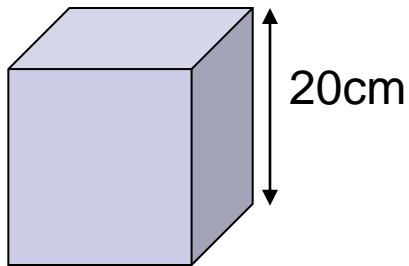


**Το νέο Ευρωπαϊκό Πρότυπο
για το Σκυρόδεμα:
ΕΛΟΤ EN 206-1**

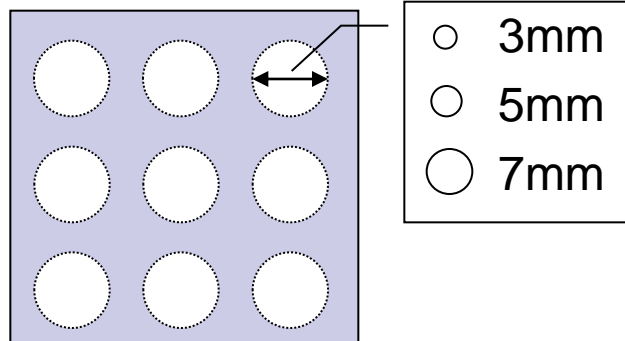
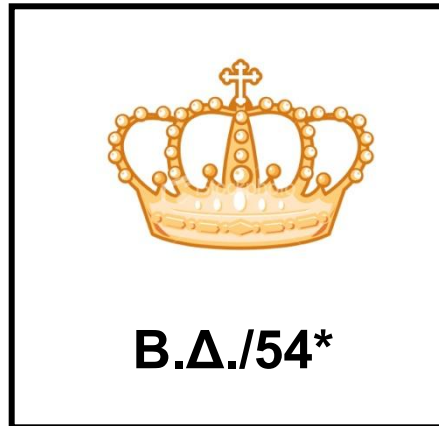
Νικ. Μαρσέλλος
Πολ. Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Μάιος, 2011

Κανονισμοί Σκυροδέματος



Κυβικά Δοκίμια
20x20x20 cm



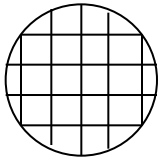
Κόσκινα Κυκλικής Οπής

B80		ΠΤΠ-504
B120	+	Σ100
B160		Σ150
B225		Σ200
B300		

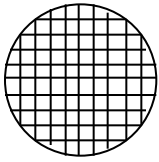
$$\bar{X}_3 \geq 225 \text{Kg/cm}^2$$

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

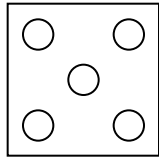
(*) DIN -1045 (1945) !



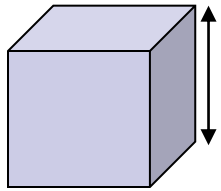
Γερμ.



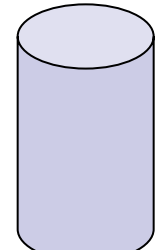
Αμερ.



Ελληνικά



15cm



30cm

15cm



ΚΤΣ-85

(ΦΕΚ/266/Β/9.5.85)

ΒΔ/54



B225

($f_{ck}=183$)



B300

($f_{ck}=250$)



ΠΤΠ-504



Σ200

($f_{ck}=160$)

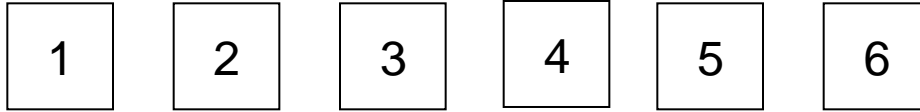


Σ250

($f_{ck}=200$)

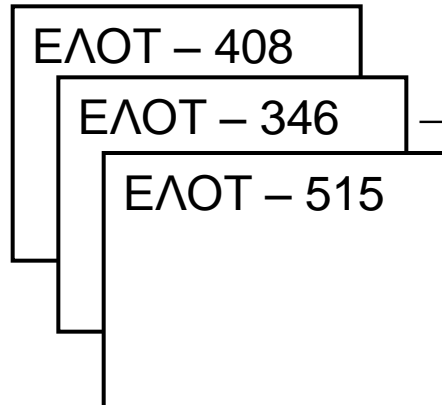


Κυβικά Δοκίμια ή Κυλινδρικά



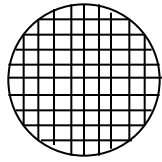
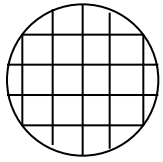
→ (6) δοκίμια από
(6) βαρέλες

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



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

Κριτήριο Συμμορφώσεως : A



16mm
Γερμ. σειρά

N°4 (4,75mm)
Αμερικ. σειρά



(ΦΕΚ/315/B/17.4.97)

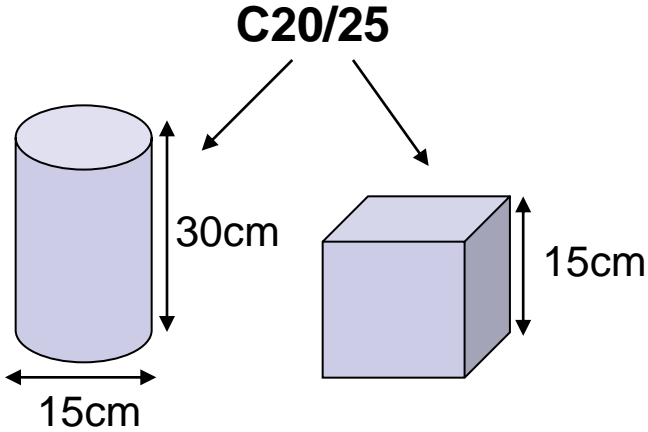
C8/10
C12/15
C16/20 +
C20/25
C25/30
C30/37

Π.Δ./244
(1980)
για τα
τσιμέντα

I/35
II/35

I/45
II/45

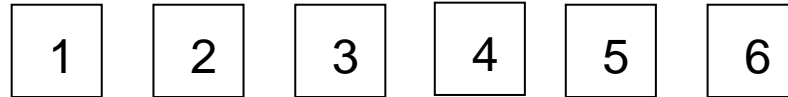
+ SR



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

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

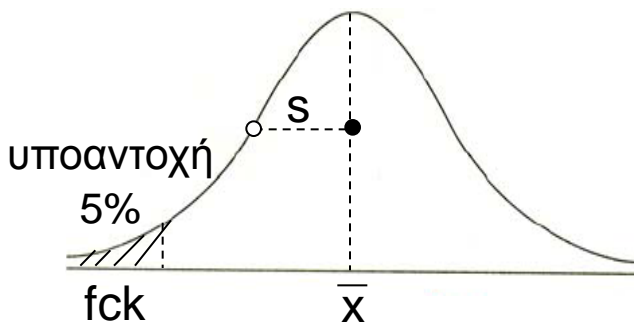
(6) δοκίμια / 150m³



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

1MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

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
IV/32,5

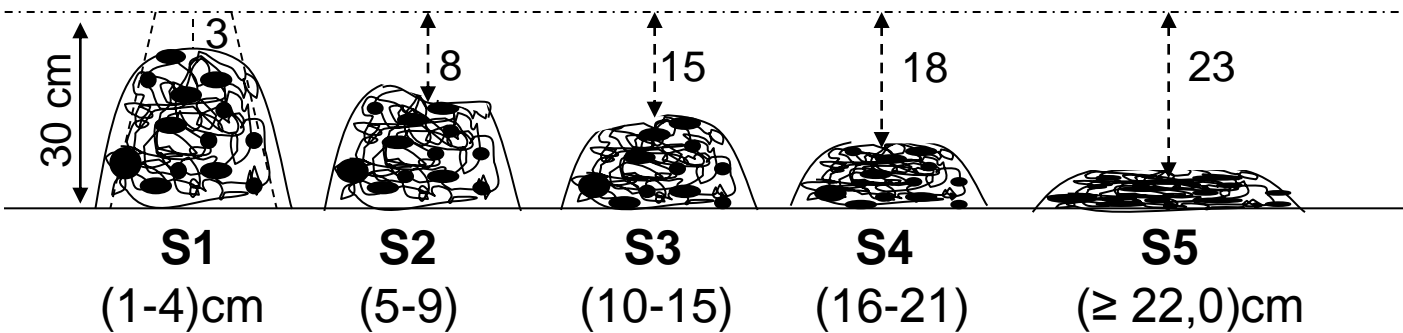
N
R

+

I/42,5
II/42,5
IV/42,5

N
R

Κατηγορίες Κάθισης: EN 206-1



§11.6

Χρόνοι αφαίρεσης
ξυλοτύπων βάσει
κατηγορίας αντοχής
και όχι «τύπου»

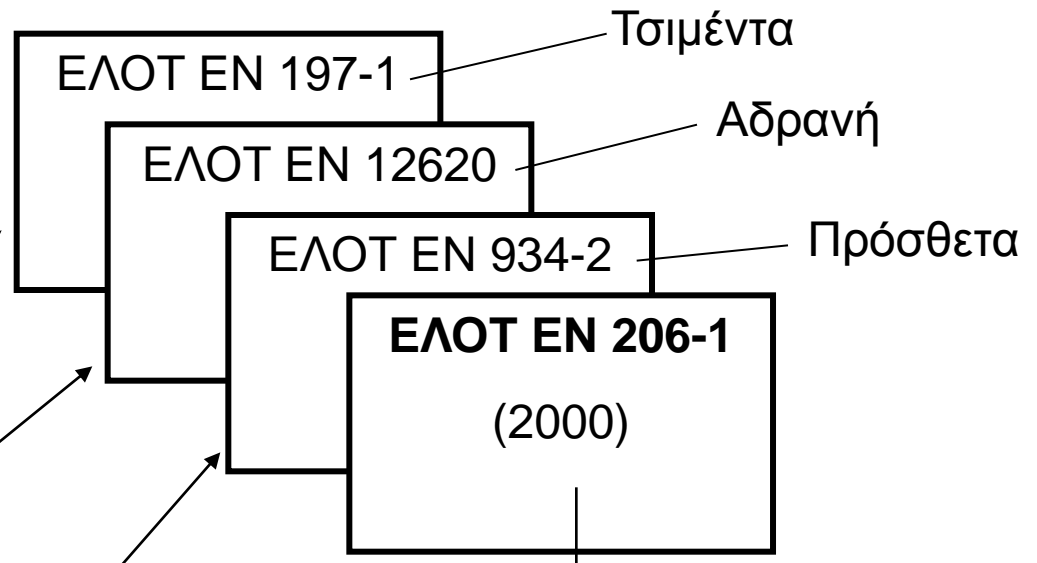


Και Ξαφνικά ?

Σήμανση: **CE**
(υποχρεωτικά/2002)

Σήμανση: **CE**
(υποχρεωτικά/2008)

Σήμανση: **CE**



(ΕΕ) / ισχύς από 2004 !!!

(ΕΛΟΤ)

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

Οδηγία (Ε.Ε.): 89/106

Κανονισμός : 305/2011

ΕΛΟΤ EN 206-1

+ Εθνικό Προσάρτημα
(National Annex)

Κατηγορίες έκθεσης
στο περιβάλλον
(Exposure Class)

Εργοστασιακός
Έλεγχος Παραγωγής
(Factory Production Control)

XC1 / XC4

XS₁ / XS₃

XF₁ / XF₃

Certified
Concrete

Non – Certified
Concrete

C25/30

Παραθαλάσσιο
Σκυρόδεμα
330Kg/m³/τσιμέντο

Πιστοποιημένο
Σκυρόδεμα

Μη – Πιστοποιημένο
Σκυρόδεμα

C30/37

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

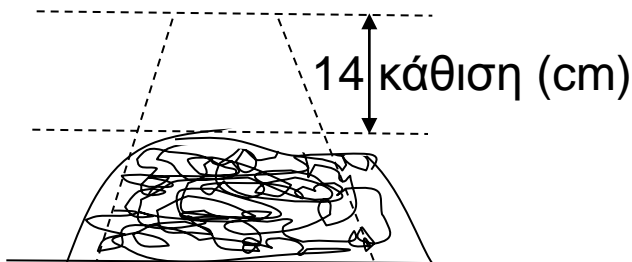
Κατηγορίες Αντοχής

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

Κατηγορίες Κάθισης / Συνεκτικότητας

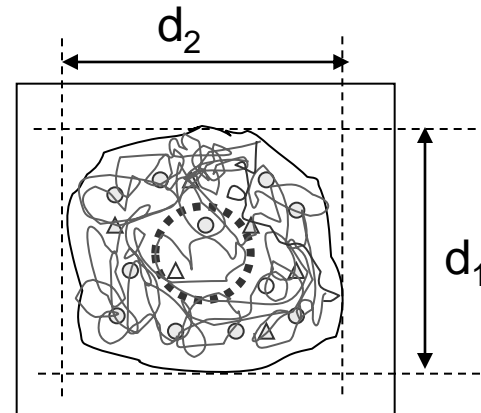
Κατηγορίες Κάθισης (slump classes)

- 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



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

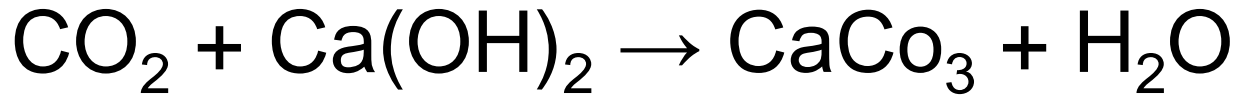
Κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον

(Exposure classes)

	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)

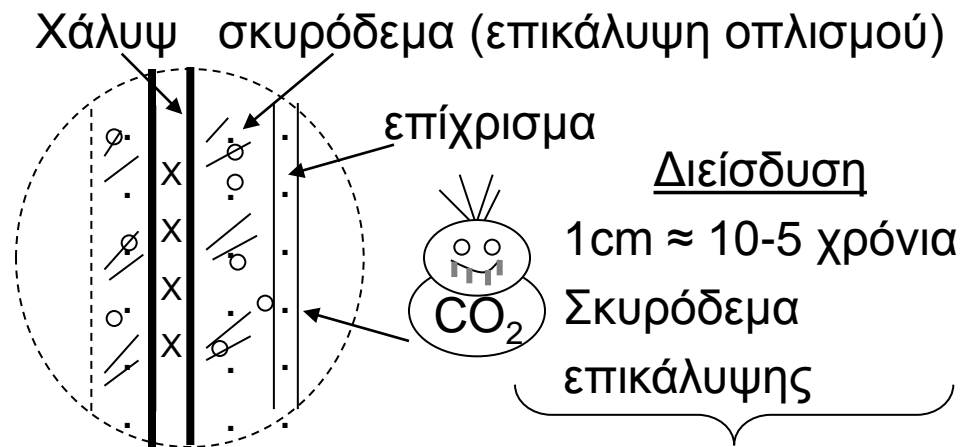
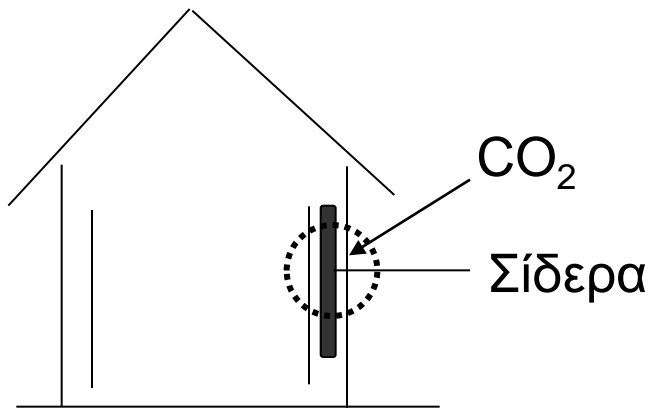
Ενανθράκωση (Carbonation) (α)



↑
Διοξείδιο του
άνθρακα

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

↑
Ανθρακικό
Ασβέστιο
↓
Ουδέτερο
περιβάλλον



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

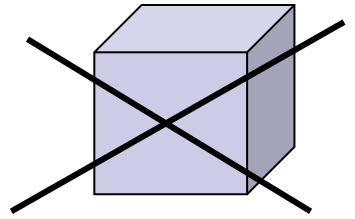
Κριτήρια Συμμορφώσεως

- 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 – 2001”
- Χρήση υλικών με Σήμανση: CE (άμεσα)
- Δημοσίευση από ΕΛΟΤ του EN 206-1 + Εθνικό Προσάρτημα (τελικό) εντός του 2011?

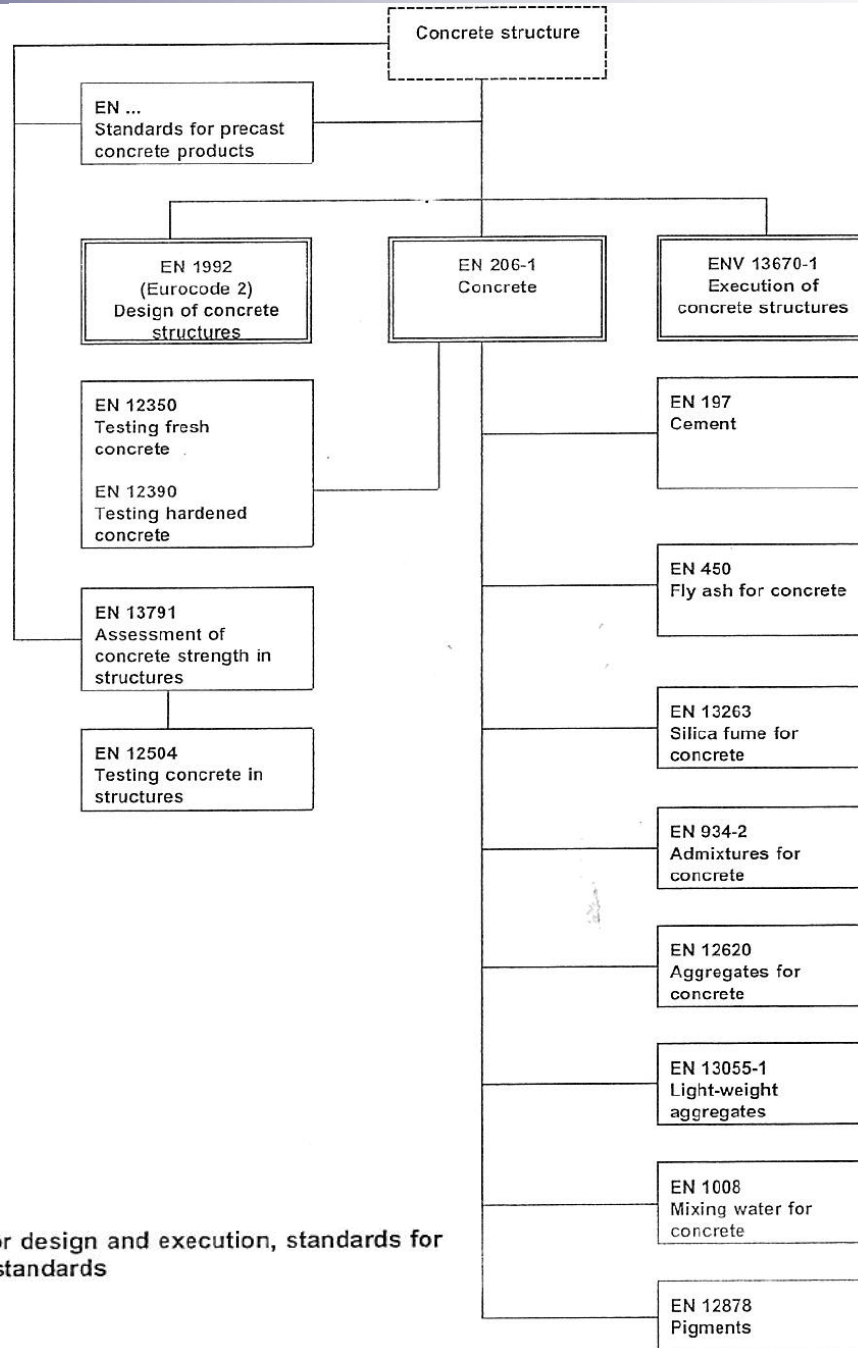


Figure 1 - Relationships between EN 206-1 and standards for design and execution, standards for constituent materials and test standards

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ
ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

(1^η)/ Ν. Μαρσέλλος (19/4/2011)