



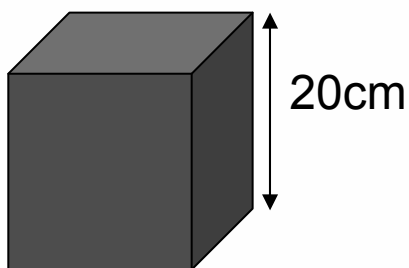
**Το νέο Ευρωπαϊκό Πρότυπο
για το Σκυρόδεμα:
ΕΛΟΤ EN 206-1**

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

Μάρτιος 2012



Κανονισμοί Σκυροδέματος



Κυβικά Δοκίμια
20x20x20 cm



B80

ΠΤΠ-504

B120 +

Σ100

B160

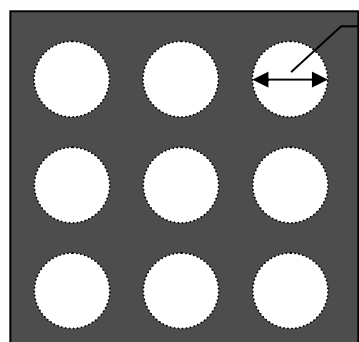
Σ150

B225

Σ200

B300

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

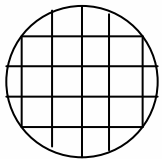


- 3mm
- 5mm
- 7mm

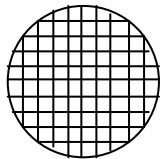
Κόσκινα Κυκλικής Οπής

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

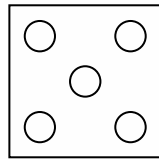
(*) DIN -1045 (1945) !
2



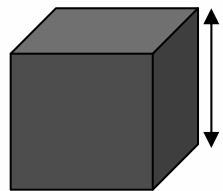
Γερμ.



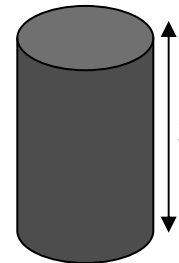
Αμερ.



Ελληνικά



15cm



30cm

15cm

Κυβικά Δοκίμια ή Κυλινδρικά

1

2

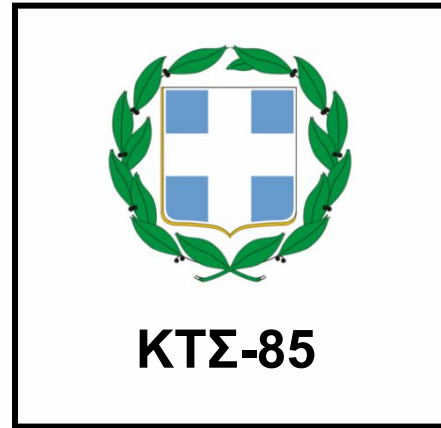
3

4

5

6

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

Κριτήριο Συμμορφώσεως : A

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



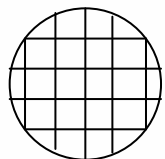
(6) βαρέλες

ΕΛΟΤ - 408

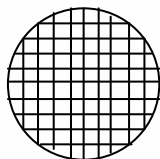
ΕΛΟΤ - 346

ΕΛΟΤ - 515

«Σχέδια»
Ελληνικών
Προτύπων
(1973-1980) !



16mm
Γερμ. σειρά



Nº4 (4,75mm)
Αμερικ. σειρά



(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

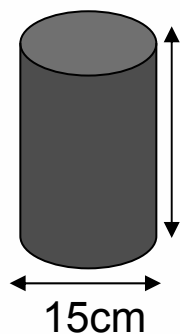
I/35

II/35

I/45

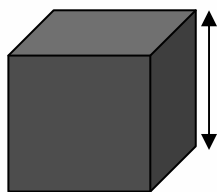
II/45

+ SR



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

C20/25



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

(6) δοκίμια / 150m³

1

2

3

4

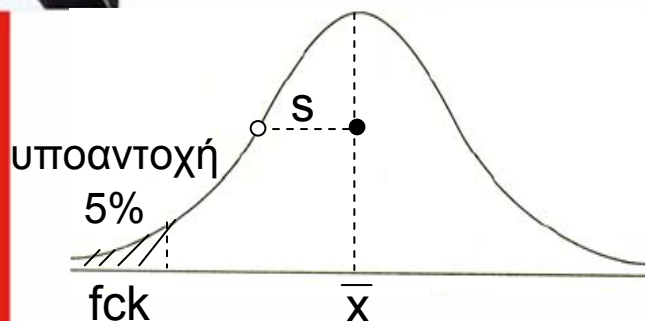
5

6

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

Κριτήριο Συμμορφώσεως : A

1MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²



$$f_a = f_{ck} + 1,64 \cdot s \text{ (Έτοιμο)}$$
$$\min S \geq 3,0 \text{ MPa}$$



ΚΤΣ-97

**Προσαρμογή:
2002**

(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

IV/32,5

N

R

I/42,5

II/42,5

IV/42,5

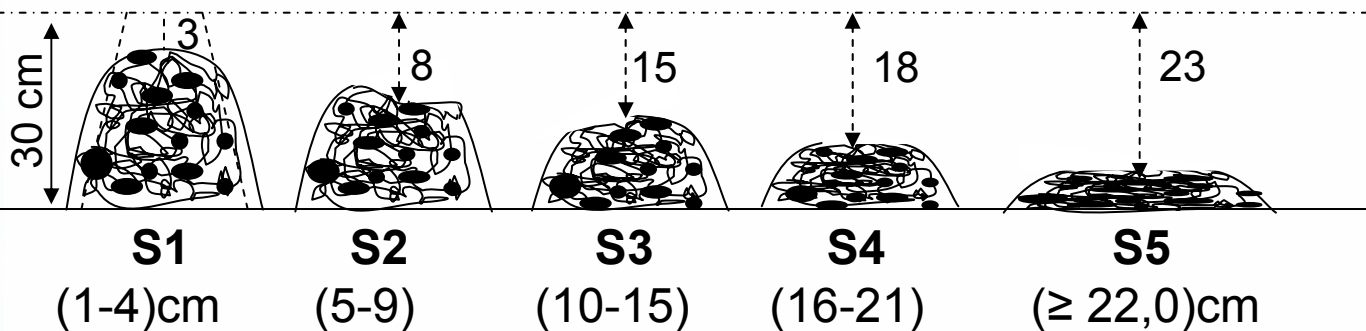
N

R

§11.6

Χρόνοι αφαίρεσης
ξυλοτύπων βάσει
κατηγορίας αντοχής
και όχι «τύπου»

Κατηγορίες Κάθισης: EN 206-1





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)

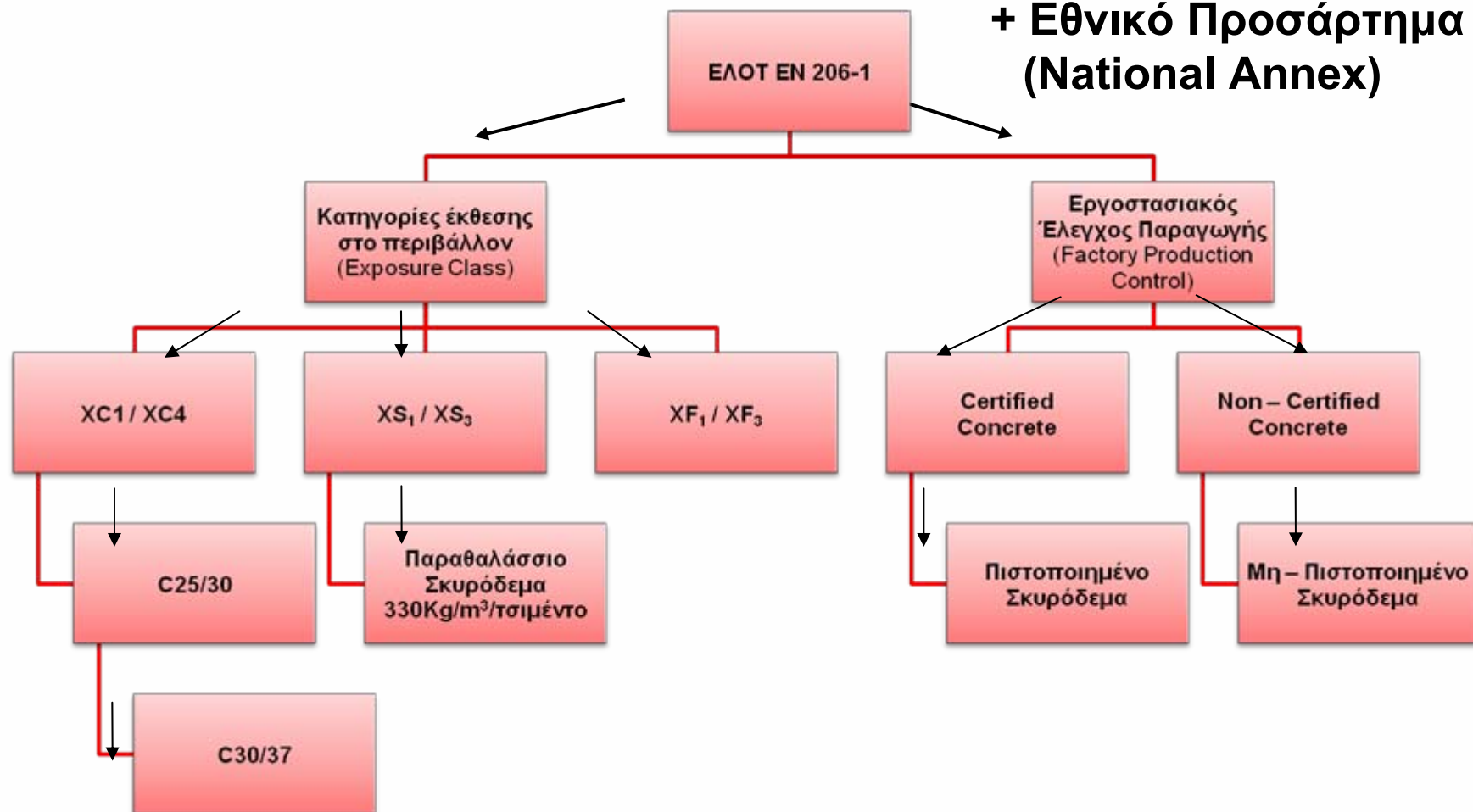
(ΕΕ) / ισχύς από 2004 !!!

(ΕΛΟΤ)

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



**+ Εθνικό Προσάρτημα
(National Annex)**





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

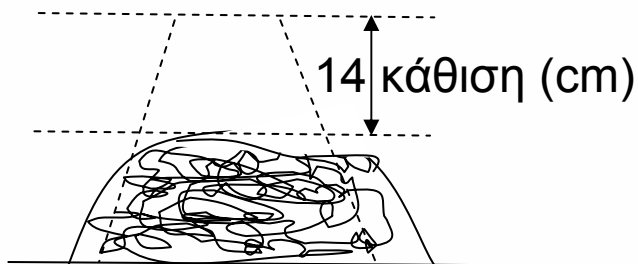
- C8/10
- C12/15
- C16/20
- C20/25
- **C25/30** → Ελάχιστες κατηγορίες αντοχής (XC3)
- **C30/37** → Παραθαλάσσιο σκυρόδεμα (XS₁) + **330**Kg/m³ τσιμέντο
- C35/45
- C40/50
- C50/60
- C60/75
- ⋮
- C100/115



Κατηγορίες Κάθισης / Συνεκτικότητας

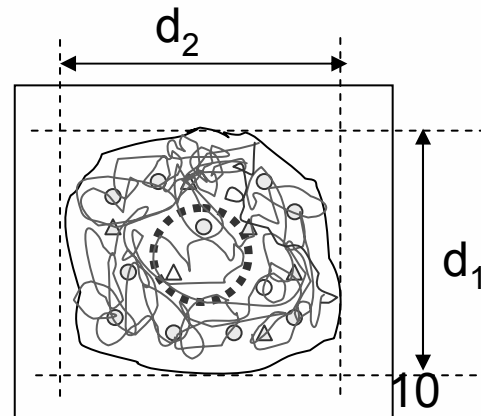
Κατηγορίες Κάθισης (slump classes)

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



Κατηγορίες Εξάπλωσης (flow classes)

- F1 (≤ 340) mm
 - F2 (350-410) mm
 - F3 (420-460) mm
 - F4 (490-550) mm
 - F5 (560-620) mm
 - F6 (≥ 630) mm
- Αυτο-συμπυκνούμενο σκυρόδεμα



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



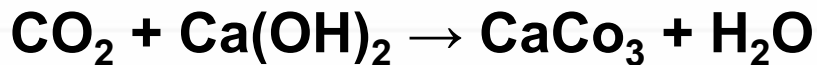
Κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον (Exposure classes)

«Κίνδυνοι» «Όπλα» ↓	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)	330					
Επικάλυψη (*) mm			40	45	45					

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



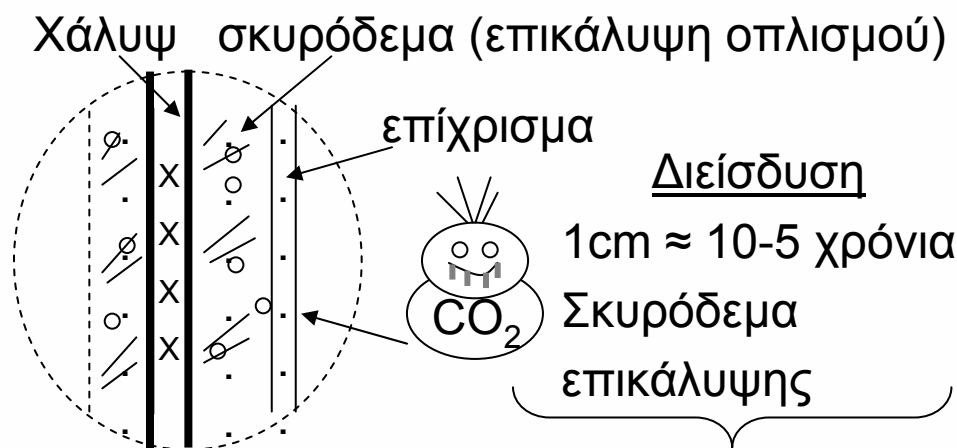
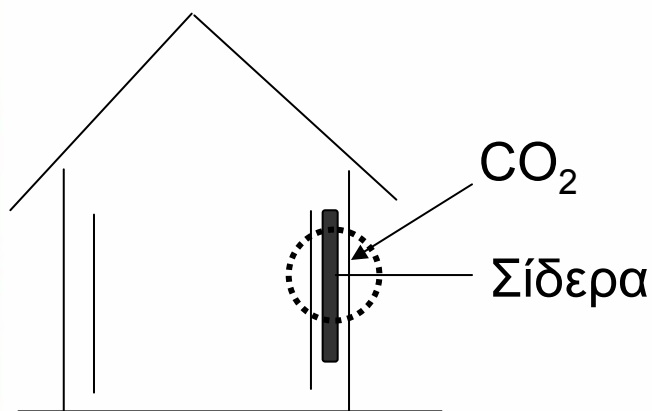
Ενανθράκωση (Carbonation) (α)



↑
Διοξείδιο του
άνθρακα

↑
Υδράσβεστος
↓
«Αλκαλικό
περιβάλλον»
(pH ≈ 12,5)

↑
Ανθρακικό
Ασβέστιο
↓
Ουδέτερο
περιβάλλον



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



Ενανθράκωση (Carbonation) (β)

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

Αν το Ca(OH)_2 , «μετατραπεί» σε CaCO_3 , τότε το pH μειώνεται σταδιακά από: 12,5 ... σε 11,0 και μετά σε $\text{pH}=9,0$, 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, θειικά κ.λ.π.)



Ενανθράκωση (Carbonation) (γ)

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 υπερρευστοποιητών (4^{ης} 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 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 συμπίκνωση, 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⁻)
- 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**



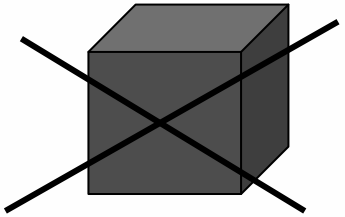
Κριτήρια Συμμορφώσεως

- 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 / 150m³



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?

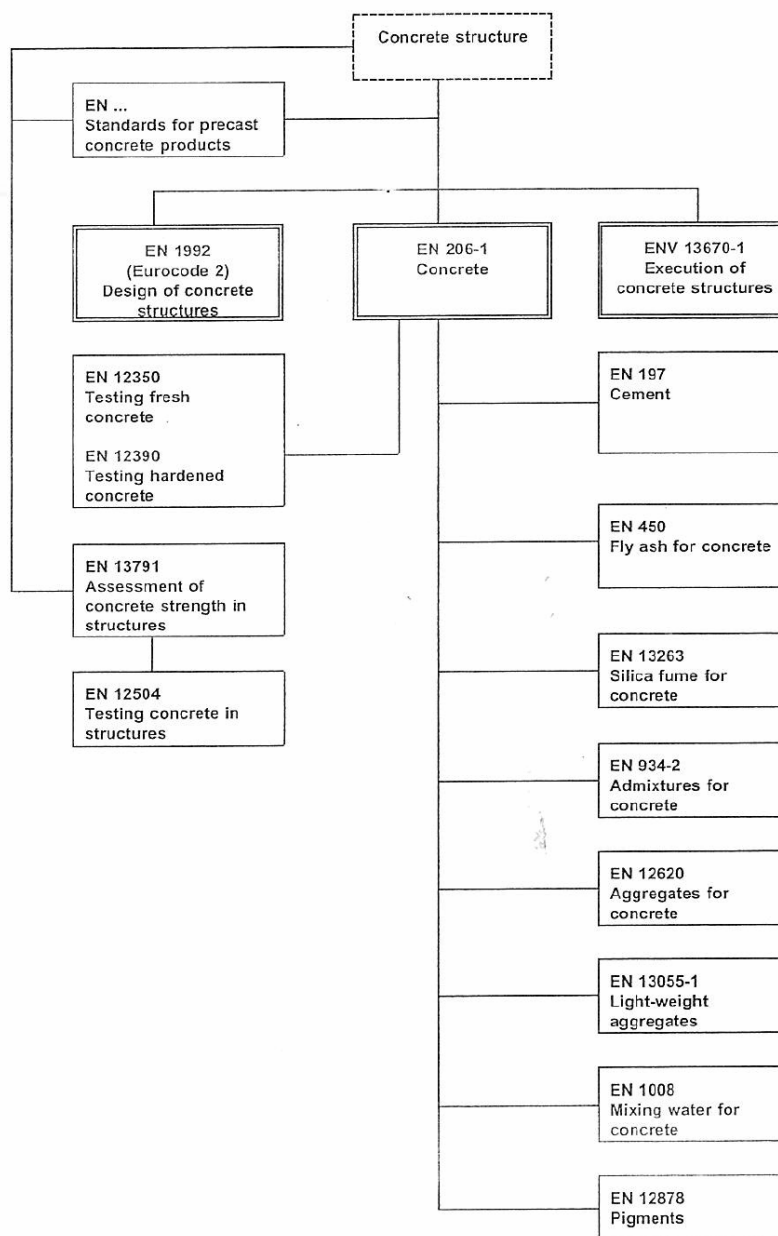


Figure 1 - Relationships between EN 206-1 and standards for design and execution, standards for constituent materials and test standards



Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας!