

**ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ  
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΑΣ**

*Ηράκλειο, 20 Απριλίου 2012*

***Ημερίδα***

***Πρότυπο Σκυροδέματος ΕΛΟΤ ΕΝ 206-1:  
παρουσίαση & εφαρμογή***

***Ευρωκώδικας 2 και ΕΛΟΤ ΕΝ 206-1***

**Ειρήνη Κανιτάκη**

Π.Μ., MSc, Επιστ. Συνεργάτης ΕΜΠ  
Πρόεδρος Ελληνικού Τμήματος Σκυροδέματος

# Βασικές απαιτήσεις σχεδιασμού κατασκευών

Ένας φορέας θα σχεδιάζεται και θα κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε με κατάλληλους βαθμούς αξιοπιστίας και κατά τρόπο οικονομικό :

- να αντιμετωπίζει όλες τις δράσεις και τις επιδράσεις, οι οποίες είναι πιθανόν να εμφανισθούν κατά την εκτέλεση και τη χρήση του, και
- να παραμένει κατάλληλος για τη χρήση, για την οποία απαιτείται κατά τη διάρκεια της σκοπούμενης ζωής του.

Ένας φορέας θα σχεδιάζεται έτσι ώστε να διαθέτει επαρκή:

- αντίσταση
- λειτουργικότητα και
- **ανθεκτικότητα**

Στην περίπτωση πυρκαγιάς η αντίσταση του φορέα θα πρέπει να είναι επαρκής για την απαιτούμενη χρονική περίοδο από τους ισχύοντες κανονισμούς.

# **Ανθεκτικότητα**

- Ο φορέας θα σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε η φθορά του κατά τη διάρκεια ζωής σχεδιασμού του να μην εξασθενεί την επιτελεστικότητα του φορέα κάτω από το επιδιωκόμενο επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη το περιβάλλον ή /και το αναμενόμενο επίπεδο συντήρησης.

# Ανθεκτικότητα

➤ Προκειμένου να επιτευχθεί ένας φορέας με επαρκή **ανθεκτικότητα**, πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

- η προοριζόμενη ή προβλεπόμενη χρήση του φορέα
- τα απαιτούμενα κριτήρια σχεδιασμού
- οι αναμενόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες
- η σύνθεση, οι ιδιότητες και η επιτελεστικότητα των υλικών και των προϊόντων
- οι ιδιότητες του εδάφους
- η επιλογή του φέροντος συστήματος
- το σχήμα των επιμέρους στοιχείων και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες
- η ποιότητα της εκτέλεσης των εργασιών και το επίπεδο ελέγχου
- τα εξειδικευμένα προστατευτικά μέτρα
- η σκοπούμενη συντήρηση κατά τη διάρκεια ζωής σχεδιασμού

# Ανθεκτικότητα

- Οι περιβαλλοντικές συνθήκες θα επισημαίνονται κατά το στάδιο του σχεδιασμού έτσι ώστε η σημασία τους να εκτιμηθεί σε σχέση με την ανθεκτικότητα και να ληφθούν επαρκή μέτρα για την προστασία των υλικών τα οποία χρησιμοποιούνται.
- Ο βαθμός οποιασδήποτε φθοράς μπορεί να εκτιμηθεί βάσει υπολογισμών, πειραματικών ερευνών, εμπειρίας από προγενέστερες κατασκευές, ή βάσει ενός συνδυασμού των παραπάνω παραγόντων.

# Προστασία του Χάλυβα Οπλισμού από διάβρωση

➤ Εξαρτάται από :

- την πυκνότητα και την ποιότητα του σκυροδέματος (σύνθεση του σκυροδέματος - ενδεικτικές κατηγορίες αντοχής)
- το πάχος της επικάλυψης του σκυροδέματος
- τις ρηγματώσεις

## Αντοχή του Σκυροδέματος έναντι προσβολής

➤ Εξαρτάται από :

- την πυκνότητα και την ποιότητα του σκυροδέματος (σύνθεση του σκυροδέματος - ενδεικτικές κατηγορίες αντοχής)

• Όλοι οι παραπάνω παράγοντες εξαρτώνται από τις **κατηγορίες αντοχής του σκυροδέματος** και από τις **περιβαλλοντικές συνθήκες**

# Κατηγορίες αντοχής & παραμορφώσεις σκυροδέματος (Πίνακας 3.1 EC2)

Strength classes for concrete														Analytical relation / Explanation	
$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
$f_{ctm}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{0,67} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10))$ > C50/60
$f_{ctk,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0,05} = 0,7 \times f_{ctm}$ 5% fractile
$f_{ctk,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk,0,95} = 1,3 \times f_{ctm}$ 95% fractile
$E_{cm}$ (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ ( $f_{cm}$ in MPa)
$\varepsilon_{01}$ (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	see Figure 3.2 $\varepsilon_{01}(\text{‰}) = 0,7 f_{ctm}^{0,31} < 2,8$
$\varepsilon_{0u1}$ (‰)	3,5								3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	see Figure 3.2 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{0u1}(\text{‰}) = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$	
$\varepsilon_{02}$ (‰)	2,0								2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{02}(\text{‰}) = 2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,25}$	
$\varepsilon_{0u2}$ (‰)	3,5								3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	see Figure 3.3 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{0u2}(\text{‰}) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$	
$n$	2,0								1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$	
$\varepsilon_{03}$ (‰)	1,75								1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{03}(\text{‰}) = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$	
$\varepsilon_{0u3}$ (‰)	3,5								3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	see Figure 3.4 for $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\varepsilon_{0u3}(\text{‰}) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$	

# Περιβαλλοντικές συνθήκες

Συνθήκες έκθεσης είναι οι χημικές και φυσικές συνθήκες στις οποίες η κατασκευή είναι εκτεθειμένη επιπροσθέτως των μηχανικών δράσεων.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες ταξινομούνται σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1 ο οποίος βασίζεται στο **ΕΛΟΤ EN 206-1 (Πίνακας 1)**.

Κύριες κατηγορίες έκθεσης :

- Χ0 - χωρίς διακινδύνευση διάβρωσης ή προσβολής
- ΧC - διάβρωση από ενανθράκωση
- ΧD - διάβρωση από χλωριούχα (εκτός θαλασσινού νερού)
- ΧS - διάβρωση από χλωριούχα θαλασσινού νερού
- ΧF - προσβολή ψύξης / απόψυξης
- ΧΑ – χημική προσβολή



**Πίνακας 4.1 – Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαλλοντικές συνθήκες σύμφωνα με το *ΕΛΟΤ EN 206-1 (Πίνακας 1)***

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Ενδεικτικά παραδείγματα κατηγοριών έκθεσης
<b>1 Κανένας κίνδυνος διάβρωσης ή προσβολής</b>		
<b>X0</b>	Για σκυρόδεμα χωρίς οπλισμό ή ενσωματωμένο μέταλλο. Όλες οι εκθέσεις με εξαίρεση τις περιπτώσεις παγετού ( ψύξης/απόψυξης), απότριψης ή χημικής προσβολής.  Για σκυρόδεμα με οπλισμό ή ενσωματωμένο μέταλλο. Πολύ ξηρό	Σκυρόδεμα στο εσωτερικό κτιρίων με πολύ χαμηλή υγρασία αέρος
<b>2 Διάβρωση προκαλούμενη από ενανθράκωση σκυροδέματος</b>		
<b>XC1</b>	Ξηρό ή μόνιμα υγρό	Σκυρόδεμα στο εσωτερικό κτιρίων με χαμηλή υγρασία αέρα Σκυρόδεμα που είναι μόνιμως καλυμμένο με νερό
<b>XC2</b>	Υγρό, σπανίως ξηρό	Επιφάνειες σκυροδέματος που υπόκεινται σε μακροχρόνια επαφή με το νερό. Πολλές περιπτώσεις θεμελίων.
<b>XC3</b>	Μέτρια υγρασία	Σκυρόδεμα στο εσωτερικό κτιρίων με μέτρια ή υψηλή υγρασία αέρα Εξωτερικό σκυρόδεμα που προφυλάσσεται από τη βροχή
<b>XC4</b>	Κυκλική εναλλαγή ύγρανσης - ξήρανσης	Επιφάνειες σκυροδέματος που υπόκεινται σε επαφή με το νερό, εκτός της κατηγορίας έκθεσης XC2

**Πίνακας 4.1 – Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαλλοντικές συνθήκες σύμφωνα με το **ΕΛΟΤ EN 206-1 (Πίνακας 1)** (συνέχεια)**

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Ενδεικτικά παραδείγματα κατηγοριών έκθεσης
<b>3 Διάβρωση προκαλούμενη από χλωριόντα διαφορετικά από αυτά του θαλασσινού νερού</b>		
XD1	Μέτρια υγρασία	Επιφάνειες σκυροδέματος που εκτίθενται σε αερομεταφερόμενα χλωριόντα
XD2	Υγρό, σπανίως ξηρό	Πισίνες Σκυρόδεμα που εκτίθεται σε βιομηχανικά νερά που περιέχουν χλωριόντα
XD3	Κυκλική εναλλαγή ύγρανσης - ξήρανσης	Μέρη γεφυρών που εκτίθενται σε σταγονίδια που περιέχουν χλωριόντα Πεζοδρόμια, δάπεδα, οδοστρώματα Πλάκες χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων
<b>4 Διάβρωση προκαλούμενη από χλωριόντα θαλασσινού νερού</b>		
XS1	Έκθεση σε αερομεταφερόμενα άλατα αλλά χωρίς άμεση επαφή με το θαλασσινό νερό	Κατασκευές κοντά ή πάνω στην ακτή
XS2	Μονίμως καλυμμένο με νερό	Μέρη θαλάσσιων κατασκευών
XS3	Περιοχές υποκείμενες σε παλίρροια ή διαβροχή από κύματα ή ψεκασμό από θαλασσινό νερό	Μέρη θαλάσσιων κατασκευών

**Πίνακας 4.1 – Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαλλοντικές συνθήκες σύμφωνα με το **ΕΛΟΤ EN 206-1 (Πίνακας 1)** (συνέχεια)**

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Ενδεικτικά παραδείγματα κατηγοριών έκθεσης
<b>5. Προσβολή από παγετό ( εναλλαγές ψύξης / απόψυξης) με ή χωρίς αντιπαγωτικά άλατα</b>		
XF1	Μέτριος κορεσμός νερού, χωρίς αντιπαγωτικά άλατα	Κατακόρυφες επιφάνειες σκυροδέματος που εκτίθενται σε βροχή και παγετό
XF2	Μέτριος κορεσμός νερού, με αντιπαγωτικά άλατα	Κατακόρυφες επιφάνειες σκυροδέματος κατασκευών οδικών έργων, που εκτίθενται σε παγετό και σε αερομεταφερόμενα αντιπαγωτικά άλατα
XF3	Υψηλός κορεσμός νερού, χωρίς αντιπαγωτικά άλατα	Οριζόντιες επιφάνειες σκυροδέματος που εκτίθενται σε βροχή και παγετό
XF4	Υψηλός κορεσμός νερού, με αντιπαγωτικά άλατα ή θαλασσινό νερό	<p>Οδοστρώματα και καταστρώματα γεφυρών που εκτίθενται σε παγετό και σε άμεση δράση αντιπαγωτικών αλάτων</p> <p>Επιφάνειες σκυροδέματος που εκτίθενται σε παγετό και σε άμεσο ψεκασμό με αντιπαγωτικά άλατα</p> <p>Περιοχές θαλάσσιων κατασκευών που διαβρέχονται από θαλασσινό νερό και εκτίθενται σε παγετό</p>

**Πίνακας 4.1 – Κατηγορίες έκθεσης σχετιζόμενες με τις περιβαλλοντικές συνθήκες σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1 (Πίνακας 1) (συνέχεια)**

Χαρακτηρισμός Κατηγορίας	Περιγραφή περιβάλλοντος	Ενδεικτικά παραδείγματα κατηγοριών έκθεσης
<b>6. Χημική προσβολή</b>		
ΧΑ1	Ελαφρώς διαβρωτικό χημικά περιβάλλον, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1, Πίνακας 2	
ΧΑ2	Μετρίως διαβρωτικό χημικά περιβάλλον, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1, Πίνακας 2	
ΧΑ3	Ισχυρά διαβρωτικό χημικά περιβάλλον, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1, Πίνακας 2	

# ΕΛΟΤ EN 206-1 (Πίνακας 2)

**Πίνακας 2 – Οριακές τιμές των κατηγοριών έκθεσης για χημική προσβολή από φυσικά εδάφη και υπόγεια ύδατα**

<p>Τα διαβρωτικά χημικά περιβάλλοντα που ταξινομούνται παρακάτω βασίζονται σε φυσικά εδάφη και υπόγεια νερά, σε θερμοκρασίες νερού/εδάφους από 5 °C ως 25 °C και ταχύτητα νερού αρκετά μικρή ώστε να προσεγγίζει τις συνθήκες ηρεμίας.</p> <p>Η κατηγορία προσδιορίζεται από τη δυσμενέστερη τιμή κάθε μεμονωμένου χημικού χαρακτηριστικού.</p> <p>Όπου δύο ή περισσότερα διαβρωτικά χαρακτηριστικά οδηγούν στην ίδια κατηγορία, το περιβάλλον πρέπει να ταξινομείται στην αμέσως επόμενη κατηγορία, εκτός και αν η ειδική μελέτη για τη συγκεκριμένη περίπτωση αποδεικνύει ότι αυτό δεν είναι απαραίτητο.</p>				
Χημικά χαρακτηριστικά	Μέθοδος δοκιμής αναφοράς	XA1	XA2	XA3
<b>Υπόγειο νερό</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	EN 196-2	≥ 200 και ≤ 600	> 600 και ≤ 3000	>3000 και ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 και ≥ 5,5	< 5,5 και ≥ 4,5	< 4,5 και ≥ 4,0
Διαβρωτικό CO <sub>2</sub> mg/l	prEN 13577:1999	≥ 15 και ≤ 40	> 40 και ≤ 100	> 100 μέχρι κορεσμό
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	ISO 7150-1 ή ISO 7150-2	≥ 15 και ≤ 30	> 30 και ≤ 60	> 60 και ≤ 100
Mg <sup>2+</sup> mg/l	ISO 7980	≥ 300 και ≤ 1000	> 1000 και ≤ 3000	> 3000 μέχρι κορεσμό
<b>Έδαφος</b>				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg <sup>a</sup> συνολικό	EN 196-2 <sup>b</sup>	≥ 2000 και ≤ 3000 <sup>3)</sup>	> 3000 <sup>γ</sup> και ≤ 12000	> 12000 και ≤ 24000
Οξύτητα ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	Δεν συναντάται στην πράξη	
<p><sup>a</sup> Αργιλώδη εδάφη με διαπερατότητα μικρότερη από 10<sup>-5</sup> m/s μπορούν να χαρακτηρισθούν κατά μία κατηγορία χαμηλότερα.</p> <p><sup>b</sup> Η μέθοδος δοκιμής προδιαγράφει την εκχύλιση των θεικών ιόντων SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> με υδροχλωρικό οξύ. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκχύλιση νερού, εάν υπάρχει εμπειρία στον τόπο χρήσης του σκυροδέματος.</p> <p><sup>γ</sup> Το όριο των 3000 mg/kg πρέπει να μειώνεται στα 2000 mg/kg, όταν υπάρχει κίνδυνος συγκέντρωσης θεικών ιόντων στο σκυρόδεμα λόγω κύκλων διαβροχής και ξήρανσης ή τριχοειδούς αναρρόφησης.</p>				

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ  
(πληροφοριακό)**

*Σύσταση για οριακές τιμές της σύνθεσης σκυροδέματος*

Ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης δίδονται τιμές για :

- Τον μέγιστο λόγο νερού προς τσιμέντο
- Την ελάχιστη κατηγορία αντοχής
- Την ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο ( $\text{kg/m}^3$ )
- Την ελάχιστη περιεκτικότητα σε αέρα (%)

# ΕΛΟΤ EN 206-1

Πίνακας ΣΤ.1 – Συνιστώμενες οριακές τιμές για τη σύνθεση και τις ιδιότητες σκυροδέματος

	Κατηγορίες έκθεσης																	
	Κανένας κίνδυνος διάβρωσης ή προσβολής	Διάβρωση από ενανθράκωση				Διάβρωση από χλωριόντα						Προσβολή από παγετό (εναλλαγές ψύξης / απόψυξης)				Χημικώς διαβρωτικά περιβάλλοντα		
						Θαλασσινό νερό			Χλωριόντα διαφορετικά από το θαλασσινό νερό									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Μέγιστος λόγος νερό/τσιμέντο	---	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Ελάχιστη κατηγορία Αντοχής	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο (kg/m <sup>3</sup> )	---	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Ελάχιστη περιεκτικότητα σε αέρα(%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4,0 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	---	---	---
Άλλες απαιτήσεις												Αδρανές σύμφωνα με το prEN 12620:2000 με επαρκή αντίσταση στον παγετό (εναλλαγές ψύξης/απόψυξης)				Τσιμέντο ανθεκτικό στα θειικά <sup>b</sup>		

<sup>a</sup> Όταν δεν εγκλωβίζεται σκόπιμα αέρας στο σκυρόδεμα, η επιπελεσιτικότητα του σκυροδέματος ελέγχεται με κατάλληλη μέθοδο σε σύγκριση με σκυρόδεμα του οποίου η αντοχή σε ψύξη/απόψυξη για την αντίστοιχη κατηγορία έκθεσης είναι αποδεδειγμένη.

<sup>b</sup> Όταν η ύπαρξη SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> οδηγεί σε κατηγορία XA2 και XA3, τότε είναι απαραίτητη η χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά. Εφόσον γίνεται ταξινόμηση τσιμέντου σε σχέση με την ανθεκτικότητα σε θειικά, τότε για κατηγορία XA2 (και για την κατηγορία XA1 εφόσον είναι εφαρμόσιμο) πρέπει να χρησιμοποιείται τσιμέντο με μέση ή υψηλή ανθεκτικότητα σε θειικά και για κατηγορία XA3 πρέπει να χρησιμοποιείται τσιμέντο με υψηλή ανθεκτικότητα σε θειικά.

**Ε.Π. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ  
(κανονιστικό)**

*Απαιτούμενες οριακές τιμές της σύνθεσης, ιδιοτήτων σκυροδέματος και επικάλυψης για ανθεκτικότητα*

Ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης δίδονται τιμές για :

- Τον μέγιστο λόγο νερού προς τσιμέντο
- Την ελάχιστη κατηγορία αντοχής
- Την ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο ( $\text{kg/m}^3$ )
- Την ελάχιστη επικάλυψη για ανθεκτικότητα
- Την ελάχιστη περιεκτικότητα σε αέρα (%)

Εισάγονται ενδιάμεσες τιμές κατηγοριών αντοχής σκυροδέματος  
Οι τιμές του Πίνακα ισχύουν για διάρκεια ζωής της κατασκευής ίση με 50 χρόνια



# ΕΛΟΤ EN 206-1

Πίνακας Ε.Π. ΣΤ.1 – Οριακές τιμές σύνθεσης, ιδιοτήτων σκυροδέματος και επικάλυψης για ανθεκτικότητα (ισχύει για όλους τους τύπους τσιμέντων πλην όπου άλλως δείχνεται)

Κατηγορία έκθεσης	Κατηγορίες έκθεσης																											
	Χωρίς κίνδυνο διάβρωσης ή προσβολής	Διάβρωση λόγω ενανθράκωσης					Διάβρωση λόγω χλωριόντων						Προσβολή από ψύξη/απόψυξη						Χημική προσβολή			(Τριβή / Απότριψη)						
							Θαλασσινό νερό																		Χλωριόντα που δεν προέρχονται από θαλασσινό νερό			
							Τσιμέντα II, III, IV (Εκτός B-LL)			Τσιμέντα I (+ II / B-LL)																		
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XT1	XT2	XT3					
1 max N/T	---	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50		0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40	
2 mín κατηγορία αντοχής	C 12/15	C 20/25	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 26/32	C 25/30	C 26/32	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 32/40	C 35/45	C 28/35	C 25/30	C 32/40	C 25/30	C 35/45	C 30/37	C 28/35	C 30/37	C 35/45	C35/45 (C32/40)	C40/50 (C35/45)	C50/60 (C45/55)
3 mín περιεκτικότητα σε τσιμέντο kg/m <sup>3</sup>	---	280	300	300	320	330	330	330	330	350	330	330	350	330	330	350	320	300	320	300	320	320	320	340	360	320 (300)	340 (320)	360 (320)
4 mín επικάλυψη για ανθεκτικότητα <sup>α</sup>		25	25	35	35	45	40	45	40	50	40	40	50	35	40	50						35	35	35				
5 mín περιεκτικότητα σε αέρα (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4,0 <sup>β</sup>	---	4,0 <sup>β</sup>	---	4,0 <sup>β</sup>	---	---	---				
6 Άλλες απαιτήσεις	Σημ.: Ασπλο σκυρόδεμα					Σημ.: Παραθαλάσσιο 1,5	Σημ.: Μόνιμα μέσα στη θάλασσα	Σημ.: Διαβρεγόμενες ζώνες									Αδρανή σύμφωνα με prEN12620: 2000 με ικανοποιητική αντοχή σε παγετό						Τσιμέντο ανθεκτικό σε θειικά <sup>β</sup>			LA ≤ 27 (LA≤20)	LA ≤ 25 (LA≤20)	LA ≤ 22 (LA≤20)

<sup>α</sup> Όταν δεν εγκλιβίζεται σκόπιμα αέρας στο σκυρόδεμα, η επιπεδοτικότητα του σκυροδέματος ελέγχεται με κατάλληλη μέθοδο σε σύγκριση με σκυρόδεμα του οποίου η αντοχή σε ψύξη/απόψυξη για την αντίστοιχη κατηγορία έκθεσης είναι αποδεδειγμένη.

<sup>β</sup> Όταν η ύπαρξη SO<sub>2</sub><sup>2</sup> οδηγεί σε κατηγορία XA2 και XA3, τότε είναι απαραίτητη η χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά. Εφόσον γίνεται ταξινόμηση τσιμέντου σε σχέση με την ανθεκτικότητα σε θειικά, κατηγορία XA2 (και για την κατηγορία XA1 εφόσον είναι εφαρμόσιμο) πρέπει να χρησιμοποιείται τσιμέντο με μέση ή υψηλή ανθεκτικότητα σε θειικά και για κατηγορία XA3 πρέπει να χρησιμοποιείται τσιμέντο με υψηλή ανθεκτικότητα σε θειικά.

<sup>γ</sup> Οι τιμές της επικάλυψης αφορούν σπλισμένο σκυρόδεμα.

# **Ενδεικτικές ( Ελάχιστες ) κατηγορίες αντοχής**

Η επιλογή **επαρκώς ανθεκτικού** σε διάρκεια σκυροδέματος για την προστασία του οπλισμού από διάβρωση και προστασία από βλάβες στο σκυρόδεμα απαιτεί να ληφθεί υπόψη η σύνθεση του σκυροδέματος.

Η σχέση μεταξύ των κατηγοριών αντοχής σκυροδέματος και των κατηγοριών συνθηκών περιβάλλοντος περιγράφεται στον Πίνακα E.1N του Παραρτήματος E, που προέρχεται από τον **Πίνακα E.Π.ΣΤ.1 του ΕΛΟΤ EN 206-1** .

**Αυτό μπορεί να συνεπάγεται υψηλότερη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος από αυτήν που απαιτείται από την στατική μελέτη.**

Όταν η αντοχή που απαιτείται από την κατηγορία συνθηκών περιβάλλοντος είναι υψηλότερη από αυτήν που απαιτείται ή επιλέγεται στην στατική μελέτη, η τιμή του  $f_{ctm}$  πρέπει να προκύπτει από την υψηλότερη κατηγορία, τόσο για τον υπολογισμό του ελάχιστου οπλισμού σύμφωνα με τις 7.3.2 και 9.1.1.1 όσον και για τον έλεγχο εύρους ρηγμάτωσης σύμφωνα με τις 7.3.3 και 7.3.4.

Οι ικανοτικοί έλεγχοι, κατά τον ΕΚ 8, θα πρέπει να διενεργούνται με βάση την τυχόν υψηλότερη κατηγορία αντοχής σκυροδέματος.

## Πίνακας Ε.1Ν: Ενδεικτικές(Ελάχιστες) κατηγορίες αντοχής

		Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1						
	Χωρίς κίνδυνο	Διάβρωση λόγω ενανθράκωσης				Διάβρωση λόγω χλωριόντων		
						Χλωριόντα που δεν προέρχονται από θαλασσινό νερό		
Κατηγορία Έκθεσης	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3
Ενδεικτική κατηγορία αντοχής	C12/15	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45

«**Ενδεικτική**» κατηγορία αντοχής σκυροδέματος, με την έννοια αυτού του Παραρτήματος, είναι η **ελάχιστη** κατηγορία αντοχής που απαιτείται για λόγους ανθεκτικότητας σε διάρκεια.

## Πίνακας Ε.1Ν: Ενδεικτικές(Ελάχιστες) κατηγορίες αντοχής (συνέχεια)

		Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1						
		Διάβρωση λόγω χλωριόντων						
		Θαλασσινό νερό						
		Τσιμέντα II, III, IV				Τσιμέντα I		
Κατηγορία Έκθεσης	XS1		XS2		XS3	XS1	XS2	XS3
Ενδεικτική κατηγορία αντοχής	C25/30	C26/32	C25/30	C26/32	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45

«**Ενδεικτική**» κατηγορία αντοχής σκυροδέματος, με την έννοια αυτού του Παραρτήματος, είναι η **ελάχιστη** κατηγορία αντοχής που απαιτείται για λόγους ανθεκτικότητας σε διάρκεια.

# Πίνακας Ε.1Ν: Ενδεικτικές(Ελάχιστες) κατηγορίες αντοχής (συνέχεια)

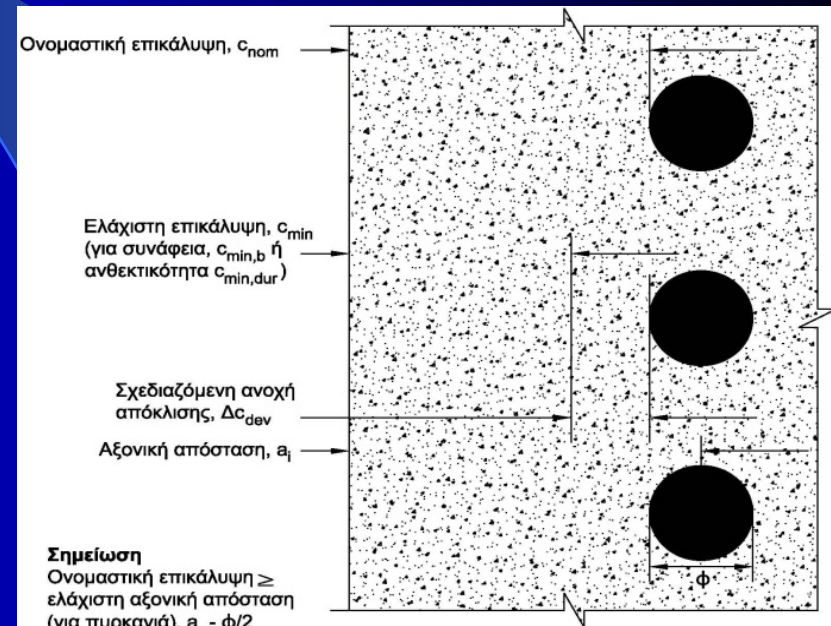
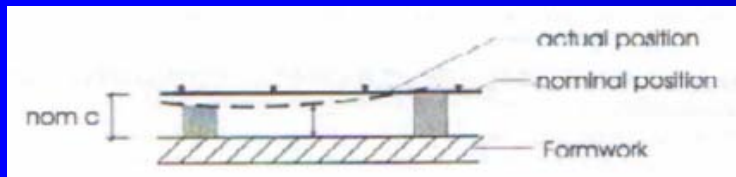
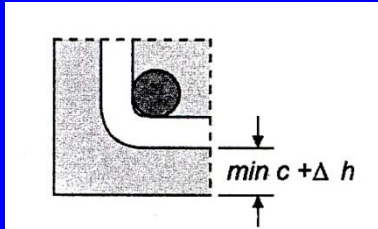
Κατηγορίες συνθηκών περιβάλλοντος σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1									
	Προσβολή από ψύξη/απόψυξη						Χημική προσβολή		
Κατηγορία Έκθεσης	XF1	XF2		XF3		XF4	XA1	XA2	XA3
Ενδεικτική κατηγορία αντοχής	C28/35	C25/30	C32/40	C25/30	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45
(Τριβή / Απότριψη)									
Κατηγορία Έκθεσης	XT1	XT2	XT3						
Ενδεικτική κατηγορία αντοχής	C35/45 (C32/40)	C40/50 (C35/45)	C50/60 (C45/55)						

# Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{nom}$ )

Η επικάλυψη των οπλισμών είναι η απόσταση μεταξύ της επιφάνειας του οπλισμού εγγύτερα στην πλησιέστερη επιφάνεια του σκυροδέματος (συμπεριλαμβανομένων συνδέσμων, συνδετήρων και επιφανειακού οπλισμού, όπου απαιτείται) και της πλησιέστερης επιφάνειας σκυροδέματος.

Η ονομαστική επικάλυψη πρέπει να καθορίζεται στα σχέδια και ορίζεται ως η ελάχιστη επικάλυψη  $c_{min}$ , συν την σχεδιαστική ανοχή για την αντιμετώπιση αποκλίσεων,  $\Delta c_{dev}$  :

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$



# Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min}$ )

Πρέπει να προβλέπεται ελάχιστη επικάλυψη  $c_{min}$ , ώστε να διασφαλιστεί:

- ασφαλής μεταφορά των δυνάμεων συνάφειας
- προστασία του χάλυβα έναντι διάβρωσης (ανθεκτικότητα σε διάρκεια)
- επαρκής πυροπροστασία (βλ. EN 1992-1-2)

Πρέπει να χρησιμοποιείται η μεγαλύτερη τιμή  $c_{min}$  που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις τόσο για τις συνθήκες συνάφειας όσο και για τις περιβαλλοντικές

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$$

$c_{min,b}$	ελάχιστη επικάλυψη βάσει απαίτησης συνάφειας
$c_{min,dur}$	ελάχιστη επικάλυψη βάσει περιβαλλοντικών συνθηκών
$\Delta c_{dur,\gamma}$	πρόσθετη ασφάλεια στοιχείου
$\Delta c_{dur,st}$	απομείωση της ελάχιστης επικάλυψης σε περίπτωση χρήσης ανοξειδωτου χάλυβα
$\Delta c_{dur,add}$	απομείωση της ελάχιστης επικάλυψης σε περίπτωση σκυροδέματος με πρόσθετη προστασία επίστρωσης

Σημείωση : Οι τιμές των  $\Delta c_{dur,\gamma}$ ,  $\Delta c_{dur,st}$  και  $\Delta c_{dur,add}$  για χρήση σε κάθε χώρα παρατίθεται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές είναι 0 mm

## Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min,b}$ )

Προκειμένου να μεταφερθούν με ασφάλεια οι δυνάμεις συνάφειας και να διασφαλιστεί επαρκής συμπίκνωση του σκυροδέματος, η ελάχιστη επικάλυψη δεν πρέπει να είναι μικρότερη της  $c_{min,b}$  η οποία δίνεται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Απαιτήσεις ελάχιστης επικάλυσης  $c_{min,b}$  από άποψη συνάφειας

Απαίτηση συνάφειας	
Διάταξη ράβδων	Ελάχιστη επικάλυση $c_{min,b}$ *
Μεμονωμένες	Διάμετρος ράβδου
Δεσμίδα	Ισοδύναμη διάμετρος ( $\emptyset_n$ )(βλ. 8.9.1)
* Εάν η μέγιστη ονομαστική διάσταση των αδρανών είναι μεγαλύτερη από 32 mm, τότε η $c_{min,b}$ πρέπει να προσαυξάνεται κατά 5 mm.	



# Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min,b}$ )

## Σημείωση:

Οι τιμές της  $c_{min,b}$  για προένταση μετά τη σκλήρυνση για τένοντες με ενσωμάτωση εντός σωλήνων κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής καθώς και για προεντεταμένους τένοντες πριν από την έγχυση του σκυροδέματος παρέχονται σε κάθε χώρα στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα.

Οι συνιστώμενες τιμές για τάνυση μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος είναι:

- κυλινδρικοί σωλήνες : διάμετρος
- ορθογωνικοί σωλήνες: μεγαλύτερη της ελάχιστης διάστασης ή το ήμισυ της μεγαλύτερης διάστασης.

Δεν υπάρχει απαίτηση για μεγαλύτερη τιμή από 80 mm για σωλήνες είτε κυκλικής είτε ορθογωνικής διατομής.

Οι συνιστώμενες τιμές για τένοντες προεντεταμένους πριν την έγχυση του σκυροδέματος είναι:

- 2,0 x διάμετρο του συρματόσχοινου ή του απλού σύρματος
- 3,0 x διάμετρο του πλεγμένου σύρματος

# Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min,dur}$ )

Οι τιμές ελάχιστης επικάλυξης για τον οπλισμό και τους τένοντες προέντασης λαμβάνοντας υπόψη τις κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον και τις κατηγορίες κατασκευών δίνονται από την  $c_{min,dur}$ .

## Σημείωση:

- Η κατηγοριοποίηση των κατασκευών δίνεται στο EN 1990 & το Εθνικό Προσάρτημα
- Οι συνιστώμενη Κατηγορία Κατασκευής (για χρόνο ζωής σχεδιασμού 50 έτη) είναι S4 για τις **ενδεικτικές αντοχές** του σκυροδέματος του Παραρτήματος Ε.
- Οι συνιστώμενες τροποποιήσεις της Κατηγορίας Κατασκευής δίνονται στον Πίνακα 4.3Ν.

# Διάρκεια ζωής σχεδιασμού

Κατηγορία Διάρκειας Ζωής Σχεδιασμού	Ενδεικτική διάρκεια ζωής σχεδιασμού (χρόνια)	Παραδείγματα
1	10	Προσωρινές Κατασκευές <sup>(1)</sup>
2	25	Δομικά στοιχεία τα οποία μπορούν να αντικατασταθούν π.χ. εφέδρανα
3	25	Αγροτικές και παρεμφερείς κατασκευές
4	50	Κτήρια και παρεμφερή
5	100	Μνημειακά κτήρια, γέφυρες και άλλα τεχνικά έργα

(1) Οι φορείς και τα δομικά στοιχεία τα οποία μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εν όψει επαναχρησιμοποίησής τους δε θα πρέπει να θεωρούνται προσωρινά.

**Πίνακας 2.1 – Ενδεικτική διάρκεια ζωής σχεδιασμού**



# Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min,dur}$ )

## Σημειώσεις στον Πίνακα 4.3N

1. Η κατηγορία αντοχής και ο λόγος νερού/τσιμέντου  $w/c$  θεωρούνται ότι είναι συσχετιζόμενες τιμές. Μπορεί να προβλέπεται μια ειδική σύνθεση (είδος σκυροδέματος, λόγος νερού/τσιμέντου  $w/c$ , λεπτόκοκκο υλικό) με σκοπό να προκύψει χαμηλή διαπερατότητα.
2. Το όριο μπορεί να μειώνεται κατά μία κατηγορία αντοχής εάν προβλέπονται αεροπηκτικά σε ποσοστό φυσαλίδων μεγαλύτερο του 4%.

Συνιστώμενες τιμές της  $c_{min,dur}$  δίνονται στο EN 1992-1-1 στον **Πίνακα 4.4N** (χάλυβας οπλισμού) και στον **Πίνακα 4.5N** (χάλυβας προέντασης). (Οι τιμές έχουν προσαρμοστεί στις τιμές που δίδονται στον **ΕΛΟΤ EN 206-1** στον Πίνακα Ε.Π. ΣΤ.1)

# Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min,dur}$ )

Πίνακας 4.4N : Απαιτήσεις τιμών ελάχιστης επικάλυψης,  $c_{min,dur}$  από άποψη ανθεκτικότητας σε διάρκεια για χάλυβα οπλισμού

Περιβαλλοντική απαίτηση για την $c_{min,dur}$ (mm)											
Κατηγορία Κατασκευής	Κατηγορία έκθεσης σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1										
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3
S1	10	20	10	20	20	25	25	35	20	25	35
S2	10	20	15	25	25	30	30	40	25	30	40
S3	10	20	20	30	30	35	35	45	30	35	45
S4	10	25	25	35	35	40	40	50	35	40	50
S5	15	30	30	40	40	45	45	55	40	45	55
S6	20	35	35	45	45	50	50	60	45	50	60

Πίνακας 4.5N : Απαιτήσεις τιμών ελάχιστης επικάλυψης,  $c_{min,dur}$  από άποψη ανθεκτικότητας σε διάρκεια για χάλυβα προέντασης

Περιβαλλοντική απαίτηση για την $c_{min,dur}$ (mm)											
Κατηγορία Κατασκευής	Κατηγορία έκθεσης σύμφωνα με τον Πίνακα 4.1										
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3
S1	10	25	20	30	30	35	35	45	30	35	45
S2	10	25	25	35	35	40	40	50	35	40	50
S3	10	30	30	40	40	45	45	55	40	45	55
S4	10	35	35	45	45	50	50	60	45	50	60
S5	15	40	40	50	50	55	55	65	50	55	65
S6	20	45	45	55	55	60	60	70	55	60	70

## Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min,dur}$ )

Στους πίνακες 4.4N και 4.5N οι τιμές της  $c_{min,dur}$  που δίδονται για τις κατηγορίες έκθεσης XS1 και XS2 έχουν εφαρμογή υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Σε περίπτωση χρήσης τσιμέντων τύπου I και II/B-LL για ελάχιστη κατηγορία αντοχής σκυροδέματος C30/37.
- Σε περίπτωση χρήσης τσιμέντων τύπου II (εκτός B-LL), III και IV για ελάχιστη κατηγορία αντοχής σκυροδέματος C26/32 ή εναλλακτικά για ελάχιστη κατηγορία αντοχής σκυροδέματος C25/30, αλλά με ταυτόχρονη αύξηση των αντίστοιχων τιμών της  $c_{min,dur}$  κατά 5 mm.

Οι διαφοροποιήσεις αυτές φαίνονται πινακοποιημένες **στον Πίνακα Ε.Π. ΣΤ.1 του ΕΛΟΤ EN 206-1.**

## Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min}$ )

Όπου το χυτό επί τόπου σκυρόδεμα εντυπίζεται επί άλλων στοιχείων σκυροδέματος (προκατασκευασμένων ή χυτών επί τόπου) η ελάχιστη επικάλυψη σκυροδέματος στη διεπιφάνεια δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από την τιμή που αντιστοιχεί στην **απαίτηση συνάφειας** υπό την προϋπόθεση ότι:

- η κατηγορία αντοχής του σκυροδέματος είναι τουλάχιστον C25/30,
- ο χρόνος έκθεσης της επιφάνειας του αρχικού σκυροδέματος σε περιβάλλον υπαίθρου είναι μικρός (< 28 ημερών),
- η επιφάνεια έχει εκτραχυνθεί.

Όπου αναμένεται ψύξη / απόψυξη ή χημική προσβολή στο σκυρόδεμα (Κατηγορίες XF και XA) πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη σύνθεση του σκυροδέματος (**ΕΛΟΤ EN 206-1 Ενότητα 6**). Η επικάλυψη σύμφωνα με τον Πίνακα 4.4 πρέπει φυσιολογικά να είναι επαρκής για τέτοιες περιπτώσεις.



## Επικάλυψη οπλισμών ( $c_{min}$ )

Αναφορικά με τη φθορά στο σκυρόδεμα από επιφανειακή τριβή πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα αδρανή σύμφωνα με τον **ΕΛΟΤ EN 206-1**. Προαιρετικά, η επιφανειακή φθορά από τριβή στο σκυρόδεμα μπορεί να επιτρέπεται δια της αύξησης της επικάλυψης του σκυροδέματος. Στην περίπτωση αυτή, η ελάχιστη επικάλυψη  $c_{min}$  πρέπει να αυξάνεται κατά  $k_1$  για την Κατηγορία επιφανειακής φθοράς XM1, κατά  $k_2$  για την XM2 και κατά  $k_3$  για την XM3.

Σημείωση: Η Κατηγορία επιφανειακής φθοράς XM1 υποδηλώνει τη μέτρια επιφανειακή φθορά όπως στην περίπτωση στοιχείων σε βιομηχανοστάσια όπου συναθροίζονται οχήματα με ελαστικά αέρος. Η κατηγορία επιφανειακής φθοράς από τριβή XM2 υποδηλώνει έντονες επιφανειακές φθορές στην περίπτωση στοιχείων σε βιομηχανοστάσια όπου συναθροίζονται μηχανήματα ανύψωσης με ελαστικά αέρος ή καουτσούκ. Η κατηγορία επιφανειακής φθοράς XM3 υποδηλώνει ακραίες καταστάσεις όπως στην περίπτωση στοιχείων σε βιομηχανοστάσια όπου συναθροίζονται κλαρκ με ελαστομερή ή χαλύβδινα επίσωτρα καθώς και φορτηγά.

Οι τιμές των  $k_1$ ,  $k_2$  και  $k_3$  για χρήση σε κάθε χώρα μπορούν να ληφθούν από το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές είναι 5 mm, 10 mm και 15 mm.

# Ανοχές για παρεκκλίσεις στην επικάλυψη ( $\Delta c_{dev}$ )

1. Προκειμένου να υπολογιστεί η ονομαστική επικάλυψη,  $c_{nom}$ , πρέπει να γίνει μια προσαύξηση στην ελάχιστη επικάλυψη ώστε να ληφθούν υπόψη οι αποκλίσεις ( $\Delta c_{dev}$ ). Η απαιτούμενη ελάχιστη επικάλυψη πρέπει να αυξάνεται κατά την απόλυτη τιμή της αποδεκτής αρνητικής παρέκκλισης:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

**Σημείωση:** Η τιμή της  $\Delta c_{dev}$  για χρήση σε κάθε χώρα παρατίθεται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Η συνιστώμενη τιμή είναι 10 mm.

2. Για τα κτίρια, το EN 13670-1 δίνει την τιμή της ανεκτής παρέκκλισης. Αυτό είναι επίσης αρκετό και για άλλα είδη κατασκευών. Η προσαύξηση αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν επιλέγεται η τιμή της ονομαστικής επικάλυψης του σκυροδέματος. Η ονομαστική τιμή της επικάλυψης του σκυροδέματος πρέπει να χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς και να δηλώνεται στα σχέδια, εκτός εάν προδιαγράφεται τιμή άλλη εκτός της ονομαστικής (π.χ. η ελάχιστη τιμή).

# Επικάλυψη οπλισμών ( $\Delta c_{dev}$ )

3. Σε ορισμένες περιπτώσεις, πρέπει να μειώνεται η ανεκτή παρέκλιση και η συνακόλουθη ανοχή  $\Delta c_{dev}$ .

**Σημείωση** : Η μείωση της  $\Delta c_{dev}$  στις περιστάσεις αυτές για χρήση σε κάθε χώρα παρατίθεται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές είναι:

- όπου η κατασκευή υπόκειται σε σύστημα διασφάλισης ποιότητας, στο οποίο ο έλεγχος περιλαμβάνει μετρήσεις της επικάλυσης του σκυροδέματος, είναι δυνατό να μειώνεται η ανοχή κατά τον σχεδιασμό έναντι παρέκκλισης  $\Delta c_{dev}$ :

$$10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 5 \text{ mm}$$

- όπου μπορεί να διασφαλιστεί ότι χρησιμοποιείται ένα πολύ ακριβές όργανο μέτρησης και απορρίπτονται όσα στοιχεία δεν συμμορφώνονται (π.χ. προκατασκευασμένα στοιχεία), η ανοχή κατά τον σχεδιασμό έναντι έναντι παρέκκλισης  $\Delta c_{dev}$  μπορεί να μειωθεί:

$$10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 0 \text{ mm}$$

## Επικάλυψη οπλισμών ( $C_{min}$ )

4. Για σκυρόδεμα χυτό επί τραχειών επιφανειών, η ελάχιστη επικάλυψη πρέπει γενικά να αυξάνεται επιτρέποντας μεγαλύτερες αποκλίσεις κατά τον σχεδιασμό. Η αύξηση πρέπει να συμμορφώνεται με τη διαφορά που προκαλείται από την ύπαρξη τραχιάς επιφάνειας, αλλά η ελάχιστη επικάλυψη πρέπει να είναι τουλάχιστον  $k_1$  mm για σκυρόδεμα χυτό επί διαμορφωμένου εδάφους (συμπεριλαμβανομένου του gross-beton) και  $k_2$  mm για σκυρόδεμα χυτό απευθείας επί του εδάφους. Η επικάλυψη του οπλισμού για κάθε ιδιαιτερότητα της ορατής επιφάνειας, όπως τελειώματα με νευρώσεις ή εκτεθειμένα αδρανή πρέπει να αυξάνεται κατά τουλάχιστον 5 mm ώστε να λαμβάνει υπόψη την ύπαρξη ανώμαλης επιφάνειας.

**Σημείωση** : Οι τιμές  $k_1$  και  $k_2$  για χρήση σε κάθε χώρα μπορούν να ληφθούν από το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές είναι 40 mm και 75 mm.

# Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (ΟΚΛ) - Περιορισμός τάσεων

- Η θλιπτική τάση στο σκυρόδεμα πρέπει να περιορίζεται ώστε να αποφεύγεται η διαμήκης ρηγμάτωση, η μικρο-ρηγμάτωση, ή τα υψηλά επίπεδα ερπυσμού, όπου αυτά μπορεί να επιφέρουν μη ανεκτές συνέπειες στη λειτουργία της κατασκευής.
- Διαμήκης ρηγμάτωση μπορεί να συμβεί όταν η στάθμη της τάσης υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων υπερβαίνει μια κρίσιμη τιμή. Η ρηγμάτωση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε **μείωση της ανθεκτικότητας σε διάρκεια**.

Εφόσον δεν λαμβάνονται άλλα μέτρα, όπως η αύξηση του πάχους της επικάλυψης των οπλισμών ή η περίσφιξη με εγκάρσιο οπλισμό, μπορεί να περιορίζεται η θλιπτική τάση σε μια τιμή  $k_1 f_{ck}$  σε περιοχές που είναι εκτεθειμένες σε περιβαλλοντικές συνθήκες κατηγορίας XD, XF και XS (βλέπε Πίνακα 4.1).

**Σημείωση:** Η τιμή του  $k_1$  που θα χρησιμοποιείται σε μια χώρα δίνεται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Η συνιστώμενη τιμή είναι 0,6.

# ΟΚΛ- Περιορισμός Ρηγματώσεως

Η ρηγματώση πρέπει να περιορίζεται σε τέτοιο βαθμό ώστε

- να μην παρεμποδίζει την ομαλή λειτουργία ή την **ανθεκτικότητα σε διάρκεια** μιας κατασκευής,
  - ή να οδηγεί σε μη-αποδεκτό αισθητικό αποτέλεσμα σε σχέση με την εμφάνισή της.

Η εμφάνιση ρηγμάτων είναι συνήθης στις κατασκευές από σκυρόδεμα που υπόκεινται σε κάμψη, διάτμηση, στρέψη, ή εφελκυσμό που προέρχεται

- είτε από άμεση φόρτιση
- είτε από παρεμπόδιση των επιβαλλόμενων παραμορφώσεων, όπως συρρίκνωση ή θερμοκρασιακές μετακινήσεις.

Ρωγμές μπορούν να δημιουργηθούν και από άλλες αιτίες, όπως

- συστολή ξήρανσης
- διάβρωση του οπλισμού
- Χημικές αντιδράσεις εντός του σκληρυμένου σκυροδέματος που προκαλούν διόγκωση.

## Έλεγχος ρηγμάτωσης

- Αναλυτικός υπολογισμός  $w_k$  και  $w_k \leq w_{max}$
- Εναλλακτικά απλοποιητικά με περιορισμό της διαμέτρου των ράβδων ή της απόστασής τους

Πρέπει να καθορίζεται μια υπολογιστική τιμή του ανεκτού εύρους ρήγματος,  $w_{max}$ , λαμβάνοντας υπόψη την προτεινόμενη λειτουργία και τη φύση της κατασκευής, καθώς και το κόστος του περιορισμού της ρηγμάτωσης.

### Σημείωση:

Η τιμή του  $w_{max}$  που θα χρησιμοποιείται σε μια χώρα δίνεται στο αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα. Οι συνιστώμενες τιμές για κάθε κατηγορία περιβαλλοντικών συνθηκών δίνονται στον Πίνακα 7.1N.

Εφόσον δεν τίθενται ειδικές απαιτήσεις (π.χ. υδατοστεγανότητας), μπορεί να γίνεται δεκτό ότι ο περιορισμός των υπολογιστικών ευρών ρωγμής στις τιμές  $w_{max}$  που δίνονται στον Πίνακα 7.1N, υπό το συχνό συνδυασμό δράσεων, οδηγεί εν γένει σε ικανοποιητική εμφάνιση και ανθεκτικότητα σε διάρκεια για τα δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα.

# Ρηγμάτωση

Πίνακας 7.1N : Συνιστώμενες τιμές του  $w_{max}$  (mm)

Κατηγορία περιβαλλοντικών συνθηκών	Οπλισμένα και προεντεταμένα στοιχεία με τένοντες χωρίς συνάφεια	Προεντεταμένα στοιχεία με τένοντες με συνάφεια
	Οιονεί-μόνιμος συνδυασμός δράσεων	Συχνός συνδυασμός δράσεων
X0, XC1	0,4 <sup>1</sup>	0,2
XC2, XC3, XC4		0,2 <sup>2</sup>
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3	0,3	Απόθλιψη

**Σημείωση 1:** Για τις κατηγορίες περιβαλλοντικών συνθηκών X0, XC1, το εύρος της ρωγμής δεν επηρεάζει την ανθεκτικότητα σε διάρκεια, και το σχετικό όριο τίθεται για την εξασφάλιση αποδεκτής αισθητικής εμφάνισης. Εφόσον δεν τίθενται απαιτήσεις αισθητικής, το όριο αυτό μπορεί να αυξηθεί.

**Σημείωση 2:** Για αυτές τις κατηγορίες περιβαλλοντικών συνθηκών, πρέπει, επιπλέον, να ελέγχεται η απόθλιψη υπό τον οιονεί-μόνιμο συνδυασμό δράσεων.



# Ρηγμάτωση

- Στα προεντεταμένα στοιχεία η επιρροή της ρηγμάτωσης μπορεί να είναι πιο κρίσιμη σε σχέση με την ανθεκτικότητα σε διάρκεια. Εφόσον δεν τίθενται πιο εξειδικευμένες απαιτήσεις, μπορεί να γίνεται δεκτό ότι ο περιορισμός των υπολογιστικών ευρών ρωγμής στις τιμές  $w_{max}$  που δίνονται στον Πίνακα 7.1N υπό το συχνό συνδυασμό δράσεων, εν γένει αρκεί για τα προεντεταμένα στοιχεία. Η απαίτηση της απόθλιψης επιβάλλει όλα τα τμήματα των τενόντων με συνάφεια ή τα περιβλήματά τους να βρίσκονται τουλάχιστον 25 mm εντός της θλιβόμενης ζώνης του σκυροδέματος.
- Για στοιχεία όπου οι τένοντες είναι όλοι χωρίς συνάφεια, ισχύουν οι απαιτήσεις για τα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα. Για στοιχεία όπου συνυπάρχουν τένοντες με και χωρίς συνάφεια, ισχύουν οι απαιτήσεις για τα στοιχεία από προεντεταμένο σκυρόδεμα με τένοντες με συνάφεια.
- Ειδικά μέτρα μπορεί να είναι αναγκαία για στοιχεία εκτεθειμένα σε περιβάλλον κατηγορίας XD3. Η επιλογή των κατάλληλων μέτρων εξαρτάται από τη φύση της ουσίας που προσβάλλει τα στοιχεία.

# Ρηγμάτωση

Πίνακας 7.2N Μέγιστες διαμέτροι ράβδων  $\phi_s^*$  για περιορισμό της ρηγμάτωσης

Τάση χάλυβα [MPa]	Μέγιστη διάμετρος ράβδων [mm]		
	$w_k=0,4$ mm	$w_k=0,3$ mm	$w_k=0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Πίνακας 7.3N Μέγιστη απόσταση ράβδων για περιορισμό της ρηγμάτωσης

Τάση χάλυβα [MPa]	Μέγιστη απόσταση ράβδων [mm]		
	$w_k=0,4$ mm	$w_k=0,3$ mm	$w_k=0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

## Άρθρο 5

[Όπως τροποποιήθηκε με την Υ.Α. 58185/2474/1991 (ΦΕΚ 360 τ. Α)]

### Κατοικίες

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.1

ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ		
Τύπος κτιρίου	Ισόγειο & Όροφοι	Υπόγειο*
Μονόροφα	30 λεπτά	60 λεπτά
Από 2 - 4 ορόφους	30 λεπτά	60 λεπτά
Από 5 - 8 ορόφους	60 λεπτά	90 λεπτά
άνω από 8 ορόφους	90 λεπτά	90 λεπτά

\* Μειώνεται κατά 30 λεπτά για υπόγειο με εμβαδό μικρότερο των 150 τ. μέτρων

## Άρθρο 14

[Όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 374/1988 (ΦΕΚ 168 τ. Α)]

Όπως τροποποιήθηκε με την Υ.Α. 81813/5428/1993 (ΦΕΚ 647 τ. Α)]

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

#### Δείκτες πυραντίστασης δομικών στοιχείων

##### 1. ΠΛΙΝΘΟΔΟΜΕΣ<sup>(1)</sup>

###### 1.1. Χωρίς διάκενο.

Περιγραφή	Φέρουσες <sup>(2)</sup>		Μη Φέρουσες	
	Ανεπίχρ. Λεπτά	Επίχρισμ. <sup>(3)</sup> Λεπτά	Ανεπίχρ. Λεπτά	Επίχρισμ. <sup>(3)</sup> Λεπτά
1. Με συμπαγείς πλίνθους και πάχος τουλάχιστον 9 εκ. (δρομική)	30	180	90	180
2. Με συμπαγείς πλίνθους και πάχος τουλάχιστον 19 εκ. (μπατική)	180	240	240	240
3. Με διάτρητους πλίνθους και πάχος τουλάχιστον 9 εκ. (δρομική)	30	60	60	120
4. Με διάτρητους(4) πλίνθους και πάχος τουλάχιστον 19 εκ. (μπατική)	120	180	180	240
5. Με διάτρητους πλίνθους και πάχος τουλάχιστον 19 εκ. (μπατική), αλλά με οσοδήποτε λίγες διαμπερείς οπές.	0	60	0	60
6. Με διάτρητους πλίνθους που έχουν κενά μέχρι 60% και πάχος τουλάχιστον 19 εκ. (μπατική)	0	0	0	30

##### 2. Δομικά στοιχεία από συνθησιμένο σκυρόδεμα.

Στο πάχος επικάλυψης μπορεί να συνυπολογισθεί το επίχρισμα, με την προϋπόθεση ότι είναι εξασφαλισμένη η πρόσφυσή του με το σκυρόδεμα. Αν το επίχρισμα έχει πάχος μεγαλύτερο από 15 χιλ. θα πρέπει να οπλίζεται με ελαφρό πλέγμα που συνδέεται με μηχανικά μέσα με το σκυρόδεμα.

###### 2.1. Υποστυλώματα.

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ ΓΙΑ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ							
Έκθεση σε πυρκαγιά	πλάτος υποστυλώματος επικάλυψη (σε χιλ.)	30	60	90	120	180	240
		Σε όλη την περίμετρο	b c	150 20	200 25	250 30	300 35
Έκθεση του 50% της περιμέτρου	b c	125 20	160 25	200 25	200 25	300 30	350 35
Μία πλευρά εκτεθειμένη	b c	100 20	120 25	140 25	160 25	200 25	240 25

###### 2.2. Τοιχώματα.

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΥΡΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (χιλ.)						
Είδος τοιχώματος	30	60	90	120	180	240
Άοπλο	150	150	175	-	-	-
Οπλισμένο (με ελάχιστο ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού 4‰ και c τουλάχιστον 25 χιλ.)	100	120	160	200	200	240

b = πλάτος υποστυλώματος

c = επικάλυψη οπλισμού

###### 2.3. Δοκοί.

Είδος δοκού	Ελάχιστη διάσταση για δείκτες πυραντίστασης (χιλ.)						
	30	60	90	120	180	240	
<b>Αμφιέριστες</b>							
α) Οπλισμένες	b c	80 20	120 30	150 40	200 50	240 70	280 80
β) Προεντεταμένες	b c	100 25	120 40	150 55	200 70	240 80	280 90
<b>Συνεχείς</b>							
α) Οπλισμένες	b c	80 20	80 20	120 35	150 50	200 60	240 70
β) Προεντεταμένες	b c	80 20	100 30	120 40	150 55	200 70	240 80

b = πλάτος δοκού

c = επικάλυψη οπλισμού

# Βάσεις σχεδιασμού σε πυρκαγιά. Απαιτήσεις

- Για έκθεση σε πρότυπη πυρκαγιά τα μέλη θα πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια R, E και I ως εξής:
  - **Κριτήριο φέρουσας ικανότητας (load bearing) R:** ικανοποιείται εάν το μέλος διατηρεί επαρκή μηχανική αντοχή κατά την απαιτούμενη διάρκεια έκθεσής του σε πυρκαγιά.
  - **Κριτήριο ακεραιότητας (integrity) E:** αναφέρεται σε μέλη που λειτουργούν ως διαχωριστικά. Ικανοποιείται όταν διατηρείται η ακεραιότητα των πυρασφαλών διαμερισμάτων της κατασκευής κατά την απαιτούμενη διάρκεια έκθεσής του σε πυρκαγιά έτσι ώστε να αποφευχθεί η εξάπλωση φλογών, καυτών αερίων και υπερβολικής θερμότητας.
  - **Κριτήριο θερμομόνωσης (insulation) I:** επίσης αναφέρεται σε μέλη που λειτουργούν ως διαχωριστικά. Μπορεί να θεωρηθεί ότι ικανοποιείται όταν σε ολόκληρη την επιφάνεια του μέλους που δεν εκτίθεται στην πυρκαγιά η μέση αύξηση της θερμοκρασίας περιορίζεται σε 140 K, και σε οποιοδήποτε σημείο αυτής της επιφάνειας η μέγιστη αύξηση της θερμοκρασίας δεν υπερβαίνει τους 180 K.



## Διαδικασίες σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός μπορεί να βασισθεί σε θερμικές δράσεις που δίνονται είτε από έκθεση σε πρότυπη πυρκαγιά ή από υπολογισμούς χρησιμοποιώντας τις φυσικές παραμέτρους του κτιρίου και σε

- (1) ανάλυση μελών,
- (2) ανάλυση τμημάτων της κατασκευής , ή
- (3) ανάλυση του συνόλου της κατασκευής.

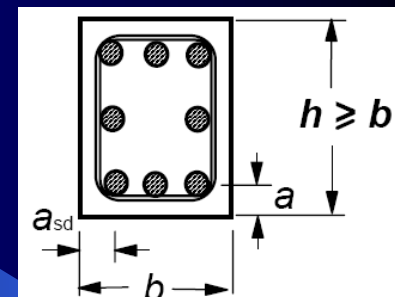
## Πινακοποιημένη μέθοδος

- Η μέθοδος αυτή δίνει αναγνωρισμένες λύσεις σχεδιασμού για πρότυπες πυρκαγιές διάρκειας έως 240 λεπτών.
- Οι πίνακες που χρησιμοποιούνται έχουν αναπτυχθεί πάνω σε μια εμπειρική βάση, που επιβεβαιώθηκε από εμπειρική και θεωρητική αξιολόγηση πειραμάτων. Τα δεδομένα έχουν προέλθει από συντηρητικές προσεγγιστικές παραδοχές για τα πιο κοινά δομικά στοιχεία και ισχύουν για ολόκληρο το εύρος της θερμικής αγωγιμότητας.
- Σε δοκούς ή πλάκες με ασβεστολιθικά ή ελαφρά αδρανή η ελάχιστη διάσταση της διατομής μπορεί να μειωθεί κατά 10%.
- Με τη χρήση των πινακοποιημένων δεδομένων δεν απαιτούνται περαιτέρω έλεγχοι σε διάτμηση, στρέψη, λεπτομέρειες αγκύρωσης και σε αποφλοίωση Παρ' όλα αυτά όμως, απαιτείται επιφανειακός σπλισμός όταν σε ένα μέλος η αξονική απόσταση των ράβδων σπλισμού από την επιφάνεια ξεπερνά τα 70 mm.

# Συνοπτικές απαιτήσεις για τον αρχικό σχεδιασμό μελών κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα έναντι πυρκαγιάς δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 2.7: Απαιτήσεις για αντίσταση σε πυρκαγιά για τον αρχικό σχεδιασμό συνεχών δομικών μελών

Μέλος	Κρίσιμη διάσταση	Ελάχιστη διάσταση (mm)						
		R30	R60	R90	R120	R180	R240	
Υποστυλώματα πλήρως εκτεθειμένα σε πυρκαγιά	$\mu_{fi}^{\alpha} \leq 0.5$	πλάτος	200	250	300	450	500	500
	$\mu_{fi}^{\alpha} \leq 0.7$		200	350	500	500	600	>600 <sup>b</sup>
Υποστυλώματα μερικώς εκτεθειμένα σε πυρκαγιά	$\mu_{fi}^{\alpha} \leq 0.7$	πλάτος	155	155	155	175	230	293
Τοιχώματα εκτεθειμένα και από τις δύο πλευρές	πλάτος	120	140	170	220	270	350	
Τοιχώματα εκτεθειμένα μόνο από τη μια πλευρά	πλάτος	120	130	140	160	210	270	
Δοκοί	πλάτος	80	150	200	200	240	280	
	αξονική απόσταση	20 <sup>d</sup>	25 <sup>d</sup>	35 <sup>d</sup>	50	60	75	
Συνεχείς πλάκες	πάχος	60	80	100	120	150	175	
	αξονική απόσταση	15 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>	20 <sup>d</sup>	20 <sup>d</sup>	30 <sup>d</sup>	40	
Συνεχείς πλάκες με νευρώσεις, χωρίς συνδετήρες	πάχος	80	80	100	120	150	175	
	πλάτος νευρώσεων	80	100	120	160	310	450	
	αξονική απόσταση	15 <sup>d</sup>	25 <sup>d</sup>	35 <sup>d</sup>	45	60	70	
Μικητοειδείς πλάκες	πάχος	150	180	200	200	200	200	
	αξονική απόσταση	15 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>	25 <sup>d</sup>	35 <sup>d</sup>	45	50	



## Σημειώσεις

- α**  $\mu_{fi}$  είναι ο λόγος του αξονικού φορτίου σχεδιασμού σε περίπτωση πυρκαγιάς προς την αντοχή σχεδιασμού του υποστυλώματος σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας. Η τιμή 0.5 μπορεί να ληφθεί μόνο εάν είναι ελαφρά φορτισμένο. Όμως συνήθως δεν ξεπερνά την τιμή 0.7.
- b** Απαιτείται να γίνει έλεγχος σε λυγισμό
- c** Το πάχος του δομικού μέλους συν το πάχος της στρώσης πυρίμαχου κονιάματος, εάν υπάρχει.
- d** Για πρακτικούς λόγους, η αξονική απόσταση θα πρέπει να είναι τόση ώστε η ελάχιστη επικάλυψη να είναι 20 mm.

*Αναλυτική περιγραφή των απαιτήσεων σχεδιασμού  
έναντι πυρκαγιάς όλων των δομικών στοιχείων μιας  
κατασκευής δίνονται στα επόμενα.*



# Υποστυλώματα

- Όταν η εκκεντρότητα είναι  $e \leq 0,15 \min(b, h)$  μπορεί να χρησιμοποιηθεί η **Μέθοδος Α**

Πίνακας 5.2α: Ελάχιστες διαστάσεις διατομής και αξονική απόσταση ράβδων από επιφάνεια σε υποστυλώματα με ορθογωνική ή κυκλική διατομή – **Μέθοδος Α**

Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)			
	Πλάτος υποστυλώματος $b_{min}$ / αξονική απόσταση $a$ του κύριου οπλισμού			
	Υποστύλωμα εκτεθειμένο σε περισσότερες της μιας πλευράς			Εκτεθειμένο σε μια πλευρά
	$\mu_{fi} = 0.2$	$\mu_{fi} = 0.5$	$\mu_{fi} = 0.7$	$\mu_{fi} = 0.7$
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/45	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35 175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	-	295/70

## Σημειώσεις

\*\* Τουλάχιστον 8 ράβδοι οπλισμού με μια ράβδο στο μέσο κάθε πλευράς.

$\mu_{fi}$  είναι ο λόγος του αξονικού φορτίου σχεδιασμού σε συνθήκες πυρκαγιάς προς την αντοχή σχεδιασμού του υποστυλώματος σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας. Συνήθως είναι μικρότερος του 0,7 και μπορεί να λαμβάνεται συντηρητικά ως 0,7.

a Η αξονική απόσταση  $a$  θα πρέπει να αυξάνεται κατά 10 mm για προεντεταμένες ράβδους και 15 mm για προεντεταμένους τένοντες ή καλώδια.

**Υποστυλώματα** Όταν η εκκεντρότητα είναι  $0,15 \min(b, h) < e \leq \min(0,25b, 0,25h, 100 \text{ mm})$ , μπορεί να χρησιμοποιηθεί η **Μέθοδος Β**

Πίνακας 5.2β: Ελάχιστες διαστάσεις διατομής και αξονική απόσταση ράβδων από επιφάνεια σε υποστυλώματα με ορθογωνική ή κυκλική διατομή – **Μέθοδος Β**

Αντίστας η σε πρότυπη πυρκαγιά	ω	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)			
		Πλάτος υποστυλώματος $b_{\min}$ / αξονική απόσταση $a$ του κύριου σπλισμού			
		n = 0,15	n = 0,3	n = 0,5	n = 0,7
R 30	0,1	150/25 <sup>a</sup>	150/25 <sup>a</sup>	200/30 ως 250/25 <sup>a</sup>	300/30 ως 350/25 <sup>a</sup>
	0,5	150/25 <sup>a</sup>	150/25 <sup>a</sup>	150/25 <sup>a</sup>	200/30 ως 250/25 <sup>a</sup>
	1	150/25 <sup>a</sup>	150/25 <sup>a</sup>	150/25 <sup>a</sup>	200/30 ως 300/25 <sup>a</sup>
R 60	0,1	150/30 ως 200/25 <sup>a</sup>	200/40 ως 300/25 <sup>a</sup>	300/40 ως 500/25 <sup>a</sup>	500/25 <sup>a</sup>
	0,5	150/25 <sup>a</sup>	150/35 ως 200/25 <sup>a</sup>	250/35 ως 350/25 <sup>a</sup>	350/40 ως 550/25 <sup>a</sup>
	1	150/25 <sup>a</sup>	150/30 ως 200/25 <sup>a</sup>	200/40 ως 400/25 <sup>a</sup>	300/50 ως 600/30 <sup>a</sup>
R 90	0,1	200/40 ως 250/25 <sup>a</sup>	300/40 ως 400/25 <sup>a</sup>	500/50 ως 550/25 <sup>a</sup>	550/40 ως 600/25 <sup>a</sup>
	0,5	150/35 ως 200/25 <sup>a</sup>	200/45 ως 300/25 <sup>a</sup>	300/45 ως 550/25 <sup>a</sup>	500/50 ως 600/40
	1	200/25 <sup>a</sup>	200/40 ως 300/25 <sup>a</sup>	250/40 ως 550/25 <sup>a</sup>	500/50 ως 600/45
R 120	0,1	250/50 ως 350/25 <sup>a</sup>	400/50 ως 550/25 <sup>a</sup>	550/25 <sup>a</sup>	550/60 ως 600/45
	0,5	200/45 ως 300/25 <sup>a</sup>	300/45 ως 550/25 <sup>a</sup>	450/50 ως 600/25 <sup>a</sup>	500/60 ως 600/50
	1	200/40 ως 250/25 <sup>a</sup>	250/50 ως 400/25 <sup>a</sup>	450/45 ως 600/30	600/60
R 180	0,1	400/50 ως 500/25 <sup>a</sup>	500/60 ως 550/25 <sup>a</sup>	550/60 ως 600/30	b
	0,5	300/45 ως 450/25 <sup>a</sup>	450/50 ως 600/25 <sup>a</sup>	500/60 ως 600/50	600/75
	1	300/35 ως 400/25 <sup>a</sup>	450/50 ως 550/25 <sup>a</sup>	500/60 ως 600/45	b
R 240	0,1	500/60 ως 550/25 <sup>a</sup>	550/40 ως 600/25 <sup>a</sup>	600/75	b
	0,5	450/45 ως 500/25 <sup>a</sup>	550/55 ως 600/25 <sup>a</sup>	600/70	b
	1	400/45 ως 500/25 <sup>a</sup>	500/40 ως 600/30	600/60	b

Σημειώσεις:

a Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη.

b Απαιτείται πλάτος μεγαλύτερο των 600 mm. Απαιτείται ιδιαίτερη μέριμνα έναντι λυγισμού.

ω = Μηχανικό ποσοστό σπλισμού,  $\omega = A_s f_{yd} / A_c f_{cd} \leq 1$

n = Βαθμός φόρτισης =  $N_{0Ed,fi} / (0.7(A_c f_{cd} + A_s f_{yd}))$ . Συντηρητικά παίρνουμε n=0.7.

# Συμπαγή φέροντα τοιχώματα

Πίνακας 5.4: Ελάχιστες διαστάσεις διατομής και αξονική απόσταση ράβδων από επιφάνεια σε φέροντα τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος

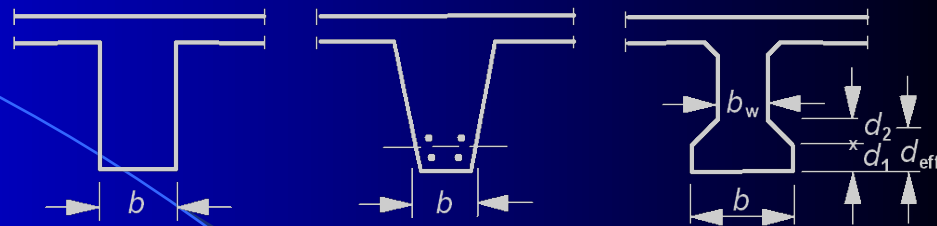
Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)			
	Πλάτος τοιχώματος / αξονική απόσταση για			
	$\mu_{fi} = 0.35$		$\mu_{fi} = 0.7$	
	τοιχώμα εκτεθειμένο σε μια πλευρά	τοιχώμα εκτεθειμένο και στις δύο πλευρές	τοιχώμα εκτεθειμένο σε μια πλευρά	τοιχώμα εκτεθειμένο και στις δύο πλευρές
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

**Σημειώσεις**  
\* Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη.

$\mu_{fi}$  είναι ο λόγος του αξονικού φορτίου σχεδιασμού σε συνθήκες πυρκαγιάς προς την αντοχή σχεδιασμού του τοιχώματος σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας αλλά με εκκεντρότητα εφαρμοζόμενη σε συνθήκες πυρκαγιάς. Μπορεί συντηρητικά να λαμβάνεται ως 0,7.

# Δοκοί

Οι Πίνακες αναφέρονται σε δοκούς που μπορεί να εκτεθούν σε πυρκαγιά στις τρεις πλευρές τους, δηλαδή η άνω τους πλευρά μονώνεται από πλάκες ή άλλα στοιχεία που διατηρούν τη μονωτική τους λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια της πυρκαγιάς



**Πίνακες 5.5 & 5.6: Ελάχιστες διαστάσεις διατομής και αξονικές αποστάσεις ράβδων από επιφάνεια για δοκούς από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα**

Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)											
	Πιθανοί συνδυασμοί της αξονικής απόστασης $a$ ράβδων από την επιφάνεια και του πλάτους $b_{min}$								Πάχος κορμού $b_w$			
		Αμφιέριστες δοκοί				Συνεχείς δοκοί				Κατηγορία WA	Κατηγορία WB	Κατηγορία WC
	1	2	3	4	5	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{min} =$	80	120	160	200	80	160			80	80	80
	$a =$	25	20	15*	15*	15*	12*					
R 60	$b_{min} =$	120	160	200	300	120	200			100	80	100
	$a =$	40	35	30	25	25	12*					
R 90	$b_{min} =$	150	200	300	400	150	250			110	100	100
	$a =$	55	45	40	35	35	25					
R 120	$b_{min} =$	200	240	300	500	200	300	450	500	130	120	120
	$a =$	65	60	55	50	45	35	35	30			
R 180	$b_{min} =$	240	300	400	600	240	400	550	600	150	150	140
	$a =$	80	70	65	60	60	50	50	40			
R 240	$b_{min} =$	280	350	500	700	280	500	650	700	170	170	160
	$a =$	90	80	75	70	75	60	60	50			

1. Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη
2. Σε προεντεταμένες δοκούς χρειάζεται αύξηση της αξονικής απόστασης  $a$  σύμφωνα με την § 5.2(5)

**Πίνακας 5.8: Ελάχιστες διαστάσεις και αξονική απόσταση ράβδων από επιφάνεια σε *συμπαγείς πλάκες* οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος μίας ή δύο διευθύνσεων απλά εδραζόμενες ή συνεχείς**

Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)				
	πάχος πλάκας $h_s$	αξονική απόσταση $a$ (απλά εδραζόμενες)			αξονική απόσταση $a$ (συνεχείς)
		μίας διεύθυνση	δύο διευθύνσεων		
			$l_y/l_x \leq 1.5$	$1.5 < l_y/l_x \leq 2$	
REI 30	60	10*	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*	10*
REI 90	100	30	15*	20	15*
REI 120	120	40	20	25	20
REI 180	150	55	30	40	30
REI 240	175	65	40	50	40

\* Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη. Σε προεντεταμένες δοκούς χρειάζεται αύξηση της αξονικής απόστασης  $a$  σύμφωνα με την § 5.2(5)

**Πίνακας 5.9: Ανθεκτικότητα σε πυρκαγιά: *μυκητοειδείς πλάκες***

Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)	
	πάχος πλάκας $h_s$	αξονική απόσταση $a$
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

\* Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη.

## Πλάκες με νευρώσεις

### Πλάκες με νευρώσεις *κατά μία διεύθυνση*

Η αντίσταση σε πυρκαγιά πλακών οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος με νευρώσεις κατά μία διεύθυνση μπορεί να θεωρηθεί επαρκής εάν από πλευράς πυρκαγιάς οι μεν νευρώσεις αντιμετωπίζονται σαν δοκοί αμφιέριστες ή συνεχείς και τηρούνται οι ελάχιστες τιμές που δίνονται στους Πίνακες 5.5 & 5.6, τα δε τμήματα των πλακών μεταξύ των νευρώσεων αντιμετωπίζονται σαν συμπαγείς πλάκες απλά εδραζόμενες δύο διευθύνσεων με  $1.5 < l_y/l_x < 2$  και τηρούνται οι ελάχιστες τιμές που δίνονται στον Πίνακα 5.8.

### Πλάκες με νευρώσεις *κατά δύο διευθύνσεις*

Η αντίσταση σε πυρκαγιά πλακών οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος με νευρώσεις κατά δύο διευθύνσεις μπορεί να θεωρηθεί επαρκής εάν πληρούνται αφενός οι τιμές που δίνονται στους Πίνακες 5.10 και 5.11 και αφετέρου κάποιες επιπλέον προϋποθέσεις.

- Οι τιμές στους παραπάνω πίνακες ισχύουν για πλάκες με νευρώσεις που καταπονούνται κυρίως από ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία.

**Πίνακας 5.10: Ελάχιστες διαστάσεις διατομής και αξονική απόσταση ράβδων από επιφάνεια απλά εδραζομένων πλακών οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος με νευρώσεις κατά δύο διευθύνσεις**

Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)					
	Πιθανοί συνδυασμοί του πλάτους $b_{min}$ των νευρώσεων και της αξονικής απόστασης $a$			Πάχος πλάκας $h_s$ και αξονική απόσταση $a$ στα διαστήματα μεταξύ των νευρώσεων		
REI 30	$b_{min} =$	80			$h_s =$	80
	$a =$	15*			$a =$	10*
REI 60	$b_{min} =$	100	120	$\geq 200$	$h_s =$	80
	$a =$	35	25	15*	$a =$	10*
REI 90	$b_{min} =$	120	160	$\geq 250$	$h_s =$	100
	$a =$	45	40	30	$a =$	15*
REI 120	$b_{min} =$	160	190	$\geq 300$	$h_s =$	120
	$a =$	60	55	40	$a =$	20
REI 180	$b_{min} =$	220	260	$\geq 410$	$h_s =$	150
	$a =$	75	70	60	$a =$	30
REI 240	$b_{min} =$	280	350	$\geq 500$	$h_s =$	175
	$a =$	90	75	70	$a =$	40

\* Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη

Σε ράβδους στις κάτω γωνίες νευρώσεων χρειάζεται αύξηση της  $a_{sd}$  ( $a_{sd}=a+10$ )

Σε προεντεταμένες δοκούς χρειάζεται αύξηση της αξονικής απόστασης  $a$  κατά την § 5.2(5)

**Πίνακας 5.11: Ελάχιστες διαστάσεις διατομής και αξονική απόσταση ράβδων από επιφάνεια πλακών οπλισμένου ή προεντεταμένου σκυροδέματος με νευρώσεις κατά δύο διευθύνσεις και με πάκτωση/συνέχεια κατά μία τουλάχιστον πλευρά**

Αντίσταση σε πρότυπη πυρκαγιά	Ελάχιστες διαστάσεις (mm)				
	Πιθανοί συνδυασμοί του πλάτους $b_{min}$ των νευρώσεων και της αξονικής απόστασης $a$				Πάχος πλάκας $h_s$ και αξονική απόσταση $a$ στα διαστήματα μεταξύ των νευρώσεων
REI 30	$b_{min} =$	80			$h_s =$ 80
	$a =$	10*			$a =$ 10*
REI 60	$b_{min} =$	100	120	$\geq 200$	$h_s =$ 80
	$a =$	25	15*	10*	$a =$ 10*
REI 90	$b_{min} =$	120	160	$\geq 250$	$h_s =$ 100
	$a =$	35	25	15*	$a =$ 15*
REI 120	$b_{min} =$	160	190	$\geq 300$	$h_s =$ 120
	$a =$	45	40	30	$a =$ 20
REI 180	$b_{min} =$	310	600		$h_s =$ 150
	$a =$	60	50		$a =$ 30
REI 240	$b_{min} =$	450	700		$h_s =$ 175
	$a =$	70	60		$a =$ 40

\* Συνήθως η απαιτούμενη από το EN 1992-1-1 επικάλυψη είναι μεγαλύτερη

Σε ράβδους στις κάτω γωνίες νευρώσεων χρειάζεται αύξηση της  $a_{sd}$  ( $a_{sd}=a+10$ )

Σε προεντεταμένες δοκούς χρειάζεται αύξηση της αξονικής απόστασης  $a$  κατά την § 5.2(5)



***ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ***

