

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ Π.Α. ΚΑΚΑΒΑΣ
ΟΝΟΜΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΜΑΡΙΑ ΣΠΑΝΟΥ (Α.Μ. : 493)

ΠΑΤΡΑ 2008

Ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή και επιβλέπων στην παρούσα πτυχιακή εργασία κ. **Π. Κακαβά** που με βοήθησε να κάνω το ξεκίνημα αυτής της εργασίας.

Τον ευχαριστώ για την υπομονή και τον χρόνο του!

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αγαπητοί καθηγητές και σπουδαστές,

Η παρούσα αυτή πτυχιακή αποσκοπεί στη μελέτη εφαρμογής της υάλου στην αρχιτεκτονική. Παρουσιάζονται τα προϊόντα που δημιουργούνται από αυτό και σύγχρονες μέθοδοι εφαρμογής αυτών στην οικοδομική.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται η ιστορική και τεχνολογική εξέλιξη του γυαλιού. Συγκεκριμένα, η προέλευση και σύσταση του γυαλιού, οι ιδιότητές του, οι τρόποι παρασκευής του, καθώς και τα διάφορα είδη γυαλιού ανάλογα με τη σύστασή τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικά στοιχεία υαλοπινάκων. Αρχικά, φαίνονται οι φυσικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, οι διάφορες διαστάσεις των κρυστάλλων. Αναφέρονται τα είδη των υαλοπινάκων ανάλογα με τη χρήση, τη σύσταση και τις ιδιότητές τους. Σε μία από αυτές τις κατηγορίες είναι και το γυαλί που χρησιμοποιείται στις αποκαταστάσεις των παλιών διατηρητέων κτιρίων που θέλουμε να κάνουμε επανάχρηση.

Παρουσιάζονται πίνακες με τα στοιχεία διάθλασης υαλοπινάκων, την ηχομόνωση και γίνεται έλεγχος επιλογής και τοποθέτησής τους. Στο τέλος αναφέρεται η χρήση βελτιωμένων υαλοπινάκων για εξοικονόμηση ενέργειας.

Το τρίτο κεφάλαιο έχει θέμα τα υαλοπετάσματα. Από τι αποτελούνται, πως πρέπει να χρησιμοποιούνται για σωστό φωτισμό σε ένα κτίριο, ποιες οι προδιαγραφές αντοχής τους. Ακόμα, πως πρέπει να γίνεται η ανανέωση αέρα, ποιες οι διατομές για να εξασφαλίζεται η υδατοστεγανότητα σ' ένα κτίριο και διάφοροι τύποι υαλοπετασμάτων με παραδείγματα από πέντε διαφορετικές εταιρίες.

Τέλος, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους και φαίνονται διάφορες εικόνες με εφαρμογές τους σε κτίρια.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο βιτρώ. Η απροσδιόριστη αρχή του βιτρώ και η πορεία του στο χρόνο. Γοτθική, ρωμανική αρχιτεκτονική και αναγέννηση...

Το βιτρώ σαν στοιχείο της αρχιτεκτονικής στο πλαίσιο της σύγχρονης τέχνης και της σύγχρονης αρχιτεκτονικής και οι προϋποθέσεις για την σωστή επιλογή και τοποθέτηση ενός έργου βιτρώ.

Τέλος παρουσιάζονται εικόνες με διάφορα παραδοσιακά ελληνικά βιτρώ.

Το πέμπτο κεφάλαιο με θέμα τις γυάλινες επιστεγάσεις θέλει να δείξει διάφορους τύπους διαφανών επιστεγάσεων, πως γίνεται η είσοδος του φωτός μέσω αυτών, ποια είναι η οικολογική σημασία μιας γυάλινης επιστέγασης, πως γίνεται ο αερισμός, η σκίαση και ο καθαρισμός το υλικό της επιστέγασης κ.ά

Στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται τα φέροντα στοιχεία από γυαλί στα κτίρια. Διάφορα δομικά συστήματα και γυάλινες κατασκευές όπως: τα ιεραρχικά, διακεκριμένα δομικά συστήματα. Τα γραμμικά φέροντα γυάλινα στοιχεία, τα επιφανειακά, γυάλινες σκάλες, γυάλινα δικτυώματα και τέλος καμπυλόγραμμα φέροντα γυάλινα στοιχεία.

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια στατική, θερμομονωτική και ηχομονωτική μελέτη υαλοπινάκων για φορτία ανεμοπίεσης, χιονιού κ.λ.π. Οι προδιαγραφές, η πιστοποίηση και εφαρμογές στις σύγχρονες κατασκευές με αλουμίνιο.

Τέλος γίνεται γεωμετρικά μη γραμμικός στατικός υπολογισμός σημειακά στηριγμένων υαλοπινάκων σε ανεμοπίεση και παρουσιάζεται ένα εμπορικό κέντρο στο οποίο έχει γίνει εφαρμογή υαλοπινάκων μιας εταιρίας.

Όλα αυτά τα κεφάλαια στοχεύουν στην πληροφόρηση σχετικά με το γυαλί και έγινε μεγάλη προσπάθεια να γίνει αρκετά εκτενής αναφορά, χωρίς όμως να παραλειφθούν να αναφερθούν βασικά στοιχεία τα οποία θα ήταν χρήσιμα και όχι μόνο σαν γνώση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	1
1.2	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ.....	3
1.3	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ.....	4
	A) ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	4
	α) Διαφάνεια.....	4
	β) Ειδικό βάρος.....	4
	γ) Αντοχή στη γήρανση και τις χημικές επιδράσεις.....	4
	δ) Αγωγιμότητα.....	5
	ε) Πορώδες.....	5
	B) ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	5
	α) Αντοχή.....	5
	β) Ελαστικότητα.....	6
	γ) Σκληρότητα.....	6
	Γ) ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	6
1.4	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ.....	7
	A) Πρώτες ύλες.....	7
	B) Τήξη των πρώτων υλών.....	7
	Γ) Μορφοποίηση.....	7
	α) Η εμφύσηση.....	8
	β) Η χύτευση και η συμπίεση.....	9
	γ) Η κυλίνδρωση.....	10
	δ) Η έλξη.....	12
	ε) Η μέθοδος της επιπλέουσας υαλοζύμης.....	13
	Δ) Ψύξη των προϊόντων από γυαλί.....	13
	E) Μηχανικές επεξεργασίες.....	15
1.5	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΥΑΛΙΩΝ.....	15
	α) Γυαλί κοινό ή λευκό.....	16
	β) Γυαλί φιαλών.....	16
	γ) Κρύσταλλο.....	16

δ) Οπτικό γυαλί	17
ε) Έγχρωμο γυαλί	17
στ) Ειδικού τύπου γυαλιά	17

Κεφάλαιο 2^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	20
2.2	ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	20
2.3	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ.....	21
2.4	ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	22
	A) Υαλοπίνακες κοινοί	23
	B) Υαλοπίνακες απλής ή διπλής λειάνσεως	23
	Γ) Ειδικοί υαλοπίνακες	23
2.5	ΥΑΛΟΚΡΥΣΤΑΛΛΑ.....	24
2.6	ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ.....	24
2.7	ΑΛΛΑ ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	26
	A) Χρωματιστοί ή απομιμήσεως αντίκας	26
	B) Υαλοπίνακες θερμικής προστασίας	26
	Γ) Parsol.....	26
	Δ) Σύνθετοι υαλοπίνακες.....	27
	E) Προεντεταμένοι μονοί υαλοπίνακες ασφαλείας.....	28
	ΣΤ) Διπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσο στρώμα αέρα.....	28
	Z) Υαλοπίνακες με επικαλυπτικό στρώμα	28
2.8	ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	29
	A) Οπλισμένοι υαλοπίνακες	29
	B) Σύνθετοι υαλοπίνακες.....	29
	Γ) Θωρακισμένοι υαλοπίνακες.....	29
	Δ) Προεντεταμένοι υαλοπίνακες ασφαλείας	29
2.9	ΤΟ ΓΥΑΛΙ ΣΤΙΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	30
	A) Γυαλί τύπου RESTORER.....	32
	B) Γυαλί τύπου ΤΙΚΑΝΑ.....	32
2.10	ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	33
2.11	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΛΩΝ ΚΑΙ ΔΙΠΛΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ.....	34

2.12	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	35
	A) ΑΠΛΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	35
	B) ΔΙΠΛΩΝ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	35
2.13	ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΧΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	36
2.14	ΧΡΗΣΗ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	40
2.15	Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	45

Κεφάλαιο 3^ο

ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ

3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	47
3.2	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ.....	48
3.3	ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	49
3.4	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ	49
3.5	ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΑΕΡΑ.....	50
3.6	ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ.....	50
3.7	ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ.....	51
	A. Σειρά κλασσικού υαλοπετάσματος με εμφανές προφίλ για οριζόντια και κάθετη τοποθέτηση.....	51
	B. Σειρά κλασσικών υαλοπετασμάτων σε δύο διαφορετικές εκδόσεις.....	52
	Γ. Σειρά κλασσικού υαλοπετάσματος με εμφανές προφίλ για οριζόντια ή κάθετη τοποθέτηση.....	53
	Δ. Σειρά κλασσικών υαλοπετασμάτων σε δύο διαφορετικές εκδόσεις.....	53
	E. Σειρά υαλοπετασμάτων με εμφανές αλουμίνιο	54
	ΣΤ. Σειρά υαλοπετασμάτων είτε με εμφανές αλουμίνιο 16mm, είτε χωρίς εμφανές αλουμίνιο	55
	Ζ. Το ‘οικολογικό’ υαλοπέτασμα.....	55
	Η. Σειρά κλασσικού υαλοπετάσματος με εμφανές αλουμίνιο 55mm.....	56
	Θ. Σειρά υαλοπετάσματος χωρίς εμφανές αλουμίνιο.....	57
	I. Σειρά υαλοπετασμάτων είτε με εμφανές αλουμίνιο 16mm, είτε χωρίς εμφανές αλουμίνιο	58

3.8	ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ.....	59
3.9	ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ	60
	A. Υαλοπετάσματα με διατομές χάλυβος-αλουμινίου (JANSEN).....	60
	B. Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (SCHUKO)	62
	Γ. Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (ALMACO)	63
	Δ. Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (ALUMIL).....	65
	E. Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (PROFILCO)	66
3.10	ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Building Integrated Photovoltaic).....	67
3.11	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ.....	69
3.12	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ	72

Κεφάλαιο 4^ο

ΤΟ ΒΙΤΡΩ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	75
4.2	ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΒΙΤΡΩ	75
4.3	Η ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗ ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΒΙΤΡΩ.....	77
4.4	ΓΟΤΘΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	83
4.5	ΡΩΜΑΝΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	86
4.6	ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ.....	86
4.7	ΒΙΤΡΩ: ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ	88
	A) Στο πλαίσιο της σύγχρονης τέχνης	90
	B) Στο πλαίσιο της σύγχρονης αρχιτεκτονικής.....	90
4.8	ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΥ ΒΙΤΡΩ	90
4.9	ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΤΡΩ.....	93

Κεφάλαιο 5^ο

ΓΥΑΛΙΝΕΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΕΙΣ

5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	97
5.2	ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΕΩΝ	97
5.3	ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ.....	100
5.4	Η ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.....	101

5.5	Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΜΙΑΣ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ.....	102
5.6	ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΙΑΣ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ.....	102
5.7	ΑΕΡΙΣΜΟΣ, ΣΚΙΑΣΗ, ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ.....	103
5.8	Ο ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ	104
5.9	ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ	105
5.10	ΝΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	106

Κεφάλαιο 6°

ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	108
6.2	ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΓΥΑΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	108
	A. Ιεραρχικά δομικά συστήματα	108
	B. Διακεκριμένα δομικά συστήματα	109
	Γ. Γραμμικά φέροντα γυάλινα στοιχεία.....	109
	Δ. Επιφανειακά φέροντα γυάλινα στοιχεία	111
	E. Γυάλινες σκάλες.....	111
	ΣΤ. Γυάλινα δικτυώματα	112
	Z. Καμπυλόγραμμα φέροντα γυάλινα στοιχεία.....	112

Κεφάλαιο 7°

ΣΤΑΤΙΚΗ, ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗΣ, ΧΙΟΝΙΟΥ, Κ.Λ.Π

7.1	ΣΤΑΤΙΚΗ, ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗΣ ΧΙΟΝΙΟΥ, Κ.Λ.Π ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (DIN, EN, CEN, ISO, STANDARDS) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	114
	A. Απαραίτητα στοιχεία για τη στατική μελέτη	115
	B. Μεθοδολογία επίλυσης βάση διεθνών κανονισμών (EN, DIN, BS, prEN, Standards.....	118
	Γ. Περιμετρική στήριξη σε κάναβο αλουμινίου (κλασσικά υαλοπετάσματα)	119
	Δ. Φόρτιση	119

E.	Στατική μελέτη και διαστασιολόγηση υαλοπινάκων.....	119
ΣΤ.	Θερμομονωτική μελέτη (προσδιορισμός συντελεστή k) και Glasscon THERMO	121
Z.	Ηχομονωτική μελέτη (προσδιορισμός dB) προϊόντα glasscon ACOU	121
H.	Γυάλινες κατασκευές και εφαρμογές στη δόμηση	122
7.2	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΣΤΗΡΙΓΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ (Planar System) ΣΕ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ.....	122
7.3	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ 'ΛΙΜΑΝΙ' ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	125
	Βιβλιογραφία.....	128

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Κεφάλαιο 1^ο

Εικόνα 1.1	Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της εμφυσήσεως.....	9
Εικόνα 1.2	Κατασκευή φιάλης με εμφύσηση και χρήση καλουπιού.....	9
Εικόνα 1.3	Διαδοχικές φάσεις κατασκευής αντικειμένου με τη μέθοδο της χυτεύσεως και συμπίεσεως	10
Εικόνα 1.4	Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της κυλινδρώσεως	11
Εικόνα 1.5	Το φύλλο της υαλοζύμης μετά τη διέλευσή του από τους κυλίνδρους βρίσκεται σε ημιστερεά κατάσταση και κινείται πάνω σε χαλύβδινους κυλίνδρους προς το θάλαμο ψύξεως	11
Εικόνα 1.6	Μέθοδος κατασκευής υαλοπινάκων με έλξη (μέθοδος Fourcault)	12
Εικόνα 1.7	Διαγραμματική απεικόνιση κατασκευής υαλοπινάκων με τη μέθοδο επιπλεύουσας υαλοζύμης.....	13
Εικόνα 1.8	Το υαλόφυλλο σε ημιστερεά κατάσταση κινείται πάνω σε σειρά κυλίνδρων προς τους χώρους ψύξεως και επεξεργασίας. Το μήκος της διαδρομής μπορεί να φτάσει τα 200μ.....	14
Εικόνα 1.9	Γενική διάταξη της περιοχής εξόδου της υαλοζύμης από την κάμινο και διαμόρφωσή της για τη στροφή ρευστού φύλλου κατά 90 ^ο	15

Κεφάλαιο 2^ο

Εικόνα 2.1	Γερμανικό ιστορικό μουσείο Βερολίνο	30
Εικόνα 2.2	Γερμανικό πανεπιστήμιο Bauhaus στο Weima	30
Εικόνα 2.3	Εκκλησία Katharinen στο Orennheim της Γερμανίας.....	31
Εικόνα 2.4	Orangerie στο εσωτερικό του κάστρου Schwerin	31
Εικόνα 2.5	Κάστρο Hohenschwangau.....	32
Εικόνα 2.6	Χειμώνας	41

Εικόνα 2.7	Καλοκαίρι.....	41
Εικόνα 2.8	Καλοκαίρι.....	44
Εικόνα 2.9	Χειμώνας.....	44

Κεφάλαιο 3^ο

Εικόνα 3.1	Υαλοπέτασμα με εμφανές προφίλ	51
Εικόνα 3.2	Κλασσικό υαλοπέτασμα με εμφανές προφίλ	53
Εικόνα 3.3	Υαλοπέτασμα με εμφανές αλουμίνιο	54
Εικόνα 3.4	Οικολογικό υαλοπέτασμα	55
Εικόνα 3.5	Κλασσικό υαλοπέτασμα με εμφανές αλουμίνιο.....	56
Εικόνα 3.6	Υαλοπέτασμα χωρίς εμφανές αλουμίνιο.....	57
Εικόνα 3.7	Σχηματική όψη.....	60
Εικόνα 3.8	Τομή σχήματος εικόνας 3.7	60
Εικόνα 3.9	Τομή σχήματος εικόνας 3.7	61
Εικόνα 3.10	Τομές σχήματος εικόνας 3.7.....	61
Εικόνα 3.11	Σχηματική όψη.....	62
Εικόνα 3.12	Τομή σχήματος εικόνας 3.11	63
Εικόνα 3.13	Τομές σχήματος 3.11.....	63
Εικόνα 3.14	Σχηματική όψη.....	63
Εικόνα 3.15	Τομή σχήματος εικόνας 3.14	64
Εικόνα 3.16	Τομή σχήματος εικόνας 3.14 (συνέχεια της τομής ΗΘΙΚ).....	64
Εικόνα 3.17	Τομές σχήματος εικόνας 3.14.....	64
Εικόνα 3.18	Σχηματική όψη.....	65
Εικόνα 3.19	Τομές σχήματος εικόνας 3.18.....	65
Εικόνα 3.20	Τομές σχήματος εικόνας 3.18.....	66
Εικόνα 3.21	Σύστημα PR50.....	66
Εικόνα 3.22	Εξωτερική κάλυψη κτιρίων.....	66
Εικόνα 3.23	Εξωτερική κάλυψη κτιρίων.....	67
Εικόνα 3.24	Σύστημα υαλοπετάσματος.....	67
Εικόνα 3.25	Φωτοβολταϊκό υαλοπέτασμα.....	68
Εικόνα 3.26	Φωτοβολταϊκό σύστημα σε περίπτωση ηλιοφάνειας	68
Εικόνα 3.27	Φωτοβολταϊκό σύστημα σε περίπτωση συννεφιάς.....	68
Εικόνα 3.28	Κτίριο στο Βελιγράδι	72

Εικόνα 3.29	Κτίριο στο Βελιγράδι	72
Εικόνα 3.30	Εταιρία GEMA στα Σκόπια	72
Εικόνα 3.31	Εταιρία GEMA στα Σκόπια	73
Εικόνα 3.32	«Με τα μάτια στραμμένα στον ουρανό» ιδιωτική κατοικία.....	73
Εικόνα 3.33	«Με τα μάτια στραμμένα στον ουρανό» ιδιωτική κατοικία.....	73
Εικόνα 3.34	Κτίριο στα Σκόπια	73
Εικόνα 3.35	Κτίριο στα Σκόπια	74
Εικόνα 3.36	Κτίριο κεντρικών γραφείων τράπεζας με υαλοπέτασμα PR50 στην Ουκρανία.....	74

Κεφάλαιο 4^ο

Εικόνα 4.1	Απεικόνιση σε ΒΙΤΡΩ	75
Εικόνα 4.2	Εφαρμογές του ΒΙΤΡΩ σε ναούς	79
Εικόνα 4.3	Φιγούρα σε ΒΙΤΡΩ.....	79
Εικόνα 4.4	Αραβικό παράθυρο.....	80
Εικόνα 4.5	Αραβικά παράθυρα.....	80
Εικόνα 4.6	Αραβικά παράθυρα.....	80
Εικόνα 4.7	Κεφαλή του Χριστού	82
Εικόνα 4.8	Φεγγίτης βιτρώ στο αρχοντικό Νερατζόπουλου, Σιάτιστα 1755	94
Εικόνα 4.9	Αρχοντικό Νερατζόπουλου, υαλόφρακτος φεγγίτης βιτρώ	94
Εικόνα 4.10	Αρχοντικό στη Σιάτιστα.....	94
Εικόνα 4.11	Αρχοντικό στη Σιάτιστα, υαλόφρακτος φεγγίτης βιτρώ	95
Εικόνα 4.12	Αρχοντικό Νερατζόπουλου, υαλόφρακτος φεγγίτης βιτρώ	95
Εικόνα 4.13	ΒΙΤΡΩ.....	96
Εικόνα 4.14	Διακόσμηση του ‘καλού οντά’ του καλού Σανούκου. Ο φεγγίτης και μέρος της εσωτερικής διακόσμησης του ‘καλού οντά’ 1742. Σιάτιστα	96

Κεφάλαιο 5°

Εικόνα 5.1	Κατασκευή καλυμμένης βεράντας (λιακωτού)- προοπτικό	97
Εικόνα 5.2	Τομές σχήματος εικόνας 5.1	98
Εικόνα 5.3	Στέγαστρα από γυαλί.....	99
Εικόνα 5.4	Γυάλινοι θόλοι.....	100

Κεφάλαιο 7°

Εικόνα 7.1	Εσωτερικό του κτιρίου	125
Εικόνα 7.2	Γυάλινα δάπεδα.....	125
Εικόνα 7.3	Γυάλινα δάπεδα.....	126
Εικόνα 7.4	Εξωτερικό του κτιρίου	126
Εικόνα 7.5	Επιστέγαση	127

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Κεφάλαιο 2°

Διάγραμμα 2.1	Διαφανές διπλό κρύσταλλο και ανεμοπιέσεις.....	38
Διάγραμμα 2.2	Διαφανές κρύσταλλο και ανεμοπιέσεις.....	39

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Κεφάλαιο 2°

Πίνακας 2.1	Καθαρά κρύσταλλα χυτά – DIN 1259	21
Πίνακας 2.2	Επίπεδοι υαλοπίνακες κατά DIN 1249.....	22
Πίνακας 2.3	Κρύσταλλα έγχρωμα – αντηλιακά	22

Πίνακας 2.4	Διαδικασία διάθλασης σε υαλοπίνακες	33
Πίνακας 2.5	Τεχνικά χαρακτηριστικά ηχομόνωσης.....	34
Πίνακας 2.6	Πάχη και διαστάσεις υαλοπινάκων	40
Πίνακας 2.7	Τύπος, βάρος, διαστάσεις & ηχομόνωση κρυστάλλων Πυροπροστασίας SECURIFLAM, CONTRA FLAM ή παρεμφερή	40
Πίνακας 2.8	Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια	41
Πίνακας 2.9	Εξοικονόμηση ενέργειας/ πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα από τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας	42
Πίνακας 2.10	Συντελεστής θερμοπερατότητας για υαλοπίνακες διαφόρων τύπων	44

Κεφάλαιο 3°

Πίνακας 3.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών	52
Πίνακας 3.2	Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών	54
Πίνακας 3.3	Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών	55
Πίνακας 3.4	Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών	57
Πίνακας 3.5	Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών	58
Πίνακας 3.6	Διατάξεις στήριξης για τα φωτοβολταϊκά υαλοπετάσματα	69

Κεφάλαιο 7°

Πίνακας 7.1	Μηχανικές ιδιότητες και κανονισμοί μονολιθικών Υαλοπινάκων.....	116
-------------	--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Η "ύαλος" (γυαλί) είναι το αρχαιότερο, όπως και η οπτόπλινθος (τούβλο) τεχνητό υλικό που κατασκεύασε ο άνθρωπος. Υπάρχουν δύο εκδοχές για την προέλευση της λέξης "ύαλος" ή "ύελος". Προέρχεται είτε από την Αίγυπτο, επειδή αρχικά το υλικό κατασκευάστηκε εκεί είτε από την Αρχαία Ελλάδα από το ρήμα "ύω", που σημαίνει βρέχω και η αρχιτεκτονική της σημασία ήταν σταγόνα βροχής ή διαυγής σαν νερό. Αρχαίοι συγγραφείς αναφέρονται στη λέξη "ύελος" ή "ύαλος" και "κρύσταλλο".

Πολύ πριν την ανακάλυψη του χειροποίητου γυαλιού τα αντικείμενα αξίας και υψηλής τέχνης κατασκευάζονταν από φυσικό γυαλί. Τα αντικείμενα από γυαλί, που χρονολογούνται από τις αρχές της παλαιολιθικής εποχής, ήταν μαχαίρια και αιχμές βελών από λεπτά φύλλα οψιδιανού. Έχοντας σαν βάση τις χημικές αναλύσεις των ηφαιστειακών πετρωμάτων, ήταν δυνατό να προσδιοριστεί η προέλευση πολλών αντικειμένων από οψιδιανό, π.χ. αντικείμενα που διαδόθηκαν στην Μ. Ασία από την Ανατολή και το Αιγαίο.

Κατά τους ιστορικούς χρόνους, το χειροποίητο είχε θεωρηθεί σαν ένα υλικό με μαγικές ιδιότητες. Η μαγεία της τέχνης του γυαλιού, περιλάμβανε τη χρήση άμμου και φυτών, τη μορφοποίησή του με βάση τις επιδράσεις της φωτιάς και την παρουσίαση ποικιλίας μορφών με ψύξη, εμφανίζοντας ένα είδος "στερεού νερού" με απαλή και δροσερή υφή. Παρουσίαζε μοναδικές οπτικές ιδιότητες, όπως αναστρεφόμενες εικόνες σε μεγέθυνση ή σμίκρυνση, αντανάκλασεις και αναλύσεις του φωτός σε χρώματα του φάσματος, κατά το σπάσιμο ή την κοπή μιας γυάλινης επιφάνειας.

Η αισθητική αξία του γυαλιού, με μια συνεχή παρουσία διαμέσου των χιλιετηρίδων, έχει ερμηνευτεί με βάση τη λειτουργικότητά του για κάθε άποψη ανθρώπινης ζωής και δραστηριότητας, π.χ. η χρήση του από όλες τις κοινωνικές τάξεις των Ρωμαίων. Στο παρελθόν, τα χρωματιστά αντικείμενα ή αντικείμενα με περίπλοκη διακόσμηση προορίζονταν μόνο για την ανώτερη

τάξη, κάτι που έρχεται σε αντίφαση με τη σημερινή εποχή, εφόσον το γυαλί αποτελεί υποκατάστατο πολλών αντικειμένων του σύγχρονου πολιτισμού.

Σαν άμεση συνέπεια των υποθετικών μαγικών ιδιοτήτων του γυαλιού και των τεχνολογικών μυστικών που σχετίζονταν με την παραγωγή του, οι τεχνίτες γυαλιού απέκτησαν μια υψηλότερη κοινωνική θέση και μάλιστα εξασφαλίζοντας και ειδική νομοθεσία προς όφελός τους. Οι Αιγύπτιοι τεχνίτες θεωρούσαν το γυαλί πολυτιμότερο από τους ημιπολύτιμους λίθους, παρόλο που η αρχική παραγωγή γυαλιού από τις πρώτες ύλες του δεν είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, το καλύτερο γυαλί κατασκευαζόταν στη Συρία. Μάλιστα οι Σύριοι τεχνίτες, οι οποίοι επεξεργάζονταν το γυαλί αυτό έπαιρναν τον τίτλο του Ρωμαίου πολίτη.

Όταν δε ξεκίνησε η παραγωγή του γυαλιού στην Εγγύς Ανατολή και Δύση, θεωρήθηκε επιβεβλημένη η λήψη μέτρων για να προστατευθούν τα τεχνολογικά μυστικά των εμπόρων. Για παράδειγμα, στη μεσαιωνική Γαλλία οι μέθοδοι παραγωγής γυαλιού μπορούσαν να μεταδοθούν διαμέσου προσωπικής επικοινωνίας και στη συνέχεια διαμέσου συγκεκριμένων οικογενειών, όπως Hennezal, Thietry, Thisac και Bisseval. Τη λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα έδωσε ο Δούκας Ιωάννης Ι της Λωραίνης το 1369, ο οποίος παραχώρησε το προνόμιο στους κατασκευαστές γυαλιού του δάσους Darney Vosges να εγκατασταθούν στην Λωραίνη και επίσης ο Ιωάννης της Καλαβρίας το 1448, ο οποίος τους παραχώρησε έναν χάρτη.

Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι ασχολήθηκαν επίσης με την υαλουργία, αλλά οι Βυζαντινοί έδωσαν τη μεγάλη ώθηση στην τέχνη αυτή. Κατασκεύασαν πλήθος αντικειμένων ακόμη και υαλοπίνακες διαφανείς και έγχρωμους για τα παράθυρα των εκκλησιών και των ανακτόρων. Βυζαντινοί τεχνίτες κατά το 10^ο αιώνα μετέφεραν τις γνώσεις τους στην Ιταλία, όπου αναπτύχθηκε σε εξαιρετικό βαθμό η κατεργασία του γυαλιού, κυρίως στα περίφημα εργαστήρια Murano της Βενετίας. Από εκεί διαδόθηκε στη Βοημία και στην Αγγλία το 16^ο και 17^ο αιώνα.

Μέχρι το 18^ο αιώνα η υαλουργία εθεωρείτο μια από τις καλές τέχνες και τα αντικείμενα που κατασκευάζονταν από γυαλί ήταν πολύτιμα είδη τέχνης. Αρκεί να σημειωθεί ότι τα παράθυρα των ιδιωτικών οικιών καλύπτονταν με λαδόχαρτο και εθεωρείτο μεγάλη πολυτέλεια η χρήση υαλοπινάκων. Τον

προηγούμενο όμως αιώνα, οπότε οι μέθοδοι παραγωγής και κατεργασίας του γυαλιού βελτιώθηκαν και μειώθηκε το κόστος του, άρχισαν να κατασκευάζονται από γυαλί χρήσιμα αντικείμενα, όπως π.χ. επιτραπέζια σκεύη, φιάλες, υαλοπίνακες κλπ. Η τέχνη της υαλουργίας μετατράπηκε κατά το μεγαλύτερο μέρος σε βιομηχανία. Σήμερα υπάρχουν περισσότερα από 500 είδη γυαλιού με διαφορές στην χημική σύσταση που παράγονται στην βιομηχανία και μορφοποιούνται τελικά σε ένα τεράστιο αριθμό προϊόντων.

1.2 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

Το γυαλί προέρχεται από τη σύντηξη διαφόρων ουσιών. Οι ουσίες αυτές λαμβάνονται κατά ορισμένες αναλογίες για κάθε είδος γυαλιού. Μετά τη σύντηξη αφήνεται η μάζα (υαλομάζα) να ψυχθεί βραδέως και έτσι λαμβάνεται υλικό στερεό, πολύ σκληρό και με μεγάλη ή μικρή διαφάνεια, ανάλογα με τη σύνθεσή της. Βασικό συστατικό όλων των ειδών του γυαλιού είναι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2), που βρίσκεται σε αφθονία στη φύση με διάφορες μορφές. Άλλο συστατικό είναι το οξείδιο του ασβεστίου (CaO), που βρίσκεται στους ασβεστόλιθους. Συστατικό του γυαλιού είναι και το οξείδιο του νατρίου (Na_2O), που περιέχεται στο ανθρακικό νάτριο (σόδα) ή στο θειικό νάτριο.

Τα τρία αυτά συστατικά λαμβανόμενα με αναλογία περίπου 70%, 40% και 16% αντίστοιχα, δημιουργούν το κοινό γυαλί: το γυαλί των υαλοπινάκων. Με σκοπό την κατασκευή ειδικών γυαλιών, με αυξημένες ορισμένες ιδιότητες και προοριζομένων να καλύψουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, προστίθενται στην υαλομάζα και άλλα συστατικά ή αντικαθίστανται μερικά ή συνολικά τα οξείδια του ασβεστίου και του νατρίου με άλλες ουσίες. Έτσι για τα **κρύσταλλα**, το οξείδιο του νατρίου αντικαθίσταται από το οξείδιο του καλίου και μέρος του ασβεστίου αντικαθίσταται από το οξείδιο του μολύβδου. Για τα **βοριούχα** γυαλιά προστίθενται οξείδια του βορίου, του ψευδαργύρου, του αργιλίου κλπ. Για την κατασκευή εγχρώμων γυαλιών προστίθενται σε μικρά ποσοστά διάφορα μέταλλα και ενώσεις τους. Τα οξείδια του σιδήρου, του χαλκού και του χρωμίου δίνουν πράσινη απόχρωση, ο χρυσός και το υποοξείδιο του χαλκού δίνουν ερυθρό χρώμα, το υποοξείδιο του σιδήρου δίνει κίτρινο κ.ο.κ. Γενικά είναι δυνατό να κατασκευαστούν γυαλιά οποιασδήποτε αποχρώσεως.

Τέλος, με την προσθήκη διαφόρων άλλων ουσιών επιτυγχάνεται η κατασκευή αδιαφανών (ματ) ή γαλακτώδους εμφάνισης γυαλιών.

1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

Το γυαλί παρουσιάζει αναπτυγμένες σε μεγάλο βαθμό ορισμένες ιδιότητες, που το καθιστούν πρώτης τάξεως δομικό υλικό. Οι πλέον ενδιαφέρουσες από δομική άποψη είναι:

A. Φυσικές ιδιότητες

α) Διαφάνεια

Κανένα άλλο δομικό υλικό εκτός από ορισμένα πλαστικά δεν έχει αυτή την ιδιότητα. Εξαρτάται από τη καθαρότητα και το είδος των πρώτων υλών, καθώς και από την επιμέλεια που καταβλήθηκε κατά την παρασκευή του, κυρίως κατά την ψύξη της υαλομάζας. Το κοινό γυαλί είναι διαπερατό από τις ορατές ακτίνες του ηλιακού φάσματος, αλλά αδιαπέραστο από τις υπέρυθρες και υπεριώδεις. Κατασκευάζονται όμως τελευταία και γυαλιά διαπερατά από τις υπεριώδεις ακτίνες για ειδικές περιπτώσεις.

β) Ειδικό βάρος

Το ειδικό βάρος του κοινού γυαλιού είναι περίπου 2.5, ενώ των καθαρών κρυστάλλων 3.30 και στα πολύ βαριά κρύσταλλα μπορεί να φτάσει την τιμή 6. Στο γυαλί το φαινόμενο και απόλυτο ειδικό βάρος συμπίπτουν, γιατί πρακτικά η μάζα του δεν έχει κενά.

γ) Αντοχή στη γήρανση και τις χημικές επιδράσεις

Το γυαλί δεν επηρεάζεται από τους ατμοσφαιρικούς παράγοντες και το νερό, επομένως η αντοχή του στη γήρανση είναι πολύ μεγάλη. Μόνο κακής ποιότητας γυαλί που περιέχει μεγάλες ποσότητες αλκαλίων είναι δυνατό να αλλοιωθεί και να θαμπώσει με την πάροδο του χρόνου (ψώριασμα). Επίσης δεν καταστρέφεται από τις δραστικές χημικές ενώσεις, δηλαδή τα οξέα και τις

βάσεις, ιδιότητα πολύ χρήσιμη σε εφαρμογές βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Εξαίρεση αποτελεί το υδροφθόριο, το οποίο ταχύτατα αποσυνθέτει το γυαλί. Η ενέργεια αυτή του υδροφθορίου χρησιμοποιείται για την κατασκευή υαλοπινάκων ή άλλων γυάλινων αντικειμένων με καλλιτεχνικές παραστάσεις πάνω σε αυτά.

δ) Αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα του γυαλιού είναι πολύ χαμηλή. Γι' αυτό χρησιμοποιείται για την κατασκευή ηλεκτρομονωτικών και θερμομονωτικών υλικών.

ε) Πορώδες

Είναι μηδενικό για τα αέρια και τα υγρά, δεδομένου ότι το γυαλί στερείται πόρων. Παρατηρείται όμως μικρή διαπερατότητα για ορισμένα διαλύματα πετρελαίου.

B. Μηχανικές ιδιότητες

α) Αντοχή

Η αντοχή στη θλίψη των συνηθισμένων γυαλιών φτάνει τα 2000 kp/cm^2 και σε εφελκυσμό τα 100 kp/cm^2 . Κατασκευάζονται ωστόσο γυαλιά πολύ πιο ισχυρά, με αντοχή σε θλίψη $5000\text{-}10000 \text{ kp/cm}^2$ και σε εφελκυσμό $500\text{-}1000 \text{ kp/cm}^2$.

Η μικρή όμως αντοχή στην κρούση και η απουσία περιοχής διαρροής και πλαστικότητας προκαλούν μεγάλη συγκέντρωση τάσεων σε επιφανειακές ρωγμές του υλικού με συνέπεια να θραύεται το (από γυαλί) δοκίμιο προτού εξαντληθεί η αντοχή του. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε πολύ λεπτές ίνες γυαλιού έχει μετρηθεί αντοχή σε εφελκυσμό ίση με 14000 kp/cm^2 και σε καλώδια από τις ίνες αυτές μετρήθηκε αντοχή ίση με 10500 kp/cm^2 . Λόγω της υψηλής αυτής αντοχής, η οποία πλησιάζει την αντοχή των καλύτερων χαλύβων, γίνονται προσπάθειες αντικατάστασης των χαλύβδινων καλωδίων με γυάλινα στις κατασκευές από προεντεταμένο σκυρόδεμα.

β) Ελαστικότητα

Το γυαλί είναι σχεδόν απολύτως ελαστικό (όπως το νερό) και δεν παρουσιάζει μόνιμες παραμορφώσεις κατά την επιβολή των εξωτερικών δυνάμεων. Η περιοχή όμως των ελαστικών παραμορφώσεων είναι πολύ μικρή και γι' αυτό τα αντικείμενα από γυαλί παρουσιάζουν πολύ μικρή ευκαμψία. Ωστόσο τελευταία κατορθώθηκε η κατασκευή λεπτών γυάλινων ταινιών εξαιρετικά εύκαμπτων.

γ) Σκληρότητα

Η σκληρότητα του γυαλιού είναι πολύ μεγάλη. Στην κλίμακα Mohs έχει αριθμό 5. Χαράσσεται από τους πολύ σκληρούς χάλυβες και από το διαμάντι (Mohs 10).

Γ. Τεχνολογικές ιδιότητες

Είναι αρκετά ανεπτυγμένες και επιτρέπουν εύκολους χειρισμούς και διαμόρφωση της υαλοζύμης σε αντικείμενα οποιουδήποτε σχήματος και διαστάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία 1100^ο C, όπου το γυαλί βρίσκεται σε κατάσταση εύπλαστης ζύμης. Η υαλοζύμη αυτή χύνεται σε τύπους και με τη βοήθεια πίεσεως μορφοποιείται ή διέρχεται με έλαστρα και λαμβάνει μορφή πλακών και φύλλων. Τέλος με εμφύσηση αέρα μέσα σε ποσότητα υαλοζύμης είναι δυνατό να δημιουργηθούν κοίλα αντικείμενα. Αξιοσημείωτο είναι ότι το γυαλί παραμένει στην κατάσταση του πολτού για αρκετό χρόνο και εντός μεγάλων θερμοκρασιακών ορίων. Έτσι δεν απαιτείται συχνή αναθέρμανση κατά τη μορφοποίηση της υαλοζύμης. Στην κανονική θερμοκρασία, το γυαλί δεν είναι ούτε όλκιμο ούτε ελατό και γενικώς δεν είναι δυνατή οποιαδήποτε κατεργασία εκτός από τη λείανση και τη στίλβωση.

1.4 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

A. Πρώτες ύλες

Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται φυσικά ή βιομηχανικά υλικά, που περιέχουν τα αναφερθέντα ήδη συστατικά των διαφόρων ειδών γυαλιού (§ 1.2).

α) Η πυρίτια (SiO_2) λαμβάνεται από πυριτική ή χαλαζιακή άμμο. Η άμμος αυτή πρέπει να είναι πολύ λεπτή και πολύ καθαρή, ώστε να γίνονται γρήγορα οι απαιτούμενες χημικές αντιδράσεις. Εάν περιέχονται ξένες ουσίες και κυρίως ενώσεις σιδήρου, τότε το γυαλί που θα παραχθεί θα είναι χρώματος πράσινου ή κίτρινου. Στην περίπτωση που πρόκειται να κατασκευαστεί άχρωμο γυαλί, χρησιμοποιείται μικρή ποσότητα οξειδίου του μαγγανίου, το οποίο προσδίδει ιώδη χρωματισμό συμπληρωματικό του κίτρινου.

β) Η άσβεστος (CaO) λαμβάνεται από καθαρούς ασβεστόλιθους, μάρμαρο ή δολομίτες. Τα υλικά αυτά λειοτριβούνται επιμελώς πριν την ανάμιξή τους με τις άλλες ύλες.

γ) Τα οξειδία του νατρίου (Na_2O) ή του (K_2O), για ορισμένα γυαλιά, λαμβάνονται από ανθρακικό νάτριο (σόδα) και ανθρακικό κάλιο (ποτάσα) ή θειικό νάτριο, τα οποία είναι βιομηχανικά προϊόντα.

δ) Το οξείδιο του μολύβδου (PbO) λαμβάνεται από λιθάργυρο ή από μίνιο.

ε) Τα υπόλοιπα συστατικά των ειδικών γυαλιών λαμβάνονται από διάφορες κατάλληλες ενώσεις.

B. Τήξη των πρώτων υλών

Οι πρώτες ύλες αφού κονιοποιηθούν και αναμιχθούν καλώς, σε ορισμένες πάντοτε για κάθε είδος γυαλιού αναλογίες, ρίχνονται στην υαλουργική κάμινο. Εκεί υπό την ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας υφίστανται σύντηξη και πραγματοποιούνται οι διάφορες χημικές αντιδράσεις, που τις μετατρέπουν σε γυαλί. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην κάμινο είναι της τάξεως των 1600°C περίπου, εξαρτώμενες πάντως από τη σύνθεση του

μίγματος των πρώτων υλών. Κατά τη διάρκεια της τήξεως ρίχνονται οι διάφορες δευτερεύουσες ύλες, που όπως αναφέραμε προηγουμένως, είναι απαραίτητες για να αποχρωματίσουν ή να χρωματίσουν το γυαλί ανάλογα με τις απαιτήσεις. Όταν τελειώσει η τήξη, που διαρκεί συνήθως 24 ώρες, λαμβάνεται παχύρρευστη διαυγής μάζα, η λεγόμενη **υαλομάζα** ή **υαλοζύμη**. Αυτή με διάφορες μεθόδους, ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των αντικείμενων που πρόκειται να κατασκευαστούν, μορφοποιείται.

Οι συνηθισμένοι τρόποι μορφοποίησης είναι η **εμφύσηση**, η **έγχυση**, η **κυλίνδρωση** και η **έλξη**. Μετά τη μορφοποίηση τα αντικείμενα αφήνονται να ψυχθούν βραδέως. Απότομη ψύξη προκαλεί θραύση. Τέλος σε ορισμένα έτοιμα προϊόντα γίνεται μια τελευταία μηχανική επεξεργασία που αφορά τη λείανση και στίλβωση της επιφάνειάς τους.

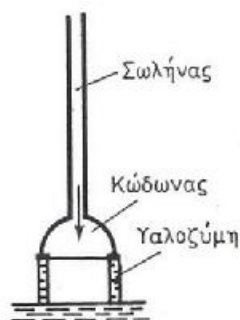
Γ. Μορφοποίηση

α) Η εμφύσηση

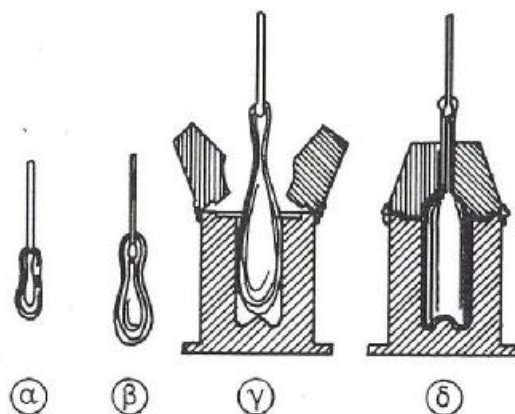
Είναι η παλαιότερη μέθοδος, η οποία χρησιμοποιούταν στους αρχαιότερους ήδη χρόνους. Κατ' αυτή λαμβάνεται μια μικρή ποσότητα υαλοζύμης με επιμήκη σωλήνα, του οποίου το ένα άκρο είναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ανάλογα με το αντικείμενο που πρόκειται να κατασκευαστεί π.χ. για την κατασκευή υαλοπινάκων έχει σχήμα κώδωνα. Η υαλοζύμη προσκολλάται στα χείλη του κώδωνος και έχει αρχικά τη μορφή επιμήκους σφαίρας. Με εμφύσηση του αέρα από τεχνίτη παλαιότερα, με ειδικές, συσκευές σήμερα, και με κατάλληλους χειρισμούς, η μάζα λαμβάνει τη μορφή κλειστού κυλίνδρου, με πάχος τοιχώματος ίσο προς το πάχος του υαλοπίνακα. Στη συνέχεια αποκόπτονται τα δύο κυρτά άκρα, κόπτεται ο κύλινδρος κατά μία γενέτειρα και ισοπεδούται, όσο είναι ακόμα θερμός, επάνω σε τράπεζα. Ο τρόπος αυτός μορφοποίησης είναι πολύ δαπανηρός και εφαρμόζεται μόνο για κατασκευή αντικειμένων με ιδιαίτερες απαιτήσεις π.χ. διάφορων καλοτεχνημάτων. Συνδυασμός της εμφυσήσεως με ειδικά καλούπια για τη διαμόρφωση της εξωτερικής επιφάνειας, είναι αποδοτικότερος.

β) Η χύτευση και η συμπίεση

Χυτοί υαλοπίνακες κατασκευάζονται με διάστρωση της υαλοζύμης επάνω σε οριζόντιες σιδερένιες τράπεζες. Το φύλλο που διαμορφώνεται συμπιέζεται με κυλίνδρους, που κινούνται πάνω σε οδηγούς τοποθετημένους κατά μήκος των δύο πλευρών της τράπεζας. Το ύψος των οδηγών είναι λίγο μεγαλύτερο του προκαθορισμένου πάχους του υαλοπίνακα.



Εικόνα 1. 1 Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της εμφύσεως
Το άκρο του σωλήνα είναι διαμορφωμένο σε κώδωνα

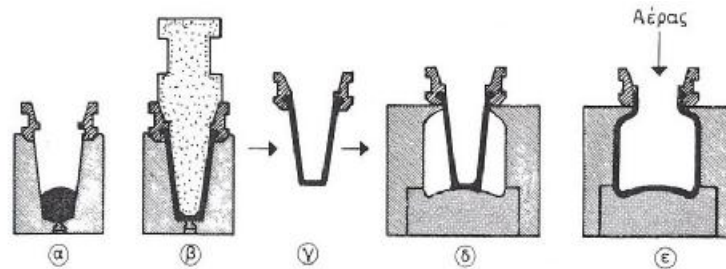


Εικόνα 1. 2 Κατασκευή φιάλης με εμφύσηση και χρήση καλουπιού

- α) Υαλοζύμη προσκολλημένη στο άκρο του σωλήνα
- β) Αρχίζει η διαμόρφωση με εμφύσηση αέρα
- γ) Τοποθέτηση σε κατάλληλο καλούπι

δ) Τελική μορφοποίηση

Οι χυτοί υαλοπίνακες είναι κατώτερης ποιότητας από τους φυσητούς. Με συνδυασμό χυτεύσεως και συμπίεσεως κατασκευάζονται ταχύτερα και οικονομικότερα διάφορα δομικά υλικά από γυαλί όπως π.χ. υαλόλιθοι, υαλόπλακες φωταγωγών και πεζοδρομίων, μονωτικά υλικά κλπ.



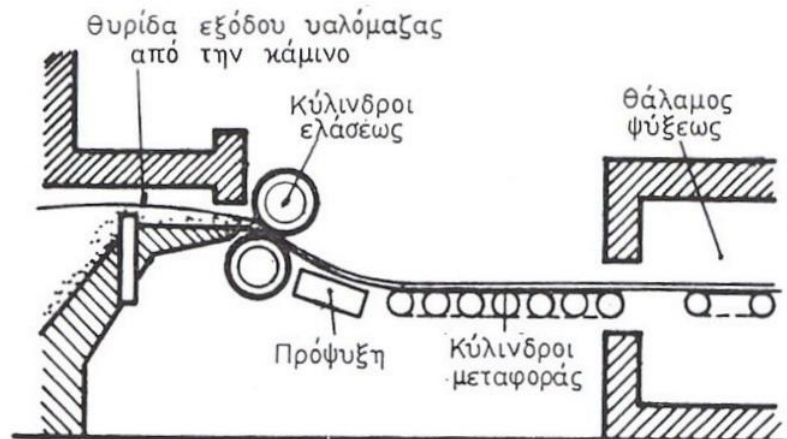
Εικόνα 1. 3 Διαδοχικές φάσεις κατασκευής αντικειμένου με τη μέθοδο της χυτεύσεως και συμπίεσεως

- α) Υαλοζύμη μέσα σε καλούπι προκαταρκτικής μορφοποίησης
- β) Συμπίεση με έμβολο σχήματος αντίστοιχου προς το καλούπι
- γ) και
- δ) Μεταφορά αντικειμένου που διαμορφώθηκε προσωρινά από υψηλή θερμοκρασία και τοποθέτησή του στο τελικό καλούπι
- ε) Τελική μορφοποίησή του με πεπιεσμένο αέρα

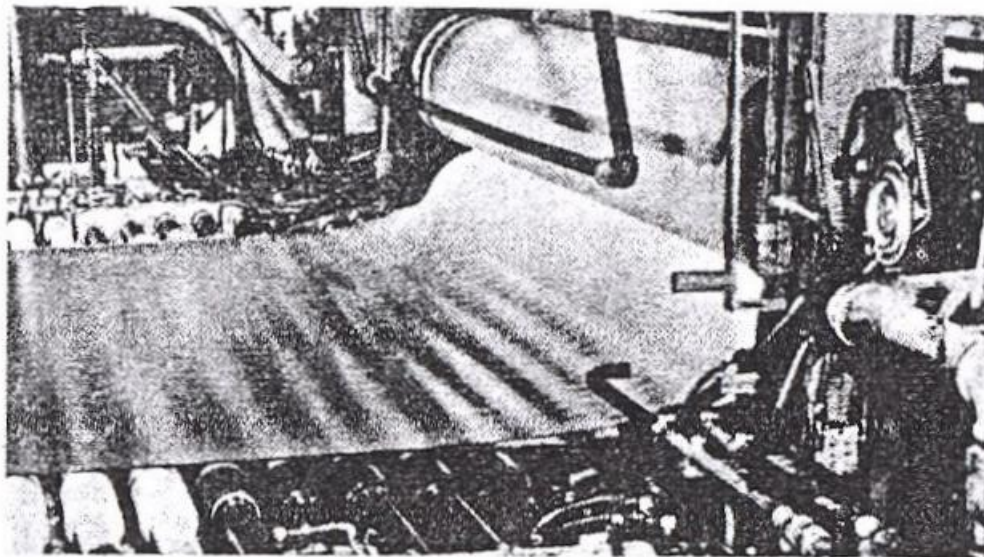
γ) Η κυλίνδρωση

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε όλες τις σύγχρονες εγκαταστάσεις παραγωγής υαλοπινάκων. Είναι ταχύτερη από τις δύο προηγούμενες και έτσι επιτυγχάνεται κόστος πολύ χαμηλότερο. Επίσης με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να κατασκευαστούν υαλοπίνακες πολύ μεγαλύτερου μήκους. Υστερεί όμως κατά το ότι εμφανίζονται στην επιφάνεια του υαλοπίνακα κυματώσεις, που παραμορφώνουν τα αντικείμενα. Με την κατάλληλη λείανση όμως των επιφανειών είναι δυνατό να εξαλειφθούν. Κατά τη μέθοδο αυτή η ρευστή μάζα του γυαλιού χύνεται πάνω σε τραπέζι όπου υπάρχουν δύο κύλινδροι. Το γυαλί διέρχεται μέσω των κυλίνδρων, των οποίων η απόσταση καθορίζει το

πάχος του υαλοπίνακα. Το πλάτος του υαλοπίνακα καθορίζεται από το μήκος των κυλίνδρων, ενώ το μήκος του διαμορφώνεται κατά βούληση. Το πάχος των υαλοπινάκων, που κατασκευάζονται κατά τη μέθοδο αυτή κυμαίνεται από 3-25mm και το πλάτος τους από 2-3m.



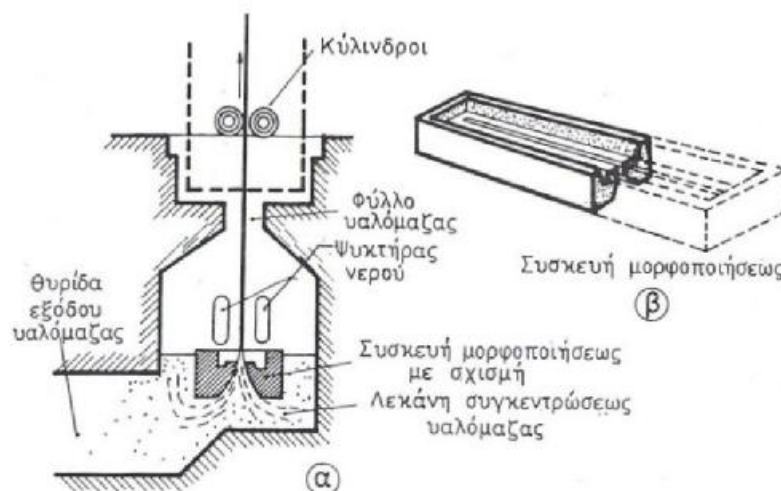
Εικόνα 1. 4 Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της κυλινδρώσεως



Εικόνα 1.5 Το φύλλο της υαλοζύμης μετά τη διέλευσή του από τους κυλίνδρους, βρίσκεται σε ημιστερεά κατάσταση και κινείται πάνω σε χαλύβδινους κυλίνδρους προς το θάλαμο ψύξεως

δ) Η έλξη

Κατά το σύστημα αυτό παραγωγής υαλοπινάκων η υαλοζύμη μετά το πέρας της τήξεως προωθείται βραδέως σε αβαθή λεκάνη που βρίσκεται στη θυρίδα εξόδου της καμίνου. Επάνω στην επιφάνεια της υαλοζύμης τοποθετείται ειδικής μορφής συσκευή από πυρίμαχο υλικό μήκους 2.00m και πλάτους 0.50m, η οποία στο μέσο φέρει επιμήκη σχισμή. Λόγω της πίεσως που ασκείται, η υαλοζύμη ανέρχεται μέχρι τη σχισμή και έτσι δημιουργείται φύλλο πυκνόρρευστου υλικού, το οποίο προσκολλάται κατ' αρχήν πάνω σε σιδερένια ράβδο. Αυτή τοποθετείται κατά την έναρξη της διαδικασίας επάνω στη σχισμή. Η ράβδος ανυψώνεται με κατάλληλη συσκευή και παρασύρει το φύλλο προς τα πάνω. Το φύλλο κινείται μέσω ζεύγους αντιθέτως περιστρεφόμενων κυλίνδρων και διαμορφώνεται σε υαλοπίνακες πλάτους 2.00 περίπου μέτρων και μήκους θεωρητικά απεριόριστου, γιατί είναι συνεχής η κίνηση του φύλλου. Το πάχος του φύλλου εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα έλξεως και δευτερευόντως από το ιξώδες της υαλοζύμης.

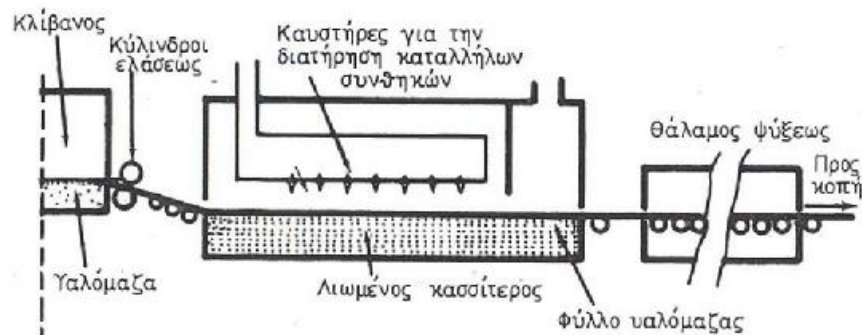


Εικόνα 1. 6 Μέθοδος κατασκευής υαλοπινάκων με έλξη (μέθοδος Fourcault)

- α) Διάταξη της θυρίδας εξόδου της υαλοζύμης
- β) Συσκευή μορφοποίησεως της υαλοζύμης σε φύλλο

ε) Η μέθοδος της επιπλέουσας υαλοζύμης

Είναι η πιο πρόσφατη μέθοδος μορφοποίησεως της υαλοζύμης σε υαλοπίνακες. Κατ' αυτήν το φύλλο της υαλοζύμης μετά τη δίοδό του από έλαστρο, οδηγείται σε λουτρό λιωμένου κασσιτέρου και κινείται πάνω στην επιφάνεια του μετάλλου. Με αυτόν τον τρόπο η επιφάνεια του υαλοφύλλου που βρίσκεται σε επαφή με το λιωμένο μέταλλο γίνεται απολύτως επίπεδη.



Εικόνα 1. 7 Διαγραμματική απεικόνιση κατασκευής υαλοπινάκων με τη μέθοδο «επιπλέουσα ύαλος»

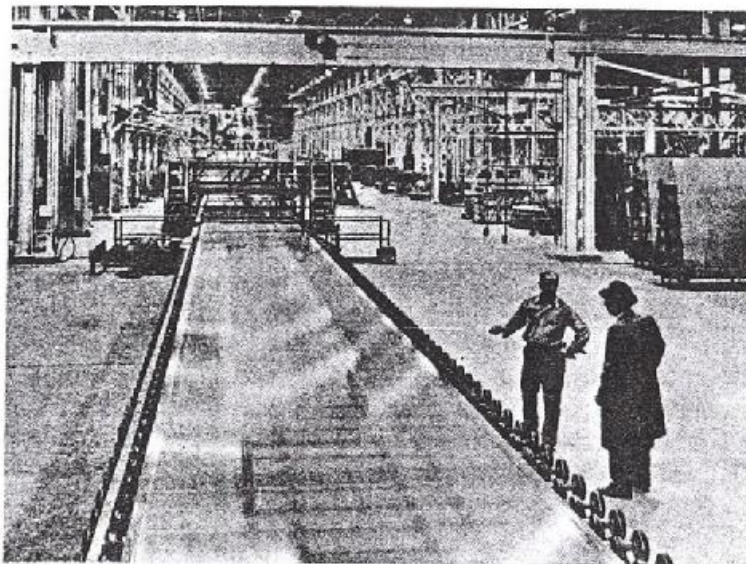
Δ. Ψύξη των προϊόντων από γυαλί

Μετά τη μορφοποίηση ακολουθεί ένα άλλο στάδιο. Η ψύξη των προϊόντων. Όπως ήδη αναφέρθηκε, απότομη ψύξη προκαλεί σοβαρές καταστροφές στα γυάλινα προϊόντα, διότι ψύχονται τα εξωτερικά στρώματα, ενώ το εσωτερικό της μάζας τους διατηρεί την υψηλή του θερμοκρασία. Συνέπεια αυτού είναι η ανάπτυξη ισχυρών εσωτερικών τάσεων που προκαλούν τη θραύση του αντικειμένου. Είναι φανερό ότι όσο παχύτερο και

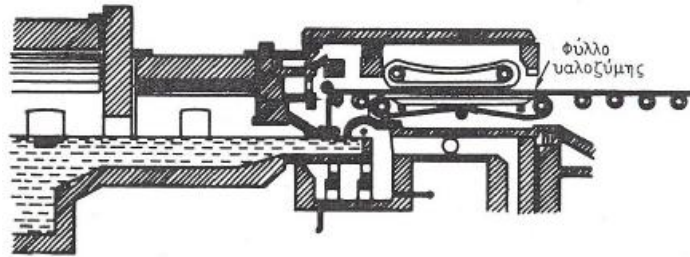
ογκωδέστερο είναι το αντικείμενο, τόσο ο κίνδυνος θραύσεως είναι μεγαλύτερος. Ο κίνδυνος αυτός αντιμετωπίζεται με τη βραδεία ψύξη. Εφαρμόζονται στην προκειμένη περίπτωση δύο μέθοδοι:

α) Κατά την πρώτη, τα αντικείμενα τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλο θάλαμο σε θερμοκρασία 400-500° C, όπου αφήνονται επί διάστημα 3 έως 4 ημερών να ψυχθούν. Η μέθοδος αυτή δεν εφαρμόζεται σε εργοστάσια μαζικής παραγωγής.

β) Κατασκευάζεται μεγάλη σήραγγα μήκους συχνά 80m, μέσα στην οποία κινείται βραδύτατα μεταφορική ταινία. Στην είσοδο της σήραγγας επικρατεί η υψηλή θερμοκρασία που έχουν τα υλικά αμέσως μετά τη μορφοποίησή τους. Η θερμοκρασία διαρκώς ελαττώνεται προς το εσωτερικό για να φτάσει κοντά στην έξοδο στο επίπεδο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Τα διάφορα υλικά τοποθετούνται πάνω στην κινούμενη ταινία και έτσι μετά την παρέλευση λίγου σχετικά χρόνου (4-12 ώρες) έχουν ψυχθεί τελείως. Η ταχύτητα διελεύσεως μέσω της σήραγγας είναι ανάλογη προς το είδος και τον όγκο των προς ψύξη αντικειμένων.



Εικόνα 1. 8 Το υαλόφυλλο σε ημιστερεά κατάσταση κινείται πάνω σε σειρά κυλίνδρων προς τους χώρους ψύξεως και επεξεργασίας. Το μήκος της διαδρομής μπορεί να φτάσει τα 200m



Εικόνα 1. 9 Γενική διάταξη της περιοχής εξόδου της υαλοζύμης από την κάμινο και διαμόρφωσή της για τη στροφή ρευστού φύλλου κατά 90°.

Ε. Μηχανικές επεξεργασίες

Σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως στους υαλοπίνακες, επακολουθεί μετά την ψύξη μηχανική κατεργασία των δύο επιφανειών τους, ώστε να γίνουν εντελώς επίπεδοι και παράλληλοι μεταξύ τους και να εξαλειφθούν τα συνήθη ελαττώματα που οφείλονται στις κυματώσεις και άλλες παραμορφώσεις. Η κατεργασία αυτή γίνεται είτε στη μία επιφάνεια (υαλοπίνακες απλής λειάνσεως) είτε και στις δύο (υαλοπίνακες διπλής λειάνσεως). Όταν οι υαλοπίνακες προορίζονται για καθρέπτες ή κρύσταλλα βιτρινών γίνεται συχνά λοξοτόμηση των άκρων (κοινώς μπιζουτάρισμα). Η λείανση και η στίλβωση των επιφανειών γίνεται με διάφορα λειαντικά μέσα με τη βοήθεια ειδικού τρίφτη από χυτοσίδηρο. Όταν επιζητείται αδιαφάνεια στους υαλοπίνακες χρησιμοποιείται η μέθοδος της **αμμορριπής**. Κατ' αυτήν με εμφύσηση χαλαζιακής άμμου πάνω στην επιφάνεια, καθίσταται αυτή αδρή και κοκκώδης. Έτσι το φως διαχέεται στην επιφάνεια και τα αντικείμενα που είναι από την επιφάνεια γίνονται δυσδιάκριτα (υαλοπίνακες ματ).

1.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΥΑΛΙΩΝ

Τα γυαλιά διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες είτε από την άποψη της συνθέσεως είτε από την άποψη των τεχνικών εφαρμογών¹.

α) Από την άποψη της συνθέσεως διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

¹ Wendehorst Δομικά Υλικά – Εκδότης Μ. Γκιούρδας

Ασβεστονατριούχα, μολυβδούχα, χωρίς αλκάλια ή βοριούχα και πυριτικό γυαλί.

β) Από τεχνική άποψη διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

α) Γυαλί κοινό ή λευκό

Ανήκει στα **ασβεστονατριούχα**. Είναι το πιο κοινό γυαλί, το 90% των προϊόντων της υαλουργίας. Είναι το λιγότερο σκληρό γυαλί, έχει μεγάλο συντελεστή γραμμικής διαστολής και μαλακώνει σε σχετικά μικρή θερμοκρασία. Αποτελείται από 70-75% SiO₂, 16-20% Na₂O και 10-12% CaO. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή τζαμιών, ποτηριών, φιαλών, λαμπτήρων. Είδη υαλοπινάκων από αυτό το γυαλί με εντελώς επίπεδες και λείες επιφάνειες και χωρίς ελαττώματα καλούνται **ημικρύσταλλα**. Όταν το πάχος των ημικρυστάλλων είναι μεγάλο (πάνω από 5mm) και οι επιφάνειές του έχουν υποστεί μηχανική επεξεργασία και λείανση, καλούνται **υαλοκρύσταλλο** ή απλώς **κρύσταλλα**. Τα υαλοκρύσταλλα δεν πρέπει να συγχέονται με τα πραγματικά κρύσταλλα για τα οποία γίνεται λόγος παρακάτω.

β) Γυαλί φιαλών

Είναι λίγο πιο έγχρωμο, επειδή τα κύρια συστατικά του δεν έχουν καθαριστεί επιμελώς πριν την ανάμιξή τους. Περιέχει εκτός από τα τρία κύρια συστατικά του οξειδία του αργιλίου, του καλίου κ.ά.

γ) Κρύσταλλο

Είναι μολυβδούχο γυαλί, αλλά σε ορισμένα είδη περιέχονται και μικρά ποσοστά άλλων συστατικών. Έχει μεγάλο δείκτη διάθλασης και αναλύει το φως. Όταν χτυπηθεί δίνει οξύ και χαρακτηριστικό ήχο. Θεωρείται το καλύτερο είδος γυαλιού και χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή καλλιτεχνικών αντικειμένων. Διακρίνεται σε καθαρό κρύσταλλο, βοημικό, σκληρό ή πολύ σκληρό και σε πολλές άλλες κατηγορίες. Κρύσταλλα με μεγάλη περιεκτικότητα σε μόλυβδο χρησιμοποιούνται στην προστασία από ακτίνες γ και χ, ενώ επιτρέπουν τη δίοδο του ορατού φωτός. Τα βοημικά δεν περιέχουν μόλυβδο αλλά μόνο κάλιο, πυρίτιο και ασβέστιο. Είναι κατώτερης ποιότητας κρύσταλλα

και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πολυελαίων, ποτηριών κ.ά. Υπάρχουν επίσης και τα λεγόμενα στρας που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή απομιμήσεων πολύτιμων λίθων και είναι πολύ φωτοθλαστικό επειδή περιέχει σε μεγάλη αναλογία μόλυβδο (PbO 50%).

δ) Οπτικό γυαλί

Το γυαλί αυτό χαρακτηρίζεται από μεγάλο βαθμό φυσικής και χημικής ομογένειας. Τα οπτικά γυαλιά χρησιμοποιούνται για φακούς και πρίσματα σε οπτικά όργανα, φωτογραφικές μηχανές κ.λ.π. Η καθαρότητα για το γυαλί αυτό είναι μεγάλη. Τα περισσότερα είδη οπτικού γυαλιού είναι πυριτικού τύπου. Τα οπτικά γυαλιά είναι λιγότερο σκληρά από τα κοινά γυαλιά και έχουν χαμηλές θερμοκρασίες τήξεως.

ε) Έγχρωμο γυαλί

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω ο σίδηρος δίνει χρώμα πράσινο. Το μαγγάνιο δίνει χρώμα μωβ. Προσθήκες τιτανίου ή σιδήρου δημιουργούν αποχρώσεις το καστανού και τα προϊόντα χρησιμοποιούνται σαν σκούρα τζάμια (fume) που δεν απορροφούν υπεριώδεις αλλά υπέρυθρες ακτίνες. Γυαλιά με θείο χρωματίζονται μπλε. Ο μεταλλικός χρυσός σε κολλοειδή μορφή δίνει χρώμα ρουμπινί. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά τα εξής χρώματα-άλατα:

Κόκκινο: Θειούχο κάδμιο, χρυσός, ουράνιο με μόλυβδο

Πορτοκαλί: Θειούχο κάδμιο και σελήνιο

Καστανό: Νικέλιο με νάτριο, μαγγάνιο και τιτάνιο, μαγγάνιο και δημήτριο, μαγγάνιο διδύναμο

Κίτρινο: Ουράνιο, θειούχο κάδμιο, δημήτριο και τιτάνιο

Πράσινο: Χρώμιο, σίδηρος διδύναμος

Κυανοπράσινο: Χαλκός

Μπλε: Κοβάλτιο, θειάφι με βορικά

Μωβ: Μαγγάνιο τριδύναμο, νικέλιο με κάλιο

στ) Ειδικού τύπου γυαλιά

- Γυαλί GROWN (στεφανύαλος)

Είναι **οπτικό γυαλί** που παρασκευάζεται με ειδική επεξεργασία. Οι πρώτες ύλες δεν πρέπει να περιέχουν σίδηρο ή μαγγάνιο και τα δοχεία που θα τα περιέχουν κατά την τήξη ή κατεργασία πρέπει να είναι και αυτά καθαρά.

- Γυαλιά Υένας

Περιέχουν βόριο και αργίλιο. Είναι πολύ σκληρά, αντέχουν στα χημικά αντιδραστήρια και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή χημικών οργάνων.

- Υαλονήματα

Αν λεπτόρρευστο γυαλί πέσει σε σιδερένιο οριζόντιο περιστρεφόμενο κύλινδρο, τότε κάθε σταγόνα εκσφενδονίζεται αφήνοντας στην τροχιά της λεπτό νήμα. Τα νήματα αυτά χρησιμοποιούνται στην κατασκευή βιομηχανικών φίλτρων με αντοχή στα οξέα, στην ενίσχυση πλαστικών (FIBERGLASS με ρητίνες) στην κατασκευή αυτοκόλλητων ταινιών για συσκευασίες. Τα γυαλιά αυτά είναι βοριούχα μεγάλης αντοχής.

- Γυαλόμαλλο (υαλοβάμβακας)

Αν τήγμα γυαλιού πέσει μέσα σε κατακόρυφο κύλινδρο διάτρητο και περιστρεφόμενο γύρω από τον άξονά του, τότε γίνεται ένα νέφος από ίνες γυαλιού που ψεκάζονται με λεπτό ορυκτέλαιο (για να μην κονιοποιούνται με την τριβή) και παρασύρονται με ρεύμα αέρος σχηματίζοντας πάπλωμα επάνω σε πλεκτή μεταφορική ταινία. Το γυαλόμαλλο μπορεί να γίνει και με φύσημα αέρος ή ατμού σε τήγμα γυαλιού ή σκουριάς (σκωριοβάμβακας).

- Γυαλί θερμομέτρων

Περιέχει οξείδιο του αργιλίου περισσότερο από 20% με λίγο οξείδιο βορίου. Μπορεί να έχει ακόμη ασβέστιο ή νάτριο. Έχει μεγάλη σκληρότητα και αντοχή στην πύρωση αλλά είναι δύσκολη η κατεργασία του.

- PYREX

Περιέχουν υψηλό ποσοστό πυριτίου και 12% οξείδιο του βορίου, 4-5% οξείδιο του νατρίου και 2% οξείδιο του αργιλίου. Αυτά τα συστατικά τα κάνουν σκληρά γυαλιά με μικρό συντελεστή διαστολής, μεγάλης αντοχής κατάλληλα για γυάλινα σκεύη εργαστηρίου και γυάλινα σκεύη μαγειρείου.

- Γυαλί πυριτικό 96%. Γυαλί VYCOR

Το πυριτικό γυαλί 96% παρασκευάζεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο γίνεται η τήξη ενός αλκαλικού – βοριοπυριτικού γυαλιού και ακολούθως γίνεται η σχηματουργία αλλά σε μεγαλύτερες από τις επιθυμητές διαστάσεις. Ακολουθεί θερμική κατεργασία οπότε εμφανίζονται δύο φάσεις γυαλιού. Η πρώτη φάση είναι πλούσια σε Na_2O , K_2O και οξειδία του βορίου. Η φάση αυτή είναι διαλυτή στα ανόργανα οξέα. Η άλλη φάση περιέχει 96% SiO_2 και 3% οξείδιο του βορίου. Η φάση αυτή δεν είναι διαλυτή. Στο δεύτερο στάδιο το αντικείμενο εμβαπτίζεται σε θερμό οξύ οπότε απομακρύνεται η διαλυτή φάση και απομένει σε πορώδη κατάσταση η φάση του SiO_2 . Οι πόροι παρουσιάζουν μέση διάμετρο 40\AA , το πορώδες είναι περίπου 35%. Ακολουθεί έκπλυση για την απομάκρυνση του βορικού οξέως και των αλάτων του από τους πόρους και ξήρανση. Στο τρίτο στάδιο το πορώδες αντικείμενο θερμαίνεται σε μια θερμοκρασία 1200°C , με αποτέλεσμα την ελάττωση του όγκου κατά 14%. Στην θέρμανση αυτή το υλικό γίνεται συμπαγές. Το πυριτικό γυαλί 96% SiO_2 έχει πολλές εφαρμογές γιατί παρουσιάζει μεγάλη σταθερότητα, σημείο υάλου περίπου 1500°C με αποτέλεσμα να μπορεί να εφαρμοστεί σε διατάξεις που βρίσκονται σε θερμοκρασία 900°C , αρκεί να μην βρίσκεται σε επαφή με υλικά που αντιδρούν με το γυαλί στη θερμοκρασία αυτή. Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι πολύ μικρός $0,75 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}/^\circ\text{C}$. Για το λόγο αυτό μπορεί ερυθροπυρωμένο αντικείμενο από το γυαλί αυτό να εμβαπτιστεί σε κρύο νερό χωρίς να σπάσει.

- Γυαλί 99,8% σε SiO_2

Το γυαλί αυτό παρασκευάζεται με τήξη καθαρού χαλαζία SiO_2 ή πολύ καθαρής χαλαζιακής άμμου. Το σημείο τήξεως είναι περίπου 1750°C . Στις θερμοκρασίες κατεργασίας παρουσιάζεται πολύ πυκνόρρευστο με αποτέλεσμα να παρουσιάζει σαν υλικό μεγάλες δυσκολίες, προβλήματα ομοιογένειας και φουσαλίδες. Παρουσιάζει τον χαμηλότερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $0,55 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}/^\circ\text{C}$ και σημείο υάλου 1650°C . Ακόμα υπάρχουν τύποι γυαλιών όπως τα φωτοπαθή, μη πυριτιούχα, φωτοευαίσθητα, ηλεκτρικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Τα τελευταία εκατόν πενήντα έτη με την ανάπτυξη των μεθόδων παραγωγής της υάλου αυξάνεται σημαντικά η ποικιλία τύπων υαλοπινάκων, όχι μόνο για μικρά ανοίγματα κουφωμάτων, αλλά για την κάλυψη μεγάλων επιφανειών των προσόψεων (με υαλοπετάσματα) μικρών ή μεγαλύτερων διαφώτιστων οροφών που σε συνδυασμό κυρίως με διατομές αλουμινίου είναι δυνατό να καλύψουν κάθε απαίτηση της σύγχρονης αρχιτεκτονικής.

Μπορούν να αξιοποιήσουν τις ευεργετικές ακτίνες του ήλιου και να προσφέρουν στα κτίρια προστασία από το κρύο, τη ζέστη και τις λοιπές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς επίσης ηχοπροστασία, ηλιοπροστασία, πυροπροστασία, προστασία κατά των βανδαλισμών κ.τ.λ.

Η γνώση των διαφόρων πλεονεκτημάτων και των ιδιοτήτων αυτών θα βοηθήσει τους μελετητές, εκτός των αισθητικών προβλημάτων, να αντιμετωπίσουν παράλληλα και όλες τις προαναφερθείσες προστασίες από την ηλιακή ακτινοβολία. Ακριβώς, οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα αυτών των υαλοπινάκων έχουν προκαλέσει τεράστια αύξηση ζήτησης των προϊόντων υάλου, όχι μόνο στη **δομική αρχιτεκτονική** αλλά και είδη **διακοσμητικής**.

2.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Οι υαλοπίνακες έχουν τις εξής φυσικές ιδιότητες:

- Βάρος: 1m^2 , 1mm πάχος = $2,5\text{kg/mm m}^2$
- Αντοχή σε θλίψη: 8800 έως 9300 kg/cm^2
τιμή υπολογισμού 800 kg/cm^2
- Αντοχή σε εφελκυσμό: 300 έως 900 kg/cm^2
- Αντοχή σε κάμψη: 900 kg/cm^2 – φυσική τιμή

- Σκληρότητα στη κλίμακα MOHS (σκληρότητα στη χάραξη : 6 (κοινό) έως 7 (χαλαζιακό).
- Συντελεστής γραμμικής θερμοδιαστολής: 9×10^{-6} cm/mk
- Μέτρο ελαστικότητας: $E = 7,5 \times 10^5$ kg/cm²
- Θερμοδιαπερατότητα: $\delta = w/m$ grd ή w/mK (DIN 4701)

2.3 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

Οι συνήθεις διαστάσεις των προσφερόμενων στην αγορά κρυστάλλων έχουν ως εξής:

Περιγραφή	Πάχος mm	Ανοχές mm	Μέγιστα τεμάχια εμπορίου mm
Αντιηλιακό γυαλί	4	0,2	
	5	0,2	
	6	0,2	3150X6000
	8	0,3	
	10	0,3	
	12	0,3	
Πράσινο	4	0,2	
	6	0,2	3150X6000
	8	0,3	
	10	0,3	
	12	0,3	
Φυσητό γυαλί 134	8	1,0	1800X4410
178	6,8,10,12	1,0	1710X4440
200	6,8,10,12	0,5	2520X4500
274	6,8,10	1,0	2400X4440

Πίνακας 2. 1 Καθαρά κρύσταλλα χιτά-DIN 1259

Πίνακας 2. 2 Επίπεδοι υαλοπίνακες κατά DIN 1249

Περιγραφή	Πάχος mm	Ανοχές mm	Μέγιστα τεμάχια εμπορίου mm
Κρύσταλλο	4	0,2	3180X6000
	5	0,2	3180X6000
	6	0,2	3180X6000
	8	0,3	3180X7500
	10	0,3	3180X9000
	12	0,3	3180X9000
	15	0,3	3180X6000
	19	0,1	2820X4500
	21	0,1	2760X4500

Πίνακας 2. 3 Κρύσταλλα έγχρωμα - αντηλιακά

Περιγραφή	Πάχος mm	Ανοχές mm	Μέγιστα τεμάχια εμπορίου mm
Λεπτό γυαλί	0,6-1,2 1,2-1,8 1,75-2,0		600X1260 800X1600 600X1880
Υαλοπίνακες Παραθύρων MD=μέσ.πάχ. DD=διπλ. πάχ.	2,8 3,8	+0,2 - 0,1 ± 0,2	1200X1880 1400X2160
Χονδρό γυαλί	4,5	+0,3 -0,2	2760X5000 ή
	5,5	± 0,3	3000X5000
	6,5	± 0,3	
	8	± 0,5	2600X5040
	10	± 0,7	2600X3960
	12	± 0,8	2600X3600
	15	± 1,0	2600X3000
	19	± 1,0	2600X3000
	21	± 1,0	2600X3000

2.4 ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

A) Υαλοπίνακες κοινοί

Είναι το φτηνότερο είδος υαλοπινάκων. Παράγονται με ανέλκυση σε συνεχή ταινία η οποία μετά κόβεται κατά διαστήματα σε πλάκες. Το πάχος τους είναι στα 2mm. Είναι λείοι και από τις δύο πλευρές (στίλβωση με φλόγα), επίπεδοι και ισοπαχείς. Έχουν ασθενείς γραμμώσεις κατά τη διεύθυνση έλξεως, μικρές φυσαλίδες, κυματώσεις, μικρούς κόμπους και περιοχές με διαφορετικό δείκτη διαθλάσεως. Κατά την τοποθέτηση των υαλοπινάκων οι γραμμώσεις πρέπει να είναι οριζόντιες. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο όταν δίνεται η παραγγελία να αναφέρεται αν η μεγάλη διάσταση θα είναι όρθια ή οριζόντια. Ένα καλό τζάμι για δομικές χρήσεις δεν πρέπει να χαράζεται με μύτη από χάλυβα (πρέπει δηλ. να έχει σκληρότητα 6 έως 7 της κλίμακας Mohs).

B) Υαλοπίνακες απλής ή διπλής λειάνσεως

Έχουν πάχος 3-5mm (ημικρύσταλα). Δεν παρουσιάζουν οπτικά ελαττώματα. Έχουν μεγαλύτερη διαφάνεια και μηχανική αντοχή. Χρησιμοποιούνται σε παράθυρα οικιών με μεγάλες διαστάσεις πλαισίου ή σε βιτρίνες καταστημάτων.

Γ) Ειδικοί υαλοπίνακες

Με τον όρο αυτό εννοούμε υαλοπίνακες που έχουν γίνει αδιαφανείς με μεταγενέστερη επεξεργασία. Τα μοτίβα μπορεί να επεκτείνονται σε όλη την επιφάνεια ή να αποτελούνται από γραμμές ή ομάδες γραμμών διαφόρου πλάτους. Στην κατηγορία των ειδικών υαλοπινάκων ανήκουν οι **θαμποί** (ματ) υαλοπίνακες. Έχουν πάχος πάνω από 2,5mm. Η απαιτούμενη αδρή (άγρια) επιφάνειά τους γίνεται με αμμορριπή της μιας πλευράς ή και των δύο ή με έκθεση σε καυστικά αέρια υδροφθορίου. Οι υαλοπίνακες όμως αυτοί πίνουν εύκολα σκόνη, ενώ τα λίπη και τα αποτυπώματα δακτύλων απομακρύνονται δύσκολα. Χρησιμοποιούνται σε χώρους που επιζητείται η μείωση της ορατότητας από τα έξω προς τα μέσα και αντιθέτως.

Στους ειδικούς υαλοπίνακες ανήκουν επίσης οι **ανάγλυφοι** ή **διαμαντέ**. Το πάχος τους είναι 3-6mm. Η μια επιφάνειά τους φέρει ανάγλυφα διάφορα γεωμετρικά ή άλλα σχέδια, τα οποία αποτυπώθηκαν πάνω σε αυτήν με

τύπωση (στάμπωμα) κατά την πρώτη φάση της κατασκευής και ενώ ακόμη το υαλόφυλλο ήταν μαλακό. Οι ειδικοί υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται εκεί όπου η διαφάνεια δεν είναι επιθυμητή, όπως π.χ. σε ισόγειους χώρους με παράθυρα που βλέπουν σε άσχημο περιβάλλον, σε μπάνια, WC, σαν ένθετα τζάμια σε πόρτες και στην επιπλοποιία.

2.5 ΥΑΛΟΚΡΥΣΤΑΛΛΑ

Τα κρύσταλλα παρασκευάζονται είτε με έγχυση και κυλίνδρωση και στη συνέχεια λείανση και στίλβωση και από τις δύο πλευρές τους, είτε με τη μέθοδο επιπλεύσεως. Η επιφάνειά τους δεν έχει καθόλου κυματώσεις, είναι τελείως επίπεδη και για τον λόγο αυτό παρουσιάζει τέλεια διαφάνεια χωρίς καθόλου παραμορφώσεις.

Υπάρχουν τα εξής είδη υαλοκρυστάλλων:

A) Τα κοινά κρύσταλλα με πάχη 5, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 21 mm.

B) Τα Spiegelrohglas με πάχη 6, 8, 10, 12 mm που χρησιμοποιούνται σε πολυτελή κτίρια, βιτρίνες, εσωτερικές διαρρυθμίσεις χώρων και επιπλώσεις, για κάθετες υαλοφράξεις εργοστασίων, κτιρίων εκθέσεων κλπ.

Γ) Στιλβωμένες υαλόπλακες με πάχη 38 ως 42 mm που χρησιμοποιούνται σαν τοιχώματα ενυδρείων, σκαλοπάτια, σαν πλάκες τραπεζιών και σε γυάλινες κατασκευές πλοίων.

Δ) Οπλισμένα κρύσταλλα. Είναι υαλοπίνακες που έχουν υποστεί λείανση και στίλβωση και από τις δύο πλευρές και με ενσωματωμένο συρμάτινο πλέγμα (πυρανασταλτικά). Χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση σε τμήματα οικοδομών με απαιτήσεις πυρασφάλειας, σε φρεάτια ανελκυστήρων κτλ.

2.6 ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Για την κατασκευή χυτών υαλοπινάκων, εφαρμόζεται μέθοδος κατά την οποία η διαμόρφωση και η τύπωση (στάμπωμα) της επιφάνειας γίνεται με κυλίνδρωση. Με την εισαγωγή συρμάτινου πλέγματος μέσα στην υαλομάζα πριν από τη διαμόρφωσή της κατασκευάζονται οι οπλισμένοι υαλοπίνακες. Ανάλογα με την τύπωση (στάμπωμα) της επιφάνειας είναι δυνατόν να

εμποδίζεται η διαφάνεια χωρίς όμως να επηρεάζεται η διαπερατότητα του φωτός. Ξεχωρίζουμε τις ακόλουθες κατηγορίες χυτών υαλοπινάκων:

A) Κοινοί χυτοί υαλοπίνακες με αυλακωτή ή σφυρήλατη επιφάνεια με πάχη περίπου 4, 5, 7, 9 mm. Χρήσεις όπως αυτή των διακοσμητικών υαλοπινάκων. Επειδή κατασκευάζονται σε μεγαλύτερες διαστάσεις και μεγαλύτερα πάχη, το γυαλί αυτό είναι κατάλληλο για καλύψεις μεγάλων επιφανειών.

B) Διακοσμητικοί και καθεδρικοί υαλοπίνακες με πάχος γυαλιού 3 έως 4 mm, σε μερικά δείγματα 4 έως 6 mm. Τα γυαλιά αυτά ενδείκνυνται για περιπτώσεις που ζητείται αδιαφάνεια αλλά συγχρόνως και καλή διαπερατότητα του φωτός.

Γ) Οπλισμένοι χυτοί υαλοπίνακες με πάχος γυαλιού 4 έως 6 mm, 6 έως 8 mm, 8 έως 10 mm. Στο μέσο του πάχους τους φέρουν πλέγμα από χαλύβδινα σύρματα που ενσωματώνονται στην υαλομάζα κατά τη διάρκεια της μορφοποίησής της. Επειδή ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του γυαλιού και του χάλυβα είναι περίπου ο ίδιος, οι υαλοπίνακες αυτοί χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε **αντιπυρικά** διαχωρίσματα, γιατί αντέχουν ικανοποιητικά σε μεγάλης διάρκειας πυρκαγιές. Πρόσθετο πλεονέκτημα είναι ότι δεν θραύονται εύκολα από κρουστικές δυνάμεις και δεν θρυμματίζονται. Είναι κατάλληλοι σαν φωταγωγοί σε στέγες οικιών και για τζαμαρίες σε βιομηχανίες. Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σε χώρους οικοδομών με απαιτήσεις πυρασφάλειας. Η προσθήκη του πλέγματος εμποδίζει τη δημιουργία επικίνδυνων θραυσμάτων και προφυλάσσει τους χώρους από διαρρήξεις.

Δ) Οπλισμένοι χυτοί διακοσμητικοί υαλοπίνακες με πάχος γυαλιού 6 έως 8 mm, 8 έως 10 mm. Οι υαλοπίνακες αυτοί συνδυάζουν την ασφάλεια των οπλισμένων υαλοπινάκων με την ιδιαίτερα πολυτελή εμφάνιση και την αδιαφάνεια του διακοσμητικού γυαλιού.

Ε) Οπλισμένοι κυματοειδείς υαλοπίνακες. Αντιστοιχούν στις κυματοειδείς πλάκες αμιαντοσιμέντου με μεγάλα κύματα. Η επάνω πλευρά (προς τον

ουρανό) είναι λεία (στίλβωση με φλόγα), ενώ η κάτω αυλακωτή για την καλύτερη κατανομή του φωτός. Χρησιμοποιούνται σαν φωταγωγοί σε επιστεγάσεις από κυματοειδείς πλάκες αμιαντοσιμέντου.

ΣΤ) Υαλοπίνακες θερμοκηπίου με πάχη περίπου 3, 3.8 και 5 mm.

2.7 ΆΛΛΑ ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

A) Χρωματιστοί ή απομιμήσεως αντίκας

Το είδος αυτό κατασκευάζεται ακόμα και σήμερα με τη μέθοδο της εμφυσήσεως με το στόμα, γιατί μόνον έτσι επιτυγχάνεται η απομίμηση της παλαιότητας. Η εκλογή του χρωματισμού μπορεί να γίνει από 50 περίπου χρώματα. Ο χρωματισμός των τηγμάτων του γυαλιού επιτυγχάνεται συνήθως με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων μεταλλοξειδίων.

B) Υαλοπίνακες θερμικής προστασίας (απορροφητικοί και ανακλαστικοί)

Κατασκευάζονται με έγχυση ή με κυλίνδρωση. Η υαλομάζα τους είναι χρωματισμένη γκρι, μπρούτζινη ή πράσινη. Υπάρχουν και κρύσταλλα με αυτές τις ιδιότητες (λείανση και στίλβωση και από τις δύο πλευρές). Με την προσθήκη οξειδίων του σιδήρου συγκρατείται στο γυαλί ένα μεγάλο μέρος τόσο των υπέρυθρων (θερμικές ακτίνες) όσο και των άλλων ακτινών. Η αντηλιακή προστασία που προσφέρουν οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην απορρόφηση ενός μέρους της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ο ελαφρός χρωματισμός του γυαλιού είναι καθαρά ορατός από έξω, ενώ αντίθετα από μέσα δεν γίνεται αντιληπτός.

Γ) Parsol: από κρύσταλλο και **Contracalor:** οπλισμένος αντηλιακός υαλοπίνακας. Χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση σε χώρους εργασίας, εργαστήρια, νοσοκομεία, χειρουργεία, εργοστάσια τροφίμων, σε χώρους φαγητού και αποθηκείσεως τροφίμων, σε ατελιέ κτλ. Λόγω του ενδιαφέροντος χρωματισμού τους βρίσκουν και πολλές διακοσμητικές χρήσεις. Ο χρωματισμός τους φαίνεται τόσο εντονότερος όσο παχύτερο είναι το γυαλί.

Τα **θερμοαπορροφητικά** γυαλιά έχουν την ιδιότητα να απορροφούν το υπέρυθρο τμήμα του ηλιακού φάσματος περισσότερο από το κοινό γυαλί, δηλαδή απορροφάται και αποταμιεύεται περισσότερη θερμότητα και αφήνεται να περάσει λιγότερη. Όταν πέφτει πάνω τους ο ήλιος, τα γυαλιά αυτά θερμαίνονται ισχυρά. Έτσι πρέπει να αφήνεται αρκετός χώρος ανάμεσα στην άκρη του υαλοπίνακα και στο πλαίσιο του παραθύρου (5mm επαρκούν). Οι διαστάσεις τους δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλες. Τα ανώτατα όρια των διαστάσεών τους είναι :

-μη οπλισμένοι υαλοπίνακες μέχρι 60 x 150 cm

-οπλισμένοι υαλοπίνακες μέχρι 75 x 280 cm

Χώροι με τζαμαρίες αυτής της κατηγορίας είναι δροσερότεροι, υπό την προϋπόθεση όμως ότι αερίζονται επαρκώς εσωτερικά και εξωτερικά.

Το **Parsol** είναι υαλοπίνακας από κρύσταλλο με χρωματισμό της μάζας του. Απορροφά σε μεγάλο βαθμό τις θερμικές ακτίνες και ελαττώνει έτσι τη μετάδοσή τους στον εσωτερικό χώρο. Η θερμότητα που συγκεντρώνεται στο γυαλί αποδίδεται με συναγωγή σαν δευτερεύουσα ακτινοβολία κατά προτίμηση προς τα έξω. Το Parsol παρουσιάζει ταυτόχρονα μικρή θερμοπερατότητα και υψηλή φωτοδιαπερατότητα.

Το **Parelio** είναι ένας αντηλιακός υαλοπίνακας από κρύσταλλο με στρώμα μεταλλοξειδίων στην επιφάνειά του. Ελαττώνει τη θερμική ενέργεια του ηλιακού φωτός κυρίως με την ανάκλαση, εμποδίζει σε μεγάλο βαθμό τη μεταβίβαση της θερμότητας, κρατώντας έτσι χαμηλά τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων.

Οι **θερμοανακλαστικοί** υαλοπίνακες κατασκευάζονται σαν σύνθετοι υαλοπίνακες, σαν μονοί υαλοπίνακες ασφαλείας και σαν διπλά τζάμια με ενδιάμεσο στρώμα αέρα.

Δ) Σύνθετοι υαλοπίνακες

Αποτελούνται από δύο πυριτικούς υαλοπίνακες ανάμεσα στους οποίους βρίσκεται μια εντελώς διαφανής πλαστική μεμβράνη που με την επίδραση του ηλιακού φωτός θολώνει και αντανακλά τις ηλιακές ακτίνες. Σε αυτούς ανήκουν οι υαλοπίνακες Thermex.

Οι **θερμοπροστατευτικοί** και **πυροπροστατευτικοί** υαλοπίνακες Sigla είναι σύνθετοι υαλοπίνακες ασφαλείας (συγκρατούν τα θραύσματα). Έχουν εκτεθεί σε ατμούς μετάλλου που δημιουργούν στρώμα, το οποίο ανακλά τη θερμική ακτινοβολία.

Ε) Προεντεταμένοι μονοί υαλοπίνακες ασφαλείας

Ο **πυροπροστατευτικός** υαλοπίνακας Durvit είναι μονός υαλοπίνακας ασφαλείας που έχει υποστεί προένταση. Αντανακλά την ακτινοβολία και παρέχει έτσι προστασία από τις υψηλές θερμοκρασίες. Αντέχει σε θερμοκρασίες μέχρι + 300 °C, ανακλά δε το 85 ως 90% της θερμότητας. Κατά την τοποθέτηση πυροπροστατευτικών υαλοπινάκων πρέπει να χρησιμοποιείται και ειδικός στόκος που να είναι ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα τζάμια αυτά πρέπει επιπλέον να μονώνονται περιμετρικά με λωρίδες αμιάντου ώστε να μη μεταδίδεται στο γυαλί θερμότητα από το πλαίσιο.

ΣΤ) Διπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσο στρώμα αέρα

Οι **αντηλιακοί** υαλοπίνακες Infrastop με αυξημένες θερμομονωτικές ιδιότητες είναι διπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσο στρώμα αέρα. Οι εσωτερικές επιφάνειες που έχουν εκτεθεί σε ατμούς μετάλλου ή το στρώμα μεταλλικών ενώσεων στην εξωτερική επιφάνεια, αντανακλούν τη θερμική ακτινοβολία με μεγάλο μήκος κύματος και περιορίζουν τις ενοχλήσεις από τη θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Τον χειμώνα πάλι, το στρώμα του χρυσού συγκρατεί τη θερμότητα στο εσωτερικό του θερμαινόμενου χώρου.

Ζ) Υαλοπίνακες με επικαλυπτικό στρώμα

Κατασκευάζονται από λευκό γυαλί με επικάλυψη από τη μια πλευρά με ένα λεπτό χρωματιστό στρώμα γυαλιού (επικαλυπτικό στρώμα).

2.8 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

A) Οπλισμένοι υαλοπίνακες

Βλέπε Παρ. 2.3

B) Σύνθετοι υαλοπίνακες

Οι υαλοπίνακες αυτοί όταν σπάζουν συγκρατούν τα υαλοθραύσματα. Αποτελούνται από 2 ή και περισσότερα τζάμια που συγκολλούνται διαπίεσεως με παρένθεση ενδιάμεσων στρωμάτων από εντελώς διαφανείς και πολύ ελαστικές τεχνητές ρητίνες. Αν σπάσει ο υαλοπίνακας αυτός, τότε τα θραύσματα μένουν στερεά κολλημένα στο ενδιάμεσο στρώμα, έτσι ώστε δεν σχηματίζονται αιχμηρά υαλοθραύσματα που θα μπορούσαν να προξενήσουν τραύματα.

Οι σύνθετοι υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται στις εξής κυρίως περιπτώσεις :

Σε παράθυρα μεγάλης ασφαλείας, σαν ένθετοι υαλοπίνακες θυρών, σε τζαμιά χωρίσματα, σε προθήκες, σε κιγκλιδώματα κλιμακοστασίων, στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Στους σύνθετους υαλοπίνακες με ένα μόνον στρώμα συνθετικής ρητίνης είναι δυνατή η εκ των υστέρων επεξεργασία όπως κοπή, διάτρηση και επεξεργασία ακμών. Η διαπερατότητα του φωτός σε διαφανείς σύνθετους υαλοπίνακες ασφαλείας ανέρχεται σε 88 ως 90% ανάλογα με το πάχος τους.

Γ) Θωρακισμένοι υαλοπίνακες

Είναι ειδικοί σύνθετοι υαλοπίνακες που χρησιμεύουν κυρίως στην προστασία ταμείων τραπεζών κ.τ.λ. Σε πάχη μεγαλύτερα των 25mm είναι αλεξίσφαιροι.

Δ) Προεντεταμένοι υαλοπίνακες ασφαλείας

Βλέπε Παρ.2.4

Το προεντεταμένο γυαλί είναι από τα πιο ενδιαφέροντα τεχνολογικά επιτεύγματα. Το κοινό γυαλί είναι ένα πολύ ψαθυρό σώμα, που δεν μπορεί να δεχθεί σημαντικές παραμορφώσεις και για τον λόγο αυτό δεν μπορεί και να

καμφθεί. Η αντοχή του γυαλιού σε θλίψη είναι μεγαλύτερη ακόμα και από του σκυροδέματος και του χάλυβα. Η αντοχή όμως σε εφελκυσμό είναι εξαιρετικά μικρή.

Η εξισορρόπηση ανάμεσα στη θλιπτική και την εφελκυστική αντοχή γίνεται ως εξής :

Οι υαλοπίνακες θερμαίνονται μέχρι τους 700 °C και μετά ψύχονται απότομα σε ολόκληρη την επιφάνεια των δύο πλευρών τους με ρεύμα αέρα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνονται :

- αύξηση της καμπτικής αντοχής στο πενταπλάσιο,
- μεγάλη ικανότητα κάμψης, καμπτικών ταλαντώσεων και στρέβλωσης,
- ανθεκτικότητα στις πιο απότομες μεταβολές θερμοκρασίας (πάνω από 200 °C),
- αντοχή σε κρούση τόσο μεγάλη, ώστε να απαιτείται εξαιρετικά δυνατό χτύπημα για να υπερνικηθεί,
- κατά τον θρυμματισμό σχηματισμός όχι μεγάλων αιχμηρών θραυσμάτων, αλλά μικρών και στρογγυλών.

Χρήση αυτών των υαλοπινάκων γίνεται σε ανωδομές για υαλόθυρες χωρίς καθόλου πλαίσιο, σε προθήκες, για γυάλινα κουβούκλια, σε κιγκλιδώματα υαλοστασίων και μπαλκονιών, για σκαλοπάτια, γυάλινα τραπέζια κ.τ.λ.

2.9 ΤΟ ΓΥΑΛΙ ΣΤΙΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Τα γυαλιά για χρήση στην αποκατάσταση είναι ιδιαίτερα-διαφανή **επίπεδα** γυαλιά που για ανώμαλες επιφάνειες που δομούνται, τις οποίες αναγκάζουν να εμφανίζονται ως παλαιότερα γυαλιά παραθύρων.



Εικόνα 2. 1 Γερμανικό ιστορικό μουσείο Βερολίνο



Εικόνα 2. 2 Γερμανικό πανεπιστήμιο Bauhaus στο Weima

Τα γυαλιά αυτά βεβαιώνουν ότι τα ιστορικά κτίρια εμφανίζονται στην προγενέστερη μορφή τους χωρίς να θυσιάσουν τα πλεονεκτήματα της μοντέρνας εργασίας.

Το γυαλί για την αποκατάσταση είναι αν μη τι άλλο ανακλαστικό, το οποίο ελαχιστοποιεί σημαντικά την αντανάκλαση που συχνά διαταράσσει την αισθητική εντύπωση που έχουν τα ιστορικά παράθυρα. Αυτός ο ξεχωριστός τύπος ζωγραφισμένου γυαλιού αποκατάστασης είναι αναμφισβήτητα το κατάλληλο για χρήση στα αποκαθιστούμενα παράθυρα και σε ασυνήθιστα φωτεινές συνθήκες κατάλληλο στην κατασκευή και τη σύνθεση.

Όλα τα επίπεδα γυαλιά που υπάρχουν και αναφέρονται είναι σχεδιασμένα και ζωγραφισμένα από κατάλληλη μηχανή και είναι επεξεργασμένα όπως το συμβατικό γυαλί. Μπορούν να παραχθούν είτε ως μονωτικά γυαλιά, είτε από πολλά συμπιεσμένα στρώματα γυαλιού ασφαλείας. Είναι επίσης διαθέσιμα σαν εγκρατή ασφαλή γυαλιά σε πάχος ίσο ή μεγαλύτερο των 4 χλστ.



Εικόνα 2. 3 Εκκλησία Katharinen στο Oranienburg της Γερμανίας



Εικόνα 2. 4 Orangerie στο εσωτερικό του κάστρου Schwerin



Εικόνα 2. 5 Κάστρο Hohenschwangau

A. Γυαλί τύπου RESTORER

Με την ακανόνιστη επιφάνεια δομής του το RESTORER κάνει το παράθυρο να μοιάζει στα ιστορικά κτίρια φθαρμένο όπως ήταν την περίοδο στα τέλη του περασμένου αιώνα. Ταιριάζει τέλεια με τις ιστορικές προσόψεις των κτιρίων. Σε σχέση με το γεγονός ότι έχει πολύ μικρό πάχος αυτό το γυαλί μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί με τα ιστορικά πλαίσια των παραθύρων. Η έντονη επιφάνεια δομής του αποκαθιστά την παλιά χάρη και λεπτότητα των ιστορικών κτιρίων και επιτρέπει σε αυτά να αναδεικνύουν την παλιά τους δόξα.

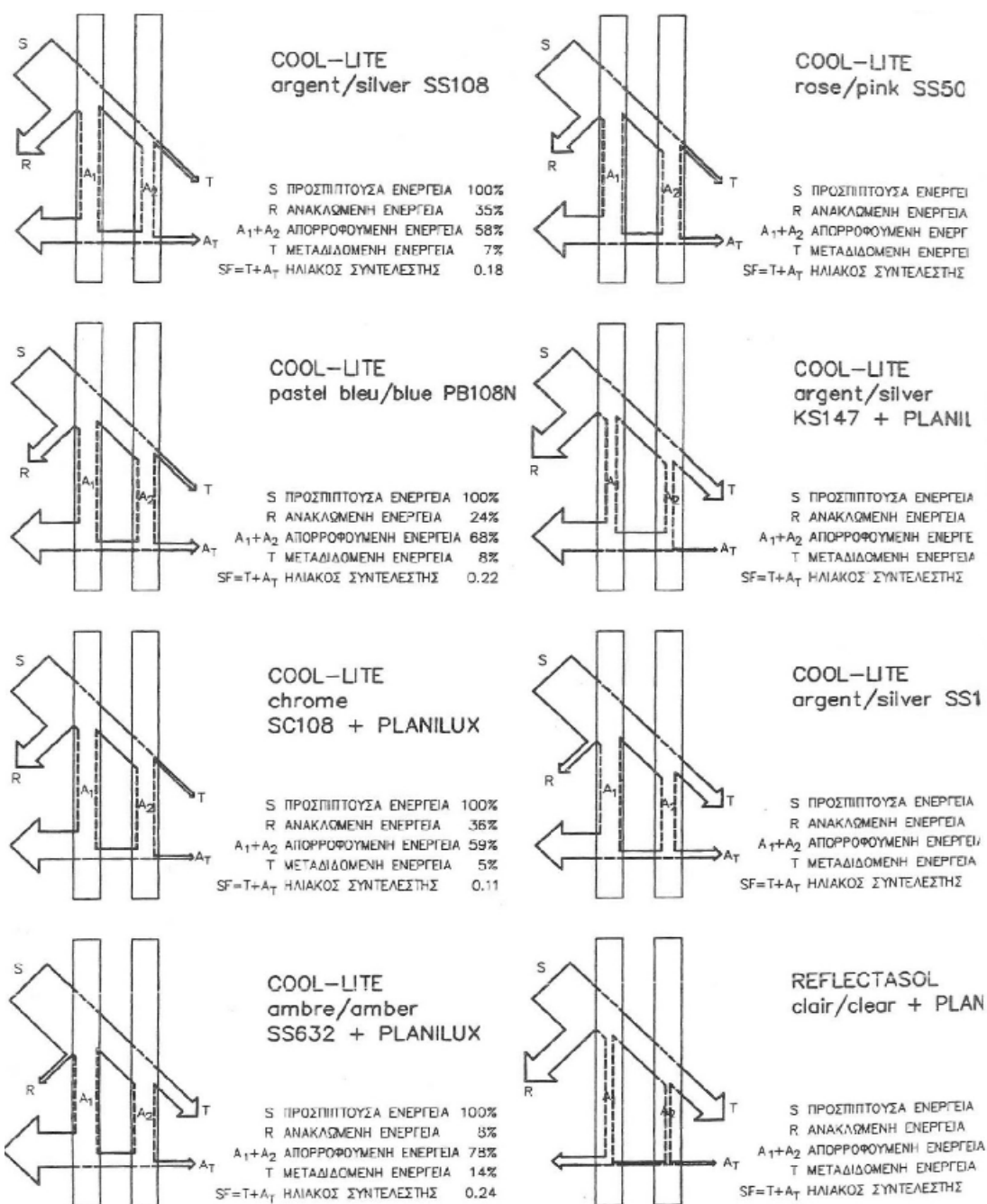
Ο τύπος γυαλιού RESTORER είναι διαθέσιμος και σαν RESTORER light, το οποίο έχει μια πιο λεπτοκαμωμένη ακανόνιστη επιφάνεια από το απλό RESTORER.

B. Γυαλί τύπου ΤΙΚΑΝΑ

Το γυαλί αυτού του τύπου σχεδιάστηκε ειδικά για τη χρήση στα κτίρια με στυλ όπως αυτό του Bauhaus. Αυτό το γυαλί συναντά τις λειτουργικές απαιτήσεις με τον ίδιο τρόπο που αυτό ενεργοποιεί ένα κτίριο και αφήνει μια αισθητική εντύπωση. Επειδή είναι βασισμένο στο γυαλί των παλιών παραθύρων το ΤΙΚΑΝΑ ταιριάζει πολύ με την συνολική εμφάνιση ενός κτιρίου.

Η λεπτοκαμωμένη ακανόνιστη επιφάνειά του τονίζει την εντύπωση της πρόσωσης με αξιοσημείωτο τρόπο δίνοντάς του μια φρέσκια και ζωντανή εικόνα.

2.10 ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ



Πίνακας 2. 4 Διαδικασία διάθλασης σε υαλοπίνακες

2.11 ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΛΩΝ ΚΑΙ ΔΙΠΛΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

Τύπος κρυστάλλων	Πάχος			Δείκτης μειώ- σεως του ήχου		
	Κρύσταλλο χλστ.	Αέρας χλστ.	Σύνολο χλστ.	Rw dB	Froad dB(A)	
Μονό κρύσταλλο (1)			4	32	38	
			5	32	29	
			6	33	30	
			8	34	32	
			10	35	33	
			12	36	34	
			33	37	34	
				38	35	
Κενονικό Μενωτικό Κρύσταλλο (1)	4 + 4			33	28	
	4 + 6			35	30	
	5 + 5			33	29	
	6 + 6			34	30	
	6 + 8			36	32	
	8 + 10			38	35	
	10 + 12			38	34	
Κρύσταλλα σε φύλλα (1)	3 + 3			34	31	
	3 + 3			35	32	
	4 + 4			36	34	
	5 + 5			38	35	
	6 + 6			39	36	
	6 + 6 + 6			40	37	
Κρύσταλλα Contrasonor (2) Για μέσες και υψηλές συχνότητες	G 22/37			37	27	
	G 24/36			38	28	
	G 26/39			39	30	
	G 32/40			40	32	
	HD 27/43			43	34	
	HD 33/47			47	38	
	HD 36/49			49	40	
	HD 42/51			51	42	
	Κρύσταλλα Contrasonor (3) για χαμηλές συχνότητες	33/16 - 33/22			37	33
		35/20 - 35/26			39	35
38/23 - 38/29				43	38	
40/31				44	40	
43/40				46	43	

Όροι μετρήσεων :

(1) Οι μετρήσεις έγιναν στο εργαστήριο σε κρύσταλλα διαστάσεων 1380X1120 χλστ. που είχαν στερεωθεί σε τοίχο με τη βοήθεια ενός μαλακού σφραγιστικού χωρίς κανένα πλαίσιο.

(2) Μετρήσεις και υπολογισμοί έγιναν σε κρύσταλλα διαστάσεων 1480X1230 χλστ. χωρίς πλαίσιο, βάσει DIN 52210 (Rw) και NF S 31-051 (Froad).

(3) Οι μετρήσεις έγιναν σε κρύσταλλα διαστάσεων 1480X1460 χλστ., στερεωμένων εντός πλαισίων με καλή ηχομόνωση σύμφωνα με NF S31-051 και ISO 140.

ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΑΠΛΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ
ΑΠΟ 100 Hz ΕΩΣ 3150 Hz σε dB

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ σε Hz	Πάχος κρυστάλλου σε mm				
	4	6	8	10	12
100	20	22	23	24	25
125	20	22	24	25	26
160	21	23	25	26	27
200	22	24	26	27	28
250	23	25	27	28	29
315	24	26	28	29	31
400	25	27	29	30	32
500	26	29	30	31	33
630	27	30	31	32	33
800	28	31	32	32	32
1.000	29	31	32	31	29
1.250	30	31	29	27	26
1.600	31	28	26	27	30
2.000	29	25	28	31	34
2.500	26	27	32	35	37
3.150	23	31	35	37	40

ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ
από 100 Hz έως 3150 Hz σε dB

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ σε Hz	Πάχος κρυστάλλου-κενού κρυστάλλου σε mm				
	6	10	7	10	6
	12	12	12	100	200
	6	6	4	6	6
100	21	22	23	26	32
125	27	28	25	29	35
160	27	28	23	32	37
200	23	24	22	34	38
250	25	25	23	36	39
315	28	29	27	38	41
400	29	30	29	40	43
500	31	31	29	40	44
630	32	32	35	44	45
800	33	33	38	45	46
1.000	34	34	40	47	46
1.250	33	34	41	47	46
1.600	31	33	40	48	44
2.000	27	34	39	50	39
2.500	29	35	39	52	41
3150	34	38	43	54	46

Πίνακας 2. 5 Τεχνικά χαρακτηριστικά ηχομόνωσης

2.12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

A) ΑΠΛΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Συνιστάται να ληφθούν υπ' όψιν τα εξής:

- Επιλογή του είδους των υαλοπινάκων που αρμόζει τόσο στην αρχιτεκτονική του έργου, όσο και στις ειδικές απαιτήσεις του έργου (θερμομόνωση, ηχομόνωση, κ.τ.λ.)
- Επιλογή και έλεγχος στερεώσεως των διατομών και των παρεμβυσμάτων υποδοχής των υαλοπινάκων, καθώς και των επιβαλλομένων κενών μεταξύ τους.
- Έλεγχος της αντοχής των επιλεγμένων από απόψεως ταχύτητας ανέμου, μεγέθους κουφώματος, πλευρικών στερεώσεων τους καθώς και του ύψους τους από το έδαφος κ.τ.λ.
- Έλεγχος ότι οι επιλεγμένοι υαλοπίνακες καλύπτουν τις προδιαγραφές της παραγγελίας τους, από πλευράς διαφάνειας, ημιδιαφάνειας (translucence), διαχύσεως (diffusion) και αντοχής.
- Στην περίπτωση χρωματιστών υαλοπινάκων ότι δεν παρουσιάζουν χρωματικές διαφορές.
- Έλεγχος ότι οι υαλοπίνακες είναι ορθογωνισμένοι, ώστε να εξασφαλίζουν τις ίδιες προβλεπόμενες από την κάσσα (λόγω συστολών- διαστολών) αποστάσεις.

B) ΔΙΠΛΩΝ ΜΟΝΩΤΙΚΩΝ & ΛΟΙΠΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Εκτός των προαναφερόμενων παρατηρήσεων για τους μονούς απλούς υαλοπίνακες, για τους διπλούς, για τους τριπλούς κ.τ.λ. θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν τα εξής:

- Τα επιλεγμένα διπλά ή τριπλά κρύσταλλα πρέπει να καλύπτουν τις τεθείσες προδιαγραφές από πλευράς αντοχής, θερμομονώσεως και ηχομονώσεως, διαφάνειας, ημιδιαφάνειας και διαχύσεως του φωτός.
- Η τοποθέτηση των κρυστάλλων θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους τοπικούς κανονισμούς, ώστε να παρέχουν κάθε προκαθορισθείσα αντοχή και ασφάλεια.

- Αντίστοιχα με τα επιλεγμένα διπλά- τριπλά κρύσταλλα θα πρέπει να τηρούνται όλες οι οδηγίες των παραγωγών των κρυστάλλων σε ότι αφορά τους αρμούς τους αρμούς και τα κατάλληλα υλικά που θα πρέπει να αντέχουν στις θερμοκρασίες και τις θερμοκρασιακές μεταβολές της περιοχής.

2.13 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΧΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Η επιλογή του κατάλληλου πάχους των υαλοπινάκων θα πρέπει να βασίζεται στη μελέτη των εξής στοιχείων:

- Την αντοχή τους στη μέγιστη ταχύτητα ανεμοπιέσεως της περιοχής προσαυξημένης κατά 15%.
- Του μεγέθους του εξεταζόμενου ανοίγματος του υαλοπίνακος.
- Τη σχέση της μεγάλης πλευράς προς τη μικρή πλευρά του ανοίγματος.
- Τα σημεία στηρίξεως του υαλοπίνακα.

Σε ότι αφορά τα μονά κρύσταλλα που στερεώνονται στις τέσσερις πλευρές τους, ο υπολογισμός του ελάχιστου πάχους καθορίζεται με τον τύπο:

$$e = \sqrt{\frac{EP}{72}} \text{ όπου}$$

E = το εμβαδόν του υαλοπίνακα

P = η ανεμοπίεση σε PASCAL με προσαύξηση για λόγους ασφαλείας κατά 15%.

Στην περίπτωση που τα κρύσταλλα στερεώνονται στις τρεις πλευρές και η μικρή πλευρά L_1 δεν στερεώνεται, ισχύει ο τύπος:

$$e = \frac{\overline{L_1} \sqrt{P}}{4,9} \text{ όπου}$$

L_1 = το μήκος της μικρής πλευράς.

Όταν τα κρύσταλλα στερεώνονται στις τρεις πλευρές ενώ η μία από τις μεγάλες πλευρές L_2 δεν στερεώνεται ισχύει ο τύπος:

$$e = 3L_2 \frac{\sqrt{P}}{4,9}$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Έστω ότι θέλουμε να υπολογίσουμε αριθμητικώς το απαιτούμενο πάχος μονού υαλοπίνακα με πλευρές $L_1= 2.48\text{m}$ και $L_2=2.00\text{m}$ Εμβαδόν= 4.96m^2 πακτωμένου και στις τέσσερις πλευρές επί πλαισίου αλουμινίου ή χάλυβος σε περιοχή που έχει παρουσιαστεί ανεμοπίεση $\max 130$ χλμ/ώρα ήτοι 782 Pascals. Κατ' αρχήν και για μεγαλύτερη ασφάλεια προκειμένου να αντιμετωπίσουμε έναν επί πλέον στροβιλισμό, προσθέτουμε 15% επί πέραν της διαπιστωθείσας μέγιστης ανεμοπίεσεως στην περιοχή ήτοι $782 \times 1.15 = 899$ P. Τέλος υπολογίζουμε τον λόγο της μεγαλύτερης προς τη μικρή διάσταση του υαλοπίνακα, ο οποίος στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι $\frac{2.48}{2.00} = 1.24 < 3$ και

σύμφωνα με τις ως άνω τιμές και την εξίσωση $e = \sqrt{\frac{EP}{72}}$ όπου:

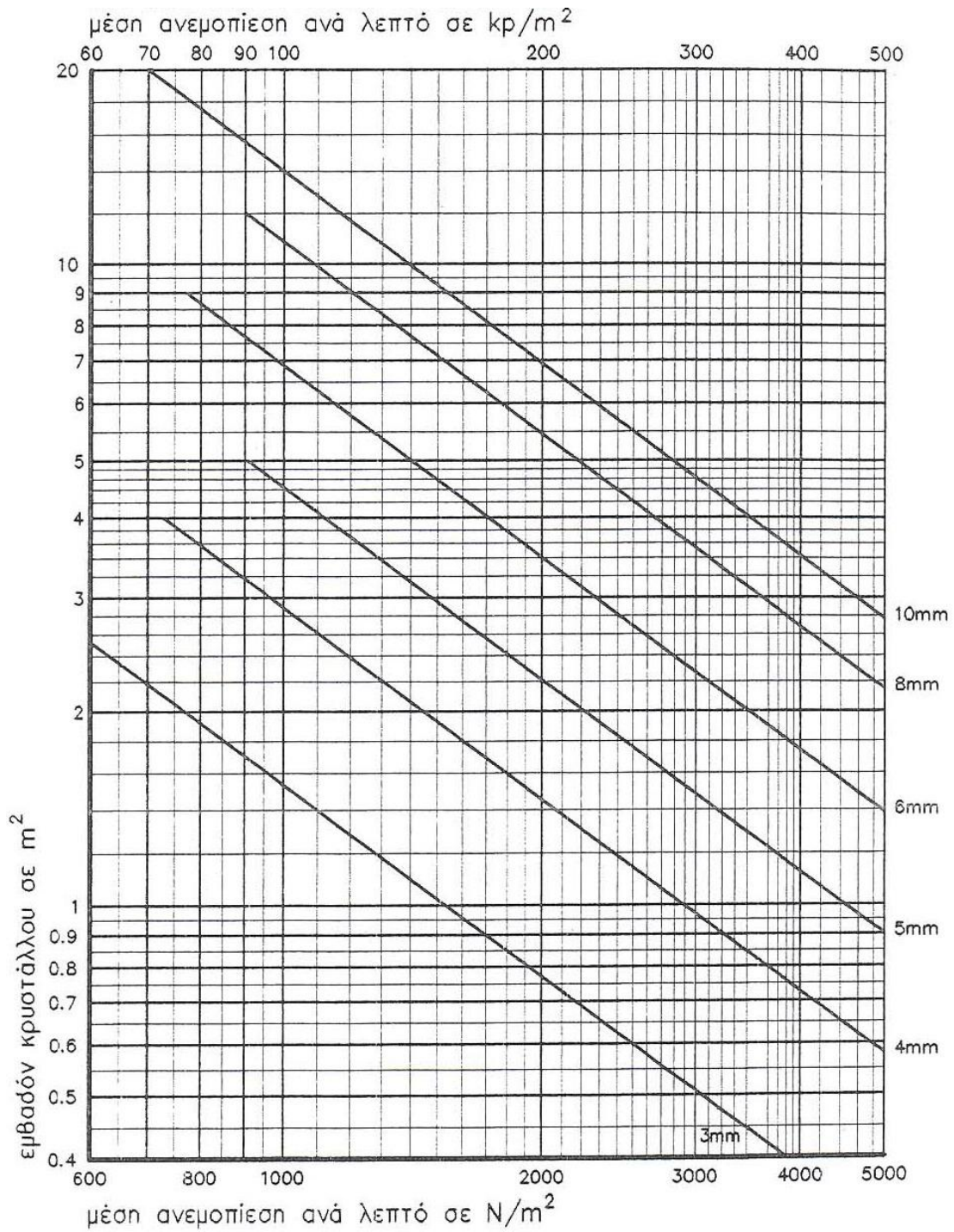
E = το εμβαδόν του υαλοπίνακα

P = η ανεμοπίεση σε PASCAL με προσαύξηση για λόγους ασφαλείας κατά 15%

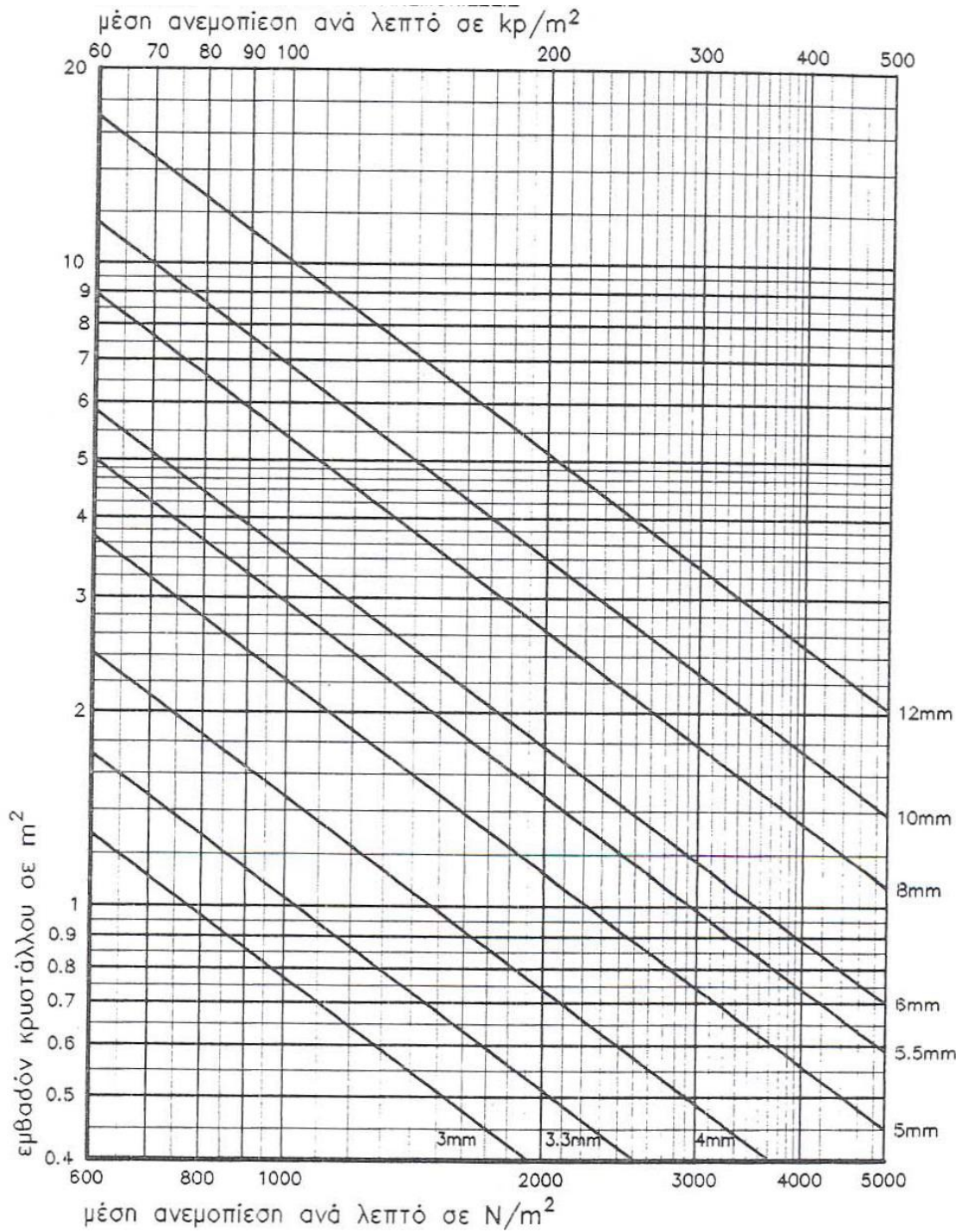
$$e = \sqrt{\frac{4.96 \times 8.99}{72}} = \sqrt{61.93} = 7.86 \text{ χλστ.}$$

Άρα για το συγκεκριμένο άνοιγμα με τις ως άνω προϋποθέσεις στερεώσεως, ανεμοπίεσεων, κ.τ.λ., ένας υαλοπίνακας θα πρέπει να έχει πάχος 8 χλστ. Για να αντέξει.

ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Διάγραμμα 2. 1 Διαφανές διπλό κρύσταλλο και ανεμοπιέσεις



Διάγραμμα 2. 2 Διαφανές κρύσταλλο και ανεμοπιέσεις

ΠΑΧΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Κρύσταλλο χλστ.	ΠΑΧΟΣ		ΑΝΩΤΑΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΜΒΑΔΑ				ΒΑΡΟΣ Kg/ m ²
	Χώρος mm	Σύνολον mm	Μηκος mm	Πλάτος mm	Εμβαδόν mm ²	Συνελεστής l / w	
4 + 4	6	14,5	2.400	1.410	3,38	6	21
4 + 4	8	16,5	3.000	1.820	3,50	6	21
4 + 4	10	18,5	3.000	1.820	3,50	6	21
4 + 4	12	20,0	3.000	1.820	3,50	6	21
4 + 4	15	23,0	3.000	1.820	3,50	6	21
5 + 5	6	16,5	3.000	1.850	3,50	15	26
5 + 5	8	18,5	3.000	1.850	4,20	15	26
5 + 5	10	20,5	3.000	2.300	6,00	10	26
5 + 5	12	22,0	3.500	2.450	6,00	10	26
5 + 5	15	25,0	3.500	2.450	6,00	10	26
6 + 6	6	18,5	5.000	2.050	4,20	20	31
6 + 6	8	20,5	5.000	2.450	6,00	20	31
6 + 6	10	22,5	5.000	2.780	8,00	10	31
6 + 6	12	24,0	5.000	2.780	8,00	10	31
8 + 8	8	24,5	5.000	2.900	8,50	10	41
8 + 8	10	26,5	6.000	3.080	10,00	10	41
8 + 8	12	28,0	6.000	3.080	12,00	10	41
10 + 10	8	28,0	6.000	3.080	10,00	10	51
10 + 10	10	30,0	6.000	3.080	15,00	10	51
10 + 10	12	32,0	7.000	3.080	15,00	10	51

Πίνακας 2. 6 Πάχη και διαστάσεις υαλοπινάκων

ΤΥΠΟΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΠΥΡΑΝΤΙ - ΣΤΑΣΕΩΣ ΛΕΠΤΑ	ΠΑΧΟΣ ΧΛΣΤ.	ΑΝΩΤΑΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΧΛΣΤ	ΒΑΡΟΣ Kg/m ²	ΜΕΙΩΣΗ ΗΧΟΥ dB ΗΧΟΑΠΟΡ- ΡΟΦΗΤΙΚΟ ΤΗΤΑ
30 - 12	30	22	1500 X 2000	39	41
30 - 15	30	25	1500 X 2000	42	42
60 - 22	60	32	1500 X 2000	50	44
60 - 28	60	38	1500 X 2000	56	45
90 - 50	90	60	1200 X 2000	80	49
120 - 65	120	81	1200 X 2000	115	52

Πίνακας 2. 7 Τύπος, βάρος, διαστάσεις & ηχομόνωση κρυστάλλων πυροπροστασίας SECURIFLAM, CONTRAFLAM ή παρεμφερή

2.14 ΧΡΗΣΗ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Τα παράθυρα των κτιρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας.

Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων.

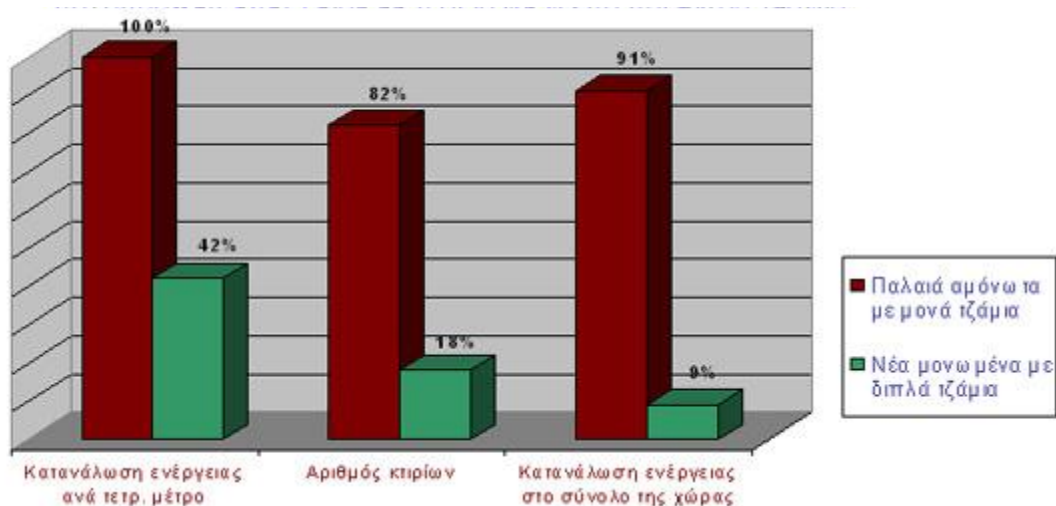
Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.



Εικόνα 2. 6 Χειμώνας



Εικόνα 2. 7 Καλοκαίρι



Πίνακας 2. 8 Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια

Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να

πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Η εξοικονομούμενη ενέργεια από κάθε επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος του κτιρίου, εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά και το κλίμα της περιοχής. Ενδεικτικά το ΚΑΠΕ προσομοίωσε ένα τυπικό διαμέρισμα 100 τετραγωνικών μέτρων σε 4 πόλεις με χαρακτηριστικό κλίμα στην Ελλάδα και υπολόγισε την εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιφέρει η αντικατάσταση παλαιών παραθύρων με μονά τζάμια με νέα, τα οποία θα έχουν διπλούς υαλοπίνακες τριών τύπων (συνήθη διπλό με διάκενο 4 και 6 χιλιοστά και διπλό χαμηλής εκπομπής με υλικό πλήρωσης αργό). Το ποσό της εξοικονομούμενης ενέργειας που προκύπτει για κάθε τύπο υαλοπίνακα και του αντίστοιχου πετρελαίου σε ετήσια βάση παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Πίνακας 2. 9 Εξοικονόμηση ενέργειας/πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα από τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από τα τζάμια καθώς και από τη βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων που συνεπάγεται την εξάλειψη των διαρροών του αέρα από χαραμάδες.

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο.

Σημαντικός δείκτης της θερμομονωτικής ικανότητας ενός συστήματος υαλοπίνακα είναι η θερμοπερατότητα, η οποία δίνεται από τους κατασκευαστές με την τιμή (K ή U) και εκφράζεται σε $W/m^2 \text{ } ^\circ C$. Εκτός όμως από την θερμοπερατότητα, και άλλες ιδιότητες επηρεάζουν τη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά ενός παραθύρου ή τζαμιού (αεροπερατότητα, φωτοδιαπερατότητα, συντελεστής εκπομπής, κ.ά.), η οποία αφορά τη θερμική και αλλά και την οπτική άνεση που προσδίδει το παράθυρο και τη συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπάρχει ένα εύρος από ενεργειακά αποδοτικούς τύπους υαλοπινάκων και κουφωμάτων που μπορεί να επιλέξει κανείς για το κτίριό του, ανάλογα με τη χρήση του και το μέγεθος του κτιρίου καθώς και το κόστος του κάθε συστήματος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει ο αγοραστής να ζητά από τον κατασκευαστή να τον ενημερώνει τουλάχιστον για την θερμοπερατότητα του παραθύρου που θα τοποθετήσει.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται ενδεικτικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους υαλοπινάκων (μονών-διπλών, απλών ή χαμηλής εκπομπής, με πλήρωση αέρα ή αργό στο διάκενο).

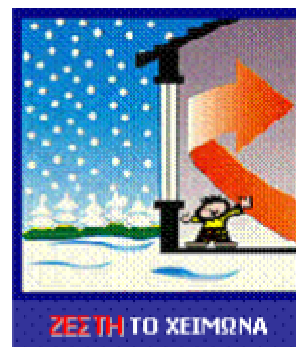
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m^2K)
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

Πίνακας 2. 10 Συντελεστές θερμοπερατότητας για υαλοπίνακες διαφόρων τύπων

ΕΙΔΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ



Εικόνα 2. 8 Καλοκαίρι



Εικόνα 2. 9 Χειμώνας

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

2.15 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Η σωστή επιλογή των υαλοπινάκων έχει σημαντικές επιπτώσεις, τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια, όσο και στη δημιουργία ευχάριστου και πιο άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος, καθώς επηρεάζει την ηλιοπροστασία και τη φωτεινότητα, εμποδίζοντας συγχρόνως τη θάμβωση ενός χώρου.

Η επιτυχημένη επιλογή του είδους των υαλοπινάκων μέσα από την πολύ μεγάλη ποικιλία αυτών θα πρέπει να βασίζεται συγχρόνως:

- Στις δραστηριότητες των ενοίκων του κτιρίου.
- Στον προσανατολισμό των υαλοστασίων του κτιρίου.
- Στην ικανοποιητική θερμομόνωση.
- Στην ικανοποιητική ηχομόνωση.
- Στην επιδιωκόμενη σκίαση και ανακλαστικότητα.
- Στις απαιτήσεις εξοικονομήσεως ενέργειας.

Ειδικότερα από βιοκλιματικής απόψεως, οι υαλοπίνακες θα πρέπει να καλύπτουν τις εξής απαιτήσεις:

- Να επιτρέπουν τη μέγιστη δυνατή είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας, συνεισφέροντας στη θέρμανση των χώρων.
- Να ελαχιστοποιούν τις θερμικές απώλειες κατά τους χειμερινούς μήνες.
- Να περιορίζουν στο ελάχιστο την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι μετριάζοντας το φυσικό φωτισμό των χώρων.
- Να εξασφαλίζουν ικανοποιητική οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα η ραγδαία εξέλιξη των βιομηχανιών ελαφρών δομικών υλικών και ιδιαίτερα της παραγωγής ελαφρών μετάλλων, υαλοπινάκων κ.τ.λ. ανέπτυξαν τις δυνατότητες της αρχιτεκτονικής απελευθερώνοντάς την από τα 'βάρη' των δομικών υλικών και τα μικρά ανοίγματά τους.

Ένα από τα βασικά αυτά υλικά είναι οι υαλοπίνακες και οι δυνατότητες που προσφέρουν οι βιομηχανίες παραγωγής τους σε συνδυασμό με την τεχνολογία των ελαφρών μετάλλων.

Από τη λογική του φέροντος τοιχίου από τούβλα, λιθοδομές κ.τ.λ. οι αρχιτέκτονες περνούν στην ανάδειξη σχεδόν 'άυλων' ελαφρών κατασκευών του εξωτερικού περιβλήματος με ότι αυτό συνεπάγεται.

Η μεγάλη αυτή 'πρόκληση' ξεκίνησε από τους διακεκριμένους αρχιτέκτονες **Mies Van de Rohe** (1920), **Frank L. Wright** (1944) με τους ουρανοξύστες στις Η.Π.Α. και συνεχίστηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1980 με την κλασική υάλινη 'πυραμίδα' του Λούβρου του πολύ γνωστού αρχιτέκτονα ΡΕΙ και άλλων αρχιτεκτόνων σε άλλες περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές εφαρμογές.

Από την χρησιμοποίηση των πολύ ελαφρών 'άυλων' σχεδόν στοιχείων του εξωτερικού περιβλήματος των οικοδομών σε πλαγιοκαλύψεις, στέγαστρα σιδηροδρομικών σταθμών, σε κτίρια εκθέσεων (CRYSTAL PALACE), μικρούς και μεγάλους ουρανοξύστες, σε χώρους διεθνών εκθέσεων, προκύπτει ότι η 'εξαύλωση' της αρχιτεκτονικής του 20^{ου} αιώνα έχει εναποτεθεί στα χέρια της δομικής τεχνολογίας.

Όπως σε κάθε νέα ουσιαστική αρχιτεκτονική εξέλιξη, θα πρέπει να προηγηθεί η αναζήτηση, η γνώση και η κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων που προσφέρει η 'υάλινη' αρχιτεκτονική, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της

τεχνολογίας του κλιματισμού και της μεγάλης ποικιλίας των υαλοπινάκων, των διατομών του αλουμινίου και άλλων ελαφρών μετάλλων.

Δεν θα ήταν υπερβολή να επισημανθεί ότι τα διατιθέμενα σήμερα 'νέα' οικοδομικά υλικά μπορούν να δώσουν λύση σε όλα τα πολύπλοκα τεχνολογικά και αισθητικά προβλήματα των νέων οικοδομών για τις οποίες έχουν επιλεγεί σαν υλικό του εξωτερικού περιβλήματος, όπως οι υάλινες προσόψεις.

Ειδικότερα, τα τελευταία χρόνια, τα υαλοπετάσματα αποτελούν μια πολύ διαδεδομένη ελαφρά κατασκευή η οποία χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε κτίρια γραφείων, εμπορικών κέντρων, τραπεζών, εκθεσιακών κέντρων κ.τ.λ.

Τα υαλοπετάσματα είναι αυτομεταφερόμενες κατασκευές που προσαρμόζονται και καλύπτουν τα δομικά στοιχεία των κτιρίων.

Αποτελούνται από ένα σύστημα ειδικών διατομών αλουμινίου με ενισχύσεις στηρίξεώς τους από ανοξείδωτο χάλυβα και ειδικούς, διπλούς συνήθως υαλοπίνακες που στηρίζονται σε αυτά.

Τόσο οι διατομές αλουμινίου όσο και τα στηρίγματά τους έχουν υπολογισθεί έτσι ώστε να αντέχουν τα ίδια φορτία και τις ανεμοπιέσεις της ίδιας κατασκευής των υαλοπινάκων, των συνήθων υαλοπινάκων, των συνήθων ανεμοπιέσεων της περιοχής, τις ειδικές περιπτώσεις χιονιού, έντονων βροχοπτώσεων ακόμα και σεισμού.

3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Τα υαλοπετάσματα αποτελούνται από σκελετό διατομών κατακόρυφων κολώνων και οριζόντιων τραβερσών, οι οποίες κατασκευάζονται από τα εργοστάσια παραγωγής αλουμινίου με αντοχές που τα προστατεύουν από τις καταπονήσεις.

Τα εργοστάσια παραγωγής διατομών αλουμινίου κατάλληλων για υαλοπετάσματα, προσφέρουν πίνακες βάσει των οποίων υπολογίζεται η επάρκεια διατομών ενός συγκεκριμένου έργου.

Συνήθως χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$f = \left(\frac{d}{384} \right) \times \left(\frac{W \cdot L \cdot H^4}{E \cdot I} \right) \text{ όπου}$$

f = το βέλος κάμψεως

W = το ανεμικό φορτίο

E = το μέτρο ελαστικότητας

I = η ροπή αδράνειας της προσαρμογής

H = το ύψος της κολώνας μεταξύ δύο στηριγμάτων

L = το μήκος του οριζώντιου τμήματος του ανοίγματος

3.3 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο σωστός φυσικός φωτισμός των οικοδομών δεν ταυτίζεται συνήθως με τις μεγάλες υάλινες επιφάνειες (υαλοπετάσματα) που χρησιμοποιούνται την τελευταία εικοσαετία σε κτίρια γραφείων κ.τ.λ.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι για την κατανομή της φωτεινότητας και την απόδοση ενός ομοιόμορφου φωτισμού, ένας μεγάλος αριθμός μικρότερων ανοιγμάτων προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα από ότι ένας μικρότερος αριθμός μεγαλύτερων και ενιαίων ανοιγμάτων.

Σε μια πρόσοψη με μεγάλη ενιαία επιφάνεια, μια φωτοτεχνική μελέτη κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να επιλεγούν σε ποιες επιφάνειες θα τοποθετηθούν οι ειδικοί διπλοί (ανακλαστικοί τυχόν) υαλοπίνακες, σε ποιες θέσεις θα μπουν θερμομονωτικά υλικά στις ποδιές των ανοιγμάτων και τι είδος σκίαστρα θα χρησιμοποιηθούν, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί ένας ομοιόμορφος κατά το δυνατόν φωτισμός των εσωτερικών χώρων.

Υπενθυμίζεται ότι ένας φωτοτεχνικός φωτισμός που θα περιορίσει τις μεγάλες επιφάνειες των υαλοπετασμάτων, θα περιορίσει τις θερμικές απώλειες του χειμώνα και την θερμική επιβάρυνση τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.4 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

Οι διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες που θα χρησιμοποιηθούν σε υαλοπετασμάτα, θα πρέπει να καλύπτουν τις εξής προδιαγραφές:

- Αντοχή κατασκευής σύμφωνα με προδιαγραφές ASTM E330 ή παρεμφερής.

- Αντοχή στην πίεση του αέρος σύμφωνα με προδιαγραφές ASTM E238 ή παρεμφερής.
- Αντοχή στην πίεση του νερού σύμφωνα με προδιαγραφές ASTM E331 ή παρεμφερής.

Σε ότι αφορά τους διπλούς ή τριπλούς υαλοπίνακες προτείνουμε:

- Να επιλέγονται υαλοπίνακες που κατασκευάζονται (συντίθενται) σε βιομηχανίες κατασκευής υαλοπινάκων ή σε ειδικά εργαστήρια όπου αφ' ενός τηρούνται οι προδιαγραφές και αφ' ετέρου υπάρχει ο έλεγχος κατασκευής τους.
- Τα χρησιμοποιούμενα υλικά συγκολλησεως τους να είναι σιλικόνη δύο συστατικών ή βουτύλιο που έχει τη δυνατότητα να διαστέλλεται μέχρι και 20mm.
- Για την περιφερειακή συγκράτηση των υαλοπινάκων να χρησιμοποιούνται διατομές αλουμινίου ή ανοξείδωτου χάλυβα.

3.5 ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΑΕΡΑ

Ο αέρας που προέρχεται από τον εξωτερικό χώρο πρέπει να ανανεώνεται πλήρως κάθε δύο ώρες και να θερμαίνεται τόσο, ώστε η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου να παραμένει όπως προβλέπεται από τη σχετική μελέτη θερμάνσεως- κλιματισμού.

Σε ότι αφορά τα κουφώματα και τα υαλοπετάσματα επειδή δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη και πλήρης νομοθεσία, συνήθως αποδεχόμαστε μία ανανέωση 1/10 της αντιστοίχου των κουφωμάτων. Πιο συγκεκριμένα για να έχουμε μια ανανέωση αέρος 100 ρ θα πρέπει να προβλέψουμε για κάθε κατηγορία όπως αυτή προσδιορίζεται στην UNI 7979 τα κάτωθι:

- $5\text{m}^3/\text{hm}^2$ για την A_1
- $2\text{m}^3/\text{hm}^2$ για την A_2
- $07\text{m}^3/\text{hm}^2$ για την A_3

3.6 ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ

Όλες οι προσφερόμενες διατομές για την κατασκευή των υαλοπετασμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζουν την υδατοστεγανότητα ανεξαρτήτως:

- Της εντάσεως και της κατευθύνσεως της βροχής.

- Των πιέσεων και των υποπιέσεων το ανέμου και της βροχής.
- Των χρησιμοποιούμενων υλικών κατασκευής των υαλοπετασμάτων.

Παράλληλα για να εξασφαλισθεί η υδατοστεγανότητα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα υλικά μονώσεως αφ' ενός των υαλοπινάκων μετά του σκελετού αλουμινίου και αφ' ετέρου μεταξύ των υαλοπετασμάτων και των δομικών στοιχείων της οικοδομής.

3.7 ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ

A. Σειρά κλασσικού υαλοπετάσματος με εμφανές προφίλ, για οριζόντια και κάθετη τοποθέτηση.



Εικόνα 3. 1 Υαλοπετάσματα με εμφανές προφίλ

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Συνδυάζει τον απλό σχεδιασμό, με την ευκολία στην κατασκευή και αποτελεί μία αξιόπιστη και οικονομική λύση.
- Ο σχεδιασμός του, σε συνδυασμό με τα ελαστικά στεγάνωσης που διαθέτει, επιτυγχάνει άριστη απορροή των υδάτων.
- Παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία προφίλ, η οποία καλύπτει κάθε δυνατή εφαρμογή.
- Διαθέτει προβαλλόμενα παράθυρα σχεδιασμένα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην ξεχωρίζουν οπτικά από την υπόλοιπη κατασκευή (κρύσταλλα από 6-32 mm).

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Κλασσικό υαλοπέτασμα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική)

Β. Σειρά κλασικών υαλοπετασμάτων σε δύο διαφορετικές εκδόσεις

1η : M1, με εμφανές προφίλ αλουμινίου 55 mm οριζόντια και κάθετα

2η : M2, με το εμφανές προφίλ να χρησιμοποιείται είτε μόνο κάθετα είτε μόνο οριζόντια.

Η ιδιότητα αυτή δίνει στον αρχιτέκτονα τη δυνατότητα να τονίσει σε ένα κτίριο, τους κάθετους ή τους οριζόντιους αρμούς του καννάβου.

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Κλασσικό υαλοπέτασμα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm.
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης.
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	
Κράμα αλουμινίου	AlMgSi0.5 F22 6060 (DIN 1725)
Σκληρότητα	12-14 HB
Ελάχιστο πάχος Βαφής (H/B)	0.75 mm
Πάχος διατομών (min-max)	1,8 - 5,0 mm
Έλεγχος διαστάσεων διατομών	Κατά DIN 17615
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ	
Βασικό πλάτος σειράς	55 mm
Μέγιστη ροπή αδράνειας	Έως 2073 cm ⁴
Είδος υαλοπίνακα που μπορεί να δεχθεί	Μονός, διπλός ή τριπλός έως 52 mm
Είδος στεγάνωσης	Ελαστικά EPDM τοποθετημένα σε δύο επίπεδα

Πίνακας 3. 1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών

Γ. Σειρά κλασσικού υαλοπέτασματος με εμφανές προφίλ, για οριζόντια ή κάθετη τοποθέτηση



Εικόνα 3.2 Κλασσικό υαλοπέτασμα με εμφανές προφίλ

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Δυνατότητα ιδιαίτερων αρχιτεκτονικών αισθητικών παρεμβάσεων, που τονίζουν την οριζόντια και κάθετη διαγράμμιση του κτιρίου.
- Οι αρμοί του πληρούνται με ειδικό ελαστικό EPDM ή σιλικόνη, δίνοντας την αίσθηση μιας συνεχούς γυάλινης επιφάνειας, πετυχαίνοντας παράλληλα τη μέγιστη δυνατή στεγάνωση.
- Στην περίπτωση όπου δεν χρησιμοποιείται εμφανές καπάκι στην πρόσοψη, μπορούν να ενσωματωθούν προβαλλόμενα παράθυρα, τα οποία όταν είναι κλειστά και σχηματίζουν μια ενιαία επιφάνεια με τα υπόλοιπα κρύσταλλα.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Κλασσικό υαλοπέτασμα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm.
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης.
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική.

Δ. Σειρά κλασσικών υαλοπετασμάτων σε δύο διαφορετικές εκδόσεις

1η : M1, με εμφανές προφίλ αλουμινίου 55 mm οριζόντια και κάθετα

2η : M2, με το εμφανές προφίλ να χρησιμοποιείται είτε μόνο κάθετα είτε μόνο οριζόντια.

Η ιδιότητα αυτή δίνει στον αρχιτέκτονα την δυνατότητα να τονίσει σε ένα κτίριο τους κάθετους ή τους οριζόντιους αρμούς του καννάβου.

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Κλασσικό υαλοπέτασμα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης.
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	
Κράμα αλουμινίου	AlMgSi0.5 F22 6060 (DIN 1725)
Σκληρότητα	12-14 HB
Ελάχιστο πάχος Βαφής (H/B)	0.75 mm
Πάχος διατομών (min-max)	1,8 □ 5,0 mm
Έλεγχος διαστάσεων διατομών	Κατά DIN 17615
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ	
Βασικό πλάτος σειράς	55 mm
Μέγιστη ροπή αδράνειας	Έως 2073 cm ⁴
Είδος υαλοπίνακα που μπορεί να δεχθεί	Μονός, διπλός ή τριπλός έως 52 mm
Είδος στεγάνωσης	Ελαστικά EPDM τοποθετημένα σε δύο επίπεδα

Πίνακας 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών

Ε. Σειρά υαλοπετάσματος με εμφανές αλουμίνιο

Εικόνα 3.3 Υαλοπέτασμα με εμφανές αλουμίνιο

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55mm
- Δυνατότητα χρήσης θερμομονωτικών φύλλων
- Κατασκευή προβαλλομένου χωρίς εμφανές πλαίσιο εξωτερικά ή εσωτερικά

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Υαλοπετάσματα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης

- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική

ΣΤ. Σειρά υαλοπετασμάτων, είτε με εμφανές αλουμίνιο 16 mm, είτε χωρίς εμφανές αλουμίνιο

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Υαλοπετάσματα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Δυνατότητα χρήσης θερμομονωτικών φύλλων
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης
- Κατασκευή προβαλλομένου χωρίς εμφανές πλαίσιο εξωτερικά ή εσωτερικά
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	
Κράμα αλουμινίου	AlMgSi0.5 F22 6060 (DIN 1725)
Σκληρότητα	12-14 HB
Ελάχιστο πάχος Βαφής (H/B)	0.75 mm
Πάχος διατομών (min-max)	1,8 □ 5,0 mm
Έλεγχος διαστάσεων διατομών	Κατά DIN 17615
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ	
Βασικό πλάτος σειράς	55 mm
Μέγιστη ροπή αδράνειας	Έως 2073 cm ⁴
Είδος υαλοπίνακα που μπορεί να δεχθεί	Μονός, διπλός ή τριπλός έως 52 mm
Είδος στεγάνωσης	Ελαστικά EPDM τοποθετημένα σε δύο επίπεδα

Πίνακας 3. 3 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών

Ζ. Το 'οικολογικό' υαλοπέτασμα



Εικόνα 3. 4 Οικολογικό υαλοπέτασμα

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Με βασική κολώνα, που του επιτρέπει τη δημιουργία και εσωτερικού τοιχώματος, μέσα στο οποίο διακινείται ελεγχόμενα φιλτραρισμένος αέρας
- Με διάκενο, στο οποίο υπάρχει αρκετός χώρος για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στοιχείων (συνήθως περισσότερο από τα 2/3 μιας πρόσοψης)
- Είναι από τα ελάχιστα οικολογικά συστήματα προσόψεων κτιρίων που υπάρχουν στην παγκόσμια αγορά, ενώ υπάρχει και σε θερμοδιακοπτόμενη έκδοση, για αυξημένες θερμομονωτικές απαιτήσεις.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Εξωτερική εμφάνιση και τεχνικά χαρακτηριστικά όμοια με το M3 και M4
- Υψηλή θερμομόνωση και ηχομόνωση
- Διάκενο 10 cm ανάμεσα στα τζάμια
- Δείκτης θερμομόνωσης 0.4 W/M20 K
- Ηχομόνωση 54 db

Η. Σειρά κλασσικού υαλοπέτασματος με εμφανές αλουμίνιο 55mm

Εικόνα 3. 5 Κλασσικό υαλοπέτασμα με εμφανές αλουμίνιο

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Δύο επίπεδα στεγάνωσης
- Δυνατότητα κατασκευής ανοιγόμενου χωρίς εμφανές πλαίσιο εξωτερικά
- Δυνατότητα χρήσης εξωτερικών καπακιών από inox
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία, είτε εξωτερική είτε εσωτερική

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55mm
- Μεγάλο κανάλι αποστράγγισης

- Πολυαμίδιο 25mm για θερμομόνωση κλάσης 2.1
- Δυνατότητα υλοποίησης "κρυφού" αρμού μόνο οριζόντια ή μόνο κάθετα
- Συνεργάζεται με M11000 και M11500

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Υαλοπετάσματα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Δυνατότητα χρήσης θερμομονωτικών φύλλων
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης
- Κατασκευή προβαλλομένου χωρίς εμφανές πλαίσιο εξωτερικά ή εσωτερικά
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	
Κράμα αλουμινίου	AlMgSi0.5 F22 6060 (DIN 1725)
Σκληρότητα	12-14 HB
Ελάχιστο πάχος Βαφής (H/B)	0.75 mm
Πάχος διατομών (min-max)	1,8 □ 5,0 mm
Έλεγχος διαστάσεων διατομών	Κατά DIN 17615
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ	
Βασικό πλάτος σειράς	55 mm
Μέγιστη ροπή αδράνειας	Έως 2073 cm ⁴
Είδος υαλοπίνακα που μπορεί να δεχθεί	Μονός, διπλός ή τριπλός έως 52 mm
Είδος στεγάνωσης	Ελαστικά EPDM τοποθετημένα σε δύο επίπεδα

Πίνακας 3. 4 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών

Θ. Σειρά υαλοπετάσματος χωρίς εμφανές αλουμίνιο



Εικόνα 3. 6 Υαλοπέτασμα χωρίς εμφανές αλουμίνιο

Γενικά χαρακτηριστικά:

- Δυνατότητα χρήσης θερμομονωτικών φύλλων
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης
- Κατασκευή προβαλλομένου χωρίς εμφανές πλαίσιο εξωτερικά ή εσωτερικά

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Υαλοπετάσματα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική

I. Σειρά υαλοπετασμάτων, είτε με εμφανές αλουμίνιο 16 mm, είτε χωρίς εμφανές αλουμίνιο**Βασικά χαρακτηριστικά:**

- Υαλοπετάσματα με πλάτος κολώνας και τραβέρσας 55 mm
- Δυνατότητα χρήσης θερμομονωτικών φύλλων
- Δύο επίπεδα στεγάνωσης
- Κατασκευή προβαλλομένου χωρίς εμφανές πλαίσιο εξωτερικά ή εσωτερικά
- Ειδικές διατομές για οποιαδήποτε γωνία είτε εξωτερική είτε εσωτερική

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	
Κράμα αλουμινίου	AlMgSi0.5 F22 6060 (DIN 1725)
Σκληρότητα	12-14 HB
Ελάχιστο πάχος Βαφής (H/B)	0.75 mm
Πάχος διατομών (min-max)	1,8 □ 5,0 mm
Έλεγχος διαστάσεων διατομών	Κατά DIN 17615
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ	
Βασικό πλάτος σειράς	55 mm
Μέγιστη ροπή αδράνειας	Έως 2073 cm ⁴
Είδος υαλοπίνακα που μπορεί να δεχθεί	Μονός, διπλός ή τριπλός έως 52 mm
Είδος στεγάνωσης	Ελαστικά EPDM τοποθετημένα σε δύο επίπεδα

Πίνακας 3. 5 Τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών

3.8 ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ

A. Τόσο στα μεγάλα ανοίγματα των σύγχρονων κτιρίων όσο και στις προσόψεις με υαλοπετάσματα, χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια ειδικά ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα τύπου **E CONTROL** ή παρεμφερή που είναι κατάλληλα να επιτύχουν πλήρη έλεγχο επί των εναλλασσομένων συνθηκών του εξωτερικού περιβάλλοντος ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα θάμβωσης και υπερθερμάνσεως των εσωτερικών των κτιρίων.

Τα ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα **E CONTROL** προσφέρονται να ρυθμίσουν την ηλιακά ακτινοβολία που σε ορισμένες εποχές του έτους εκτός των άλλων προκαλεί ανεπιθύμητη υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων και θάμβωση.

Είναι κατασκευασμένα, είτε από δύο λεπτά επικολλημένα φύλλα κρυστάλλων και ένα ενδιάμεσο φύλλο χαμηλής θερμικής απορροφητικότητας με το οποίο μπορούν και ελέγχουν την ηλιακά υπεριώδη ακτινοβολία καθώς και θερμοπερατότητα, είτε με δύο ηλεκτροχρωμικά με διάκενο 16 χλστ. που πληρούνται με ειδικό αέριο, συνολικού πάχους 29 χλστ.

Τα ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα παρέχουν ακόμη τη δυνατότητα μεταβολής του χρώματός τους κατά βούληση με την ενσωμάτωση μιας ειδικής μεμβράνης στην εσωτερική τους πλευρά. Είναι συνδεδεμένα με ένα απλό ηλεκτρικό σύστημα ανόδου-καθόδου, που δημιουργεί ροή ρεύματος από τη σύνδεση υλικών διαφορετικού δυναμικού.

Ο έλεγχος τέλος της ηλιακής ακτινοβολίας επιτυγχάνεται με ένα ηλεκτρικό διακόπτη που είναι ενσωματωμένος στο σύστημα ενεργειακής διαχείρισεως του κτιρίου που δίνει εντολή για μεταβολή του χρώματος των κρυστάλλων ανάλογα με την εποχή, την ώρα και τις συνθήκες περιβάλλοντος. Όσο το χρώμα γίνεται σκουρότερο τόσο μειώνονται τα ηλιακά κέρδη του εσωτερικού χώρου καθώς και η θάμβωση.

B. Στα πλεονεκτήματα των ηλεκτροχρωμικών κρυστάλλων περιλαμβάνονται:

- Η σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας
- Η θερμομόνωσή τους
- Η μείωση των αερόφερτων ήχων κατά 42 dB

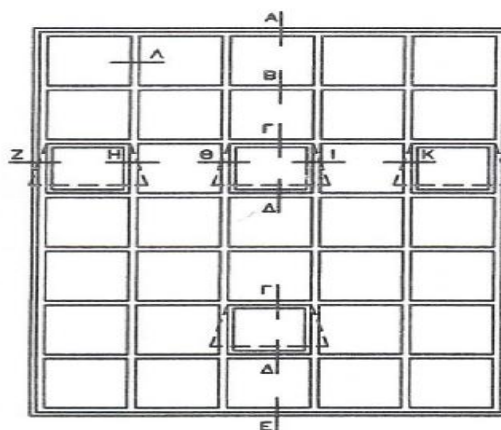
- Η προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία.
- Η ελαχιστοποίηση κινδύνου τραυματισμού σε περίπτωση θραύσεως.

3.9 ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ

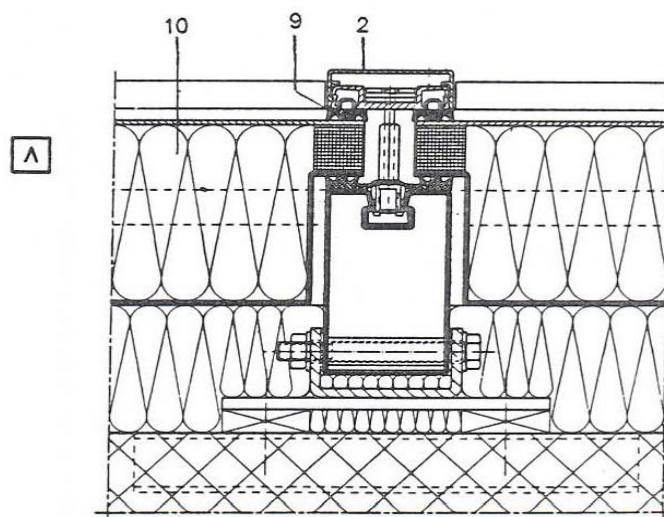
Α.Υαλοπετάσματα με διατομές Χάλυβος – αλουμινίου (JANSEN)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

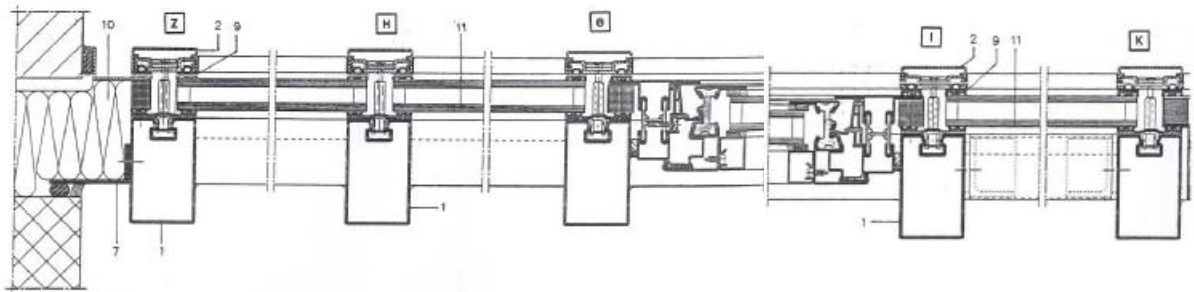
- 1 ΧΑΛΥΒΔΙΝΕΣ ΚΟΛΩΝΕΣ
- 2 ΚΑΛΥΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ
- 3 ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΥ
- 4 ΧΑΛΥΒΔΟΦΥΛΛΑ
- 5 ΔΙΠΛΗ ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ
- 6 ΠΛΑΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
- 7 ΧΑΛΥΒΔΙΝΑ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ
- 8 ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
- 9 ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΑ ΕΛΑΣΤΙΚΑ
- 10 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ
- 11 ΔΙΠΛΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ
- 12 ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ



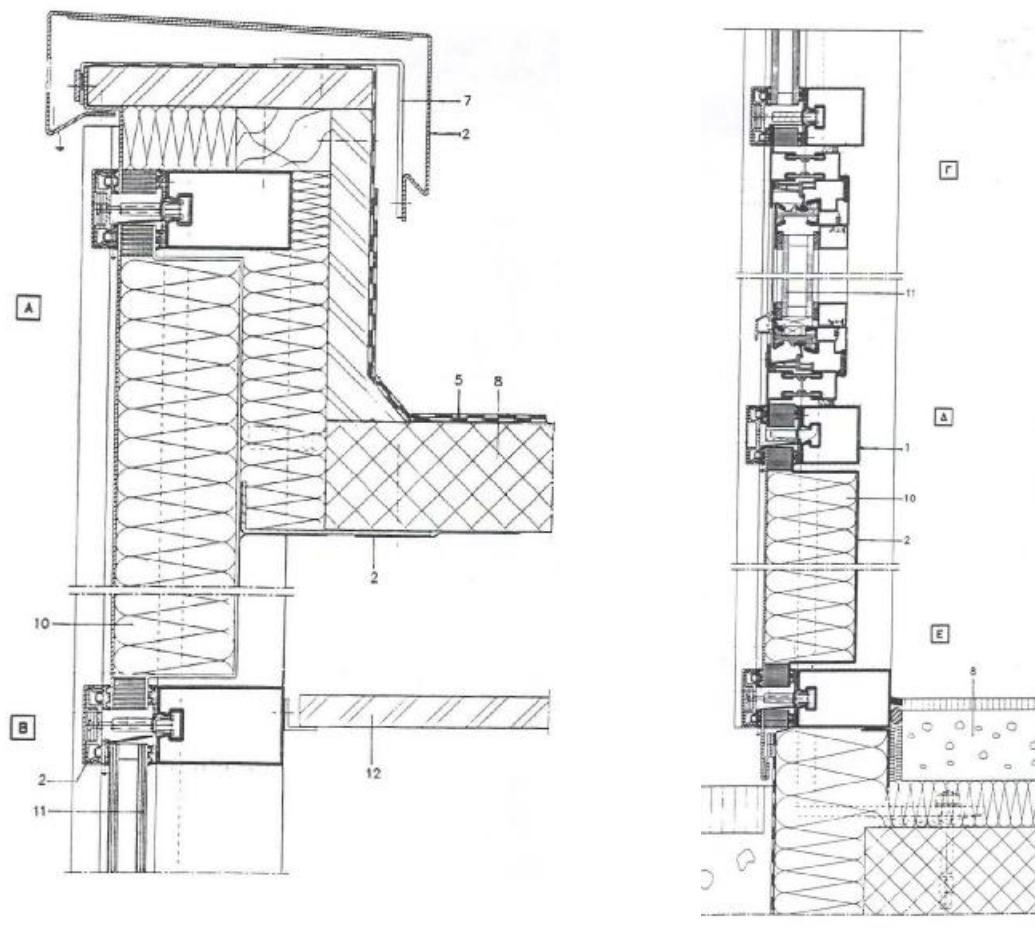
Εικόνα 3. 7 Σχηματική όψη



Εικόνα 3. 8 Τομή σχήματος εικόνας 3.7



Εικόνα 3. 9 Τομή σχήματος εικόνας 3.7

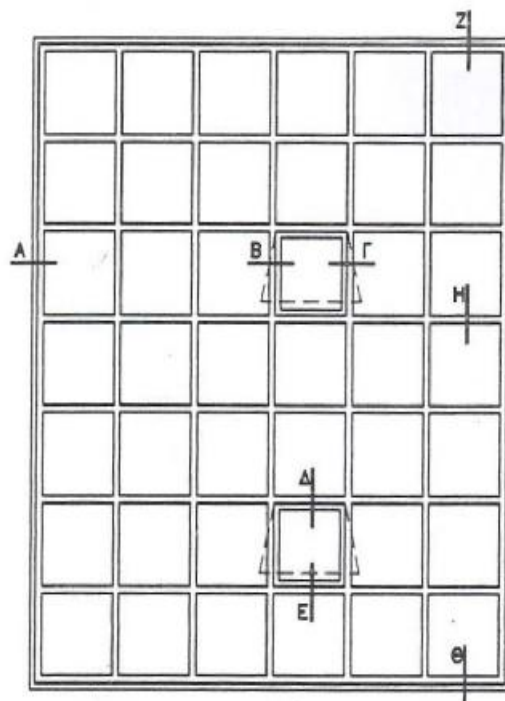


Εικόνα 3. 10 Τομές σχήματος εικόνας 3.7

Β.Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (SCHUCO)²

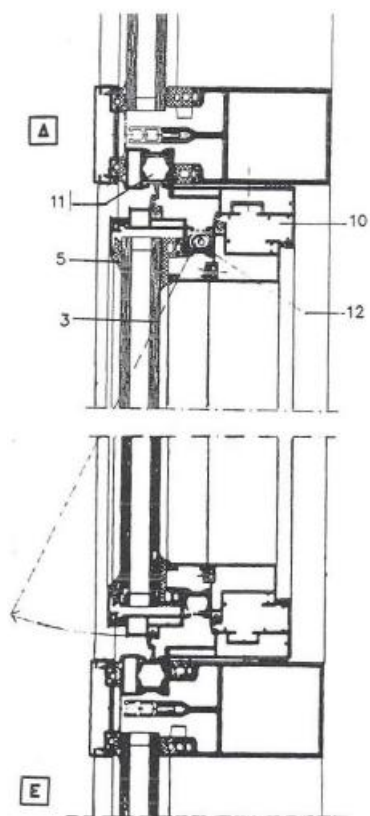
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 1 ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
- 2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ
- 3 ΔΙΠΛΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ
- 4 ΛΑΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ 2 ΧΛΣΤ.
- 5 ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΑ Ε.Ρ.Δ.Μ.
- 6 ΕΓΧΥΤΗ ΣΙΛΙΚΟΝΗ
- 7 ΥΛΙΚΟ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΣ
- 8 ΤΕΛΙΚΟ ΔΑΠΕΔΟ
- 9 ΨΕΥΔΟΡΟΦΗ
- 10 ΚΑΣΣΑ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ
- 11 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑ
- 12 ΣΤΡΟΦΕΥΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ

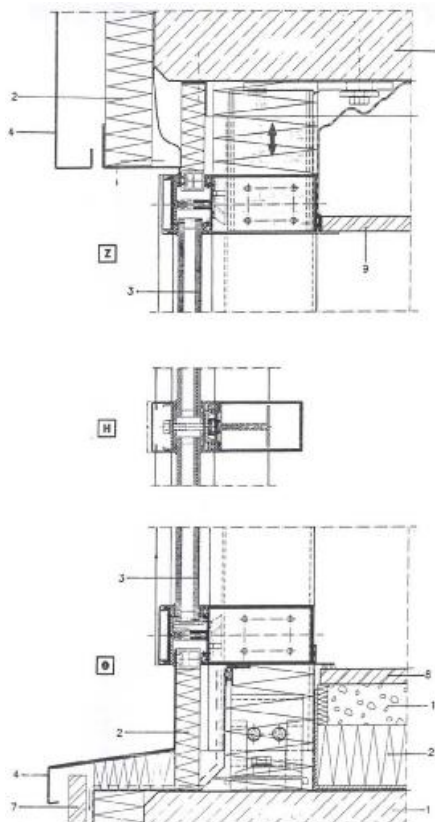


Εικόνα 3. 11 Σχηματική όψη

² Εγχειρίδιο εταιρείας SCHUCO (www.schuco.com)



Εικόνα 3.12 Τομή σχήματος
εικόνας 3.11

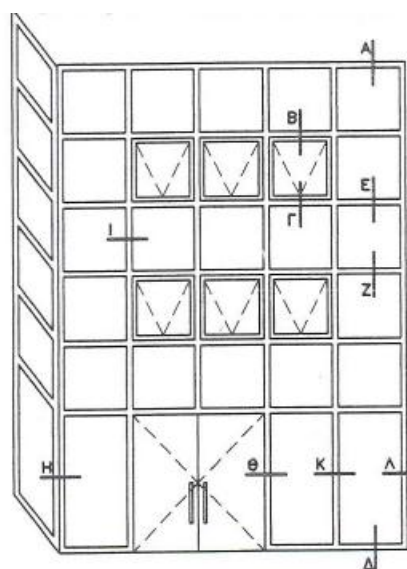


Εικόνα 3.13 Τομές σχήματος
εικόνας 3.11

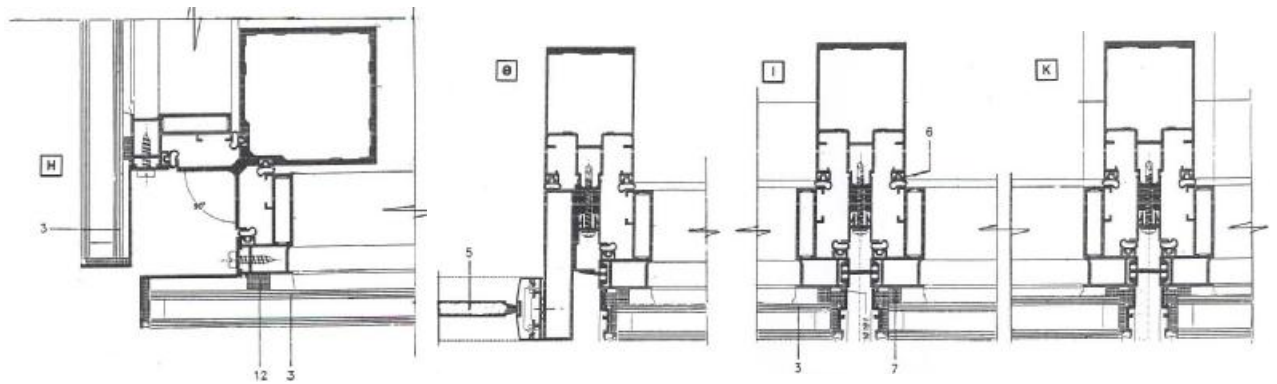
Γ.Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (ALMACO)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

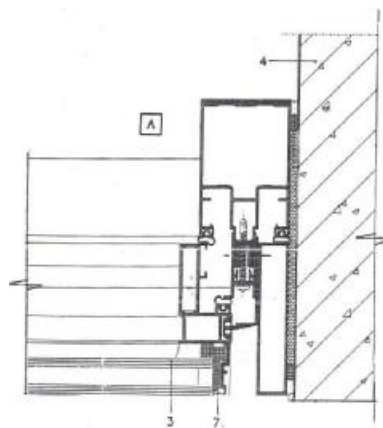
- 1 ΛΑΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ 2 ΧΛΣΤ.
- 2 ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗ
- 3 ΔΙΠΛΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ
- 4 ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
- 5 ΦΥΛΛΟ ΠΟΡΤΑΣ SECURIT
- 6 ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑ Ε.Ρ.Δ.Μ.
- 7 ΣΙΛΙΚΟΝΗ Ή ΘΕΙΟΚΟΛΛΑ
- 8 ΣΩΛΗΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΣ
- 9 ΦΥΛΛΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ 2 ΧΛΣΤ.
- 10 ΜΟΝΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ
- 11 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ
- 12 ΣΙΛΙΚΟΝΗ



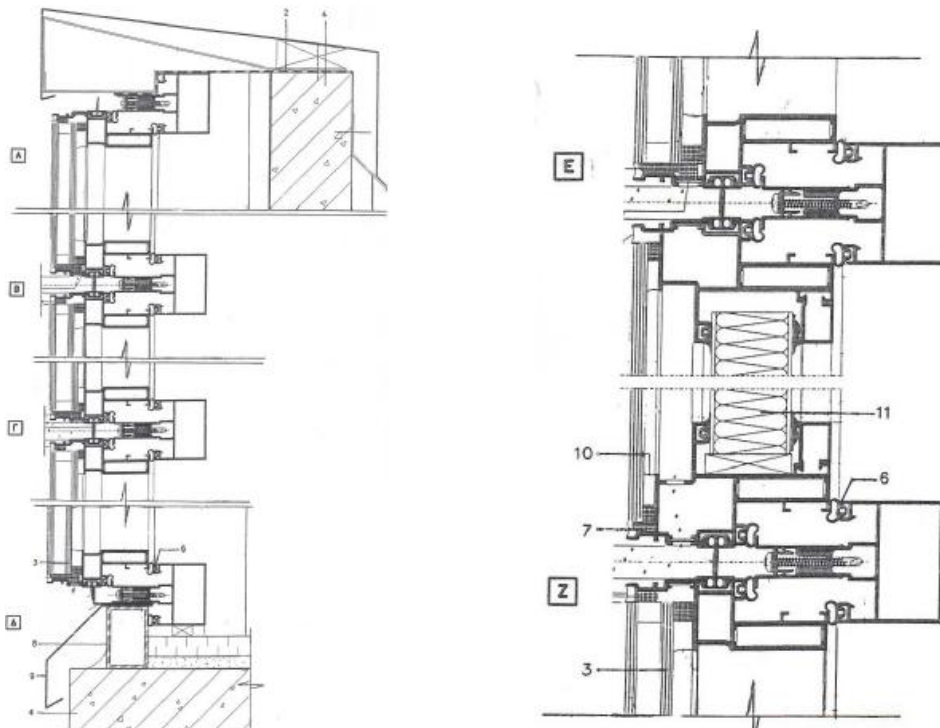
Εικόνα 3.14 Σχηματική όψη



Εικόνα 3. 15 Τομή σχήματος εικόνας 3.14



Εικόνα 3. 16 Τομή σχήματος εικόνας 3.14 (Συνέχεια της τομής ΗΘΙΚ)

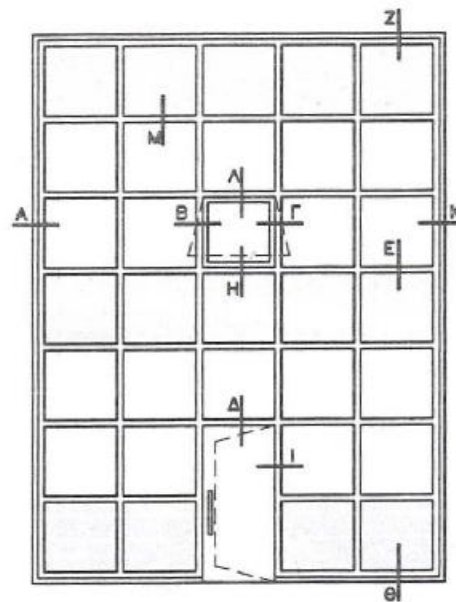


Εικόνα 3. 17 Τομές σχήματος εικόνας 3.14

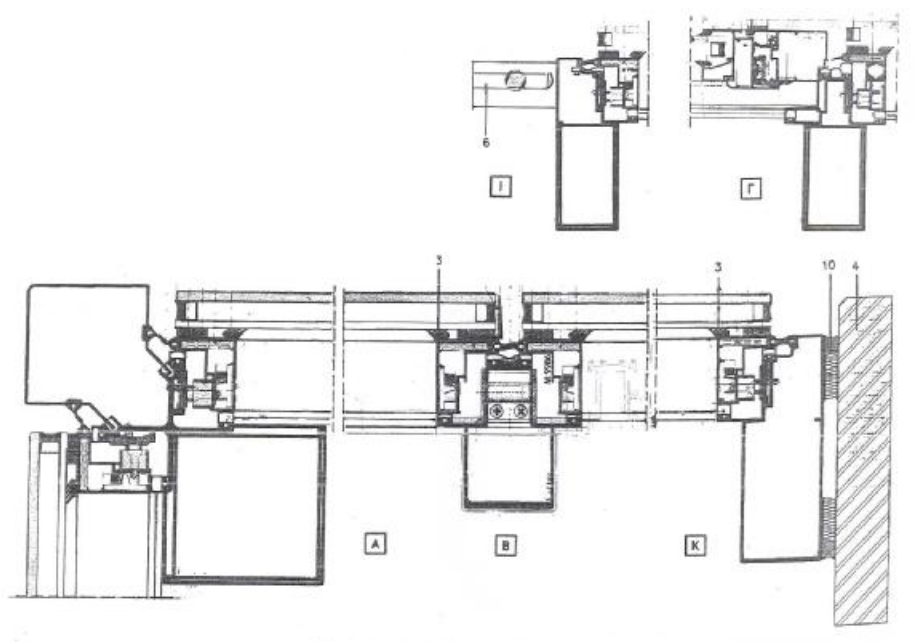
Δ.Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (ALUMIL)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

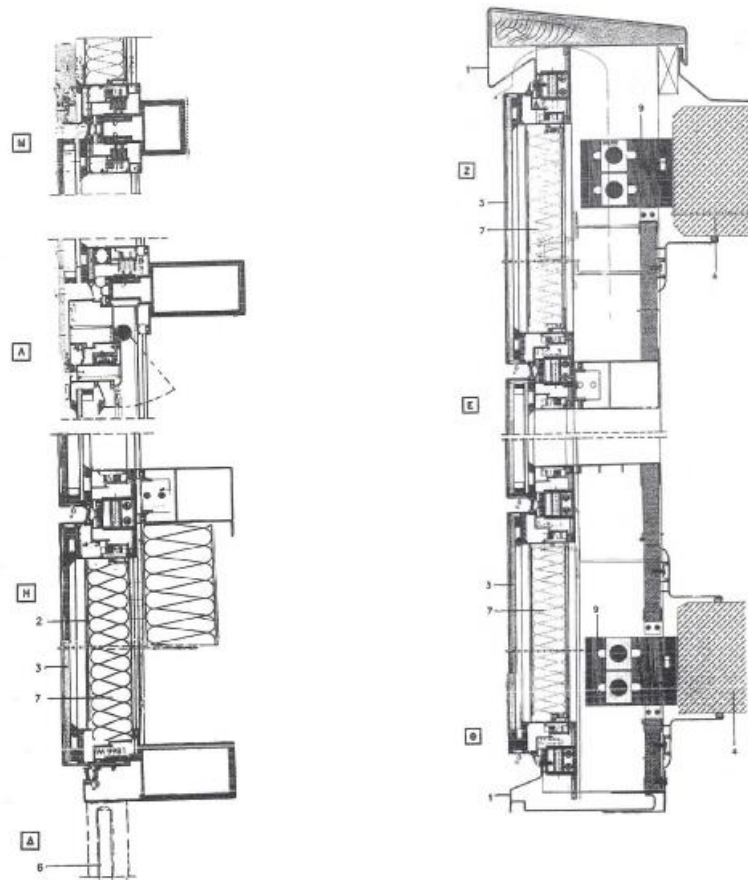
- 1 ΛΑΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ 2 ΧΛΣΤ.
- 2 ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ
- 3 ΔΙΠΛΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ
- 4 ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
- 5 ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑ Ε.Ρ.Δ.Μ.
- 6 ΦΥΛΛΟ SECURIT
- 7 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ
- 8 ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΕΣ ΒΙΔΕΣ
- 9 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΙΝΟΧ
- 10 ΘΕΙΟΚΟΛΛΑ
- 11 ΜΑΡΜΑΡΟ



Εικόνα 3. 18 Σχηματική όψη



Εικόνα 3. 19 Τομές σχήματος εικόνας 3.18



Εικόνα 3. 20 Τομές σχήματος εικόνας 3.18

Ε.Υαλοπετάσματα με διατομές αλουμινίου (PROFILCO)³

Πρόκειται για ένα πλήρες σύστημα υαλοπετάσματος για εξωτερικές καλύψεις κτιρίων, μεγάλες βιτρίνες, γυάλινες οροφές, πυραμίδες, αίθρια κλπ.



Εικόνα 3. 21 Σύστημα PR50



Εικόνα 3. 22 Εξωτερική κάλυψη κτιρίων

³ www.profilco.com



Εικόνα 3. 23 Εξωτερική κάλυψη κτιρίων



Εικόνα 3. 24 Σύστημα υαλοπετάσματος για γυάλινες οροφές

Το σύστημα **PR50** προσφέρει λύσεις σε όλες τις αρχιτεκτονικές απαιτήσεις είτε με την κλασική κάλυψη (standard) είτε μόνο τζάμι (structural υαλοπέτασμα) είτε με σύστημα κασετίνας όπου είναι εμφανείς στην εξωτερική πλευρά μικρές λωρίδες αλουμινίου (semi-structural υαλοπέτασμα).

3.10 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (Building Integrated Photovoltaic)

Τα φωτοβολταϊκά υαλοπετάσματα, γνωστά και ως BIPV (Φωτοβολταϊκά Ενσωματωμένα σε Κτίρια), αντικαθιστούν τα κατασκευαστικά υλικά σε κτίρια ενώ, την ίδια στιγμή, μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρισμό, εξοικονομώντας ενέργεια. Όλη η επιφάνεια του κτιρίου (20m² =1000 Watt) παράγει ηλεκτρισμό χρησιμοποιώντας το φως της μέρας. Μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με το τοπικό δίκτυο, ή ανεξάρτητα. Αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα άμορφης σιλικόνης που είναι ενσωματωμένα μεταξύ δύο υψηλής καθαρότητας υαλοπετάσματα συνολικού πλάτους 7mm. Παράγονται με τη χρήση πρότυπων υψηλής ποιότητας τεχνικών και έχουν μακροχρόνια αντοχή. Παρουσιάζουν χαμηλότερα κατασκευαστικά κόστη και υψηλότερη αναλογία αποδοτικότητας / κόστους συγκρίνοντας τα με τα μόνο και πολυκρυσταλλικά ΦΒ ενώ έχουν υψηλότερη αποδοτικότητα όταν έχει συννεφιασμένο ουρανό.

Τα BIPV εκπληρώνουν τους περιβαλλοντικούς όρους αφού έχουν τη δυνατότητα να παράγουν καθαρά και αθόρυβη ηλεκτρική ενέργεια· τους

οικονομικούς όρους αφού προσφέρουν ενεργειακά αυτόνομα κτίρια; και τους αισθητικούς όρους αφού ταιριάζουν στο αρχιτεκτονικό σχέδιο.



Εικόνα 3. 25 Φωτοβολταϊκό υαλοπέτασμα

Τα ΦΒ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κατασκευαστικά στοιχεία σε κτίρια σύγχρονης και κλασικής αρχιτεκτονικής σε συνδυασμό με τα συμβατικά υαλοπετάσματα σε νότιες, ανατολικές, και δυτικές προσόψεις κτιρίων, σε κατάλληλα διαμορφωμένες οροφές, ή σε ειδικές εφαρμογές αν το επιτρέπει ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός. Οι επιστρώσεις BIPV στα κτίρια που είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι πολύ σημαντικές αφού μπορούμε να πετύχουμε με αυτές την ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση και τη μέγιστη οικονομία.



Εικόνα 3.26 Φωτοβολταϊκό σύστημα σε περίπτωση ηλιοφάνειας



Εικόνα 3. 27 Φωτοβολταϊκό σύστημα σε περίπτωση συννεφιάς

Η εφαρμογή των BIPV έχει ακόμα μεγαλύτερο ενδιαφέρον μετά την έκδοση του Κανονισμού για τη Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση

Ενέργειας από το Ελληνικό Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, που θα λαμβάνεται υπόψη για την έκδοση της άδειας του κτιρίου.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά					
–	TYPE	DS40	DS20A	DS20B	DS10
Ονομαστική Ισχύς	P (W)	40	20	20	10
Ονομαστική Τάση	Vp (volt)	40	20	40	20
Ονομαστικό Ρεύμα	Ip (mA)	1100	1100	550	550
Βάρος ανά Πλαίσιο	W (kg/pc)	13	7	7	3,5
Διαστάσεις	(mm x mm)	635 x 1245	317 x 1245	635 x 622	317 x 622
Περιοχή	A (m2)	0,79	0,39	0,39	0,20
Ανοιχτού Κυκλώματος	Voc (volt)	62,20	29,00	29,00	29,00

Πίνακας 3. 6 Διατάξεις Στήριξης για τα Φωτοβολταϊκά Υαλοπετάσματα

3.11 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ

A. Πλεονεκτήματα

Τα σοβαρότερα πλεονεκτήματα της κατασκευής υαλοπετασμάτων είναι:

- Η κατασκευή μιας ενιαίας επιφάνειας, πλήρων και κενών που προσφέρουν την αιτούμενη θερμομόνωση, ηχομόνωση, ανακλαστικότητα κ.τ.λ., ενώ συγχρόνως επιλύουν προβλήματα συστολών, συμπυκνώσεως, υδρατμών, παραμορφώσεων κ.τ.λ.
- Η ελαχιστοποίηση των δαπανών συντηρήσεως, καθαρισμών και επισκευών που εξασφαλίζεται από τις διατομές αλουμινίου και τα κρύσταλλα.
- Η προσφερόμενη προστασία των ενοίκων ή των περαστικών λόγω της χρησιμοποίησεως κρυστάλλων ασφαλείας, ανακλαστικών κ.τ.λ.

- Η μείωση της δαπάνης και του χρόνου κατασκευής των υαλοπετασμάτων και η σχετική μείωση της δαπάνης τοποθέτησής και συντηρήσεώς τους.
- Η αύξηση του φυσικού φωτισμού λόγω της αυξήσεως των επιφανειών των κουφωμάτων.
- Η ρύθμιση (αυξομείωση) του φυσικού φωτισμού, με τη χρησιμοποίηση ειδικών πετασμάτων περσίδων, κ.τ.λ. που μπορούν να ρυθμίζονται αυτόματα για να παρέχεται ο απαιτούμενος φυσικός φωτισμός, ανάλογα με την ηλιοφάνεια και την πορεία του ήλιου.
- Η τοποθέτησή τους σε πολύ σύντομο χρόνο, που συνήθως γίνεται χωρίς τη χρήση σκαλωσιάς.

B. Μειονεκτήματα

Το γυαλί χαρακτηρίζεται από τους αρχιτέκτονες σαν καταπληκτικό υλικό επειδή είναι ελαφρύ, σταθερό και προστατεύει τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου, από τις δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες, αφήνοντας το φως και τη ζέση να εισχωρήσει στους εσωτερικούς χώρους των οικοδομών, κρατώντας παράλληλα την οπτική επαφή με τον περιβάλλοντα χώρο.

Δεν συμβαίνει ατυχώς το ίδιο με την τοποθέτηση των υάλινων προσόψεων στο εξωτερικό περίβλημα των κτιρίων, όπου τοποθετούνται ειδικοί συνήθως διπλοί υαλοπίνακες, ανακλαστικοί, θερμοηχομονωτικοί, κ.τ.λ. οι οποίοι παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα των αμιγώς υάλινων κτιρίων, καθώς:

- Με τα υαλοπετάσματα, που καλύπτουν το εξωτερικό περίβλημα “διαχωρίζουν” τους εσωτερικούς χώρους από το περιβάλλον.
- Δεν διαθέτουν π.χ. εξώστες ή άλλους χώρους, που θα επέτρεπαν στους ενοίκους να έχουν μια επαφή με τον περιβάλλοντα χώρο.

- Με την εσωστρέφειά τους και την λογική των αυθύπαρκτων και αυτόνομων λειτουργιών τους, δεν συμβάλλουν στη διατήρηση των πόλεων ως φορέων συναναστροφής και επικοινωνίας, με αποτέλεσμα να λειτουργούν σαν ξένα σώματα στην πόλη και να τραυματίζουν την κοινωνική της συγκρότηση και συνοχή.
- Με την ομοιογενή επιφάνειά τους, εξαφανίζουν πολλές φορές κάθε αίσθηση όγκων, κλίμακας και παιχνιδίσματος φωτός και σκιάς.
- Με το να αποκρύπτουν κάθε δραστηριότητα των ενοίκων που στεγάζουν, καθώς το εσωτερικό περιβάλλον είναι τελείως απομονωμένο από το εξωτερικό, δίνουν την εντύπωση ανεξάρτητων κτιρίων που δεν 'συνδιαλέγονται' με το περιβάλλον τους.
- Με το να χρησιμοποιούνται ακριβά υλικά και ιδιαίτερα ενεργοβόρες εγκαταστάσεις κλιματισμού, αερισμού και θερμάνσεως, επιβαρύνεται σημαντικά τόσο το αρχικό κόστος κατασκευής τους, όσο και το κόστος καταναλώσεως ηλεκτρικής ενέργειας.
- Με την απαιτούμενη κατασκευή συστήματος περσίδων σκιάσεως, που ανοίγουν ή κλείνουν ανάλογα με την εποχή και την ώρα, οι οποίες λειτουργούν με ένα αυτόνομο κεντρικό σύστημα ελέγχου, επιβαρύνεται επίσης σημαντικά το αρχικό κόστος κατασκευής του κτιρίου.

Επισημαίνεται ότι η εγκατάσταση συστήματος περσίδων σκιάσεως, είναι απαραίτητη, όχι μόνο γιατί προσφέρει στους εσωτερικούς χώρους τον αναγκαίο φυσικό φωτισμό, αλλά και γιατί μπορεί να περιορίσει το κόστος λειτουργίας του κλιματισμού σε ποσοστό μέχρι και 40%.

3.12 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

A.



Εικόνα 3. 28 Κτίριο στο Βελγιάδι



Εικόνα 3. 29 Κτίριο στο Βελγιάδι

B.



Εικόνα 3. 30 Εταιρία GEMA στα Σκόπια



Εικόνα 3. 31 Εταιρία GEMA στα Σκόπια

Γ.



Εικόνα 3. 32 «Με τα μάτια στραμμένα στον Ουρανό» (ιδιωτική κατοικία)



Εικόνα 3. 33 «Με τα μάτια στραμμένα στον Ουρανό» (ιδιωτική κατοικία)

Δ.



Εικόνα 3. 34 Κτίριο στα Σκόπια



Εικόνα 3. 35 Κτίριο στα Σκόπια

Ε.



Εικόνα 3. 36 Κτίριο κεντρικών γραφείων τράπεζας με υαλοπέτασμα PR50 στην Ουκρανία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΟ ΒΙΤΡΩ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Υαλογραφία ονομάζεται η τέχνη της παράστασης σχεδίων ή εικόνων με συναρμογή τεμαχίων χρωματιστού γυαλιού σε μορφή μωσαϊκού. Η τέχνη αυτή καθιερώθηκε να λέγεται και **Βιτρώ** και συγγενεύει με τη ζωγραφική και τα ψηφιδωτά. Χαρακτηριστικά δείγματα υαλογραφίας αποτελούν οι πολύχρωμοι φεγγίτες των καθεδρικών ναών της Ευρώπης. Ως τεχνική, διαθέτει μακρά ιστορία, στη διάρκεια της οποίας επήλθαν σημαντικές διαφοροποιήσεις, τόσο ως προς την ίδια την τεχνική όσο και ως προς την θεματολογία. Ειδικότερα οι αλλαγές που επέφερε η βιομηχανική επανάσταση του 19ου αιώνα, καθώς και οι κοινωνικές τριβές που προέκυψαν, απομυθοποίησαν, μεταξύ άλλων, σε μεγάλο βαθμό και την πανάρχαια αυτή τέχνη.

4.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΒΙΤΡΩ

Ο περισσότερος κόσμος έχει κατά νου την εικόνα των πολύχρωμων φεγγιτών των καθεδρικών ναών της Ευρώπης. Αυστηρές εικόνες αγίων να μας επιτιμούν για τις αμαρτίες μας και υποσχέσεις για ένα παράδεισο στην "άλλη" ζωή!



Εικόνα 4. 1 Απεικόνιση προσώπου σε ΒΙΤΡΩ

Όμως στον 20ό αιώνα το ποτάμι πήρε μια απροσδόκητη στροφή! Η αλλαγή που επέφερε η βιομηχανική επανάσταση του 19ου, καθώς και οι κοινωνικές τριβές που προέκυψαν, απομυθοποίησαν, μεταξύ άλλων, σε μεγάλο βαθμό και την πανάρχαια αυτή τέχνη.

Είναι σήμερα γνωστό ότι στην αρχαία Αίγυπτο δούλευαν το γυαλί με επιδεξιότητα και ότι οι Άραβες έφτιαχναν τζαμιλίκια, συνδεδεμένα με γύψο ενισχυμένο με φυτικές ίνες και σίδηρο, "κλώστρα" όπως αναφέρονται, πολύ πριν οι άφραγκοι Φράγκοι επιδράμουν, με πρόφαση το "Άγιο Δισκοπότηρο", και τα οικειοποιηθούν. Από τους Άραβες άλλωστε, λόγω και των εμπορικών σχέσεων, εμπνεύστηκαν οι μάστορες στο Πήλιο, τη Σιάτιστα, την Καστοριά και άλλες πόλεις της Κεντρικής και Β. Ελλάδας κι έφτιαξαν σε αρχοντικά τα περίφημα "υαλοστάσια", με καθαρό Ελληνικό χαρακτήρα.

Τα παράθυρα-φεγγίτες, ήταν φτιαγμένα με χρωματιστά γυαλάκια (βιτρώ), συνδεδεμένα μεταξύ τους με γύψο, σε γεωμετρικά ή φυτικά σχέδια. Ήταν τόσο όμορφα αυτά τα αρχοντικά σπίτια, που έχουμε μαρτυρίες γραπτές για φθόνο μεγάλο των Τούρκων που τα ζηλεύανε και τα τραγουδούσανε και τους έβγαζαν τραγούδια και ονόματα. Τα μεγάλα σπίτια που για πρώτη φορά απέκτησαν τζαμιλίκια και ξύλινα παράθυρα τα αποκαλούσαν "κιρκ πεντζέρ", τα σαράντα παράθυρα. Οι Τούρκοι όταν λένε κιρκ εννοούν το άπειρο, όπως εμείς λέμε μύρια ή χίλια.

Οι Σταυροφόροι λοιπόν έφεραν στην Ευρώπη τα "υαλοστάσια", γύρω στον 10ο αιώνα, και αμέσως επέφεραν μια επαναστατική καινοτομία ...το μολύβι! Ο ενισχυμένος γύψος, ήταν πολύ παχύς σαν συνδετικό υλικό των χρωματιστών γυαλιών αν και οι Άραβες έκαναν αραβουργήματα μ' αυτόν για να του δώσουνε μια χάρη, μια αλαφράδα, παρ' όλα αυτά ήταν αλήθεια πολύ περιοριστικός στη δημιουργία κομψών παραστάσεων. Θα πει κανείς γιατί χρειάζεται κάποιο υλικό να συνδέει τα χρωματιστά ή και ζωγραφισμένα γυαλιά μεταξύ τους και να μην είναι ένα μονοκόμματο γυαλί; Ο λόγος απλός... Πρώτ' απ' όλα δεν μπορούσαν να παράγουν παρά μόνο μικρά κομμάτια γυαλιού και δεύτερο, τα υλικά που χρησιμοποιούσαν για να χρωματίσουν ή να ζωγραφίσουν το γυαλί ήταν οξειδία μετάλλων. Αυτά είναι διαφορετικά για κάθε χρώμα και έπρεπε επιπλέον να ψηθούν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Αναγκαστικά λοιπόν έπρεπε να ψηθούν ξεχωριστά.

Τον περασμένο αιώνα, τον 20ό, η τεχνολογία στα χέρια πρωτοπόρων σαν τον Louis Comfort Tiffany, τον John La Farge, τον William Morris κι άλλους, απελευθέρωσε ολοκληρωτικά την τέχνη αυτή από τα στοιχεία εκείνα, που ενώ στην αρχή ήταν φτερά, παραλίγο να καταλήξουν σάβανα, τα υλικά, οι τεχνικές, η φιλοσοφία και γενικότερα κάθε τι που αποτελούσε μέρος της διαδικασίας, είχε εγκλωβιστεί σ' ένα φορμαλισμό που δεν άφηνε περιθώρια στην αυθεντική δημιουργία. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο τα μοντέρνα υλικά εισέβαλαν ορμητικά στο χώρο της διάφανης δημιουργίας και περνάμε από την έκπληξη στο σοκ και τούμπάλιν. Ατσάλι, μπετόν, ξύλο, Plexiglass, fiberglass, οξέα και ψυχρά σμάλτα, ακτινογραφίες και φωτογραφικά φιλμς, ψηφιακά επεξεργασμένες διαφάνειες, beveled glass, αναγλυφοτυπίες, etching και αμμοβολές είναι μεταξύ άλλων τα υλικά και τα μέσα που υπηρετούν αυτή τη μαγική τέχνη. Τέλος, αν με ρωτούσαν να δώσω έναν ορισμό γι αυτή την τέχνη, θα 'λεγα ότι είναι "Διάφανη Έντεχνη Επιφάνεια".

4.3 Η ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΗ ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΒΙΤΡΩ

Πολλές ιστορίες για τα βιτρώ αρχίζουν με τον μύθο του Πλίνιου που αναφέρεται στην τυχαία ανακάλυψη του γυαλιού από τους Φοίνικες ναυτικούς. Ο μύθος εξιστορεί πώς οι έμποροι αφού αποβιβάστηκαν στην ακτή, τοποθέτησαν τα μαγειρικά τους σκεύη στη φωτιά στηριγμένα πάνω σε κομμάτια νιτρικού άλατος. Με την υψηλή θερμοκρασία της φωτιάς, τα κομμάτια του νιτρικού άλατος έλειωσαν, αναμείχθηκαν με την άμμο της παραλίας με αποτέλεσμα μία θαμπή υαλομάζα.

Σήμερα, αν και θεωρείται ότι ο Πλίνιος ήταν αρκετά προσεκτικός στη συλλογή του υλικού, δεν θεωρείται επιστημονικά αξιόπιστος. Είναι πιθανότερο ότι Αιγύπτιοι ή Μεσοποτάμιοι αγγειοπλάστες ανακάλυψαν τυχαία το γυαλί όταν πήραν φωτιά τα σκάφη τους. Το αρχαιότερο γνωστό, κατασκευασμένο από τον άνθρωπο γυαλί, είναι υπό μορφή αιγυπτιακών χαντρών στην περίοδο μεταξύ 2750 και 2625 π.Χ. Οι τεχνίτες κατασκεύαζαν αυτές τις χάντρες τυλίγοντας μια λεπτή στρώση λειωμένου γυαλιού γύρω από ένα αφαιρούμενο πυρήνα αργίλου. Αυτό το γυαλί είναι αδιαφάνες και πολύ πολύτιμο.

Μια αρκετά πειστική ιστορία του Jean Lafond λέει, πώς στην έρημο δυτικά της Palmyra το 1937, ο David Schlumberger, διευθυντής των ανασκαφών, του έδειξε μια κρύπτη με 115 χρωματισμένα τεμάχια γυαλιού που ο Lafond περιέγραψε τα χρώματά τους ως "πρασινωπά λευκά", "γαλαζωπά λευκά", "στο πράσινο του βρύου", δύο χρυσοκίτρινα (το ένα περισσότερο χρυσό από το άλλο), "σαν καμένη σιέννα", "στο χρώμα του καπνού", τρία μοβ (ένα κοντά στο χρώμα του κρασιού, το άλλο πιο καφετί), ένα "γρανιτί" πολύ όμορφο και δύο "κυκλαμινί". Διαφορετικά πάχη προσθέτουν στις αποχρώσεις τους. Τα πράσινα είχαν "φουσηθεί" μέσα σε μια σφαίρα, όπως θα μπορούσε να υποθέσει κανείς λόγω της παρουσίας μέρους της στην εξωτερική τους επιφάνεια. Άλλα κομμάτια είχαν ορθές γωνίες και ίχνη ενός χαρακτηριστικού στις άκρες. Ο Schlumberger εξήγησε ότι αυτά τα γυαλιά είχαν διακοσμήσει διαφώτιστους θόλους, σχεδιασμένα με μεγάλη κομψότητα, με τεχνική παρόμοια του "stucco", και συνδυασμένα με "arabesques". (Jean Lafond, *Le Vitrail*, P.20).

Τον πρώτο αιώνα μ.Χ., οι Ρωμαίοι έβαζαν γυαλί στα παράθυρα. Χρησιμοποιούσαν χονδρά κομμάτια γυαλιού και αφού το ζέσταιναν μέχρι να λειώσει, το τοποθετούσαν σε περιστρεφόμενους δίσκους και έφτιαχναν έτσι κυλινδρικό γυαλί. Αυτό το γυαλί ήταν ανώμαλο και όχι πολύ διαφανές.

Ένα από τα παλαιότερα γνωστά δείγματα πλήθους κομματιών χρωματισμένου γυαλιού που είχαν χρησιμοποιηθεί σε παράθυρο ανασκάφηκε από το Μοναστήρι του Αγ. Παύλου στο Jarrow της Αγγλίας, το οποίο είχε κατασκευασθεί το 686 μ.χ.

Στην Ευρώπη, τα παλαιότερα ανέπαφα παράθυρα που ευρέθησαν στον τόπο τους, πιστεύεται ότι είναι οι πέντε σχετικά λεπτομερώς ζωγραφισμένες φιγούρες στον καθεδρικό ναό του Augsburg.



Εικόνα 4. 2 Εφαρμογές του ΒΙΤΡΩ σε ναούς

Αυτά τα πέντε παράθυρα φαίνεται να έχουν ζωγραφιστεί με απλές γραμμές και κάποιους τόνους σκιάς και έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνική του ψημένου χρώματος. Απαρτίζονται δε από λαμπερά και ποικιλόχρωμα κομμάτια γυαλιού. Οι ειδικοί των βιτρώ λένε ότι, "Είναι εργασία ειδικευμένων και πεπειραμένων καλλιτεχνών. Πού είναι τα παιδιά που είναι πατέρες σε αυτά τα άτομα; Πού είναι τα προηγούμενα παράθυρα;" (Lawrence Lee, Seddon and Stephens. Stained Glass. P. 67)



Εικόνα 4. 3 Φιγούρα σε ΒΙΤΡΩ

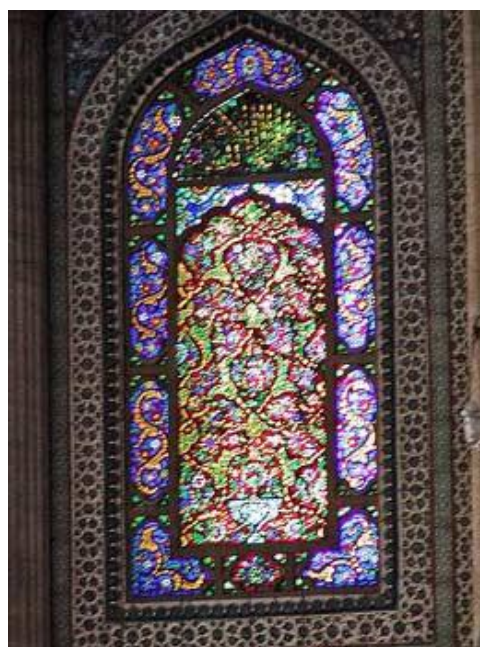


Εικόνα 4. 4 Αραβικό παράθυρο

Οι ειδικοί θεωρούν ότι, Αραβικά παράθυρα με γυαλί, πρωτοεμφανίστηκαν στο δεύτερο μισό του δέκατου τρίτου αιώνα. Ο Lewis F. Day προτείνει πως το Βυζαντινό, το Μαυριτανικό ή το Αραβικό γυαλί θα μπορούσε να έχει εμφανιστεί από τον δέκατο αιώνα. Κομμάτια του γυαλιού τοποθετούνταν είτε σε περίπλοκα διάτρητα μάρμαρα, είτε σε πέτρα, είτε έμπαινε σε γύψο πριν αυτός σκληρυνθεί. Συχνά χρησιμοποιούσαν σιδερένιες ράβδους για να ενισχύσουν τον γύψο.



Εικόνα 4. 5 Αραβικά παράθυρα



Εικόνα 4. 6 Αραβικά παράθυρα

Τα ιδιόρρυθμα, περίπλοκα και λεπτοδουλεμένα Αραβικά παράθυρα εισέβαλαν στην Ευρώπη, μαζί με τους Μαυριτανούς στην Ισπανία.

Καθώς αυτή η μόδα μετακινήθηκε προς τον Βορρά, σε περιοχές με βαρύτερο κλίμα, η ανάγκη της μόνωσης έγινε περισσότερο απαραίτητη. Αυτή ήρθε συνήθως υπό μορφή πλακών αλαβάστρου. Στην Ευρώπη πλάκες διάτρητου μολύβδου αντικατέστησαν τα γύψινα πλαίσια. Αυτές οι πρώιμες κατασκευές δεν είχαν καν γυαλιά στα διακοσμητικά ανοίγματα, αλλά αργότερα προστέθηκαν μικρά κομμάτια γυαλιού με την χρησιμοποίηση, κατάλληλα διαμορφωμένων, ράβδων μολυβιού.

Η εξέλιξη των αραβικών παραθύρων με γυαλιά επιβραδύνθηκε επειδή το Ισλάμ δεν επιτρέπει άλλο θέμα στην διακόσμηση, εκτός από γεωμετρικά ή φυτικά. Έχουν βρεθεί ίχνη ψυχρού χρώματος στα γυαλιά στην Μέση Ανατολή, ένδειξη ότι τα παράθυρα αυτά αντέχουν καλύτερα, από εκείνα στα υγρότερα κλίματα.

Το 1930 στον ναό του Santo Vitale στη Ραβέννα της Ιταλίας, ο αρχαιολόγος Cecchelli που ξέθαψε τρία κομμάτια γυαλιού που παρουσιάζουν τον Χριστό με μία άλω σε σχήμα σταυρού που βρίσκεται μεταξύ του Άλφα και του Ωμέγα ζωγραφισμένα με grisaille. (Η λέξη grisaille ισχύει εξίσου για το υαλοποιήσιμο χρώμα γυαλιού, όπως επίσης και για ένα στυλ με ελαφρά τονισμένο διακοσμητικό σχέδιο). Υπολογίζεται ότι αυτά τα κομμάτια χρονολογούνται περίπου γύρω στο 540 μ.Χ., έτος που οικοδομήθηκε το κτίριο. Το 1878, σε μια ανασκαφή σε ένα εγκαταλελειμμένο νεκροταφείο του 1000 μ.Χ. στο Sery les Mezieres, στην Aisne της Γαλλίας, ο Jules Pilloy βρήκε περίπου 30 κομμάτια γυαλιού που είχαν υποστεί προφανώς πυρκαγιά, μια μολυβένια ράβδο με δύο κανάλια και μια μικρή οστέινη πλάκα ανάμεσα σε κομμάτια απανθρακωμένου ξύλου. Το οστό (που μάλλον πρέπει να είναι κάποιιο ιερό λείψανο) προηγείται χρονικά του Καρλομάγνου. Ο Edmond Socard εφάρμοσε τα γυαλιά σε έναν μικρό απλό παράθυρο. Τα ζωγραφισμένα και ψημένα γυαλιά, απεικόνιζαν το σύμβολο των Ιπποτών του Άγ. Ιωάννη, από το οποίο κρέμεται το Άλφα και Ωμέγα. Αυτό το σύμβολο ήταν πολύ δημοφιλές από το έκτο έως τον ένατο αιώνα. Δυστυχώς, αυτός ο θησαυρός καταστράφηκε το 1918 κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκόσμιου Πολέμου.

Επίσης πρώιμα θραύσματα, που απάρτιζαν την κεφαλή του Χριστού ανασκάφθηκαν το 1932 στο Αβαείο του Lorsch, στη Γερμανία, παρόμοια με το ευρύτερα γνωστό και πληρέστερο κεφάλι του Χριστού από την Abbey Church του Αγίου Πέτρου, στο Wissembourg της Αλσατίας (1060 μ.Χ.).



Εικόνα 4. 7 Κεφαλή του Χριστού

Ένα από αυτά τα τμήματα βιτρώ, η "Κεφαλή του Χριστού" (αριστερά), τοποθετήθηκε αρχικά στο Abbey Church των Αγίων Πέτρου και Παύλου στο Wissembourg της Αλσατίας, στη Γαλλία (κοντά στα γερμανικά σύνορα). Το έργο τέχνης είναι αυτήν την περίοδο στο Musée de l'Œuvre de Notre Dame, του Στρασβούργου, στη Γαλλία. Ο Χριστός παρουσιάζεται ως κύρια εικόνα, που ήταν πιθανότατα στο κέντρο ενός παραθύρου, περιβεβλημένου από διαφανές γυαλί. Η εικόνα ζωγραφίστηκε άμεσα επάνω στο γυαλί και κάθε χρώμα (μεταλλικά οξειδία) ψήθηκε σε κλίβανο ώστε να γίνει το χρώμα ένα με το γυαλί. Ο καλλιτέχνης του Μεσαίωνα είναι άγνωστος.

Το τελευταίο έχει και πιο προηγμένη τεχνική και στο χρώμα και το σχέδιο. Λόγω του μεγέθους τους και της όψης τους - δηλαδή με τα κεφάλια προς τα εμπρός, καθώς και την έλλειψη οποιασδήποτε παρουσίας στοιχείων που να αφορούν σώματα - η Catherine Brisac υποθέτει ότι αυτά τα κεφάλια παρουσιάζονταν ως εικόνες στη μέση των παραθύρων στην οποία θα ήταν τα μόνα χρωματισμένα στοιχεία.

Η Χριστιανική εικονογραφία εξελίχθηκε από τις παγανιστικές απεικονίσεις που βρίσκονται στις κατακόμβες. Ο δίχως γενειάδα παγανιστικός θεός του κάτω κόσμου, ο Ορφεύς, μεταμορφωνόταν σε έναν νεαρό Χριστό, τον Καλό Ποιμένα - από τον τέταρτο αιώνα κι έπειτα είχε γενειάδα. Ο παγανιστικός Φοίνικας και το παγώνι χρησιμοποιήθηκαν σαν σύμβολα της Ανάστασης.

Οι τοιχογραφίες έδωσαν τόπο στα ψηφιδωτά με κεραμικές ψηφίδες, πέτρες και κομμάτια γυαλιού. Φεύγοντας από τις κατακόμβες, οι πρώτοι Χριστιανοί έκαναν τις λατρείες τους στα σπίτια τους και κατόπιν, όταν έγιναν περισσότερο ασφαλείς πολιτικά, έκτισαν εκκλησίες.

Οι πρώτες εκκλησίες στέγασαν τα λείψανα των Αγίων. Αρχιτεκτονικά, είχαν την μορφή της βασιλικής, από το στυλ των ρωμαϊκών δικαστηρίων. Το σταυροειδές σχέδιο της κάτοψης εξελίχθηκε από το Βυζαντινό τετραγωνικό σχέδιο κάτοψης με έναν προστιθέμενο θόλο. Ευρωπαίοι βασιλείς κι επίσκοποι οργάνωναν αποστολές στην Ιερουσαλήμ και την Ανατολή για ιερά λείψανα. Οι απεσταλμένοι τους έφερναν μικρά έργα της τέχνης όπως το cloisonne (Μια μορφή διακόσμησης όπου το σχέδιο διαμορφώνεται με σύρμα και συμπληρώνεται με χρησιμοποίηση χρωματισμένου σμάλτου), damascene (σχέδιο που παράγεται με την ένθεση χρυσού ή ασημιού σε χάλυβα) και καλλιτεχνήματα από σκαλισμένο ελεφαντόδοντο κοσμημένο με πετράδια και πολύτιμο γυαλί. Ανατολίτες και Αφρικανοί καλλιτέχνες και τεχνίτες του γυαλιού ήλθαν στην Ευρώπη ήδη από τον τρίτο αιώνα μ.Χ.. Δεν μπορούμε πλέον να συμφωνήσουμε με το Hugh Arnold όταν γράφει, "Η παραγωγή των βιτρώ είναι μια από τις τέχνες που ανήκουν πλήρως στη χριστιανική εποχή. Η παράδοσή της δεν υπάρχει πριν από την μεγάλη εποχή της Γοθικής αρχιτεκτονικής." (Hugh Arnold, *Stained Glass of the Middle Ages in England and France*. p.3) .

Δεν μπορούμε πλέον να πούμε ότι τα βιτρώ είναι μια καθαρά Χριστιανική μορφή τέχνης, είτε στην αρχή της είτε στην τρέχουσα χρήση της.

4.4 ΓΟΤΘΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η μεσαιωνική εκκλησία ήταν ο σημαντικότερος προστάτης των τεχνών. Έχοντας κάνει αυτή τη δήλωση, το όνομα του μοναδικού προσώπου που προσωποποιεί περισσότερο αυτή την έννοια πρέπει αμέσως να ακολουθήσει και είναι το Abbot Suger του Αγίου Denis, το βασιλικό αβαείο που βρίσκεται

ακριβώς έξω από το Παρίσι. Ο Suger ήταν συντροφικός σπουδαστής και φίλος στο βασιλιά Louis VI, τον υπουργό του Louis VII, και τον αντιβασιλέα κατά τη διάρκεια της δεύτερης σταυροφορίας. Οι γραφές του τον παρουσιάζουν να είναι πονηρός επιχειρηματίας, ένας πολιτικός με μια μεγαλοφυΐα για τη λεπτομέρεια, και έναν αφοσιωμένο υπάλληλο στο βασιλιά του. Ο Suger μεταρρυθμίστηκε και επανοικοδόμησε το αβαείο και αύξησε τον πλούτο του. Δεδομένου ότι οι θησαυροί του αυξήθηκαν, πολλοί προσκυνητές είπαν ιστορίες γι' αυτό και η επιρροή του διαδόθηκε. Ο Suger καθοδηγήθηκε από μια φιλοσοφία συμπεριλαμβανομένου του μυστικισμού του φωτός. Αυτή η φιλοσοφία τον κάνει να διευρύνει τα παράθυρα και να τα ωραιοποιήσει με το χρωματιστό γυαλί.

Η υπαγόμενη επεξεργασία παραθύρων αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της γοθικής περιόδου, που επεκτείνεται από απλούς αριθμούς σε μια σύνθετη εικονογραφία που γίνεται κατανοητή πλήρως από μόνο μερικούς εμπειρογνώμονες σήμερα. Αυτή η εικονογραφία χρησιμοποίησε το συμβολισμό βασισμένο bestiaries, που μπορεί να κληθεί "αφύσικη ιστορία", και στην περίπλοκη τυπολογία (ιστορίες Παλαιάς διαθήκης που συμβολίζουν τα γεγονότα της Καινής διαθήκης). Σήμερα, μελετητές μελετούν αυτά τα παράθυρα για να μάθουν για την καθημερινή ζωή στο χρόνο. Συντεχνίες εργατών κατασκεύασαν παράθυρα, που περιέλαβαν τις ομοιότητες τους, που συμμετείχαν οι επιχειρήσεις τους. Η εμφάνιση της οικοσημολογίας στα παράθυρα καταδεικνύει την αυξανόμενη σημασία των κοσμικών οικογενειών.

Αυτή τη φορά είδε το σχηματισμό των νέων θρησκευτικών διαταγών που χρειάστηκαν τα νέα κτήρια. Πολλοί καθεδρικοί ναοί και εκκλησίες χτίστηκαν. Η σχέση μεταξύ του Άγιου Denis και του Chartres καθιερώνονται καλά μέσω μιας ομοιότητας του ύφους και εικονογραφίας. Οι ιστορικοί χρωματιστού γυαλιού (βιτρώ) ανιχνεύουν εκ νέου σήμερα την εργασία των διακινούμενων στούντιο. Ο Suger έγραψε, "επιπλέον προκαλέσαμε για να χρωματιστούμε από τα χέρια πολλών έξοχων κυρίων από διαφορετικές περιοχές, μια θαυμάσια ποικιλία των νέων παραθύρων και κατωτέρω και ανωτέρω: από αυτό το πρώτο που ξεκινά με το δέντρο Jesse στο chevet της εκκλησίας αυτό που είναι εγκατεστημένος επάνω από την κύρια πόρτα της εισόδου της

εκκλησίας." Το τελευταίο ήταν ένα παράθυρο ροδαλό με πέταλα, το πρώτο του είδους του. Ένα παράθυρο δέντρων Jesse ήταν σύντομα μετά εγκατεστημένο στο Chartres.

Καθώς τα στούντιο ταξίδεψαν από περιοχή σε περιοχή, πήραν τα σκίτσα και τα πρότυπα μαζί με τα εργαλεία τους. Τα παράθυρα στον καθεδρικό ναό του Λάον παρουσιάζουν επιρροή του ψαλτηριού Ingebourg. Στον Καθεδρικό ναό του Le Mans, του Amiens, του Beauvais και του Canterbury το βιτρώ είναι καλλιτεχνικά παρόμοιο με το σχολείο του Παρίσι-Chartres. Αν και ο καθεδρικός ναός είναι ένας σύγχρονος του Chartres, τα παράθυρα του Bourges είναι πιο αρχαϊζοντα. Αν και το βιτρώ του Chartres στηρίζεται κυρίως στο κόκκινο και το μπλε, στο Bourges, το καθαρό λευκό, το κίτρινο και τα πράσινο είναι προεξέχοντα.

Το γοτθικό ύφος αναπτυσσόταν επίσης έξω από τη Γαλλία. Το βιτρώ στον καθεδρικό ναό της Λωζάνης. Η Ελβετία παρουσιάζει χαρακτηριστική γαλλική επιρροή. Οι βιοτέχνες του βιτρώ από τη Γαλλία είναι γνωστοί για την εργασία τους στο Canterbury στην Αγγλία, όπως ο Γάλλος αρχιτέκτονας, William Sens. Η γαλλική επιρροή μπορεί να φανεί στο βιτρώ αυτής της περιόδου, ειδικά στην Αραγονία, το Τολέδο και την Καστίλη. Τα παράθυρα στον καθεδρικό ναό του Leon είναι σημαντικά αν και έχουν αποκατασταθεί.

Στη Γερμανία, το Ρωμανικό ύφος υπόμεινε περισσότερο απ' ό,τι σε άλλες περιοχές. Τα ξεχωριστά παράθυρα είναι στους καθεδρικούς ναούς της Κολωνίας και του Στρασβούργου και στο Φραντζισκανικό μοναστήρι Konigsfelden. Το διεθνές γοτθικό ύφος ήρθε αργά στη Βιέννη και την Πράγα. Το πιο πρόωρο υπόλοιπο γυαλί στην Ιταλία, στο Assisi, είναι η εργασία των γερμανικών υαλοπωλών. Το oculus στον καθεδρικό ναό της Σιένα καλείται "πρώτο σύγχρονο παράθυρο" επειδή τα θέματα εξετάζονται ως χωριστές σκηνές. Το παράθυρο είναι ένας κύκλος με μια δομή πλέγματος μετάλλων, παρά τα διαχωριστικά πετρών, που το διαιρούν σε πέταλα. Μέχρι το τέλος της μεσαιωνικής περιόδου, (το δεύτερο τέταρτο του δέκατου τέταρτου αιώνα), η προοπτική και ο όγκος γίνονταν εμφανείς. Το θέμα ήταν πιο εικονογραφικό και μη υποτακτικό στην αρχιτεκτονική.

4.5 ΡΩΜΑΝΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η Ρωμανική αρχιτεκτονική είναι πιο ομοιόμορφη από το βιτρώ που το εξωραΐζει. Οι τοίχοι είναι χοντροί και τα ανοίγματα παραθύρων μικρά με στρογγυλεμένες κορυφές. Επειδή το γυαλί τέθηκε στα μικρά ανοίγματα, έπρεπε να αφήσει να μπει μεγάλη ποσότητα φωτός. Σήμερα τα ρωμανικά παράθυρα φαίνονται σκοτεινότερα λόγω της διάβρωσης. Μερικές φιγούρες στο ρωμανικό βιτρώ στέκονται ή κάθονται να κοιτάζουν επίμονα κατ' ευθείαν μπροστά. Μερικά φαίνονται σε δράση όπως μαρτυρούν τα ίδια τα ενδύματά τους. Μερικά παράθυρα αποτελούνται από μια σειρά του γεγονότων που εσωκλείονται στα μενταγιόν. Τα προηγούμενα παράθυρα αυτού του ύφους είναι απλούστερα, πρωτόγονα και σπάνια. Απεικονίζουν γνωστούς Αγίους ή ιστορίες από τη Βίβλο. Ο σεβασμός για την Παναγία είναι επικρατής αυτή τη στιγμή και απεικονίζεται συχνά ως βασίλισσα.

Τα παράθυρα έχουν στυλ από τυποποιημένη φυτική διακόσμηση και διακοσμητικό σφαιροειδές γύρω από σκηνές και εικόνες. Τα κυρίαρχα χρώματα είναι κόκκινο και μπλε. Αυτό το ύφος του βιτρώ φαίνεται να αναπτύσσεται από το κομμάτι σμάλτου και μικροσκοπικά έργα ζωγραφικής. Λίγα ρωμανικά παράθυρα παραμένουν. Εκείνα που παραμένουν βρίσκονται συχνά ως απεικονίσεις στα βιβλία και κατά συνέπεια φαίνονται γνωστά. Μερικά παραδείγματα του ρωμανικού ύφους είναι οι εικόνες του Augsburg που αναφέρθηκαν παραπάνω. Μέρη από την Ανάληψη του Χριστού από τον Καθεδρικό ναό του Le Mans, η μεγάλη σταύρωση από τον Καθεδρικό του Poitiers, οι προσόψεις των παράθυρων και το La Belle Verriere προσόψεων από τον καθεδρικό ναό του Chartres και στο τέλος της εποχής, μεγάλες εικόνες χορωδιών του καθεδρικού ναού του Canterbury.

4.6 ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ

Το Αναγεννησιακό βιτρώ είναι πολύ διαφορετικό από αυτό της προηγούμενης περιόδου. Τα θέματα είναι ακόμα κυρίως βιβλικά. Επειδή τα θέματα του βιτρώ στην αναγέννηση παρουσιάζονται στον ιματισμό της περιόδου. Η γνώση της ιστορία του κοστουμιού βοηθά στην ημερομηνία των παράθυρων. Τα αλληγορικά θέματα είναι ακόμα πιο επιμελημένα από τη

μεσαιωνική εικονογραφία. Οι εικόνες αντιπροσωπεύουν τις αφηρημένες ιδέες. Υπάρχουν κοσμικές σκηνές στα παράθυρα εκκλησιών. Το βιτρώ χρησιμοποιήθηκε στα κοσμικά κτήρια κατά τη διάρκεια της περιόδου αναγέννησης.

Ιστορικές σκηνές ή η οικοσημολογία τοποθετήθηκαν στα Δημαρχεία και μικρά πλαίσια (συνήθως με ασημένια βαφή και χρώμα στο λευκό γυαλί) ενσωματώθηκαν σε σαφή γυάλινα παράθυρα στα σπίτια. Οι εργάτες των εποχών είναι ένα αγαπημένο θέμα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Στα μεγάλα παράθυρα των εκκλησιών, οι σκηνές επεκτείνονται σε όλο το σύνολο, αγνοώντας τα διαχωριστικά.

Τα κτήρια που απεικονίζονται στα παράθυρα είναι στερεά με κλασσικό ύφος, που παρουσιάζεται με τη σωστή προοπτική. Μια δράση πραγματοποιείται μακριά πίσω από το πλάνο των εικόνων με αναπόληση του παρελθόντος σε απόσταση. Τα πρόσωπα έχουν προσωπικότητα και παρουσιάζουν πάθος.

Ο τρόπος που οι βιοτέχνες εργάστηκαν στο βιτρώ επίσης άλλαξε. Οι καλλιτέχνες σχεδίασαν κινούμενα σχέδια σε χαρτί και ήταν σε θέση να φέρουν εκείνα τα κινούμενα σχέδια σε διαφορετικούς πελάτες. Τα βιβλία δειγμάτων των σχεδίων μεταφέρθηκαν επίσης. Τα εργαστήρια έμειναν σε μια θέση μέσω διάφορων γενεών, που συνδέεται συχνά με έναν καθεδρικό ναό που αποτέλεσε το σημαντικό εργοδότη τους. Τα τελειωμένα παράθυρα στάλθηκαν στους δευτεροβάθμιους πελάτες σε μια απόσταση. Τα στούντιο ενώθηκαν μαζί με εταιρίες ή συντεχνίες.

Η ασημένια βαφή, έλαμψε το γυαλί (που εκτρίβονται παρά το οξύ που χαράζεται) και το χρωματιστό σμάλτο χρησιμοποιήθηκε ευρέως. Ο κόπτης διαμαντιών χρησιμοποιήθηκε, κάνοντας πιθανό μεγαλύτερα, πιο περίπλοκα κομμάτια του γυαλιού. Ο μόλυβδος έγινε λεπτότερος και λιγότερο σημαντικός στο σχέδιο. Στο δέκατο πέμπτο αιώνα, η πόλη του Bruges στο Βέλγιο είχε 80 επιχειρήσεις βιτρώ. Το ύφος ζωγραφικής γυαλιού αυτής της περιοχής παρουσιάζει την επιρροή των ξυλογραφιών.

Αν και το γοτθικό βιτρώ ήρθε αργά στην Ιταλία, το Αναγεννησιακό στυλ άκμασε νωρίς. Υπερασπίστηκε από τους γνωστούς καλλιτέχνες όπως τους Filippino Lippi, Lorenzo Ghiberti, Simone Martini, Taddeo Gaddi, Pietro

Perugino, Donatello, Paolo Ucello, Domenico Ghirlandaio, Pacino di Buonaguida, Andrea da Firenze, Giotto, Giovanni Cimabue, Cortona Arezzo και τους αδελφούς Gesuati. Τα Φλαμανδικά σχέδια βιτρώ στην Αναγέννηση είναι συγγενή στα έργα ζωγραφικής από λαδομπογιά του Van Eycks δηλαδή παρουσιάζουν συχνά τις ενεργητικές μορφές και αντιπαραβαλλόμενα χρώματα. Μια χαρακτηριστική ξεκάθαρη πτυχή στα ενδύματα είναι εμφανής σε αυτήν την περίοδο. Το Liège χρησιμοποιεί πολύ λευκό γυαλί στη στέψη της Παρθένου στην Εκκλησία Αγίου Gommaire. Το ύφασμα που χρησιμοποιείται σε όλες τις εικόνες είναι λευκό σε αντίθεση με το χρωματιστό φόντο.

Τα μεγάλα παράθυρα του Bernard van Orley στον Καθεδρικό ναό των Βρυξελλών παρουσιάζουν τη στέψη του Charles V. Dirck. Ο Wouter Crabeth έφτιαξε παράθυρα στη Gouda και κατόπιν πήγε στην Αγγλία να εργαστεί. Ο Χενρυ ο VII της Αγγλίας έφερε τον Dirck Vellert από το Antwerp και τους Barnard Flower και Galyon Hone από την Ολλανδία να εργαστούν στα παράθυρα στο κολέγιο του Βασιλιά στο Κέιμπριτζ. Οι Άγγλοι υαλοπώλες που είχαν μια μακροχρόνια παράδοση δεν τους υποδέχτηκαν καλώς, αλλά οι Φλαμανδοί είχαν την προστασία του βασιλιά, έτσι οι εγγενείς βιοτέχνες μπόρεσαν μόνο να διαμαρτυρηθούν χωρίς αποζημίωση. Οι πόλεις της Νέας Υόρκης και της Νορβηγίας ήταν πολύ ακμασμένες και είχαν πολλές εκκλησίες κοινοτήτων με τις λεπτές παραδόσεις του βιτρώ της Αναγέννησης. Ήταν διάσημες για τα εργαστήρια των υαλοπωλών τους.

Η Ισπανία δεν είχε καμία πρόωρη παράδοση βιτρώ επειδή το Μαυριτανικό επάγγελμα ήταν περιορισμένο στα χριστιανικά κτήρια εκκλησιών. Η Αναγέννηση είναι η χρυσή περίοδός της. Ιταλικά. Οι Φλαμανδοί και Γάλλοι υαλοπώλες καθιέρωσαν την τέχνη αφότου οι Μαυριτανοί έφυγαν. Δύο αδελφοί, ο Arnao de Vergara και ο Arnao de Flandres που εργάστηκαν στον καθεδρικό ναό της Σεβίλλης, είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτοι.

4.7 ΒΙΤΡΩ : ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

Παρόλο που στην πρώτη ώριμη περίοδο της ιστορίας των βιτρώ η εφαρμογή τους παρέμενε στο πλαίσιο της εκκλησιαστικής αρχιτεκτονικής, τα παραδείγματα της τελευταίας δεκαετίας έχουν αποδείξει ότι υπάρχει

δυνατότητα ενσωμάτωσής τους, εξίσου δυναμικά και σε μη εκκλησιαστικά κτίρια.

Πρωταγωνιστές αυτής της κίνησης είναι οι καλλιτέχνες-τεχνίτες που δουλεύουν με το γυαλί και γνωρίζουν τις δυνατότητές του, οι αρχιτέκτονες που ενσωματώνουν τέτοια έργα στην αρχιτεκτονική τους, και οι πελάτες που δίνουν τη δυνατότητα της πραγματοποίησης των έργων αυτών. Ο Brian Clarke σε συνεργασία με τον A. Isozaki δημιουργούν αυτή τη στιγμή τα βιτρώ του Lake Sagami Golf Club (195 τ.μ.) ενώ ταυτόχρονα δουλεύουν σε συνεργασία με τον Norman Foster τα βιτρώ του καινούργιου αεροδρομίου του Λονδίνου στο Stansted. Ο Ed Carpenter κάνει την πρόσοψη του Justice Center στο Portland, Oregon, συνεργαζόμενος με το αρχιτεκτονικό γραφείο Zimmer Consultants Frasca Partnership. Ο J. Schreiter ολοκληρώνει το αμφιθέατρο του Δημαρχείου του Wiesbaden (1987). Ο G. Jones και ο Beleschenko από την Αγγλία, ο Schaffrath, ο Taut, ο Klos, ο Poengsten, ο Hartmann, η Santarossa από τη Γερμανία, ο J. Walker από τη Ν. Ζηλανδία, ο H. Blondeel από το Βέλγιο, η Margarethe Keith από την Αυστρία, ο L. Hutzfeld από τον Καναδά, ο Quagliata και ο Sowers από τις Ηνωμένες Πολιτείες, ο Petit από τη Γαλλία και πάρα πολλοί άλλοι κάνουν έργα από γυαλί που μόνο στην παράδοση της εκκλησιαστικής αρχιτεκτονικής δεν ανήκουν.

Το 80 ήταν η δεκαετία κατά την οποία το δημιουργημένο art and craft κίνημα της δεκαετίας του 60 βρήκε την αναγνώρισή του από τους αρχιτέκτονες του μοντερνισμού και του μεταμοντερνισμού. Τα ιδανικά του 60 για μια αρχιτεκτονική πιο ανθρώπινη, φτιαγμένη από χέρια, λιγότερο μονότονη, πιο ομιλούσα και όχι καθαρά φορμαλιστική, ωρίμασε.

Αυτό φαίνεται στη σύγχρονη τέχνη για αρχιτεκτονικό χώρο, στην οποία ανήκει και το βιτρώ. Σε αντίθεση με την εποχή του Μοντερνισμού όπου ο καλλιτέχνης τοποθετεί το γλυπτό ή τον πίνακα σ' ένα Δημόσιο χώρο ανεξάρτητα από το σχεδιασμό του χώρου αυτού, θέτοντας ως μοναδικό ερώτημα το πώς θα εκφραστεί ο ίδιος, οι σύγχρονοι παραγωγοί έργων τέχνης σε Δημόσιους χώρους έχουν αρχιτεκτονική συνείδηση. Τα ερωτήματα που θέτουν έχουν να κάνουν με το πώς το έργο τους δρα στο χώρο. Η τέχνη για τον αρχιτεκτονικό χώρο έχει τέσσερα χαρακτηριστικά:

A) Στο πλαίσιο της σύγχρονης τέχνης:

1. Τα έργα είναι σχεδιασμένα ειδικά για ένα συγκεκριμένο τόπο, από τον οποίο τραβούν τη μορφή, τη σημασία τους ή και τα δυο.
2. Σε αντίθεση με τη μοντέρνα τέχνη για Δημόσιο χώρο, στην οποία οι καλλιτέχνες είναι αρκετά προσεκτικοί στο να χαρακτηριστεί το έργο άχρηστο, στη σύγχρονη τέχνη για αρχιτεκτονικό χώρο το έργο έχει συχνά λειτουργική βάση (πολλές φορές είναι ένας τοίχος, μια κολόνα ή μια πόρτα).

B) Στο πλαίσιο της σύγχρονης αρχιτεκτονικής:

1. Η τέχνη σε αρχιτεκτονικό χώρο, ως έργο χειροποίητο, μπορεί και έχει να προσφέρει μια εναλλακτική λύση στην αισθητική της μηχανής, η οποία από το 1940 διακατέχει το μορφολογικό χαρακτήρα της μοντέρνας δόμησης και τεχνικής.
2. Το τελευταίο και ίσως το πιο σημαντικό σημείο έχει να κάνει με την αναίρεση του διαχωρισμού μεταξύ των πρωτογενών (δόμηση) και δευτερογενών (διάκοσμος) στοιχείων της αρχιτεκτονικής. Πολλά από τα έργα για αρχιτεκτονικό χώρο ενώ ανήκουν στην αρχιτεκτονική, διατηρούν την αυτονομία και τη δύναμή τους έτσι που να μην μπορούν να χαρακτηριστούν ως διακοσμητικά στοιχεία.

4.8 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΥ ΒΙΤΡΩ

Η πρώτη προϋπόθεση είναι να βρεθεί ο χώρος για τον οποίο θα σχεδιαστεί και στον οποίο θα τοποθετηθεί το βιτρώ. Η επιλογή του χώρου εξαρτάται από το πώς το βιτρώ θα δράσει μέσα στο συγκεκριμένο αυτό χώρο. Εδώ μπορούν να παρατεθούν μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις.

1. Το βιτρώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο άρθρωσης φωτός. Σε αντίθεση με το κοινό γυαλί (float glass) το οποίο έχει την τάση να εξαυλώνεται στο φως, οι διάφοροι τύποι γυαλιού που χρησιμοποιούνται στο βιτρώ ενεργοποιούνται στο φως. Ακόμα, ενώ το κοινό γυαλί δεν επηρεάζει το φως, το βιτρώ το φιλτράρει και μπορεί να ρυθμίσει την ποσότητα και την ποιότητα η

οποία θα εισαχθεί στον εσωτερικό χώρο. Αυτό γίνεται με βάση τον τύπο ή τύπους γυαλιού που θα χρησιμοποιηθούν και τον τρόπο με τον οποίο αυτοί θα συνδυαστούν. Στο Justice Center για παράδειγμα, ο Carpenter χρησιμοποίησε άχρωμα γυαλιά. Η υφή των γυαλιών αυτών όμως (φουσαλίδες, κύματα, γραμμώσεις, πρίσματα κτλ.), τα κάνει αδιαφανή και απομονώνει τη μορφή των αντικειμένων του εξωτερικού χώρου (ουρανός, δέντρα). Αυτό φαίνεται στο Portland Building του M. Graves όπου αφήνεται μόνο το χρώμα τους να περάσει στον εσωτερικό χώρο, ενώ ταυτόχρονα χρωματίζεται από το ίδιο το γυαλί. Το βιτρώ κατ' αυτή την άποψη γίνεται κινητική τέχνη, μια και αλλάζει χρώμα ανάλογα με τον καιρό και τις εποχές. Μια διαφορετική αντιμετώπιση του ίδιου θέματος εικονογραφείται από το θόλο των ανακαινισμένων θερμών λουτρών του Buxton. Εδώ ο Brian Clarke δρα πιο εκρηκτικά χρωματίζοντας το χώρο και δημιουργώντας μια ατμόσφαιρα θάλασσας πάνω από το εστιατόριο.

2. Μια δεύτερη περίπτωση είναι όταν το βιτρώ χρησιμοποιείται ως μέσο άρθρωσης επιφάνειας. Ο Schaffrath, για παράδειγμα στο Bad Zwischenahn δημιούργησε μια σχέση μεταξύ του μολύβδου και της φυσικής δομής του κτιρίου. Στην προκειμένη περίπτωση, οι ράβδοι μολύβδου, αποτελούν εκτός από συνδετικά κομματιών γυαλιού (το νεύρο της κατασκευής του βιτρώ) και σχεδιαστική γραμμή, γραμμή που ακολουθεί το δομικό σχεδιασμό, και η οποία μαζί με τις υφές των διάφορων τύπων γυαλιού και τα χρώματά τους δημιουργούν διαβαθμίσεις, βάθος και αναγλυφότητα στην επιφάνεια γυάλινων τοίχων.

3. Μια τρίτη κατηγορία είναι η χρησιμοποίηση του βιτρώ ως μέσου απομόνωσης του εσωτερικού από τον εξωτερικό χώρο χωρίς να υπάρχει έλλειψη φυσικού φωτισμού. Μπορούν να ξεχωριστούν τρεις περιπτώσεις που υπόκεινται στην κατηγορία αυτή. Πρώτον, όταν υπάρχει ένας ανεπιθύμητος εξωτερικός χώρος (φωταγωγός, άνοιγμα εστιατορίου ή καταστήματος προς την πρασιά οικοδομής) ο οποίος όμως έχει τη δυνατότητα παροχής φυσικού φωτισμού. Εδώ το βιτρώ δίνει τη δυνατότητα ανοίγματος στο βάθος του χώρου και την εγκατάλειψη της ιδέας του τοίχου. Επίσης, όταν είναι ανεπιθύμητη η θέαση από τα έξω προς τα μέσα, όπως για παράδειγμα η

περίπτωση του παράθυρου του υπνοδωματίου σε πρώτο ή δεύτερο όροφο μεζονέτας. Και τέλος, όταν είναι επιθυμητός ο περιορισμός της θέασης εντός του εσωτερικού χώρου. Τέτοια είναι η περίπτωση του αμφιθέατρου του Δημαρχείου του Wiesbaden, τόπος συζήτησης και επίλυσης προβλημάτων, όπου ο αδιαφανής αλλά διάφωτος γυάλινος τοίχος αντικριστά στο αμφιθέατρο δημιουργεί έναν εσωστρεφή εσωτερικό χώρο. Στις δυο τελευταίες περιπτώσεις το βιτρώ αντικαθιστά τη μόνιμη χρήση της κουρτίνας.

4. Το βιτρώ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως εστιακό σημείο του χώρου. Σε πολλά κτίρια λείπει το μυστήριο και η μαγεία στον τρόπο που το φως μπαίνει στο χώρο. Μια μεγάλη κατασκευή βιτρώ όπως αυτή στο Portland, ή μια μικρή όπως αυτή του Bethanienhouse, δημιουργούν εστιακά σημεία μαγείας στα οποία ο περιπατητής του εσωτερικού χώρου μπορεί να σταθεί και να τα απολαύσει.

Η δεύτερη προϋπόθεση για την κατασκευή του βιτρώ είναι η συνεννόηση του αρχιτέκτονα με το σχεδιαστή σε ότι αφορά την ατμόσφαιρα που θα δημιουργήσει, τα οπτικά αποτελέσματα, την αρχιτεκτονική υφή, το σύστημα στήριξής του και το γενικό θέμα, εάν υπάρχει, το οποίο συνήθως παρέχεται από τον πελάτη. Στην καλύτερη περίπτωση ο σχεδιαστής πρέπει να έρθει σε συνεννόηση με τον αρχιτέκτονα το νωρίτερο δυνατό και αυτό για να δημιουργηθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις ώστε να γίνει κατά το μέγιστο δυνατό η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του βιτρώ (όπως για παράδειγμα οι αντανάκλασεις που θα χαθούν αν χρησιμοποιηθεί μοκέτα στο δάπεδο), καθώς και προϋποθέσεις στήριξης και φωτισμού.

Όσον αφορά στο σύστημα στήριξης αυτό είναι σχετικά απλό, αλλά πραγματικά σημαντικό για τη ζωή του έργου. Σε γενικές γραμμές, το όριο ενός μονοκόμματος πλαισίου βιτρώ είναι το ένα τετραγωνικό μέτρο. Για μεγαλύτερα τεμάχια είναι απαραίτητος ένας κάρναβος στήριξης. Ακόμα, όταν το πλαίσιο ξεπερνά τα 50 εκατοστά στο ύψος, είναι απαραίτητη η κάθετη στήριξή του με ατσάλοβεργες, έτσι ώστε να αποφεύγεται η λεγόμενη κοιλιά του βιτρώ.

Ο κάθε τύπος γυαλιού αντιδρά διαφορετικά σε διαφορετικό φωτισμό. Είναι λοιπόν απαραίτητο ο φωτισμός να είναι μέρος του σχεδιασμού του βιτρώ. Όταν το βιτρώ δε φωτίζεται από το φυσικό φως ή όταν είναι θεμιτό να

φαίνεται απ έξω τη νύχτα, τότε ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να είναι κατά τρόπο που να διαχέει το φως σ όλη την επιφάνεια χωρίς να δημιουργούνται θερμά σημεία.

Αφού ολοκληρωθεί η μελέτη, αυτό που μένει είναι η κατασκευή του βιτρώ. Ακολουθεί μια διαδικασία όπου η τεχνική παίζει πρωτεύοντα ρόλο. Εξυπακούεται ότι όσο καλύτερη τεχνική ακολουθείται, τόσο καλύτερη λεπτομέρεια και όσο πιο πολλές τεχνικές τόσο περισσότερες δυνατότητες σχεδιασμού.

Η τεχνική του βιτρώ μπορεί να συνδυαστεί με πολλές τεχνικές υαλοουργίας, όπως τα σμάλτα, τεχνικές κατεργασίες γυαλιού εν θερμώ, τεχνικές χάραξης, γυαλίσματος, κόλλησης, αμμοβολής κτλ. Κλείνοντας, θα πρέπει να τονιστούν δυο σημεία. Πρώτα, ότι το βιτρώ πρέπει να είναι ένα μέσο έκφρασης, για να μην πέφτει στο επίπεδο τυποποιημένων σχεδίων και δεύτερο, ότι επειδή πωλείται κατά παραγγελία, και όχι ως έτοιμο είδος, πρέπει να σέβεται τις επιθυμίες του αγοραστή. Η επιτυχία ενός έργου βιτρώ εξαρτάται από την ανεύρεση της χρυσής τομής των δυο αυτών παραγόντων.

4.9 ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΤΡΩ

Από τους Άραβες εμπνεύστηκαν οι μάστορες στο Πήλιο, τη Σιάτιστα, την Καστοριά και άλλες πόλεις της Κεντρικής και Β. Ελλάδας κι έφτιαξαν στα αρχοντικά τα περίφημα υαλοστάσια ή τζαμιλίκια, με καθαρό Ελληνικό χαρακτήρα. Τα παράθυρα-φεγγίτες, ήταν φτιαγμένα με χρωματιστά γυαλάκια , συνδεδεμένα μεταξύ τους με γύψο, σε γεωμετρικά ή φυτικά σχέδια... Ήταν τόσο όμορφα αυτά τα αρχοντικά σπίτια, που έχουμε μαρτυρίες γραπτές για φθόνο μεγάλο των Τούρκων που τα ζηλεύανε και τα τραγουδούσανε και τους έβγαζαν τραγούδια και ονόματα. Τα μεγάλα σπίτια που για πρώτη φορά απέκτησαν τζαμλίκια και ξύλινα παράθυρα τα αποκαλούσαν "κιρκ πεντζέρ", τα σαράντα παράθυρα. Οι Τούρκοι όταν λένε κιρκ εννοούν το άπειρο, όπως εμείς λέμε μύρια ή χίλια.



Εικόνα 4. 8 Φεγγίτης βιτρώ, στο αρχοντικό Νερατζόπουλου, Σιάτιστα 1755.



Εικόνα 4. 9 Αρχοντικό Νερατζόπουλου
Υαλόφρακτος φεγγίτης βιτρώ



Εικόνα 4. 10 Αρχοντικό στη Σιάτιστα
βιτρώ Υαλόφρακτος φεγγίτης



Εικόνα 4. 11 Αρχοντικό στη Σιάτιστα, Υαλόφρακτος φεγγίτης βιτρώ



Εικόνα 4. 12 Αρχοντικό Νεραντζόπουλου, Υαλόφρακτος φεγγίτης βιτρώ



Εικόνα 4. 13 ΒΙΤΡΩ

Αρχοντικό Πουλκίδη. Βιτρώ και τοιχογραφία με πολύχρωμο διακοσμητικό πλοχμό, που θυμίζει έντονα το ύφος των αρχικών γραμμάτων και των διακοσμήσεων μιας σειράς αγιορείτικων χειρογράφων του 16ου αιώνα.



Εικόνα 4. 14 Διακόσμηση του "καλού οντά" του αρχοντικού Σανούκου. Ο φεγγίτης και μέρος της εσωτερικής διακόσμησης του "καλού οντά", 1742. Σιάτιστα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

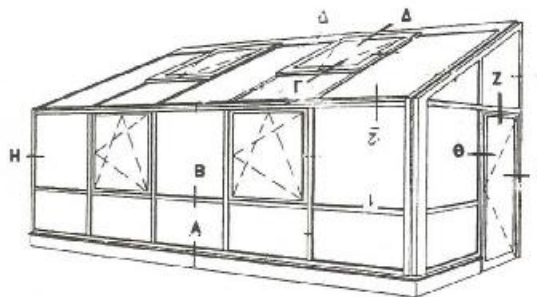
ΓΥΑΛΙΝΕΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΕΙΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

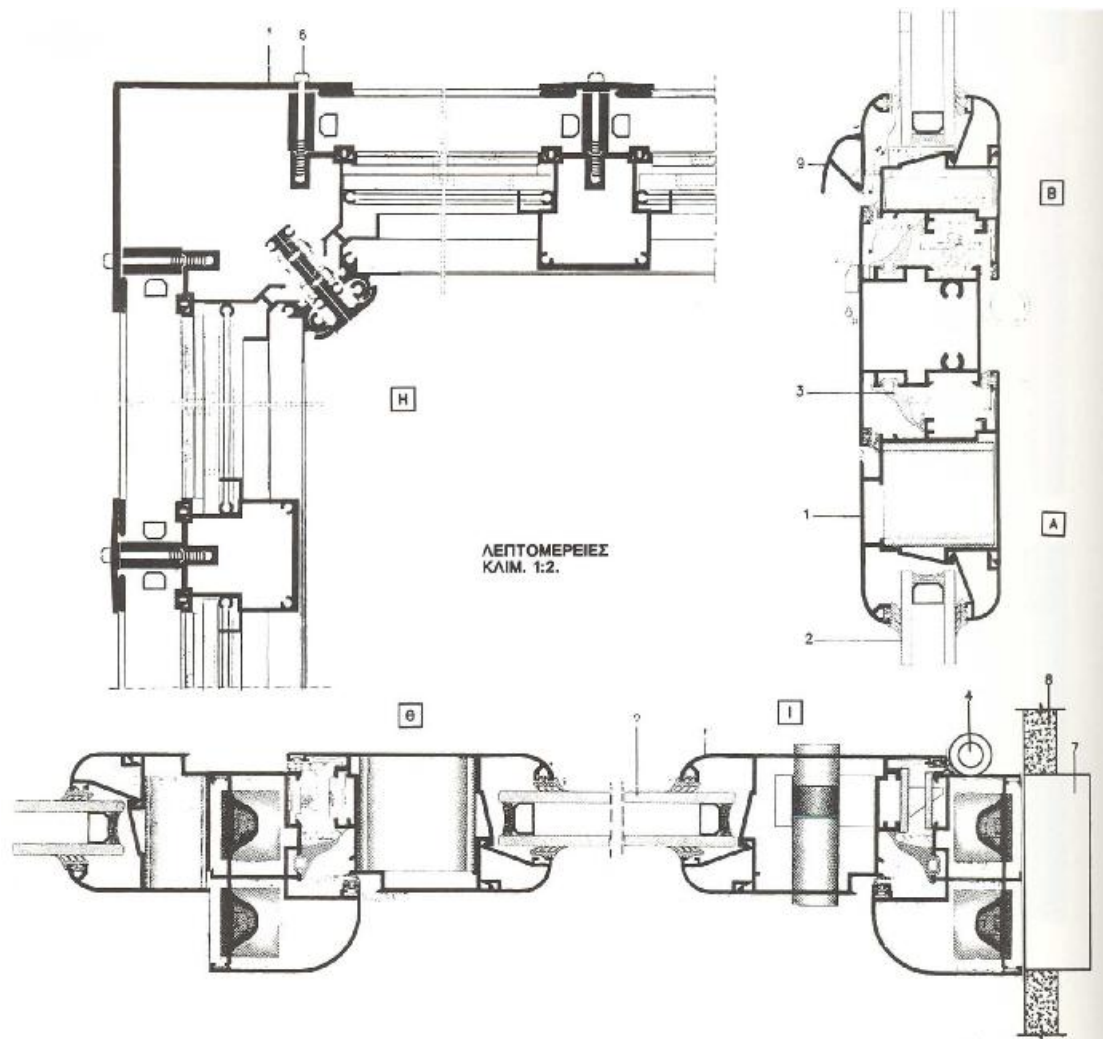
Η ανάπτυξη και η ευρεία εφαρμογή των μεταλλικών κατασκευών κατά τον προηγούμενο αιώνα ήταν παράλληλες με την κατασκευή επιστεγάσεων από γυαλί. Αφού μπορούσε να κατασκευαστεί ο φέρων οργανισμός ήταν απλή η τοποθέτηση του κατάλληλου γυαλιού, ώστε να φωτιστεί φυσικά το εσωτερικό του κτιρίου. Ωστόσο, σταδιακά η τάση για γυάλινες επιστεγάσεις έγινε υποτονική και για ένα μεγάλο διάστημα εγκαταλείφθηκε. Από το τέλος όμως του Β' Παγκοσμίου Πόλεμου οι αρχιτέκτονες προκαλούνται και πάλι από τα πλεονεκτήματα μιας κατασκευής τέτοιου τύπου και εμφανίζονται ανάλογες εφαρμογές.

5.2 ΤΥΠΟΙ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΕΩΝ

Διαφανείς επιστεγάσεις σχεδόν οριζόντιες ή κεκλιμένες, επίπεδες ή καμπύλες κατασκευάζονται σε πολλά είδη κτιρίων, δημιουργώντας αίθρια στο εσωτερικό τους. Γενικά είναι κατασκευές που παράγονται με συγκεκριμένες προδιαγραφές για κάθε θέση. Έτσι οι αρχιτέκτονες έχουν την ελευθερία να επιλέξουν τη μορφή και τη φόρμα τους. Οι σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες επιτρέπουν τη σχεδόν δίχως όρια ελευθερία των σχεδιαστών. Ο φέρων οργανισμός κατασκευάζεται από χάλυβα ή αλουμίνιο.

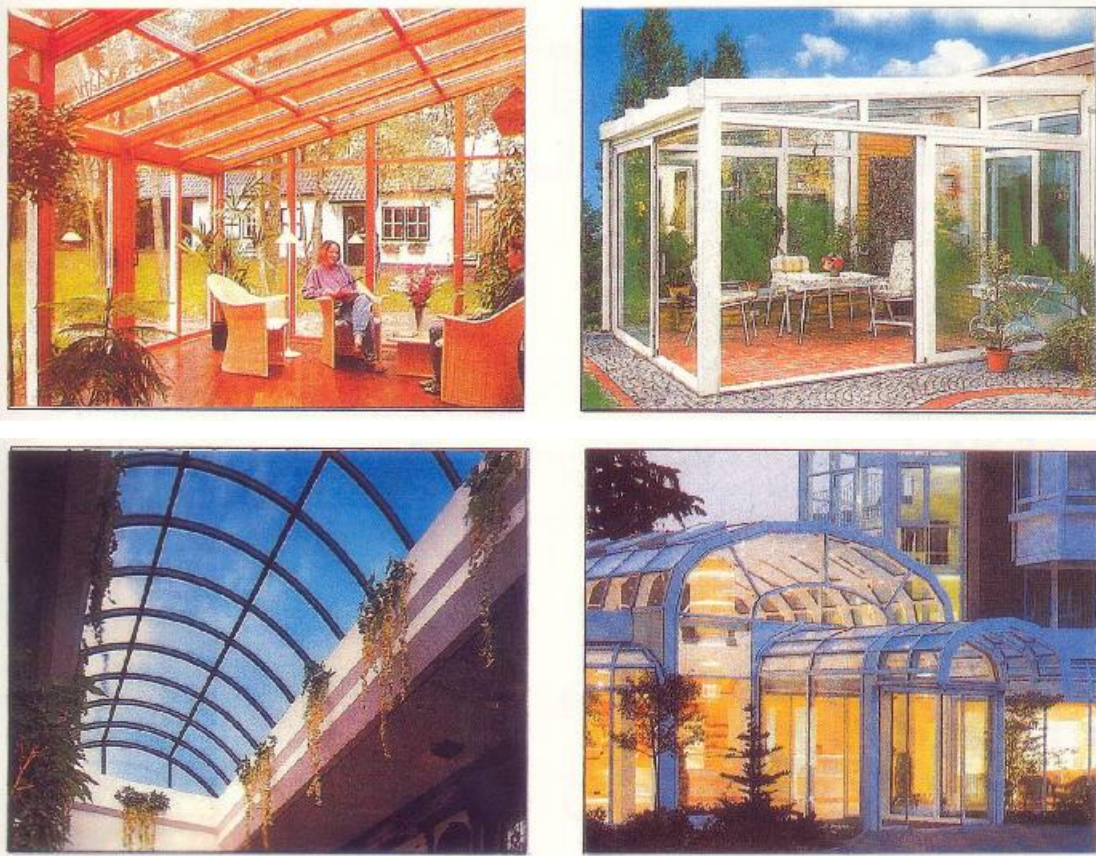


Εικόνα 5. 1 Κατασκευή καλυμμένης βεράντας (λιακωτού) -προοπτικό



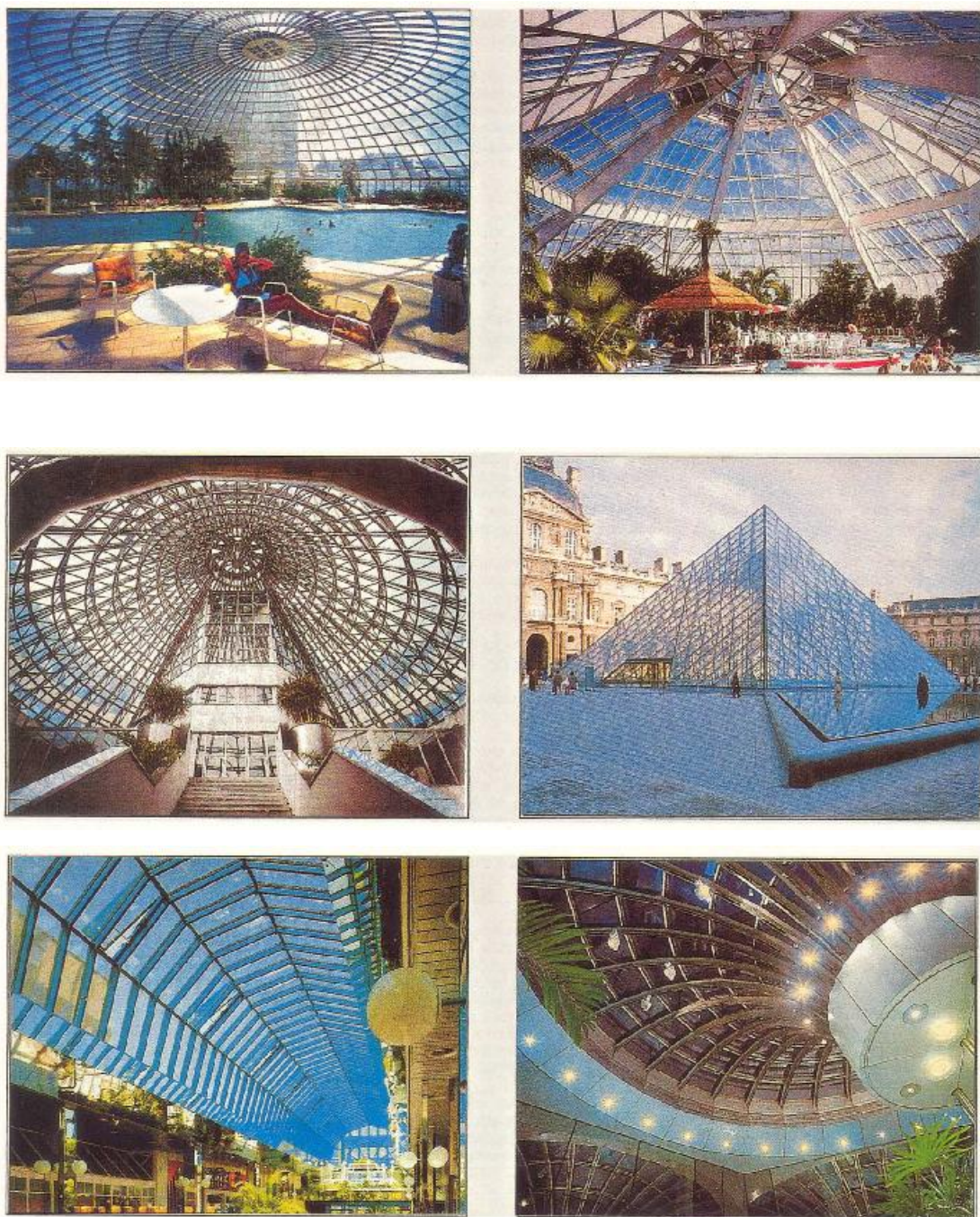
Εικόνα 5. 2 Τομές σχήματος εικόνας 5.1





Εικόνα 5.3 Στέγαστρα από γυαλί

Οι περιορισμένες διατομές των υλικών αυτών χαρίζουν ελαφρότητα στην κατασκευή και μεγιστοποιούν την ελεύθερη επιφάνεια για την είσοδο του φυσικού φωτός. Το υλικό επιστέγασσης είναι γυαλί ή κάποιο από τα ειδικά υλικά που το υποκαθιστούν σήμερα και που περιγράφονται στη συνέχεια του κειμένου. Μικρά συγκεκριμένα τεμάχια, όπως πυραμίδες ή κουπόλες, διατίθενται προκατασκευασμένα στην αγορά και συνήθως είναι εφοδιασμένα με ενσωματωμένο σύστημα ανοίγματος για τον αερισμό των χώρων.



Εικόνα 5. 4 Γυάλινοι θόλοι

5.3 ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ

Μια γυάλινη επιστέγαση δεν μπορεί να κατασκευαστεί σε κάθε τόπο και σε κάθε κλίμα. Το εύκρατο κλίμα όμως της χώρας μας και ιδιαίτερα των μη ορεινών περιοχών, μπορεί κατά τεκμήριο να θεωρηθεί ικανοποιητικό για μια

τέτοια κατασκευή. Αρκεί, σε περίπτωση που οι επιστεγάσεις αποτελούν τμήμα κλειστού χώρου, να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα σκίασης και αερισμού.

Γυάλινες επιστεγάσεις μικρού μεγέθους συναντώνται συχνά σε ιδιωτικές κατοικίες, σε χώρους που φιλοξενούν φυτά, που αποτελούν το κέντρο της οικογενειακής εστίας ή όπου άλλου δημιουργεί ο αρχιτέκτονας μια ιδιαίτερη γωνιά για τους ενοίκους. Επίσης στα μεγαλύτερα κτίρια, κυρίως δημόσιας χρήσης, όπως είναι τα εμπορικά κέντρα, τα νοσοκομεία, τα κτίρια γραφείων, τα σχολεία, οι αθλητικοί χώροι, οι σιδηροδρομικοί σταθμοί, τα αεροδρόμια κ.ά. οι διαφανείς επιστεγάσεις παρέχουν πολλαπλές δυνατότητες.

Τέτοιου τύπου κτίρια συναντώνται σε όλο τον κόσμο. Σε όλα αυτά η σύγχρονη αρχιτεκτονική επιβάλλει τη χρήση στεγών από μέταλλο και γυαλί. Αλλά και σε απλούστερες κατασκευές, όπως σταθμοί λεωφορείων, επιστεγάσεις εισόδων ξενοδοχείων, προσβάσεις σε υπόγειες διαβάσεις ή χώρους στάθμευσης, είναι συχνή η εφαρμογή στεγάστρων από αυτά τα υλικά. Επίσης γυάλινες επιστεγάσεις χρησιμοποιούνται συχνά σε ανακαινίσεις παλαιών κτιρίων ή σε προσθήκες νέων τμημάτων σε αυτά. Η διαφάνεια και η ελαφρότητα της κατασκευής την κάνουν κατάλληλη να συνδυαστεί με κάθε είδους δομικό υλικό: εμφανή τοιχοποιία, ορθομαρμάρωση, επίχρισμα.

5.4 Η ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Το κύριο πλεονέκτημα μιας επιστέγασης με γυαλί είναι η ελεύθερη είσοδος του φωτός και ο ανάλαφρος χαρακτήρας της συνολικής κατασκευής. Έτσι οι χρήστες ή οι διερχόμενοι από το χώρο, ενώ ζουν και κινούνται προφυλαγμένοι από τα καιρικά φαινόμενα, έχουν παράλληλα επαφή με το περιβάλλον και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτό. Η σημασία αυτού του χαρακτηριστικού δεν πρέπει να περιφρονείται ή να υποβιβάζεται διότι είναι πλέον αποδεδειγμένο από ειδικούς επιστήμονες ότι η επαφή του ανθρώπου με το εξωτερικό περιβάλλον συμβάλλει σημαντικά στην ψυχική υγεία του. Η επίδραση της συνεχούς λειτουργίας κλιματιστικών συσκευών σε τελείως κλειστούς χώρους και η έλλειψη του φυσικού φωτός μπορούν να προκαλέσουν σωματικές και ψυχικές ασθένειες.

5.5 Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΜΙΑΣ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ

Η κατασκευή μιας γυάλινης επιστέγασης, ολικής ή μερικής για ένα κτίριο είναι γενικά σημαντικά ακριβότερη από μια συμβατική στέγη ή ένα δώμα. Όμως στον αντίποδα βρίσκεται το σοβαρό πλεονέκτημα που παρουσιάζει από περιβαλλοντική άποψη: η οικονομία που θα μπορούσε να προσφέρει σε ενέργεια.

Το κόστος των εγκαταστάσεων και η δαπάνη λειτουργίας για το φωτισμό είναι μικρότερο από ότι σε μια συμβατική κατασκευή. Κατά τη χρήση του κτιρίου, η δαπάνη για τον κλιματισμό των χώρων επηρεάζεται από τις γυάλινες επιστεγάσεις.

Ενώ με μια πρώτη ματιά μπορεί να πιστέψει κάποιος ότι οι απαιτήσεις κλιματισμού είναι αυξημένες, με τη χρήση σκίασης και διπλών τζαμιών μπορεί να ισοψηφιστεί με τις δαπάνες κλιματισμού μιας κλασικής κατασκευής. Επίσης δεν πρέπει να παραλείπεται η αντίληψη ότι οι γυάλινες κατασκευές αποτελούν ένα από τα κύρια στοιχεία του παθητικού ενεργειακού σχεδιασμού. Αρκεί να γίνονται με ορθολογικό σχεδιασμό και μελέτη και όχι για λόγους εντυπωσιασμού.

5.6 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΙΑΣ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ

Από τη στιγμή που θα αποφασιστεί να κατασκευαστεί μια γυάλινη επιστέγαση και ιδιαίτερα σε ένα κτίριο όπου ο όγκος του χώρου που θα καλύπτει είναι μεγάλος, πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά η συμπεριφορά της συνολικής κατασκευής και να γίνεται ορθή επιλογή υλικών. Κατά τη φάση του σχεδιασμού, για να δοθεί το κατάλληλο σχήμα, μελετάται η πρόσπτωση του ηλιακού φωτός σε σχέση με τις επιφάνειες που είναι επιθυμητό να προσεγγίζει. Πολύ χρήσιμο θα ήταν η ηλιακή μελέτη να συμπληρωθεί με τη μελέτη σκίασης μακέτας σε ηλιακή τράπεζα. Έτσι οι μελετητές μπορούν να εξακριβώσουν την πραγματική συμπεριφορά του φωτός και ανάλογα να σχεδιάσουν τις εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού και τις σταθερές ή κινητές διατάξεις σκίασης.

Τελικά η γυάλινη επιστέγαση μπορεί να αποτελέσει μια τέλεια προσαρμοσμένη δομική κατασκευή και κατά τις τέσσερις εποχές του έτους. Τα βασικότερα σημεία που απασχολούν τους μελετητές είναι:

1. Το μικροκλίμα του χώρου -θερμοκρασία και σχετική υγρασία, ώστε να διαπιστωθεί αν τελικά δημιουργείται το αίσθημα της άνεσης και της θαλπωρής στους χρήστες όλων των ορόφων, ιδιαίτερα λόγω της στρωμάτωσης του αέρα από διαφορετικές θερμοκρασίες με πολύ υψηλές θερμοκρασίες κατά στο θέρος στο άνω μέρος των εσωτερικών χώρων.
2. Η απελευθέρωση των υδρατμών στη βάση της γυάλινης στέγης.
3. Ο βαθμός της ενέργειας που διαπερνά τη γυάλινη κατασκευή σε πραγματικές συνθήκες (δείκτης g) -έτσι μπορούν να υπολογιστούν πιο σωστά τα απαιτούμενα φορτία για τα συστήματα κλιματισμού και αερισμού.
4. Ο πιθανός σχηματισμός δρόσου στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής.
5. Οι δυνατότητες ηλιοπροστασίας και αποφυγής της θάμβωσης.
6. Η επισκεψιμότητα της κατασκευής.
7. Η απορροή των βρόχινων νερών.
8. Η δομοφυσική, λειτουργική και στατική συμπεριφορά της επιστέγασης.

Επίσης δεν πρέπει να παραβλέπεται ότι η κατασκευή μιας γυάλινης επιστέγασης λειτουργεί ανασταλτικά για την πυρασφάλεια ενός πολυώροφου κτιρίου γιατί δημιουργεί πρόβλημα στη διαμερισματοποίησή του. Ωστόσο, η ασφάλεια της ζωής των χρηστών πρέπει πάντα να παίζει τον κύριο ρόλο κατά το σχεδιασμό. Μπορεί να εξασφαλιστεί με εξόδους διαφυγής, διόδους απομάκρυνσης του καπνού, συστήματα κατάσβεσης της φωτιάς κ.τ.λ.

5.7 ΑΕΡΙΣΜΟΣ, ΣΚΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Για τον αερισμό του αιθρίου πρέπει να προβλέπονται από τη φάση της μελέτης ανοιγόμενα ή συρόμενα τμήματα -με χειροκίνητο ή ηλεκτρικό μηχανισμό. Το τριγωνικό σχήμα ενδείκνυται για τέτοιου είδους λύσεις, γι αυτό και συναντάται συχνά είτε σε απλούς διαδρόμους κτιρίων είτε σε επαλληλία, οπότε δημιουργεί γυάλινη επιστέγαση μεγάλου πλάτους.

Ο αερισμός με αυτό τον τρόπο είναι μια απλή μηχανική λύση που προσφέρει οικονομία σε σχέση με μια ηλεκτρομηχανολογική αντίστοιχη

εγκατάσταση. Έχει διαπιστωθεί ότι μια πυραμίδα με συνολική επιφάνεια 100 τ.μ. (βάση 9x9 μ.) και ενσωματωμένο σύστημα αερισμού στην κορυφή της μπορεί να εξασφαλίσει οικονομία μέχρι και 100 kWh/έτος σε σχέση με μια ανάλογη κατασκευή που δε διαθέτει αερισμό αλλά είναι η κλασική κατασκευή από μέταλλο και θερμομονωτικό γυαλί.

Τυχόν ανοίγματα στη βάση της επιστέγασης πρέπει να μελετώνται προσεκτικά, ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη υποπίεσης. Για την αποφυγή του ίδιου φαινομένου στα ψυχρά κλίματα, τοποθετούνται κυκλικές πόρτες στις εισόδους του χώρου που έχει τη γυάλινη επιστέγαση και παράλληλα σχηματίζονται και χώροι εξισορρόπησης της πίεσης. Το θέμα της σκίασης αποτελεί σημαντικό παράγοντα που σχετίζεται με την όλη μελέτη της επιστέγασης και θα εξεταστεί χωριστά.

Γενικά σε περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια το θέμα της δυνατότητας σκίασης της γυάλινης επικάλυψης προσδιορίζει ακόμα και τη δυνατότητα εφαρμογής της.

Από τον προηγούμενο αιώνα ένα καίριο σημείο για τη σωστή λειτουργία των μεγάλων γυάλινων επιστεγάσεων αποτελούσε η δυνατότητα καθαρισμού τους και από τις δύο πλευρές. Μια γυάλινη επιστέγαση είναι αποτυχημένη αν συγκεντρώνει ρύπους που δεν μπορούν να απομακρυνθούν. Οι συνηθέστεροι τρόποι καθαρισμού σήμερα είναι:

1. Με μηχανικές αυτοματοποιημένες διατάξεις που η λειτουργία τους βασίζεται στις ίδιες αρχές με αυτές των μηχανημάτων καθαρισμού πισίνας.
2. Η χρήση θαλάμων ή πλατφόρμων που διακινούνται στο σύστημα της επιστέγασης.

Στην επιφάνεια κάθε επιστέγασης εξασφαλίζεται πάντα η κατάλληλη κλίση, ώστε να διευκολύνεται ο φυσικός καθαρισμός με το νερό της βροχής και την απορροή του.

5.8 Ο ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ

Για τις ιδιαίτερα μεγάλες γυάλινες επιστεγάσεις γίνονται ειδικές μελέτες με προσομοίωση της συγκεκριμένης κατασκευής και των φορτίων της. Με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων ορίζεται η τελική μορφή, ώστε να

ικανοποιεί τις αρχιτεκτονικές αλλά και τις στατικές απαιτήσεις σύμφωνα με τους σχετικούς κανονισμούς.

Διαφόρων ειδών συστήματα με κύριες και δευτερεύουσες δοκούς, σε κάρναβο ή ασύμμετρα τοποθετημένες, κλασικής ή κυψελωτής διατομής, κυλινδρικές ή ενισχυμένες και σε διάφορους χρωματισμούς αποτελούν το φέροντα οργανισμό του υλικού επιστέγασης. Επίσης τα προεντεταμένα καλώδια και διαφόρων ειδών ειδικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται ευρέως στις γυάλινες επιστεγάσεις.

Σε κάποιες περιπτώσεις και με αφορμή συγκεκριμένα έργα αναπτύχθηκαν νέες μέθοδοι, όπως στην περίπτωση του θερμοκηπίου του πάρκου της Villetta στο Παρίσι. Εκεί το γυαλί αποτελεί και φέροντα οργανισμό, αντίθετα με τη γενική περίπτωση όπου είναι απλά στοιχείο πλήρωσης του σκελετού. Μια απλή μορφή διαφανούς επιστέγασης είναι οι ευρέως παραγόμενες διατομές αλουμινίου ή PVC, που σε ειδικά διαμορφωμένες υποδοχές δέχονται τα διαφανή στοιχεία και με τα κατάλληλα σφραγιστικά υλικά εξασφαλίζουν στεγανότητα.

5.9 ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΕΓΑΣΗΣ

Όταν πρόκειται για γυάλινες επιστεγάσεις, το γυαλί που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να επιλέγεται με ιδιαίτερη προσοχή, γιατί από την ποιότητα και τις ιδιότητές του κρίνεται η ασφάλεια αυτών που βρίσκονται κάτω από αυτό.

Το σκληρυμένο γυαλί έχει πάντα κάποιο κίνδυνο θραύσης, το σπλισμένο με συρμάτινα ελάσματα γυαλί αποκλείει την πτώση θραυσμάτων, αντέχει στη φωτιά, ελαττώνει την ηλιακή ακτινοβολία αλλά δεν επιτρέπει μεγάλη διαπερατότητα στο φως. Παρέχει το πλεονέκτημα της καλής διάχυσης του φωτός και της δημιουργίας καλύτερων συνθηκών εργασίας. Επίσης ασφαλές είναι το τζάμι που ανάμεσα σε δύο στρώσεις γυαλιού έχει ένα πλαστικό φύλλο. Αυτό σχετικά με το σπλισμένο επιτρέπει μεγαλύτερη διαπερατότητα του φωτός. Ικανοποιητικά αποτελέσματα εξασφαλίζονται με διπλά ή και τριπλά τζάμια με επιλεκτικές επικαλύψεις σε κάποιες από τις εσωτερικές επιφάνειές τους. Ακριβές κατασκευές αποτελούν οι εφαρμογές θερμοχρωμικών ή άλλων ειδικών τζαμιών, που η χρήση τους πρέπει να

αξιολογείται και από οικονομικούς παράγοντες. Σημαντική εξασφάλιση μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή ειδικών επικολλημένων φιλμ από πλαστικά υλικά που μπορεί να εξασφαλίσουν ασφάλεια κατά τη θραύση των τζαμιών, περιορισμό της απώλειας θερμότητας από τον καλυμμένο χώρο ή διαφοροποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο.

Η καθαρότητα του χρησιμοποιούμενου γυαλιού εξαρτάται από το βαθμό επεξεργασίας του. Για κάθε είδος τζαμιού πρέπει να εξετάζεται το διάγραμμα διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας, γιατί από το είδος του μπορεί να εμποδίζεται ή να επιτρέπεται η εισδοχή διαφόρων τιμών ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα το ηλιακό φως που εισέρχεται να δίνει την αίσθηση διαφόρων αποχρώσεων. Εκτός όμως από το γυαλί έχουν αναπτυχθεί και άλλα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται στις επιστεγάσεις: πλάκες ή φύλλα ακρυλικά, πολυκαρβονικά, από PVC ή από οπλισμένο με υαλοίνες πολυεστέρα. Τα πλαστικά υλικά γενικά δεν είναι πυράντοχα και αυξάνουν τις απαιτήσεις πυρασφάλειας. Τα πολυκαρβονικά φύλλα θεωρούνται τα καλύτερα από άποψη αντοχής στη θραύση. Για τη χρήση διαφόρων πλαστικών υλικών υπάρχει πάντα η επιφύλαξη της μεταβολής του χρώματος με την πάροδο του χρόνου.

Τέλος, τα συνδυασμένα υλικά επιστέγασης -από γυαλί, πλαστικό και μέταλλο- παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά από αυτή του κάθε συστατικού τους. Προς το παρόν όμως η παραγωγή τους δεν έχει γενικευτεί και αποτελούν προωθημένες παραγωγές ορισμένων κατασκευαστών.

5.10 ΝΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Τελευταία στη Γερμανία αναπτύχθηκε ένα ειδικό φιλμ το οποίο κατά τους κατασκευαστές του περιορίζει το σχηματισμό ρύπων στην επιφάνεια της γυάλινης επιστέγασης, χωρίς αυτή να χάνει τη διαφάνειά της. Η ιδιότητα αυτή λέγεται ότι οφείλεται στην πολύ σημαντική επιφανειακή φόρτιση που έχει το γυαλί και που οδηγεί τα σωματίδια των ρύπων σε σφιχτή συνοχή. Αντίθετα το φιλμ που αναπτύχθηκε έχει πολύ μικρή επιφανειακή φόρτιση και παράλληλα καλή πρόσφυση στο γυαλί. Έτσι ενώ τα ίδια σωματίδια ρύπων φτάνουν στην

επιφάνεια, δε βρίσκουν την ηλεκτρική φόρτιση που θα τα συνενώσει και θα σχηματίσει τους αντιαισθητικούς λεκέδες.

Το νέο υλικό περιέχει οργανικά κεραμικά στοιχεία και ανόργανα πλαστικά. Ο αγγλικός όρος που χρησιμοποιείται γι' αυτό είναι Organically modified ceramics - Ormocer. Έχει μεγάλη αντοχή στο σχίσιμο, φιλτράρει τις υπεριώδεις ακτίνες, προστατεύει το γυαλί από τις υψηλές θερμοκρασίες και μπορεί να αποδώσει συγκεκριμένους επιθυμητούς χρωματισμούς. Δεν αποτελεί βέβαια τεχνολογία που εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση αλλά αποδεικνύει ωστόσο το γενικότερο ενδιαφέρον που υπάρχει για τέτοιου είδους κατασκευές και το μέλλον τους που υπόσχεται σημαντικές δυνατότητες. Υπάρχει εξάλλου και η άποψη ότι στο μέλλον περιοχές ολόκληρες ή μεγάλα νέα κτίρια θα περιβάλλονται από γυάλινα κελύφη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Το γυαλί αναδείχθηκε ως δομικό υλικό από την αρχή του 20ου αιώνα. Οι μεγάλες διαφανείς επιφάνειες όψεων αποτελούν σήμερα μια αρκετά συνηθισμένη επιλογή, στην οποία το γυαλί χρησιμοποιείται ως υλικό πλήρωσης σκελετών από άλλα υλικά. Στην προσπάθεια για μεγαλύτερη διαφάνεια του κελύφους των κτιρίων, τα όρια μεταξύ φερόντων και μη φερόντων στοιχείων από γυαλί άρχισαν σταδιακά να γίνονται πιο ασαφή.

Νέες τεχνολογίες στην κατασκευή του γυαλιού και στα δομικά συστήματα κατέστησαν δυνατή τη δημιουργία φερόντων στοιχείων από γυαλί. Τα τελείως διαφανή κτίρια είναι ακόμη σπάνια, αλλά ο συνδυασμός φερόντων και μη φερόντων στοιχείων από γυαλί με άλλα δομικά υλικά έχει να εμφανίσει πολλά επιτυχημένα παραδείγματα σύγχρονων κατασκευών. Οι γυάλινες κατασκευές κάθε είδους μπορούν επίσης να αποτελέσουν μια πολύ επιτυχημένη επιλογή για την ανακαίνιση ή επέκταση υφιστάμενων κτιρίων με ιδιαίτερη αρχιτεκτονική ταυτότητα.

6.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΓΥΑΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Κάθε στοιχείο ενός κτιρίου έχει την ικανότητα και την αποστολή να φέρει φορτία και να μεταβιβάζει δυνάμεις. Το σύνολο όλων των φερόντων και αλληλοσυνδεδεμένων στοιχείων συνιστά το δομικό σύστημα της κατασκευής. Τα συνηθέστερα δομικά συστήματα είναι:

A. Ιεραρχικά δομικά συστήματα

Αυτά περιλαμβάνουν το φέροντα οργανισμό του κτιρίου που φέρει όλα τα φορτία που ενεργούν στο κτίριο, συμπεριλαμβανομένου του ιδίου βάρους του. Αστοχία του σκελετού συνεπάγεται αστοχία ολόκληρης της κατασκευής. Στο φέροντα οργανισμό ενσωματώνονται ή προσαρτώνται οι δευτερεύουσες ή

ακόμη και τριτεύουσες δομές, αστοχία των οποίων συνεπάγεται τοπική κατάρρευση και δεν επηρεάζει ολόκληρη την κατασκευή. Οι γυάλινες κατασκευές περιορίζονται συνήθως στις δευτερεύουσες ή τριτεύουσες δομές.

B. Διακεκριμένα δομικά συστήματα

Σ' αυτά ορισμένα στοιχεία προορίζονται για να φέρουν αποκλειστικά ορισμένα φορτία. Τέτοια συστήματα συναντώνται συχνά στις γυάλινες κατασκευές, διότι η κατάρρευση ενός στοιχείου δεν συνεπάγεται αστοχία ολόκληρης της κατασκευής. Δομικά συστήματα, στα οποία όταν ένα στοιχείο αστοχεί, η στατική του λειτουργία αναλαμβάνεται από κάποιο άλλο στοιχείο. Τέτοια συστήματα παρέχουν ένα βαθμό ασφάλειας, αν περιλαμβάνονται στις κατασκευές όπου συμμετέχουν γυάλινα στοιχεία.

Γ. Γραμμικά φέροντα γυάλινα στοιχεία

Οι ράβδοι παραλαμβάνουν αξονικά φορτία μέσω των αρθρώσεων στα άκρα τους, ενώ οι δοκοί και τα υποστυλώματα παραλαμβάνουν επιπλέον δυνάμεις κάθετες στον άξονά τους και καμπτικές ροπές. Τα υποστυλώματα κατασκευάζονται με διατομή πλήρη ή εσωτερικά κενή, από γυαλί υψηλής αντοχής, το οποίο μπορεί να έχει ενδιάμεσα πλαστικά φύλλα ή αποτελείται από στρώσεις στεγανά επικολλημένες μεταξύ τους. Θεμελιώνονται συνήθως σε μεταλλικές υποδοχές με την παρεμβολή τεμαχίων από συνθετικά υλικά. Οι πλάκες που φέρονται από τα γυάλινα υποστυλώματα στηρίζονται συνήθως σε περιμετρικές μεταλλικές διατομές, οι οποίες συνδέονται με τις επίσης μεταλλικές κεφαλές των υποστυλωμάτων. Γυάλινα υποστυλώματα είναι δυνατό να υποστηρίξουν την πίσω πλευρά μεγάλων γυάλινων όψεων, έτσι ώστε η πρόσοψη να είναι τελείως λεία και διαφανής.

Η συναρμολόγηση γίνεται με μεταλλικούς συνδέσμους ή με ειδικές κόλλες. Τα γυάλινα υποστυλώματα με διατομή εσωτερικά κενή μπορεί να συνδυαστούν με μεταλλικούς στύλους στο εσωτερικό τους, με σκοπό τα δύο υλικά να μοιραστούν τα φορτία. Στο διάκενο είναι επίσης δυνατό να τοποθετηθούν οι αγωγοί των δικτύων του κτιρίου.

Οι ράβδοι κατασκευάζονται με διατομή πλήρη ή εσωτερικά κενή. Συνηθισμένη εφαρμογή φερόντων ράβδων από γυαλί είναι η κατασκευή αντιανέμιων συνδέσμων σε μεγάλα υαλοστάσια, με σκοπό την πλήρη διαφάνεια των όψεων, η οποία δεν εμποδίζεται από αντιανέμιους συνδέσμους από άλλα υλικά. Οι δοκοί κατασκευάζονται συνήθως από γυαλί υψηλής αντοχής, ολόσωμο ή από στρώσεις στεγανά επικολλημένες μεταξύ τους. Η αύξηση της διατομής μιας δοκού στα άκρα με αύξηση του αριθμού των στρώσεων καθιστά τη δοκό πιο ανθεκτική στην επίδραση των καμπτικών ροπών που είναι αυξημένες στα άκρα. Πολύ αποτελεσματικές στην αντιμετώπιση των καμπτικών ροπών είναι οι δοκοί που κατασκευάζονται από το συνδυασμό λουρίδων γυαλιού που δημιουργούν διατομές κιβωτιοειδείς ή διπλού T.

Στο εσωτερικό μιας κιβωτιοειδούς διατομής μπορούν να τοποθετηθούν οι αγωγοί των διαφόρων δικτύων. Μεγάλα μήκη δοκών δημιουργούνται συνήθως από μικρότερα διαδοχικά τμήματα που συναρμολογούνται μεταξύ τους με μεταλλικούς συνδετήρες ή σημειακούς συνδέσμους που εισχωρούν σε οπές στο γυαλί. Σε κάθε περίπτωση, η χρήση γυαλιού με ενδιάμεσα πλαστικά φύλλα είναι συνήθως δύσκολη. Γυάλινες επίπεδες δοκοί μπορούν να κατασκευαστούν από γυάλινους δίσκους αρθρωμένους μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή η δοκός αποτελεί γραμμικό στοιχείο υποστήριξης πλάκας που αποτελείται από γυάλινα τεμάχια. Η γυάλινη δοκός μπορεί να είναι ευθύγραμμη, καμπύλη ή τεθλασμένη, οπότε δημιουργείται αντίστοιχα επίπεδη, καμπυλόγραμμη ή τεθλασμένη πλάκα.

Η σύνδεση των γυάλινων δοκών σε γυάλινα υποστυλώματα γίνεται με την παρεμβολή μεταλλικών συνδέσμων ή ακόμη και με επικόλληση με ειδικές κόλλες και στεγανοποίηση με σιλικόνη των αρμών που δημιουργούνται. Ο συνδυασμός γυαλιού και άλλων υλικών που παραλαμβάνουν αποτελεσματικά τις εφελκυστικές δυνάμεις, π.χ. καλώδια, μέταλλο, ισχυρό πλαστικό, δημιουργεί δοκούς με αυξημένη φέρουσα ικανότητα. Εξάλλου, η προένταση των γυάλινων τμημάτων εξασφαλίζει τη διατήρηση της φέρουσας ικανότητάς τους, ακόμη κι αν το γυαλί ρηγματωθεί.

Δ. Επιφανειακά φέροντα γυάλινα στοιχεία

Πρόκειται για λουρίδες ή πλάκες διαφόρων μεγεθών από γυαλί, οι οποίες παραλαμβάνουν φορτία κάθετα προς το επίπεδό τους. Ο τρόπος διανομής των φορτίων στην επιφάνειά τους και ο τρόπος κατά τον οποίο αυτές τείνουν να παραμορφωθούν εξαρτάται από τις συνθήκες στήριξής τους.

Τα επίπεδα φέροντα στοιχεία από γυαλί μπορεί να είναι ολόσωμα ή να αποτελούνται από πλάκες γυαλιού, που απλώς επικάθονται ή μια στην άλλη ή επικολλώνται σε ολόκληρη την επιφάνεια επαφής τους ή επικολλώνται περιμετρικά μεταξύ τους. Μπορεί ακόμη η σύνδεση των πλακών να γίνεται με μεταλλικούς συνδέσμους ή με συνδυασμό μεταλλικών συνδέσμων και επικόλλησης.

Υπάρχουν ακόμη επίπεδα στοιχεία από γυαλί με ανάγλυφες ραβδώσεις, για βελτιωμένη ακαμψία και κάλυψη μεγαλύτερων ανοιγμάτων. Ο πιο απλός και αποτελεσματικός τρόπος στήριξης των πλακών στο επίπεδό τους είναι η περιμετρική τους στήριξη σε άλλα στοιχεία, με την παρεμβολή λουρίδων από σκληρό ξύλο, EPDM, σιλικόνη ή άλλα παρόμοια υλικά. Η στήριξη μπορεί εξάλλου να γίνει μέσω μεταλλικών συνδέσμων που εισχωρούν σε οπές στα γυάλινα στοιχεία. Αν πρόκειται για στήριξη κάθετη προς το επίπεδό τους, οι πλάκες στηρίζονται συνήθως σε περιμετρικά πλαίσια ή σημειακά υποστηρίγματα, τα οποία εισχωρούν σε οπές της πλάκας.

Οι δίσκοι είναι στοιχεία παρόμοια με τις πλάκες, με τη διαφορά ότι φέρουν φορτία παράλληλα με τον άξονά τους. Οι δίσκοι υπόκεινται συνήθως σε εφελκυστικά φορτία, οπότε η χρήση γυαλιού με ενδιάμεσα πλαστικά φύλλα και η περιμετρική στήριξη με μεταλλικούς συνδετήρες αποτελούν τις καλύτερες επιλογές. Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή των διαφανών δίσκων είναι στην κατασκευή διαφανών τοίχων που στερεώνονται στην οροφή και στο δάπεδο, αντικαθιστώντας τις γυάλινες όψεις που στηρίζονται σε σκελετό.

Ε. Γυάλινες σκάλες

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μικρών διαφανών πλακών αποτελούν τα σκαλοπάτια από ενισχυμένο γυαλί. Αυτά συνήθως στηρίζονται σε μεταλλικό

σκελετό καθ' όλη την περίμετρό τους. Τα γυάλινα σκαλοπάτια είναι δυνατό να έχουν επικολλημένη στην κάτω επιφάνειά τους λεπτή στρώση από διαφανές συνθετικό υλικό, για προστασία από κατάρρευση του σκαλοπατιού σε περίπτωση θραύσης του γυαλιού. Τα γυάλινα σκαλοπάτια είναι δυνατό να στηρίζονται σε κατάλληλους φέροντες γυάλινους δίσκους υπό μορφή τοιχίων.

ΣΤ. Γυάλινα δικτυώματα

Ο συνδυασμός επίπεδων γυάλινων στοιχείων με μεταλλικά δικτυώματα προσαρμοσμένα στη μία ή και στις δύο πλευρές τους είναι πολύ αποτελεσματικός, διότι το γυαλί παραλαμβάνει τις θλιπτικές δυνάμεις, ενώ τα δικτυώματα παραλαμβάνουν τις εφελκυστικές δυνάμεις. Πολυγωνικά επίπεδα φέροντα στοιχεία από γυαλί με ενδιάμεσα πλαστικά φύλλα μπορούν να συνδεθούν με μεταλλικές ή συνθετικές διατομές κατά μήκος των ακμών τους και να δημιουργήσουν ολόσωμες, διαφανείς, κυψελωτές γυάλινες κατασκευές. Στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχουν δικτυώματα υποστήριξης και τα φέροντα στοιχεία του γυαλιού λειτουργούν ως δίσκοι.

Z. Καμπυλόγραμμα φέροντα γυάλινα στοιχεία

Τα τμήματα γυάλινων κυλίνδρων μπορεί να έχουν μεγαλύτερη φέρουσα ικανότητα από τις γυάλινες πλάκες, ανάλογα με τις συνθήκες φόρτισης. Είναι επίσης δυνατή η κατασκευή γυάλινων πλακών κεκαμμένων σε δύο διευθύνσεις με μικρή καμπυλότητα. Ελαφριά κάμψη μπορεί εξάλλου να δοθεί σε επίπεδες πλάκες μεγάλου μεγέθους με την κατάλληλη συναρμολόγηση. Οι καμπύλες μπορούν να προσεγγιστούν και με επίπεδα γυάλινα τεμάχια, τα οποία δημιουργούν πολυγωνικές επιφάνειες.

Οι γυάλινες μεμβράνες δημιουργούν πρωτότυπα σχήματα στο χώρο και αποτελούν κατασκευές με σύγχρονη, εντυπωσιακή αισθητική. Εκτός από την περίπτωση της απλής, επίπεδης μεμβράνης που υπόκειται σε εφελκυσμό, άλλες μορφές μεμβρανών είναι αρκετά δύσκολο να κατασκευαστούν και απαιτούν ειδικές ποιότητες γυαλιού. Στις μεμβράνες διαφόρων μορφών στο χώρο, που υπόκεινται σε μονοαξονικό ή διαξονικό εφελκυσμό, η διανομή των

τάσεων είναι συνήθως ανομοιόμορφη. Στα διαδοχικά τεμάχια μεμβράνης, που συνδέονται σημειακά με μεταλλικούς συνδετήρες, δημιουργείται συγκέντρωση τάσεων στα σημεία σύνδεσης.

Κεφάλαιο 7^ο

ΣΤΑΤΙΚΗ, ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ (K W /M² K) ΚΑΙ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΗ (DB) ΜΕΛΕΤΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗΣ , ΧΙΟΝΙΟΥ Κ.Λ.Π.

7.1 ΣΤΑΤΙΚΗ, ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ (K W/M²K) ΚΑΙ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΗ (DB) ΜΕΛΕΤΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΓΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗΣ , ΧΙΟΝΙΟΥ Κ.Λ.Π. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ (DIN, EN, CEN, ISO STANDARDS) ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Τα τελευταία χρόνια επεκτείνεται όλο και περισσότερο η χρήση του γυαλιού στην δόμηση. Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες όπως προσόψεις κτιρίων (glassfacades), κελύφη, πυραμίδες και γυάλινα στέγαστρα τείνουν ολοένα και περισσότερο να αντικαταστήσουν την συμβατική αρχιτεκτονική και κατασκευή με διάφανες γυάλινες μεμβράνες.

Τα χημικά στοιχεία που συνθέτουν το κοινό γυαλί (Floatglass) είναι:

SiO ₂ (Χαλαζίας)	70-74%
CaO (ασβέστιο)	5-12%
Na ₂ O (οξειδίο του νατρίου)	12-16%
MgO (οξειδίο του μαγνησίου)	0-5%
Al ₂ O ₃ (αλουμίνιο)	0,2-2%

Αυτές οι εκτεταμένες εφαρμογές υαλοπινάκων μεγάλων διαστάσεων, οι οποίοι στηριζόμενοι άλλοτε περιμετρικά σε πλαίσια αλουμινίου (κλασσικά υαλοπετάσματα) και άλλοτε σημειακά σε μεταλλικά εξαρτήματα υψηλής αντοχής ("PLANAR") αποτελούν ολόσωμους φέροντες οργανισμούς και υπόκεινται λόγω των αυξημένων διαστάσεων και φορτίων σε στατική μελέτη και διαστασιολόγηση.

Η δυνατότητα κατασκευής ειδών γυαλιού με αυξημένες φυσικές και μηχανικές αντοχές (π.χ γυαλί Securit, τρίπλεξ κ.α) έχει διευρύνει τις εφαρμογές του γυαλιού και ελαχιστοποιήσει το ικανό και αναγκαίο πάχος του, καθιστώντας έτσι τις γυάλινες κατασκευές βιώσιμες ακόμα και σε μεγάλες

καταπονήσεις (υψηλά φορτία ανεμοπίεσης, χιονιού, θερμικά φορτία κ.λ.π). Η ποικιλία των προϊόντων γυαλιού έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, καλύπτοντας έτσι μία πληθώρα απαιτήσεων. Ορισμένα χαρακτηριστικά είδη είναι τα παρακάτω:

- Floatglass σε όλες τις αποχρώσεις και μεταξοτυπία (με γραμμές, βούλες, καρό, σχέδια κ.α)
- Securit και heat strengthened
- Τρίπλεξ
- Μονωτικά (double + triple glazing)
- Φωτοανακλαστικά
- Θερμοανακλαστικά
- Φώτο + θερμο ανακλαστικά
- Ηχομονωτικά
- Υαλοπίνακες οπτικής εναλλαγής (priva – lite) για εναλλαγή διαφανές – αδιαφανές
- Αντί καθρεπτίζου (Non glare-glass) για εμπορικά καταστήματα, βιτρίνες γενικότερα, μουσεία και εκθεσιακούς χώρους
- Υαλοπίνακες με εντοιχισμένο συναγερμό, για χώρους που απαιτούν ύψιστη ασφάλεια
- Πυρίμαχοι υαλοπίνακες αντοχής G30, F30, F90
- Ακτινοπροστασία (υαλοπίνακες με μόλυβδο για προστασία από ακτινοβολία) για νοσοκομεία
- Ηλεκτρομαγνητική θωράκιση, για χώρους με έντονα μαγνητικά πεδία π.χ χώρους Computers (κλωβός FARADAY)
- Φωτοβολταικοί υαλοπίνακες για συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας
- Διακοσμητικοί υαλοπίνακες σε πολλά χρώματα και σχέδια
- Υαλότουβλα
- Κυρτοί – κουρβαριστοί υαλοπίνακες

A. Απαραίτητα στοιχεία για την στατική μελέτη

Όπως το σκυρόδεμα, ο χάλυβας και γενικά όλα τα δομικά υλικά έχει και το γυαλί κάποιες φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες οι οποίες

οριοθετούν το μέγεθος και τον τρόπο εφαρμογής του και πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την στατική μελέτη – διαστασιολόγηση. Τα παρακάτω μεγέθη δεν αποτελούν φυσικές σταθερές του γυαλιού ως υλικό, αλλά εξαρτώνται άμεσα από την εκάστοτε εφαρμογή (έκταση ζώνης ελκυσμού, διάρκεια και είδος φόρτισης, κατάσταση της επιφάνειας του γυαλιού κ.λ.π).

Μηχανικές ιδιότητες και κανονισμοί μονολιθικών υαλοπινάκων

Ιδιότητες	Σύμβολο	κοινό γυαλί (Floatglass) ως προς DIN 1249	ενισχυμένο γυαλί (Securit) ως προς DIN 18516, DIN 1249 T12	Έλεγχοι ως προς
Σκληρότητα χάραξης κατά Mohs	-	5 έως 6		DIN EN 101
Σκληρότητα κατά Knoop	HK 0,1/20	470 HK 0,1/20		DIN 52333, DIN ISO 9385
Πυκνότητα σε ωπλισμένο γυαλί (με συρματόπλεγμα)	ρ	$2.6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	-	-
Μέτρο ελαστικότητας	E_{stat}	$7,3 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$	$7,0 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$	DIN 52303 T1
Νούμερο Poisson	μ	0,23		-
Αντοχή σε ελκυσμό	σ_{ϵ}	30 – 80 MPa		-
Αντοχή σε θλίψη	σ_{θ}	700 έως 900 MPa		DIN 51067 T1

Πίνακας 7. 1 Μηχανικές ιδιότητες και κανονισμοί μονολιθικών υαλοπινάκων

Σημαντικό στοιχείο για την στατική μελέτη υαλοπινάκων αποτελεί κυρίως η διατήρηση των τάσεων (κυρίως των εφελκυστικών) του γυάλινου φέροντα οργανισμού εντός των επιτρεπόμενων ορίων, η διατήρηση του επιτρεπτού βέλους κάμψης για τα διάφορα είδη υαλοπινάκων και η διατήρηση της υπόστασης της κατασκευής σε περίπτωση αστοχίας ενός ή περισσότερων φερόντων γυάλινων στοιχείων, όπου το στατικό σύστημα μεταβάλλεται άρδην.

Άλλα στοιχεία τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το πάχος του γυαλιού που θα επιλεγεί είναι:

- α) το είδος, μέγεθος και κατάσταση του γυαλιού (μηχανικές ιδιότητες και στατική συμπεριφορά αλλάζουν π.χ με την ηλικία του γυαλιού)
- β) η στήριξη και ο φέροντας σκελετός (σε κάρναβο αλουμινίου ή σημειακή στήριξη)
- γ) το είδος και διάρκεια φόρτισης (στατικά, δυναμικά και θερμικά φορτία)
- δ) η έκταση της ζώνης ελκυσμού στο δοκίμιο.
- ε) Η κλίση τοποθέτησης των υαλοπινάκων
- στ) θερμό- ηχομονωτικές απαιτήσεις, συντελεστές K (W/m^2K) και dB
- ζ) χρήση (σημείο τοποθέτησης, απαιτούμενη ασφάλεια σε περίπτωση θραύσης για έμψυχο και άψυχο υλικό, εφαρμογές κλπ).

Τα φορτία εκλαμβάνονται από τον Ευρωκώδικα 1 (EC1) ή DIN 1055 ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες. Τέτοιου είδους φορτίσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

- α) Ίδιο βάρος
- β) Ανεμοπίεση (EC1)
- γ) Σεισμός
- δ) Κρούση (για προστατευτικούς υαλοπίνακες)
- ε) Μετακινήσεις των υαλοπινάκων
- στ) Κλιματολογικές επιβαρύνσεις (σε μονωτικούς υαλοπίνακες λόγω διαφοράς πίεσης εντός και εκτός του υαλοπίνακα)
- ζ) Πίεση λόγω διαφορετικών συντελεστών θερμοαγωγιμότητας των εκάστοτε στοιχείων (χάλυβας, γυαλί κ.α) και λόγω
- η) Εξαναγκασμός του υαλοπίνακα λόγω μονταρίσματος
- θ) Φορτία εξισορρόπησης

Επειδή μία ισοστατική στήριξη είναι εκ των πραγμάτων ανέφικτη, προσπαθούμε τουλάχιστον να την διατηρήσουμε στο επίπεδο, τοποθετώντας κοχλίες στα μεταλλικά εξαρτήματα. Τέλος η συνολική στατική μελέτη γυάλινων εφαρμογών περιλαμβάνει:

- τον στατικό υπολογισμό και την διαστασιολόγηση - επιλογή του πάχους του γυαλιού ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες (παρεμφερής τρόπος με αυτόν του σκυροδέματος, χάλυβα κ.λ.π)
- την στατική μελέτη του φέροντα σκελετού λόγω άμεσης αλληλοεπίδρασης σκελετού - γυαλιού (υλικό σκελετού, εύκαμπος ή δύσκαμπος κ.α)

B. Μεθοδολογία επίλυσης βάση διεθνών κανονισμών (EN, DIN, BS, prEN Standards)

Υπάρχουν δύο τρόποι για την στατική μελέτη και διαστασιολόγηση των υαλοπινάκων ανάλογα με το είδος του γυαλιού, τον τρόπο στήριξης, την διάρκεια φόρτισης κ.α.

- α) με την μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων (Finite Elements Methodes)
- β) με την μέθοδο της Truss Model Analysis

Μετά την στατική μελέτη ακολουθεί έλεγχος των αποτελεσμάτων και σύγκριση αυτών με τα επιτρεπτά όρια που ορίζουν οι παρακάτω διεθνείς:

DIN 1238	καθρέπτες από κοινό γυαλί
DIN 1249-12	Floatglass,
DIN 18516	ESG-Glass Mindestfestigkeit
DIN EN 572-2	Floatglass (κοινό γυαλί)
DIN EN 572-3	κοινό γυαλί, οπλισμένο γυαλί με πλέγμα
DIN EN 572-4	“τραβηγμένο” κοινό γυαλί
DIN EN 572-5	Ornamentglass
DIN EN 572-6	Οπλισμένο γυαλί με πλέγμα

Σε περίπτωση έλλειψης κανονισμών ή ασάφειας αποτελεσμάτων, ορίζεται κύκλος πειραμάτων. Τέλος γίνεται σύγκριση των πορισμάτων από τα πείραματα με τα αποτελέσματα από την θεωρητική μελέτη και την προσομοίωση στον ΗΥ. Μετά την διαστασιολόγηση του υαλοπίνακα ακολουθεί και η στατική μελέτη του φέροντα οργανισμού.

Γ. Περιμετρική στήριξη σε κάναβο αλουμινίου (κλασικά υαλοπετάσματα)

Ο περιμετρικά πλαισιωμένος υαλοπίνακας αποτελεί τον κλασικό τρόπο στήριξης. Το στατικό σύστημα αλλάζει σε περίπτωση που ο υαλοπίνακας στηρίζεται σε μία, 2 ή 3 πλευρές. Ο υαλοπίνακας συμπεριφέρεται σαν πλάκα (για κάθετα σε αυτόν φορτία όπως ανεμοπίεση, φορτία χιονιού κ.λ.π) και ως δίσκος για φορτία παράλληλα στο επίπεδο του. Ο στατικός υπολογισμός γίνεται με πίνακες TIMOSHENKO, CZERNY-Tafeln για 4,-3, ή 2 πλευρές στήριξης. Το μέγιστο επιτρεπόμενο βέλος κάμψης είναι $f < l/200$, $\max . Falu = 15\text{mm}$ (σε άλλες περιπτώσεις $< l/100$ και αλλάζει ανάλογα με τις πλευρές στήριξης και τις διαστάσεις του υαλοπίνακα. Για να αποφευχθεί η επαφή μεταξύ γυαλιού – χάλυβα, τοποθετείται πάντα TEFLON ή θερμοπλαστικό υλικό ή αλουμίνιο. Τέλος με ειδική επεξεργασία (“ροντάρισμα”), αποφεύγεται η αστοχία του γυαλιού λόγω συγκέντρωσης τάσεων στις υπάρχουσες αμιχές, που οφείλονται στην επεξεργασία του (όπως κοπή, μεταφορά κ.α).

Δ. Φόρτιση

Τα στατικά, δυναμικά και θερμικά φορτία όπως:

- το ίδιο βάρος, ανεμοπίεση, φορτία χιονιού, κρούση
- σεισμός
- διαστολή-συστολή μεταλλικού σκελετού, διαφορά θερμοκρασίας στην γυάλινη επιφάνεια, πυρκαγιά κ.α)

λαμβάνονται κανονικά βάση του Eurocode 1, DIN 1055. Η μεγάλη διάρκεια φόρτισης επιδρά αρνητικά (μείωση αντοχής έως 40% λόγω μακράς καταπόνησης). Τέλος το περιβάλλον στοιχείο του υαλοπίνακα επηρεάζει την μηχανική του αντοχή, π.χ σε υγρό στοιχείο απώλεια αντοχής έως 20%.

Ε. Στατική μελέτη και διαστασιολόγηση υαλοπινάκων

Η στατική μελέτη και διαστασιολόγηση υαλοπινάκων γίνεται σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς και με ανάλογη Software προσομοίωσης επικρατούντων συνθηκών όπως:

α) με την θεωρία των πεπερασμένων στοιχείων (Finite Elements Methods), όπου και μελετώνται οι μετακινήσεις και οι τάσεις σε SHELL, SOLID και PLATE στοιχεία.

β) με την μέθοδο της TRUSS MODEL ANALYSIS - εξομοίωση του υαλοπίνακα με ένα τρισδιάστατο ομοίωμα και τη βοήθεια των μη γραμμικών μονοαξονικών νόμων τάσης - παραμόρφωσης σ-ε των ράβδων

Γίνεται μη γραμμικός στατικός υπολογισμός λόγω γεωμετρικής μη γραμμικότητας και μεγάλων βυθίσεων της πλάκας σε σχέση με το πάχος της. Η κατάστρωση των συνθηκών ισορροπίας και δυσκαμψίας γίνεται με κάθε μικροαύξηση του φορτίου ως προς τον παραμορφωμένο φορέα.

Επειδή δεν υπάρχει φυσική μη γραμμικότητα ισχύει ο νόμος ελαστικότητας $\sigma = \varepsilon * E$, ο οποίος παραμένει πρακτικά στην γραμμική ελαστική περιοχή. Η φυσική μη γραμμικότητα (λόγω υλικού) δεν λαμβάνεται υπόψη, διότι οι θλιπτικές και εφελκυστικές τάσεις βρίσκονται σε γραμμική ελαστική περιοχή (δεν υπερβαίνουν την εφελκυστική αντοχή του γυαλιού 80 MPa).

Η δυσμενής φόρτιση της ανεμοπίεσης και οι μεγάλες βυθίσεις της πλάκας επιδρούν ευνοϊκά, διότι η λειτουργία καμπτόμενης πλάκας αντικαθίστανται εν μέρει από τη λειτουργία εφελκούμενης μεμβράνης. Αστοχία του γυαλιού θεωρείται η εμφάνιση της πρώτης ρηγμάτωσης.

Κατά την επεξεργασία των στοιχείων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- η αντοχή του γυαλιού σε κάμψη δεν είναι σταθερά του υλικού, όπως σε όλα τα ψαθυρά (κεραμικά) υλικά εξαρτάται από την κατάσταση και την έκταση της ζώνης εφελκυσμού
- η αντοχή κάμψης ενός υαλοπίνακα στα διάφορα σημεία του, μπορεί να διαφοροποιείται έως 40%
- οι μηχανικές ιδιότητες του γυαλιού που χρησιμοποιείται και πιστοποίηση αυτών (διαφορά μεταξύ SECURIT, FLOATGLASS κ.α)
- όταν πρόκειται για SECURIT , πιστοποίηση του HEAT SHOCK TEST ,για τον έλεγχο των «NickelSulfid inclusion “ NiS (0,2 μμ)
- όταν πρόκειται για TRIPLEX πιστοποίηση μεμβράνης PVB (20 N/mm² σε 23 °C)

- σε μονωτικούς υαλοπίνακες διαφορά πίεσης - υποπίεσης (Kopplungseffekt)
- όταν αμυχή > 15% του πάχους του γυαλιού απαγορεύεται η χρήση του
- γνώση των υπαρκτών διαστάσεων που κατασκευάζονται τα διάφορα είδη γυαλιού
- τήρηση των διεθνών κανονισμών (όπως CEN, DIN ANSI κ.α) για γυάλινες κατασκευές
- γνώση της στατικής συμπεριφοράς του γυαλιού ως δομικό στοιχείο (μεγάλη αντοχή σε θλίψη (ca. 50 * B15), σε ελκυσμό όπως του Ξύλου (ca. 80 MPa), ψαθυρό υλικό κ.α).

ΣΤ. Θερμομονωτική μελέτη (προδιορισμός συντελεστή k) προϊόντα glasscon THERMO

Σύμφωνα με το νέο γερμανικό κανονισμό θερμομόνωσης, DIN 52612 της 1.1.1995, προβλέπεται σε κανονιστικό επίπεδο για τις κτιριακές εγκαταστάσεις έως το 2005, μείωση του CO₂ της τάξης του 25 % - 30 %, σε σχέση με το 1987 , έτσι ώστε να αποτραπεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στα πλαίσια αυτής της πρωτοβουλίας και εξέλιξης σε πανευρωπαϊκό επίπεδο, θεσμοθετήθηκε ο συντελεστής παθητικής ηλιακής ενέργειας g (σε %), ο οποίος συνυπολογιζόμενος με την σχέση

$$K_{eq,F} = kF - (g * S) \text{ σε } W/m^2k$$

στο $K_{eq,F}$ καθορίζει τελικά την συνολική θερμομόνωση του υαλοπίνακα.

Αποτέλεσμα αυτής της πολιτικής, είναι οι απαιτήσεις στις θερμομονωτικές ικανότητες των υαλοπινάκων να αυξάνουν, καθορίζοντας το $K = 1,6 W/m^2k$ ως ελάχιστο K (standard) στις ευρωπαϊκές κατασκευές.

Z. Ηχομονωτική μελέτη (προδιορισμός db) προϊόντα glasscon ACOU

Μείωση των db κατά 10 μονάδες σημαίνει μείωση της ηχορύπανσης περίπου κατά το ήμισυ. Οί σύγχρονοι ηχομονωτικοί υαλοπίνακες έχοντας ειδική σύνθεση, όπου χρησιμοποιώντας γυαλί διαφορετικού πάχους, με ενδιάμεσα ελαστικά απορροφητικά στρώματα και διάκενα αέρος ή άλλων

αερίων κ.λ.π , αυξάνουν την ηχομόνωση έως και 51 db. Κατά το DIN 4109 και DIN 52210 Teil 4 λαμβάνονται πλέον υπόψη και οι συχνότητες στα 100 Hz και 3150 Hz στην ηχομονωτική μελέτη , αυξάνοντας έτσι τις ηχομονωτικές απαιτήσεις των υαλοπινάκων.

Η. Γυάλινες κατασκευές και εφαρμογές στην δόμηση

Διάφορες δυνατές γυάλινες κατασκευές και εφαρμογές, όπου απαιτείται στατική, θερμομονωτική και ηχομονωτική μελέτη των υαλοπινάκων και που συναντούνται σήμερα σε ευρύ φάσμα είναι:

- Αυτόνομα γυάλινα κτίρια (κελύφη, πυραμίδες, πολιτιστικά περίπτερα)
- συμπληρωματικές γυάλινες κατασκευές (στέγαστρα, είσοδοι κτιρίων, Wintergarten)
- γυάλινες προσόψεις (με σημειακή στήριξη ΠΛΑΝΑΡ ή κάρναβο αλουμινίου)
- Διαμόρφωση, προβολή και προστασία μνημείων και αρχαιολογικών χώρων
- Ενεργειακά σπίτια με φωτοβολταϊκούς υαλοπίνακες (PASSIVHAUS)
- Γήπεδα και αθλητικές εγκαταστάσεις (γυάλινοι προστατευτικοί τοίχοι, γήπεδα Squash, Χόκει κ κ.α)
- Γυάλινοι τοίχοι ηχοπροστασίας κατά μήκος αστικού οδικού δικτύου
- Γυάλινα « έπιπλα πόλεως » όπως τηλεφωνικοί θάλαμοι, στάσεις λεωφορείων
- Γυάλινοι θάλαμοι ασανσέρ (με "κουρβαριστό" γυαλί)
- Γυάλινα στέγαστρα, σκάλες, μπαλκόνια, κιγκλιδώματα
- Γυάλινα δάπεδα, φωτιζόμενοι γυάλινοι τοίχοι
- Συστήματα ενυδρείων μεγάλων διαστάσεων για ιδιωτικούς και δημόσιους χώρους (ζωολογικούς κήπους κ.α)
- Είσοδοι υπόγειων διαβάσεων (για μετρό κ.α)

7.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΣΤΗΡΙΓΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ (PLANAR System) ΣΕ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ

Τα τελευταία χρόνια επεκτείνεται όλο και περισσότερο η χρήση του γυαλιού στην δόμηση. Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες όπως προσόψεις

κτιρίων (glassfacades), κελύφη, πυραμίδες και γυάλινα στέγαστρα τείνουν ολοένα και περισσότερο να αντικαταστήσουν την συμβατική αρχιτεκτονική και κατασκευή με διάφανες γυάλινες μεμβράνες.

Αυτές οι εκτεταμένες εφαρμογές υαλοπινάκων μεγάλων διαστάσεων, οι οποίοι στηριζόμενοι άλλοτε περιμετρικά σε πλαίσια αλουμινίου και άλλοτε σημειακά σε μεταλλικά εξαρτήματα υψηλής αντοχής (PLANAR system) αποτελούν ολόσωμους φέροντες οργανισμούς και υπόκεινται λόγω των αυξημένων διαστάσεων και φορτίων σε στατική μελέτη και διαστασολόγηση.

Η δυνατότητα κατασκευής ειδών γυαλιού με αυξημένες φυσικές και μηχανικές αντοχές (π.χ γυαλί Securit) έχει διευρύνει τις εφαρμογές του γυαλιού και ελαχιστοποίησε το ικανό και αναγκαίο πάχος του, καθιστώντας έτσι τις γυάλινες κατασκευές βιώσιμες ακόμα και σε μεγάλες καταπονήσεις (υψηλά φορτία ανεμοπίεσης, χιονιού, θερμικά φορτία κ.λ.π).

Το γυαλί παρουσιάζει αντοχή σε θλίψη 500 – 900 Mpa και σε αξονικό εφελκυσμό 30 – 80 Mpa. Η διαστασολόγηση του δε γίνεται βάση της επιτρεπόμενης τάσης - 50 MPa για Securit γυαλί - που αναγράφεται σε γερμανικούς κανονισμούς (DIN 52210) και προκύπτει από την τάση αστοχίας του γυαλιού σε εφελκυστική κάμψη.

Η σχετικά μεγάλη αντοχή του γυαλιού σε κάμψη – σε σχέση με το σκυρόδεμα – δίνει την δυνατότητα χρήσης υαλοπινάκων μικρού πάχους, της τάξης των 10 – 15 mm και σχετικά μεγάλων διαστάσεων 1,50 μ – 2,00 μ.

Κρίσιμη φόρτιση του υαλοπίνακα, με βάση την οποία γίνεται η διαστασολόγηση του, είναι η ανεμοπίεση.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η στατική μελέτη σημειακά στηριγμένων υαλοπινάκων (PLANAR System) με την βοήθεια προγράμματος HY. Το πρόγραμμα που συντάχθηκε με τη μέθοδο του Truss model analysis προσφέρει στους χρήστες του μεγάλη διαφάνεια και εύκολο έλεγχο των αποτελεσμάτων. Αντίστοιχη στατική μελέτη μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί και με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων (Finite Element Methods), χρησιμοποιώντας γενικά προγράμματα μεγάλης έκτασης (όπως SAP2000) , που όμως λόγω έλλειψης διαφάνειας στον τρόπο λειτουργίας τους αποδεικνύονται πολλές φορές δύσχρηστα.

Θεωρήθηκαν ορθογωνικοί υαλοπίνακες σημειακά στηριγμένοι (PLANAR - System) στα τέσσερα άκρα τους. Λόγω του μικρού πάχους της πλάκας, για συνήθεις τιμές ανεμοπίεσης της τάξης των $1,5 \text{ KN/m}^2$ ($1,5 \text{ Kpa}$) η πλάκα εμφανίζει βυθίσεις μεγάλες που επιβάλλουν να γράφονται οι συνθήκες ισορροπίας και δυσκαμψίας ως προς τον παραμορφωμένο φορέα (γεωμετρικά μη γραμμικός στατικός υπολογισμός). Αντίθετα μέχρι αστοχίας του γυαλιού σε ελκυσμό, για ανεμοπίεση μεγέθους 20 Kpa , οι αναπτυσσόμενες παραμορφώσεις και τάσεις ευρίσκονται πρακτικά στη γραμμική περιοχή και έτσι δεν απαιτείται μη γραμμικός στατικός υπολογισμός λόγω υλικού.

Ο υαλοπίνακας διαιρείται σε ορθογώνια παραλληλεπίπεδα που εξομοιώνονται με τρισδιάστατα δικτυώματα με ράβδους που υπακούουν σε γραμμικό μονοαξονικό νόμο τάσης - παραμόρφωσης του γυαλιού. Από την αντιστοιχία των καταστάσεων τάσης - παραμόρφωσης προκύπτουν οι διατομές των ράβδων.

Συντάχθηκε ένα πρόγραμμα HY για τη βαθμιαία φόρτιση του δικτυωτού ομοιώματος. Σε κάθε μικρή αύξηση της φόρτισης ενημερώνονται οι συντεταγμένες των κόμβων και το μητρώο δυσκαμψίας του δικτυώματος. Έτσι επιταχύνεται ο γεωμετρικός μη γραμμικός υπολογισμός.

Στις αριθμητικές εφαρμογές φαίνεται ότι οι μεγάλες βυθίσεις της πλάκας επιδρούν ευνοϊκά, δηλαδή συνεπάγονται την ανάπτυξη μικρότερων τάσεων, διότι η λειτουργία καμπτόμενης πλάκας αντικαθίστανται εν μέρει από τη λειτουργία εφελκούμενης μεμβράνης.

Αποτελέσματα του παραπάνω προγράμματος HY συγκρίνονται και ευρίσκονται σε ικανοποιητική προσέγγιση με πρόσφατα δημοσιευμένα πειραματικά αποτελέσματα.

Τέλος αναπτύσσεται μια απλοποιημένη μέθοδος διαστασιολόγησης του υαλοπίνακα σε ανεμοπίεση (δια χειρός), η οποία θεωρεί τις συνθήκες ισορροπίας ως προς τον παραμορφωμένο φορέα (εφελκούμενη μεμβράνη) και έτσι προκύπτουν πολύ μικρότερες τάσεις και άρα πολύ πιο οικονομική διαστασιολόγηση.

7.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ «ΛΙΜΑΝΙ» ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



Εικόνα 7. 1 Εσωτερικό του κτιρίου

Γυάλινα δάπεδα αντιολισθητικά με καλαίσθητη μεταξοτυπία βούλα, ανθεκτική στην τριβή, ημιδιαφανή με χρήση κατάλληλης μεμβράνης για φωτισμό των καταστημάτων του υπογείου αλλά χωρίς να φαίνεται το διερχόμενο κοινό.

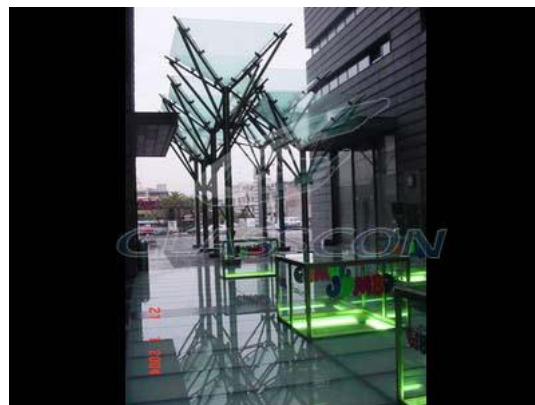


Εικόνα 7. 2 Γυάλινα δάπεδα



Εικόνα 7. 3 Γυάλινα δάπεδα

Διάσταση ενός φύλλου 0.75x2.25μ υπολογισμένου ως αμφιέριστου σε κάρναβο σιδηροδοκών και με περιορισμό των βυθίσεων της κατασκευής. Για την προβολή των καταστημάτων, η συνολική επιφάνεια καλύπτεται από διακοσμητικούς κύβους με διαφανείς υαλοπίνακες σε ανοξείδωτα πλαίσια, κάνοντας τους χώρους των καταστημάτων του υπογείου ορατούς ακόμη και για επισκέπτες άλλων καταστημάτων.



Εικόνα 7. 4 Εξωτερικό του κτιρίου

Όλοι οι πίνακες εδράζονται στην σιδηροκατασκευή μέσω ειδικού αντικραδασμικού ελαστικού, οι δε αρμοί σφραγίστηκαν με ειδική σιλικόνη. Και τα δύο αυτά υλικά είναι ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου, παρέχεται δε πολυετής εγγύηση για το σύνολο της κατασκευής.

Τέλος στην προαναφερθείσα κατασκευή της πρόσοψης, καθοριστικό ρόλο έπαιξε ο χρόνος παράδοσης της κατασκευής, ο οποίος ήταν πάρα πολύ λόγω της ιδιαιτερότητας του έργου.



Εικόνα 7. 5 Επιστέγαση

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Wendehorst Δομικά Υλικά – Εκδότης Μ. Γκιούρδας

- ΚΑΠΕ, Έργο “Double Glazing in Southern Countries” XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

- www.schott.com

- Στοιχεία από την εταιρία ALUMIL, www.alumil.gr

- www.energotech.gr/ell/solar3-1.htm

- Δομική Τεχνολογία
Υλικά και Εφαρμογές του Σωτήρη Σταύρου Κούκη

- Στοιχεία από την εταιρία PROFILCO www.profilco.gr

- Περιοδικό ‘ΚΤΙΡΙΟ’ , www.ktirio.gr

- www.notis-artglass.gr

- Εταιρία GLASCON, www.glasscon.com