

**ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΕΚΔΗΛΩΣΗ ΣΑΤΕ
ΓΙΑ ΤΟΝ ΝΕΟ
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΚΤΣ-2016**

Αθήνα, 11 Μαΐου 2017

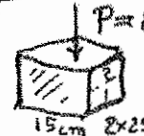
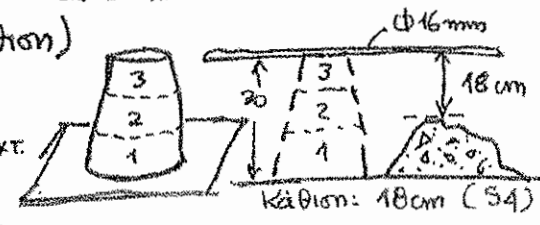
Εισηγητής:

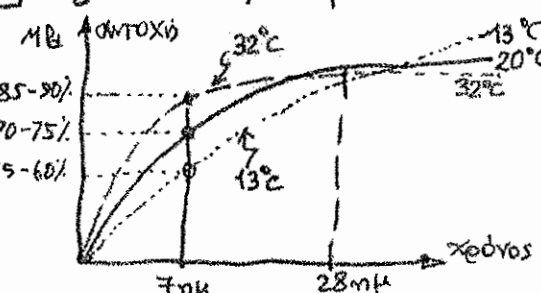
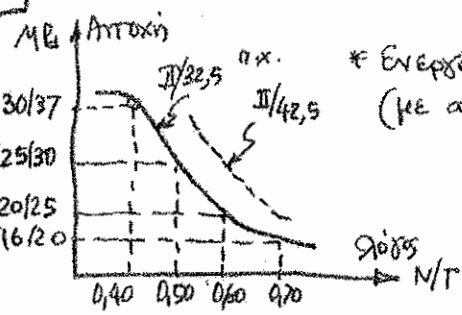
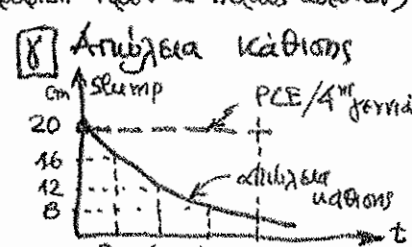
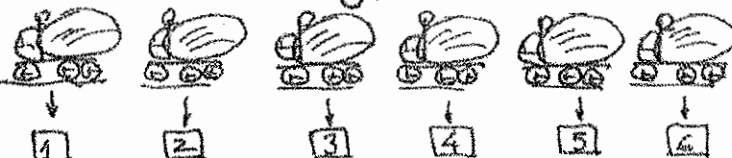
Νίκος Μαρσέλλος Πολ. Μηχ.

Μέλος Επιτροπής συντάξεως ΚΤΣ και ΜΕΤΣ/ΚΕΔΕ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Περιληπτικό τρισέλιδο για τον ΚΤΣ-2016
2. Σημειώσεις για το σκυρόδεμα:
 1. Κατηγορίες κάθισης
 2. Κύριες ιδιότητες του σκυροδέματος
 3. Προβλήματα στο εμφανές σκυρόδεμα και η αντιμετώπισή τους
 4. Η ανθεκτικότητα (Durability) του σκυροδέματος
 5. Η στατιστική αξιολόγηση αποτελεσμάτων: ACI-214
3. Διάγραμμα για το σκυρόδεμα
4. Σκίτσο με τις κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον
5. Σκίτσο για το Εργοστασιακό Σκυρόδεμα
6. ΚΤΣ-2016: Ευκαιρία ή απειλή;
7. Ελληνο-Αγγλική τεχνική ορολογία

Νικ. Μαρσέλλος Πορ. Μηχ. ΕΜΠ	Σκυρόδεμα		Τεχν. Φύλλο: 1 - 1/3 -
nikos-marsellos@gmail.com	Concrete		Ημερομηνία: 8.4.2017
1	Κανονισμοί (Regulations)	ΚΤΣ-2016 (ΦΕΚ/1561/Β/2.6.2016), ΚΤΣ-97 Β' (ΦΕΚ/4007/Β/14.12.2016) (για τα παλαιά Έεδα)	
2	Πρότυπα (Standards, Norms)	ΕΛΟΤ ΕΝ 206-1 + Εθνικό Πρόσκληση (Εγκλη: 2011) ΕΛΟΤ ΕΝ 12620 (Αθρανή), ΕΛΟΤ ΕΝ 934-2 (Πρόσδετα) (Υπάρχουν και τα παλαιά Σχέδια Προτύπων των ΕΛΟΤ, στα οποία παρέπεμπε ο ΚΤΣ-97: ΕΛΟΤ 346, ΕΛΟΤ 515, ΕΛΟΤ 517, κ.λ.π.)	
3	Τεχνικές Προδιαγραφές (Specifications)	ΕΤΕΠ, από: ΕΛΟΤ (ΦΕΚ/2221/Β/30.7.2012), 440 αν. Έχει ανασχεδιάσει η υποχρεωτική ισχύς από: 59 ΕΤΕΠ. Καταχωρός ΕΤΕΠ: ΠΙΛΕ: www.sate.gr (Υπο Ανανέωση)	
4	Μέθοδοι Ελέγχου (Test methods)	ΕΛΟΤ ΕΝ 12350: Δοκιμές νωπού σκυρτός (δυσκ., slump) ΕΛΟΤ ΕΝ 12390: Δοκιμές σκληρυμένου σκυρτός (δοκιμια) ΕΛΟΤ ΕΝ 13791: Εκτίμηση επι-ζώνων θλιπτικής αντοχής, κ.λ.π. (Υπάρχουν και τα παλαιά: ΣΚ-303, ΣΚ-304, κ.λ.π., των ΚΕΔΕ/ΥΠΕΧΣΔΕ) (στα οποία παραπέμπει ο ΚΤΣ-97.)	
5	Τεχνικά Χαρακτηριστικά σκυροδέματος 5 Ιδιότητες ... • exposure classes • compressive strength • workability • unit weight • concrete temperature • air-content	Α Κατηγορίες Έκθεσης στο Περιβάλλον + Αντικτήσεις Πίνακας: B2-7 , σελ. 18091 (exposure classes) ... XC3, XC4, ..., XS1 • Μέγιστος λόγος: $N/T \leq 0,50 - 0,55$ (ένεργος) • Min κατ. Αντοχής: $C25/30 \rightarrow C30/37$ • Min περ. Τσιμεντών: $T > 310 - 320 \text{ kg/m}^3$ $T \geq 330 \text{ kg/m}^3$, παραδ. έως 1,5 km από αυτήν • Min εντάλωση $\geq 35 - 45 \text{ mm}$ (για durability)	
		Β Ιδιότητες:  $G = \frac{P}{F} = \frac{850}{225} = 37,8 \text{ MPa}$  Καθίστα: 18cm (S4)  8040g $d = \frac{\text{Μάζα}}{\text{Όγκος}} = \frac{8040}{3375} = 2.380 \text{ kg/m}^3$ * Συμπύκνωση: $2350 < d < 2400 \text{ kg/m}^3$ (αβεβαιότητα αθρανή) 18/11/8.4.2017	

Νικ. Μαρσέλλος		Σκυρόδεμα (συνέχεια)	- 2/3 -	1
6	Τυπική σύνθεση σκυροδέματος: C 25/30	Τσιμέντο (II/42,5): $300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \approx 320 \text{ kg/m}^3$ (II/32,5) Νερό: $170 \text{ l/m}^3 \rightarrow \frac{N}{T} \leq 0,55$ (Ενεργός) Άμμος (0-5mm), G_F: $950-1000 \text{ kg/m}^3$ Χάλιμι (12-31,5mm), G_C: $700-720 \text{ kg/m}^3$ Γοφωμένη (6-12 mm): 200 kg/m^3 Επιβραδυντικό (Retarder): $0,2-0,4\%$ με τσιμέντον (Χημ. → Καρμικίλ) Υπερ-ελαστοποισιμό (Superplast): $0,5\%-1,2\%$ με τσιμέντον π.χ. Σύνολο: $2370-2385 \text{ kg/m}^3$	αναλόγως θερμοκρασίας των σκυρ/τος & αντίσφιξης	
7	Κύριες ιδιότητες σκυρ/τος • 5C • 5M Α-Α-Α Αντοχή Αντίσφιξη Ανθεκτική • Χρόνος Φορ/Εκφ $\leq 2 \text{ h}$	α) Αύξηση αντοχής με τον χρόνο  β) Μείωση αντοχής με την αύξηση λόγου: N/T  γ) Απώλεια καθίστος 	• Ενεργός λόγος: $N/T \leq 0,45-0,55$ (με απορρόφηση νερού σε πόρους αδρανών)	
8	Ελεγχος Ποιότητας α) Χωρίς πιστοποίηση β) Με πιστοποίηση ελεγχον παραγωγής (ΠΒ5-1)	α) Χωρίς πιστοποίηση ελεγχον παραγωγής: Κριτήριο Συμμερφ. (Π.Γ1-3) σύμφωνα 18111  6 δοκίμια, από 6 βαρέες/αντ: $150 \text{ mm}^3/\text{μτρά}$ $\left\{ \begin{aligned} \bar{f}_c &\geq f_{ck} + 1,60 \cdot S_c \text{ και } f_i \geq f_{cu} - 2,0 \text{ MPa} \end{aligned} \right\}, \text{ min } S_c \geq 15 \text{ MPa}$		
9	Περισσότερες πληροφορίες	• ΚΕΔΒ, Τετρακτύς, 166, 11854 Αθήνα: 210-3455901/921 • ΕΛΟΤ, Κηφισού, 50, Περιστέρι, : 210-2120-100		
10	Βιβλιογραφία	α) ΚΤΣ - 2016, ΦΕΚ/1561/Β/2.6.2016 β) ACI: "Manual of Concrete Practice", www.concrete.org γ) www.e-archimedes.gr δ) www.spme.gr 19/ΝΜ/8.4.2017		

- 3/3 -

1

ΚΤΣ - 2016 (ΦΕΚ/1561/Β/2.6.2016)

Πίνακας Β2-7 - Απαιτήσεις για το σκυρόδεμα ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης

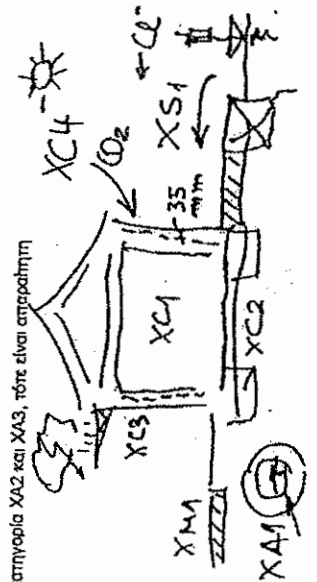
ΠΡΟΤΥΧΟΣ Β2-1 - Απαιτήσεις για το σκυρόδεμα ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης																	
Κατηγορίες έκθεσης																	
Χωρίς κίνδυνο διάβρωσης ή προεξοχής	Κατηγορία έκθεσης	Διαβρωση λόγω ενανθράκωσης					Διαβρωση λόγω χλωρίων					Χημική προσβολή*	Προσβολή από υγρασία/αποψήφιξη	Τριβή / Απόρριψη			
		Θαλασσινό νερό					Χλωριόνια που δεν προέρχονται από θαλασσινό νερό										
		Τσιμέντα II, III, IV (Εξτός CEM II/B-L + CEM II/B-L)		Τσιμέντα I (+ CEM II/B-L + CEM II/B-L)		Τσιμέντα που δεν προέρχονται από θαλασσινό νερό											
		ΧC1	ΧC2	ΧC3	ΧC4	ΧC5	ΧC6	ΧC7	ΧC8	ΧC9	ΧC10	ΧC11	ΧC12	ΧC13	ΧC14	ΧC15	
1	max N/T	0,85	0,80	0,55	0,30	0,80	0,50	0,46	0,30	0,50	0,46	0,30	0,45	0,55	0,50	0,45	0,40
2	min κατηγορία αντοχής	C 20/25	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 35/45	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 40/50
3	min περιεκτικότητα σε τσιμέντο kg/m³	280	300	300	320	330	330	330	330	350	350	330	350	320	320	320	340
4	min αποδό-λυση για ανθεκτικότητα ² mm	25	25	35	35	45	45	60	40	60	60	35	40	50			
5	min περιεκτικότητα σε αέρα (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0*	4,0*	—	—
6	Άλλες απαιτήσεις	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα	Σημ.: Λοιπός σκυρόδεμα

* Όταν δεν προστίθεται αερατικό πρόσθετο, η επιτελεστικότητα του σκυροδέματος ελέγχεται με κατάλληλη μέθοδο, σε σύγκριση με σκυρόδεμα του οποίου η αντοχή σε

ωλή/απόσβεση για την αντίστοιχη κατηγορία έκθεσης είναι αποδεκτή.

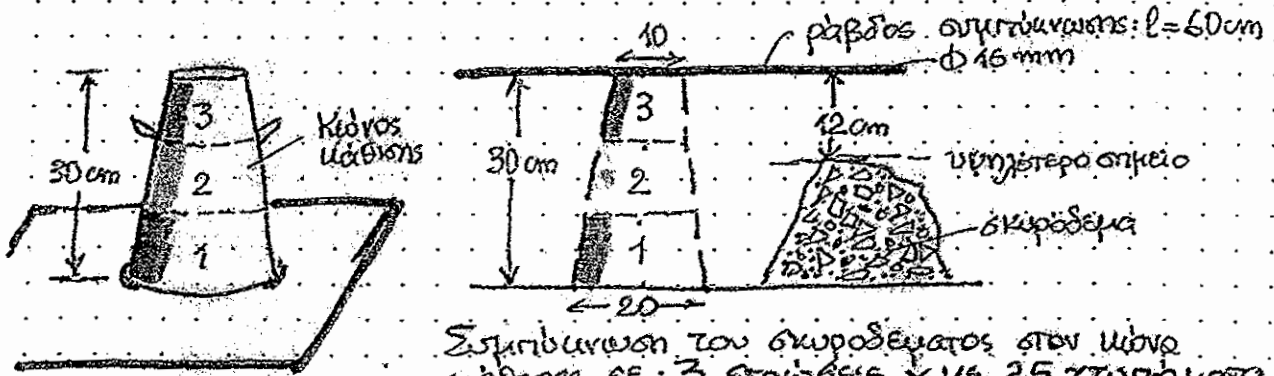
² Για αυτή την κατηγορία έκθεσης (XA) ισχύουν και οι παράγραφοι Β7.7.5 και Β7.7.8 του παρόντος ΚΤΣ. Όταν η ύπαρξη SO₂ οδηγεί σε κατηγορία XA2 και XA3, τότε είναι απαραίτητη

η χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 197-1

³ Οι πύες της επικάλυψης αφορούν σπλισμένο σκυρόδεμα.⁴ Για τα αδρανή υλικά ισχύει και η παράγραφος Β1.3.3.3 του παρόντος ΚΤΣ

6. Κατακλίσεις υάθισης (slump)

Η εργασιμότητα του σκυροδέματος χαρακτηρίζεται από τις κατακλίσεις υάθισης (slump), που προσδιορίζεται από την δοκιμή υάθισης, ως εξής:



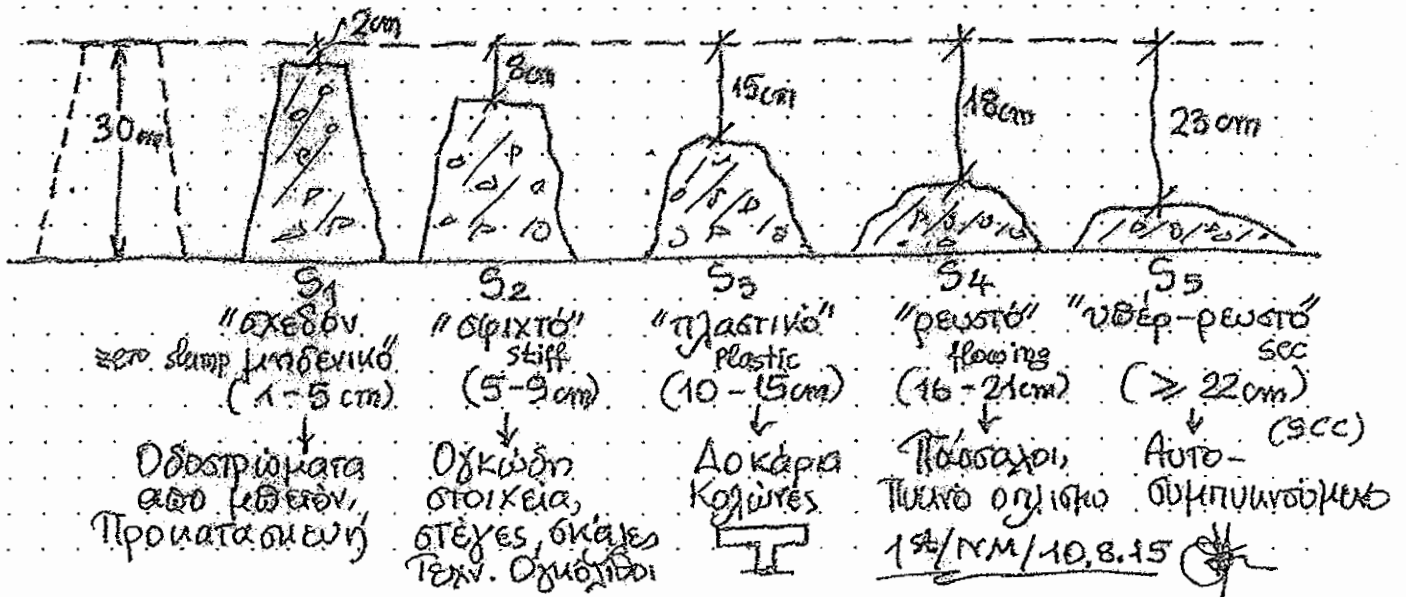
Δοκιμή
υάθισης

ΣΚ - 309
ΕΝ - 12350 - 2

Συμπύκνωση του σκυροδέματος στον κώνο υάθισης σε 3 στρώσεις x με 25 χτυπήματα με την ράβδο συμπύκνωσης, διαμέτρου: $\phi 16 \text{ mm}$ και μήκους: 60 cm . Μετά την συμπύκνωση, σηκώνουμε αργά (μέσα σε 3-5 sec) τον κώνο, καταγράφοντας προς τα πάνω και μετράμε την απόσταση από το υψηλότερο σημείο του σκυροδέματος έως το κάτω μέρος της ράβδου. Η απόσταση αυτή λέγεται τιμή υάθισης (slump), π.χ. 12 cm .

Υπάρχουν (5) κατακλίσεις υάθισης, ανάλογα του πώς "εργάζεται" είναι ανάγκη να είναι το σκυρόδεμα, οι

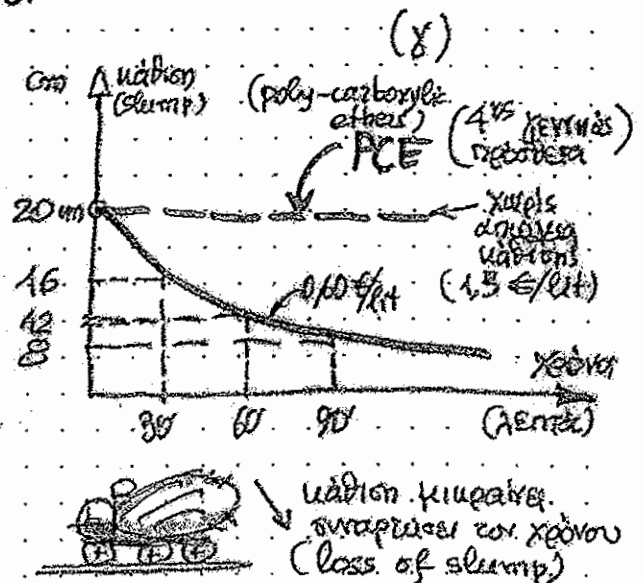
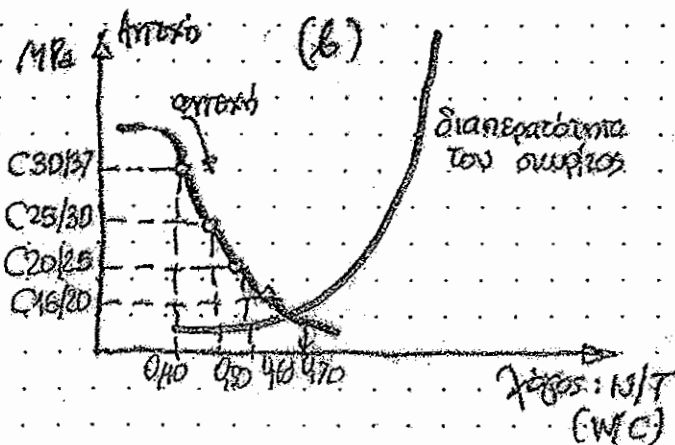
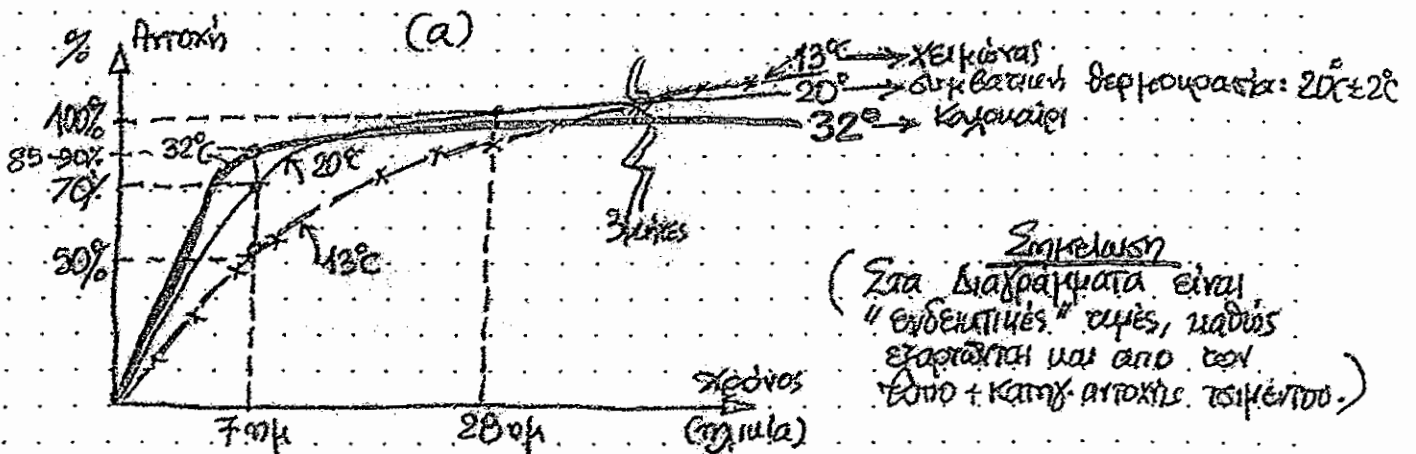
S1 - S2 - S3 - S4 - S5



10. Κύριες ιδιότητες του σκυροδέματος

Οι κύριες ιδιότητες του σκυροδέματος είναι:

- (α) Η αύξηση της αντοχής με τον χρόνο
- (β) Η μείωση της αντοχής όσο μεγαλώνει ο λόγος: N/T
- (γ) Η μείωση της εργασιμότητας με τον χρόνο μεταφοράς



Συνήθως σχεδιάζουμε για αντοχή 20 ημερών, C25/30 → case: C30/37, και λόγος: $N/T \leq 0.50 - 0.55$, υαλίων $\approx 16 - 18 \text{ cm}$ (34), και περιεκτικότητα σε τσιμέντο: $> 300 - 320 \text{ kg/m}^3$, σωλην $\geq 35 \text{ mm}$, και αδιάφορα μεταφοράς της (1) ώρα, πάντα χρήση υπερ-ελαστοποιημένων, τότε γόφο στο Εργαστήριο

$$1^{\circ}/\text{KM}/10.8.15 \text{ €}$$

4. Προβλήματα στο Εμφανές σκυρόδεμα (FFC) + η αντιμετώπισή τους.

Τα προβλήματα που εμφανίζονται στο Εμφανές σκυρόδεμα (Fair-face concrete - FFC), έχουν συνήθως τις εξής αιτίες (εvidencia κόνον):

(α) Το σκυρόδεμα

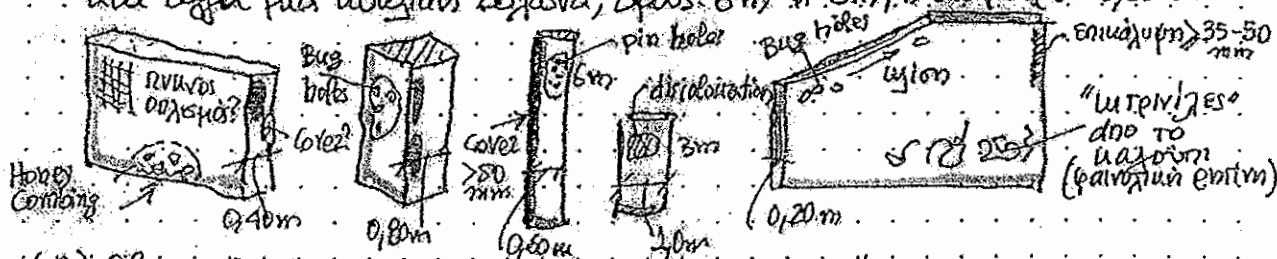
- Η ερξασιρότητα - ιαθισση (slump) του σκυροδέματος δεν είναι η σωστή. Συνήθως απαιτούνται: 16-18cm ιαθισση, αλλά σε κερκίες περιπτώσεις και: $55 \geq 22cm$ ή και εξαγωγή $\geq 65-80cm$
- Η άμμος του σκυροδέματος, συνήθως "θραυστή" και δεν λεπτομεύει τόσο. Συνήθως $\approx 15-16\%$, αλλά και $70-80\%$ διακρίνεται στα 2mm. Η φυσική άμμος προτιμάται.
- Ο τώπος και η περιεκτικότητα των τσιμεντών, π.χ. II/42,5 και $\geq 350kg/m^3$
- Ο τώπος και η δοσολογία των πρόσδεων, π.χ. Υπερπλαστικό οπλιστικό $\geq 1\%$
- Η απόσταση + χρόνος μεταφοράς του σκυρ/τος < 1 ώρα
- Πιθανή ανάγκη για χρήση Αυτο-ορμηκωμένου σκυρ/τος (S.C.C.)

(β) Το υαλόνι + το αποσπαστικό λάδι (Release agent).

- Το υλικό του υαλονιού π.χ. Ply wood (?), σκουπάται, η μεταλλική, σιδερένια, ανοξείδωτος χάλυβας κτλ.
- Το αποσπαστικό λάδι: τώπος? (φυσικό, συνθετικό, οργανικό, κτλ) και ο τρόπος + η ποσότητα εφαρμογής αν π.χ. $30cc/m^2$ κτλ.

(γ) Το σχήμα, το ύψος, το πάχος των στοιχείων, η ενομόρφωση

Αφού συνδεθεί σκυρ/τος δείχνει στα ορθογώνια τοίχους: $3 \times 5m$, πάχους $0.40m$ και αφού για κυκλική κορώνα, ύψους $6m$ ή $3m$, ή διαμέτρου: $0.60m$



(δ) Η επεξεργασία του σκυρ/τος: Δόνηση - Ξεμαχόνισμα

- Η δόνηση του σκυρ/τος: Ποιός δότης? Διακέρποι? Τόσοι? Χρόνος/ απόσταση δόνησης? $5-10sec$? ανά $30-40cm$? Ύψος πτώσεως σκυρ/τος? $0.50m$?
- Ο χρόνος ξεμαχόνισματος: σε 15 ώρες? σε 24 ώρες? Ο χρόνος από την ώρα ξηραίνματος από τα νύχια/κόλα απόλαμακκη υαλοπλίνου? 20 λεπτά? 1 ώρα?
- Οι αεριοαπορρομίες από τις: Καύσεις? Πόδες?

Για τον σκοπό αυτό κατασκευάζονται πλάκα "δείγματα": **mock-up!**
 $1st/11m/21.9.15$

4. Η Ανθεκτικότητα (Durability) του σκυροδέματος (44⁺ παράγοντες)

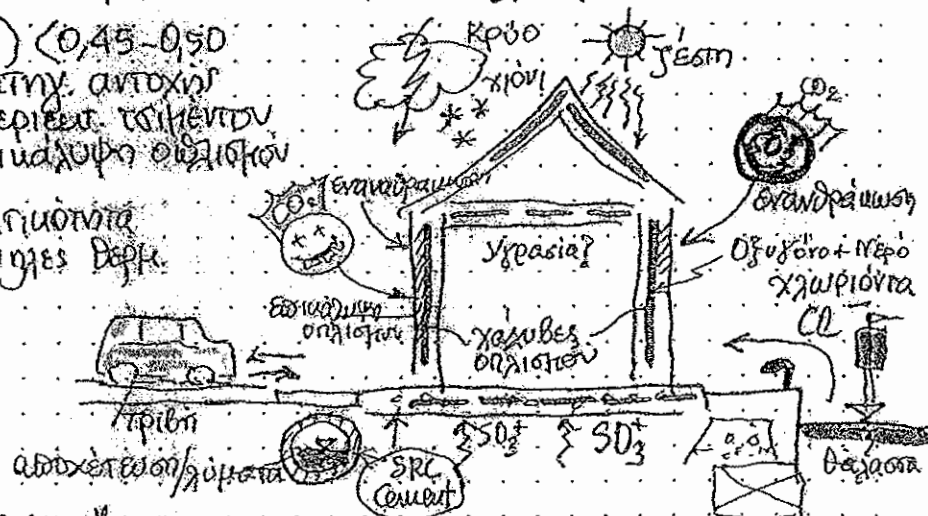
Η Ανθεκτικότητα του σκυροδέματος σε χημικές, φυσικές, μηχανικές δράσεις, επηρεάζει την διάρκεια της ζωής του. Σήμερα, οι κατασκευές από οβλιωμένο σκυρόδεμα θεωρούνται ότι έχουν τουλάχιστον 50 χρόνια διάρκεια ζωής χωρίς ανάγκη σημαντικής συντήρησης.

Το άριστο σκυρόδεμα, στο οποίο δεν υπάρχει κίνδυνος από διάβρωση του οπλισμού (no risk of corrosion of reinforcement) πρακτικά δεν έχει όριο διάρκειας ζωής, εφόσον οι διαβρωτικοί παράγοντες είναι είτε "μέσα του", όπως τα αδρανή να είναι "δραστικά" (reactive) και να γίνει η γεφύρινη "αμυαλο-σουλφική" αντίδραση με τα αμύδια (Na^+ , K^+) του τσιμέντου, είτε να υπάρχουν δειτρία (SO_4^{2-}) στο περιβάλλον της κατασκευής, συν διμελίωση, ή γόμματα σε αμύδους αποχέτες, κλπ, όποτε χρησιμοποιούμε ειδικό τσιμέντο με αντίσταση στα δειτρία (Sulphate resisting cement, SRC, type V/ASTM).

Στο οβλιωμένο σκυρόδεμα, υπάρχουν κίνδυνοι προσβολής από το περιβάλλον (CO_2 , Cl^- , SO_2) στο σκυρόδεμα που προστατεύει τον οβλιο, προμαγούν είτε θάση της τιμής του pH, από: pH=12,5 → σε pH=9,0 (εξανδράωση) είτε προσβολής από χλωρίδια (Cl^-) διαδόσης, ή υπάρχουν δειτρία θειουρασιών (ψύξη/τήξη), χημική προσβολή, τριβή κλπ.

Ενδεί χρησιμοποιούμε τα (4) κύρια "έγχα" μας που είναι:

- Ο λόγος (N/T) (0,45-0,50)
- Η ελάχιστη κατηγ. αντοχής
- Η ελάχιστη περιεκτ. τσιμέντου
- Η ελάχιστη επιμελυσή οβλίστου
- Την αεροπεριβατημότητα για παχέο/χαμηλές θερμ.

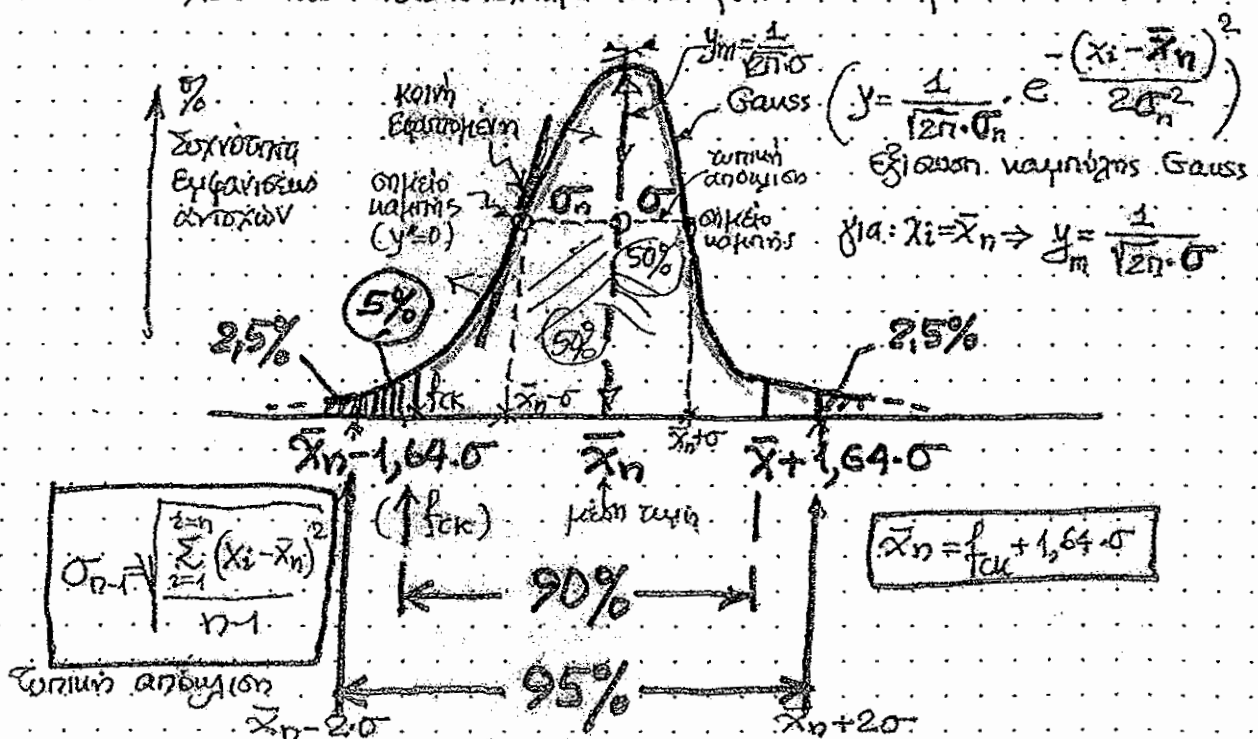


150/NM/13.9.15

7. Η στατιστική αξιολόγηση αποτελεσμάτων: ACI-214

Η στατιστική αξιολόγηση όλων των αποτελεσμάτων, δοκιμών, μετρήσεων, συρίξεων, αντοχών, καρήσεων, πυκνοτήτων, κτλ συνήθως γίνεται με τον υπολογισμό του μέσου όρου: $\bar{x}_n$ και της τυπικής απόκλισης: σ_n

Αν υποθέσουμε ότι όλες μιας παραμέτρου: πχ. αντοχής σε θλίψη του συμπαγέματος έχουν κατανομή που παρομοιάζει με την κανονική κατανομή του Gauss, αυτή έχει κωδονοειδές σχήμα και φαίνεται παρακάτω:



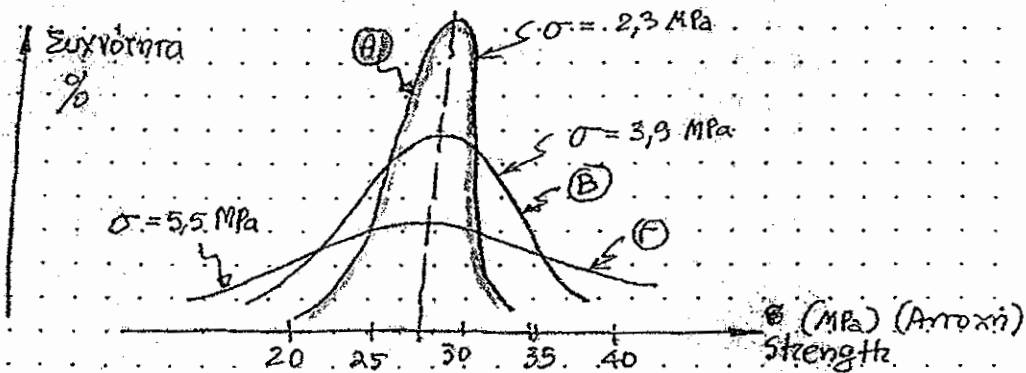
- Το ποσοστό των αντοχών, πάνω/κάτω από το: $\bar{x}_n$ είναι: 50%
- Το ποσοστό των αντοχών από: $\bar{x}_n - \sigma$ έως: $\bar{x}_n + \sigma \Rightarrow$ είναι: 68%
- Το ποσοστό των αντοχών από: $\bar{x}_n - 1,64\sigma$ έως: $\bar{x}_n + 1,64\sigma \Rightarrow$ είναι: 90%
Κάτω από το: $\bar{x}_n - 1,64\sigma$ είναι το: 5% (χαρακτηριστική αντοχή: f_{ck})
- Το ποσοστό των αντοχών από: $\bar{x}_n - 2\sigma$ έως: $\bar{x}_n + 2\sigma \Rightarrow$ είναι: 95%
Κάτω από το: $\bar{x}_n - 2\sigma$ είναι το: 2,5%

f_{ck} = χαρακτηριστική αντοχή $\Rightarrow$ ποσοστό υποαντοχής = **5%**

1^η/ΠΜ/15.9.15

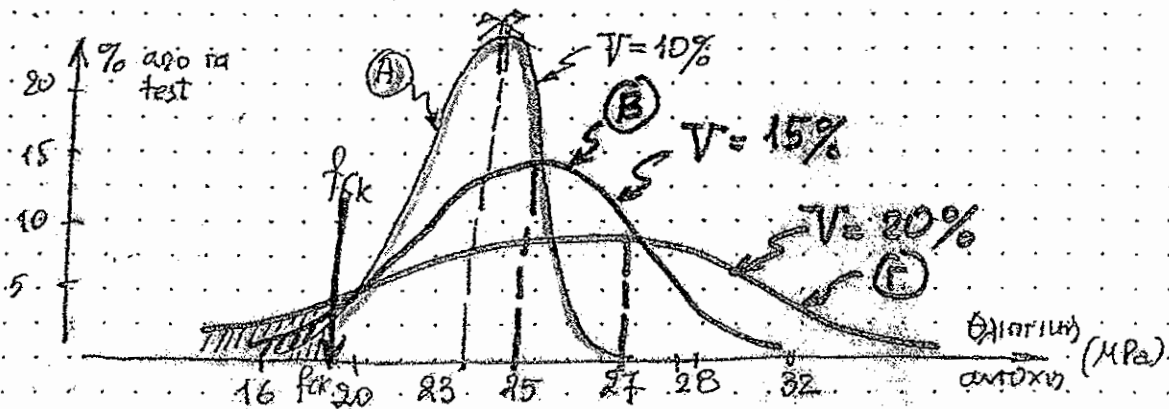
Δύο περὶ αραία σχήματα περιλαμβάνονται στο ACI-214 για να κατανοήσουμε τὴν ἀσχετὴ ἠρωτική ἀπόκριση με τὴν ποιότητα τῶν συμπόδεμας.

Στο 1^ο Σχήμα, σχεδιάστηκαν (3) καμπύλες κανονικῆς κατανομῆς, με τὸν ἴδιο μέσο ὄρο, ἀλλὰ με διαφορετικὴ σ .



Προφανῶς τὸ συμπόδεμα: (A) ἔχει πορὶ καλύτερη ποιότητα ἀπὸ τὸ (B) καὶ τὸ (C).

Στο 2^ο Σχήμα, σχεδιάστηκαν (3) καμπύλες, με (3) διαφορετικοὺς συντελεστὲς ἀπομορφώσεως, 10, 15 καὶ 20%.



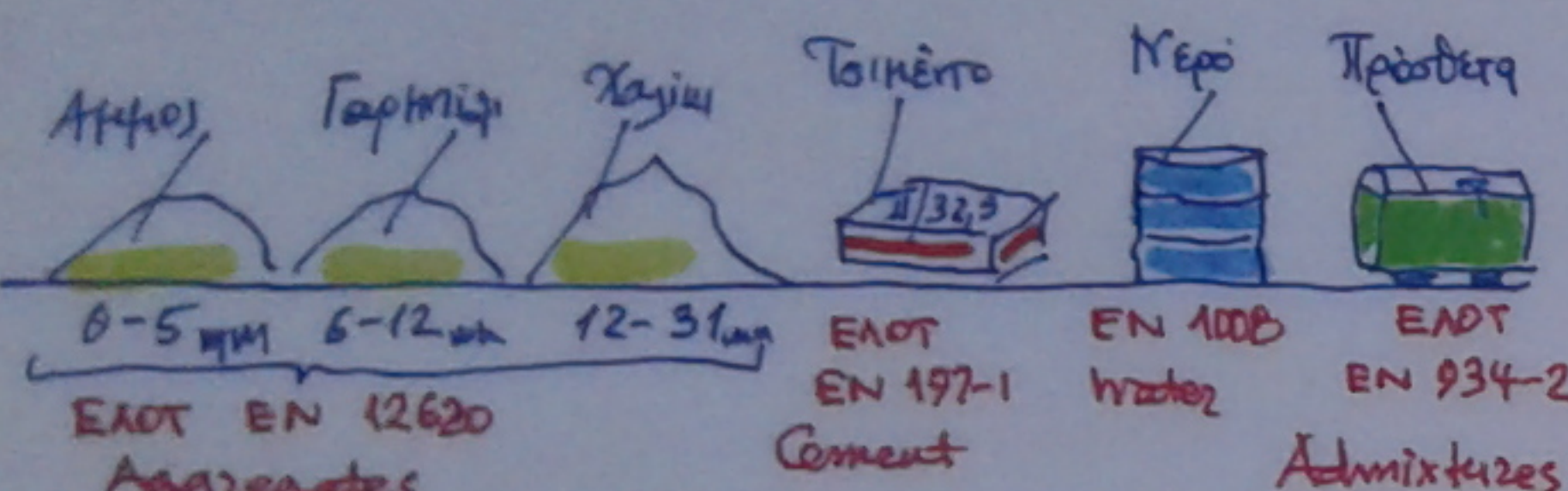
Προφανῶς τὸ συμπόδεμα: (A), με συντελεστὴ: $V=10\%$ εἶναι καλύτερου ἐπιπέδου/ελέγχου ποιότητος ἀπὸ τὰ: (B), με $V=15\%$ καὶ τὰ (C) με: $V=20\%$, καὶ ἐπιπλέον, εἰσέδω χρειάζομαι πρὸ πορὶ ἀντοχή, για να ἔχει χαρακτηριστικὴ ἀντοχή, πρὸς ἀπὸ τὴν: f_k , χρειάζομαι παραπάνω τσιμέντο, ἀπὸ εἶναι εἰσέδω καὶ ἀνει-οικονομικὰ.

Ἄρα ὁ στόχος μας εἶναι χαμηλὴ: σ καὶ χαμηλὸ: V .
1st/17th/16.9.15 (2)

Σκυρόδεμα Concrete

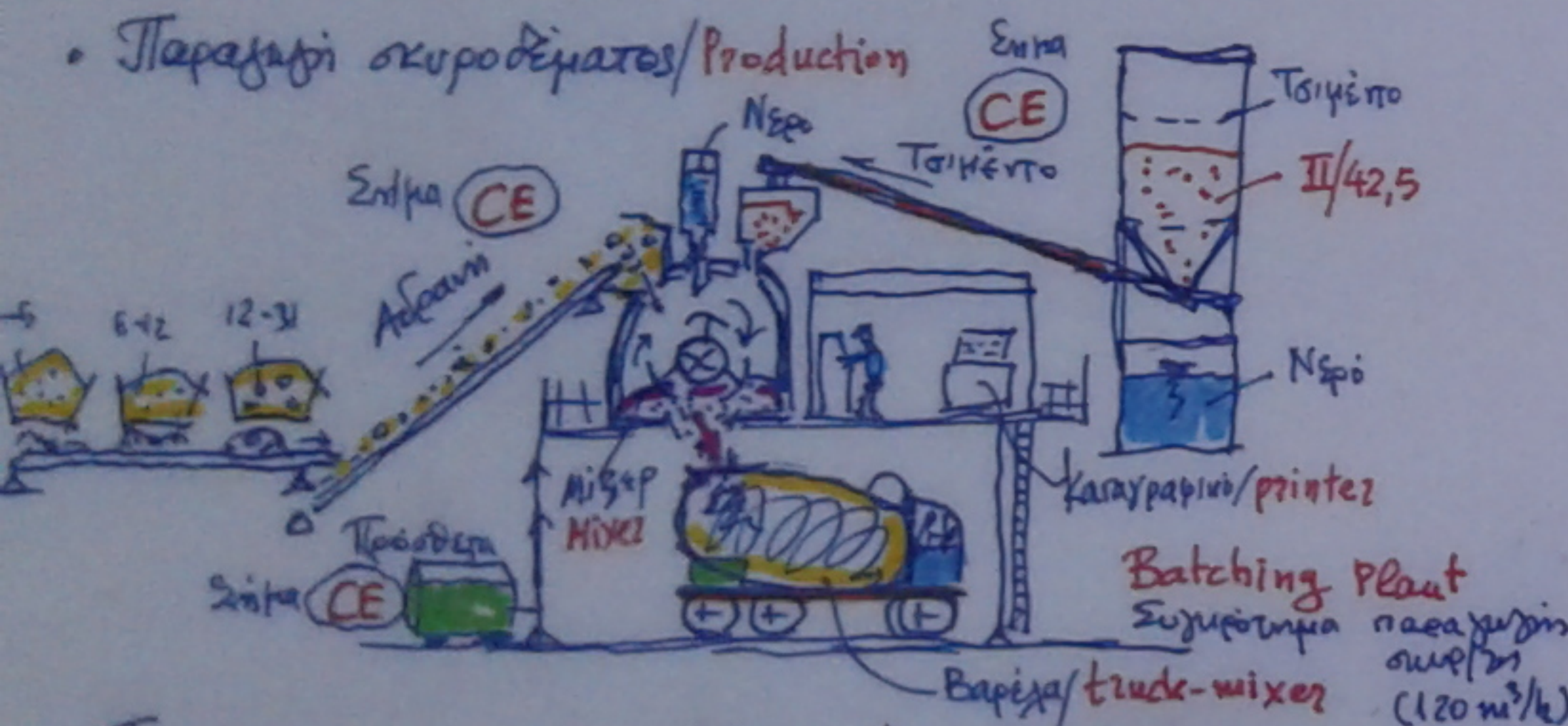
Τεχνολογία του Σκυροδέματος Concrete technology

• Πρώτες ύλες / Raw materials

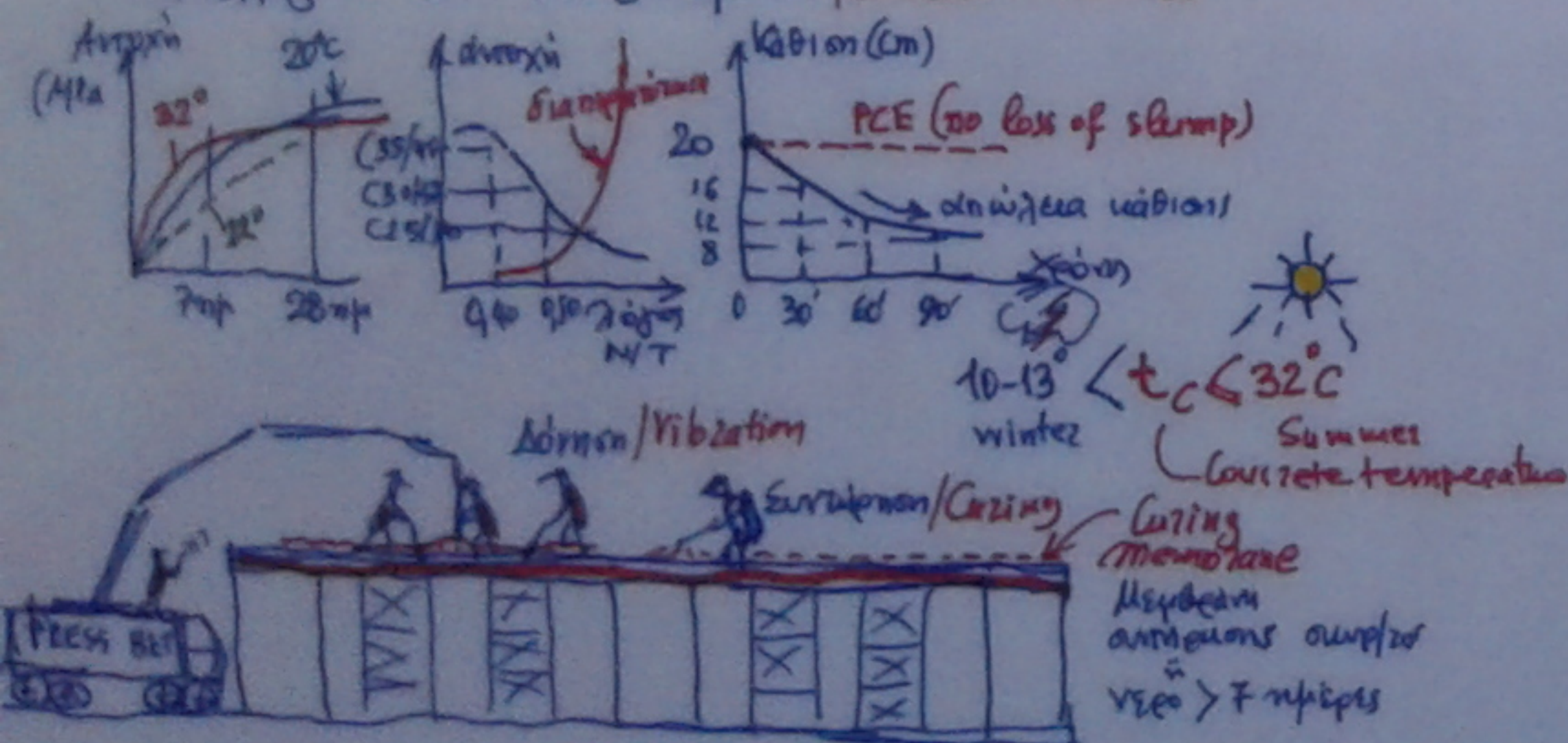


• Μεγίστη αντοχή σκυροδέματος / Concrete Mix-Design ACI-211.1

• Παραγωγή σκυροδέματος / Production



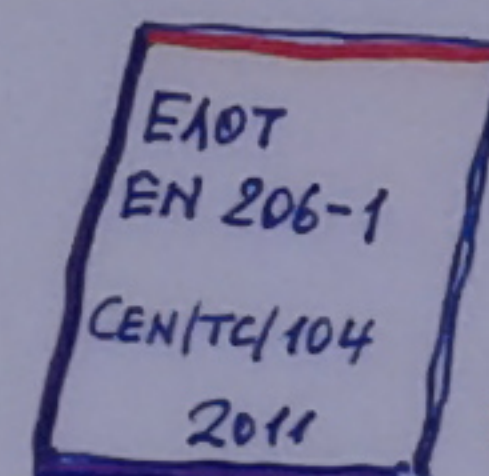
• Τεχνολογία του σκυροδέματος / Concrete technology



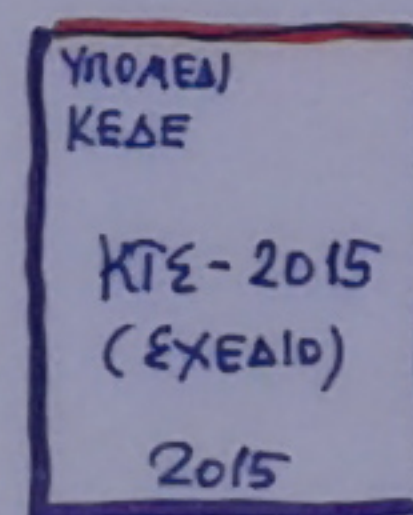
Κανονισμοί - Πρότυπα Regulations - Norms - Standards



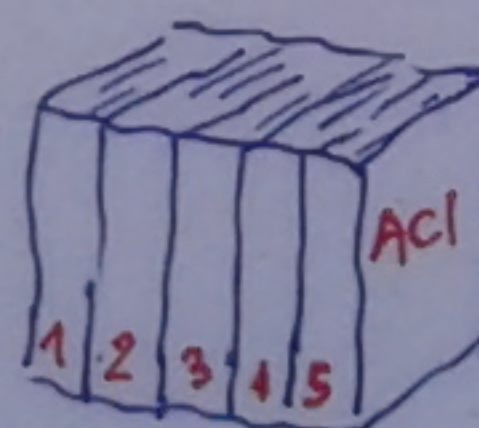
Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-97) CTR-97



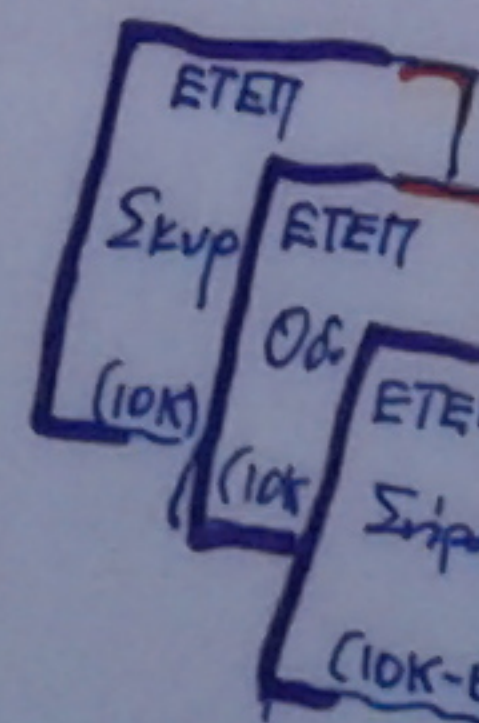
Ευρωπαϊκό Πρότυπο για Σκυρόδεμα EN 206-1: Concrete XC3, XC4, ..., XS1



ΣΧΕΔΙΟ: ΚΤΣ-2015 (ΚΕΔΕ) gge.gz, Διεύθυνση διαχείρισης #4.



American Concrete Institute (ACI) www.concrete.org

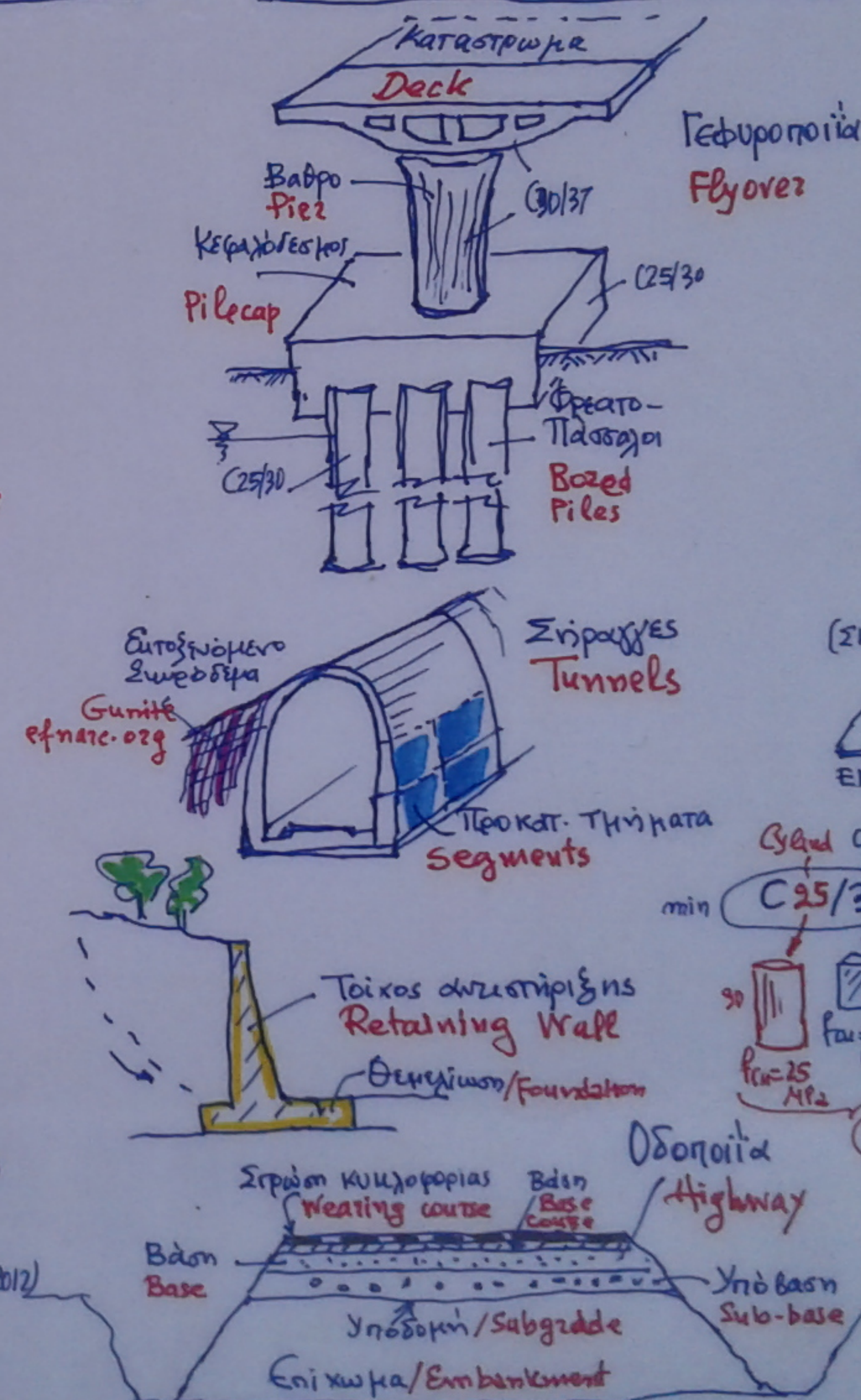


ΕΛΟΤ ΤΠ 1501 Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΦΕΚ/2221/Β/30.7.2012) πρῶτη ΠΕΤΕΠ (10Κ)

www.e-archimedes.gr, www.sate.gr

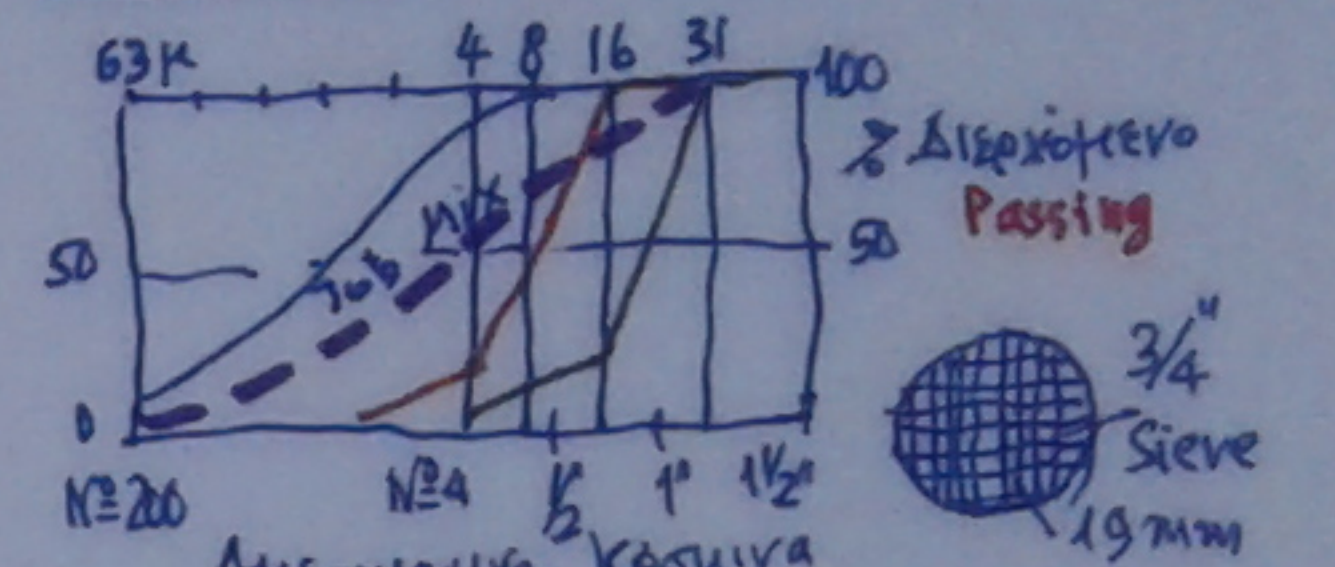
Κανονισμός: 305/2011 (Ε.Ε.) Σήμανση CE

Χρήσεις - Εφαρμογές Applications

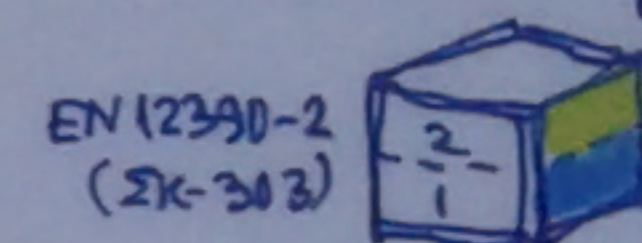


- + Ομοδοκμία
- + Λιμενικά
- + Υδραυλικά
- + Φράγματα
- + Αυτοσφινκτωμένο Σκυρόδεμα
- + RCC, + CLSM (ACI)

Δοκιμές / tests

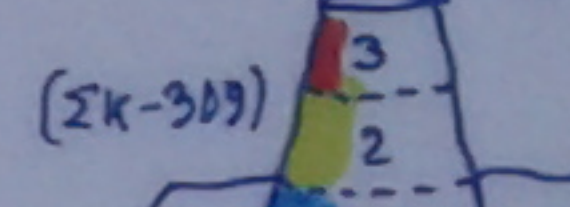


- Κόσκινος/Sieve analysis
- Λήψη/Θάψιμο δομικών σωμάτων/Cubes



2 στρώσεις x 25 χτυπήματα 2 layers x 25 blows

• Δοκιμή κάθισης/slump test



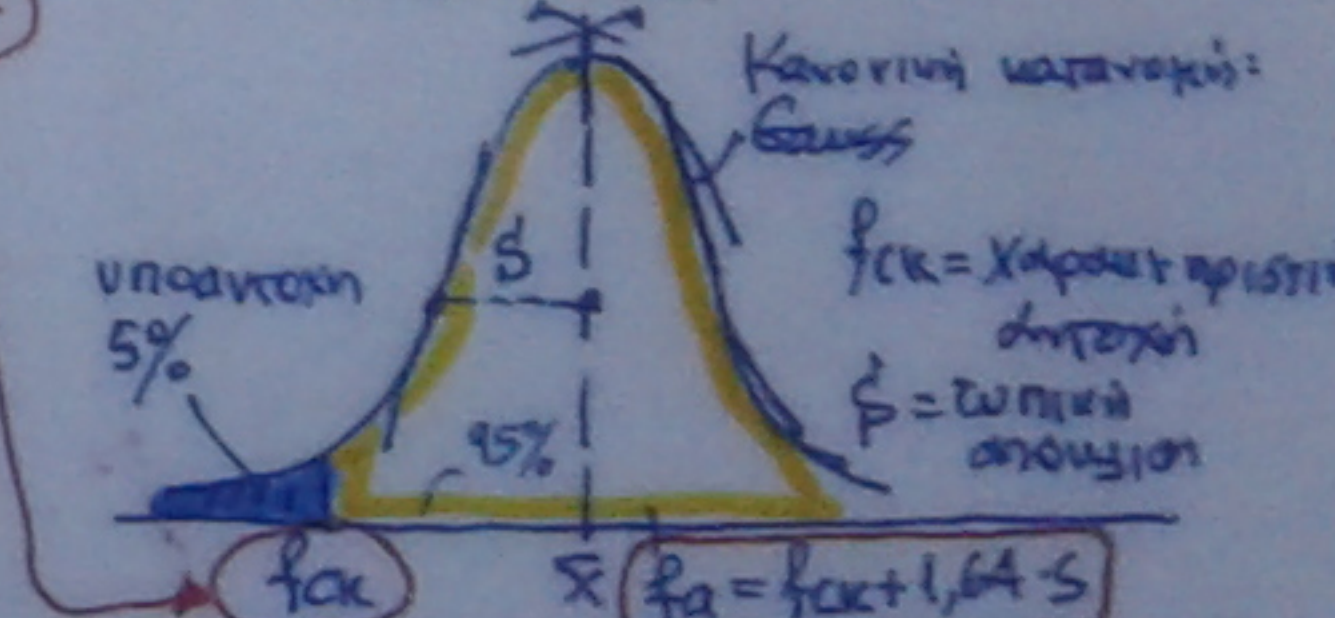
3 στρώσεις x 25 χτυπήματα 3 layers x 25 blows

• Θάψιμο/Θάψιμο αντοχής κύβου (SK-304) Compressive strength/cube specimen EN 12390-3

$$P = 700 \text{ kN}$$

$$G = \frac{P}{F} = \frac{700}{225} = 31 \text{ MPa}$$

$$= 31 \text{ N/mm}^2 = 310 \text{ kg/cm}^2$$

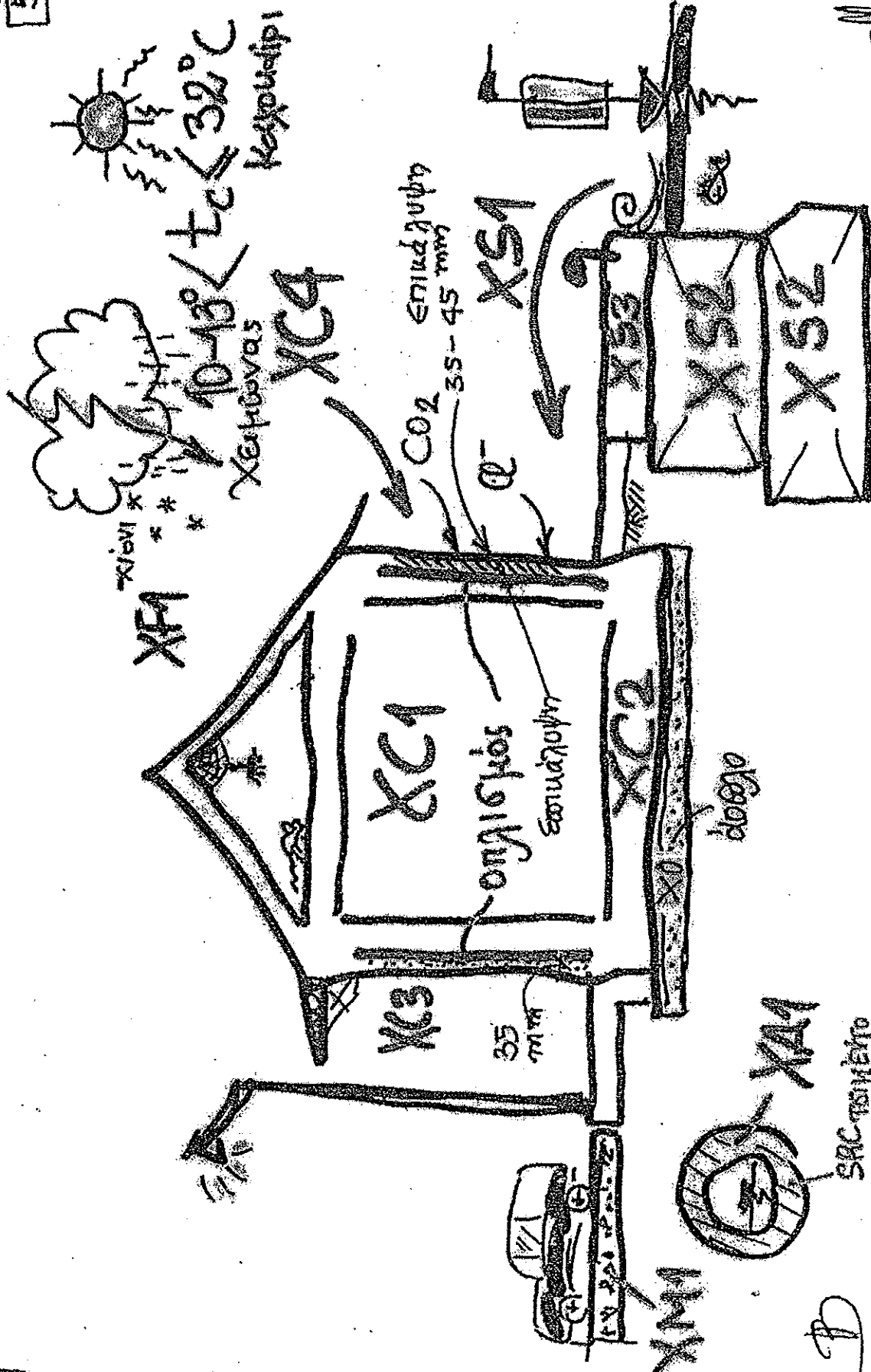


Κανονισμοί - Εφαρμογές - Έλεγχος ποιότητας & Τεχνολογία Σκυροδέματος

Νίκ. Μαρσέλλος, Π.Μ., ΜSc

6-5-2015

(1^η έκδ./Ν.Μ./16.4.15)



1941/11/29. 10.16



"ΚΤΣ - 2016 : Ενωπια ή αδειχή;"

Νίκ. Μαρδέλλος
Ποιτ. Μηχανικός Ε.Μ.Π.
Μέλος Επιτροπών Σύνταξης: ΚΤΣ-97, ΚΤΣ-2016

1. Εισαγωγή

Στο ΦΕΚ/1561/Β/2.6.2016, δημοσιεύθηκε ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος: ΚΤΣ-2016, με υποχρεωτική ισχύ σε όλα τα Δημόσια και Ιδιωτικά Έργα, από: 2.12.2016.

Στον ΚΤΣ-2016, απαιτείται ως ελάχιστη κατηγορία σκυροδέματος το: C 30/37, με ελάχιστες εξαιρέσεις για το C25/30 ή το C20/25, σε ειδικά "ξηρά περιβάλλοντα" ή μονίμως υγρα, κη.

Οι κύριες καινοτομίες του ΚΤΣ-2016 είναι:

- καθιερώνει τις κατηγορίες ενδεσής στο περιβάλλον (**exposure class**), και τις αντίστοιχες απαιτήσεις για το σκυρόδεμα (βλ. Πίνακα Β2-7, σελ. 18091 του ΦΕΚ) και: ΠΒ-2 (σελ. 18147)
 - το Πιστοποιημένο σκυρόδεμα (**Factory Production Control**) και το αντίστοιχο Παράρτημα ΠΒ5-1 (σελ. 18154)
 - καθιερώνει τις έμμεσες μεθόδους δοκιμής (**NDT**), με το ΕΛΟΤ ΕΝ 13791, ως εναλλακτική μέθοδο, για τον έλεγχο του σκυροδέματος, με χρήση μόνο 3 πυρήνων, αντί των 15 πυρήνων που απαιτεί η παράγραφος Γ2.6 (σελ. 18115) και η: Γ2.8
 - παραθέτει σε 68 Κανονιστικές Αναφορές, τα περισσότερα είναι Ευρωπαϊκά Πρότυπα: ΕΛΟΤ ΕΝ-... (π.χ. ΕΛΟΤ ΕΝ 12350-1, δοκιμια, δείγματα, ΕΛΟΤ ΕΝ 12390-2: παρασκευή και στήριξη δοκιμίων, ΕΛΟΤ ΕΝ 12390-3: θραύση/αντοχή σε θλίψη, ΕΛΟΤ ΕΝ 12350-2: κάθισι, κη) αλλά κυρίως στο: ΕΛΟΤ ΕΝ 206 και ΕΛΟΤ ΕΝ 13670 (**execution**)
 - παραδίδει 67 νέους Ορισμούς - Ορολογίες (σελ. 18067) και Πίνακα με συμβολισμούς (Α3.2, 2 σελ. συμβολα: 18072), όπου: π.χ. f_{yk} είναι η μέση συμβατική αντοχή αντι του: $\bar{\chi}_{yk}$ (στον ΚΤΣ-97) f_{td} είναι η απαιτούμενη αντοχή σχεδιασμού, αντι του: f_{td} $\chi_{C1}, \dots, \chi_{S1}, \dots, \chi_{F1}$, κη οι κατηγορίες ενδεσής, κη
- Ο ΚΤΣ-2016, στοχεύει στην Ανθεκτικότητα (**Durability**)

των σκυροδέματος, έναντι διαφόρων δράσεων προσβολής από:

- Εξανθράωση (Carbonation) : $XC1, \dots, XC4$
- Χλωρίδωση θαλασσινού νερού ή θαλάσσιας αέρας : $XS1, \dots, XD1$
- Ψύξη/απόψυξη : $XF1, \dots, XF4$
- Χημική προσβολή : $XA1, \dots, XA3$
- Τριβή/Απόξεση : $XM1, \dots, XM3$

συνολικά : 24 κατηγορίες ευθέως, για τις οποίες απαιτούνται όρια, για την προστασία από διάβρωση των χαλύβων, με:

- Μέγιστο πάχος : N/T , π.χ. 0,50-0,55
- Ελάχιστη κατηγορία αντοχής , π.χ. C30/37 ή C25/30
- Ελάχιστη περιεκτικότητα σε σκυρόδεμα, π.χ. 300-320 kg/m³
- Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού, π.χ. 35-45 mm

(Πίνακας: B2-7, σελ. 18091 του ΦΕΚ)

Το κείμενο του ΚΤΕ-2016, απαιτεί προσηλυτική δράση

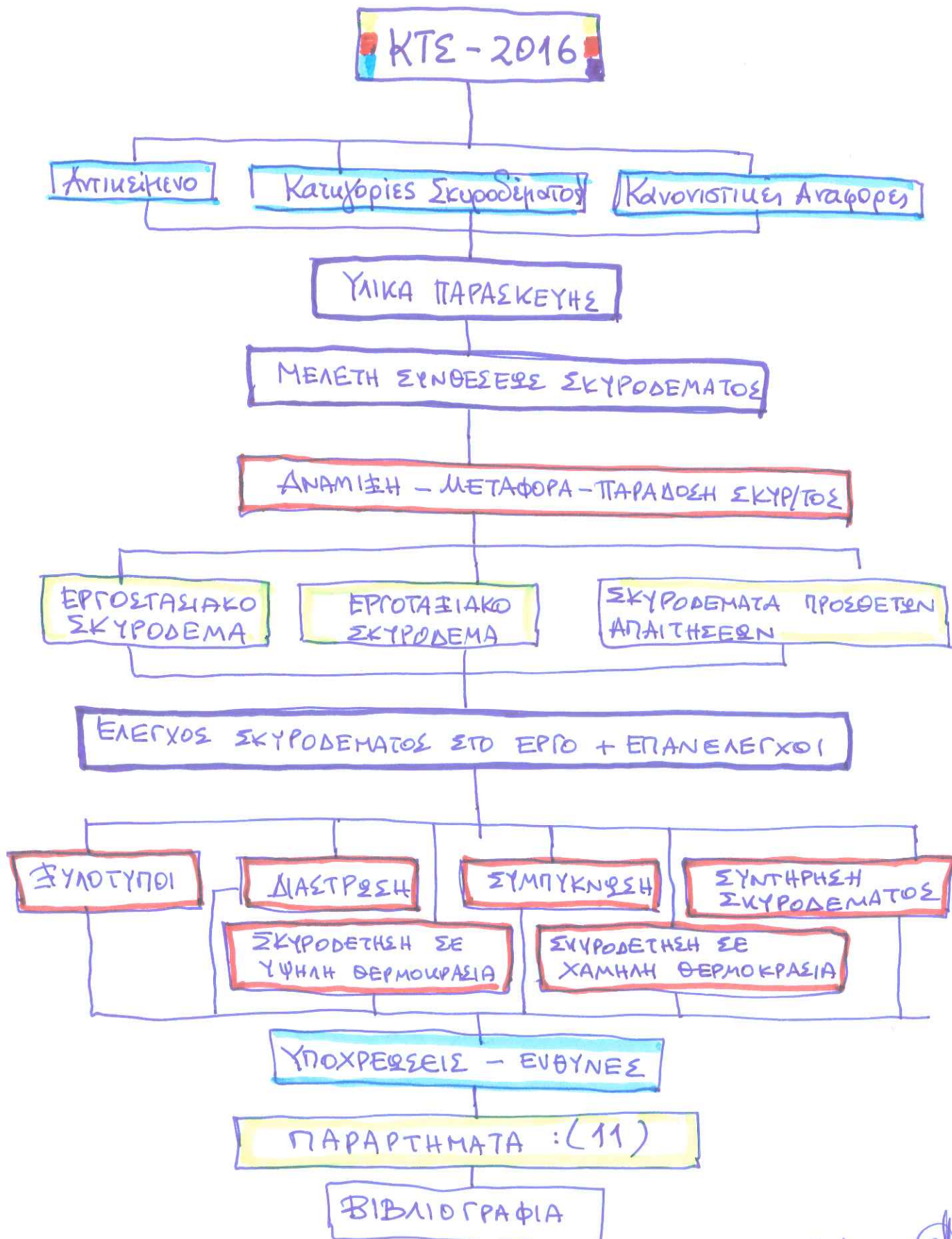
- από τους Μελετητές και όσους συντάσσουν Τεχνική Προδιαγραφή
- από τους Κατασκευαστές - Τεχνικές Εταιρείες
- από τους Επιβλέποντες Μηχανισμούς
- από τα Εργοστάσια Εξοίκου Σκυροδέματος
- από τα Εργαστήρια Δοκιμών, Κρατικά και Ιδιωτικά
- από τις Υπηρεσίες του ΥΠ.Υ.ΜΕ.ΔΙ, και των άλλων Οργανισμών που έχουν υπό κατασκευή Έργα
- από τους διδάσκοντες στις Πολυτεχνικές Σχολές του ΑΕΙ και το ΕΜΠ, και από τα ΑΤΕΙ, για να ενημερωθούν οι σπουδαστές
- από τους Φορείς των Μηχανισμών (ΤΕΕ, ΕΠΜΕ, ΣΑΔΑΣ, κ.λπ.) που πρέπει να ενημερώσουν τα μέλη τους, ιδιαίτερα τα παλαιά μέλη, που ενημερώνονται στο Έργο.

Η παρούσα παρουσίαση αποσκοπεί στην επίσημη σε ορισμένα σημεία του ΚΤΕ-2016, και στην ενημέρωση όσων συμμετέχουν στο Τακτικό Συνέδριο Σκυροδέματος, που διοργανώνει το ΤΕΕ/ΤΚΜ και η ΕΠΕΣ.

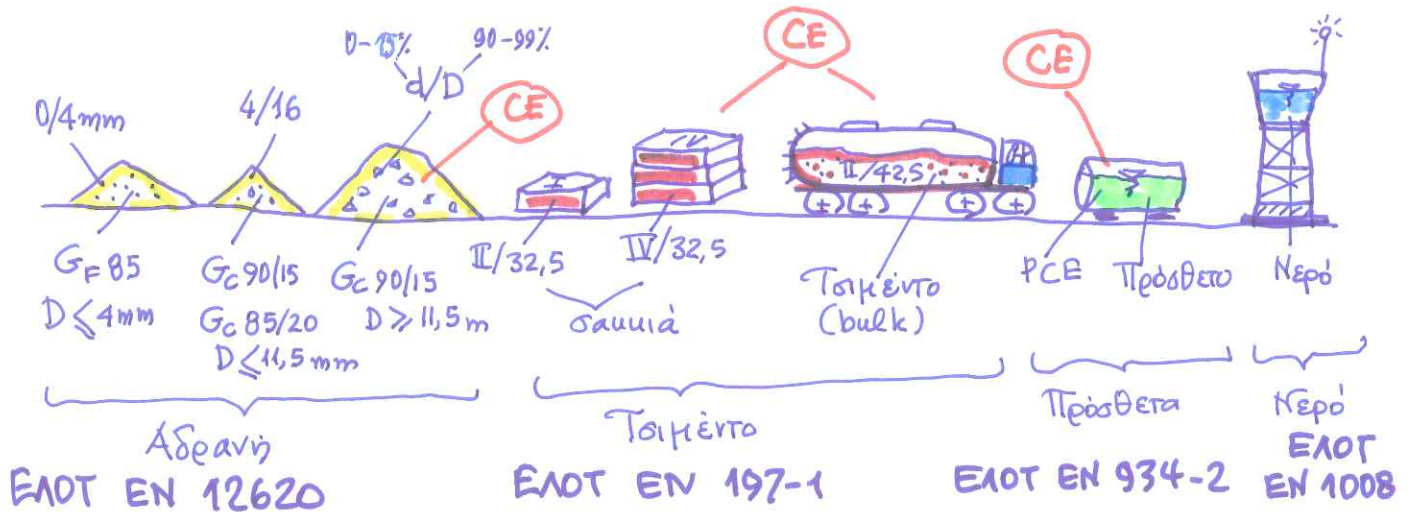
Και θεωρεί ότι ο ΚΤΕ-2016 : αποτελεί Ευκαιρία!

2. Δομή του Κανονισμού.

Η δομή του ΚΤΕ-2016, είναι ως εξής:



3. Υλικά του σκυροδέματος (B1)



Πολλά πράγματα έχουν αλλάξει στα υλικά:

1. Πρώτα από όλα έχουν υποχρεωτικά **Σήμανση CE**
2. Έχουν αλλάξει η ονομασία τους, όπως:

- Στα αδρανή, όλα λέγονται: φυσικά αδρανή, τα οποία διαμεινούνται σε "θραυστά" ή "συλλεγτά" (στον ΚΤΕ-97, τα συλλεγτά, ονομάζονταν "φυσικά"). Τα υπόλοιπα αδρανή είναι τα: τεχνητά, τα ανακυκλωμένα, τα ελαφρά και βαρέα αδρανή, που δεν αποτελούν Αντικείμενο του ΚΤΕ-2016 (A1.3.2, A1.3.3, B1.1.1)

Επίσης ονομάζονται:

- Το άμμος: $0 - 4 \text{ mm}$, ως $G_F 85$, με το: d/D , όπου:
 - d = το μικρότερο άνοιγμα κοσκίνου, εδώ = 0
 - D = το μεγαλύτερο άνοιγμα κοσκίνου τετραγ. οπής, εδώ = 4 mm
 - $G = \text{Gravel}$, $F = \text{Fine}$
 - $D = 85 - 99\%$, $2D = 100\%$
 - Το χαρμυζί: $4 - 16 \text{ mm}$, ως $G_C 90/15$, όπου:
 - $d = 4 \text{ mm}$, με διερχόμενο: $0 - 15\%$
 - $D = 16 \text{ mm}$, με διερχόμενο: $90 - 100\%$
 - $2D = 31,5 \text{ mm}$, με διερχόμενο: 100%
 - Το χαλίκι: $12,5 - 31,5 \text{ mm}$, ως $G_C 90/15$
 - Το λεπτό χαρμυζί: $4 - 11,5 \text{ mm}$, ως $G_C 85/20$
- Χαρακτηρίζονται έτσι στο: ΕΛΟΤ EN 12620

- όσο τσιμέντο, όπου λόγω των ΕΛΟΤ ΕΝ 197-1, ονομάζονται από τον:

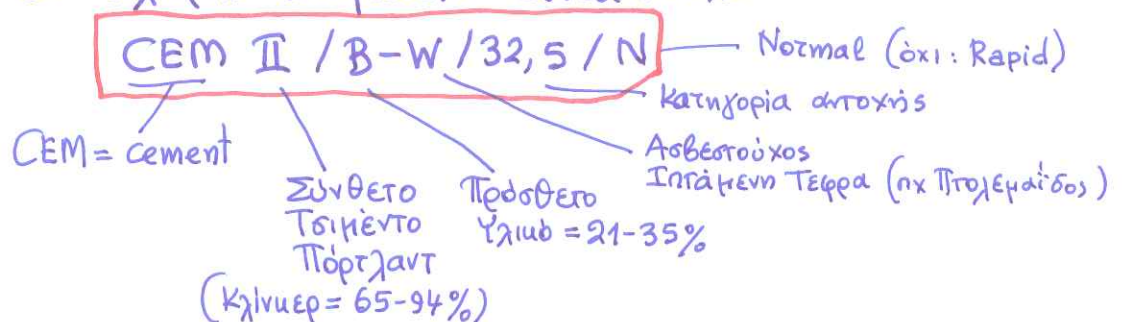
- Τύπο του τσιμέντου: **I, II, III, IV, V**, και

- Την κατηγορία αντοχής: **32,5 - 42,5 - 52,5**

Έχουμε λοιπόν το τσιμέντο: **II/32,5**, ανη: **II/35** (ΠΔ/244/80)

(* Το τσιμέντο: SR, IV/45, με αντιστάση στα θειϊκά, δεν έχει καμμία σχέση με το τσιμέντο: IV/42,5 του ΕΛΟΤ ΕΝ 197-1, ούτε με τα αντίστοιχα: type/ASTM C 150, η type IV ή type V = SRC, κλπ)

- Η "ωχρήση" ονομασία είναι: π.χ.



- όσα πρόσθετα, όπου χαρακτηρίζονται από το: § 3.2 του ΕΛΟΤ ΕΝ 934-2, ως:

- Ρευστοποιητικά (αηχοί, υψηλού βαθμού)

- Επιβραδυντές (Retarders)

- Αεραγωγικά (Air-entraining agents)

- Ρυθμιστές ιξώδους (VMA)

Βλέπε: Πίνακα: **ΠΒ1-3** (σελ: 18146, ΚΤΕ-2016)

3. Έχουν αλλάξει οι απαιτήσεις, κυρίως στα Αδρανή, όπου:

α) γίνεται εισαγωγή νέων δοκιμών:

- Μηχ. του Μεθυλενίου (Methylene Blue), ΕΛΟΤ ΕΝ 933-9

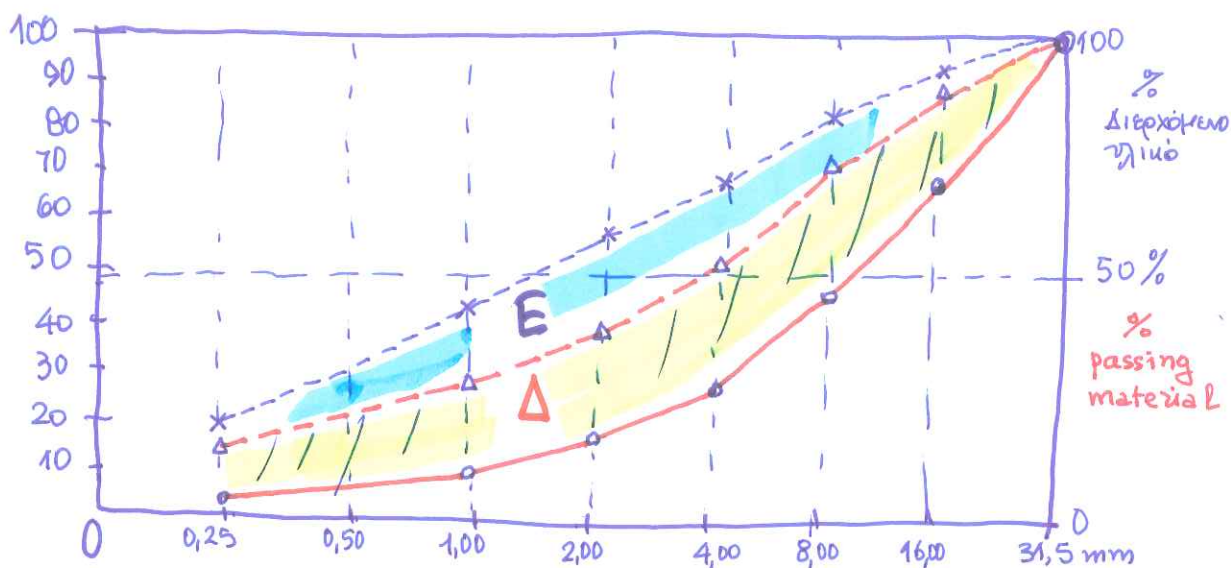
- Αλκαλοπυριτινική αντίδραση (Alkali Reactivity), ASTM C 227 (προσοχή: έως: 0,1% διάχυση στους **6 μήνες**) ASTM C 289

β) αλλάζει η διαδικασία δοκιμής:

- Πεινία (fines): μετράται στα **63 μm**, και όχι στο N° 200 Αμερικανικό κόσμιο (75 μm, ή 0,075 mm)

- Ισοδύναμο άμμου (Sand equivalent), στο υδάτο: 0/4 mm ως άμμου, με: **SE₄ ≥ 60%**, και όχι: SE ≥ 65%, στο ΕΛΟΤ 408 (ΚΤΕ-97) (0/4, 75 mm)

- γ) Δεν είναι υποχρεωτικά, τα Διαγράμματα: Ι, ΙΙ, ΙΙΙ, των ΚΤΕ-97
αλλά αυτά **"δυνιστάται"** να βρισκεται η υπομομετρική
διαβάθμιση του μίχματος των αδρανών, στα:
Διαγράμματα: ΠΒ1-1, ΠΒ1-2, ΠΒ1-3, ΠΒ1-4 (σεις: 18141 ÷ 44)
με κόσμινά **"μόνο"**: ΕΛΟΤ ΕΝ 12620,
(όχι Αμερικανικά, όχι Γερμανικά τετραγωνικής οπής πχ. 2-4-8-16-31 mm)



Κόσμινα ΕΛΟΤ ΕΝ 12620

Διάγραμμα ΠΒ1-2: Ορια υπομομετρικής διαβάθμισης μίχματος
αδρανών μεγίστου κόσμινου: **31,5 mm**

- Υποψήν: **Δ** —○—○— (Β7.6, σύσταση: Δ, για μειωμ. υδατοπερατότ.)
- Υποψήν: **Ε** x---x---x--- (Β2.2.6, σύσταση: εντός: Ε, για αντηγό)

δ) Στην § Β1.3.8, αναγράφονται οι απαιτήσεις για την
συνychότητα ελέγχων αδρανών υλικών:

- 1 καθε 2 εβδομάδες για την άμμο
- 1 καθε 4 εβδομάδες για τα χονδρόκομμα υλικά ή
- μετά κατανάλωση **2.000 t** καθε υλικού
(όσοιο κατ'ελάχιστον οδηγεί σε μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων)
- σε περίπτωση αλλαγής λατομείου, ονομάζεται η
συνychότητα ελέγχων να διασφαλίζεται, μέχρι στον
αρχικατασκευαστή 15 δείγματα

ε) Δεν απαιτείται δοκιμή **"Υγείας"** (Soundness test), ΕΛΟΤ ΕΝ 1367-2
εάν η υδατοποροφνητικότητα του χονδρόκομου < 1%.

4. Οι κατηγορίες έκθεσης (exposure class): B2-7

Η "καρδιά" του ΚΤΕ-2016, στον Πίνακα: B2-7.
Εμείς καθορίζει τις **ελάχιστες απαιτήσεις** για το σκυρόδεμα, ανάλογα με την Κατηγορία Έκθεσης (exposure class)

Για παράδειγμα για την Ενανδράωση (Carbonation), καθορίζει 4 κατηγορίες διάθρωσης λόγω ενανδράωσης, τις: XC1 (Ξηρό ή μερικώς υγρό περιβάλλον) ?

XC2 (Υγρό, σπάνια ξηρό περιβάλλον) ?

XC3 (Μέτρια υγρασία $\Rightarrow$ ΕΛΛΑΣ, συνήθως) ✓

XC4 (Εναλλαγή ξηρού-υγρού $\Rightarrow$ π.χ. Θράκη) ✓

και για κάθε κατηγορία, απαιτεί άλλα όρια, π.χ.

Απαιτήσεις ↓	XC1	XC2	XC3	XC4	Παρατηρήσεις
max λόγος N/T	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50-0,55 συνήθως
Ελάχιστη κατηγορία αντοχής	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C25/30 ή C30/37 συνήθως
Ελάχιστη περίεμτ. σε τσιμέντο kg/m^3	280	300	300	320	$>300 kg/m^3$ τσιμέντο
Ελαχ. επιμέλωση σπλινθού (mm)	25	25	35	35	35 mm επιμέλωση σπλινθού
Περιγραφή περιβάλλοντος	Ξηρό ή μερικώς υγρό	Υγρό, σπάνια ξηρό	Μέτρια υγρασία	Εναλλαγή ξηρού- υγρού	Βλέπε Πίνακα: ΠB2-1 σελ: 18147 του ΦΕΚ
Παράδειγμα	Εσωτερικοί χώροι	Θεμελιώσεις	Προστασία από βροχή, εσωτ. χώροι + μέτρια υγρασία	Επιβάσεις επιμεταλλωμένες σε βροχή + υγρό	

Πίνακας B2-7 - Απαιτήσεις για το σκυρόδεμα ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης

Κατηγορίες έκθεσης																									
Κατηγορία έκθεσης	Χωρίς κίνδυνο διάβρωσης ή προσβολής	Διάβρωση λόγω χλωριόντων												Χημική προσβολή ^β	Προσβολή από ψύξη/απόψυξη	Τριβή / Απότριψη									
		Θαλασσινό νερό						Χλωριόντα που δεν προέρχονται από θαλασσινό νερό																	
		Τσιμέντα ΙΙ, ΙΙΙ, ΙV (Εκτός CEM ΙΙ/Β-LL + CEM ΙΙ/Β-L)						Τσιμέντα Ι (+ CEM ΙΙ/Β-LL + CEM ΙΙ/Β-L)																	
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3	
1	max N/T	---	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,55	0,50	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40	
2	μίν κατηγορία αντοχής	C 12/15	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 35/45	C 35/45	C 30/37	C 25/30	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 50/60		
3	μίν περιεκτικότητα σε τσιμέντο kg/m ³	---	280	300	300	320	330	330	330	330	350	330	330	350	320	300	300	320	320	340	360	340	360		
4	μίν επικάλυψη για ανθεκτικότητα ^γ mm	---	25	25	35	35	45	50	40	40	50	35	40	50	---	---	---	---	35	35	35	---	---		
5	μίν περιεκτικότητα σε αέρα (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4,0 ^δ	4,0 ^δ	4,0 ^δ	---	---	---	---	---		
6	Άλλες απαιτήσεις	Σημ.: Άσπλο σκυρόδεμα				Σημ.: Παραβίαση 1,5 km	Σημ.: Μόνιμα μέσα στη θαλάσσια	Σημ.: Διαβροχές ζώων								Αδρανή σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN12620 με ικανοποιητική αντοχή σε παγετό ^δ				Τσιμέντα ανθεκτικά σε θειικά ^γ			LA ≤ 27	LA ≤ 25	LA ≤ 22

^α Όταν δεν προστίθεται αερακτικό πρόσθετο, η επιτελεσιτικότητα του σκυροδέματος ελέγχεται με κατάλληλη μέθοδο, σε σύγκριση με σκυρόδεμα του οποίου η αντοχή σε ψύξη/απόψυξη για την αντίστοιχη κατηγορία έκθεσης είναι αποδεκτή.

^β Για αυτή την κατηγορία έκθεσης (XA) ισχύουν και οι παράγραφοι B7.7.5 και B7.7.6 του παρόντος ΚΤΣ. Όταν η ύπαρξη SO₂ οδηγεί σε κατηγορία XA2 και XA3, τότε είναι απαραίτητη η χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197-1

^γ Οι τιμές της επικάλυψης αφορούν σπλισμένο σκυρόδεμα.

^δ Για τα αδρανή υλικά ισχύει και η παράγραφος B1.3.3 του παρόντος ΚΤΣ

5.0 Έλεγχος της Ποιότητας.

5.1 Εσωτερικός έλεγχος της παραγωγής (Αυτο-έλεγχος)-B5.7

Διενεργείται αυτό τον έλεγχο τον παραγωγό τον Εργοστασιακό σκυροδέματος και περιλαμβάνει καί' ελάχιστον (1) δειγματοληψία/ανά ημέρα παραγωγής /ή ανά 200 m³ και προσδιορισμό της αντοχής στις 28 ημέρες.

Τα κυριώτα εσωτερικού έλεγχου για των θμητική αντοχή φαίνονται στον: **Πίνακα B5-1**

α. Αρχική παραγωγή (3 μήνες, 35 τουλάχιστον δείγματα)

- Μέση τιμή 3 δειγμάτων: $\bar{f}_3 \geq f_{ck} + 4 \text{ MPa}$

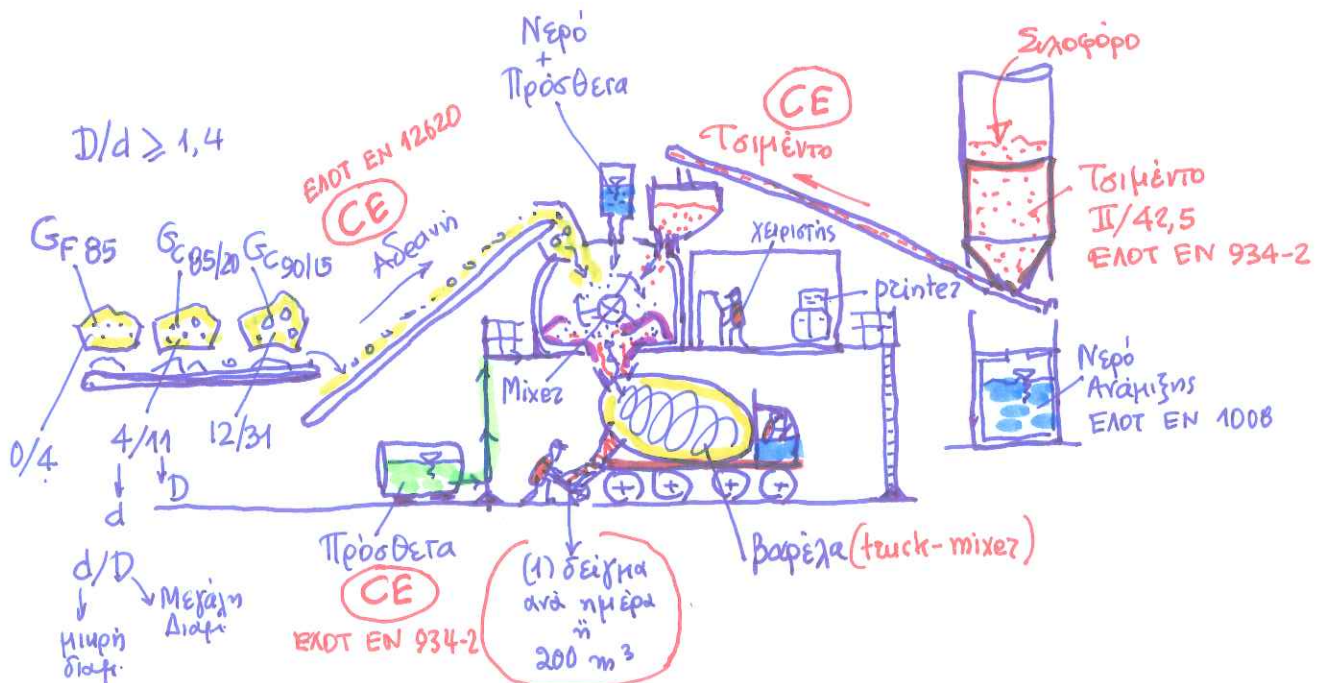
- Οποιοδήποτε δείγμα : $f_i \geq f_{ck} - 4 \text{ MPa}$

β. Συνεχής παραγωγή (με πιστοποίηση παραγωγής)

- Μέση τιμή 15 δειγμάτων: $\bar{f}_{15} \geq f_{ck} + 1,48 \cdot S_{35}$

- Οποιοδήποτε δείγμα : $f_i \geq f_{ck} - 4 \text{ MPa}$

* Χωρίς πιστοποίηση παραγωγής: $\bar{f}_{15} \geq f_{ck} + 1,57 \cdot S_{35}$



Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος (120 m³/h)

Concrete Batching Plant

17/11/2016

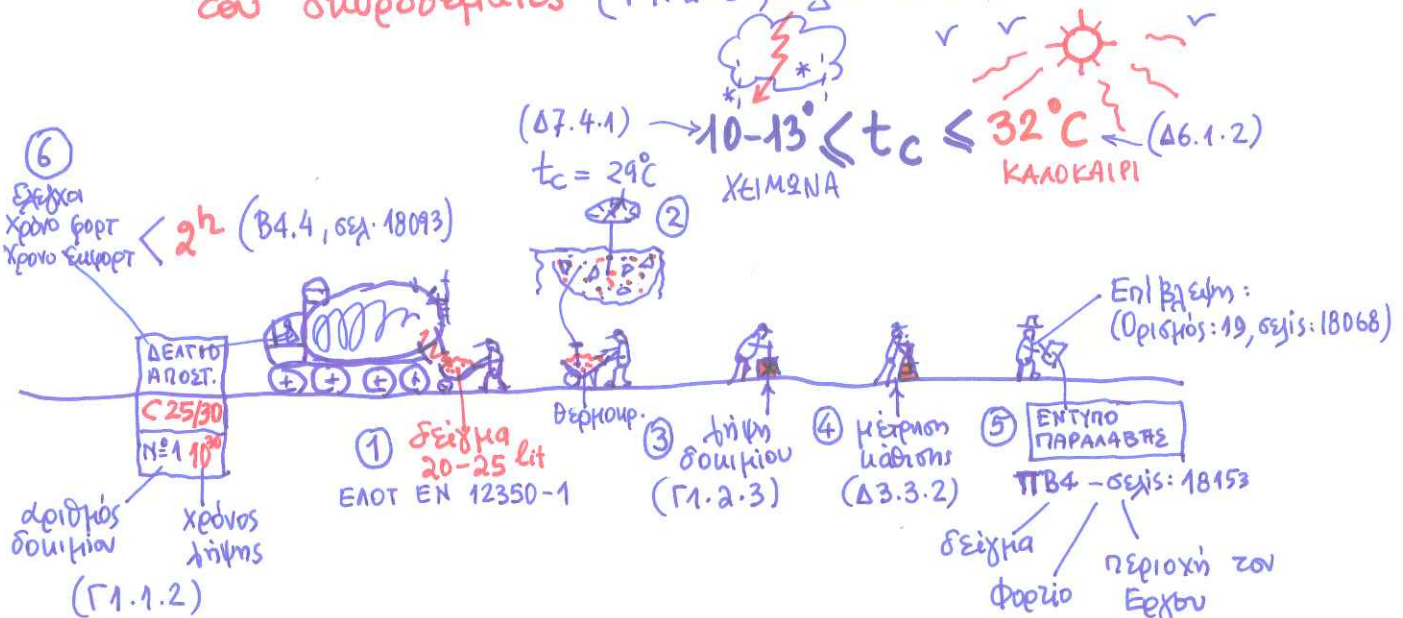
5.2 Έλεγχος σκυροδέματος στο Έργο και Επανελέγχοι Γ1, Γ2

α) Δειγματοληψία σκυροδέματος (Γ1.1) - λήψη δοκιμών (Γ1.2-Γ1.3)

Η δειγματοληψία του σκυροδέματος στο Έργο, γίνεται στην έξοδο της βαρέλας, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΕΝ 12350-1, σε δείγμα $> 20-25$ λίτρων, και αφού έχει συμφορτωθεί τουλάχιστον $0,3 \text{ m}^3$ του φορτίου του οχήματος. Στο δείγμα αυτό μπορεί να γίνουν οι έλεγχοι σφεντυϊσμός (μάθιση, εξάχνωση), η λήψη συβασιών δοκιμών (ορίσμος: 59, σελ. 18071 του ΦΕΚ), και η μέτρηση της θερμοκρασίας του σκυροδέματος (Δ3.3.2, Πίνακας: Δ3-1, Δ3.4, Δ6.1.2, Δ7.4.1, ΠΔ7-2)

Η λήψη κάθε δοκιμίου μάθης και η ώρα λήψης θα αναγράφονται στο **Δελτίο Αποστολής** (Γ1.1.2)

Το δείγμα, το φορτίο από το οποίο έγινε η δειγματοληψία, η περιοχή του Έργου, στην οποία διαστρώθηκε το φορτίο του οχήματος θα σημειώνονται στο **Εντύπο παραλαβής του σκυροδέματος** (Γ1.2.3, σελ. 18109).



Δειγματοληψία - παρασκευή συβασιών δοκιμίου Παραλαβή σκυροδέματος (B4, B5.12)

β) Κριτήρια συμμόρφωσης

- Για πιστοποιημένο σκυρόδεμα ο έλεγχος συμμόρφωσης **δεν είναι υποχρεωτικός** (Γ1.2.3, δες σχόλια, σελis: 18109)
Μπορεί όμως να γίνει η γρήψη: 2 έως 6 δοκιμών (δινιών, τριγών) σύμφωνα με τον Πίνακα: Γ1-1 και το κριτήριο συμμόρφωσης του εξωτερικού ελέγχου (ταυτοποίησης) φαίνεται στον Πίνακα: Γ1-2

- μέσος όρος αντοχής 2-3 δειγμάτων: $\bar{f}_{2-3} \geq f_{ck} + 2 \text{ MPa}$
- αντοχή σε θλίψη κάθε δείγματος: $f_i \geq f_{ck} - 2,5 \text{ MPa}$
- μέσος όρος αντοχής 6 δειγμάτων: $\bar{f}_6 \geq f_{ck} + 3,5 \text{ MPa}$

- Για Εργοστασιακό σκυρόδεμα **χωρίς πιστοποίηση** έλεγχου παραγωγής (Γ1.3, σελis: 18110), γίνεται μία δειγματοληψία **6 δοκιμών από ισοριθμα δείγματα / ανά: 150 m³/ημέρα.**

Το κριτήριο συμμόρφωσης εξωτερικού ελέγχου για θλιπτική αντοχή για το Εργοστασιακό σκυρόδεμα χωρίς πιστοποίηση έλεγχου παραγωγής, φαίνεται στον Πίνακα: Γ1-3

- μέση τιμή αντοχής 6 δειγμάτων: $\bar{f}_6 \geq f_{ck} + 1,60 \cdot S_6$
- Αντοχή σε θλίψη κάθε δείγματος: $f_i \geq f_{ck} - 2 \text{ MPa}$

όπου η **τυπική απόκλιση**: $S_6 \geq 1,5 \text{ MPa}$

και προκύπτει από την σχέση:
$$S_6 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (f_i - \bar{f}_6)^2}{5}}$$

(σελis: 18111)

Εάν τα κριτήρια **δεν** ικανοποιούνται, τότε γίνεται η **αμφισβήτηση** (όχι: απόρριψη), αντιστοιχά των φορτίων ή της παρτίδας σκυροδέματος, και ακολουθούν οι διαδικασίες των **ΕΘΑΝελέγχων** των Κεφαλαίων: Γ2

8) Εξανέλεγκτοι σε συμπυκνμένο σκυρόδεμα. Γ2

- Σε αμφισβήτηση **φορτίου** λαμβάνονται **3 πυρήνες** (Γ2.2)
 Ο μέσος όρος: $\bar{x}_3$, διαιρεμένος δια: 0,85 αντιμαθίστα των
 τιμή του δείγματος: $\frac{\bar{x}_3}{0,85} \Leftrightarrow f_i$

- Σε κάθε αψη περίσωση αμφισβήτησης **παρτίδας**
 υπάρχουν οι εξής εναλλακτικές περιπτώσεις:

ΕΙΤΕ:

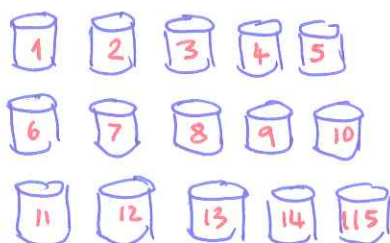
a

Λήψη **15 πυρήνων**

↓ Γ2.6

$$f_{m,15,is} \geq 0,85(f_{ck} + 1,485)$$

$$f_{is,μικρ} \geq 0,85(f_{ck} - 4)$$



↓

$$f_{m(15),is} \quad S_{15}$$

ΕΙΤΕ:

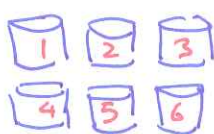
β

Λήψη **6 πυρήνων**
 (με συμφωνία μερών)

↓ Γ2.7

$$f_{m(6),is} \geq 0,85(f_{ck} + 1,605)$$

$$f_{is,μικρ} \geq 0,85(f_{ck} - 4)$$



↓

$$f_{m(6),is}$$

ΕΙΤΕ:

γ

Εμπέδες μεθοδοί +
 λήψη **3 πυρήνων**

↓ Γ2.8

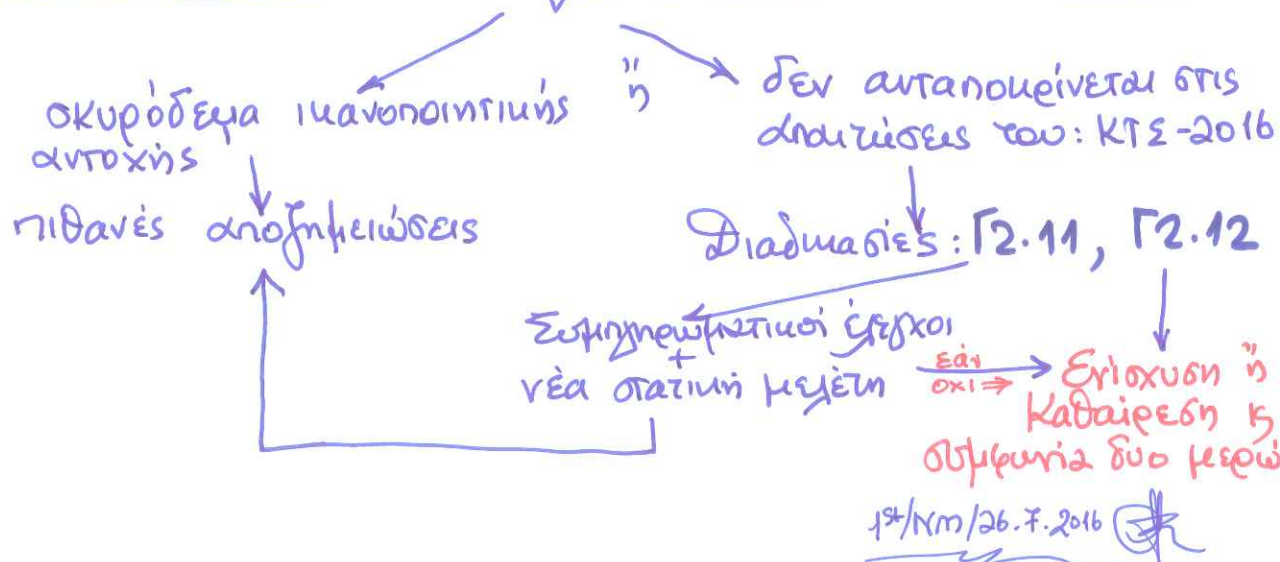
Εμπέδες μεθοδοί
 ελέγχου σε **15**
σημεία

3 σημεία με τις
 χαμηλότερες αντοχές

↓ λήψη **3 πυρήνων**

$$f_{m(3),is} \geq f_{ck} \cdot 0,85$$

$$f_{is,μικρ} \geq 0,85(f_{ck} - 4)$$



6. Συμπεράσματα

Ο ΚΤΣ-2016, είναι ένας Κανονισμός, που στηρίχθηκε κυρίως (πχ κατά 70%), στον ΚΤΣ-97, και ενσωμάτωσε μέσα του διατάξεις από Ευρωπαϊκά Πρότυπα (ΕΝ) κυρίως:

- ΕΛΟΤ ΕΝ 206 + Εθνικό Προσάρτημα (24.2.2011)
- ΕΛΟΤ ΕΝ 13670 (execution)
- ΕΛΟΤ ΕΝ 13791 (Εμμεσες μέθοδοι - NDT) και πολλά ακόμη ΕΛΟΤ ΕΝ για δομικές, και παραπέμπει στις:
 - ΕΤΕΠ (ΦΕΚ/2221/Β/30.7.2012), ΕΛΟΤ ΤΠ (1501-01-01-01-00, έως 04-00), για σκυρόδεμα
 - (4) Τεχνικές Οδηγίες των ΣΠΜΕ (www.spme.gr), για σκυρόδεμα ως βιβλιογραφία (Α2.2)

Επίσης "υιοθετεί" 67 Ορισμούς, και πλήθος νέων Συμβολισμών.

Όπου αναφέρει γράφο Ν/Τ, είναι ο "ενεργός" γράφος Ν/Τ, (Ορισμοί: 31 και 45), υπάρχουν αλλαγές στην ονομασία των αδρανών ("φυσικά" = συλλεγτά + θραυστά), για και τέλος:

- Καθιερώνει τις **κατηγορίες έκθεσης (exposure class)** με τις αντίστοιχες απαιτήσεις: Πίνακας Β2-7, που περιγράφονται στο Παράρτημα: ΠΒ2, με τον Πίνακα: ΠΒ2-1,
- Προβλέπει το σκυρόδεμα με: **Πιστοποίηση ελέγχου παραγωγής (Factory Production Control)**, στο: Γ1.2 και τις διαδικασίες στο: Παράρτημα: ΠΒ5-1.
- Χρησιμοποιεί τις "Εμμεσες μεθόδους ελέγχου", με το ΕΛΟΤ ΕΝ 13791, για να μειώσει των αποσπώμενων πυρήνων στους **Επανελέγχους** από: 15 σε 3 (Γ2.8), εναλλακτικά.

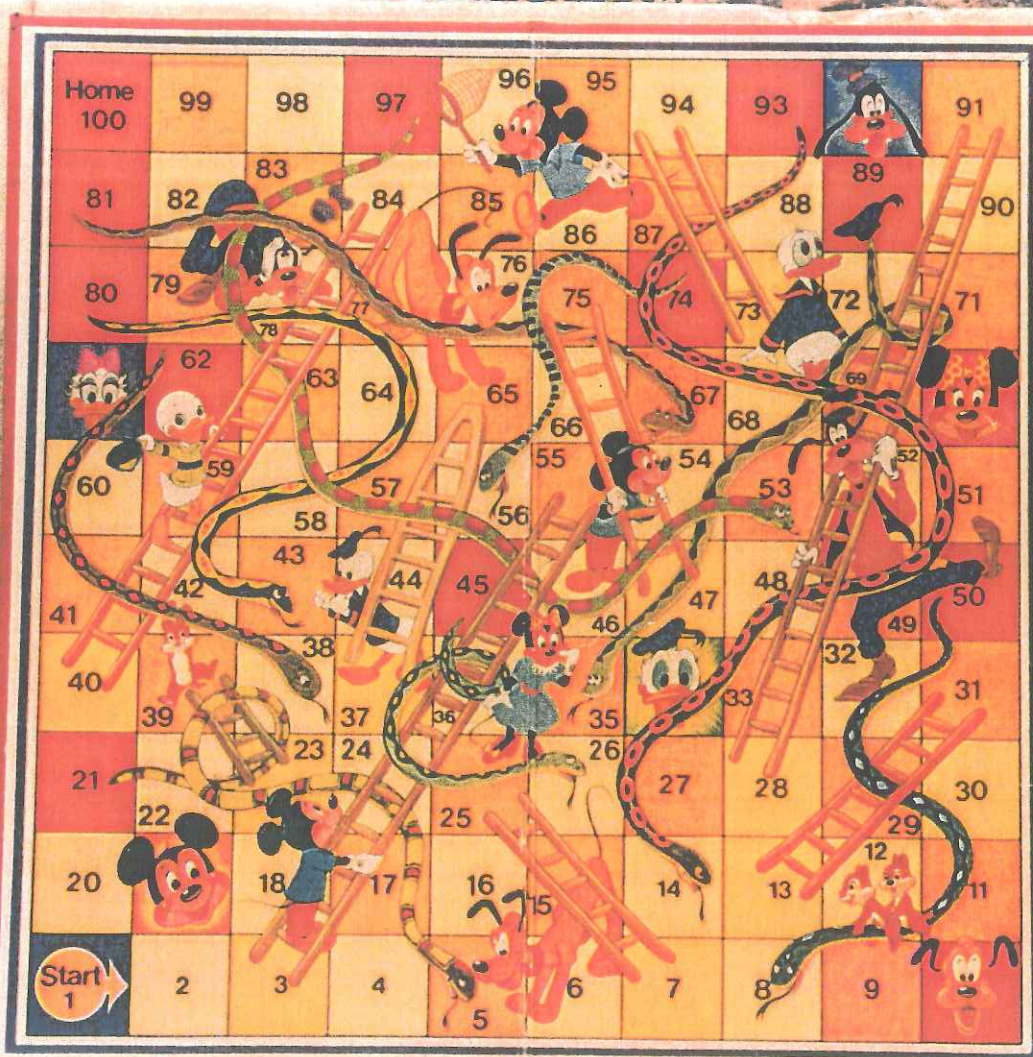
Γενικά ο ΚΤΣ-2016 (ΦΕΚ/1561/Β/2.6.16), δίνει μία "ώθηση" στη τεχνολογία σκυροδέματος στη χώρα μας, προωθώντας την έννοια της **Ανθεκτικότητας Σκυροδέματος (Durability)**, και θεωρώ ότι είναι μία **Ευκαιρία!**

27/7/2016,

Νίκ. Μαρσέλλος, Πολιτ. Μηχ. ΕΜΠ
Μέλος Επιτροπών Στήριξης ΚΤΣ.

- № 1, [93], Έρριξε τερπό στο σωρόδεμα, σαν βαρέλα, στο Εργο.
- № 2, [89], Χρησιμοποίησε σωρόδεμα, με χρόνο $\geq 2,0$ από μεταφοράς.
- № 3, [80], Βρίσκει αβαντί, με άρχιλο, με παύο παυιόλη $\geq 16\%$.
- № 4, [81], Η Μονάδα δεν έχει Μηχανικό υπεύθυνο Ποιότητας.
- № 5, [97], Η Μονάδα δεν έχει Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας.
- № 6, [50], Βάζουν τσιμέντο, λιγότερο από 330 kg/m^3 , στο παραδαγμένο σωρ/κα.
- № 7, [21], Δεν έχουν "Μπρώα Αποχής" - "Διαγράμματα Αποχής" (ΚΕΔΕ/Βεβαίωση)

"φιδάκι"
(Καθόδος)



- № 1, [3] Αγοράζω από Εταιρεία που έχει "Σήμα Ποιότητας" από τον ΕΛΟΤ.
- № 2, [20] Υπάρχει Δηλωματούχος Μηχανικός, υπεύθυνος Παραγωγής και ποιότητας.
- № 3, [40] Υπάρχει Καταγραφικό Συρίσεων σε υδρε Δελτίο Αποστολής.
- № 4, [7] Η μονάδα έχει Εργαστήριο ελέγχου ποιότητας σωροδεμάτων.
- № 5, [13] Χρησιμοποιούν 4^η γενιάς (PCE) υδρο-ρευστοποιητικό(και [73])
- № 6, [37] Η ζωική αθροιστική από 60 δοκιμαστικούς, είναι: $S \leq 2,0 \text{ MPa}$.
- № 7, [47] Η Μονάδα έχει τεχνική υποστήριξη, επι-ζώνου, στους πελάτες, στο Εργο.

"Συάρες"
(ανόδου)

✍

“ ΚΤΕ - 2016: Ευκαιρία ή αθροή; ”

Νίκ. Μαρσέλλος
Πολιτ. Μηχανικός ΕΜΠ
Μέλος Επιτροπών Σύνταξης
του ΚΤΕ-97, ΚΤΕ-2016

Περίληψη

ΚΤΕ-2016: Ένας νέος Κανονισμός. Ένας Κανονισμός που ασχολείται με θέματα τεχνολογίας σκυροδέματος. Κύρια κεφάλαια είναι:

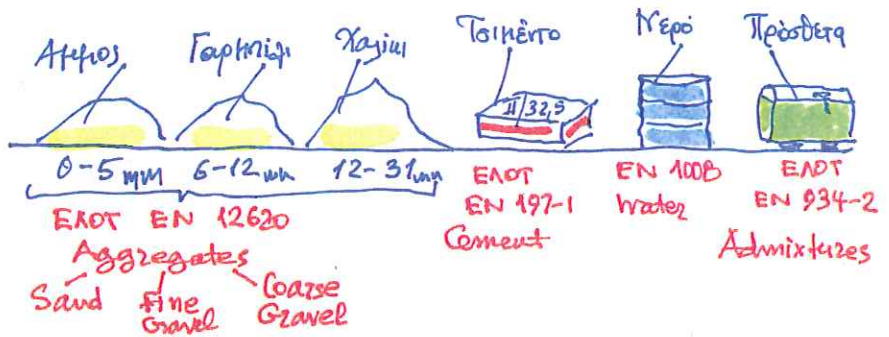
- Οι ιδιότητες και οι απαιτήσεις για τα υλικά (Αδρανές, Τσιμέντο, Πρόσθετα, Νερό, Πρόσμιχτα)
- Η μελέτη συνθέσεως σκυροδέματος
- Η παραγωγή-μεταφορά-διάσπαση-συνπύκνωση-συντήρηση-αφαίρεση καχυρτών-προστασία
- Οι ειδικές σκυροδεώσεις, και τα ειδικά σκυροδέματα (παραδαλίσιο, χημ. προσβ.η, υπ)
- Ο έλεγχος της ποιότητας, και τα κριτήρια συμμορφώσεως
- Οι κατηγορίες έκθεσης στο περιβάλλον (exposure class) και οι ορισμένες απαιτήσεις (Πιν. Β2-7) για κάθε περιβάλλον (Ν/Τ, κατηγορία αντοχής, περιεωτ. τσιμέντου, ελάχιστη επιμέλωση οπλισμού)
- Το Πιστοποιημένο σκυρόδεμα (Factory Production Control) και οι απαιτούμενοι έλεγχοι
- Οι υποχρεώσεις-ευθύνες του κάθε μέλους

Φιλοδοξία των συντακτών του ΚΤΕ-2016, είναι να μπει μια τάξη στο χώρο, και να είναι ξεμάθαιρες οι απαιτήσεις και οι προϋποθέσεις τόσο για την παραγωγή των σωρίτων, όσο και για την επεξεργασία του στο Έργο. Απαιτείται για αυτό και ο “Έλεγχος της Αγοράς”, αλλά και η διδασκαλία του ΚΤΕ-2016, στα Πολυτεχνεία, και η ενημέρωση των Χρηστών-Μηχανικών.

Σκυρόδεμα Concrete

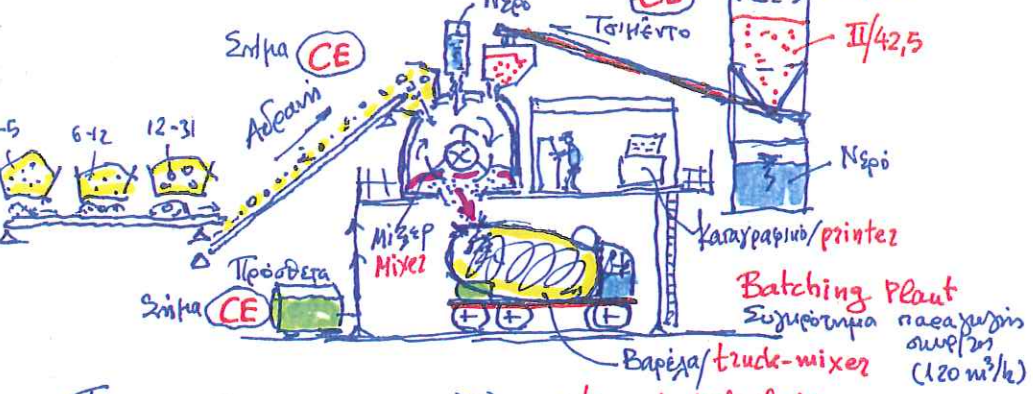
Τεχνολογία του Σκυροδέματος Concrete technology

• Πρώτες ύλες / Raw-materials

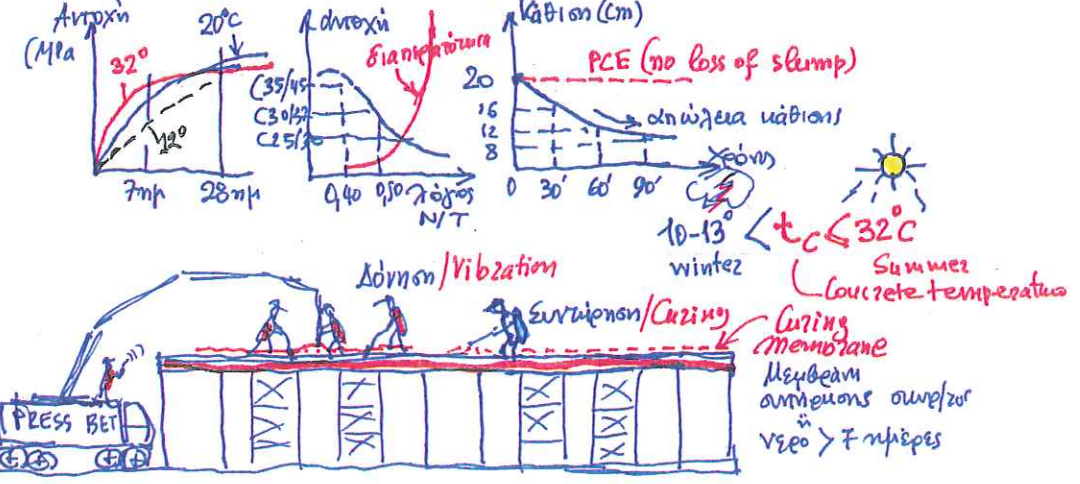


• Μαγεία συνθέσεως σκυροδέματος / Concrete Mix-Design ACI-211.1

• Παραγωγή σκυροδέματος / Production



• Τεχνολογία του σκυροδέματος / Concrete technology



Κανονισμοί - Πρότυπα Regulations - Norms - Standards

ΚΤΣ-97
ΔΕΚ/315/13
17.4.97
ΚΕΔΕ/ΥΠΕΧΩΔΕ
Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-97)
CTR-97

ΕΛΟΤ EN 206-1
CEN/TC/104
2011
Ευρωπαϊκό Πρότυπο για Σκυρόδεμα
EN 206-1: Concrete XC3, XC4, ..., XS1

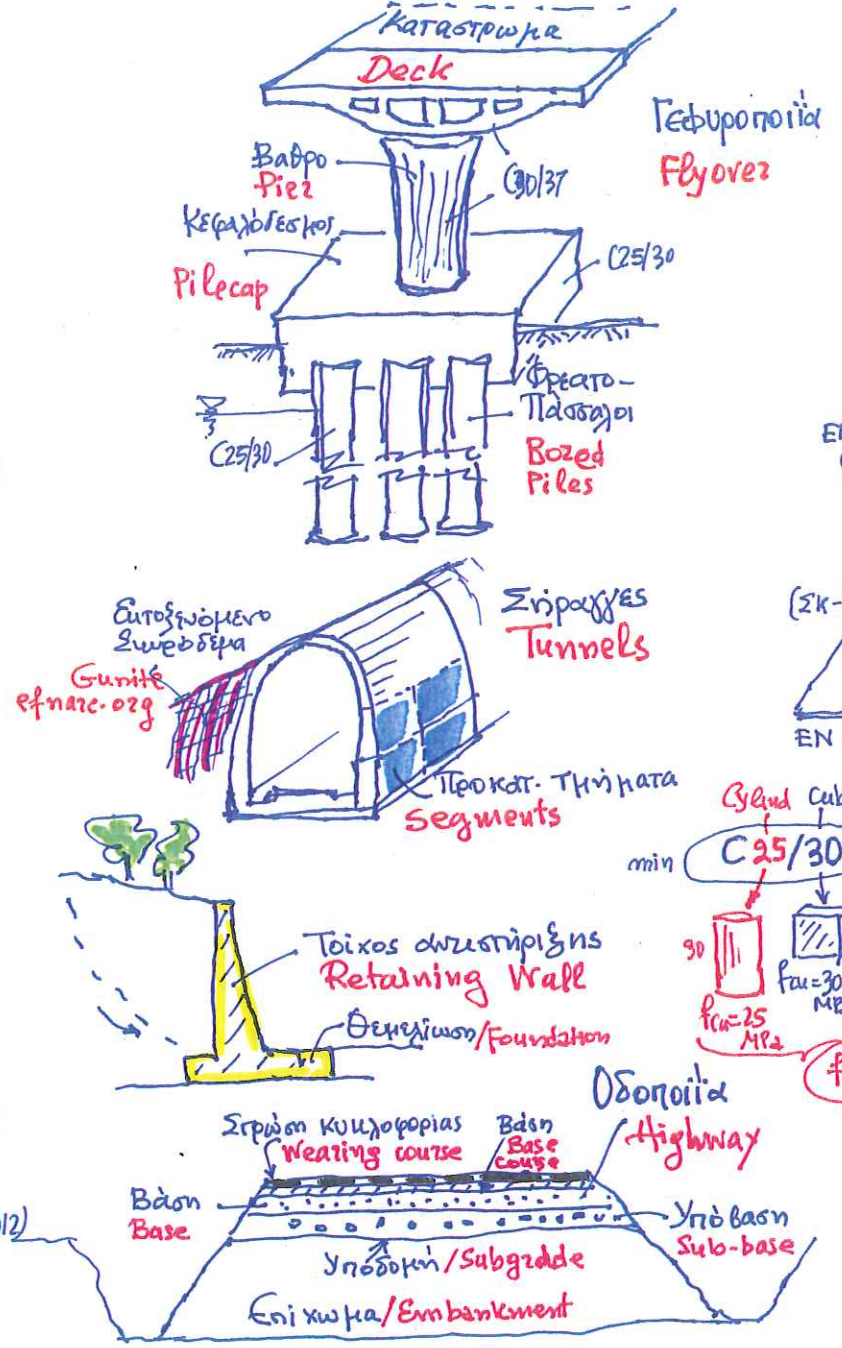
ΥΠΟΑΕΔ ΚΕΔΕ
ΚΤΣ-2015 (ΕΧΕΑΙΟ)
2015
Σχέδιο: ΚΤΣ-2015 (ΚΕΔΕ)
ggde.gz, Αντίστοιχα διαβατήρια #4.

ACI
American Concrete Institute
www.concrete.org

ΕΤΕΠ
Σκυρ (10K)
Οδ (10K)
Σιφώνια (10K-ΕΛΟΤ)
ΕΛΟΤ ΤΠ 15/11
Εγκριμένες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΦΕΚ/222/Β/30.7.2012)
www.e-archimedes.gz
www.sate.gz

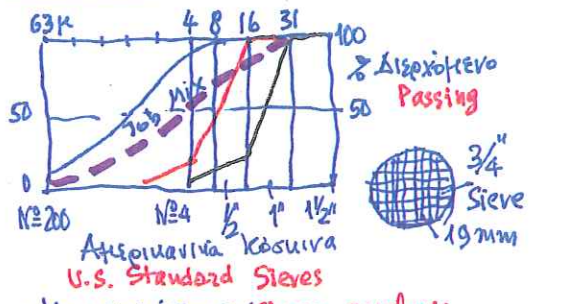
Κανονισμός: 305/2011 (Ε.Ε.)
Σημάκι CE

Χρήσεις - Εφαρμογές Applications

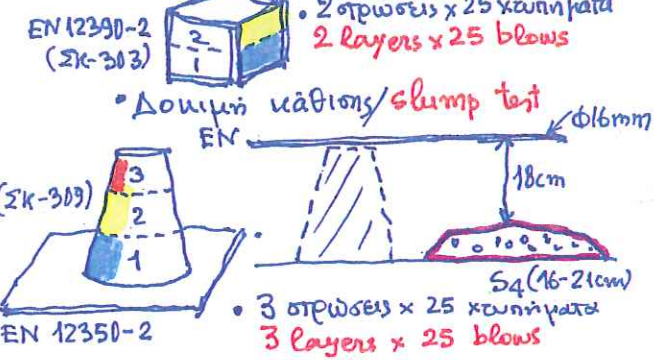


- + Οικοδομικά
- + Λιμενικά
- + Υδραυλικά
- + Φράγματα
- + Αυτοσυντηνούμενο Σκυρόδεμα
- + RCC, + CLSM (ACI)

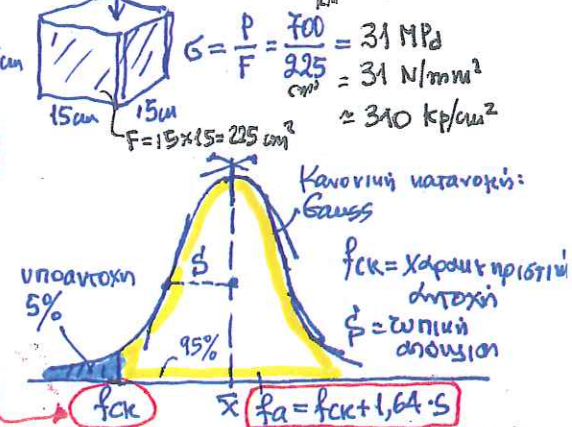
Δοκιμές / tests



• Κοκκομέτρηση/Sieve analysis
• Ανίχνευση θραύσης δομικών σωμάτων/Cubes



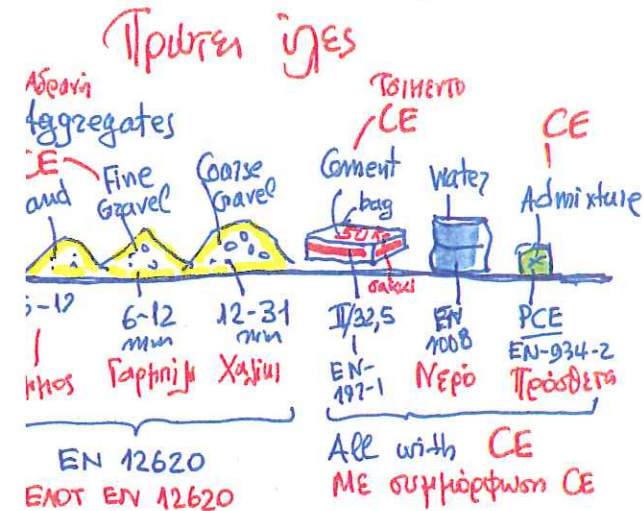
• Θραύση/θλιπτική αντοχή κύβου (ΣΚ-304)
Compressive strength/cube specimen EN 12390-3



Κανονισμοί - Εφαρμογές - Έλεγχος ποιότητας & Τεχνολογία Σκυροδέματος
Νίκ. Μαρσέλλος, Π.Μ., ΜSc
6-5-2015
(1^η έκδ/ΝΜ/16.4.15)

Concrete Σκυρόδεμα

Raw-Materials Υπόματα



Mix-Design Μείγμα σκυροδέματος

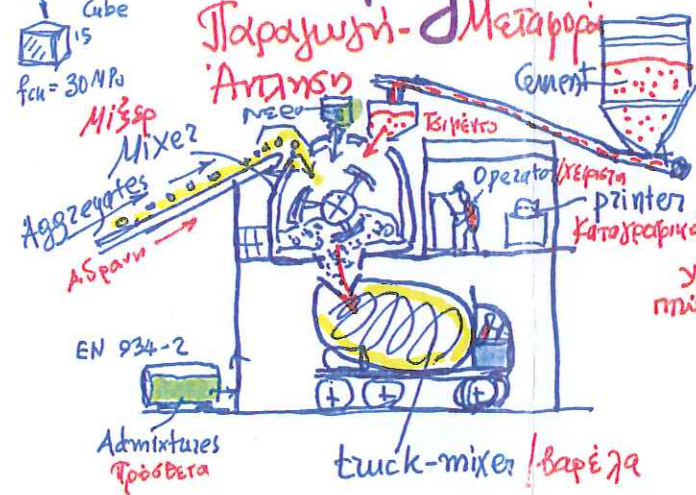
- a) Water-Cement Ratio / Λόγος Νερού / Τσιμέντου
- b) Strength class / Κατηγορία Αντοχής
- c) Slump class / Κατηγορία Πάχους
- d) Cement content / Πίευστη μάζα CE τσιμέντο
- e) Exposure class (EN 206-1) / Κατηγορία Εξέχον στο Περιβάλλον
- XC1/.../XC4
 - XS1/.../XS3
 - XF1/.../XF3
 - XA1/.../XA3

Special Concretes Ειδικά σκυροδέματα

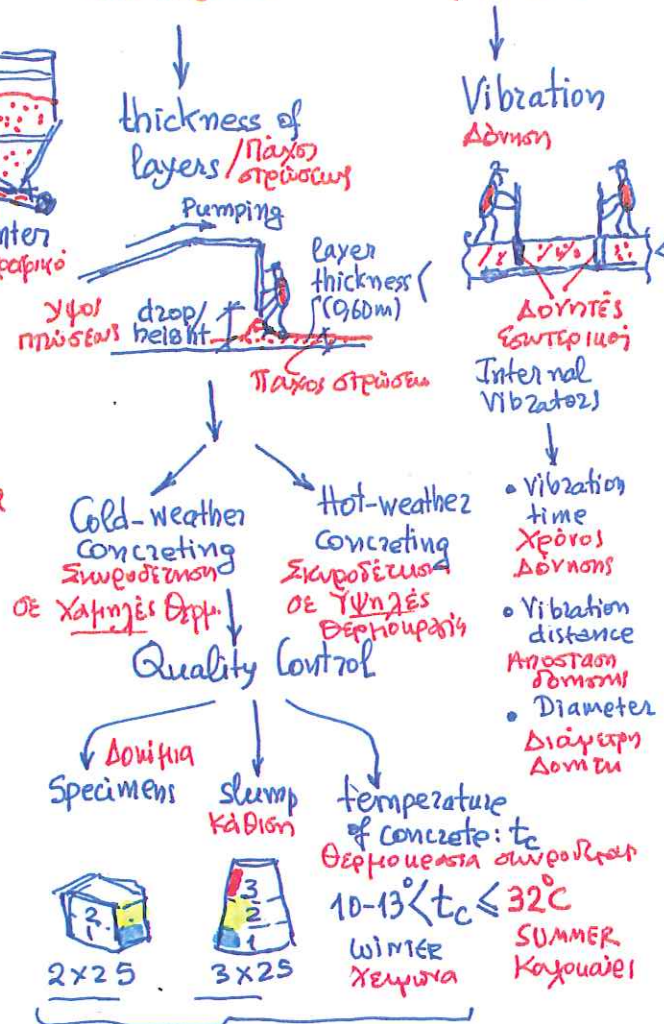
- Self-compacting Concrete / Αυτο-συμπυκνώνμενο
- Guniting / Επισφόνισμα
- RCC / Κυλινδρωμένο
- Fair-Face Concrete / Εμφανές

DURABILITY of concrete
ΑΝΘΕΚΤΙΜΟΤΗΤΑ των σκυροδεμάτων

Production-Transportation Παραγωγή-Μεταφορά



Placement Θέση



No Water addition on site, only Superplast.
'Οχι προσθήκη νερού στο σκυρόδεμα στο Έργο, μόνο: Υπερ-πρωστονομητικό

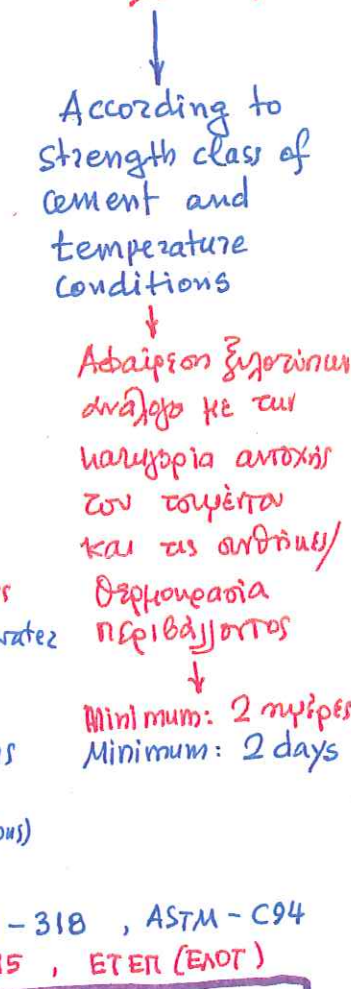
Consolidation Εξομάλυνση



Curing Ενθέρωση



Striking-off Forms Φεραγούρισμα



English-Greek Concrete Technology Terminology
Αγγλικά τεχνικά ορολογία στα σκυροδέματα

N. Marsellos, Civil Eng. MSc
N. Μαρσελλος, Πολ. Μηχ, ΕΜΠ, ΜSc

6/4/15

FFC_s

CONCRETE

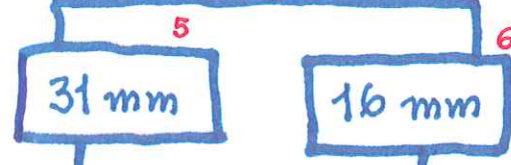
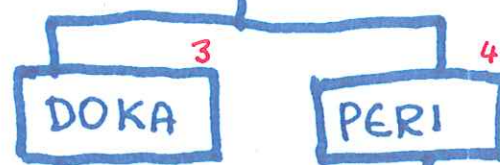
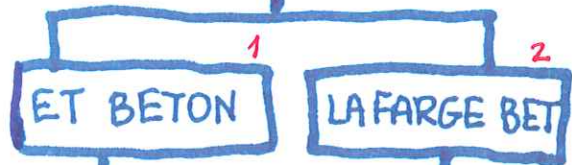
FORMS

Mock-up

Placement

Compaction

Form Strike-off Curing - Protection



- RMC Plant Mixer/type
- Production rate
- Mixing time > 1' 8
- Workability
 - S4 9
 - S5 10
 - Flow 11
- Concrete class 12
- Same Colour concrete 13
- Aggregates
 - Crushed 14
 - Natural? 15
 - Sand 16
- Cement
 - type/content [350-440] 17
 - Dosage 19
- Admixtures
 - type/Make 18
 - Dosage 19
- RMC: Distance from Site (28 Km $\Rightarrow$ 10 Km) 20
- Stock-piles of aggregates 21
- Additions: Filler/White Cement 22, 23
- Site - Mixer Concrete Plant (recommended) 24

Type

- Plywood 25
- Steel 26
- Metal 27

Shape

- Square 28
- Rectangular 29
- Wall 30
- Column
 - 1,0m Dia 31
 - 0,6m Dia 32
- Height
 - 3,0m 33
 - 6,0m 34
- Thickness of Wall
 - 0,20m 35
 - 0,35m 36
 - 0,60m 37

Cleaning of Forms

- Release Agent
 - type/Make 38
 - Mode of application 39
- Normal/Heavy Reinforcement 40

Number 41

Type 42

Thickness of Wall

- 20 cm 43
- 60 cm 44

Plant/Site 45

Repetitions? Results 46

Measurement of defects/Standardization (P18-503/French) 47

Colorimeter (Minolta)

Pumping 48

Pump pipe diameter

- 100 mm 49
- 80 mm 50
- 65 mm 51

Layer thickness 52

Fall/drop of concrete 53

tremie pipe 54

Temperatures

- Hot Weather 55
- Cold Weather 56

insulation 57

Zemdrain (Dupond)

Normal Concrete

- C30/37 58
- C45/55 59

SCC 60

(no vibration)

Rate of Placement (m³/h)

Number of Pumps

Concrete Cover

- 35 mm 61
- 50 mm (recom) 62

Vibrators

Size (mm) (Dia) 63

Type 64

Number 65

Duration (sec) 66

Vibrating distance (cm) 67

Normal/Heavy Reinforcement 68

SCC

ULTRA Fluid "Agilia" 69

i-flow 70

i-design 71

Surface Defects

Bubbles

- mini < 1-2mm 73
- < 15mm 74

Honeycombing 75

Discolourations 76

Yellow stains 77

Cracking 78

Forms Streaking 79

Peeling 80

time of forms Strike-off

- 15 h (recom) 81
- 24 h 82
- 48 h (winter) 83

Curing/Protection of Columns (Nylon/Poly-ethylene sheet) 84

Minimum in-situ compressive strength of specimens > 7 MPa 85

Photographs of concrete surface + forms internal surface after strike-off 86

LEGEND

SCC = Self-compacting Concrete (efnarc.org.)
RMC = Ready-Mixed Concrete (ASTM-C94)

Parameters (*) influencing the Quality of Fair-Face Concretes (FFC_s) (*) (89)

A. Sakellariou - N. Marsellos

Senior Concrete experts 10.1.2014