

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ

$$p = \left(\frac{d}{D}\right)^{0.5} \quad \text{Fuller και Thomson}$$

$$p = \left(\frac{d}{D}\right)^q \quad \text{Adreassen και Adersen, με } q = 0.3-0.5, \\ q \text{ μικραίνει για γωνιώδη αδρανή με ανώμαλες επιφάνειες}$$

$$p = \frac{d^q - d_{\min}^q}{D_{\max}^q - d_{\min}^q} \quad \text{Funk \& Dinger, με } q = 0.37$$

D: μέγιστο μέγεθος κόκκου μείγματος

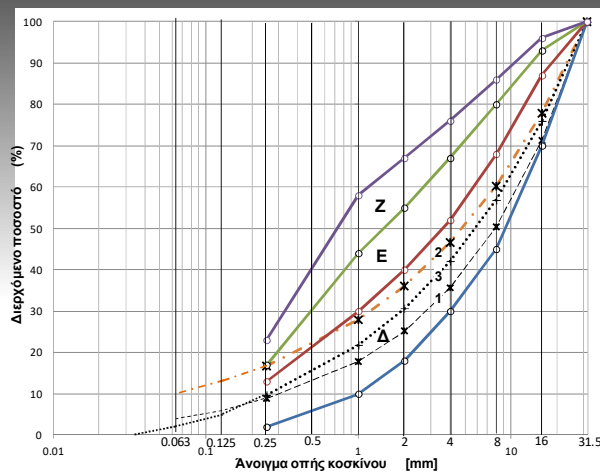
d : μέγεθος κόκκου

d_{\min} : ελάχιστη διάσταση κόκκου μείγματος

Μπαογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

61

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ



Κοκκομετρικές Ζώνες – ΚΤΣ

Ζώνη Ζ: άοπλο σκυρόδεμα

Ζώνη Δ: οπλισμένο σκυρόδεμα

Ζώνη Ε: αντλητό σκυρόδεμα

1: Fuller, με εκθέτη 0.5

2: Adreassen, με εκθέτη 0.37

3: Funk, με ελάχιστο κόκκο

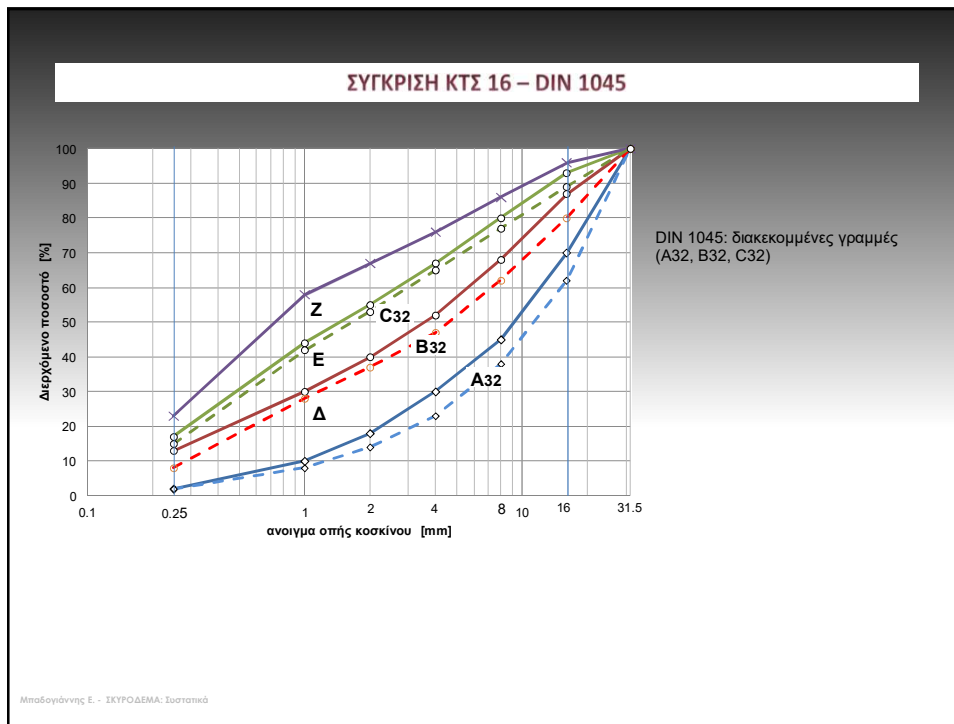
0.0315 mm και εκθέτη 0.37

• Μεγάλη απαίτηση σε λεπτά...

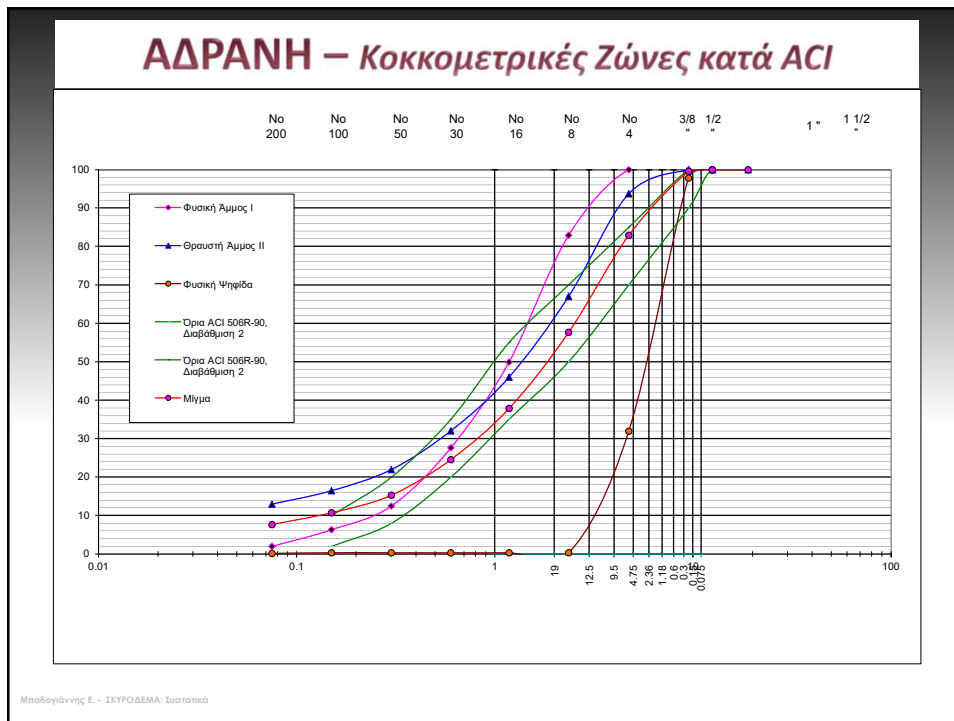
• Θραυστά Ελληνικά αδρανή: $q \sim 0.3$

Μπαογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

62



63



64

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ

Πίνακας 2. Κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών

Κόσκινο (mm)	ΧΑΛΙΚΙ (% διερχόμενο)	ΓΑΡΜΠΙΛΙ (% διερχόμενο)	ΑΜΜΟΣ (% διερχόμενο)
31.5	100	100	100
16	44	100	100
8	14	80	100
4	6	40	96
2	-	10	72
1	-	5	44
0.25	-	-	16

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

65

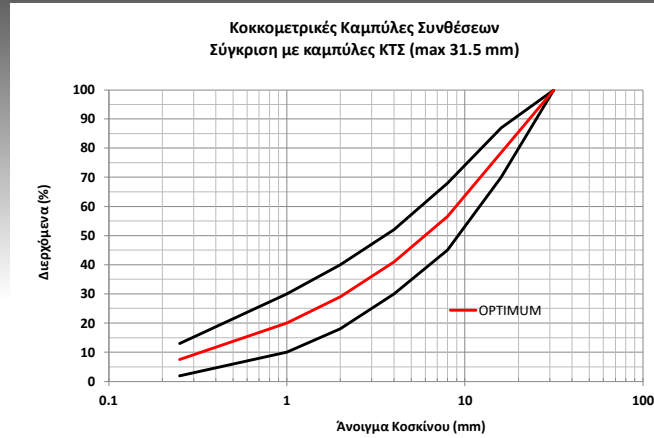
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ

Πίνακας 2. Κοκκομετρική διαβάθμιση ζώνης

Κόσκινο (mm)	ΚΑΤΩ ΟΡΙΟ	ΑΝΩ ΟΡΙΟ	Βέλτιστη ζώνης
31.5	100	100	100.0
16	70	87	78.5
8	45	68	56.5
4	30	52	41.0
2	18	40	29.0
1	10	30	20.0
0.25	2	13	7.5

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

66

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ


Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

67

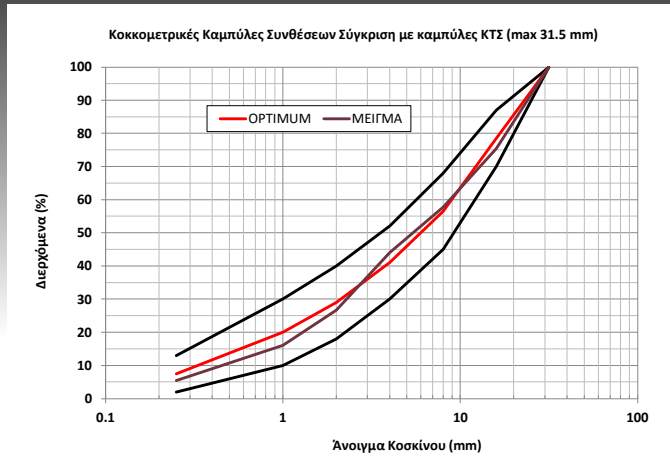
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
Πίνακας 2. Κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών

Κόσκινο (mm)	ΧΑΛΙΚΙ (% διερχόμενο)	ΓΑΡΜΠΙΛΙ (% διερχόμενο)	ΑΜΜΟΣ (% διερχόμενο)	Βέλτιστη ζώνης	Μίγμα (% διερχόμενο) (0.44xΧΑΛΙΚΙ+0.22xΓΑΡΜΠΙΛΙ+0.34xΑΜΜΟΣ)
31.5	100	100	100	100.0	100.0
16	44	100	100	78.5	75.4
8	14	80	100	56.5	57.8
4	6	40	96	41.0	44.1
2	-	10	72	29.0	26.7
1	-	5	44	20.0	16.1
0.25	-	-	16	7.5	5.4

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

68

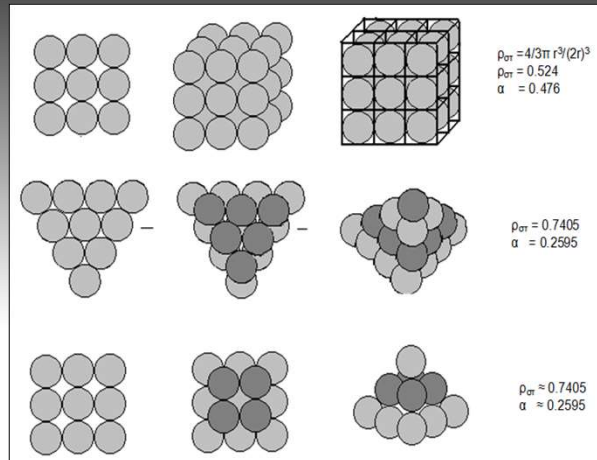
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΚΚΟΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ



Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

69

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

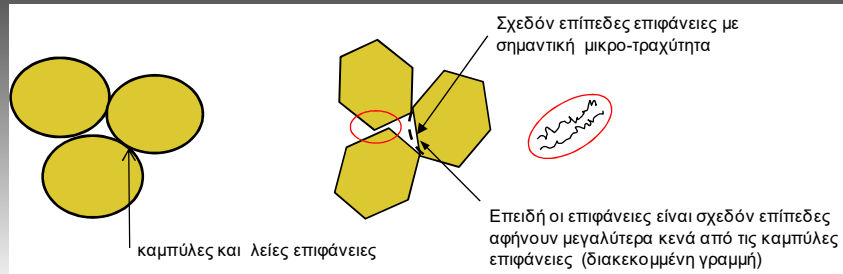


Τρόποι τοποθέτησης/στοιβάγματος σφαιρών της ίδιας διαμέτρου και τα κενά που δημιουργούνται από τις διατάξεις αυτές.

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

70

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ



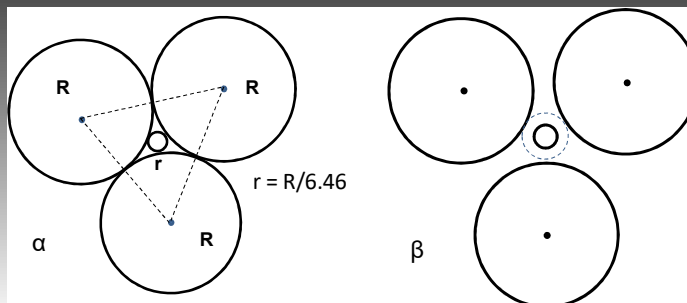
Κενά στοιβάγματος σφαιρών:

- φυσικά αδρανής: 0.40 - 0.36
- θραυστά αδρανής: 0.47 - 0.42

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

71

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ



$$r = \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - 1\right)R \approx \frac{R}{6.46}$$

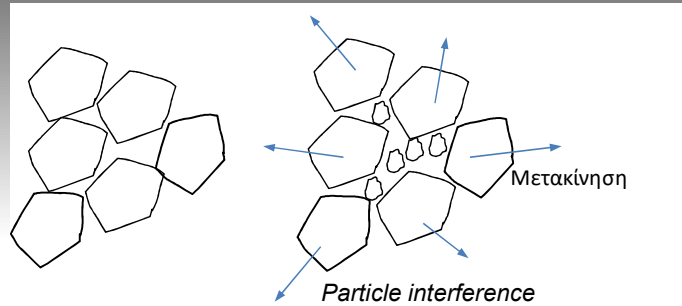
Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

72

AGGREGATES - THEORY OF OPTIMUM COMPACTION
ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

Φαινόμενο παρεμβολής σε αδρανή ακανόνιστου σχήματος

Particle interference in aggregates of **abnormal** shape.



Εξαρτάται:

- από τη σχέση μεγέθους των αδρανών
- από το σχήμα των κόκκων,
- την αδρότητα
- τη μέθοδο συμπίκνωσης

Depends on aggregates:

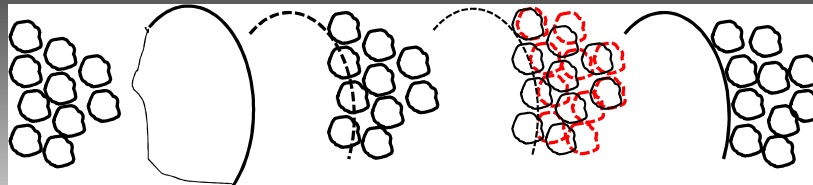
- Size ratio
- Shape
- Roughness
- Compaction

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

73

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

Φαινόμενο παρειάς



- εξαναγκασμός των μικρής διάστασης κόκκων να αναδιαταχθούν έτσι ώστε να είναι σε επαφή με την επιφάνεια του μεγάλου κόκκου
- προκαλεί αύξηση των κενών σε μία περιοχή κοντά στον μεγάλο κόκκο
- βάθη διαταραχής από 0.5d έως 12d.
- η διατάραξη της δομής των κόκκων d και επομένως ο βαθμός του φαινομένου παρειάς, ελαττώνεται όσο ο λόγος d/D μικραίνει.
- $d/D < 0.2$ σχεδόν γραμμικό με την επιφάνεια των D, δηλ. διπλάσιο D => 2πλάσιο φαινόμενο, ότι ακριβώς....

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

74

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

Στοιβαξη ισόκοκκων υλικών διαφορετικού μεγέθους d, D

$$p_a = (1-a) \cdot p_a - a = p_a - a(1+p_a)$$

$$p_a = a \cdot p_1$$

$$p_B = p_{\min} = \frac{p_0 p_1}{1 + p_0 + p_1}$$

$$a_B = \frac{p_0}{1 + p_0 + p_1}$$

"a" Αναλογία λεπτόκοκκου υλικού (κ.ο.)

Μπασιγιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

75

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

"a" αναλογία λεπτόκοκκου υλικού

Επίδραση του λόγου του μεγέθους των κόκκων, d/D, στη μεταβολή του δείκτη κενών (πειραματικά αποτελέσματα)

Μπασιγιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

76

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΘΕΩΡΙΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

$$\log(d_m) = 0.5 (\log(d_{\text{άνω}}) + \log(d_{\text{κάτω}}))$$

- d_m η μέση διάμετρος των κόκκων
- $d_{\text{άνω}}$ και $d_{\text{κάτω}}$ το άνω και κάτω όριο των διαστάσεων του κλάσματος.

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

77

ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ

ΣΤΟΧΟΣ: μείωση στο ελάχιστο δυνατόν των κενών του μίγματος

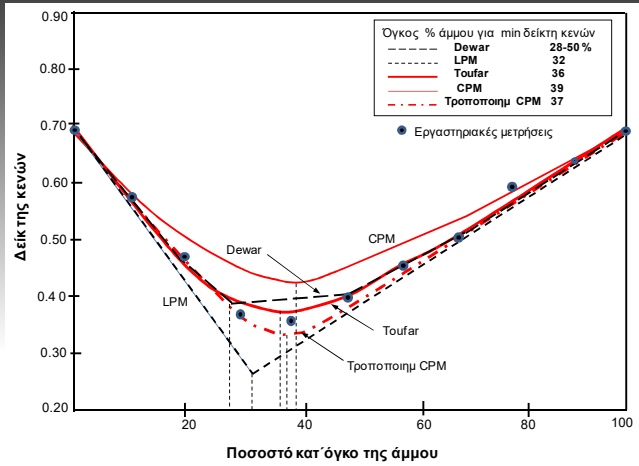
Επι μέρους στόχοι:

- μείωση του απαιτούμενου νερού για δεδομένη εργασιμότητα
- μείωση του απαιτούμενου τσιμέντου
- βελτίωση των ιδιοτήτων του τσιμέντου (αντοχή, πορώδες ανθεκτικότητα)

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

78

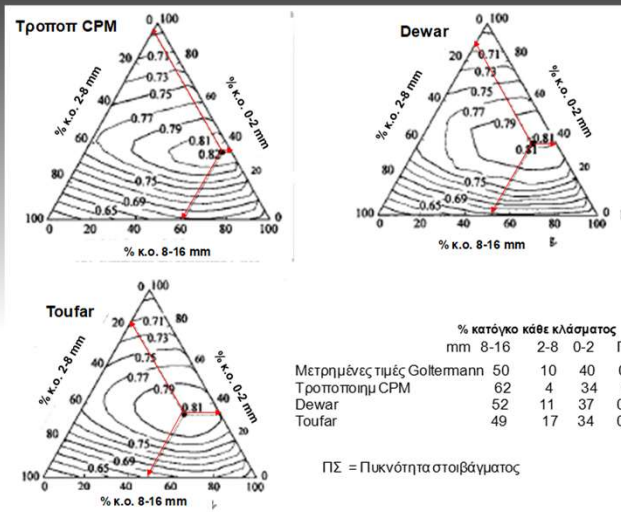
ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ



Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

79

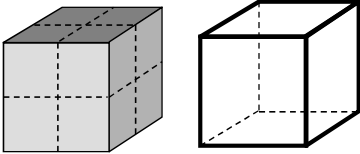
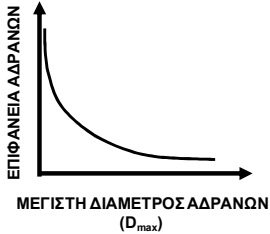
ΑΔΡΑΝΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΜΟΝΤΕΛΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΣΤΟΙΒΑΞΗΣ



Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

80

ΕΠΙΡΟΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Αυξηση D_{max} → Μικρότερη Συνολική Επιφάνεια

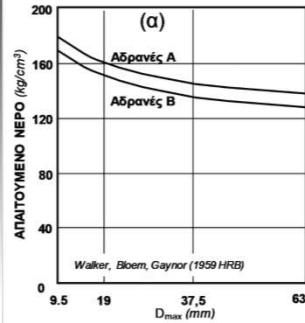
- Λιγότερο N για διαβροχή αδρανών
- Λιγότερο T για περιβολή αδρανών
- Μικρότερη επιφάνεια διαθέσιμη για συνάφεια
- Μεγαλύτερη συγκέντρωση τάσεων από συστολή και εξωτερικά φορτία
- Διεπιφανειακή μεταβατική ζώνη ασθενέστερη όσο D_{max} μεγαλύτερο

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

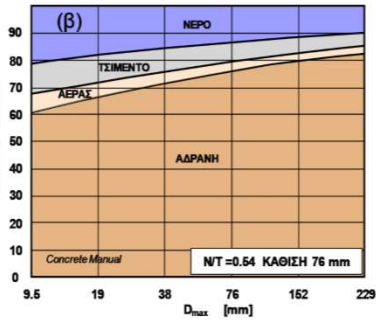
81

ΕΠΙΡΟΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Συνέπειες της αύξησης του D_{max} .



(α) Σχέση απαιτούμενου νερού (σε kg/cm^3) και D_{max} , για σταθερή κάθιση

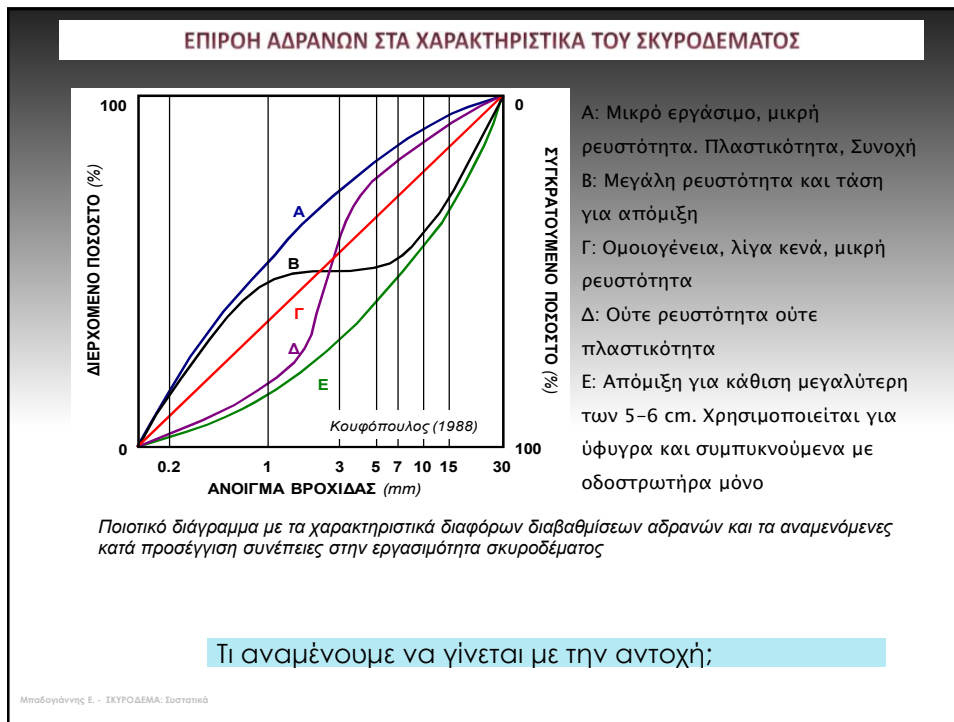


(β) μείωση του ποσοστού του νερού, του τσιμέντου και του περιεχόμενου αέρα

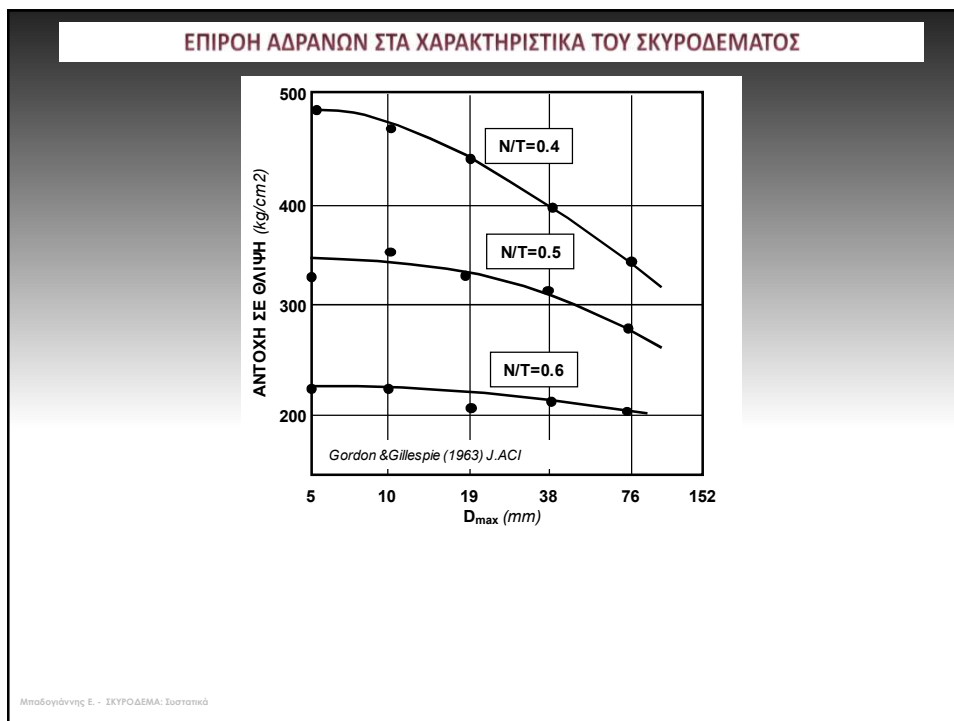
Concrete Manual NT=0.54 ΚΑΘΙΣΗ 76 mm

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

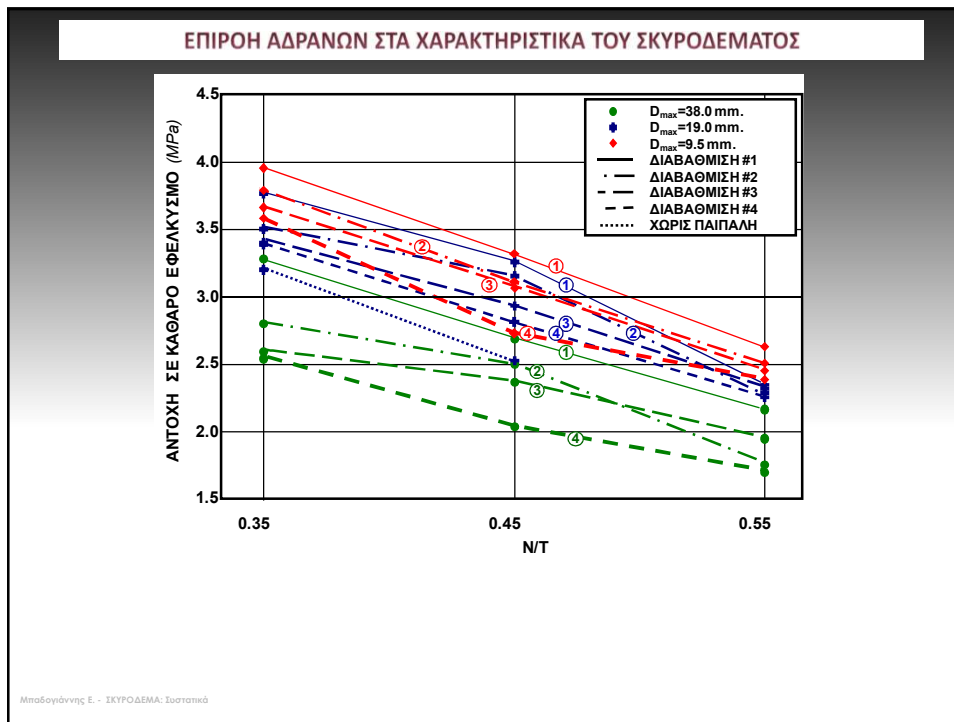
82



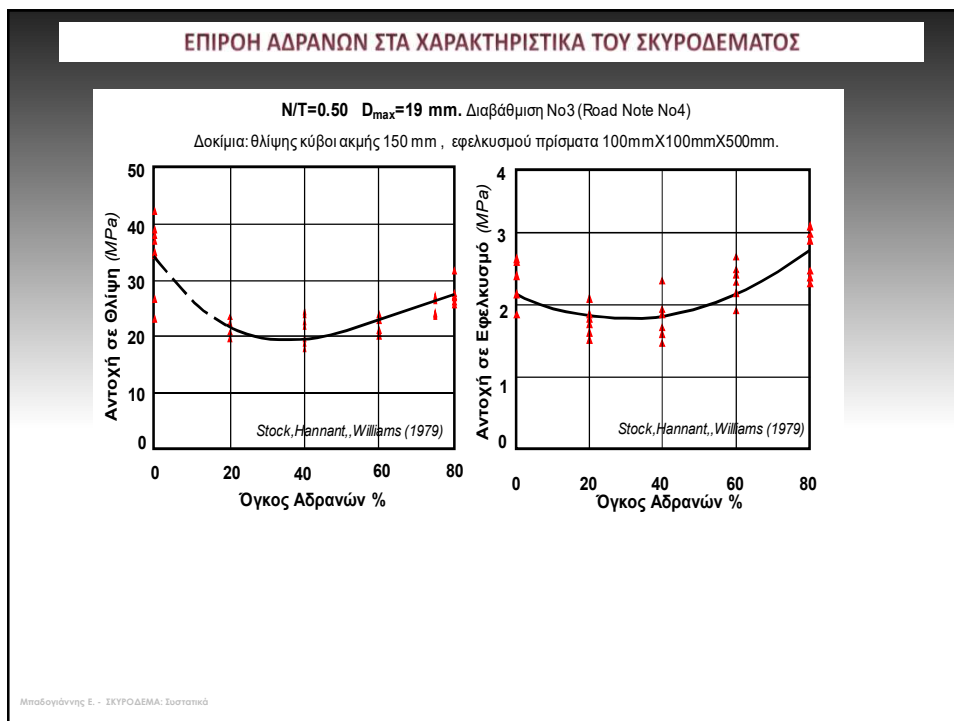
83



84



85



86

ΕΠΙΡΟΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

$$ΜΠΤ = D_{\max} * \left(\sqrt[3]{\frac{g^*}{g}} - 1 \right)$$

$$g^* = 1 - 0.39 * \left(\frac{d}{D_{\max}} \right)^{0.22} \quad \text{αδρανή συλλεκτά στρογγυλευμένα}$$

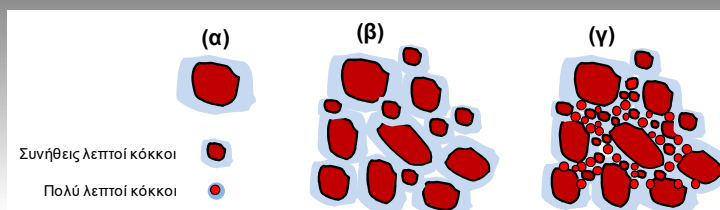
$$g^* = 1 - 0.45 * \left(\frac{d}{D_{\max}} \right)^{0.19} \quad \text{για αδρανή θραυστά}$$

- g είναι ο όγκος των αδρανών στην μονάδα όγκου του σκυροδέματος
- g^* είναι η πυκνότητα στοιβάγματος των αδρανών (χωρίς τσιμέντο)

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

87

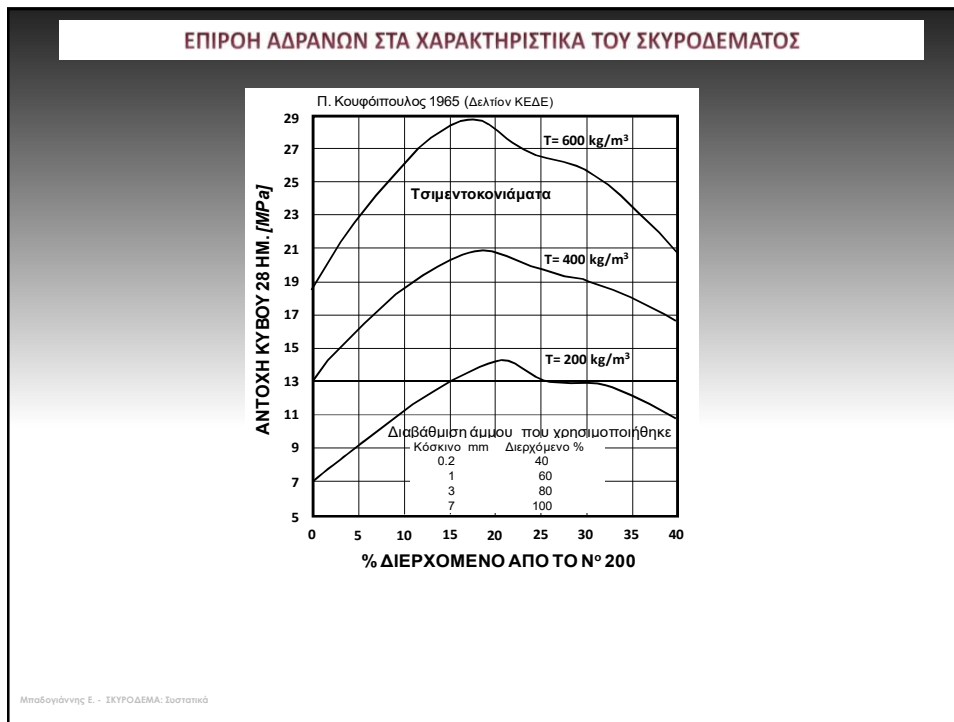
ΕΠΙΡΟΗ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



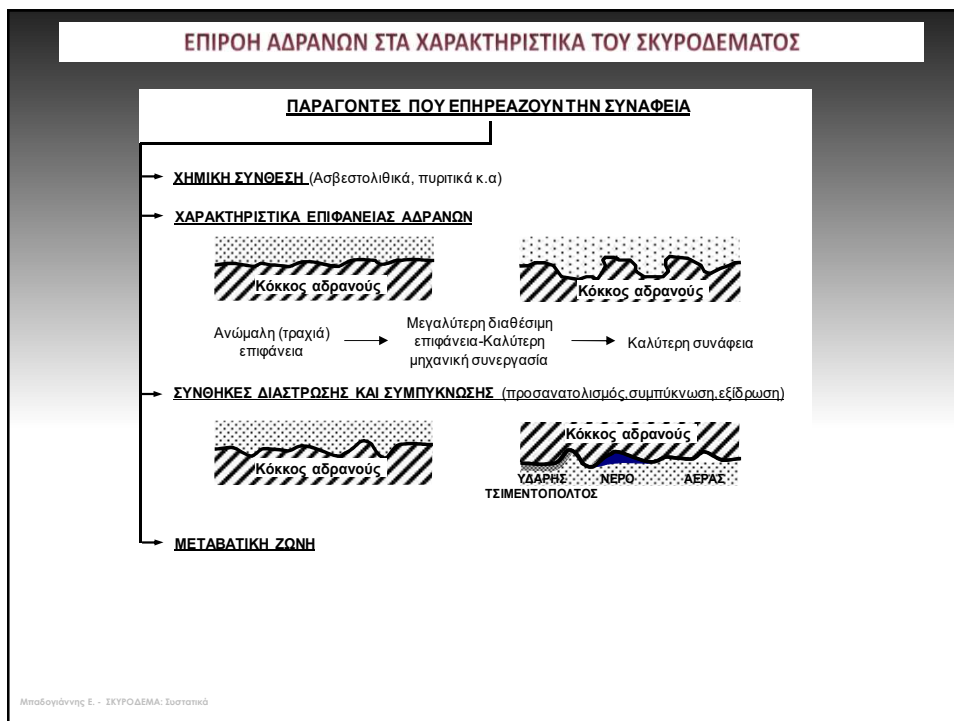
Δράση του νερού και των πολύ λεπτόκοκκων υλικών στο σκυρόδεμα (α) μεμονωμένοι κόκκοι αδρανών περιβλημένοι με υμένα νερού (β) μίγμα σκυροδέματος χωρίς "πολύ λεπτόκοκκο υλικό" (γ) μίγμα σκυροδέματος με "πολύ λεπτόκοκκο υλικό" ομοιόμορφα κατανομημένο

Μπαδογιάννης Ε. - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ: Συστατικά

88



89



90