

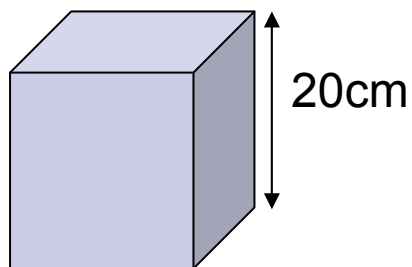
Ημερίδες / ΤΕΕ  
ΤΔΚ - ΤΑΚ

Το νέο Ευρωπαϊκό Πρότυπο  
για το Σκυρόδεμα:  
**ΕΛΟΤ EN 206-1**

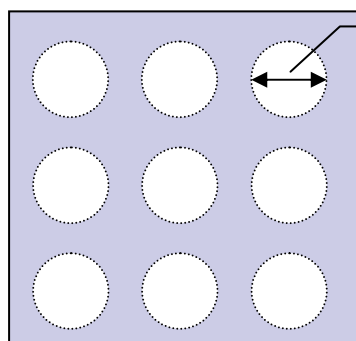
**Νικ. Μαρσέλλος**  
**Πολ. Μηχανικός Ε.Μ.Π.**

**Μάιος, 2011**

# Κανονισμοί Σκυροδέματος



Κυβικά Δοκίμια  
20x20x20 cm



Κόσκινα Κυκλικής Οπής

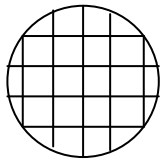
- 3mm
- 5mm
- 7mm

B80		<b>ΠΤΠ-504</b>
B120	+	Σ100
B160		Σ150
<b>B225</b>		Σ200
B300		

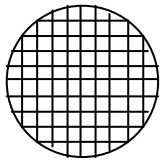
$$\bar{X}_3 \geq 225 \text{Kg/cm}^2$$

$$\bar{X}_3 = \frac{180+225+270}{3} \geq 225 \text{Kg/cm}^2$$

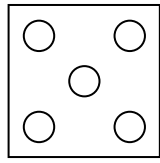
(\*) DIN -1045 (1945) !



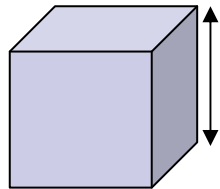
Γερμ.



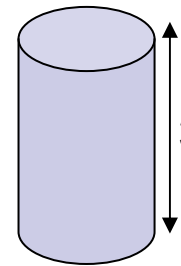
Αμερ.



Ελληνικά



15cm



30cm

15cm

Κυβικά Δοκίμια ή Κυλινδρικά



ΚΤΣ-85

(ΦΕΚ/266/Β/9.5.85)

ΒΔ/54



B225

( $f_{ck}=183$ )

B300

( $f_{ck}=250$ )

ΠΤΠ-504



Σ200

( $f_{ck}=160$ )

Σ250

( $f_{ck}=200$ )

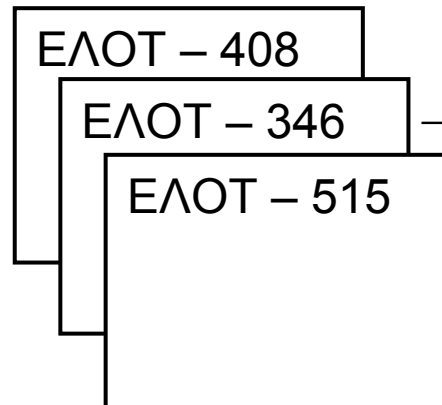


→ (6) δοκίμια από



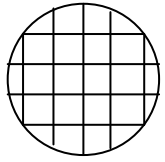
(6) βαρέλες

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{X}_\sigma \geq f_{ck} + 1,40 \cdot s \\ X_i \geq f_{ck} - 2,50 \text{ MPa} \end{array} \right\} +$$

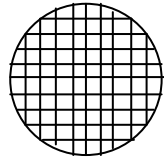


→ «Σχέδια»  
Ελληνικών  
Προτύπων  
(1973-1980) !

Κριτήριο Συμμορφώσεως : A

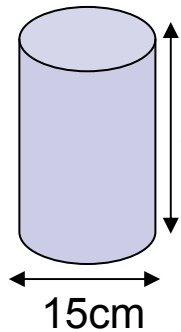


16mm  
Γερμ. σειρά

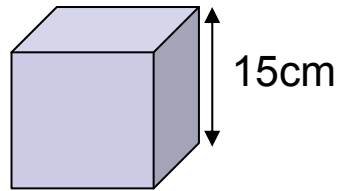


Nº4 (4,75mm)  
Αμερικ. σειρά

**C20/25**



$f_{ck} = 20\text{MPa}$



$f_{ck} = 25\text{MPa}$



(ΦΕΚ/315/Β/17.4.97)

C8/10  
C12/15  
C16/20  
C20/25  
C25/30  
C30/37

+

**Π.Δ./244  
(1980)**  
για τα  
τσιμέντα

I/35

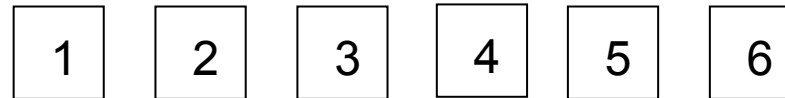
II/35

I/45

II/45

+ SR

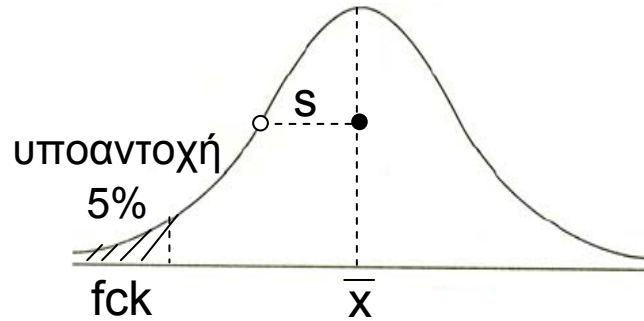
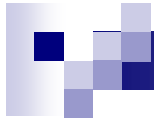
(6) δοκίμια / 150m<sup>3</sup>



1MPa = 1N/mm<sup>2</sup> = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

$$\left. \begin{array}{l} \bar{X}_\sigma \geq f_{ck} + 1,60 \cdot s \\ X_i \geq f_{ck} - 2,00 \text{ MPa} \end{array} \right\} + \min S \geq 1,5 \text{ MPa}$$

Κριτήριο Συμμορφώσεως : A



$$f_a = f_{ck} + 1,64 \cdot s \text{ (Έτοιμο)}$$

$\min S \geq 3,0 \text{ MPa}$



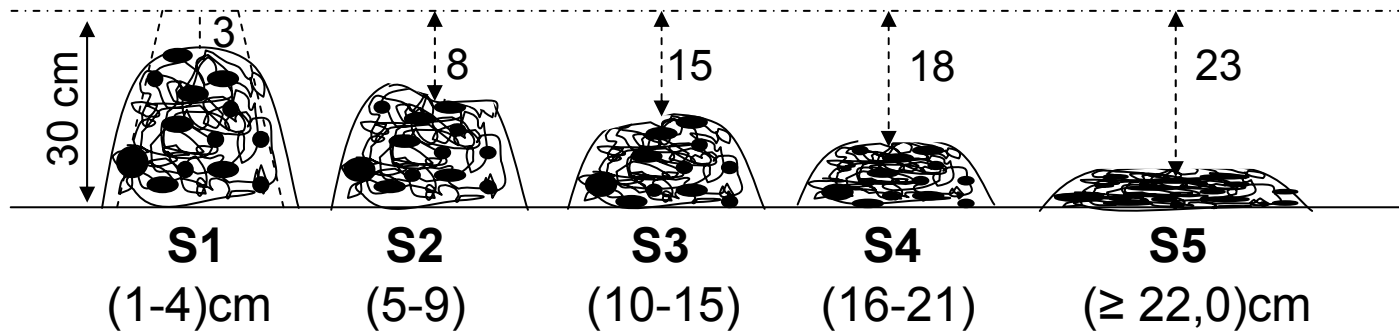
(ΦΕΚ/537/Β/1.5.2002)

C 8/10  
C12/15  
C25/30  
C50/60

Ευρωπαϊκό  
Πρότυπο:  
για τσιμέντα  
**ΕΛΟΤ EN197-1**

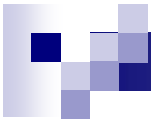
+ I/32,5  
II/32,5  $\left\{ \begin{array}{l} N \\ R \end{array} \right.$   
IV/32,5  
I/42,5  
II/42,5  $\left\{ \begin{array}{l} N \\ R \end{array} \right.$   
IV/42,5

Κατηγορίες Κάθισης: EN 206-1



§11.6

Χρόνοι αφαίρεσης  
ξυλοτύπων βάσει  
κατηγορίας αντοχής  
και όχι «τύπου»  
5



**Και Ξαφνικά ?**

Σήμανση: **CE**  
(υποχρεωτικά/2002)

Σήμανση: **CE**  
(υποχρεωτικά/2008)

Σήμανση: **CE**



**Οδηγία (Ε.Ε.): 89/106**

**Κανονισμός : 305/2011**

ΕΛΟΤ EN 197-1

Τσιμέντα

ΕΛΟΤ EN 12620

Αδρανή

ΕΛΟΤ EN 934-2

Πρόσθετα

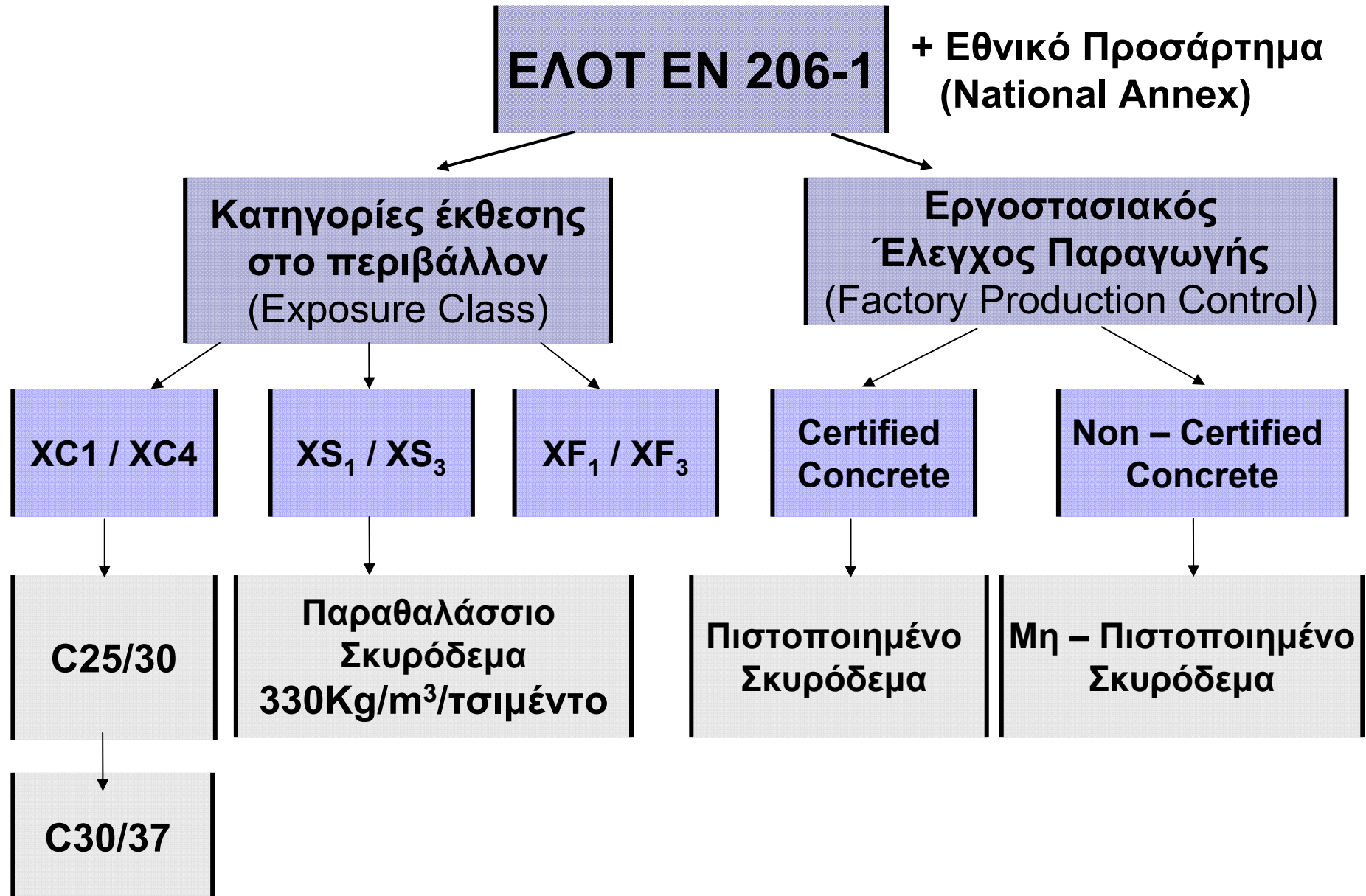
**ΕΛΟΤ EN 206-1**

(2000)

(ΕΕ) / ισχύς από 2004 !!!

(ΕΛΟΤ)

ΕΛΛΑΣ : υπό σύνταξη το  
Εθνικό Προσάρτημα  
(Τελικό ΣΧΕΔΙΟ)/ΕΛΟΤ



## EN 206-1

- Πρώτες ύλες
- Κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον
- Εργοστασιακός έλεγχος παραγωγής
- Έλεγχοι νωπού / σκληρυμένου σκυροδέματος
- Επανελέγχοι (πυρήνες)
- Κριτήρια συμμορφώσεως
- Παραγωγή σκυροδέματος
- Μεταφορά σκυροδέματος

## EN 13670-1

- Διάστρωση σκυροδέματος
- Συμπύκνωση σκυροδέματος
- Συντήρηση σκυροδέματος
- Ξεκαλούπωμα
- Κατασκευαστικές λεπτομέρειες στην κατασκευή (αρμοί κτλ.)



(δεν έχει εκδοθεί η υποχρεωτική εφαρμογή)





# ΕΛΟΤ EN 206-1

---

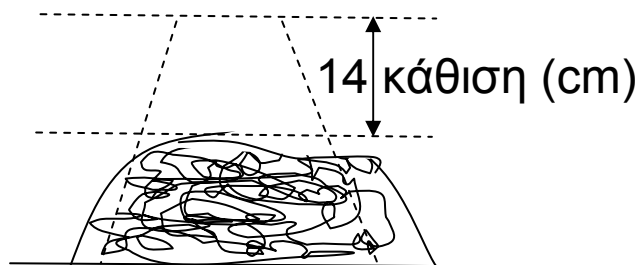
## Κατηγορίες Αντοχής

- C8/10
- C12/15
- C16/20
- C20/25
- **C25/30** → Ελάχιστες κατηγορίες αντοχής (XC3)
- **C30/37** → Παραθαλάσσιο σκυρόδεμα (XS<sub>1</sub>) + **330Kg/m<sup>3</sup>** τσιμέντο
- C35/45
- C40/50
- C50/60
- C60/75
- ⋮
- C100/115

# Κατηγορίες Κάθισης / Συνεκτικότητας

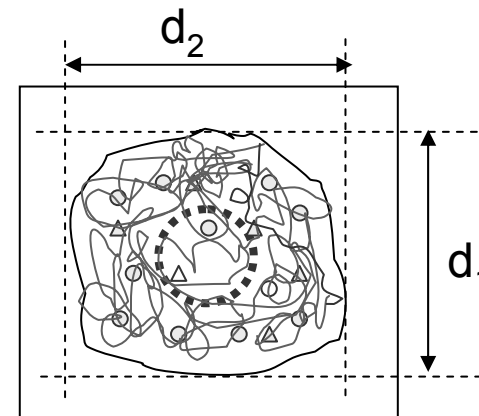
## Κατηγορίες Κάθισης (slump classes)

- S1 ( 10 - 40) mm
- S2 ( 50 - 90) mm
- S3 (100-150) mm
- S4 (160-210) mm
- S5 (  $\geq 210$ ) mm



## Κατηγορίες Εξάπλωσης (flow classes)

- F1 (  $\leq 340$ ) mm
  - F2 (350-410) mm
  - F3 (420-460) mm
  - F4 (490-550) mm
  - F5 (560-620) mm
  - F6 (  $\geq 630$ ) mm
- } Αυτο-συμπυκνούμενο σκυρόδεμα



$$F = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

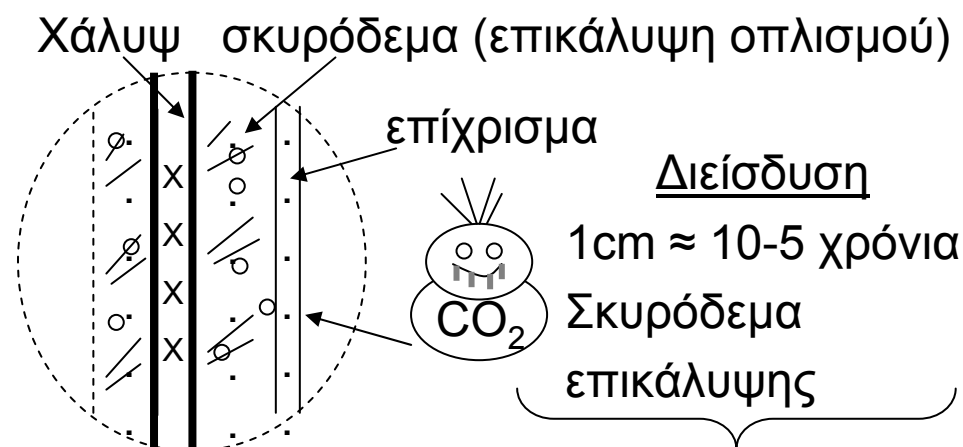
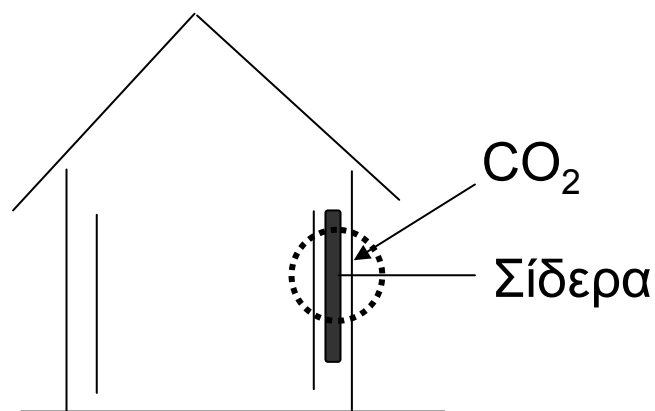
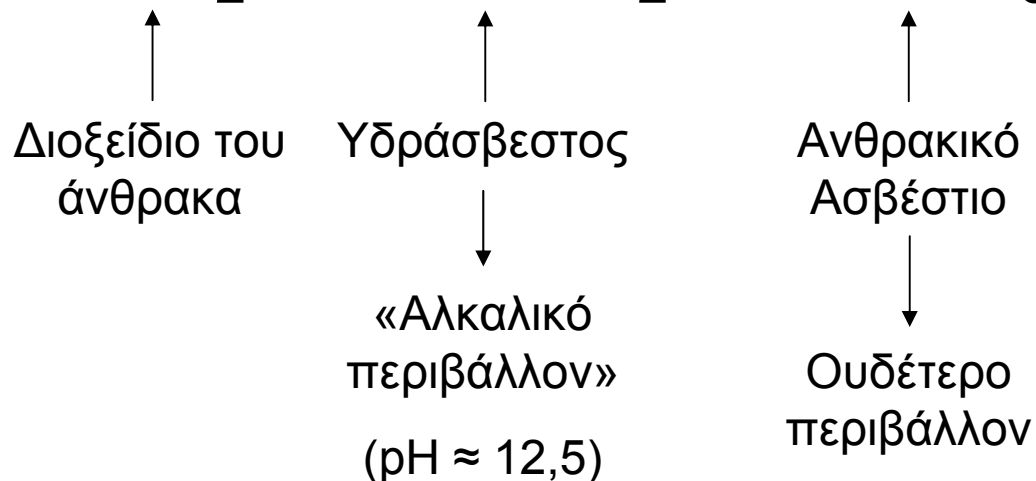
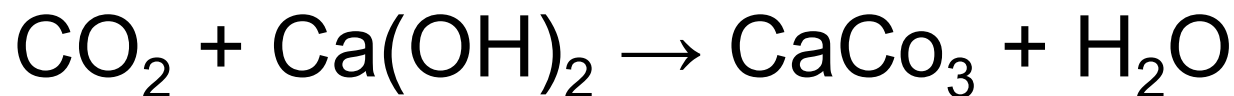
# Κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον

## (Exposure classes)

	Κίνδυνος Ενανθράκωσης				Διάβρωση από χλωριόντα			Επίθεση από ψύξη/απόψυξη		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XF1	XF2	XF3
Μέγιστος N/T			0,55	0,50	0,50					
Ελάχιστη κατηγορία αντοχής			C25/30	C30/37	C25/30 ή C30/37	(*)				
Ελάχιστη περιεκτότητα τσιμέντου			280	300* (320)	<b>330</b>	}				
Επικάλυψη (*) mm			40	45	45	}				

(\*) Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα (ΕΛΟΤ/ΣΧΕΔΙΟ – Μάιος/2008)

# Ενανθράκωση (Carbonation) (α)



Αν αυξήσω: **+ 5 mm** την επικάλυση → κερδίζω **≈ + 20 χρόνια** 12

# Ενανθράκωση (Carbonation) (β)

Το υδροξείδιο του αβεστίου ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), που υπάρχει μέσα στο σκυρόδεμα, δημιουργεί **«αλκαλικό περιβάλλον»** και **προστατεύει** τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος από τη **διάβρωση**.

Αν το  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , «μετατραπεί» σε  $\text{CaCO}_3$ , τότε το **pH** μειώνεται σταδιακά από: 12,5 ... σε 11,0 και μετά σε **pH=9,0**, οπότε ξεκινάει η διάβρωση των χαλύβων.

- Όσο μεγαλύτερο το πάχος επικάλυψης (π.χ. 35-40mm) τόσο περισσότερα χρόνια θα χρειαστούν για τη προσβολή των χαλύβων.
- Όσο λιγότερο **Νερό** έχει το σκυρόδεμα, με **χαμηλότερο λόγο N/T π.χ. 0,50-0,55**, τόσο πιο δύσκολα διεισδύουν οι διαβρωτικοί παράγοντες (χλωριόντα, θειϊκά κ.λ.π.)



# Ενανθράκωση (Carbonation) ( $\gamma$ )

**Άρα:**

Για να έχω καλύτερη συμπεριφορά του σκυροδέματος χρειάζεται να έχω:

1. Χαμηλό λόγο :  $N/T \leq 0,50 - 0,55$ , και άρα
2. Μεγάλη κατηγορία αντοχής : C25/30 ή C30/37
3. Ελάχιστη περιεκτικότητα τσιμέντου  $\geq 300-330 \text{ Kg/m}^3$
4. Καλή συμπύκνωση + Συντήρηση
5. Μεγάλη επικάλυψη οπλισμού  $\geq 35 - 40 \text{ mm}$



# Αυτά μπορώ να τα πετύχω:

1. Με χρήση υπερρρευστοποιητών (4<sup>ης</sup> γενιάς), οι οποίοι θα προστεθούν στο σκυρόδεμα με χαμηλό λόγο: Νερό/Τσιμέντο (N/T): 0,50-0,55 και θα διατηρήσουν την εργασιμότητα του υψηλή, π.χ.  $S_4 \approx 18-20\text{cm}$
2. Με σχεδιασμό στη μελέτη και κατηγορίες αντοχής  $\geq \text{C25/30}$  ή  $\text{C30/37}$  που «αυτόματα» θα έχω, αν υιοθετήσω το λόγο  $(N/T) \leq 0,50-0,55$ , και τσιμέντο  $\geq 300-330\text{Kg/m}^3$
3. Καλή συμπύκνωση, λόγω υψηλού εργασίμου ( $S_4$ )
4. Καλή συντήρηση, με μεμβράνες συντήρησης
5. Μεγάλη επικάλυψη οπλισμού  $\geq 35-40\text{mm}$   
ή/και χρήση ασβεστο-επιχρισμάτων (+20 χρόνια)



# Παραθαλάσσιο Σκυρόδεμα

Κατηγορία έκθεσης: **XS1** (1,0Km ή 1,5Km από την παραλία (\*\*))

- Κίνδυνοι διάβρωσης των χαλύβων από χλωριόντα (Cl<sup>-</sup>)
- Προστατευτικά μέτρα:
  - Μέγιστος λόγος: **0,50**
  - Χρήση τσιμέντων: **τύπου II ή IV\***
  - Ελάχιστη κατηγορία αντοχής **≥ C25/30**
  - Επικάλυψη οπλισμού **≥ 40-45mm**
  - Καλή συμπύκνωση + συντήρηση

(\*) Αν χρησιμοποιηθούν τσιμέντα τύπου: **I**, το Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα (ΣΧΕΔΙΟ), ζητάει αντοχή **≥ C30/37**



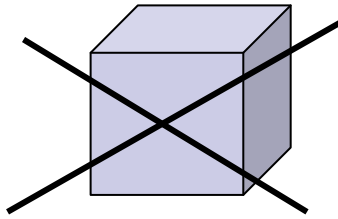
# Κριτήρια Συμμορφώσεως

- Πιστοποιημένο σκυρόδεμα

$$\bar{X}_n \geq f_{ck} + 1,48 \cdot \sigma$$

$$X_i \geq f_{ck} - 4,00 \text{ MPa}$$

Όχι υποχρέωση  
Δοκιμών στο Έργο



- Μη – πιστοποιημένο σκυρόδεμα (\*)

(\*) Από το Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα (ΣΧΕΔΙΟ), προτείνεται να ισχύσουν περίπου τα ίδια κριτήρια συμμορφώσεως του : ΚΤΣ-97,

**και υποχρεωτικά (6) δοκίμια στο Έργο / 150m<sup>3</sup>**



# Συμπεράσματα

---

1. Χρήση λόγου:  $N/T \leq 0,50-0,55$
2. Χρήση υπερρευστοποιητικών
3. Χρήση τσιμέντου τύπου: II ή IV
4. Ελάχιστη κατηγορία αντοχής  $\geq C25/30$  ή  $C30/37$
5. Επιμέλεια στη συμπύκνωση + συντήρηση
6. Ελάχιστη περιεκτικότητα τσιμέντου  $\geq 300-330\text{Kg/m}^3$
7. Χρήση επιχρισμάτων



# ΙΣΧΥΣ ?

---

- **Πιθανή αναθεώρηση: “ΚΤΣ – 2011”**
- **Χρήση υλικών με Σήμανση: CE (άμεσα)**
- **Δημοσίευση από ΕΛΟΤ του EN 206-1  
+ Εθνικό Προσάρτημα (τελικό)  
εντός του 2011?**

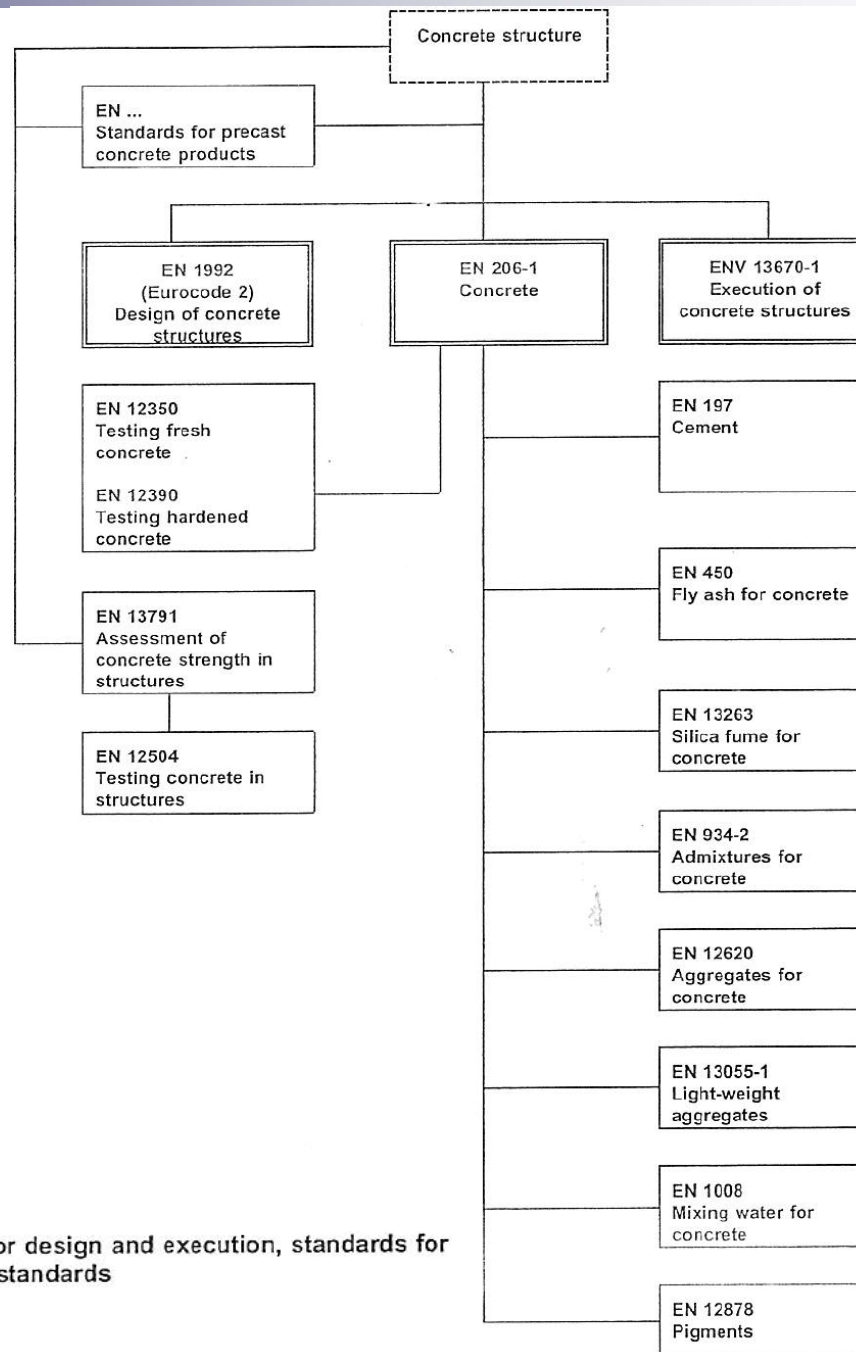


Figure 1 - Relationships between EN 206-1 and standards for design and execution, standards for constituent materials and test standards



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ  
ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

(1<sup>η</sup>)/ Ν. Μαρσέλλος (19/4/2011)