να παρακολουθήσουν την τροχιά του ήλιου. Χρησιμοποιούνται σπάνια σε κτιριακές εφαρμογές, κυρίως λόγω του πάρα πολύ υψηλού κόστους.

Το πιο συνηθισμένο μέσο για την αποθήκευση της θερμότητας στα συστήματα υγρού είναι το νερό, το οποίο στις οικιακές εφαρμογές οδηγείται σε μία μονωμένη δεξαμενή.

Συνήθως το νερό θερμαίνεται με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας, οι οποίοι αποδίδουν την θερμότητα από το υγρό που κυκλοφορεί στον συλλέκτη δεξαμενή. Όπως και στην περίπτωση των συλλεκτών αέρος ο σωστός σχεδιασμός και η διαστασολόγηση της δεξαμενής αυξάνει την απόδοση της και μειώνει το κόστος του συστήματος.

Επίσης δυνατή είναι η χρήση αποθηκευτικών συστημάτων αλλαγής φάσεων στα οποία η θερμότητα αποθηκεύεται και αποδίδεται μέσω της λανθάνουσας θερμότητας που απαιτείται για την αλλαγή φάσεως ενός υλικού. Τα συστήματα αλλαγής φάσεως παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα

- Έχουν μικρή μάζα και όγκο
- Λειτουργούν με μικρές διαφορές θερμοκρασίας
- Έχουν μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα.

Οι σημαντικότερες παραλλαγές των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης υγρού είναι:

- Συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας. Η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται απευθείας εντός του συλλέκτη, όπου το ρόλο συλλέκτη παίζει η επιφάνεια της δεξαμενής.. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ απλά και κατάλληλα για εφαρμογές σε θερμά κλίματα, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον καθώς απαιτούν μικρό χώρο και μπορεί να εγκατασταθούν στην οροφή του κτιρίου.
- Θερμοσιφωνικά συστήματα.

Είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σε αυτά τα συστήματα η αποθηκευτική δεξαμενή είναι τοποθετημένη υψηλότερα από τον συλλέκτη. Το ελαφρύτερο θερμό υγρό ανέρχεται από τον συλλέκτη προς δεξαμενή δημιουργώντας μια συνεχή κίνηση την φυσική κυκλοφορία του υγρού από τον συλλέκτη προς την δεξαμενή και από την δεξαμενή προς το συλλέκτη. Στην ουσία πρόκειται για παθητικά συστήματα αφού λειτουργούν χωρίς αντλίες. Συνήθως όμως έχουν ηλεκτρική βοηθητική θέρμανση. Μειονεκτούν γιατί απαιτούν αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους. Είναι ευρέως διαδεδομένα στην Νότια Ευρώπη.

- Συστήματα υγρού με μηχανική κυκλοφορία. Σε αυτά τα συστήματα η κυκλοφορία του υγρού ανάμεσα στο συλλέκτη και την αποθηκευτική δεξαμενή γίνεται με τη βοήθεια αντλιών και η παραγωγή και η αποθήκευση θερμότητας ελέγχονται από συστήματα αυτοματισμού. Χρησιμοποιούνται ευρέως στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη ως αυτόνομα ή υβριδικά συστήματα παραγωγή ζεστού νερού και την θέρμανση χώρων. Τα συστήματα με μηχανική κυκλοφορία έχουν υψηλότερη απόδοση από τα θερμοσιφωνικά συστήματα αλλά και υψηλότερο κόστος. Συνιστώνται πάντως σε εφαρμογές όπου θέλουμε να αποφύγουμε την ύπαρξη υπερυψωμένης δεξαμενής (ενσωμάτωση του συστήματος στο κέλυφος κτιρίου)
- Σύνθετα συστήματα. Είναι συστήματα μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται σε συγκροτήματα κατοικιών, οικοδομικών τετραγώνων ή και οικισμών. Αποτελούνται από μεγάλο αριθμό συλλεκτών συνδεδεμένων μεταξύ τους και διαθέτουν μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους για την μόνιμη αποθήκευση θερμότητας.

8.5 Απόδοση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων:

1. Η κατάλληλη τοποθέτηση των συλλεκτών έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Ειδικότερα μεγάλη σημασία έχει, εκτός από τον προσανατολισμό, η επιλογή της κατάλληλης γωνίας κλίσεως για

εφαρμογές που χρησιμοποιούνται όλο το χρόνο η βέλτιστη γωνία κλίσεως είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

2. Η επιλογή μεταξύ κεντρικού δηλαδή συστήματος που τροφοδοτεί τις ανάγκες ενός ολόκληρου κτιρίου και ατομικών συστημάτων εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής το απαιτούμενο θερμικό φορτίο, τον αριθμό των χρηστών, την ημερήσια και επαρχιακή κατανομή της κατανάλωσης, το είδος και το σχήμα του κτιρίου και από το σύστημα διαχείρισης.
3. Η επιλογή του είδους της αποθήκευσης η οποία μπορεί να είναι ημερήσια εβδομαδιαία και εποχιακή και συναρτάται με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, το κόστος και το διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση του συστήματος.
4. η σωστή διαστασολόγηση του συστήματος και ειδικότερα η διαστασολόγηση του αποθηκευτικού συστήματος σε σχέση με το μέγεθος των συλλεκτών και τις ενεργειακές ανάγκες. Πρέπει να τονιστεί ότι η υποδιαστασολόγηση δεν απαντά με το σωστό τρόπο στις ανάγκες της κατανάλωσης, ενώ η υπερδιαστασολόγηση μειώνει σημαντικά την απόδοση του συστήματος
5. Ο κατάλληλος συνδυασμός του ηλιακού με ένα συμβατικό βοηθητικό σύστημα θέρμανσης ύστερα από λεπτομερή επιλογή των συμβατών συστημάτων και εγκατάσταση των απαραίτητων μηχανισμών ελέγχου ώστε να δαπανάται όσο το δυνατόν λιγότερη ηλεκτρική ή οποιαδήποτε άλλη μη ανανεώσιμη ενέργεια για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.

Κεφάλαιο 9

9.1 Επιπτώσεις γυάλινων κτιρίων στην οικολογία την ατμόσφαιρα και τον άνθρωπο

Τα πρώτα συμπτώματα γυάλινων κατασκευών εμφανίστηκαν στην Ελλάδα στα μέσα του περασμένου αιώνα στα διάφορα περίπτερα διεθνών εκθέσεων, σε ελαφριές κατασκευές σε κήπους και υπαίθριους χώρους για την επικάλυψη ημιδημοσίων χώρων και στοών.

Στην χώρα μας η εμφάνιση των γυάλινων κτιρίων βρίσκεται κατά μήκος των μεγάλων οδικών αξόνων σε περιφερειακές περιοχές και σε κέντρα συνοικιών αλλά και στους κεντρικούς πυρήνες των πόλεων μας. Όπου δομήθηκαν γυάλινα κτίρια με βασικό κριτήριο την μεγιστοποίηση του κύρους των οργανισμών και των εταιριών που στεγάζονται. Μ' αυτό τον τρόπο χρησιμοποιείται το γυαλί ως βασικό υλικό στην εξωτερική εμφάνιση. Όλα αυτά τα κτίρια κατάφεραν μέσα στο αστικό χώρο να λειτουργήσουν σαν ξένα σώματα.

Συγκεκριμένα τα γυάλινα κτίρια σε σχέση με την πόλη παρουσιάζουν ένα εσωστρεφές περίβλημα δίνοντας την αίσθηση ενός διαφορετικού κόσμου που ζει και εργάζεται μέσα σ' αυτά. Το υλικό αυτό δεν συνεργάζεται με το φως την σκιά εξαφανίζοντας παράλληλα κάθε αίσθηση κλίμακας δίνοντας το χαρακτηριστικό του πολυτελές στο κτίριο και χωρίς την μαρτυρία της ζωής και της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αναφορικά με τον δημόσιο χώρο η εικόνα είναι αρνητική αφού η ευαίσθητη συνάντηση με το έδαφος και τον πεζό διαφοροποιούνται.

Όσον αφορά την σχέση της με την φύση είναι μη βιώσιμα κι αυτό γιατί δομούνται με ακριβά ενεργοβόρα υλικά και τα ίδια είναι ενεργοβόρα αφού οι τεχνικές συνθήκες ψύξης θέρμανσης αερισμού καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Εκτός και αν έχουν σχεδιαστεί με βιοκλιματικές αρχές. Δεν συμβαίνει όμως αυτό και βασικές κλιματικές παραμέτρους όπως ο ήλιος, ο αέρας ο προσανατολισμός αφήνουν ιδιαίτερα αδιάφορες. Μιας και αντιμετωπίζουν το ίδιο βορρά και νότο, θερμά και ψυχρά κλίματα.

Τέλος σε σχέση με τον άνθρωπο τα κτίρια αυτά σταματούν να ναι βιώσιμα. Η υπερθέρμανση που οδηγεί σε δαπανηρές μηχανολογικά προτάσεις τεχνητού κλίματος και άσχημες για την ψυχική υγεία του ανθρώπου. Οι μεγάλες διαμήκεις ζώνες των υαλοστασίων προκαλούν θάμπωμα και αντηλιά που συνεπάγεται αντίστοιχες δαπανηρές αντιμετωπίσεις.

Τα μεγάλα ανοίγματα οι επίπεδες καλύψεις στα κτίσματα, δημιουργούν την ανάγκη μεγαλύτερης μηχανολογικής υποστήριξης φτάνοντας πλέον στην υπερβολή με την καθολική πολλές φορές κάλυψη των προσόψεων των κτιρίων με γυαλί. Στις προτάσεις αυτές οι πλήρεις μηχανολογικές υποστηρίξεις αποτελούν κανόνα εν αντίθεση ο φυσικός αερισμός του εξωτερικού χώρου αποτελεί παρελθόν.

Ζουν σε χώρους που θα περίμενε κανείς να κάνουν τη ζωή πιο ανθρώπινη, αλλά αντ' αυτού μοιάζουν με ανθρωποπαγίδες ή τοξικά εργοστάσια.

- Στην απλή τους μορφή, πρόκειται για προβλήματα ποιότητας ζωής: κακός αερισμός και φωτισμός, ηχορύπανση.
- Στην πιο βαριά -αλλά εξίσου πραγματική- παίρνουν διαστάσεις χρόνιων προβλημάτων στο αναπνευστικό και το νευρικό σύστημα. Είναι το Σύνδρομο των Άρρωστων Κτιρίων.
- Ο Αλέξανδρος Τομπάζης, αρχιτέκτων-μηχανικός, πρωτοπόρος στο σχεδιασμό εναλλακτικών κατασκευών, εξηγεί τον παραλογισμό του τεχνητού περιβάλλοντος και της μόδας με τα γυάλινα κτίρια, χωρίς να παραγνωρίζει ορισμένες λειτουργικές πλευρές τους (εύκολος καθαρισμός και αντικαταστάσεις υλικών):

«Με το γύρισμα ενός απλού διακόπτη, μπορείς να κάνεις το πολικό κλίμα τροπικό, τη νύχτα μέρα. Το ζήτημα είναι αν αυτό ωφελεί τον άνθρωπο. Πέρα από τα προβλήματα υγείας, όμως όλες οι μετρήσεις δείχνουν χαμηλή παραγωγικότητα και βέβαια συνολικότερη βλάβη στο περιβάλλον».

Δεν καταλαβαίνουμε τις αλλαγές

Ο ένοικος των κτιρίων αυτών κατά κανόνα ζει το 90% της ζωής του σε κλειστό χώρο (σπίτι -αυτοκίνητο-εργασία) με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται πλέον να προσαρμοστεί στον... ανοιχτό χώρο: Δεν παίρνει είδηση τις εναλλαγές των εποχών, δεν γνωρίζει αν έξω στον πραγματικό κόσμο κάνει κρύο ή ζέστη. Δεν ντύνεται σύμφωνα με τη θερμοκρασία της φύσης, αλλά με την ένταση των κλιματιστικών που υπάρχουν στο «μικροπεριβάλλον» του κτιρίου.

«Έχουμε φτάσει στο σημείο», επισημαίνει ο Αλ. Τομπάζης, «ακόμα και σε βόρεια κλίματα, τα κτίρια να ψύχονται ακόμα και το χειμώνα! Αντίστοιχα, στη μεσογειακή Ελλάδα, φτιάχνουμε κτίρια χωρίς ανοιχτά παράθυρα, μιμούμενοι τους αμερικανικούς ουρανοξύστες, όπου τα παράθυρα δεν ανοίγουν λόγω ύψους! Το φυσικό φως μας ξενίζει, αφού στα γυάλινα κτίρια, ακόμα και το πρωί, χρησιμοποιείται τεχνητό φως».

Τα κτίρια είναι ψηλά, πανύψηλα, και όμως οι όροφοι κοντοί! Πώς γίνεται αυτό; Η ανάγκη δαιδαλώδους καλωδίωσης και βαριάς εγκατάστασης συστημάτων ανακύκλωσης του αέρα κατεβάζει την ψευδοροφή 70-80 εκατοστά πιο χαμηλά. Έτσι, ο χώρος μεγαλώνει στην έκταση αλλά προκαλεί κλειστοφοβία, σαν <<λαγούμι>>.

Ο Αλέξανδρος Τομπάζης υπενθυμίζει το κόστος για το περιβάλλον: «Αυτά τα κτίρια είναι υπερβολικά ενεργοβόρα. Για να λειτουργήσουν σωστά, να ψύξουν ή να θερμάνουν, να δώσουν φως, σπαταλούν παρά πολλή ενέργεια σε μια εποχή που το ζητούμενο είναι η εξοικονόμησή της».

Οι στατιστικές εκτιμήσεις πανικοβάλλουν:

- Από το 1984, η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έχει προειδοποιήσει πως το 30% των νεόδμητων γραφείων αντιμετωπίζουν πρόβλημα κυκλοφορίας του αέρα.
- Οι περιβαλλοντολόγοι κατατάσσουν ήδη την κακή ποιότητα ζωής στην εργασία στα 5 μεγαλύτερα προβλήματα δημόσιας υγείας για τον καινούριο αιώνα.
- Οι γιατροί εργασίας υπολογίζουν πως το 20-30% των εργαζομένων είναι ευάλωτοι σε νοσήματα που προέρχονται από το χώρο δουλειάς τους και επισημαίνουν πως οι πραγματικοί κίνδυνοι ακόμα δεν έχουν ανιχνευθεί.

Το Σύνδρομο των Άρρωστων Κτιρίων (ΣΑΚ) αφορά κτίρια οι ένοικοι των οποίων αντιμετωπίζουν προβλήματα υγείας που έχουν να κάνουν με το ίδιο το κτίριο. Οι επιστήμονες ξεχωρίζουν τρεις βασικούς παράγοντες που «αρρωσταίνουν» ένα κτίριο:

Ανεπαρκής εξαερισμός: Τα παράθυρα είναι σφραγισμένα και το σύστημα ανακύκλωσης υπολειτουργεί.

Είναι χαρακτηριστικό ότι, μετά την ενεργειακή κρίση του '70, οι επίσημες προδιαγραφές αερισμού έπεσαν σε επίπεδα επικίνδυνα.

Χημικοί παράγοντες από το εσωτερικό του κτιρίου. Κόλλες, μοκέτες, ταπετσαρίες, προϊόντα ξύλου, φωτοτυπικά, εντομοκτόνα και καθαριστικά ίσως να απελευθερώνουν πτητικές οργανικές ενώσεις που προκαλούν χρόνιες και οξείες επιπλοκές στην υγεία όταν βρίσκονται σε υψηλή συγκέντρωση.

Βιολογικοί παράγοντες: Η υγρασία στους τοίχους και τα πατώματα, ή η μούχλα στις τουαλέτες είναι το καλύτερο περιβάλλον για την ανάπτυξη μολύνσεων που προκαλούν βήχα, στηθάγχη, πυρετό, ρίγη, μυϊκούς πόνους και αλλεργίες. Η αρρώστια των Λεγεωνάριων, για παράδειγμα, οφείλεται σε ένα βακτήριο εσωτερικού χώρου, τη Λεγιονέλα.

- Στις ΗΠΑ, το ΣΑΚ τείνει να λάβει διαστάσεις επιδημίας. Στην ακραία του μορφή συνδέεται με ιστορίες θρίλερ εργαζομένων που επί χρόνια ζούσαν σε συνθήκες τοξικού εργοστασίου, χωρίς να το υποψιάζονται. Σε μια υπόθεση-σταθμό για τις εργασιακές σχέσεις, η Τζόαν Τέιλορ αποζημιώθηκε από το δικαστήριο με το ποσό των 120 εκατ. δρχ., επειδή ο εργοδότης της δεν έδωσε σημασία στα παράπονά της για στηθάγχη που οφειλόταν σε οσμές από τον εξοπλισμό του κτιρίου.
- Ο γιατρός εργασίας Μιχάλης Χάρης, με Η καλή συντήρηση δεν φτάνει για να λύσει τα προβλήματα. Ο υπεύθυνος συντήρησης του Πύργου Αθηνών, Παναγιώτης Δουρούκας, εντοπίζει το πρόβλημα στους ίδιους τους χρήστες.

«Όταν σε έναν κλειστό χώρο, έχουμε υπερσυγκέντρωση ανθρώπων και υπολογιστών, τα φορτία αυξάνονται, η ατμόσφαιρα επιβαρύνεται. Όταν το μαζικό κάπνισμα θεωρείται φυσιολογικό, ακόμη και η πιο αυστηρή προδιαγραφή αερισμού δεν μπορεί να καθαρίσει τον αέρα».

Παραθέτουμε κι άλλα χρήσιμα στοιχεία σύμφωνα με διάφορα δημοσιεύματα σε μετρήσεις που έγιναν πρόσφατα σε γυάλινα κτίρια της Αθήνας, αποδείχθηκε ότι είναι <<ενεργοβόρα>>.Οι μετρήσεις κατέδειξαν ότι απαιτείται υπερδιπλάσια ηλεκτρική ενέργεια για της ανάγκες λειτουργίας ενός γυάλινου κτιρίου σε σχέση με αυτές ενός

συμβατικού. Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα γυάλινο κτίριο κυμαίνεται από 450 ως 850 KW ανά τετραγωνικό μέτρο (m^2) τον χρόνο ενώ ένα συμβατικό δεν ξεπερνά τις 250KW επιπροσθέτως, τους θερμούς μήνες το γυάλινο κτίριο χρειάζεται τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια από ένα κοινό κτίριο μόνο για κλιματισμό ενώ τον χειμώνα έχει απώλειες θερμικής ενέργειας περίπου έξι φορές περισσότερο συγκρινόμενο ακόμη με ένα συμβατικό, χωρίς μόνωση κτίριο.

Οι ενεργειακές συνέπειες αποτελούν τη μια παράμετρο της χρήσης των γυάλινων κτιρίων. Η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος αποδεικνύεται το άλλο μείζον ζήτημα, καθώς ενδέχεται να έχει επιπτώσεις στην υγεία των ενοίκων τους, οι οποίοι στη συντριπτική τους πλειονότητα είναι υπάλληλοι γραφείων. Οι μετρήσεις έδειξαν οι συγκεντρώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα στο εσωτερικό ενός γυάλινου κτιρίου κυμαίνονται από 1600 ως 1800 ppm (μονάδα μέτρησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στον χώρο), ενώ το όριο είναι περίπου 600ppm. Το διοξείδιο του άνθρακα χαρακτηρίζεται από τους ειδικούς δείκτης επικινδυνότητας καθώς υποδηλώνει πιθανόν μεγάλη συγκέντρωση άλλων επικινδυνότητας καθώς υποδηλώνει πιθανόν μεγάλη συγκέντρωση άλλων επικίνδυνων ουσιών (π.χ οργανικές πτητικές ενώσεις). Οι συνθήκες αερισμού αποτελούν επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα για τα γυάλινα κτίρια. Τα μηχανικά συστήματα αερισμού και η κακή διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων αποδείχθηκε ότι επιβαρύνουν το μικροκλίμα εντός των γυάλινων κτιρίων και ενοχοποιούνται για παθολογικά προβλήματα των ενοίκων. Θάμβωση αλλά και υπερφωτισμός καθώς και υψηλή θερμοκρασία ακτινοβολίας (που αγγίζει τους $45^{\circ}C$ το καλοκαίρι) συμπληρώνουν την επίπλαστη εικόνα του ...γυάλινου κόσμου της πρωτεύουσας.

Σύμφωνα με τον αναπληρωτή καθηγητή φυσικής του πανεπιστήμιου Αθηνών κ.Μ.Σανταμούρης<<ένα γυάλινο κτίριο πρέπει να λειτουργεί στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται και να αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά αυτού του περιβάλλοντος. Όσον αφορά τα γυάλινα κτίρια ωστόσο, γίνεται το εξής παράδοξο :ο άνθρωπος χρησιμοποιεί ένα υλικό διάφανο όπως το γυαλί για να εκμεταλλευθεί φυσικές πηγές ενέργειας όπως ο ήλιος και μετά καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια για να μειώσει την ηλιακή ακτινοβολία και να ελαχιστοποιήσει τις συνέπειες της στο κτίριο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα γυάλινα κτίρια τελικά να στηρίζονται σε μηχανικά μέσα προκειμένου να δημιουργήσουν το κατάλληλο φυσικό περιβάλλον στο εσωτερικό

τους. Πρόκειται για την πλέον αντιοικολογική σύλληψη, τουλάχιστον έτσι όπως έχει επικρατήσει στην Αθήνα>>

Η ανοικοδόμηση των γυάλινων κτιρίων ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του '60. Μετά το μπετόν οι αρχιτεκτονικές και οι κατασκευαστικές της εποχής ανακάλυψαν το γυαλί, το κατ'έξοχην υλικό της μοντέρνας αρχιτεκτονική.<<Μόνο που η χρήση του δεν έγινε με το ενδεδειγμένο τρόπο>>τονίζει ο ειδικός γραμματέας της πανελλήνιας ένωσης αρχιτεκτόνων κ. Γ. Σημαιοφορίδης. Το γυαλί χρησιμοποιήθηκε ως <<επιδερμίδα >> των κτιρίων. Δεν άλλαξαν δηλαδή ο σχεδιασμός και η οργάνωση του εσωτερικού χώρου των κτιρίων αλλά μόνο η μορφή τους. <<Έτσι αυτομάτως αναιρούνται τα νεωτερικά στοιχεία της διαφάνειας και του ανοίγματος που επέτρεπε η χρήση του γυαλιού. Ταυτόχρονα η έλλειψη σωστού προσανατολισμού και σχεδιασμού των κτιρίων δημιουργούσε ουσιαστικά ερμητικά κλειστά και ενεργοβόρα>>λέει ο κ Σημαιοφορίδης.

Στα εκατοντάδες γυάλινα κτίρια που υπάρχουν σήμερα στην Αθήνα προστίθενται αν και βραδύτερους πλέον ρυθμούς καινούργια. Οι ειδικοί επισημαίνουν ωστόσο ότι πρέπει να τεθούν πλέον όροι στην κατασκευή τους, καθώς τα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν αφήνουν περιθώρια για σπατάλης ενέργειας. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων αποτελεί ήδη αντικείμενο μελέτης ειδικής επιτροπής του ΥΠΕΧΩΔΕ ενώ η χρήση του γυαλιού ως υλικού κατασκευής είναι ένα από τα ζητήματα που πρόκειται να ρυθμιστούν προσεχώς μέσω του κανονισμού ορθολογικής χρήσης και εξοικονομήσει ενέργειας που προωθεί το ΥΠΕΧΩΔΕ.

Κεφάλαιο 10 Φωτογραφίες γυάλινων κτιρίων σε Ελλάδα και εξωτερικό