

- Name: -----
- Company: -----
- e-mail: -----
- Mob.: -----
- Notes: -----

Usefull Sites/Links

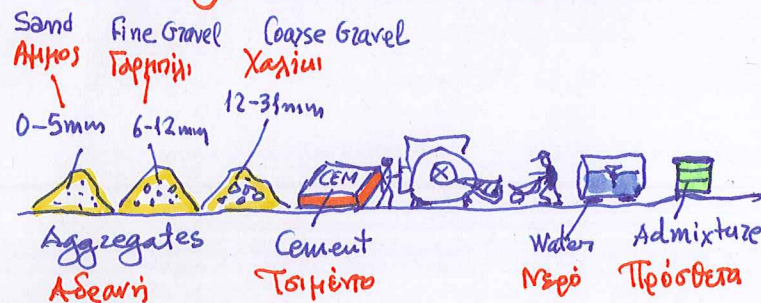
- tee.gr • www.iekemtee.gr
- www.spme.gr (Ελληνικός Πρωτ. Μηχανικών)  
Τεχνικές Οδηγίες: Τ0-1, ..., Τ0-5
- ACI: www.concrete.org, ACI-318
- EFNARC: efnarc.org  
SCC, Shotcrete, etc

- Ευδοκίμης Βασιλείδης
- www.marsellosconcrete.gr
- www.e-archimedes.gr

11/7/2015  
dk

### Concrete Raw - Materials 3

Πρώτες ύλες του σκυροδέματος



- Τσιμέντο/Cement: EN 197-1, ASTM - C150
- Αδρανή/Aggregates: EN 12620, ASTM - C33
- Πρόσθετα/Admixtures: EN 934-2, ASTM - C494
- Σκυρόδεμα/Concrete: EN 206-1, ASTM - C94, ACI - 318

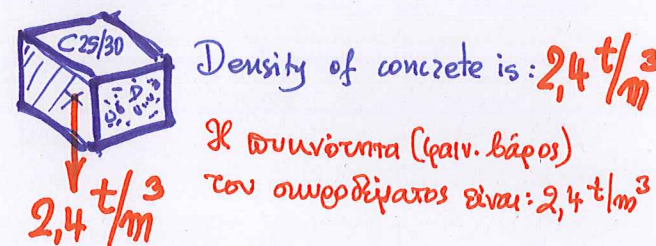
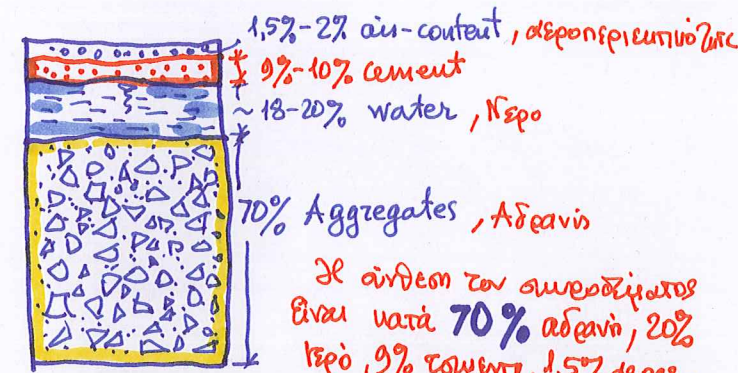
Except the main concrete Raw-materials of: Cement - Aggregates - Admixtures and water, we use Additions: Silica Fume, Fly ash,

Ευρώς από τα υλικά συστατικά του σκυροδέματος, Τσιμέντο, Αδρανή, Πρόσθετα και Νερό, χρησιμοποιούνται πρόσθετα: Πυριτινί παυλίν, Ιστίτην τρέφα, υψ.

### Concrete Composition 4

Σύνθεση του σκυροδέματος

Concrete composition is mainly 70% by aggregates, and about: 20% water, 9% cement, and 1,5% air content



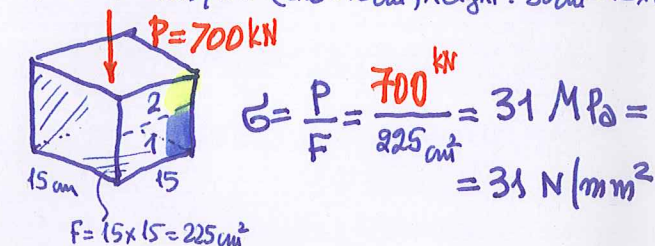
Η σύνθεση του σκυροδέματος είναι κατά 70% αδρανή, 20% νερό, 9% τσιμέντο, 1,5% αέρας.

Η πυκνότητα (βαρ. βάρος) του σκυροδέματος είναι: 2,4 t/m³

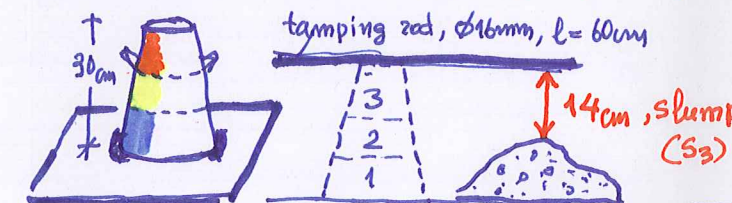
### Testing of Concrete 5

Έλεγχοι - Δοκιμές στο σκυρόδεμα

a) Compressive strength/Θλιπτική αντοχή  
Measured with concrete cubes/cylinders (15x15x15cm) or (dia: 15cm, height: 30cm - 12"x6")



b) Workability (slump)/Ελαστικότητα (υάθισον)

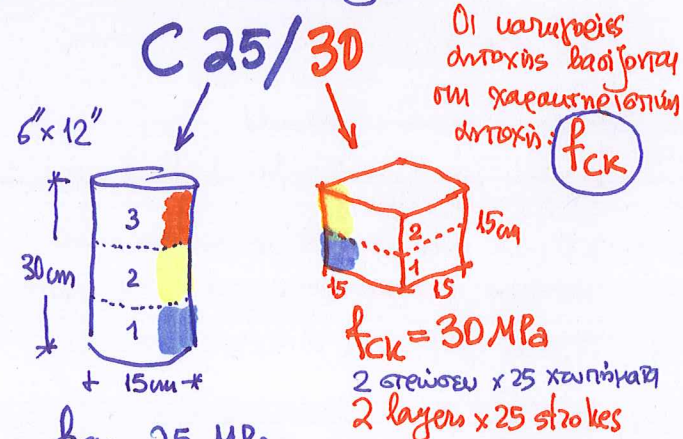


Slump classes: S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>

### Concrete Classes 6

Κατηγορίες σκυροδέματος

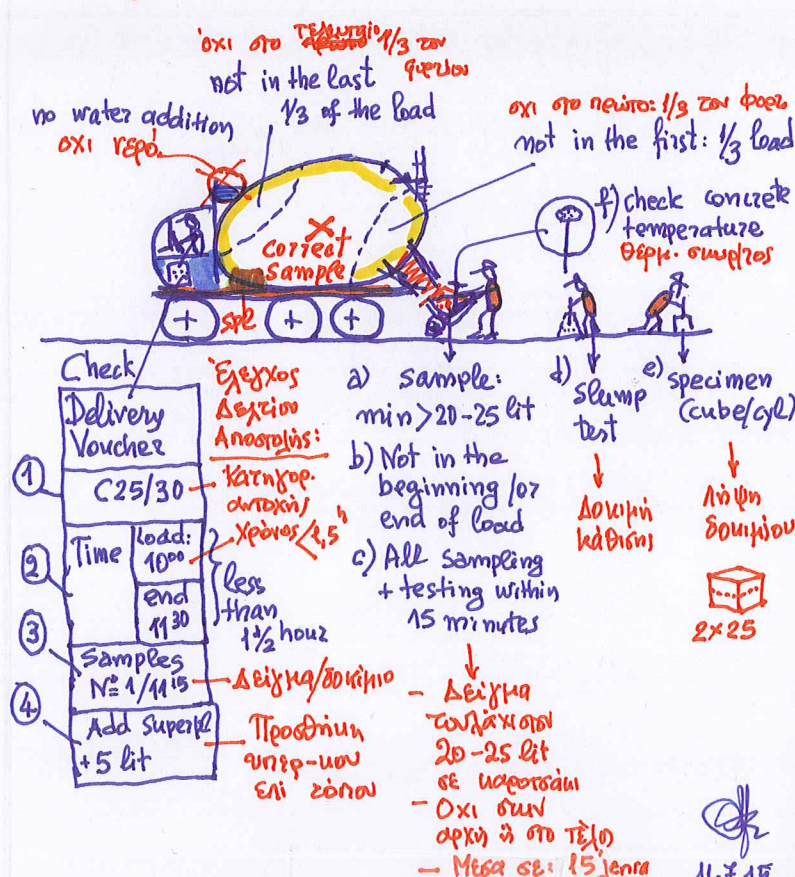
Concrete classes are based in the characteristic strength: f<sub>ck</sub>, with cylinder/cube strengths.



Minimum class, recommended: C25/30 or C30/37

### Sampling of concrete 7

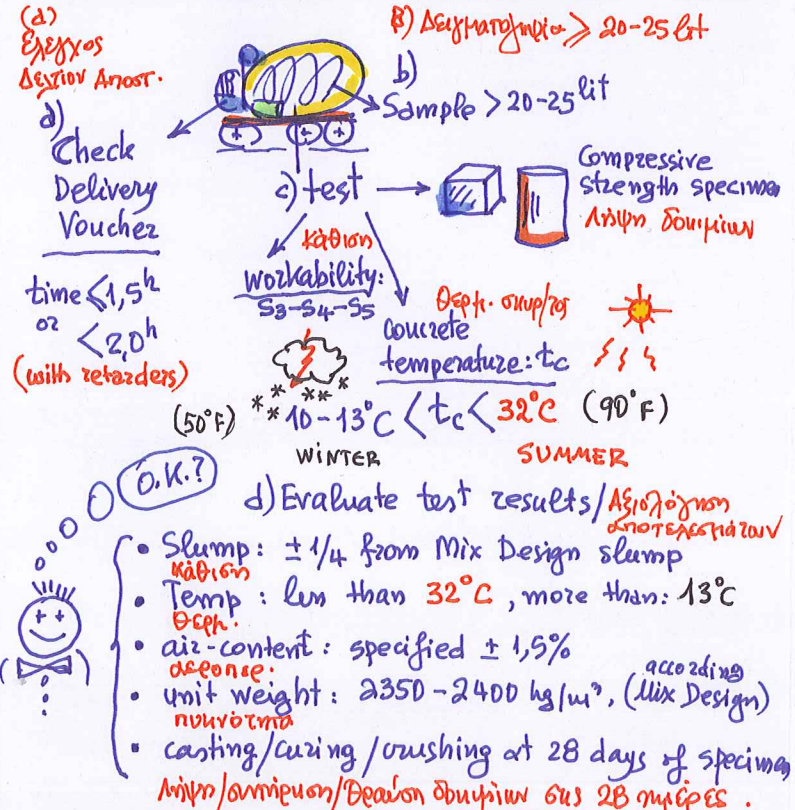
Δειγματοληψία σκυροδέματος



- Check Delivery Voucher
- Time: load: 100%, end: 11:30
- Samples: N° 1/11:15
- Add Superpl: +5 lit

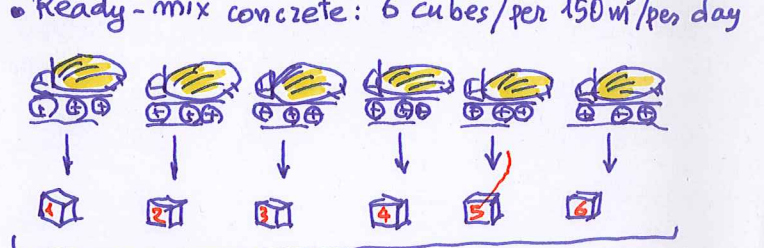
### Acceptance of concrete on Site 8

Αποδοχή σκυροδέματος στο εργοτάξιο



### Quality Control and Compliance Criteria of concrete 9

Έλεγχος ποιότητας + κριτήρια συμμόρφωσης



Compliance Criteria: A (see: Greek: CTR-97)

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{X}_6 \geq f_{ck} + 1,60 \cdot S \\ X_i \geq f_{ck} - 2,0 \text{ MPa} \end{array} \right\}, \text{ min: } S \geq 1,5 \text{ MPa}$$


# Concrete Mix Design

Μεγέθη συνθέσεως σκυροδέματος

With the "Absolute Volume Method" of ACI-211.1, proportioning of raw-materials will be calculated and concrete Mix tested.

$$C + W + \text{Agg} + \text{air-cont} = 1 \text{ m}^3$$

Typical proportions for : C 25/30

- Cement : 300-320 kg/m<sup>3</sup> : Τσιμέντο :
- Water : 170-175 " : Νερό :
- Sand : 900-950 : Άμμος :
- Fine Gravel : 200-250 : Γαρήμη :
- Coarse Gravel : 700-740 : Χαλίκι :
- Retarder : 0,3% bw Cem : Επιβραδ :
- Superplast : 0,5-1% bw C : Σηρε-ω :

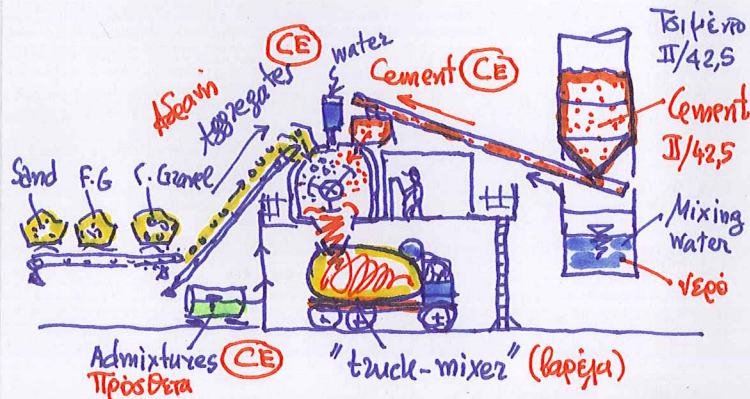
Total : 2350-2400 kg/m<sup>3</sup> Σύνολο: 2350-2400 kg/m<sup>3</sup>

Η μέγιστη συνθέσεως σκυροδέματος μπορεί να γίνει με την Μέθοδο των "Απολύτων Όγκων", του : ACI-211.1, www.concrete.org

# Concrete Production

Παραγωγή σκυροδέματος

Concrete is produced in Batching Plants, by weighing, mixing raw-materials and loading RMC in "truck-mixers"



Concrete Batching Plant (120m<sup>3</sup>/h)

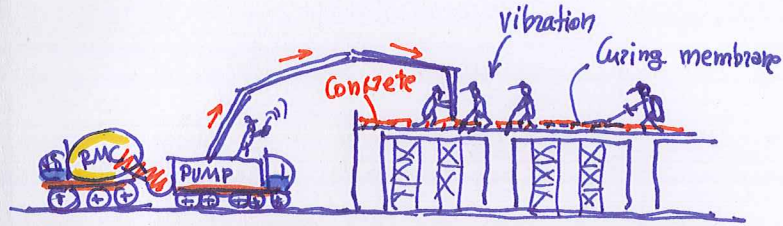
Συμπύκνωση Παραγωγής σκυροδέματος  
Φόρτωση, Σίχση, Χτάμιξη υγίων < 1' λεπτό, ευφόρωση σε βαρέα (Χτάμιξη επί Αυτοκινήτων-Μητροπέρα)

CE Marking/Σήμανση (CE) 1<sup>st</sup>/NM/10.7.2015

# Concrete placement - Compaction Curing

Διάσπωση - Συμπύκνωση - Σηρήση

Concrete must be transported, pumped, to the Site, in order to be placed, Consolidated/compacted and cured within : 1,5-2,0h from production. Curing must be done up to 28 days.



Μετά την μεταφορά και ανέγερση του σκυροδέματος στο Έργο, για να διασπρωθεί, συμπυκνωθεί, και σηρήσει, εντός 1,5-2 ώρες. Η σηρήση διαρκεί έως 28 ημέρες.

# Concrete Technology Basics

"Θέματα Τεχνολογίας Σκυροδέματος."

N. Marsellos, Civil Engineer NTUA

Νίκ. Μαρσέλλος Πολιτ. Μηχανικός ΕΜΠ

ATHENS - 2015

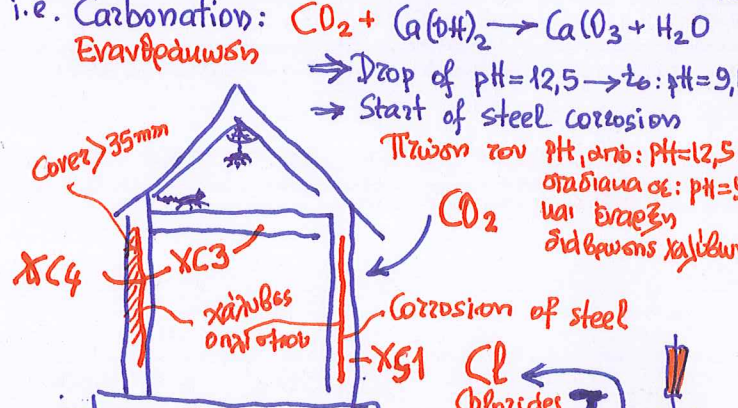
1<sup>st</sup>/NM/9.7.15

# EN 206-1: Exposure Classes

Κατηγορίες ευθέσεως στο περιβάλλον

According to European Norm EN 206-1 (2000), there are 27 classes of exposure : XC3, XC4, ..., XS1, ..., XA1, where there is a risk of corrosion from Carbonation, Chlorides, Chemical attack etc

i.e. Carbonation:  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
Ενανθράκωση  
Drop of pH = 12,5 → to: pH = 9,0  
Start of steel corrosion  
Πτώση του pH, από: pH=12,5 σταδιακά σε: pH=9,0 και έναρξη διάβρωσης χάλυβα



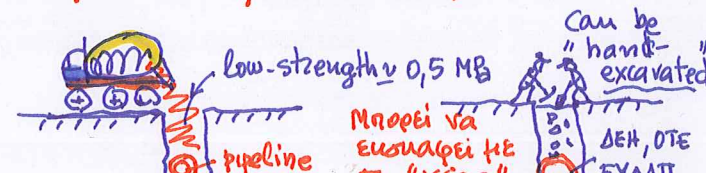
Protection: W/C < 0,50, Cover > 35mm  
min Τσιμέντο/min C > 300-320kg/m<sup>3</sup>, C30/37  
Προστασία : λόγος Ν/Τ < 0,50, Γραμμή > 35mm, C30/37

# "Special" Concretes

"Ειδικά" σκυροδέματα

There are a lot of "special" concretes such as:

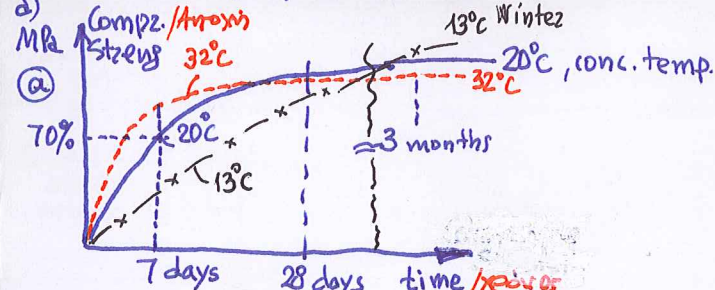
- Gunit (shotcrete) See Specifications: "European Guidelines for shotcrete" (www.efnarc.org) • wet mix/dry mix  
Ευτοξυώσιμο σκυρόδεμα (ΕΤΕΠ/ΦΕΚ/222/Β/2012)
- Self-compacting concrete: (SCC) Αυτό-σπυκνωμένο σκυρόδεμα (ΕΤΕΠ/ΦΕΚ/222/Β/2012)
- Controlled low-strength materials (CLSM) Σκυρόδεμα ορυχιάτων, ελεγχόμενα χαμηλού αντάχ. See: ACI-229R, www.concrete.org ΕΤΕΠ/ΤΠ 1504 / ΦΕΚ/2221/Β/30.7.2012



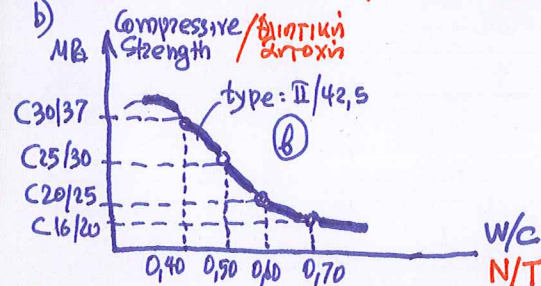
# Main Properties of Concrete

Κύριες ιδιότητες του σκυροδέματος

The main properties are:



(a) Increase of strength versus time  
Αύξηση των αντοχών με τον χρόνο



(b) Reduction of strength, with the increase of W/C ratio  
Μείωση των αντοχών με την αύξηση του λόγου Ν/Τ

1<sup>st</sup>/NM/11.7.15

# References - Literature

Βιβλιογραφία

- A.M. Neville: Properties of concrete (1990)
- ACI "Manual of concrete practice" (2015) www.concrete.org
- EN 206-1: Concrete, specification, performance, production and conformity (2000) CEN/TC/104, Brussels
- Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-97) (ΦΕΚ/315/Β/17.4.97)
- ΚΤΣ-97: Από τον ΚΤΣ-97 στον ΚΤΣ-2015 Ευθέσεως Σκυροδέματι (2013), Νίκ. Μαρσέλλος
- ASTM-94: Ready-Mixed Concrete
- Χρ. Διονόριου: "Τεχνολογία του Σκυροδέματος". 3<sup>η</sup> Έκδοση, Ευθέσεως (ΣΕΑΚΑ), (2003)
- Παν. Κουφόπουλος: "Θέματα Τεχνολογίας Σκυροδέματος", Διαλέξεις (Αθήνα, 2000)
- P. Kumar Mehta: Concrete: Structure, Properties and Materials, (2006), McGraw-Hill Co Μετάφραση: Γ. Παπαγιάννη, Καθ. ΑΠΘ Κηρύδαρης (2009): "Σκυροδέμα: Μυροδομή, Ιδιότητες, Χημεία."