

Dr. George Iliadis
Mech Eng

ΟΔΗΓΟΣ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΒΑΣΕΙ ΑΝΟΧΩΝ

Version 01. 04/2023



Ο Οδηγός Αποδοχής Υαλοπινάκων βάσει Ανοχών παρέχει πληροφορίες σχετικά με πρότυπα και κανόνες για τις ανοχές βασικών τύπων υαλοπινάκων, κατεργασμένων και μη, όπως θερμικά σκληρυμένων, στρωματοποιημένων, μονωτικών υαλώσεων, κ.ο.κ.

Ο οδηγός βασίζεται στα ισχύοντα εναρμονισμένα πρότυπα EN κατά την ημερομηνία έκδοσής του.

Ο οδηγός συντάχθηκε από τον Δρ. Γεώργιο Ηλιάδη με την υποστήριξη της Saint-Gobain Glass Hellas.

Περιεχόμενα

<u>1. ΠΑΧΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....</u>	<u>2</u>
<u>2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΤΗΤΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....</u>	<u>2</u>
<u>3. ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....</u>	<u>4</u>
<u>4. ΕΠΙΠΕΔΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....</u>	<u>4</u>
<u>5. ΟΠΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....</u>	<u>5</u>

1. ΠΑΧΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Πρότυπα: EN 572-2, EN 572-5, EN 572-8, EN 1863-1, EN 12150-1, EN 12543-5, EN 1279-1

Πίνακας 1 Ανοχές πάχους float υαλοπινάκων (EN 572-2, EN 572-8, EN 1863-1, EN 12150-1)

Ονομαστικό πάχος (mm)	Ανοχή πάχους (mm)
2-6	± 0.2
8-12	± 0.3
15	± 0.5
≥19	± 1.0

Πίνακας 2 Ανοχές πάχους patterned υαλοπινάκων (EN 5725, EN 12150-1)

Ονομαστικό πάχος (mm)	Ανοχή πάχους (mm)
3-6	± 0.5
8	± 0.8
10	± 1.0

Πίνακας 3 Ανοχές πάχους μεμβρανών στρωματοποιημένου υαλοπίνακα (EN 12543-5)

Συνολικό Ονομαστικό πάχος μεμβρανών (mm)	Ανοχή πάχους (mm)
≤2mm	± 0.1
≥ 2mm	± 0.2

Για παράδειγμα, για έναν στρωματοποιημένο υαλοπίνακα αποτελούμενο από 2 υαλοπίνακες ονομαστικού πάχους 3mm και μεμβράνη ονομαστικού πάχους 0.5mm, το συνολικό ονομαστικό πάχος είναι 6.5mm και η ανοχή ±0.5mm.

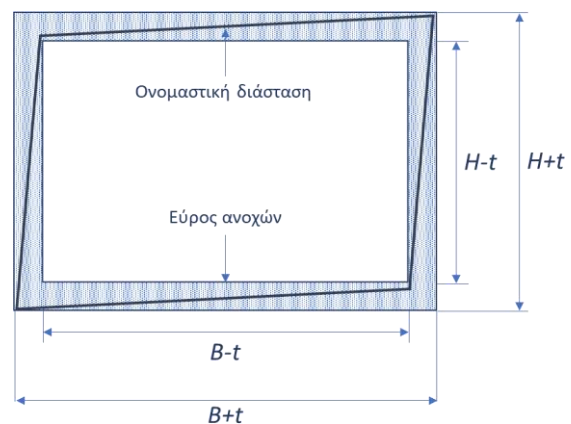
Πίνακας 4 Ανοχές πάχους μονωτικών υαλώσεων (EN 1279-1)

	Τύπος υαλοπίνακα	Ανοχή πάχους (mm)
Διπλή υάλωση	Όλοι οι υαλοπίνακες είναι άψητοι	±1.0
	Τουλάχιστον ένας υαλοπίνακας είναι στρωματοποιημένος, με σχέδιο ή με πρόσθετη θερμική κατεργασία	±1.5
Τριπλή υάλωση	Όλοι οι υαλοπίνακες είναι άψητοι	±1.4
	Τουλάχιστον ένας υαλοπίνακας είναι στρωματοποιημένος, με σχέδιο ή με πρόσθετη θερμική κατεργασία	+2.8 / -1.4

Το πάχος πρέπει να μετρείται μεταξύ των εξωτερικών επιφανειών της υάλωσης, σε κάθε γωνία και στα κεντρικά σημεία των ακμών. Οι τιμές πρέπει να μετριοούνται στο πλησιέστερο 0.1mm.

2. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ & ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΤΗΤΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Πρότυπα: EN 572-2, EN 572-8, EN 1863-1, EN 1279-1, EN 12150-1, EN 12543-5



Εικόνα 1 Συμβολισμοί διαστάσεων και ανοχών υαλοπινάκων

Οι διαστάσεις του υαλοπινάκα δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις διαστάσεις H+t και B+t, ούτε να είναι μικρότερες των διαστάσεων H-t και B-t, όπου H, B είναι οι ονομαστικές διαστάσεις.

Οι πλευρές του προκαθορισμένου πλαισίου ανοχών t πρέπει να είναι παράλληλες μεταξύ τους και να έχουν ένα κοινό κεντρικό σημείο.

Σύμφωνα με το EN 572-2, η ανοχή t για το πλάτος B και το ύψος H είναι ±5mm.

Πίνακας 5 Ανοχή t των διαστάσεων των float υαλοπινάκων πριν και μετά την κοπή (EN 572-8)

Ονομαστικό πάχος (mm)	Ανοχή t (mm)			
	Διάσταση Jumbo	(H,B) ≤1500	(H,B) ≤3000	(H,B) >3000
≤6mm	±4.0	±1.0	±1.5	±2.0
8-12mm	±4.0	±1.5	±2.0	±2.5
15mm	±4.0	±2.0	±2.5	±3.0
≥19mm	±5.0	±2.5	±3.0	±3.5

Πίνακας 6 Ανοχή t των διαστάσεων των θερμικά ενισχυμένων και θερμικά σκληρυμένων υαλοπινάκων (EN 1863-1, EN 12150-1)

Ονομαστική διάσταση (mm)	Ανοχή t (mm)	
	Ονομαστικό πάχος υαλοπινάκα d ≤ 8mm	Ονομαστικό πάχος υαλοπινάκα d > 8mm
≤2000	±2.0	±3.0
≤3000	±3.0	±4.0
>3000	±4.0	±5.0

Πίνακας 7 Ανοχή t των διαστάσεων των στρωματοποιημένων υαλοπινάκων (EN 12543-5)

Ονομαστική διάσταση (mm)	Ανοχή t (mm)		
	Ονομαστικό πάχος ≤8mm	Ονομαστικό πάχος >8mm	
		Όλα τα φύλλα <10mm	Τουλάχιστον ένα φύλλο ≥10mm
≤2000	+3.0	+3.5	+5.0
	-2.0	-2.0	-3.5
≤3000	+4.5	+5.0	+6.0
	-2.5	-3.0	-4.0
>3000	+5.0	+6.0	+7.0
	-3.0	-4.0	-5.0

Πίνακας 8 Ανοχή t των διαστάσεων των μονωτικών υαλώσεων (EN 1279-1)

Ονομαστικό πάχος υαλοπινάκων μονωτικής υάλωσης	Ανοχή t (mm)			
	(H,B) ≤2000	(H,B) ≤3500	(H,B) ≤5000	(H,B) >5000
Όλοι ≤6mm	±2.0	±3.0	±4.0	±5.0
Όλοι ≤12mm		±3.0	±4.0	±5.0
1 υαλοπίνακας >12mm				±5.0

Τα όρια της ορθογωνικότητας περιγράφονται από τη διαφορά μεταξύ των διαγώνιων.

Πίνακας 9 Ανοχή v στις διαγώνιους (EN 572-8)

Ονομαστικό πάχος (mm)	Ανοχή διαφοράς v στις διαγώνιους (mm)		
	(H,B) ≤1500	(H,B) ≤3000	(H,B) >3000
2-6	3.0	4.0	5.0
8-12	4.0	5.0	6.0
≥15	5.0	6.0	8.0

Πίνακας 10 Ανοχή "v" στις διαγώνιους για θερμικά ενισχυμένους και σκληρυμένους υαλοπίνακες (EN 1863-1, 12150-1)

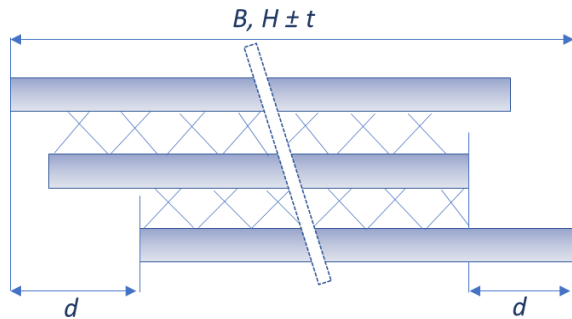
Ονομαστικό πάχος (mm)	Ανοχή διαφοράς v στις διαγώνιους (mm)		
	(H,B) ≤2000	(H,B) ≤3000	(H,B) >3000
≤8mm	≤4.0	≤6.0	≤8.0
>8mm	≤6.0	≤8.0	≤10.0

Πίνακας 11 Ανοχή v στις διαγώνιους για στρωματοποιημένους υαλοπίνακες (EN 12543-5)

Ονομαστική διάσταση (mm)	Ανοχή διαφοράς v στις διαγώνιους (mm)		
	Ονομαστικό πάχος ≤8mm	Ονομαστικό πάχος >8mm	
		Όλα τα φύλλα <10mm	Τουλάχιστον ένα φύλλο ≥10mm
≤2000	≤6.0	≤7.0	≤9.0
≤3000	≤8.0	≤9.0	≤11.0
>3000	≤10.0	≤11.0	≤13.0

**3. ΣΧΕΤΙΚΕΣ
ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΕΙΣ
ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ**

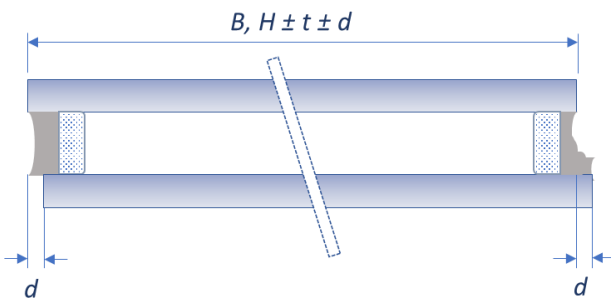
Πρότυπα: EN 1279-1, EN 12543-5



Εικόνα 2 Σχετική μετατόπιση στρωματοποιημένου υαλοπίνακα

Πίνακας 12 Ανοχή σχετικής μετατόπισης d σε στρωματοποιημένους υαλοπίνακες (EN 12543-5)

Ονομαστική διάσταση (B, H) (mm)	Ανοχή μετατόπισης d (mm)
≤ 1000	≤ 2.0
≤ 2000	≤ 3.0
≤ 4000	≤ 4.0
> 4000	≤ 6.0



Εικόνα 3 Σχετική μετατόπιση διπλής υάλωσης

Πίνακας 13 Ανοχή σχετικής μετατόπισης d σε μονωτικές υαλώσεις (EN 1279-1)

Ονομαστικό πάχος υαλοπινάκων μονωτικής υάλωσης	Ανοχή μετατόπισης d (mm)			
	(H,B) ≤ 2000	(H,B) ≤ 3500	(H,B) ≤ 5000	(H,B) > 5000
Όλοι $\leq 6\text{mm}$	± 2.0	± 3.0	± 4.0	± 5.0
Όλοι $\leq 12\text{mm}$		± 3.0	± 4.0	± 5.0
1 υαλοπίνακας $> 12\text{mm}$				± 5.0

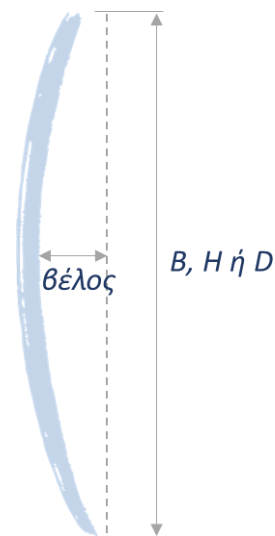
**4. ΕΠΙΠΕΔΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΙΚΑ
ΚΑΤΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ
ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ**

Πρότυπα: EN 1863-1, EN 12150-1

Λόγω της διαδικασίας θερμικής σκλήρυνσης, αναμένεται πως ο θερμικά σκληρυμένος υαλοπίνακας δεν θα είναι πλήρως επίπεδος. Η απόκλιση από την επιπεδότητα εξαρτάται από το πάχος, τις διαστάσεις και την αναλογία των πλευρών.

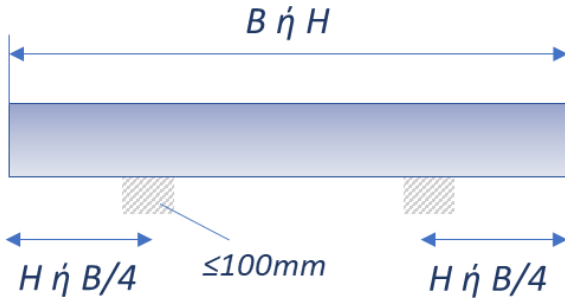
Υπάρχουν 3 τύποι αποκλίσεων από την επιπεδότητα:

- Βέλος – ονειάll bow (συνολική παραμόρφωση)
- Κυματισμός – iolleí wave (τοπική παραμόρφωση)
- Απόκλιση στις ακμές – edge lift (τοπική παραμόρφωση)



Εικόνα 4 Βέλος (συνολική παραμόρφωση) θερμικά κατεργασμένου υαλοπίνακα (EN 12150-1)

Για τη μέτρηση του βέλους, ο υαλοπίνακας τοποθετείται κάθετα σε δύο σημεία στήριξης στη διεύθυνση της μεγάλης πλευράς. Τα σημεία στήριξης είναι στο $\frac{1}{4}$ του μήκους της πλευράς από την κάθε άκρη. Το βέλος πρέπει να μετρηθεί στις πλευρές του υαλοπίνακα και στη διαγώνιο. Το βέλος εκφράζεται ως η παραμόρφωση (mm) διά το μήκος της διάστασης (m).



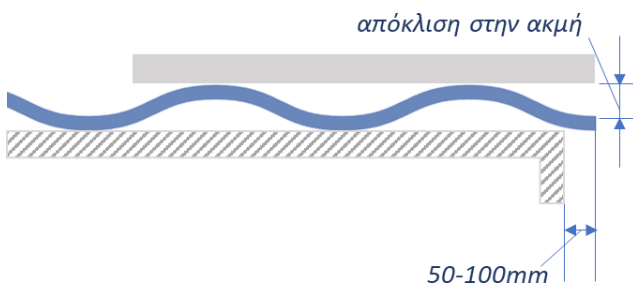
Εικόνα 5 Μέτρηση βέλους θερμικά κατεργασμένου υαλοπίνακα (EN 12150-1)

Ο κυματισμός τοπικά μετρείται σε διάστημα 300mm χρησιμοποιώντας ένα ευθύγραμμο στοιχείο. Η τιμή του κυματισμού εκφράζεται ως ο λόγος της απόστασης προς το μήκος 300mm.



Εικόνα 6 Έλεγχος τοπικών κυματισμών θερμικά κατεργασμένου υαλοπίνακα (EN 12150-1)

Για τον έλεγχο της απόκλισης της ακμής, ο υαλοπίνακας πρέπει να τοποθετηθεί σε επίπεδο στήριγμα, με την ακμή να προεξέχει 50 έως 100mm από την άκρη του στηρίγματος. Το στήριγμα πρέπει να τοποθετηθεί στα σημεία κορυφής των κυματισμών και το κενό μεταξύ της ακμής του στηρίγματος και του υαλοπίνακα να μετρηθεί.



Εικόνα 7 Έλεγχος απόκλισης ακμής θερμικά κατεργασμένου υαλοπίνακα (EN 12150-1)

Πίνακας 14 Ανοχές παραμορφώσεων θερμικά κατεργασμένων υαλοπινάκων (EN 12150-1, EN 1863-1)

	Ανοχές παραμορφώσεων θερμική κατεργασίας για υαλοπίνακα σύμφωνα με τα EN 572-1 & EN 572-2
Βέλος	3.0 mm/m
Κυματισμός	0.3mm/300mm
Απόκλιση στις ακμές	
Πάχος υαλοπίνακα <4mm	0.5mm
Πάχος υαλοπίνακα ≤5mm	0.4mm
Πάχος υαλοπίνακα >5mm	0.3mm

5. ΟΠΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

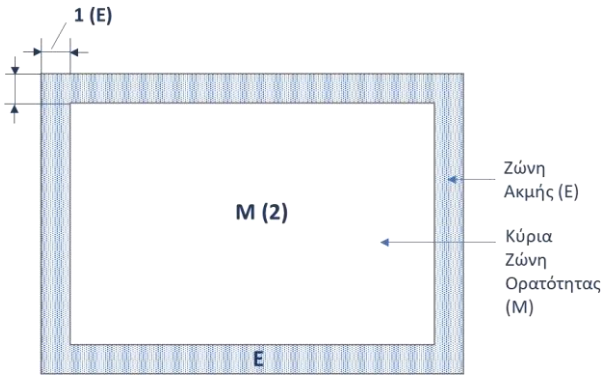
Πρότυπα: EN 572-2, EN 1279-1, EN 1863-1, EN 12150-1, EN 12543-6

Κάθε βήμα κατεργασίας ενός υαλοπίνακα επηρεάζει την οπτική ποιότητά του. Οι διάφορες ατέλειες μπορούν να εντοπιστούν με οπτικό έλεγχο.

Για τον οπτικό έλεγχο **στρωματοποιημένου** υαλοπίνακα, αυτός χωρίζεται σε 2 ζώνες.

- **Ζώνη Ακμής E:** επιφάνεια στην άκρη πλάτους που εξαρτάται από την επιφάνεια του υαλοπίνακα
 - $\leq 5m^2$: E=15mm
 - $> 5m^2$: E=20mm
- **Κύρια Ζώνη M:** η υπόλοιπη περιοχή

Ο στρωματοποιημένος υαλοπίνακας πρέπει να αξιολογηθεί σε κατακόρυφη θέση από τη μπροστινή πλευρά και παράλληλα σε ένα ματ γκρι φόντο, με διάχυτο φως της ημέρας ή ισοδύναμες συνθήκες τεχνητού φωτισμού.



Εικόνα 8 Ζώνες στρωματοποιημένου υαλοπίνακα για τον οπτικό έλεγχο (EN ISO 12543-6)

Ο θεατής πρέπει να στέκεται σε απόσταση 2 μέτρων από τον υαλοπίνακα και να παρατηρεί τον υαλοπίνακα υπό γωνία 90°, ενώ το ματ φόντο βρίσκεται στην άλλη πλευρά του υαλοπίνακα.

- ⇒ Όλα τα ελαττώματα που είναι ορατά σε αυτές τις συνθήκες επισημαίνονται και πρέπει να εξεταστούν.
- ⇒ Ελαττώματα μικρότερα των 0.5mm δεν λαμβάνονται υπόψη.
- ⇒ Ελαττώματα μεγαλύτερα των 3mm δεν επιτρέπονται.

Πίνακας 15 Επιτρεπόμενος αριθμός σημειακών σφαλμάτων στην Κύρια Ζώνη (M) στρωματοποιημένου υαλοπίνακα (EN ISO 12543-6)

Διάμετρος σφάλματος d (mm)		d≤1.0	d≤3.0			
Επιφάνεια υαλοπίνακα A (m ²)		-	≤1	≤2	≤ 8	>8
Αριθμός επιτρεπόμενων σφαλμάτων στην περιοχή M	2- φύλλα	Χωρίς όριο αλλά όχι συστάδα	1	2	1/m ²	1.2/m ²
	3- φύλλα		2	3	1.5/m ²	1.8/m ²
	4- φύλλα		3	4	2/m ²	2.4/m ²
	≥ 5- φύλλα		4	5	2.5/m ²	3/m ²

Ο αριθμός των επιτρεπόμενων ελαττωμάτων πρέπει να αυξάνεται κατά ένα για κάθε ενδιάμεση μεμβράνη πάχους άνω των 2mm.

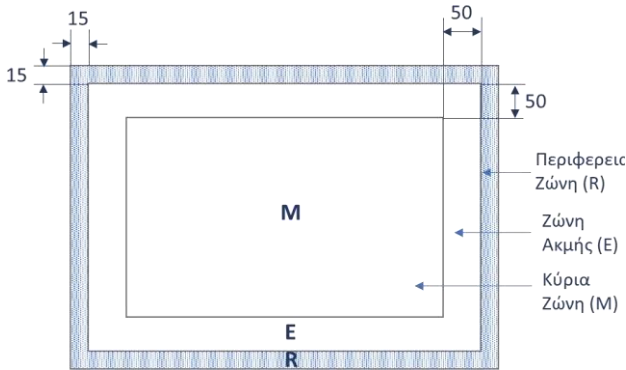
Πίνακας 16 Επιτρεπόμενος αριθμός γραμμικών σφαλμάτων στην Κύρια Ζώνη (M) στρωματοποιημένου υαλοπίνακα (EN ISO 12543-6)

Επιφάνεια υαλοπίνακα A (m ²)	Επιτρεπόμενος αριθμός γραμμικών σφαλμάτων μήκους >30mm
≤ 5	Δεν επιτρέπονται
≤ 8	1
> 8	2

Η χρωματική ένταση στην περίπτωση διαφανών, ματ και έγχρωμων μεμβρανών είναι πιθανό να αλλοιωθεί από την ακτινοβολία με την πάροδο του χρόνου. Συνεπώς, στην περίπτωση αντικατάστασης, ενδέχεται να υπάρχουν ορατές χρωματικές διαφορές, οι οποίες ωστόσο είναι επιτρεπτές. Επιπλέον, είναι πιθανό να προκύψουν χρωματικές διαφορές μεταξύ μιας παρτίδας παραγωγής και μιας άλλης, καθώς και εάν χρησιμοποιηθούν μεμβράνες διαφορετικών παραγωγών ή χρησιμοποιηθεί διαφορετικό πλήθος μεμβρανών.

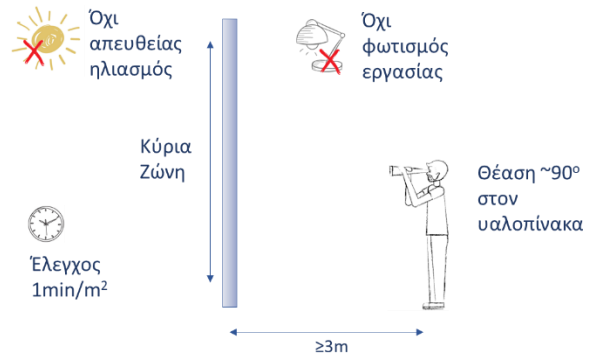
Για τον οπτικό έλεγχο **μονωτικής υάλωσης**, αυτή χωρίζεται σε 3 ζώνες.

- **Περιφερειακή Ζώνη R:** επιφάνεια πλάτους 15mm που καλύπτεται από το πλαίσιο κουφώματος
- **Ζώνη Ακμής E:** επιφάνεια στην άκρη πλάτους 50mm
- **Κύρια Ζώνη M:** η υπόλοιπη περιοχή



Εικόνα 9 Ζώνες υαλοπίνακα για τον οπτικό έλεγχο (EN 1279-1)

Η επιθεώρηση των υαλοπινάκων από το εσωτερικό προς το εξωτερικό διεξάγεται κατά προτίμηση υπό συνθήκες διάχυτου φωτός της ημέρας (όπως συννεφιασμένος ουρανός), χωρίς άμεσο ηλιακό φως ή τεχνητό φως. Ο έλεγχος πρέπει να πραγματοποιείται σε απόσταση τουλάχιστον 3m, για διάρκεια ≤ 1 min ανά m^2 και όσο το δυνατόν σε γωνία πιο κάθετα στον υαλοπίνακα. Ο έλεγχος από το εξωτερικό πρέπει να γίνεται στις συνθήκες τοποθέτησης και σε ελάχιστη απόσταση 3m. Η γωνία θέαση πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κάθετη. Κατά τον έλεγχο, τα ελαττώματα επάνω στον υαλοπίνακα δεν πρέπει να έχουν μαρκαριστεί.



Εικόνα 10 Συνθήκες οπτικού ελέγχου υαλοπίνακα (EN 1279-1)

Πίνακας 17 Επιτρεπόμενος αριθμός σημειακών οπτικών σφαλμάτων (spots) (EN 1279-1)

Ζώνη	Διάμετρος (d) σημειακού σφάλματος (spot) (mm)	Επιτρεπτός αριθμός για επιφάνεια υαλοπίνακα (m^2)			
		≤ 1	≤ 2	≤ 3	> 3
R	-	Χωρίς όριο			
E	≤ 1	Επιτρέπονται εάν υπάρχουν λιγότερα από 3 σε μια περιοχή με $d=20$ mm			
	≤ 3	4	1/m περιμέτρου		
	> 3	Μη επιτρεπτά			
M	≤ 1	Επιτρέπονται εάν υπάρχουν λιγότερα από 3 σε μια περιοχή με $d=20$ mm			
	≤ 2	2	3	5	$5+2/m^2$
	> 2	Μη επιτρεπτά			

Πίνακας 18 Επιτρεπόμενος αριθμός υπολειμμάτων (residues) (EN 1279-1)

Ζώνη	Τύπος & Διάμετρος (d) υπολείμματος (mm)	Επιτρεπτός αριθμός για επιφάνεια υαλοπίνακα (m ²)	
		≤1	>1
R	-	Χωρίς όριο	
E	Σημειακό, ≤1	Χωρίς όριο	
	Σημειακό, ≤3	4	1/m περιμέτρου
	Λεκές, ≤17	1	
	Σημειακό, >3 Λεκές, >17	≤1	
M	Σημειακό, ≤1	≤3 σε μια περιοχή με d=20mm	
	Σημειακό, ≤3	≤2 σε μια περιοχή με d=20mm	
	Σημειακό, >3 Λεκές, >17	Μη επιτρεπτά	

Πίνακας 19 Επιτρεπόμενος αριθμός γραμμικών σφαλμάτων (EN 1279-1)

Ζώνη	Μοναδιαίο μήκος γραμμικού σφάλματος (mm)	Άθροισμα των γραμμικών σφάλματος (mm)
R	Χωρίς όριο	
E	≤30	≤90
M	≤15	≤45

Τα παραπάνω όρια αφορούν διπλές υαλώσεις αποτελούμενες από δύο μονολιθικούς υαλοπίνακες. Αυτά επαυξάνονται κατά 25% για κάθε επιπλέον φύλλο γυαλιού.

Στις μονωτικές υαλώσεις, ο όγκος του διακένου καθορίζεται ουσιαστικά από τη βαρομετρική πίεση αέρα, το υψόμετρο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας της μονάδας παραγωγής και τη θερμοκρασία του αέρα κατά την κατασκευή.



Η τοποθέτηση μονωτικών υαλώσεων σε άλλα υψόμετρα, με διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και διακυμάνσεις της βαρομετρικής πίεσης του αέρα, προκαλεί διόγκωση ή συρρίκνωση του διακένου και συνεπώς, οπτικές παραμορφώσεις. Πολλαπλές αντανάκλασεις ποικίλης έντασης μπορούν επίσης να εμφανιστούν. Αυτές οι αντανάκλασεις μπορούν να διακριθούν πιο έντονα εάν για παράδειγμα το φόντο του υαλοπίνακα είναι σκούρο.

Στην περίπτωση των **θερμικά κατεργασμένων** υαλοπινάκων, λόγω των εσωτερικών κατανομών τάσεων, δημιουργείται το φαινόμενο της **ανισοτροπίας** ένα φαινόμενο διπλής διάθλασης στο γυαλί, το οποίο είναι ορατό όταν το βλέπουμε σε πολωμένο φως. Αυτές οι περιοχές εμφανίζονται ως χρωματιστές ζώνες, που μερικές φορές αναφέρονται ως «κηλίδες λεοπάρδαλης» ή «πολωμένα πεδία». Το πολωμένο φως είναι παρόν στο κανονικό φως της ημέρας. Η ποσότητα του εξαρτάται από τον καιρό και τη θέση του ήλιου. Η ανισοτροπία είναι πιο ορατή σε γωνίες θέασης ή μέσω πολωμένων γυαλιών. Η ανισοτροπία δεν θεωρείται ελάττωμα σύμφωνα με τα EN1863-1 και EN 12150-1.

