

Κανονιστικό πλαίσιο δομικού γυαλιού & παραδείγματα ΤΟΤΕΕ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ
ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΟΤΕΕ

ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ



/ 2025
Glass Forum
31/10 & 01/11 ΩΔΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αναστάσιος Χουλιάρης
Πολιτικός Μηχανικός

Τι είναι το δομικό γυαλί;

- ▶ Το δομικό γυαλί είναι ένας τύπος γυαλιού που χρησιμοποιείται κυρίως σε κατασκευές και αρχιτεκτονικά έργα, όπου εκτός από αισθητικούς λόγους απαιτείται και υψηλή αντοχή , λειτουργικότητα και παραλαβή φορτίων ως φέρον στοιχείο. Είναι σχεδιασμένο να φέρει φορτία και να αντέχει σε μηχανικές καταπονήσεις



Νέα εποχή έργων

- ▶ Υψηλές αισθητικές απαιτήσεις
- ▶ Μεγάλα ανοίγματα
- ▶ Καμπυλότητες
- ▶ Αντιβανδαλικοί/Αλεξίσφαιροι
- ▶ Βατοί υαλοπίνακες/οροφής,αίθρια
- ▶ Γυαλίνα κελύφη /όψεις/κατασκευές



Ερώτηση προς επαγγελματίες κλάδου υαλοπινάκων

- ▶ Πόσοι από τους επαγγελματίες του κλάδου χρειάστηκαν δομοστατικό Μηχανικό για την καθοδήγηση , την μελέτη και διαστασιολόγηση ενός υαλοπίνακα?
- ▶ Σε ποια κατηγορία έργων υπήρχε έτοιμη διαστασιολογημένη λύση?
- ▶ Στα μικρά ιδιωτικά έργα?



Υφιστάμενο Κανονιστικό πλαίσιο

- ▶ Απουσία Ευρωκωδίκων – Υπό εκπόνηση
Υπάρχουν αναφορές που τοποθετούν χρονικά την έκδοσή
Ευρωκώδικα για το δομικό γυαλί πιθανώς μετά το 2027
- ▶ Εθνικά πρότυπα με εφαρμογή: DIN 18008 (Γερμανία) Αποτελεί
τεχνική βάση για μελέτες
- ▶ Ευρωπαϊκά πρότυπα για τα υλικά και έμμεσα για την
διαστασιολόγηση
EN 572 , EN 12150 , EN 14179, EN 12543, EN 1279 , EN 12888
, EN 12600



Υφιστάμενο Κανονιστικό πλαίσιο

- ▶ Ευρωπαϊκά πρότυπα για απλές περιπτώσεις διαστασιολόγησης και επιλεγμένες κατηγορίες (δεν υποκαθιστά τον Ευρωκώδικα)
EN 16612
- ▶ TRAV (Γερμανία) –Πρόσκρουση & ασφάλεια
Κανόνες ασφαλείας για γυάλινα στοιχεία
Δεν αποτελεί πρότυπο διαστασιολόγησης αλλά παρέχει κανόνες για ασφαλή σχεδιασμό
- ▶ CEN/TS 19100:2021 είναι ένα Τεχνικό Πρότυπο (Technical Specification) που εκπονήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) και αφορά την τεχνική προδιαγραφή για τη μελέτη και τον σχεδιασμό κατασκευών από γυαλί.Αποτελεί προπαρασκευαστικό στάδιο προς τη δημιουργία του Ευρωκώδικα.



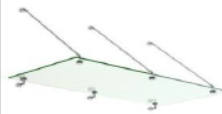
ΤΟΤΕΕ Υαλοπινάκων

- ▶ Γιατί προέκυψε ανάγκη σύνταξης ΤΟΤΕΕ ;
Ανάγκη σύνταξης ενός συνοπτικού οδηγού αναφορικά με τους Υαλοπίνακες Ασφαλείας & ορθής αντιστοίχισης τύπων υαλοπινάκων ανα εφαρμογή δομικού γυαλιού.



Παράρτημα ΤΟΤΕΕ /Συστάσεις

Εφαρμογή	Υαλοπίνακες		Σημειώσεις	Παράδειγμα/ Παρατηρήσεις	
Υαλοπετά- σματα με σημειακή στήριξη	Μονός υαλοπίνακας	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
		ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ		
		ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ		
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ		
	Μονωτικός υαλοπίνακας	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ		Η κατάλληλη επιλογή των υαλοπινάκων κάθε έργου επιτυγχάνεται μέσω στατικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότες ανεμοπίεσεων και κρούσεων.
		ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
		ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ		
		ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ		
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ			
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ			
Σημείωση: Ο laminated υαλοπίνακας ασφαλείας που είναι φτιαγμένος εξολοκλήρου από θερμικά σκληρυμένα γυαλιά δεν έχει καθόλου εναπομένονσα ικανότητα φέροντος φορτίου. Οι απαιτήσεις της εγκατάστασης πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερω.					

Εφαρμογή	Υαλοπίνακες		Σημειώσεις	Παράδειγμα/ Παρατηρήσεις
Βατός υαλοπίνακας προορισμένος για περπάτημα	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	Κατ' ελάχιστο 3 υαλοπίνακες. Η αντιολίσθηση πρέπει να εξασφαλίζεται.	
	ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
	ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΕΛΑΧΙΣΤΟ		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ²		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ		
	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
Προβλλόμενο στέγαστρο με σημειακή στήριξη	ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	Η κατάλληλη επιλογή των υαλοπινάκων κάθε έργου επιτυγχάνεται μέσω στατικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τις δυνάμεις ανεμοπιέσεων και κρούσεων.	
	ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ²		
	ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ		

2. Σημαντικό! Ο laminated υαλοπίνακας ασφαλείας που είναι φτιαγμένος εξολοκλήρου από σκληρυμένα γυαλιά δεν έχει καθόλου εναπομένονσα ικανότητα φέροντος φορτίου. Οι απαιτήσεις της εγκατάστασης πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερω.



Παράρτημα ΤΟΤΕΕ /Συστάσεις

Εφαρμογή	Υαλοπίνακες		Σημειώσεις	Παράδειγμα/ Παρατηρήσεις
Οριζόντιοι υαλοπίνακες οροφής	ΕΣΤΕΡΝΑ	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED TOUGHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
	ΕΣΤΕΡΝΑ	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ*	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	

Η κατάλληλη επιλογή των υαλοπινάκων κάθε έργου επιτυγχάνεται μέσω στατικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τις δυνάμεις ανεμοπιέσεων και κρούσεων.

*Με κατ' ελάχιστο 2 μεμβράνες PVB (1B1).

Εφαρμογή	Υαλοπίνακες		Σημειώσεις	Παράδειγμα/ Παρατηρήσεις
Υαλοπετά- σματα με μηχανική στήριξη	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
		ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ	ΒΑΣΙΚΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ - FLOAT	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened)	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ	
		ΘΕΡΜΙΚΑΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ (Toughened) & (Heat soaked)	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΑΨΗΤΟΣ LAMINATED ANNEALED	ΜΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΣ LAMINATED TOUGHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	
		ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΘΕΡΜΙΚΑ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ - LAMINATED HEAT STRENGTHENED	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ	

Η κατάλληλη επιλογή των υαλοπινάκων εξαρτάται από το είδος της στήριξης και τις δυνάμεις ανεμοπιέσεων.

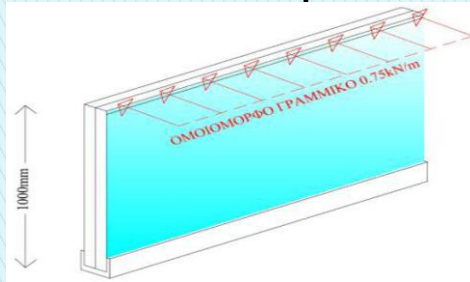
Αφορά τα τυφλά σημεία. Εμπρός από κολώνες & δοκάρια.

Στα ορατά βλέπε πίνακα παραθύρων ή πλήρους ύψους υαλοπίνακες.

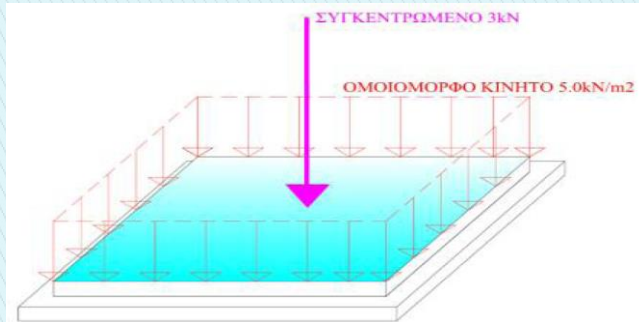


Παραδείγματα Ανάλυσης ΤΟΤΕΕ

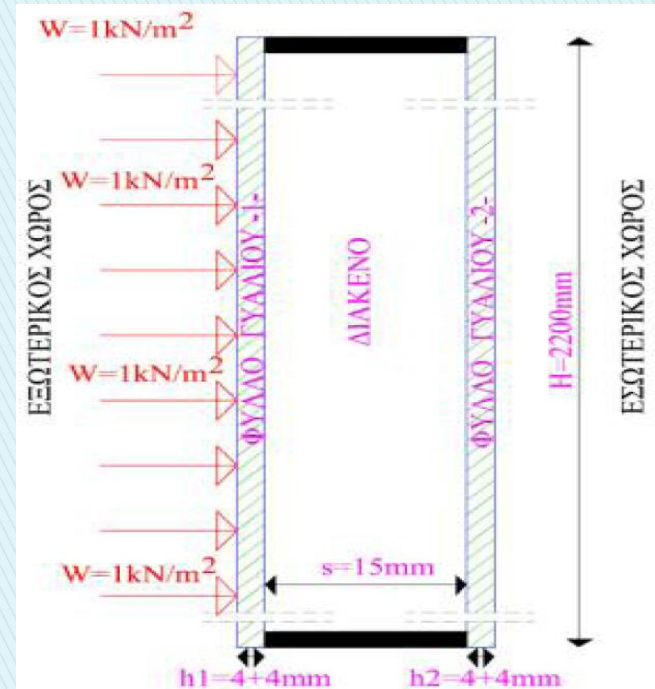
- Γυάλινο στηθαίο



-



- Κατακόρυφος διπλός υαλοπίνακας



Μηχανικά χαρακτηριστικά δομικού γυαλιού

Κύρια Χαρακτηριστικά ως προς τις μηχανικές ιδιότητες:

- ▶ Υλικό χωρίς πλαστιμότητα – ψαθυρό χαρακτήρα
- ▶ Δεν μπορεί να εισέλθει σε διαρροή (δηλ.ικανότητα για μόνιμη(πλαστική) παραμόρφωση κατόπιν υπέρβασης της επιτρεπόμενης τάσης)
- ▶ Θραύση χωρίς προειδοποίηση
- ▶ Μεγάλη αντοχή σε θλίψη και εξαιρετικά μικρότερη συγκριτικά αντοχή σε εφελκυσμό
- ▶ Δεν υπάρχει δυνατότητα ανακατανομής τάσεων σε γειτονικές περιοχές
- ▶ Τοπικές συγκεντρώσεις τάσεων ειδικά στις στηρίξεις



Μηχανικές ιδιότητες

- ▶ Πυκνότητα $\rho=2500\text{kg/m}^3$
- ▶ Μέτρο ελαστικότητας $E=70\text{GPa}$
- ▶ Θλιπτική αντοχή $f_c=600-900\text{Mpa}$
(DIN1249 κοινό γυαλί)
- ▶ Εφελκυστική αντοχή $f_t=30-80\text{Mpa}$
(DIN1249 κοινό γυαλί)

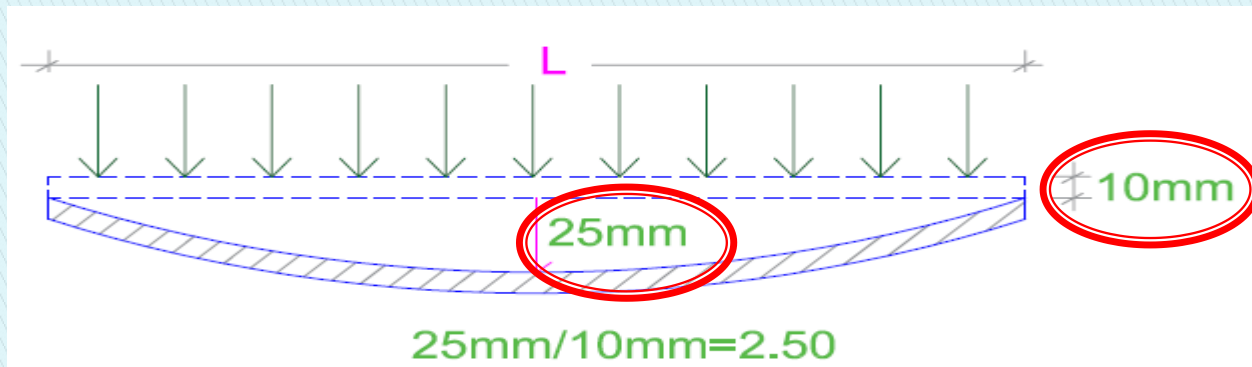


Μέθοδος ανάλυσης- Θεωρία μεγάλων παραμορφώσεων

Κύριο χαρακτηριστικό για την ανάλυση & διαστασιολόγηση:

- ▶ Αναπτυσσόμενες παραμορφώσεις είναι συγκριτικά πολύ μεγάλες σε σχέση με το πάχος του στοιχείο (π.χ.εκτροπή υαλοπίνακα 25mm /πάχος υαλοπίνακα 10mm

δηλ.αναλογία εκτροπής/πάχος $> 2,50$



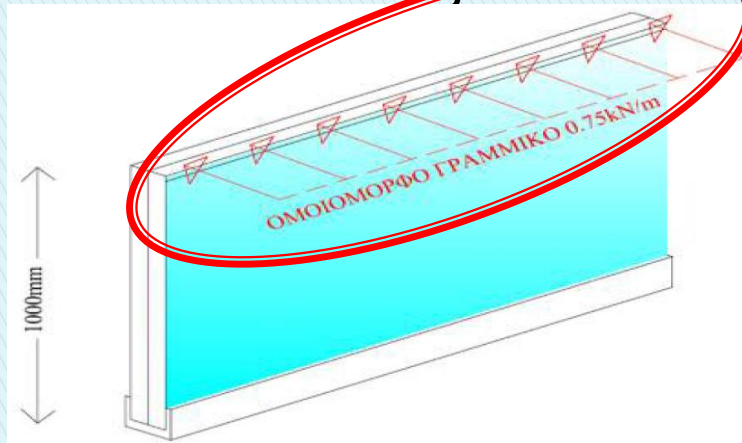
Πορεία υπολογισμών προδιαστασιολόγησης

- ▶ 1.καθορισμός φόρτισης σχεδιασμού και επιλογή υαλοπίνακα & υπολογισμός εντατικής κατάστασης
- ▶ 2.υπολογισμός αναπτυσσόμενων τάσεων με βάση την ελαστική θεωρία (ή ορθότερα με χρήση πεπερασμένων στοιχείων)
- ▶ 3.εύρεση αντοχής σχεδιασμού
- ▶ 4.κρίσιμος έλεγχος :δρώσες εφέλκ. τάσεις < επιτρεπόμενες εφέλκ. τάσεις
- ▶ 5.υπολογισμός παραμορφώσεων και έλεγχος επιτρεπτών ορίων

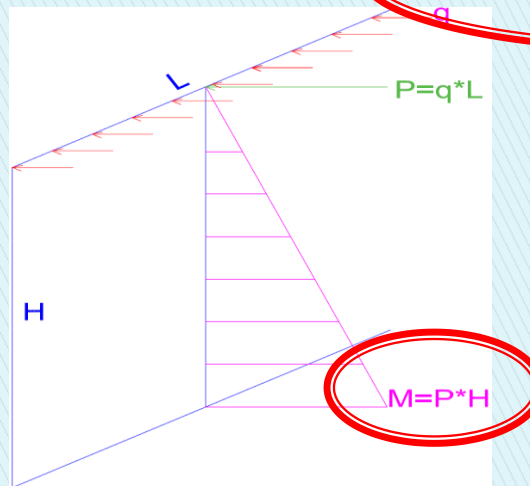


Πορεία υπολογισμών προδιαστισιολόγησης

- 1. καθορισμός φόρτισης σχεδιασμού και επιλογή υαλοπίνακα & υπολογισμός εντατικής κατάστασης

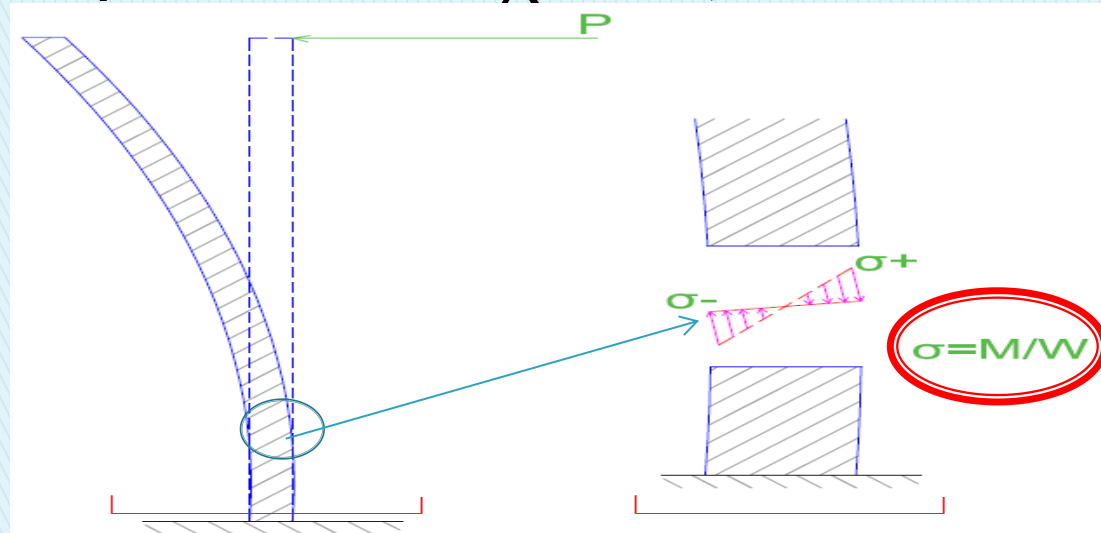


• Τύπος γυαλιού: 10mmHSG-1,52PVB-10mmHSG



Πορεία υπολογισμών προδιαστασιολόγησης

- ▶ 2.υπολογισμός αναπτυσσόμενων τάσεων με βάση την ελαστική θεωρία (ή ορθότερα με χρήση πεπερασμένων στοιχείων)



Πορεία υπολογισμών προδιαστασιολόγησης

► 3. εύρεση αντοχής σχεδιασμού EN 16612: 2016

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού προεντεταμένου (σκληρυμένου) γυαλιού

$$f_{g;d} = \frac{k_{mod} * k_{sp} * f_{g;k}}{\gamma_{M;A}} + \frac{k_v (f_{b;k} - f_{g;k})}{\gamma_{M;V}}$$

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού προεντεταμένου (HSG) γυαλιού για μακροχρόνια φόρτιση (50 έτη)

$$f_{g;d} = \frac{k_{mod} * k_{sp} * f_{g;k}}{\gamma_{M;A}} + \frac{k_v (f_{b;k} - f_{g;k})}{\gamma_{M;V}}$$

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού ανά φύλλο γυαλιού

$$f_{g;d} = \frac{k_e * k_{mod} * k_{sp} * f_{g;k}}{\gamma_{M;A}}$$

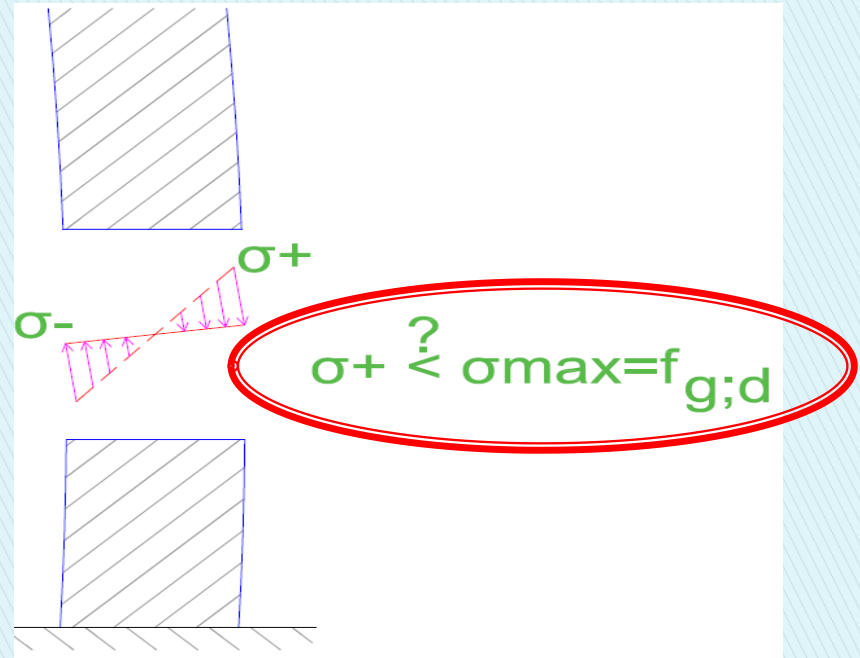


Πορεία υπολογισμών προδιαστασιολόγησης

► 4. κρίσιμος έλεγχος :

δρώσες εφελκ. τάσεις
? $\leq$

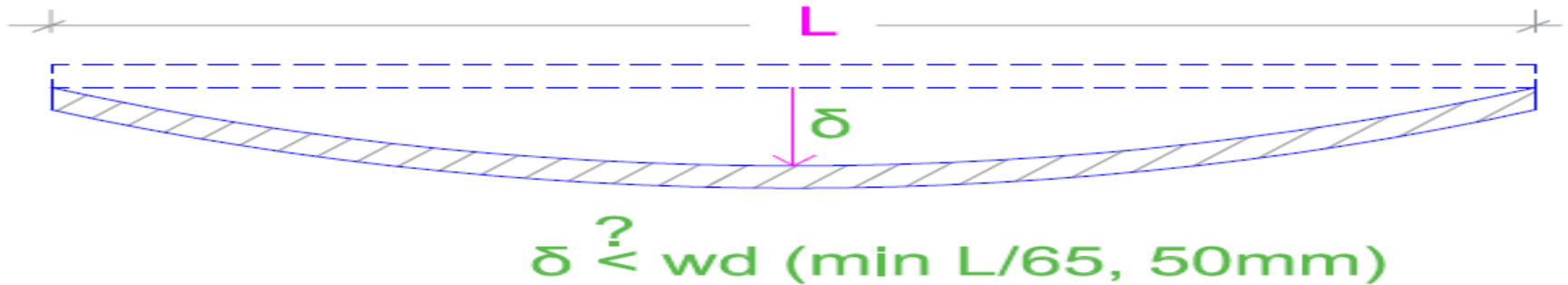
επιτρεπόμενες εφελκ.
τάσεις λόγω κάμψης



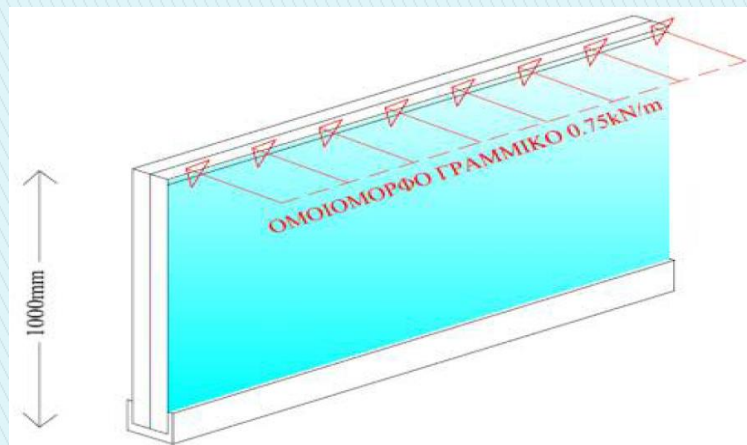
Πορεία υπολογισμών προδιαστισιολόγησης

- ▶ 5.υπολογισμός παραμορφώσεων και έλεγχος επιτρεπτών ορίων

Με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 16612:2016, το επιτρεπόμενο βέλος είναι:
 $\min (wd=span/65, wd=50mm)$



Προμελέτη γυάλινου στηθαίου



EN 16612: 2016

Παραδοχές

- Σε εσωτερικό χώρο (δηλ. απουσία ανεμοπίεσης & φορτίου χιονιού)
- Χωρίς αμμοβολή
- Ύψος στοιχείου 1000mm
- Μέθοδος σκλήρυνσης οριζόντια
- Τύπος γυαλιού: 10mmHSG-1,52PVB-10mmHSG

$$\sigma = M_{sd} / W_{\text{απαιτ.}} \leq f_{gd}, \quad W_{\text{απαιτ.}} \geq M_{sd} / f_{gd}$$

$$h > [6 * M_{sd} / b * h^2 * f_{gd}]^{0.5} \approx 13\text{mm}$$

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού προεντεταμένου (σκληρυμένου) γυαλιού

$$f_{g;d} = \frac{k_{mod} * k_{sp} * f_{g;k}}{\gamma_{M;A}} + \frac{k_v (f_{b;k} - f_{g;k})}{\gamma_{M;V}} = \frac{0,77 * 1,0 * 45}{1,80} + \frac{1,0 * (70 - 45)}{1,20} = 40,08\text{N/mm}^2$$



Προμελέτη γυάλινου στηθαιίου

Για πολυστρωματικό υαλοπίνακα (Laminated) το ενεργό πάχος για τον υπολογισμό καμπτικής παραμόρφωσης είναι:

$$h_{ef;w} = \sqrt[3]{\sum_k h_k^3 + 12\omega(\sum_i h_k h_{m,k}^2)}$$

$\omega = 0$ για κάγκελο σε δημόσιους χώρους (family 1)

$h_1 = h_2 = 10\text{mm}$ (10mmHSG-1.52PVB-10mmHSG)

$$h_{ef;w} = \sqrt[3]{10^3 + 10^3} \approx 13\text{mm}$$

και το ενεργό πάχος για έλεγχο των καμπτικών τάσεων είναι:

$$h_{ef;s;j} = \sqrt{\frac{h_{ef;w}^3}{h_j + 2\omega h_{m;j}}} = \sqrt{\frac{13^3}{10}} \approx 15\text{mm} > 13\text{mm}$$

Ελάχιστο απαιτούμενο πάχος	Υφιστάμενο ενεργό πάχος	Αποτελέσματα ελέγχου
13mm	15mm	Ικανοποιείται



Προμελέτη γυάλινου δαπέδου

Παραδοχές

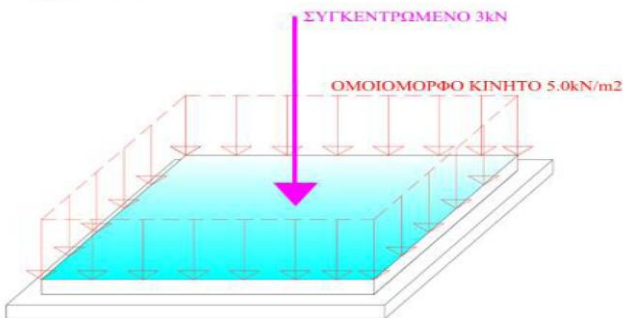
- Διαστάσεις τεμαχίου 1.500mm*1.500mm με τετραπλευρική στήριξη
- Τύπος γυαλιού: 10 HSG/* / 12 HSG/* / 12 HSG

Δράσεις παραδείγματος

μόνιμο φορτίο: ίδιο βάρος χωρίς επικάλυψη

κινητό φορτίο 5,0kN/m²

συγκεντρωμένο φορτίο 3kN



EN 16612: 2016

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού προεντεταμένου (HSG) γυαλιού για μακροχρόνια φόρτιση (50 έτη)

$$f_{g;d} = \frac{k_{mod} * k_{sp} * f_{g;k}}{\gamma_{M;A}} + \frac{k_v (f_{b;k} - f_{g;k})}{\gamma_{M;V}} = \frac{0,29 * 1,0 * 45}{1,80} + \frac{1,0 * (70 - 45)}{1,20} = 28,08 \text{ N/mm}^2$$

Μέγιστη επιτρεπόμενη τάση	Αναπτυσσόμενη τάση από ανάλυση	Αποτελέσματα ελέγχου
28,08 N/mm ²	15,92 N/mm ²	Ικανοποιείται

Με βάση το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 16612:2016, το επιτρεπόμενο βέλος είναι:
 $\min (w_d = \text{span}/65, w_d = 50\text{mm}) = \min (1.500/65, 50\text{mm}) = 23,07\text{mm} > 6,57\text{mm}$

Μέγιστο επιτρεπόμενο βέλος	Αναπτυσσόμενο βέλος από ανάλυση	Αποτελέσματα ελέγχου
23,07 mm	6,57mm	Ικανοποιείται

Προμελέτη κατακόρυφου διπλού υαλοπίνακα

Παραδοχές

Διαστάσεις τεμαχίου 1.800mm*2.200mm τετραπλευρική στήριξη

Ύψος στοιχείου 2.200mm

Πλάτος στοιχείου 1.800mm

h1=4mm-0,76PVB-4mm

s=15mm διάκενο

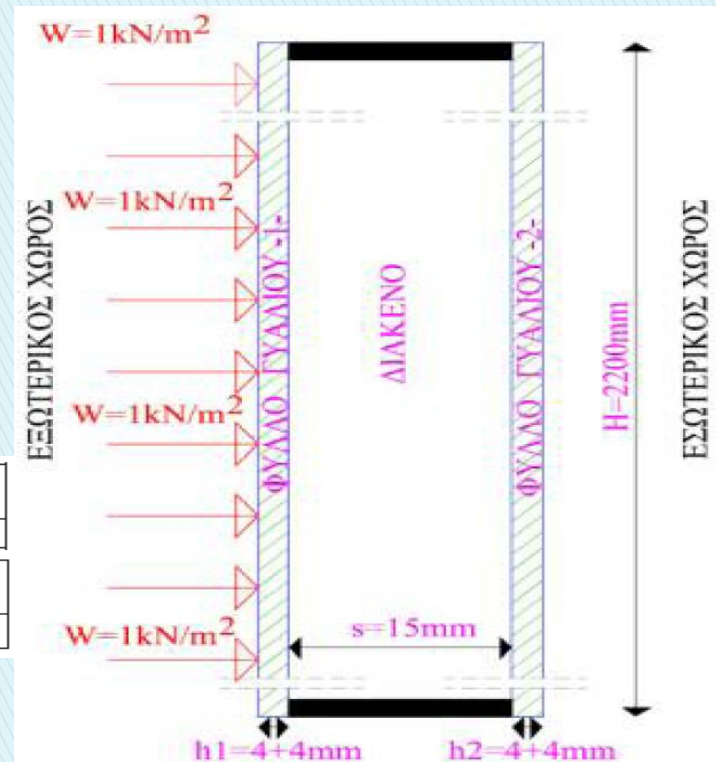
h2=4mm-0,76PVB-4mm

Καμπτική αντοχή σχεδιασμού ανά φύλλο γυαλιού

$$f_{g;d} = \frac{k_e * k_{mod} * k_{sp} * f_{g;k}}{\gamma_{M-A}} = 1 * 0,74 * 1 * \frac{45}{1,80} = 18,50 \text{ N/mm}^2$$

Μέγιστο επιτρεπόμενο βέλος	Αναπτυσσόμενο βέλος από ανάλυση	Αποτελέσματα ελέγχου
15 mm	11,22 mm	Ικανοποιείται
Μέγιστη επιτρεπόμενη τάση	Αναπτυσσόμενη τάση από ανάλυση	Αποτελέσματα ελέγχου
18,50 N/mm ²	9,63 N/mm ²	Ικανοποιείται

EN 16612: 2016



Σύγκριση με κανονιστικά πλαίσιο Γερμανίας

- ▶ DIN 18008 – Γερμανικό πρότυπο
- ▶ TRAV – Τεχνικός κανονισμός γυαλιού



Προδιαγραφές και κανονισμός ασφαλείας_Γερμανίας: TRAV & DIN 18008

ΤΥΠΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ & ΓΥΑΛΙΝΟΥ ΔΑΠΕΔΟΥ

Οριζόντιοι υαλοπίνακες βατοί από ανθρώπους

Εφαρμογή	Τύπος στήριξης	Ελάχιστο Πάχος υαλοπίνακα mm Διάταξη : άνω παρειά/*/ ενδιάμεσος /*/ κάτω παρειά , /*/=1.52 PVB/SGP	Τυπικές διαστάσεις τεμαχίου (mm*mm)	Ελάχιστο περιμετρικής στήριξης/ έδρασης (mm)	Επιπλέον απαίτηση	Παράδειγμα/ Παρατηρήσεις
Τοποθετημένοι σε ύψος >20εκ	Γραμμική περιμετρική τετραπλευρική στήριξη	8 HSG/*/12 HSG/*/12 HSG	1500*1500	35	Στατική μελέτη επάρκειας	

Κατακόρυφοι υαλοπίνακες προστασίας των ανθρώπων από πτώσεις σε εσωτερικούς χώρους

Εφαρμογή	Τύπος στήριξης	Ελάχιστο Πάχος υαλοπίνακα mm Διάταξη : παρειά/*/ παρειά , /*/=1.52 PVB/SGP	Τυπικές διαστάσεις τεμαχίου Πλάτος*Υψος (mm*mm)	Ελάχιστο βάθος στήριξης/ έδρασης (mm)	Επιπλέον απαίτηση	Παράδειγμα/ Παρατηρήσεις
Στηθαία με στήριξη μόνο της ακμής στην βάση με κουπαστή	Γραμμική στήριξη μόνο της ακμής βάσης /έδρασης	10 TG/*/10 TG	1500*900	100	Στατική μελέτη επάρκειας	

Πηγή: "Information Sheet" βάσει TRAV & DIN 18008



Συμπεράσματα

- ▶ Το δομικό γυαλί απαιτεί εξειδικευμένη ανάλυση
- ▶ Υψηλές απαιτήσεις σύγχρονων έργων καθιστούν αναγκαία την διαστασιολόγηση των υαλοπινάκων
- ▶ Η χρήση συντελεστών ασφαλείας ,συστάσεων και πρότυπων είναι απαραίτητη
- ▶ Τα ανωτέρω παραδείγματα δεν υποκαθιστούν την πλήρη στατική μελέτη αλλά προσφέρονται ως μια αρχικοποίηση προδιαστασιολόγησης.



Βιβλιογραφικές αναφορές

- ▶ 1. O'Regan, C-Structural use of glass in buildings-Institution of Structural Engineers (2014)
- ▶ 2. JRC SCIENTIFIC AND POLICY REPORTS, GUIDANCE_FOR EUROPEAN_STRUCTURAL DESIGN_OF GLASS_COMPONENTS (2014)
- ▶ 3. IABSE ,STRUCTURAL_USE_OF_GLASS(SED10-2008)
- ▶ 4. EN 16612_2016
- ▶ 5. prEN 16612
- ▶ 6. DIN 1249
- ▶ 7. Information Sheet TRAV & DIN 18008 (2012)
- ▶ 8. ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΤΟΤΕΕ) ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (2022)



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!