

το γυαλί



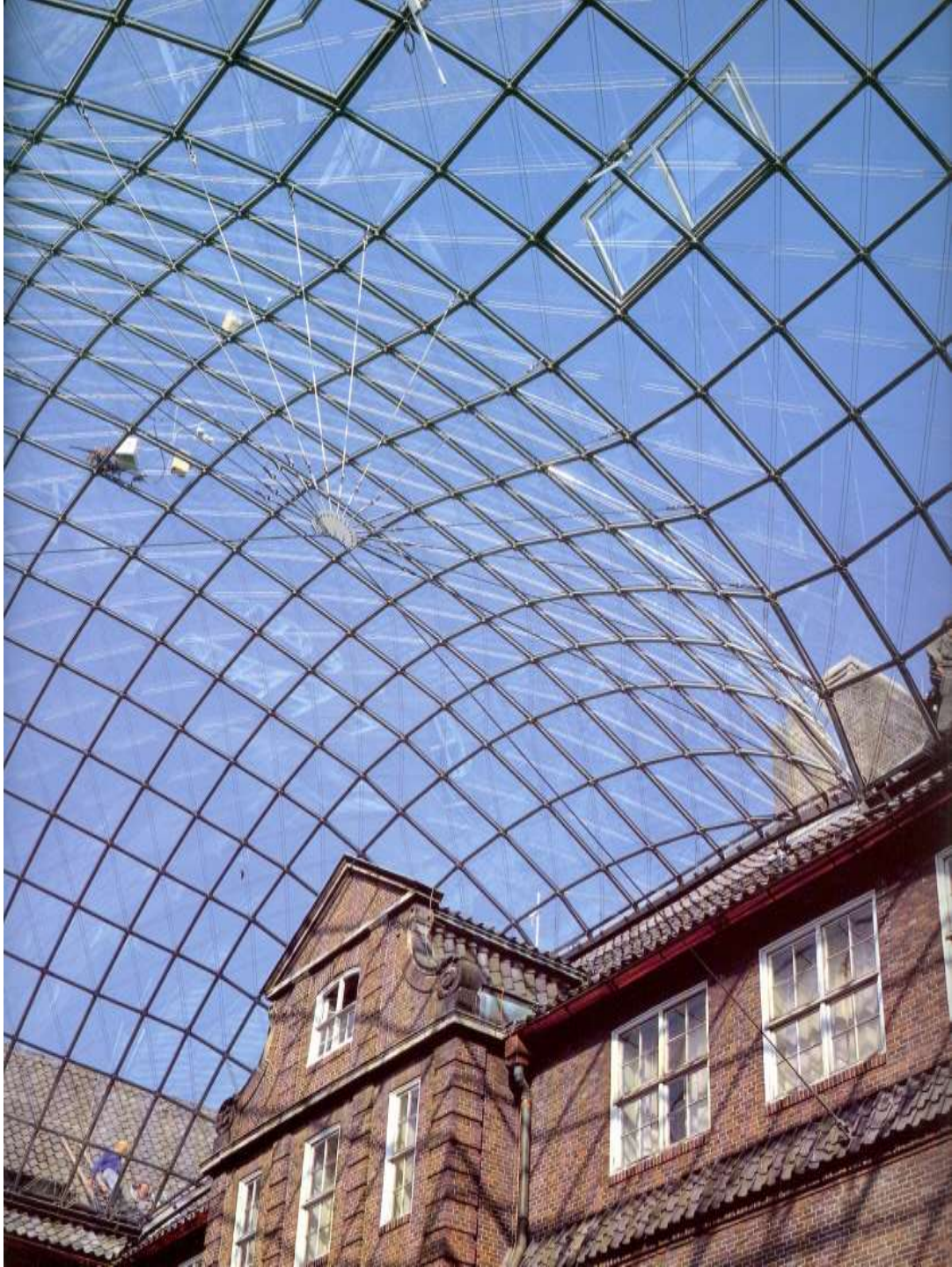
Δημήτρης Αντωνίου, Αρχιτέκτων ΕΜΠ, ΜΑ., ΜΡΕ., Επίκουρος καθηγητής Οικοδομικού Σχεδιασμού – Τμήμα Αρχιτεκτόνων Παν. Πατρών

“Το γυαλί είναι η πιο αγνή φόρμα οικοδομικού υλικού που κατασκευάζεται από **γήινη** ύλη. Μπορεί να οριοθετεί χώρους, μπορεί να μας προστατέψει από τον καιρό, αλλά συγχρόνως ανοίγει χώρους, με το φως και τη διαφάνεια. Αν και το γυαλί ως υλικό μάς είναι γνωστό εδώ και πολλά χρόνια, η σημερινή τεχνολογία - με τις μοντέρνες κατασκευαστικές μεθόδους – έκανε αυτήν την ουσία ένα από τα πιο πολύτιμα υλικά του παρόντος και του μέλλοντος. Η γυάλινη αρχιτεκτονική, που μέχρι τώρα φαινόταν εντελώς ουτοπική, τώρα αποτελεί μια πραγματικότητα.” **Gropius, 1931.**



Η **ύαλος (γυαλί)** είναι το αρχαιότερο, όπως και η οπτόπλινθος (**τούβλο**) τεχνητό υλικό που κατάσκευασε ο άνθρωπος. Πρώτοι οι Φοίνικες και στη συνέχεια οι Αιγύπτιοι κατασκεύασαν αντικείμενα, κυρίως κοσμήματα και μικρά αγάλματα από γυαλί. 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 μεγάλο 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 θεωρούνταν μια από τις καλές τέχνες και τα αντικείμενα που κατασκευάζονταν από γυαλί ήταν πολύτιμα είδη τέχνης. Αρκεί να σημειωθεί ότι τα παράθυρα των ιδιωτικών κατοικιών καλύπτονταν με λαδόχαρτο και θεωρούνταν μεγάλη πολυτέλεια η χρήση υαλοπινάκων. Τον 19^ο 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 της σε βιομηχανία. Η επιστημονική έρευνα έφερε την υαλουργία σε μεγάλο βαθμό προόδου, ώστε να μπορούν σήμερα να ικανοποιούνται και οι πλέον ανόμοιες τεχνολογικές απαιτήσεις: από **υαλόπλινθους**, μέχρι **ίνες** και **υδρύαλο**.



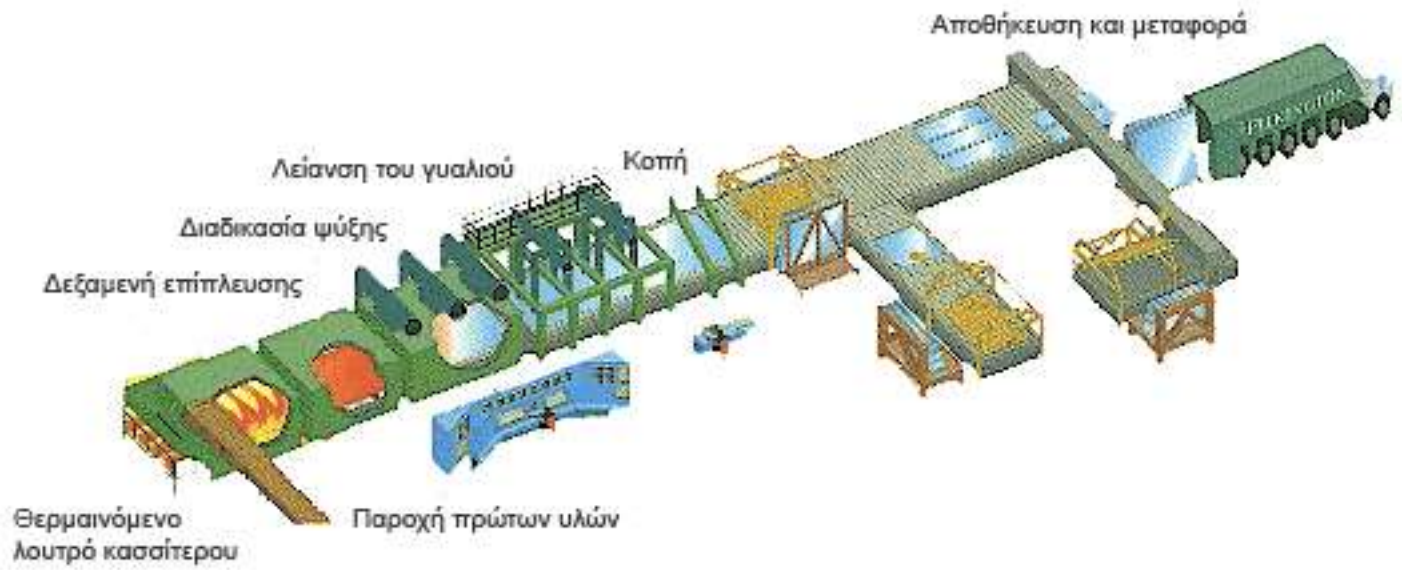
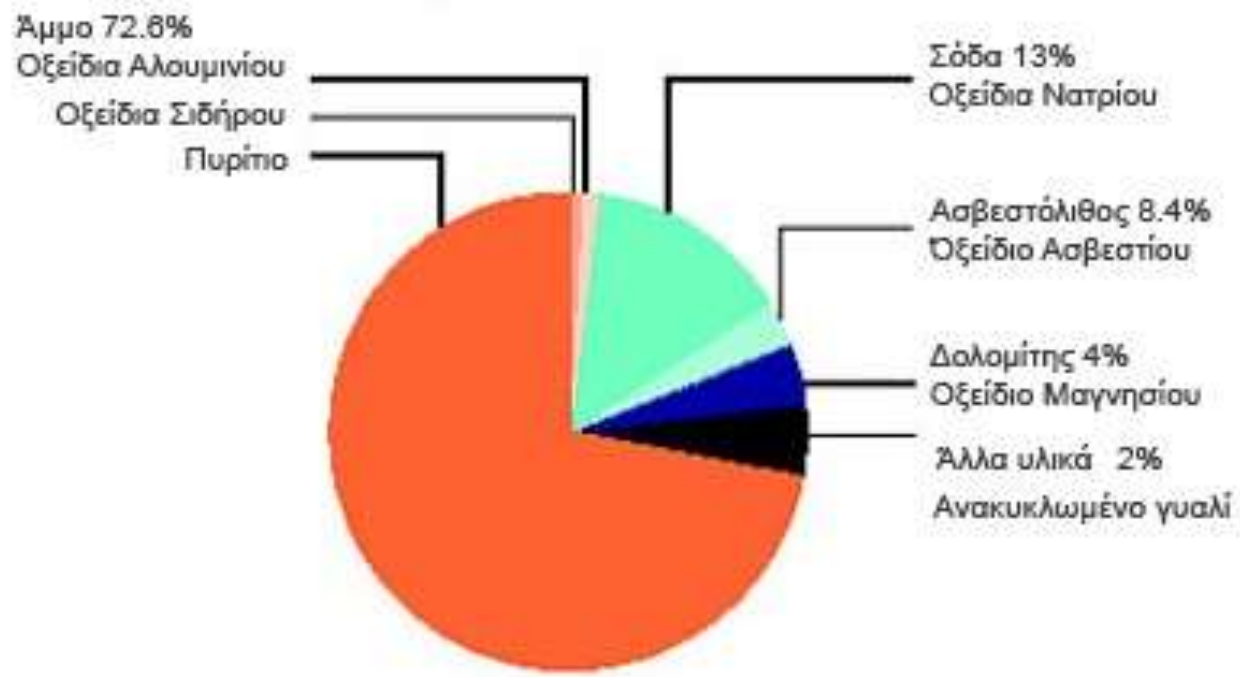
Προέλευση και σύσταση του γυαλιού

Το γυαλί προέρχεται από τη σύντηξη διαφόρων ουσιών. Οι ουσίες αυτές αναμιγνύονται με ορισμένες αναλογίες για κάθε είδος γυαλιού. Μετά τη σύντηξη αφήνεται η μάζα (λεγόμενη **υαλόμαζα**) να ψυχθεί πολύ αργά και έτσι παίρνουμε 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 με αναλογία περίπου 70%, 14% και 16% αντίστοιχα, δημιουργούν το κοινό γυαλί: το γυαλί των υαλοπινάκων.

Κατασκευή του γυαλιού

- 60% χαλαζιακή άμμος (υαλοποιητικό υλικό) + 20% σόδα (μειώνει θερμοκρασία τήξης σε 1500 και επιταχύνει την πήξη)
- + 15% δολομίτης (σκληρότητα και αντοχή σε λάμψη)
- + μικρές ποσότητες από ασβέστη και άστριο
- **Χρωματίζεται** με την προσθήκη μεταλλικών οξειδίων.

Οι ιδιότητες του γυαλιού διαφοροποιούνται με την προσθήκη άλλων ουσιών, συνήθως υπό μορφή οξειδίων, π.χ. **μολύβδου**, για τη λαμπρότητα και το βάρος· **βορίου**, για τη θερμική και ηλεκτρική αντίσταση· **βαρίου**, για να αυξήσει το διαθλαστικό δείκτη όπως, στο οπτικό γυαλί· **δημητρίου**, για να απορροφά τις υπέρυθρες

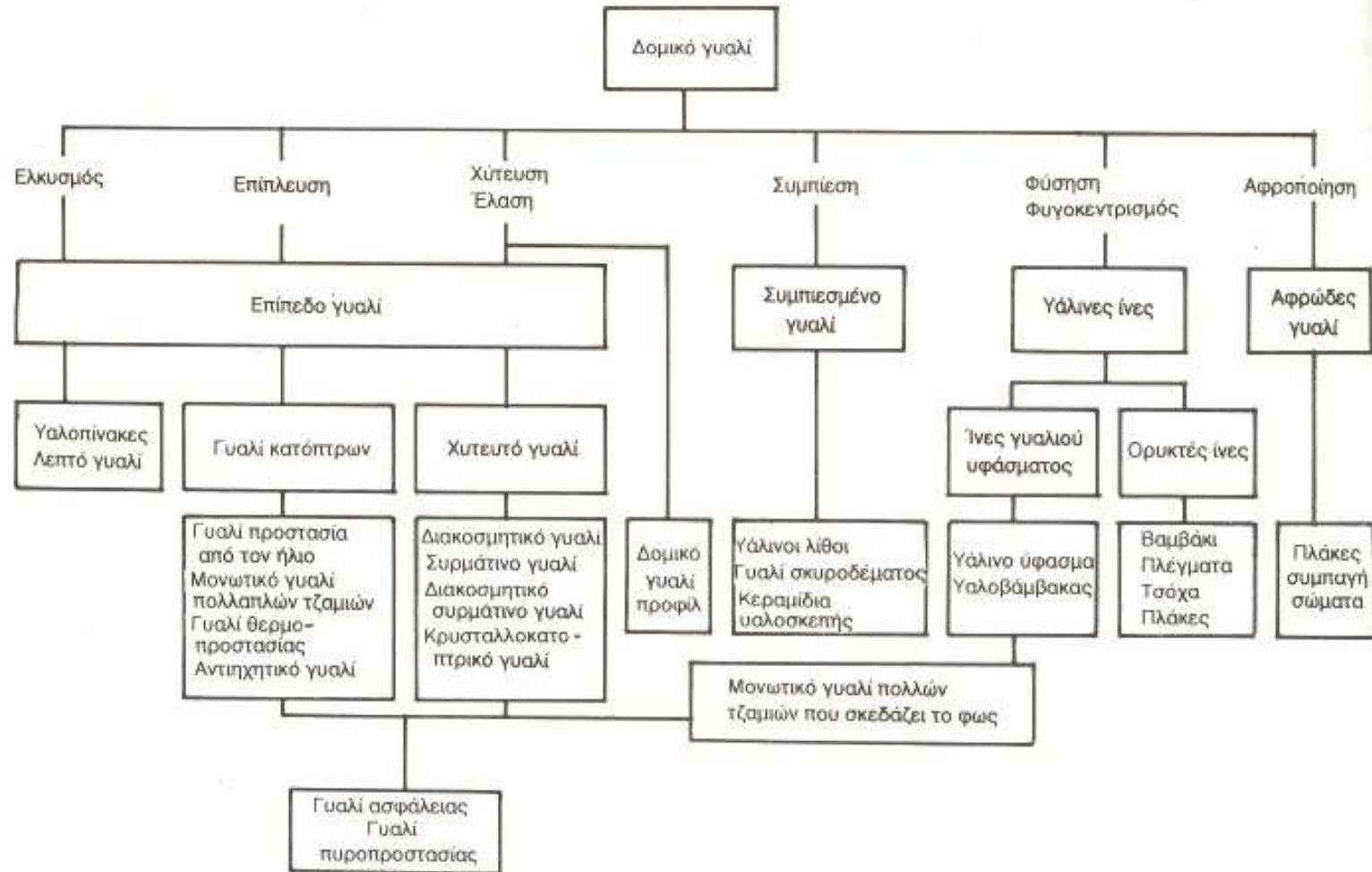


Ιδιότητες του γυαλιού

- Διαφανές
- Διαπερατό στο φώς εως 92%
- Σκληρό και ψαθυρό
- Πυκνότητα 2,5 κγ/δμ3
- Αντοχή σε θλίψη 900 Ν/μμ
- Θερμική αγωγιμότητα 0.8
- Αντέχει σε χημικές επιδράσεις, δεν αντέχει στο υδροφθορικό οξύ και σε αλκαλικά διαλύματα (π.χ. ασβεστόνερο) που θολώνουν το γυαλί και προκαλούν τύφλωση τζαμιού η υαλοπινάκων.



γυάλινα προϊόντα



Γυάλινα προϊόντα

Όλκιμο γυαλί

Γυαλιά σε πάχη από 6mm μέχρι 19mm

Γυαλί επίπλευσης (επίπλευση πάνω σε θερμαινόμενο λουτρό κασσιτέρου)

- Απόλυτα λείες επιφάνειες γυαλιού
- Κατοπτρικό γυαλί 3-19 μμ
- Γυαλί παραθύρου
- Μονωτικό γυαλί πολλών τζαμιών
- Γυαλί θερμικής προστασίας
- Αντιηχητικό γυαλί
- Γυαλί ασφάλειας
- Αντιπυρρικό γυαλί
- Φωτοσκεδαστικό γυαλί πολλών τζαμιών

Μονωτικό γυαλί πολλών τζαμιών

Ξηρός αέρας η αέριο ενδιάμεσα από δύο γυάλινους πίνακες με ραφές συγκόλλησης στα άκρα

Γυαλί θερμικής προστασίας

Μονωτικό γυαλί πολλαπλών τζαμιών (2 η 3) με επίστρωση θερμοαπορρόφησης (οξειδίο ψευδαργύρου, χρυσό η άργυρο)

Αντιηλιακό γυαλί

Απλό η πολλαπλό τζάμι
Ανάκλαση και απορρόφηση ηλιακών ακτίνων
Μεταλλικά σχέδια η χρωματιστά τζάμια

Γυαλί ασφαλείας/ μονότζαμο και σύνθετο γυαλί ασφαλείας

- **Κατοπτρικό η κρυσταλλοκατοπτρικό γυαλί ασφάλειας**

Προεντείνεται με ειδική θερμική επεξεργασία και γίνεται ελαστικό, ανθεκτικό σε κρούση και ευαίσθητο στη θερμοκρασία

- **Σύνθετο γυαλί ασφάλειας 5,5mm – 34mm**

Ένα η πολλά τζάμια και ενδιάμεσο πλαστικό υλικό

- **Αντιπυρικό γυαλί**

Πάχος 15mm και άνω

Πολλά και πυροαπορροφητικά ενδιάμεσα στρώματα

30- 90 λεπτά ως προς τη στατική του αντοχή

Αποτροπή διάβασης φλόγας και καπνού

Θερμομόνωση

- **Φωτοσκεδάζον μονωτικό γυαλί πολλών τζαμιών**

Μεταξύ των υαλοπινάκων υπάρχει στρώμα από γυάλινο ύφασμα η τριχοειδής πλάκα η οποία αποτελείται από πολλούς λεπτούς σωληνίσκους από πλαστικό υλικό Ενισχυμένη σκέδαση φωτός –ομοιόμορφος φωτισμός χωρίς σκιά

- **Χυτευτό και ελατό γυαλί**

- Διακοσμητικό
- Συρμάτινο γυαλί
- Συρμάτινο διακοσμητικό γυαλί
- Κρυσταλλοκατοπτρικό γυαλί
- Δομικό γυαλί προφίλ

Ινοποιημένο γυαλί

- **Υφασμάτινες γυάλινες ίνες**
(2mm -20mm). Ένθετο για φύλλα στεγάνωσης. Φωτοσκεδάζον υλικό
Οπλισμός για σοβάδες ή κατασκευή ινώδους σκυροδέματος
- **Ορυκτές ίνες**
Κοντές ίνες-υαλοβάμβακα –η τοποθετούνται σε χαρτί ασφαλτίου –κατάλληλες για
θερμομόνωση και ηχομόνωση

Πεπιεσμένο γυαλί

- **Υαλόλιθοι**
Διάκενα γυάλινα σώματα . Επιφάνειες λείες η τυπωμένες. Ηχο και
θερμοαπορροφητικότητα. Πυρίμαχοι
- **Γυαλιά σκυροδέματος**
Υπό πίεση κατασκευασμένα γυάλινα σώματα
- **Γυάλινα κεραμίδια**

Αφροποιημένο γυαλί

Αφροποιημένο γυαλί, μετά την τήξη, σχηματίζει ψαθυρό-σκληρό, κλειστό κυτταρικό αφρώδες υλικό. Αδιαπέρατο από αέρα και υγρασία και πολύ κατάλληλο για θερμομόνωση. Αφρώδεις υαλόπλακες εφαρμόζονται σαν απορροφητικό σώμα για δάπεδα, κολυμβητήρια και ενδιάμεσο στρώμα σε σύνθετο τοίχο.

γυαλιά ασφαλείας

- Έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία και όταν υποστούν κρούση απλώς ραγίζουν και συγκρατούν τα θραύσματα
- Χρησιμοποιούνται σε παράθυρα που ανήκουν σε χώρους υψηλής προστασίας, σε τζαμωτά χωρίσματα με προθήκες, σε στηθαία κλιμακοστασίων κ.λ.π.
- Αποτελούνται από τρία ή τέσσερα υαλόφυλλα με ενδιάμεσες μεμβράνες μεγάλης ελαστικότητας.

Για μεγαλύτερη ασφάλεια κατασκευάζονται και οπλισμένοι, σύνθετοι υαλοπίνακες.

- **Θωρακισμένοι υαλοπίνακες.** Είναι ειδικοί υαλοπίνακες που χρησιμοποιούνται στα ταμεία τραπεζών
- **Προεντεταμένοι υαλοπίνακες ασφαλείας.** Είναι ειδικοί υαλοπίνακες από κρύσταλλο, οι οποίοι έχουν σημαντικά βελτιωμένες διάφορες ιδιότητες. Συγκεκριμένα αυξάνονται:
 - Η καμπτική αντοχή στο πενταπλάσιο
 - Η ικανότητα κάμψης και στρέβλωσης
 - Η ανθεκτικότητα σε απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας (άνω των 200° C)
 - Η αντοχή σε κρούση
 - Κατά τη θραύση τους δε σχηματίζονται μεγάλα αιχμηρά θραύσματα, αλλά μικρά.

αλεξίσφαιρα γυαλιά

Είναι δυνατό να σταματήσουν όλων των ειδών τις σφαίρες οι οποίες εκτοξεύονται εναντίον τους

- Συνήθως κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας ένα δυνατό αλλά διαφανές υλικό όπως ο θερμοπλαστικός πολυάνθρακας ή χρησιμοποιώντας πολλά στρώματα γυαλιού
- Το στρώμα των πολυανθράκων αποτελούμενο συνήθως από προϊόντα όπως Cyrolon, Lexan και Tuffak, βρίσκεται συνήθως μεταξύ στρωμάτων κανονικού γυαλιού. Αυτός ο τύπος γυαλιού ανθεκτικού στις σφαίρες έχει συνήθως πάχος 70-75mm.
- Το γυαλί ανθεκτικό στις σφαίρες που κατασκευάζεται από πολλά στρώματα γυαλιού κτίζεται από φύλλα γυαλιού τα οποία κολλούν μεταξύ τους με τη χρήση υγρού καουτσούκ. Έχουν συνήθως πάχος 100-120mm και είναι εξαιρετικά βαριά.



μονόδρομα αλεξίσφαιρα γυαλιά

Χρησιμοποιούνται σε μερικά θωρακισμένα αυτοκίνητα τραπεζών

- Αντιστέκονται σε εισερχόμενα πυρά από μικρό όπλο που θα χτυπήσουν την εξωτερική πλευρά του γυαλιού, αλλά τα επιτρέπουν από την εσωτερική πλευρά του γυαλιού.
- Αποτελούνται συνήθως από δύο στρώματα: ένα εύθραυστο στρώμα στην εξωτερική πλευρά και ένα εύκαμπτο στην εσωτερική πλευρά.
- Η δυνατότητα ενός γυαλιού να αντισταθεί στον κλονισμό ενισχύεται επίσης με τη διαδικασία του καθορισμού της θερμοκρασίας. Όταν βρίσκεται στη σωστή θερμοκρασία, το γυαλί παραμένει σκληρότερο, άρα χρειάζεται μεγαλύτερη δύναμη για να καταστραφεί η επιφάνεια.

υγρά κρύσταλλα (Liquid Crystals)

- Είναι ουσίες που παρουσιάζουν μια φάση της ύλης με ιδιότητες ανάμεσα σε εκείνες ενός συμβατικού υγρού και εκείνες ενός στερεού κρυστάλλου.
- Ένα υγρό κρύσταλλο (LC) μπορεί να ρέει όπως ένα υγρό, αλλά έχει τα μόρια στο υγρό οργανωμένα και προσανατολισμένα με ένα κρυσταλλικό τρόπο.
- Κάτω από το μικροσκόπιο, το υλικό ενός υγρού κρυστάλλου έχει ευδιάκριτη σύσταση. Κάθε “κηλίδα” στη σύσταση αντιστοιχεί σε μια περιοχή όπου τα μόρια του LC είναι προσανατολισμένα σε διαφορετική κατεύθυνση.



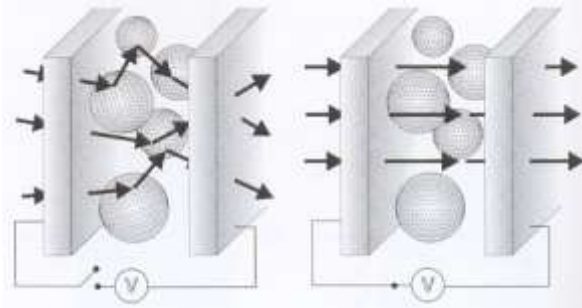
Τα υγρά κρύσταλλα μπορούν να διαιρεθούν σε thermotropic (θερμοτροπικά) και lyotropic LCs. Οι θερμοτροπικοί LCs παρουσιάζουν μια μετάβαση φάσης στη φάση LC καθώς αλλάζει η θερμοκρασία, ενώ οι lyotropic LCs, παρουσιάζουν μεταβάσεις φάσης σαν αποτέλεσμα της συγκέντρωσης.

Εφαρμογές των υγρών κρυστάλλων

Τα υγρά κρύσταλλα βρίσκουν ευρεία χρήση στις παρουσιάσεις υγρών κρυστάλλων, οι οποίες στηρίζονται στις οπτικές ιδιότητες υγρών κρυστάλλινων μορίων λόγω της παρουσίας ή απουσίας ενός ηλεκτρικού πεδίου.

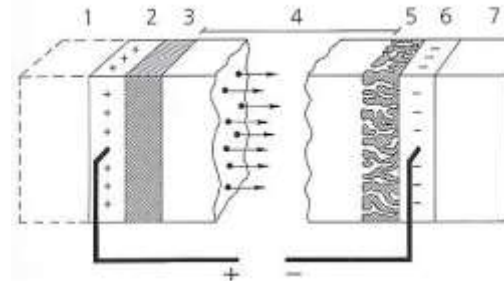
Χρησιμοποιούνται επίσης στην κατασκευή οθόνων LCD

ηλεκτροχρωμικό γυαλί



Όταν δεν εφαρμόζεται τάση το γυαλί έχει μια ματ επιφάνεια και το φως που διέρχεται διαχέεται στο χώρο. Με την τάση γίνεται διαφανές.

1. γυαλί, 2. διάφανος αγωγός,
3. ιόντα, 4. αγωγός ιόντων
5. ηλεκτροχρωμικό υλικό, 6. διάφανος αγωγός, 7. γυαλί



Καθώς ασκείται τάση, τα ιόντα μετακινούνται δημιουργώντας διάφορες εντυπώσεις διαφάνειας και χρωμάτων.

αεροχρωμικό γυαλί

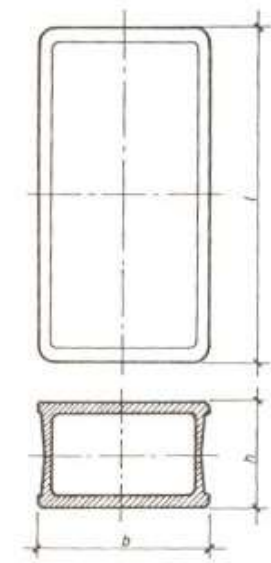


Εφαρμογή O²: Αποχρωματίζεται

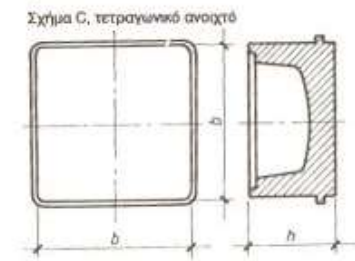
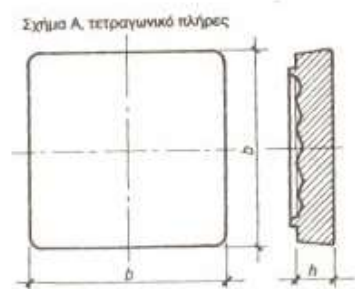


Εφαρμογή H²: Αποκτά ένα βαθύ μπλε

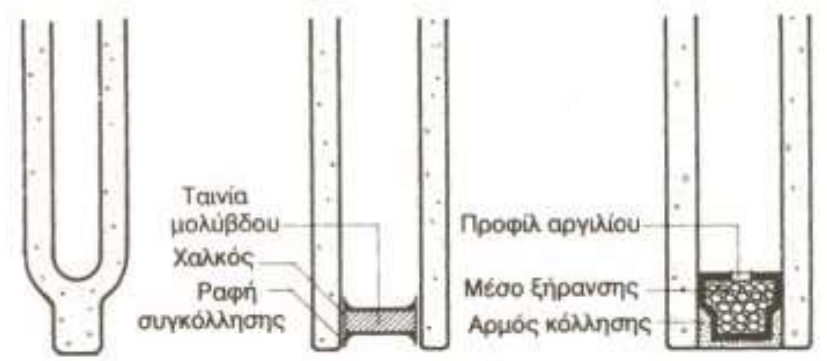




Σχήμα 65/1: Υαλόλιθος



Σχήμα 65/2: Γυαλί σκουροδέματος



Συγκόλληση

Κόλληση

Κόλληση με κόλλα

Ταινία μολύβδου
Χαλκός
Ραφή συγκόλλησης
Προφίλ αργιλίου
Μέσο Εξήρανσης
Αρμός κόλλησης

το ανακυκλωμένο γυαλί



ρινίσματα γυαλιού από τη βιομηχανία

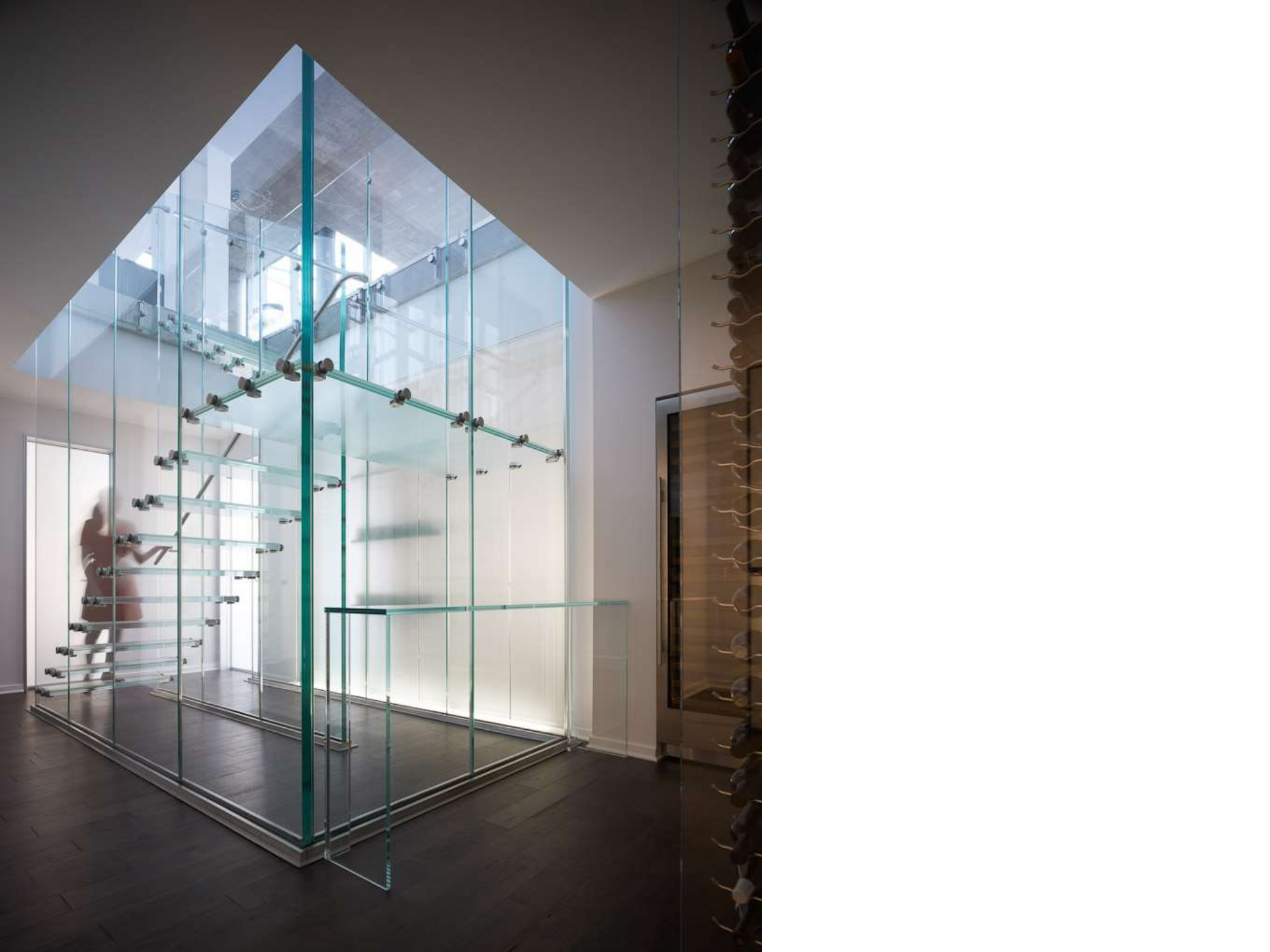


μπουκάλια προς ανακύκλωση



κατασκευές από δομικό γυαλί















601







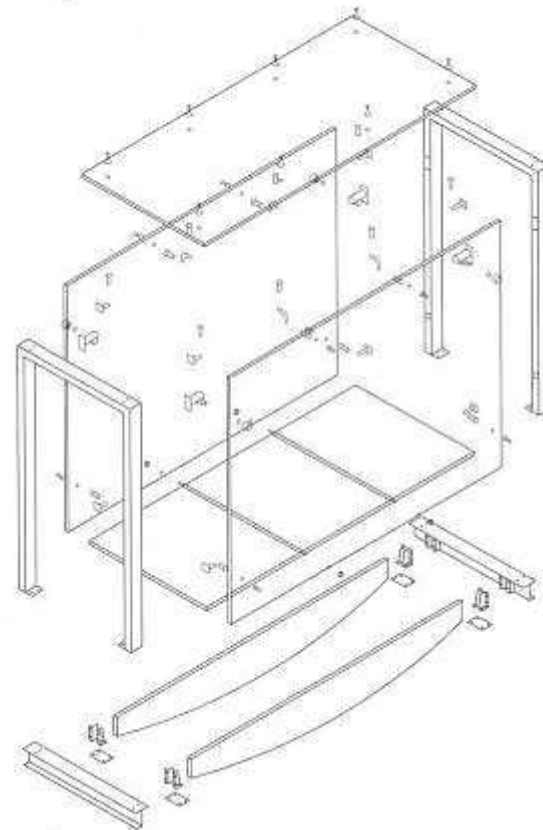


Glass Bridge, Rotterdam, The Netherlands,
Dirk Jan Postel, Kraaijvanger.
Urbis, 1994

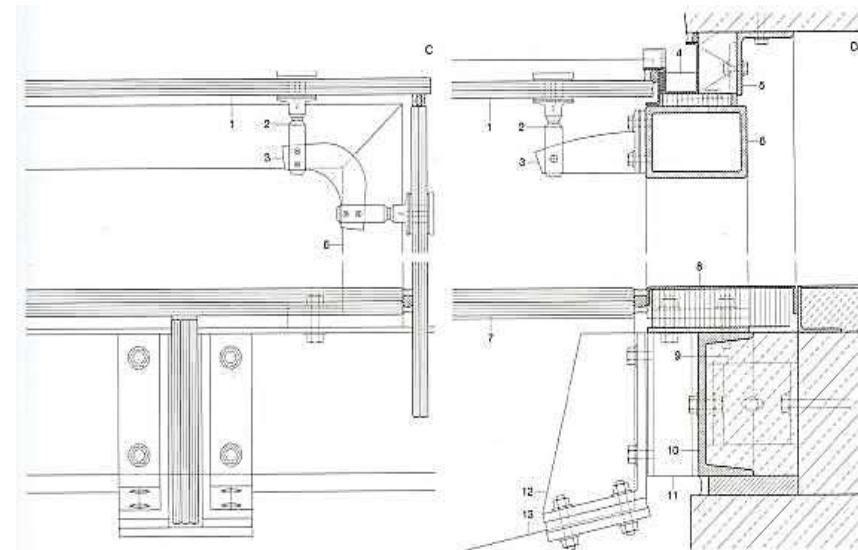


Exploded diagram

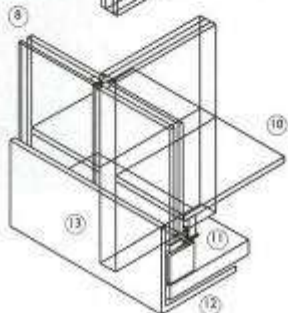
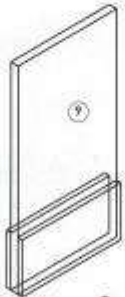
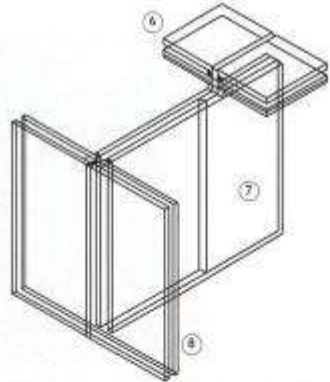
- A Vertical section
- B Horizontal section
scale 1:50
- C Vertical section aa
abutment with wall
scale 1:5
- D Vertical section bb:
abutment with wall
scale 1:5



- 1 laminated safety glass:
10 mm toughened glass
externally; 6 mm heat
strengthened glass internally
- 2 stainless steel point fixing
- 3 7 mm laser-cut stainless
steel plate
- 4 1.5 mm painted sheet-alu-
minium gutter on 18 mm
waterproof-bonded plywood
- 5 70x70x7 mm angle
- 6 80x120x6.3 mm steel RHS
- 7 2 panes 15 mm laminated
safety glass floor
- 8 3 mm sheet stainless steel
bent to shape; on 2 sheets
18 mm plywood
- 9 2 No. 90x90x9 mm angles
- 10 160 mm channel filled with
concrete
- 11 60x60x6 mm steel SHS
- 12 steel joint hanger
- 13 glass beam: 3 x 10 mm
laminated safety glass



Glass Museum, Kingwinford, England,
Brent G. Richards, Robert Dabell, 1994



μορφολογική ποικιλία σε συνδυασμό με μεταλλικούς σκελετούς



Εθνικό Τερματικό Waterloo, Λονδίνο, 1994, Nicholas Grimshaw.

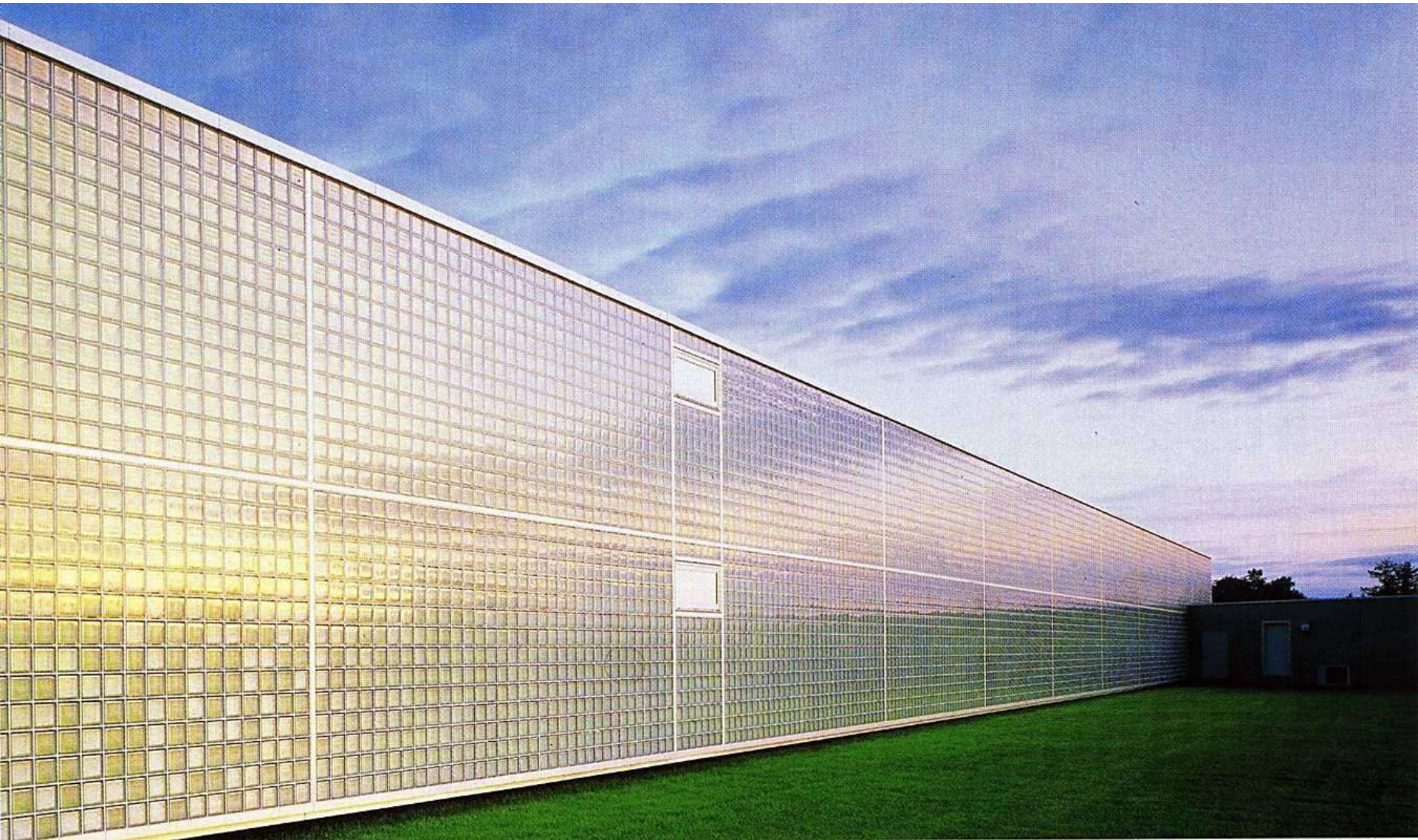


Forum, Τόκυο, 1997, Rafael Vinoly



“Mediatheque”, Sendai, Ιαπωνία, 2001
Toyo Ito.





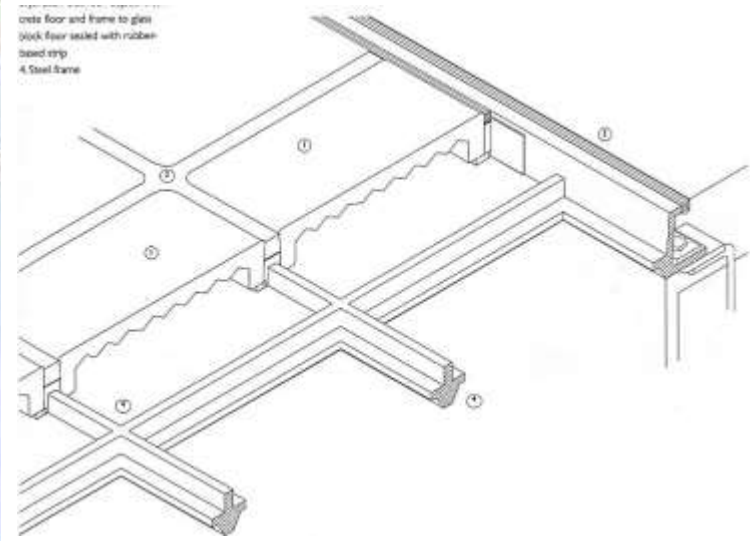
Hotel P, Hokkaido, Japan, Toyo Ito

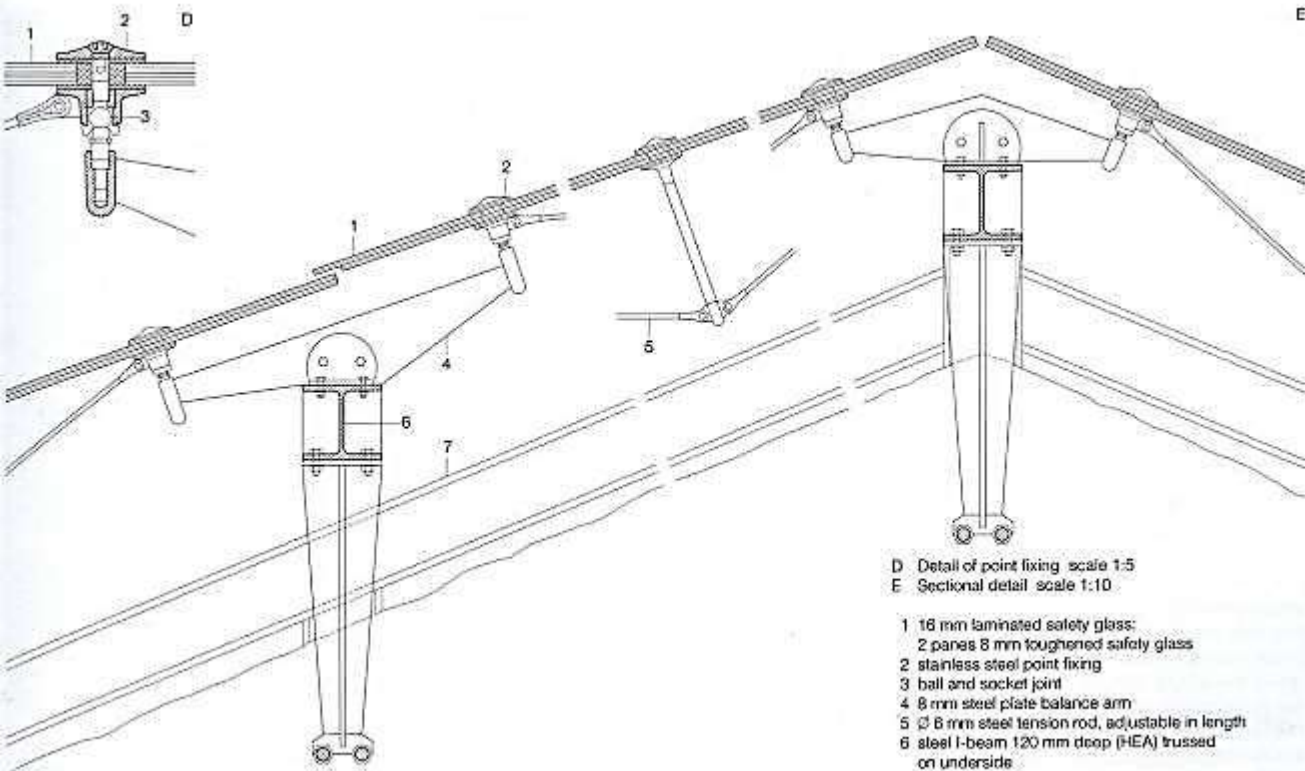


Okanoyama Museum of Art, Hyogo, Japan



crete floor and frame to glass
block floor sealed with rubber-
based strip
A Steel frame





D Detail of point fixing scale 1:5
 E Sectional detail scale 1:10

- 1 16 mm laminated safety glass
- 2 panes 8 mm toughened safety glass
- 2 stainless steel point fixing
- 3 ball and socket joint
- 4 8 mm steel plate balance arm
- 5 \varnothing 8 mm steel tension rod, adjustable in length
- 6 steel I-beam 120 mm deep (HEA) trussed on underside
- 7 steel I-section edge beam 120 mm deep (HEB)

Juval Castle, Alto Adige, Italy,
 Robert Danz, 1996