

Ευρωκώδικας 10 : Το νέο πλαίσιο για το σχεδιασμό γυάλινων κατασκευών



Ευφροσύνη Τσίβου
Πολιτικός Μηχανικός MSc



01

Ισχύον πλαίσιο για σχεδιασμό κατασκευών με
γαλί και Ευρωκώδικες

02

Βασική ιδέα και δομή του CEN/TS 19100

03

Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

04

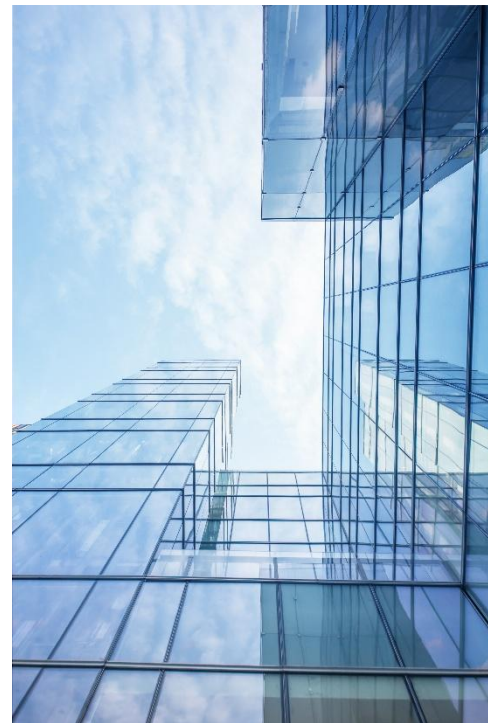
Γιατί είναι απαραίτητος ένας Ευρωκώδικας για το
γαλί

Εισαγωγή



Το γυαλί σαν υλικό έχει ολοένα αυξανόμενο ρόλο στις σύγχρονες κατασκευές.

- Διαφάνεια
- Φυσικό φως
- Αισθητικό αποτέλεσμα



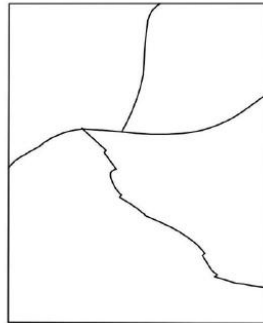
Εισαγωγή

Το γυαλί ως δομικό υλικό

- Αντοχή υλικού

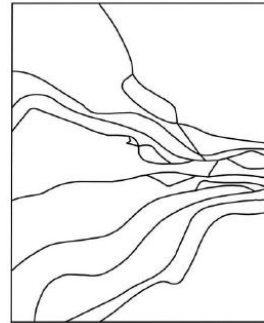
Annealed glass/float glass	Heat strengthened glass (HSG)	Thermally toughened glass (TTG)
45 N/mm ²	70 N/mm ²	120 N/mm ²

- Τρόπος θραύσης



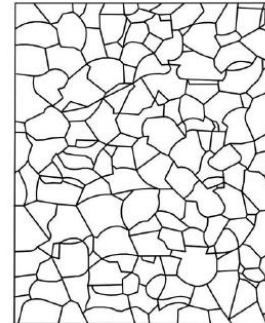
annealed glass

(a)



heat strengthened glass

(b)



thermally toughened glass

(c)

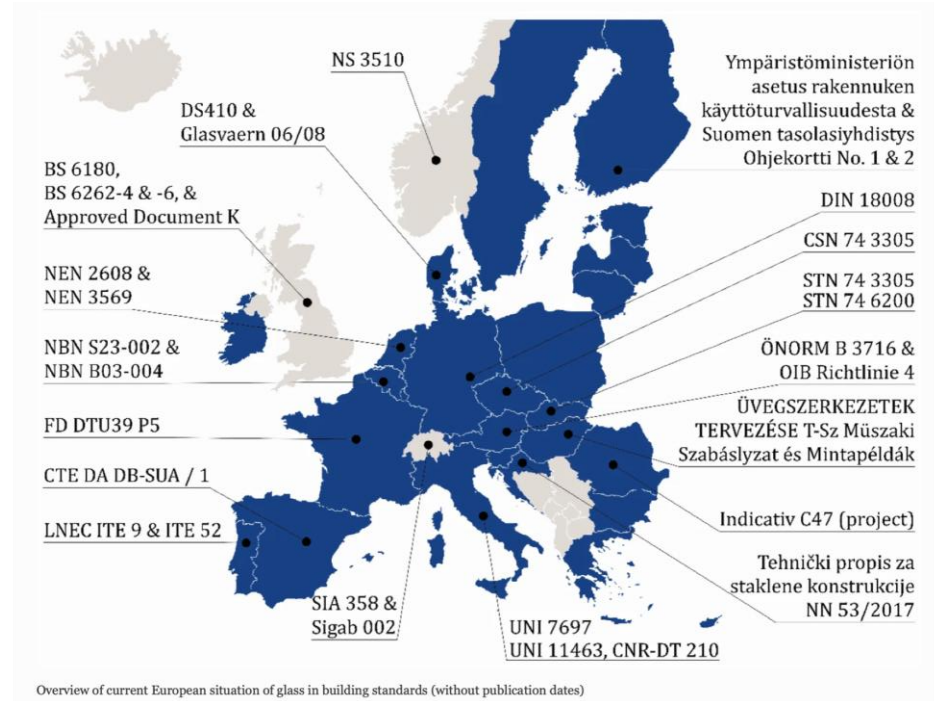


01

**Ισχύον πλαίσιο για
σχεδιασμό κατασκευών με
γυαλί και Ευρωκώδικες**

Ισχύον πλαίσιο

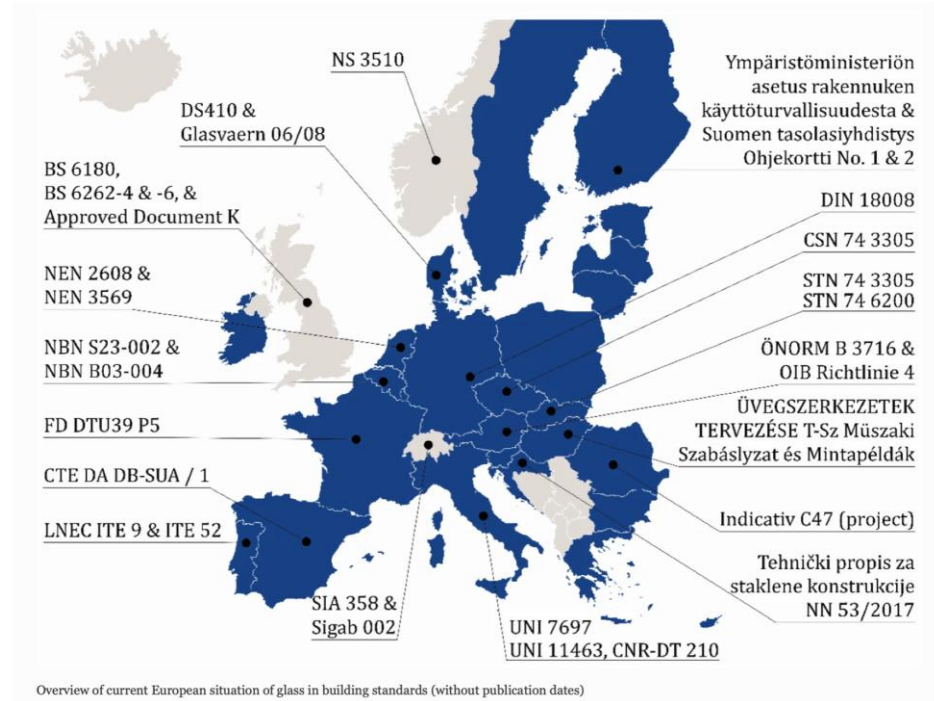
- Εθνικοί κανονισμοί
- Ειδικές εγκρίσεις για έργα (Project Approvals)
- Ευρωπαϊκός οδηγός για τη στατική ανάλυση κατασκευών από γυαλί (Feldman et al 2014)
- EN 16612 / EN 16613 – Ευρωπαϊκό πρότυπο



Ισχύον πλαίσιο

- Εθνικοί κανονισμοί
- Ειδικές εγκρίσεις για έργα (Project Approvals)
- Ευρωπαϊκός οδηγός για τη στατική ανάλυση κατασκευών από γυαλί (Feldman et al 2014)
- EN 16612 / EN 16613 – Ευρωπαϊκό πρότυπο

CEN/TS 19100: Σχεδιασμός κατασκευών από γυαλί



Ευρωκώδικες



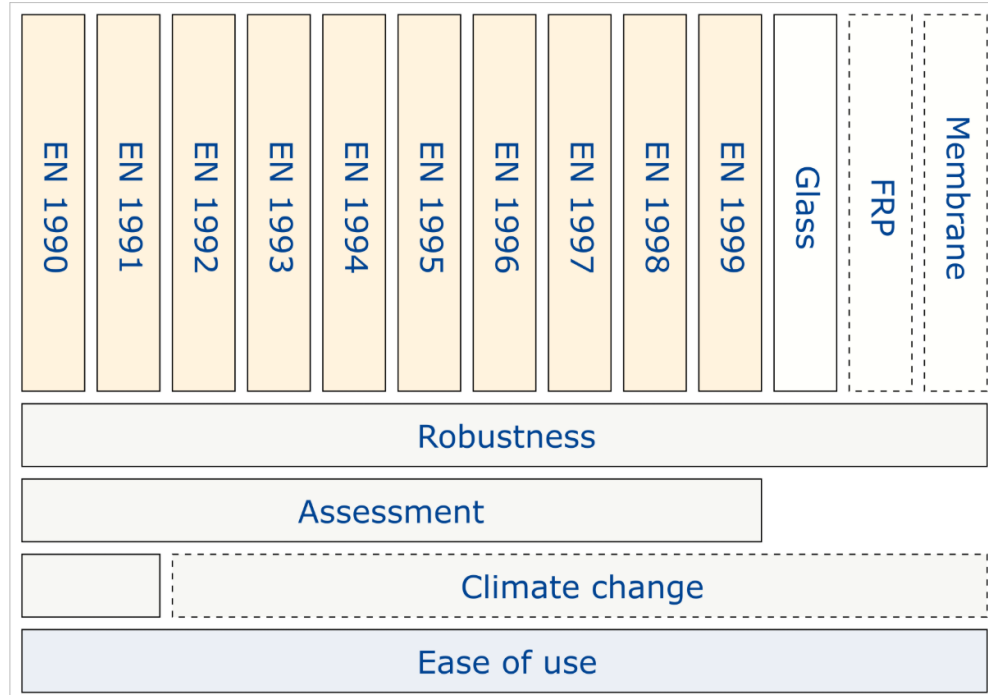
Οι Ευρωκώδικες είναι μια σειρά δέκα Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN 1990 - EN 1999) για το σχεδιασμό κατασκευών, που αναπτύχθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN). Οι Ευρωκώδικες αποτελούν σειρά Ευρωπαϊκών Προτύπων που παρέχουν ένα κοινό για όλη την Ε.Ε. σύνολο μεθόδων για τον υπολογισμό της μηχανικής αντοχής των κατασκευαστικών έργων και των στοιχείων τους.

- **EN 1990**: Ευρωκώδικας 0 – Βάσεις σχεδιασμού φερουσών κατασκευών.
- **EN 1991**: Ευρωκώδικας 1 – Δράσεις στις Φέρουσες Κατασκευές.
- **EN 1992**: Ευρωκώδικας 2 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από σκυρόδεμα.
- **EN 1993**: Ευρωκώδικας 3 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από χάλυβα.
- **EN 1994**: Ευρωκώδικας 4 – Σχεδιασμός σύμμικτων φερουσών κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα.
- **EN 1995**: Ευρωκώδικας 5 – Σχεδιασμός ξύλινων φερουσών κατασκευών.
- **EN 1996**: Ευρωκώδικας 6 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από τοιχοποιία.
- **EN 1997**: Ευρωκώδικας 7 – Γεωτεχνικός σχεδιασμός.
- **EN 1998**: Ευρωκώδικας 8 – Αντισεισμικός σχεδιασμός φερουσών κατασκευών.
- **EN 1999**: Ευρωκώδικας 9 – Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από αλουμίνιο.

Ευρωκώδικες – «Νέα Γενιά»

Η δεύτερη γενιά των Ευρωκωδίκων θα ενσωματώνει βελτιώσεις στο υπάρχον σύνολο προτύπων και θα επεκτείνει το πεδίο εφαρμογής τους. Το νέο σύνολο θα διασφαλίσει ότι τα πρότυπα παραμένουν πλήρως ενημερωμένα, υιοθετώντας νέες μεθόδους, νέα υλικά και νέες κανονιστικές και αγοραστικές απαιτήσεις, δηλαδή:

- Προώθηση περαιτέρω εναρμόνισης και βελτίωση της πρακτικής χρήσης των Ευρωκωδίκων για καθημερινούς υπολογισμούς (ευκολία στη χρήση),
- Εισαγωγή απαιτήσεων για την αξιολόγηση, επαναχρησιμοποίηση και ενίσχυση υφιστάμενων κατασκευών,
- Ενίσχυση των απαιτήσεων για την ανθεκτικότητα (robustness),
- Ανάπτυξη νέου Ευρωκώδικα για φέρουσες κατασκευές με γυαλί (structural glass),
- Προώθηση δημιουργίας προτύπων για δομές από σύνθετα υλικά ινών-πολυμερών (FRP), κατασκευές με εφελκόμενες μεμβράνες και αντίστοιχες τεχνικές προδιαγραφές της CEN.





02

Βασική Ιδέα και δομή του CEN/TS 19100

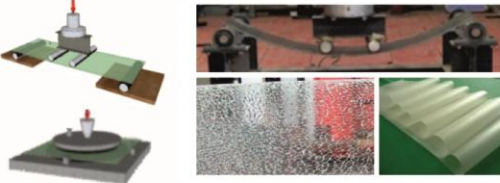
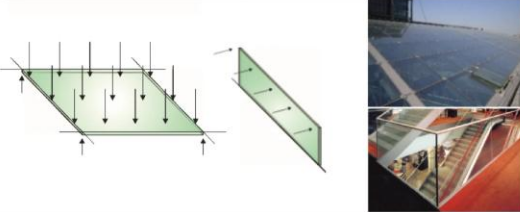
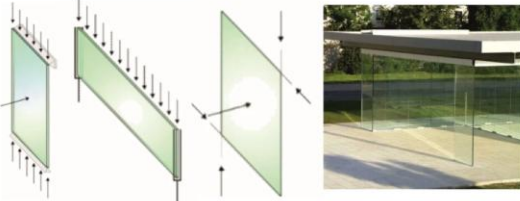

Βασική ιδέα νέου CEN/TS 19100

Η βασική ιδέα πίσω από την ανάπτυξη του νέου Ευρωκώδικα 10 αποσκοπεί στην αντιμετώπιση τριών βασικών σημείων:

- **Εισαγωγή διαφορετικών πτυχών σχεδιασμού που είναι χαρακτηριστικές στις σύγχρονες γυάλινες κατασκευές**
- **Σχεδιασμός και λεπτομέρειες που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα και την παραμένουσα αντοχή**, λαμβάνοντας υπόψη την ψαθυρή φύση του γυαλιού, η οποία δεν είχε ληφθεί προηγουμένως υπόψη στους κανονισμούς για τα κλασικά δομικά υλικά
- **Συμβατότητα με τις απαιτήσεις ασφάλειας και αξιοπιστίας** του συνόλου των Ευρωκωδίκων, όπως ορίζονται στο EN 1990 (2010), συμπεριλαμβανομένης της αναφοράς στις δράσεις (φορτία), όπως αυτές δίνονται π.χ. στο EN 1991-1-1 (2009) ή στο EN 1991-1-4 (2010).

Δομή του νέου CEN/TS 19100

From: [The new CEN/TS 19100: Design of glass structures](#)

<p>Part 1 <i>Basis of Design and Materials</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• safety issues, robustness and design philosophy• reference to product standards, types of glass• glass strengths and further properties	 The image contains two photographs on the left showing glass testing setups. On the right, there are three smaller images: a photograph of a glass panel under a load, a photograph of a glass surface with a crack pattern, and a photograph of a glass panel with a grid pattern.
<p>Part 2 <i>Out-of-plane loaded glass elements</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• laterally loaded glass elements• elements not carrying loads from other structural parts• calculation of laminated glass• Insulated Glass Units	 The image contains two diagrams on the left showing a glass panel under lateral loads. On the right, there are two photographs: one showing a glass panel in a building facade and another showing a glass panel in a staircase railing.
<p>Part 3 <i>In-plane loaded glass elements and mechanical joints</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• axially (mid plane resp.) loaded glass elements• elements often carrying loads from other structural parts• mechanical joints	 The image contains three diagrams on the left showing glass panels under axial loads. On the right, there is a photograph of a glass panel in a building facade.
<p>Part 4 <i>Glass selection</i></p>	<ul style="list-style-type: none">• relating to the risk of human injury• guidance for specification	 The image contains three images: a cartoon drawing of a person falling from a height, a photograph of a staircase railing, and a photograph of a person working on a glass structure.

Structure of parts and related content of CEN/TS 19100 (all parts)

Δομή του νέου CEN/TS 19100

Πρώτο μέρος

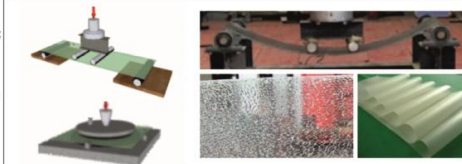
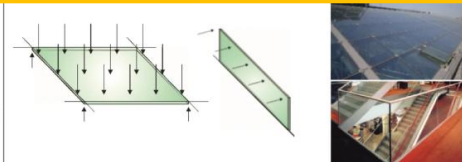
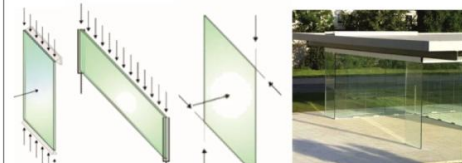
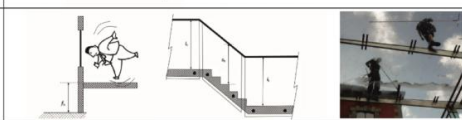
Υλικά

- Ιδιότητες του γυαλιού και των ενδιάμεσων μεμβρανών (interlayers).
- Συσχέτιση με ισχύοντα ευρωπαϊκά Product Standards (π.χ. για τύπους γυαλιού).

Αρχές σχεδιασμού για κατασκευές με γυαλί

- Υπολογισμός της αντοχής σχεδιασμού του γυαλιού
- Εισαγωγή σε νέες καταστάσεις σχεδιασμού που λαμβάνουν υπόψη την εύθραυστη φύση του γυαλιού

From: The new CEN/TS 19100: Design of glass structures

Part 1 <i>Basis of Design and Materials</i>	<ul style="list-style-type: none">• safety issues, robustness and design philosophy• reference to product standards, types of glass• glass strengths and further properties	
Part 2 <i>Out-of-plane loaded glass elements</i>	<ul style="list-style-type: none">• laterally loaded glass elements• elements not carrying loads from other structural parts• calculation of laminated glass• Insulated Glass Units	
Part 3 <i>In-plane loaded glass elements and mechanical joints</i>	<ul style="list-style-type: none">• axially (mid plane resp.) loaded glass elements• elements often carrying loads from other structural parts• mechanical joints	
Part 4 <i>Glass selection</i>	<ul style="list-style-type: none">• relating to the risk of human injury• guidance for specification	

Structure of parts and related content of CEN/TS 19100 (all parts)

Δομή του νέου CEN/TS 19100

Δεύτερο μέρος

Υπολογισμός συνήθων γυάλινων κατασκευών


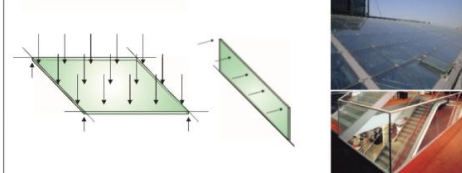
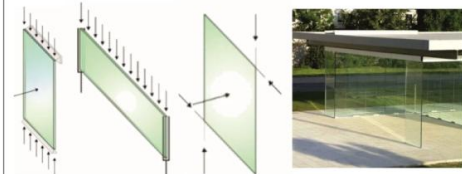

- Κατασκευές που δέχονται πλευρικά φορτία (εκτός επιπέδου – out-of-plane)

Τύποι στήριξης υαλοπινάκων

- Συνεχής στήριξη κατά μήκος των ακμών.
- Σημειακή στήριξη.
- Στήριξη στη μία ακμή – τύπου πρόβολος

Υπολογισμοί για στρωματοποιημένους & μονωτικούς υαλοπίνακες

From: The new CEN/TS 19100: Design of glass structures

Part 1 <i>Basis of Design and Materials</i>	<ul style="list-style-type: none">• safety issues, robustness and design philosophy• reference to product standards, types of glass• glass strengths and further properties	
Part 2 <i>Out-of-plane loaded glass elements</i>	<ul style="list-style-type: none">• laterally loaded glass elements• elements not carrying loads from other structural parts• calculation of laminated glass• Insulated Glass Units	
Part 3 <i>In-plane loaded glass elements and mechanical joints</i>	<ul style="list-style-type: none">• axially (mid plane resp.) loaded glass elements• elements often carrying loads from other structural parts• mechanical joints	
Part 4 <i>Glass selection</i>	<ul style="list-style-type: none">• relating to the risk of human injury• guidance for specification	

Structure of parts and related content of CEN/TS 19100 (all parts)

Δομή του νέου CEN/TS 19100

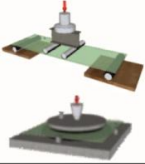

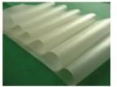
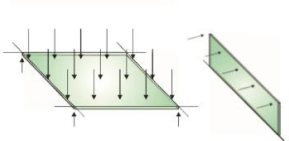
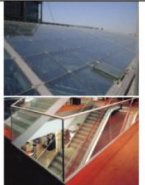
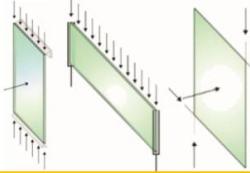




Τρίτο μέρος

Κατασκευές που δέχονται φορτία εντός επιπέδου

Γυάλινα στοιχεία που μεταφέρουν φορτία από άλλα δομικά στοιχεία

Λεπτομέρειες και σχεδιασμός συνδέσεων/κόμβων που ενώνουν γυάλινα στοιχεία

From: The new CEN/TS 19100: Design of glass structures

Part 1 <i>Basis of Design and Materials</i>	<ul style="list-style-type: none">• safety issues, robustness and design philosophy• reference to product standards, types of glass• glass strengths and further properties	  
Part 2 <i>Out-of-plane loaded glass elements</i>	<ul style="list-style-type: none">• laterally loaded glass elements• elements not carrying loads from other structural parts• calculation of laminated glass• Insulated Glass Units	 
Part 3 <i>In-plane loaded glass elements and mechanical joints</i>	<ul style="list-style-type: none">• axially (mid plane resp.) loaded glass elements• elements often carrying loads from other structural parts• mechanical joints	 
Part 4 <i>Glass selection</i>	<ul style="list-style-type: none">• relating to the risk of human injury• guidance for specification	  

Structure of parts and related content of CEN/TS 19100 (all parts)

Δομή του νέου CEN/TS 19100

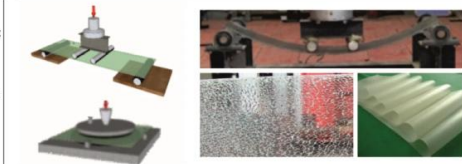
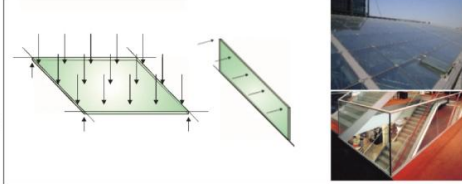
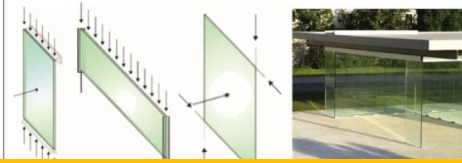

Τέταρτο μέρος

Οδηγός για προδιαγραφές
υαλώσεων σε τυπικές εφαρμογές

Επιλογή κατάλληλης υάλωσης για
ασφάλεια σε χρήση (\neq δομική
ασφάλεια)

*Το τέταρτο μέρος πιθανόν δεν θα
μετατραπεί σε Ευρωκώδικα και δε θα
έχει δεσμευτική ισχύ

From: The new CEN/TS 19100: Design of glass structures

Part 1 <i>Basis of Design and Materials</i>	<ul style="list-style-type: none">• safety issues, robustness and design philosophy• reference to product standards, types of glass• glass strengths and further properties	
Part 2 <i>Out-of-plane loaded glass elements</i>	<ul style="list-style-type: none">• laterally loaded glass elements• elements not carrying loads from other structural parts• calculation of laminated glass• Insulated Glass Units	
Part 3 <i>In-plane loaded glass elements and mechanical joints</i>	<ul style="list-style-type: none">• axially (mid plane resp.) loaded glass elements• elements often carrying loads from other structural parts• mechanical joints	
Part 4 <i>Glass selection</i>	<ul style="list-style-type: none">• relating to the risk of human injury• guidance for specification	

Structure of parts and related content of CEN/TS 19100 (all parts)



03

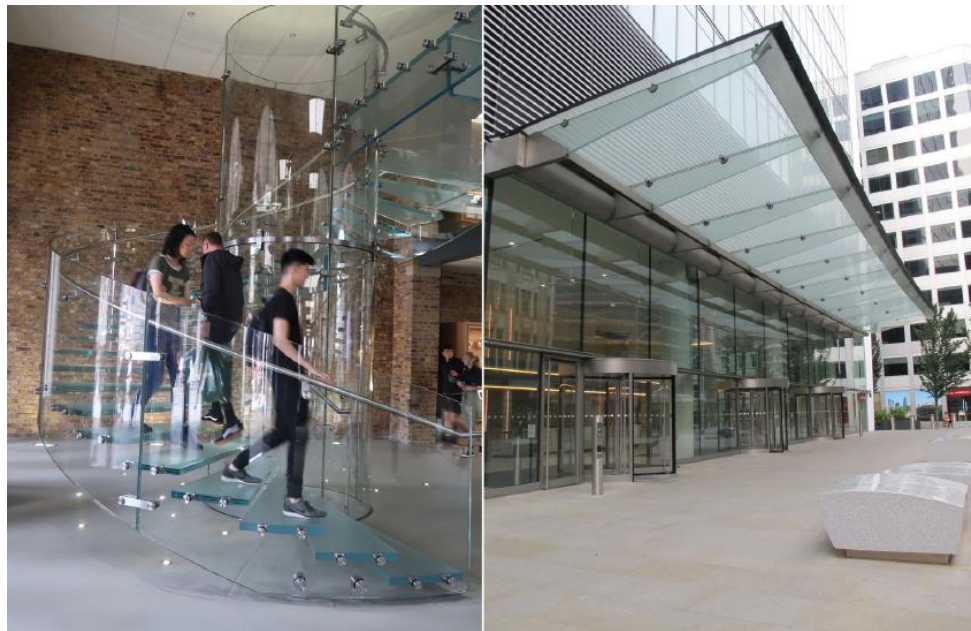
**Τεχνικό περιεχόμενο
CEN/TS 19100**

Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

Καταστάσεις σχεδιασμού

-Στις γυάλινες κατασκευές, εκτός από τις συνήθεις καταστάσεις σχεδιασμού, όπου η κατασκευή είναι ακέραιη, υπάρχουν και περιπτώσεις όπου εξετάζουμε τι συμβαίνει κατά τη θραύση (μερική ή ολική) ή και μετά τη θραύση

-Εισάγονται νέες καταστάσεις σχεδιασμού, σε σχέση με τα υπόλοιπα δομικά υλικά.



Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

Καταστάσεις σχεδιασμού

CEN/TS 19100

Καταστάσεις σχεδιασμού

Περίπτωση 1

Ακέραιη κατασκευή

Οριακή κατάσταση
Αστοχίας (ULS)

Οριακή κατάσταση
Λειτουργικότητας
(SLS)

Περίπτωση 2

Κατά την θραύση

Οριακή κατάσταση
Θραύσης (FLS)

Περίπτωση 3

Μετά τη θραύση

Οριακή κατάσταση
μετά τη Θραύση
(PFLS)

↓

Συνήθεις καταστάσεις σε όλους
τους Ευρωκώδικες

↓

Νέες καταστάσεις για γυάλινες
κατασκευές

Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

Συνέπειες Αστοχίας

Φορτίσεις εκτός επιπέδου		Φορτίσεις εντός επιπέδου	
Οριακή κατάσταση Θραύσης (FLS)	Οριακή κατάσταση μετά τη Θραύση (PFLS)	Οριακή κατάσταση Θραύσης (FLS)	Οριακή κατάσταση μετά τη Θραύση (PFLS)
<i>κατά τη σύγκρουση</i>	<i>μετά τη σύγκρουση</i>	<i>κατά τη σύγκρουση</i>	<i>μετά τη σύγκρουση</i>
 		 	  <ul style="list-style-type: none">• Repair possible• Safe residual capacity until repair

Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

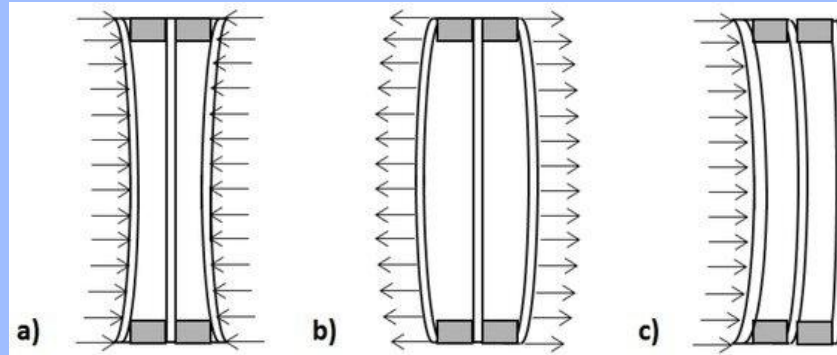
Συνέπειες Αστοχίας

Φορτίσεις εκτός επιπέδου		Φορτίσεις εντός επιπέδου	
Οριακή κατάσταση Θραύσης (FLS)	Οριακή κατάσταση μετά τη Θραύση (PFLS)	Οριακή κατάσταση Θραύσης (FLS)	Οριακή κατάσταση μετά τη Θραύση (PFLS)
<i>κατά τη σύγκρουση</i>	<i>μετά τη σύγκρουση</i>	<i>κατά τη σύγκρουση</i>	<i>μετά τη σύγκρουση</i>
 <p>ΣΚΟΠΟΣ</p> <ul style="list-style-type: none">-Αποφυγή τραυματισμών από πτώση θραυσμάτων-Παραμένουσα αντοχή για περιορισμένο χρόνο με μικρές φορτίσεις (ίδιο βάρος)		 <p>ΣΚΟΠΟΣ</p> <ul style="list-style-type: none">-Πιθανή αντικατάσταση υάλωσης-Ασφαλής παραμένουσα αντοχή μέχρι την αντικατάσταση <p>• Safe residual capacity until repair</p>	

Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

Δράσεις Σχεδιασμού

- Οι δράσεις σχεδιασμού λαμβάνονται από τα EN 1990 & EN 1991, όπως για όλες τις κατασκευές.
- Εκτός των παραπάνω, συγκεκριμένα για τις μονωτικές υαλώσεις (IGU), θα λαμβάνονται υπόψη και κλιματικές φορτίσεις που μεταβάλλουν την εσωτερική πίεση του διακένου.



Τεχνικό Περιεχόμενο CEN/TS 19100

Κατάσταση Λειτουργικότητας

Στις κατασκευές από γυαλί, ίσως λίγο παραπάνω από τις τυπικές κατασκευές, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να ορίζονται λειτουργικά όρια για τις επιτρεπόμενες μετακινήσεις, για λόγους αισθητικής και άνεσης χρηστών.

Στον Ευρωκώδικα 10, σε αντίθεση με παλαιότερους κανονισμούς, δίνονται σαφή όρια για τα επιτρεπόμενα βέλη κάμψης:

- Ανάλογα με τον τύπο κατασκευής (π.χ. δάπεδο, στηθαίο, σκαλοπάτι, μονωτική υάλωση)
- Ανάλογα με τις συνθήκες στήριξης (π.χ. στήριξη σε 2 πλευρές)
- Ανάλογα με το κρίσιμο σημείο (ελεύθερη πλευρά, κέντρο υάλωσης)

	Support condition	Deflection limit of the support of the edges	Deflection limit at a free edge	Deflection limit at centre
Glass component	Continuously supported along all edges	according to EN 13830:201 5+A1:2020, 5.7		
	Continuously supported along 2 or 3 edges	according to EN 13830:201 5+A1:2020, 5.7		
	Locally clamped along 2 or 3 edges			
	Point-fixed			



04

**Γιατί είναι απαραίτητος
ένας Ευρωκώδικας για το
γααλί**

Πρωτοποριακές κατασκευές με γυαλί

Έως σήμερα οι υπολογισμοί για σχεδιασμό γυάλινων κατασκευών γίνονται με απλουστευμένες μεθόδους και θεωρήσεις. Με το νέο Ευρωκώδικα θα γίνονται υπολογισμοί με μεγαλύτερη ακρίβεια και έλεγχο, δίνοντας τη δυνατότητα να εξετάζουμε πιο σύνθετες κατασκευές και να δημιουργούνται πρωτοποριακά έργα με γυαλί.



Ενιαίος τρόπος σχεδιασμού

Σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα ισχύει ενιαίος τρόπος σχεδιασμού κατασκευών, όπως ισχύει έως τώρα και για τις κατασκευές με άλλα υλικά (σκυρόδεμα, χάλυβα, κ.λ.π). Με την κατανόηση και εφαρμογή των κατευθυντήριων γραμμών του CEN/TS 19100, μπορεί να διασφαλιστεί η βελτιωμένη ασφάλεια, απόδοση και βιωσιμότητα στα έργα, ενισχύοντας τελικά την ποιότητα των κατασκευών με γυαλί.



Ευρωκώδικας 10 : Το νέο πλαίσιο για το σχεδιασμό γυάλινων κατασκευών

Ευχαριστώ πολύ!

Ευφροσύνη Τσίβου
Πολιτικός Μηχανικός MSc



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