

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ

**ΠΕΛΕΓΡΑΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΣ ΜΙΧΑΗΛ
ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΠΑΓΑΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο « **Υδατοπερατότητα Σκυροδέματος** » εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος Πολιτικών Έργων Υποδομής του Α.Τ.Ε.Ι Πάτρας στο εργαστήριο σκυροδέματος.

Στην εργασία αυτή αναζητήθηκαν βιβλιογραφικά και καταγράφηκαν οι ορισμοί, όπου γίνεται εκτενή αναφορά στο σκυρόδεμα, στα υλικά παρασκευής σκυροδέματος, στα αδρανή υλικά, στα πρόσμικτα (πρόσθετα) σκυροδέματος, στη σύνθεση σκυροδέματος, στο Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ 1997), στα δοκίμια, στη διαπερατότητα σκυροδέματος, στη παράμετρο k , στο λόγο N/T , στο πορώδες, στην υδατοπερατότητα, στη στεγανοποίηση (στεγανότητα) σκυροδέματος, στη συσκευή υδατοπερατότητας και στο βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση.

Η εργασία ολοκληρώθηκε στο εργαστήριο σκυροδέματος με την κατασκευή δοκιμίων και τον έλεγχο στην συσκευή μέτρησης στεγανότητας. Από τη θέση αυτή θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

Τον Καθηγητή **κ. Δημήτριο Παγανό** για την ανάθεση του θέματος, την βοήθειά του κατά την εκπόνηση της εργασίας, αλλά και για την κατανόηση, την καθοδήγηση και τη στήριξή του, σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μας. Επίσης θέλουμε να ευχαριστήσουμε, τον συνεργάτη του **κ. Ζαχαρία Χρήστου** .

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας, για την στήριξη και την ενθάρρυνση καθόλη την διάρκεια της ακαδημαϊκής μας πορείας.

Πάτρα, Ιούνιος 2012

ΠΕΛΕΓΡΑΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΣ ΜΙΧΑΗΛ
ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία με τίτλο « Υδατοπερατότητα Σκυροδέματος»:

Θα παρουσιάσουμε όλα εκείνα τα στοιχεία που αφορούν το σκυρόδεμα, όπου θα μελετήσουμε την σύσταση και τις βασικές ιδιότητες του καθώς επίσης την χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος και τις κατηγορίες σκυροδέματος. Στα υλικά παρασκευής σκυροδέματος, θα αναπτύξουμε όλες εκείνες τις θεωρίες για την παραγωγή, για την ενυδάτωση τσιμέντου, τα πρόσμικτα υλικά του τσιμέντου, για το νερό και το λόγο τσιμέντου νερού. Στη συνέχεια θα βρούμε τα στοιχεία όσο αφορά τα αδρανή υλικά, την προέλευση τους, την μορφή των κόκκων, την κοκκομετρική διαβάθμιση (άμμο, ψηφίδα, χαλίκι) και τέλος την αντοχή των αδρανών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πρόσμικτα (πρόσθετα) σκυροδέματος, καθώς και όλες οι κατηγορίες. Για την σύνθεση σκυροδέματος, μελετήθηκε η μελέτη σύνθεσης εργοστασιακού σκυροδέματος C20/25 και ποιο κάτω ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ 1997).

Στην παράγραφο των δοκιμίων, που παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο σκυροδέματος αναφέρονται οι τρόποι για τη συμπίκνωση και την συντήρηση. Δόθηκε ο ορισμός για την παράμετρο k , για την διαπερατότητα σκυροδέματος και οι θεωρίες για το πορώδες, την ενυδάτωση, την συμπίκνωση.

Εκτενή αναφορά για το λόγο N / T και την υδατοπερατότητα των υλικών, τόσο για το σκυρόδεμα μειωμένης υδατοπερατότητας όσο και την στεγανότητα στο σκυρόδεμα, που εκεί παρουσιάστηκαν και τρόποι για την μείωση της υδατοπερατότητας (στεγανοποίηση).

Τέλος παρουσιάζουμε την συσκευή υδατοπερατότητας με την πειραματική διαδικασία και τις δοκιμές καθώς και την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Το σκυρόδεμα.....	2
1.1.1 Σύσταση και βασικές ιδιότητες.....	4
1.1.2 Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος.....	4
1.1.3 Κατηγορίες σκυροδέματος.....	4
2. ΥΛΙΚΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	4
2.1 Το τσιμέντο.....	4
2.1.1 Παραγωγή.....	6
2.1.2 Τύποι τσιμέντου.....	7
2.1.3 Κατηγορίες αντοχής τσιμέντων.....	8
2.1.4 Κατάταξη με βάση τις ιδιότητές του.....	8
2.1.5 Ποσότητα τσιμέντου.....	8
2.1.6 Ενυδάτωση του τσιμέντου.....	9
2.1.7 Πρόσμικτα υλικά του τσιμέντου.....	10
2.1.7.1 Ποζολάνες.....	10
2.1.7.2 Ιπτάμενη τέφρα.....	10
2.1.7.3 Φίλλερ	11
2.2 Το νερό.....	11
2.2.1 Γενικά.....	11
2.2.2 Λόγος τσιμέντου-νερού (υδατοτσιμεντοσυντελεστής).....	11
2.3 Αδρανή.....	12
2.3.1 Προέλευση αδρανών.....	13
2.3.2 Η μορφή των κόκκων.....	13

2.3.2.1 Κοκκομετρική διαβάθμιση.....	13
2.3.2.2 Η Άμμος.....	14
2.3.2.3 Η Ψηφίδα.....	14
2.3.2.4 Το χαλίκι (σκύρα).....	14
2.3.3 Αντοχή των αδρανών.....	14
2.3.4 Γενικά για τα αδρανή υλικά.....	15
2.3.5 Αποθήκευση των αδρανών.....	15
3.ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ (ΠΡΟΣΘΕΤΑ) ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	16
3.1 Πρόσμικτα (Πρόσθετα) σκυροδέματος.....	17
3.1.1 Μειωτήρες νερού/ πλαστικοποιητικά πρόσμικτα	17
3.1.2 Πρόσμικτα μεγάλης μείωσης νερού (υπερπλαστικοποιητές).....	18
3.1.3 Πρόσμικτα μειωτικά εξίδρωσης.....	18
3.1.4 Αερακτικά πρόσμικτα.....	18
3.1.5 Πρόσμικτα επιταχυντικά πήξης.....	19
3.1.6 Πρόσμικτα επιταχυντικά σκλήρυνσης.....	19
3.1.7 Πρόσμικτα επιβραδυντικά πήξης.....	19
3.1.8 Πρόσμικτα μειωτικά της απορροφητικότητας τριχοειδούς	20
3.1.9 Πρόσμικτα πολλαπλής ενέργειας (επιβραδυντικά πήξης/ μειωτές νερού/ πλαστικοποιητές).....	20
3.1.10 Πρόσμικτα πολλαπλής ενέργειας (επιβραδυντικά πήξης/ μεγάλης μείωσης νερού/ υπερπλαστικοποιητές).....	20
3.1.11 Πρόσμικτα πολλαπλής ενέργειας (επιταχυντικά πήξης/ μειωτήρες νερού/πλαστικοποιητές).....	20
3.2 Ειδικά πρόσθετα	20
3.3 Σήμανση και επισήμανση.....	21
3.4 Χαρακτηρισμός προσθέτων.....	21

3.5 Επιπλέον πληροφορίες.....	22
4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	22
4.1 Γενικά.....	22
4.2 Τα δεδομένα του προβλήματος.....	22
4.3 Μελέτη σύνθεσης εργοστασιακού σκυροδέματος C 20/25.....	23
4.3.1 Καθορισμός f_a , N , T , Π , N/Tα , Vκ.....	25
5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	27
5.1 Συμβολισμοί και ορισμοί.....	27
5.2 Σχεδιασμός αντοχής.....	28
6.ΔΟΚΙΜΙΑ.....	30
6.1 Παρασκευή δοκιμίων.....	30
6.2 Συμπύκνωση δοκιμίων.....	32
6.3 Συντήρηση δοκιμίων.....	37
7 . Η ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ K (Απόσπασμα από EN 206-1).....	40
8. ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	41
8.1 Πορώδες.....	42
8.2 Ενυδάτωση.....	43
8.3 Λόγος Νερού/Τσιμέντο.....	44
8.4 Σύσταση τσιμέντου.....	44
8.5 Συμπύκνωση.....	45
8.6 Συντήρηση.....	46

8.7 Μέτρηση της διαπερατότητας νερού.....	47
9. ΛΟΓΟΣ N / T	47
10. ΠΟΡΩΔΕΣ.....	48
11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	50
11.1 Σκυρόδεμα μειωμένης υδατοπερατότητας.....	50
11.2 Υδατοπερατότητα σκυροδέματος σε χημικά ή σε θαλασσινό νερό.....	50
11.3 Έλεγχος της υδατοπερατότητας σε μη υδατοπερατά υλικά.....	51
11.4 Έλεγχος της υδατοπερατότητας σε υδατοπερατά υλικά.....	51
11.5 Υδαταπορροφητικότητα και υδατοπερατότητα.....	51
12. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	52
12.1 Στεγάνωση (στεγανοποίηση) μπετόν.....	52
12.2 Στεγανωτικά – Στεγανοποιητικά υλικά.....	54
12.3 Στεγανοποίηση.....	54
12.4.1 Τσιμεντοειδείς επιστρώσεις.....	55
12.4.2 Συστήματα Επιστρώσεων Ασφαλτικής Βάσης.....	55
12.4.3 Συστήματα Μεμβρανών Αποστράγγισης.....	56
12.4.4 Συστήματα Μεμβρανών.....	56
12.4.5 Υγρές Μεμβράνες.....	57
12.4.6 Συστήματα Μεμβρανών για σήραγγες.....	57
12.4.7 Υγρές Μεμβράνες για γέφυρες.....	58
12.4.8 Συστήματα Τσιμεντοειδών Επιχρισμάτων για κολυμβητικές δεξαμενές.....	58
12.4.9 Συστήματα Τσιμεντοειδών Επιστρώσεων σε δεξαμενές πόσιμου νερού.....	59
12.4.10 Συστήματα Στεγανοποίησης Μπαλκονιών.....	59
12.4.11 Εμποτισμός του σκυροδέματος με πολυμερή.....	60
12.4.12 Αφαίρεση χλωριόντων από το σκυρόδεμα.....	60

12.4.13 Αφαίρεση υγρασίας από το σκυρόδεμα.	60
13. ΣΥΣΚΕΥΗ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.....	61
13.1 Πειραματική διαδικασία.....	68
13.2 Βάθος Διείσδυσης Νερού υπό Πίεση.....	68
13.3 Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος.....	69
13.4 Αναλογίες και αποτελέσματα.....	70
14. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	74
14.1 Αποτελέσματα δοκιμών και συζητήσεις.....	74
14.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	75
15 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	136
Βιβλιογραφία.....	138

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της υδατοπερατότητας του σκυροδέματος.

Η δομή του τεύχους χωρίζεται σε τρεις θεματικές ενότητες :

- Θεωρητικό μέρος, όπου γίνεται εκτενή αναφορά στο σκυρόδεμα, στα υλικά παρασκευής σκυροδέματος, στα αδρανή υλικά, στα πρόσμικτα (πρόσθετα) σκυροδέματος, στη σύνθεση σκυροδέματος, στο Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ 1997), στα δοκίμια, στη διαπερατότητα σκυροδέματος, στη παράμετρο k , στο λόγο N/T , στο πορώδες, στην υδατοπερατότητα, στη στεγανοποίηση (στεγανότητα) σκυροδέματος, στη συσκευή υδατοπερατότητας και στο βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση.
- Εργαστηριακό μέρος, όπου περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία διείσδυσης του νερού στο δοκίμιο υπό την επίδραση σταθερής πίεσης.
- Συμπεράσματα, όπου γίνεται η αξιολόγηση των εργαστηριακών αποτελεσμάτων.

1.1 Το σκυρόδεμα .



Φωτογραφία : Έτοιμο σκυρόδεμα .



Φωτογραφία: Παραγωγή σκυροδέματος.



Φωτογραφία: Παραγωγή σκυροδέματος.

1.1.1 Σύσταση και βασικές ιδιότητες.

Το σκυρόδεμα είναι τεχνητό υλικό που αποτελείται κατά βάση από αδρανή (χαλίκι και άμμο), συγκολλημένα μέσω του σκληρυμένου τσιμεντοπολτού σε μονολιθική μάζα.

Τα αδρανή είναι μεν το φθινό συστατικό, αλλά έχουν πολύ ικανοποιητικές βασικές ιδιότητες όπως η μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα σε διάρκεια και περιβαλλοντικές επιδράσεις (χημικές ουσίες, υγρασία, κύκλους ζέστης και παγωνιάς, υψηλές θερμοκρασίες), σταθερότητα όγκου και υδατοστεγανότητα.

Ο τσιμεντοπολτός αποτελείται από τσιμέντο, νερό και (χημικά) πρόσμικτα ή πρόσθετα. Ενώ έχει σημαντικά υψηλότερο κόστος από τα αδρανή, στη σκληρυμένη του μορφή ο τσιμεντοπολτός δεν έχει εξίσου καλές βασικές ιδιότητες. Ο ρόλος του είναι να συνδέει τα κενά μεταξύ των αδρανών και να συνδέει τα αδρανή, μετατρέποντάς τα, από σύνολο ισχυρών αλλά ασύνδετων κόκκων σε τεχνητό πέτρωμα. Επιπλέον λειτουργεί σαν λιπαντικό μεταξύ των κόκκων των αδρανών, έτσι ώστε το νωπό σκυρόδεμα να είναι μια ρευστή αλλά συνεκτική μάζα (αποφυγή απόμειξης).

1.1.2 Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος.

Από τη φύση του το σκυρόδεμα είναι ανομοιογενές υλικό. Η ανομοιογένεια αυτή οφείλεται σε μικροδιαφορές στην ποιότητα των υλικών (κυρίως των αδρανών) και την αναλογία τους στο μίγμα (λόγω π.χ. απορρύθμισης των ζυγιστηρίων, του αναμκτήρα κλπ) και σε διαφορές στη διάστρωση, συμπίκνωση ή συντήρηση του σκυροδέματος από θέση σε θέση κατασκευής (π.χ. περιοχές μεγάλης ή μικρής πυκνότητας οπλισμού, επιφάνεια ή εσωτερικό ενός δομικού στοιχείου, κρυφή ή βάση ενός υποστυλώματος ή τοιχώματος κλπ). Λόγω της ανομοιομορφίας αυτής η ποιότητα, και πιο συγκεκριμένα η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος σε ένα σημείο της κατασκευής f_c , θεωρείται σαν τυχαία μεταβλητή, χαρακτηρίζεται δηλαδή από μία πιθανοτική κατανομή με μέσο όρο f_{cm} , τυπική απόκλιση s κλπ.

Καθοριστικά για την ασφάλεια μιας κατασκευής είναι τα αδύνατα σημεία της. Γι' αυτό ο σχεδιασμός των δομικών στοιχείων βασίζεται όχι στη μέση θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος f_{cm} , αλλά σε μία μικρότερη τιμή, τη χαρακτηριστική αντοχή f_{ck} . Κατά γενικά αποδεκτή σήμερα σύμβαση, σαν χαρακτηριστική αντοχή ορίζεται η τιμή εκείνη κάτω από την οποία έχει πιθανότητα 5% να βρεθεί η αντοχή ενός τυχαίου δοκιμίου σκυροδέματος (δηλαδή αν ολόκληρη η ποσότητα του σκυροδέματος μετατρεπόταν σε δοκίμια, μόνο το ποσοστό υπό αντοχής $p=5\%$ των αντοχών αυτών των δοκιμίων θα ήταν κάτω από την χαρακτηριστική αντοχή και το υπόλοιπο 95% θα ήταν πάνω απ' αυτήν). Έτσι αν η αντοχή του σκυροδέματος ακολουθεί την κανονική κατανομή πιθανοτήτων (κατανομή Gauss), με μέση τιμή f_{cm} και τυπική απόκλιση s , είναι: $f_{ck} = f_{cm} - 1,645 \times s$ όπου ο συντελεστής (-1,645) αντιστοιχεί σε τιμή της σωρευτικής συνάρτησης κατανομής κατά Gauss ίση με 5%.

Έτσι δύο σκυροδέματα με διαφορετική διασπορά ή διαφορετικό έλεγχο ποιότητας και επομένως διαφορετικές τιμές της τυπικής απόκλισης s , θεωρούνται ισοδύναμα από απόψεως ασφάλειας αν έχουν την ίδια χαρακτηριστική αντοχή f_{ck} . Αυτό σημαίνει πως αυτό που έχει τη μεγαλύτερη διασπορά ή το χειρότερο έλεγχο ποιότητας (δηλαδή τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση), θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη μέση τιμή f_{cm} και επομένως μεγαλύτερο κόστος.

1.1.3 Κατηγορίες σκυροδέματος.

Οι νεότεροι κανονισμοί ορίζουν κατηγορίες σκυροδέματος, με βάση την χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή f_{ck} . Έτσι σύμφωνα με τον νέο Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος οι κατηγορίες σκυροδέματος είναι οι ακόλουθες:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΤΣ- 97 & ΕΚΩΣ 2000.

EN 206-1	fck κυλίνδρου (MPa)	fck κύβου (MPa)
C 8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Πίνακας : Κατηγορίες σκυροδέματος.

Όπου ο πρώτος αριθμός κάθε κατηγορίας ορίζει την χαρακτηριστική αντοχή κυλίνδρου (fck), ενώ ο δεύτερος την χαρακτηριστική αντοχή κύβου (fck,cube) σε MPa, στις 28 ημέρες.

2. ΥΛΙΚΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.

2.1 Το Τσιμέντο.





Το τσιμέντο που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του σκυροδέματος είναι βιομηχανικό κοκκώδες υλικό με υδραυλικές ιδιότητες. Δηλαδή σκληραίνει όταν αναμιγνύεται με το νερό σχηματίζοντας προϊόντα αδιάλυτα στο νερό. Είναι γνωστό ότι το τσιμέντο αποτελεί από αρχαιοτάτων χρόνων εξαιρετική υδραυλική κονία με εξαιρετικές ιδιότητες. Χρησιμοποιείται ευρύτατα και σήμερα σε πολλές πρακτικές εφαρμογές, εκτός από την βιομηχανοποιημένη διαδικασία παραγωγής σκυροδέματος, καθώς εκτός από υψηλή υδραυλικότητα συνδυάζει και υψηλές αντοχές.

2.1.1 Παραγωγή.

Το τσιμέντο, σε αντίθεση με άλλες κονίες, είναι βιομηχανικό προϊόν που παρασκευάζεται από τη σύγχρονη όπτηση **ασβεστόλιθου** και **αργίλου**. Η σειρά των εργασιών από την εξόρυξη των πρώτων υλών ως το τελικό προϊόν είναι η ακόλουθη:

α) Εξόρυξη ασβεστολιθικών πετρωμάτων και αργιλικών εδαφών χωριστά . Τα πετρώματα αυτά περνούν από σπαστήρες , ώστε να τεμαχιστούν και να αποκτήσουν διάμετρο μερικών εκατοστών.

β) Μετά την έξοδο τους από τους σπαστήρες γίνεται ανάμειξη των δύο υλικών (**προομοιογενοποίηση**).

γ) Έπειτα αλέθονται σε τριβεία, ώστε να αποκτήσουν διάμετρο λίγων χιλιοστών. Το προϊόν της αλέσεως, λεπτόκοκκο μείγμα ασβεστολιθικής και αργιλικής άμμου, αποθηκεύεται σε σιλό και ονομάζεται **φαρίνα**.

δ) Το μείγμα εισάγεται στο επάνω άκρο κυλινδρικής καμίνου, η οποία περιστρέφεται αργά γύρω από τον άξονά της. Η θερμότητα παράγεται από καυστήρα πετρελαίου, τοποθετούμενη στο κάτω άκρο της. Η θερμοκρασία μέσα στην κάμινο είναι περίπου 600 °C στο επάνω άκρο και φτάνει στους 1500 °C στο κάτω άκρο, που είναι και το σημείο εξόδου των προϊόντων . Τα προϊόντα της όπτησεως ονομάζονται **εκβολάδες** ή διεθνώς **klinker**. Έχουν διάμετρο λίγων εκατοστών, χρώμα μαυροπράσινο και αποτελούν, κατά κάποιο τρόπο, τα πετρώματα του τσιμέντου .

ε) Τα προϊόντα αυτά της οπτήσεως, οι εκβολάδες, αλέθονται και αποκτούν τη γνωστή μορφή του τσιμέντου. Το υλικό αυτό, όπως προκύπτει από την άλεση των klinker, χωρίς καμιά προσθήκη ή τροποποίηση, ονομάζεται **τσιμέντο Πόρτλαντ**.

2.1.2 Τύποι τσιμέντου.

Κάθε χώρα παγκοσμίως παρασκευάζει τσιμέντο, χρησιμοποιώντας τις πηγές πρώτων υλών που διαθέτει. Έτσι ανάλογα με τις υπάρχουσες και χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες δημιουργήθηκαν οι διάφοροι τύποι τσιμέντων που παράγονται παγκοσμίως, όπως το καθαρό ή αμιγές τσιμέντο, το τσιμέντο με ποζολάνη, ιπτάμενη τέφρα πυριτική ή ασβεστολιθική, σκωρία υψικαμίνου, πυριτική παιπάλη, ασβεστόλιθο κλπ .

Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται οι βασικοί τύποι τσιμέντου :

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
CEM I	Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM II	Σύνθετο Τσιμέντο Πόρτλαντ
CEM III	Σκωριοτσιμέντο
CEM IV	Ποζολανικό Τσιμέντο
CEM V	Σύνθετο Τσιμέντο

Πίνακας : Βασικοί τύποι τσιμέντου, προβλέπονται από τον EN 197-1.

- **Τσιμέντο Τύπου I (CEM I), Πόρτλαντ αμιγή:** χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από συνάλεση Κλίνκερ και γύψου.
- **Τσιμέντο Τύπου II (CEM II), Σύνθετα τσιμέντα Πόρτλαντ:** χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από την συνάλεση Κλίνκερ – Πόρτλαντ, γύψου και ποζολάνης , φυσικής ή τεχνητής προέλευσης σε ποσοστά από 6-35% κατά μέγιστο.
- **Τσιμέντο Τύπου III (CEM III), Σκωριακά τσιμέντα ή σκωριοτσιμέντα:** χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από την συνάλεση Κλίνκερ, γύψου και σκωρίας μόνο σε ποσοστά από 36-95% κατά μέγιστο .
- **Τσιμέντο Τύπου IV (CEM IV), Ποζολανικά τσιμέντα:** χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από τη συνάλεση Κλίνκερ – Πόρτλαντ, γύψου και ποζολάνης που μπορεί να είναι φυσική ή ψημένη, ιπτάμενη τέφρα πυριτική ή ασβεστόχα και πυριτική παιπάλη . Δεν μπορεί να περιέχει σκωρία .
- **Τσιμέντο Τύπου V (CEM V), Σύνθετα τσιμέντα:** χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από την συνάλεση Κλίνκερ, γύψου, σκωρίας και σε ίσο ποσοστό ποζολάνη φυσική ή ψημένη ή πυριτική ιπτάμενη τέφρα σε ποσοστά από 36-50% κατά μέγιστο . Δεν μπορεί να περιέχει πυριτική παιπάλη .

2.1.3 Κατηγορίες αντοχής τσιμέντων.

Το κύριο στοιχείο που χαρακτηρίζει τα τσιμέντα είναι, η Τυπική Θλιπτική των Αντοχή σε **MPa**. Από άποψη αντοχής τα τσιμέντα κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες :

- Κατηγορία 32,5
- Κατηγορία 42,5
- Κατηγορία 52,5

Η αντοχή αυτή προσδιορίζεται με βάση τον EN 196-1, σε ηλικία 28 ημερών. Οι αριθμοί παριστάνουν την αντοχή των τσιμέντων σε **MPa** όπως προσδιορίζεται συμβατικά σύμφωνα με τον κανονισμό. Έτσι, ένα τσιμέντο : I /32,5 σημαίνει ότι είναι τύπου I και συμβατικής αντοχής 32,5 **MPa**. Ο ρυθμός αυξήσεως της αντοχής του τσιμέντου επιτυγχάνεται συνήθως με αύξηση της λεπτότητας (Blaine). Ένα λεπτόκοκκο τσιμέντο (Blaine=4000 cm^2/g) έχει γρηγορότερο ρυθμό αυξήσεως της αντοχής από ένα χονδροαλεσμένο τσιμέντο (Blaine=2500-3000 cm^2/g). Θεωρητικά οι τύποι των τσιμέντων θα ήταν 9 . Οι παραγόμενοι όμως τύποι είναι λιγότεροι γιατί είτε δεν είναι όλοι οι συνδυασμοί πρακτικά εφικτοί, είτε δεν είναι απαραίτητοι στην πράξη.

2.1.4 Κατάταξη με βάση τις ιδιότητες του.

Δύο από τις ιδιότητες του τσιμέντου, η **ταχύτητα πήξης** και η **αντοχή σε θλίψη**, αποτελούν βασικά κριτήρια για την κατάταξη των τσιμέντων σε διάφορες κατηγορίες.

Με βάση την **ταχύτητα πήξης** τα τσιμέντα διακρίνονται :

- Τσιμέντα ταχείας πήξης ή αργιλικά, στα οποία η πήξη συμπληρώνεται σε διάστημα μικρότερο της μισής ώρας. Είναι πλουσιότερα σε οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3) .
- Συνήθη τσιμέντα, με χρόνο πήξης που κυμαίνεται μεταξύ 6-8 ωρών .
- Τσιμέντα βραδείας πήξης ή πυριτικά, στα οποία η πήξη αρχίζει μετά τις 8 ώρες . Είναι πλουσιότερα σε οξείδιο του πυριτίου (SiO_2) .

Με βάση την **αντοχή σε θλίψη** τα τσιμέντα κατατάσσονται :

- Κοινό τσιμέντο. Η αντοχή σε θλίψη του δοκιμίου είναι τουλάχιστον 275 kg/cm^2 .
- Τσιμέντο υψηλής αντοχής. Η αντοχή σε θλίψη του δοκιμίου είναι τουλάχιστον 400 kg/cm^2 .
- Τσιμέντο ειδικής παραγγελίας υψηλής αντοχής. Η αντοχή των τσιμέντων αυτών καθορίζεται με ειδική παραγγελία.

2.1.5 Ποσότητα τσιμέντου.

Η ποσότητα του τσιμέντου εξαρτάται :

- από την κατηγορία του παρασκευαζομένου σκυροδέματος .
- από την ποιότητα του τσιμέντου .
- από το μέγεθος των κόκκων του τσιμέντου (λεπτότητα αλέσεως) .

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι ενδεικτικές ποσότητες ανά κατηγορία σκυροδέματος για ένα κυβικό μέτρο (m^3) σκυροδέματος .

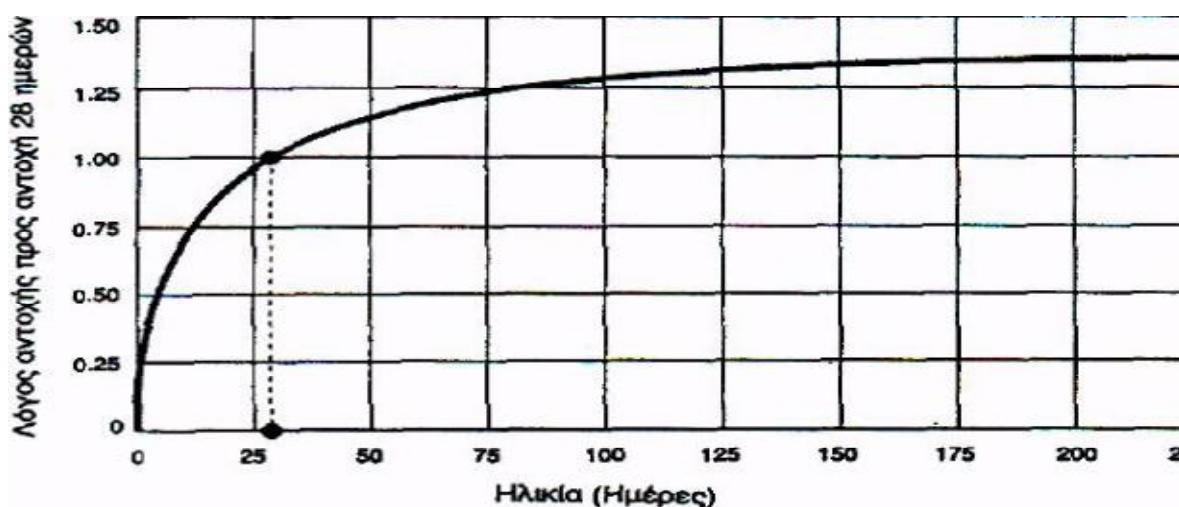
α/α	Κατηγορία σκυροδέματος	Ποσότητα τσιμέντου σε Kg ανά m^3 σκυροδέματος
1	C8	240-250
2	C12	280-300
3	C16	300-350
4	C20	350-400

Πίνακας: Ενδεικτικές ποσότητες για $1 m^3$ σκυροδέματος.

Στο σκυρόδεμα πρέπει να περιέχεται η απαιτούμενη και συγχρόνως η μικρότερη δυνατή ποσότητα τσιμέντου, ώστε να είναι δυνατόν να επιτευχθεί η απαιτούμενη θλιπτική αντοχή και να προστατεύονται οι οπλισμοί από την διάβρωση .

2.1.6 Ενυδάτωση του τσιμέντου.

Η πήξη και η σκλήρυνση του σκυροδέματος οφείλονται αποκλειστικά στη χημική δράση μεταξύ τσιμέντου και νερού. Τα συστατικά του τσιμέντου ενώνονται με το νερό ύστερα από μία σειρά περίπλοκων χημικών αντιδράσεων που διαρκούν επί χρόνια. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ενυδάτωση** του τσιμέντου. Με την ανάμειξη του τσιμέντου με το νερό δημιουργείται μια γκριζοπράσινη πολτώδης μάζα, η τσιμεντοκονία. Για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, το μείγμα δεν φαίνεται να παρουσιάζει καμιά μεταβολή. Αργότερα όμως φαίνεται ότι αρχίζει να πήζει προοδευτικά έως ότου στερεοποιηθεί τελείως. Το φαινόμενο αυτό καλείται **πήξη της τσιμεντοκονίας** και οι χαρακτηριστικές στιγμές αλλαγής της φυσικής καταστάσεως ονομάζονται αρχή και τέλος της πήξεως. Κατά το χρονικό διάστημα ως την αρχή της πήξεως, ο τσιμεντοπολτός είναι ακόμη επιδεικτικός κατεργασίας και μεταφοράς . Γι' αυτό και ο κανονισμός ορίζει ότι η αρχή της πήξεως για τα κοινά τσιμέντα δεν πρέπει να εμφανίζεται νωρίτερα από μία (1) ώρα από τη στιγμή ανάμειξης των δύο υλικών και το τέλος της πήξεως αργότερα από οκτώ (8) ώρες. Στην περίπτωση του σκυροδέματος, δηλαδή του μίγματος τσιμέντου, νερού και αδρανών υλικών, ο χρόνος ως την αρχή της πήξεως γίνεται δύο έως τέσσερις φορές μεγαλύτερος .



Διάγραμμα : Ανάπτυξη της αντοχής του τσιμεντοπολτού με το χρόνο.

2.1.7 Πρόσμικτα υλικά του τσιμέντου.

2.1.7.1 Ποζολάνες.

Η ονομασία ποζολάνη προήλθε από την περιοχή Pozzuoli της Ιταλίας, όπου οι Ρωμαίοι είχαν ανακαλύψει ότι το έδαφος της περιοχής παρουσίαζε υδραυλικές ιδιότητες. Γαίες της περιοχής χρησιμοποιούσαν οι Ρωμαίοι στα κονιάματα τους. Σήμερα ποζολάνες ονομάζουμε πυριτικά ή αργιλοπυριτικά υλικά, που έχουν την δυνατότητα να ενώνονται με την υδράσβεστο και να σχηματίζουν ένυδρες ενώσεις, που με το χρόνο σκληρύνονται και αποκτούν μικρές ή μεγαλύτερες αντοχές .

Η δράση αυτή οφείλεται κυρίως στο άμορφο πυριτικό υλικό των πολοζανών. Για να χρησιμοποιηθεί μια ποζολάνη για την παρασκευή τσιμέντων τύπου II ή III πρέπει να ικανοποιεί την δοκιμή δραστηριότητας που προβλέπει ο Κανονισμός , δηλαδή να παρουσιάζει συμβατική αντοχή τουλάχιστον 5 MPa. Στην Ελλάδα υπάρχουν ηφαιστιογενείς γαίες με ποζολανικές ιδιότητες σε πολλές περιοχές, όπως ή Θήρα (θηραϊκή γή), η νήσος Μήλος (Μηλαϊκή γή), τα νησιά Γιάλι και των Δωδεκανήσων, στο νομό Πέλλης και αλλού. Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι η θηραϊκή γή χρησιμοποιείται από τις ελληνικές βιομηχανίες τσιμέντου ως πρόσμικτο ποζολανικό υλικό τσιμέντου από το 1930 περίπου.

2.1.7.2 Ιπτάμενη τέφρα.

Ιπτάμενη τέφρα ονομάζουμε, τα σε λεπτότατο καταμερισμό κατάλοιπα που προκύπτουν από την καύση γαιανθράκων ή λιγνιτών και που συλλέγονται κατά την έξοδο των αερίων καύσεως από τις καπνοδόχους των ατμοηλεκτρικών σταθμών με τα ηλεκτροστατικά φίλτρα . Η δραστηριότητα των τεφρών οφείλεται στη μεγάλη περιεκτικότητα σε SiO_2 , Al_2O_3 και CaO . Οι δύο πρώτες ενώσεις προσδίδουν στην τέφρα ποζολανικές ιδιότητες ενώ το οξείδιο του Ca υδραυλικές ιδιότητες. Στην Ελλάδα ιπτάμενη τέφρα παράγεται στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της Δ.Ε.Η. στην Πτολεμαΐδα και στη Μεγαλόπολη .

2.1.7.3 Φίλλερ .

Φίλλερ ονομάζουμε υλικά, συνήθως αδρανή, σε λεπτότατο καταμερισμό. Τα φίλλερ σε μικρές ποσότητες επιδρούν ευνοϊκά στο εργάσιμο και την υδατοπερατότητα. Η δράση τους είναι κυρίως μηχανική, δηλαδή δρουν σαν λιπαντικό για το εργάσιμο και με τη διόγκωση των κόκκων παρουσία υγρασίας αυξάνουν την υδατοστεγανότητα . Σπανίως παρουσιάζουν και ποζολανικές ή υδραυλικές ιδιότητες. Αυτό όμως εξαρτάται από το αρχικό υλικό από το οποίο προέρχεται το φίλλερ .

2.2 Το νερό.



2.2.1 Γενικά.

Ένα από τα κυριότερα συστατικά του σκυροδέματος είναι το νερό. Το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι πόσιμο, καθαρό και απαλλαγμένο από βλαπτικές ουσίες (οργανικά ή ανόργανα στερεά, θειικά άλατα, οξέα) σε μεγάλο ποσοστό γιατί μπορούν να βλάψουν την ποιότητα του σκυροδέματος και να προκαλέσουν διάβρωση του οπλισμού. Ο Ν.Κ.Τ.Σ. επιτρέπει την χρήση θαλασσινού νερού μίξης σε άοπλο φέρων σκυρόδεμα, αν η απαιτούμενη αντοχή αυξηθεί κατά 15% .

2.2.2 Λόγος τσιμέντου-νερού (υδατοτσιμεντοσυντελεστής).

Είναι γνωστό ότι στην αντοχή του σκυροδέματος παίζει σπουδαίο ρόλο ο λόγος κατά βάρους του νερού προς τσιμέντο N/T . Όσο μικρότερος είναι ο λόγος αυτός τόσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του σκυροδέματος. Έχει παρατηρηθεί ότι η άριστη αναλογία N/T κυμαίνεται μεταξύ 0,4 για σκυροδέματα υψηλής αντοχής και 0,5 για σκυροδέματα χαμηλότερης αντοχής. Επίσης παρατηρείται ότι, ενώ μια απόκλιση προς τα επάνω από το άριστο ποσοστό κατά 10% συνεπάγεται μείωση της αντοχής του σκυροδέματος κατά 15% περίπου, μια ίση απόκλιση προς τα κάτω, συνεπάγεται μείωση της αντοχής του σκυροδέματος κατά 30% περίπου. Είναι επομένως φρόνιμο, κατά την επιδίωξη της βέλτιστης αναλογίας νερού να παραμένει κανείς πάντοτε για λόγους ασφαλείας προς τα επάνω, παρά να κινδυνεύει η ποσότητα νερού να είναι μικρότερη της βέλτιστης με συνέπεια να υποστεί αλματώδη πτώση η αντοχή του παραγόμενου σκυροδέματος. Τέλος η ποσότητα του νερού δεν πρέπει να είναι τόσο λίγη ώστε να παραβλάπτεται η καλή κατεργασία του όλου μίγματος.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ο μέγιστος λόγος N/T κατά μέσο όρο για κάθε ποιότητα σκυροδέματος.

<i>α/α</i>	Ποιότητα σκυροδέματος	Μέγιστος λόγος βάρους N/T για m ³ σκυροδέματος
1	C8	0.70
2	C12	0.575
3	C16	0.485
4	C20	0.42

Πίνακας: Μέγιστος λόγος N/T για κάθε ποιότητα σκυροδέματος.

2.3 Αδρανή (ΕΛΟΤ EN 12620:2002) .



- Αποτελούνται από κόκκους, ξηρής πυκνότητας $> 2000 \text{ kg/ m}^3$ ($2,0 \text{ Mg/ m}^3$)

Διακρίνονται σε :

- **Φυσικά.**

Από ορυκτό πέτρωμα μετά από μηχανική κατεργασία. Ασβεστολιθικά, Ποταμίσια , κ.τ.λ.

- **Βιομηχανικά.**

Από ορυκτό κυρίως πέτρωμα μετά από βιομηχανική κατεργασία, έχοντας υποστεί θερμική ή άλλη μεταβολή .Ιπτάμενη Τέφρα, Σκωρία.

- **Ανακυκλωμένα.**

Από κατεργασία ανόργανων υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε πρώην κατασκευές. Κατεδαφίσεις υλικών Τοιχοποιίας, Σκυροδέματος.

Μέγεθος (κλάσμα) αδρανούς.

- Χαρακτηρίζεται από τη σχέση : d / D . Όπου d είναι το μικρότερο σε διάμετρο κόσκινο και D είναι το μεγαλύτερο σε διάμετρο κόσκινο. Για όλα τα κλάσματα πρέπει : $D / d \geq 1,4$.

2.3.1 Προέλευση αδρανών.

Γενικά τα αδρανή (που ονομάζονται έτσι γιατί είναι από χημική άποψη αδρανή προς το τσιμέντο) προέρχονται απευθείας από τη φύση ή με συλλογή από ρέματα κλπ (φυσικά ή συλλεκτά) ή από θραύση πετρωμάτων (θραυστά). Για τα κοινά σκυροδέματα και τις ελληνικές συνθήκες, τα καλύτερα αδρανή προέρχονται από ασβεστολιθικά ή πυριτικά πετρώματα .

2.3.2 Η μορφή των κόκκων.

Οι κόκκοι μπορεί να είναι στρογγυλοί, κυβόμορφοι, γωνιώδεις, πλακόμορφοι ή επιμήκεις . Από πλευράς εργασιμότητας καλύτεροι είναι οι στρογγυλοί ή κυβόμορφοι κόκκοι ενώ από πλευράς μηχανικής αντοχής του σκυροδέματος, οι κόκκοι με ανώμαλη επιφάνεια. Δηλαδή συνολικά καλύτερα είναι τα θραυστά αδρανή με κόκκους που δεν είναι επιμήκεις και πλακοειδείς .

Τα αδρανή υλικά ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες :

Κατηγορία αδρανών	Μέγεθος κόκκων
α) Άμμος	μέχρι 2,5 mm
β) Λεπτόκοκκα	ριζάκι 2,5-7 mm γαρμπίλι 7-14 mm σκύρα 14-30 mm
γ) Χονδρόκοκκα σκύρα	30-70 mm

Πίνακας: Κατάταξη αδρανών με βάση το μέγεθος του κόκκου .

2.3.2.1 Κοκκομετρική διαβάθμιση (GRADING EN 933-1).

Πραγματοποιείται κοκκομετρική διαβάθμιση των κάτωθι αδρανών:

- **Χονδρόκοκκων.**

Είναι τα μεγαλύτερα κλάσματα των αδρανών με $D \geq 2\text{mm}$. Ένα αδρανές χαρακτηρίζεται επίσης σαν χονδρόκοκκο, όταν εκτός των ανωτέρω ισχύει : $D / d \leq 2$ ή $D \leq 11.2\text{ mm}$ ή $D / d > 2$ ή $D > 11.2\text{ mm}$.

Τα αδρανή αυτά πρέπει να συμμορφώνονται στις απαιτήσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης.

- **Λεπτόκοκκων.**

Είναι τα μικρότερα κλάσματα των αδρανών με $D \leq 4\text{ mm}$. Μεγέθη λεπτόκοκκων αδρανών είναι 0/4 , 0/2 , 0/1 . Προέρχονται από : α) Φυσικό κατακερματισμό βράχων ή αμμοχάλικου. β) Θραύση βράχων ή αμμοχάλικου. γ) Κατεργασία αδρανών που έχουν παραχθεί βιομηχανικά. Τα αδρανή αυτά πρέπει να συμμορφώνονται στις γενικές απαιτήσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης.

- **Φυσικών , διαβάθμισης 0/8**

Είναι φυσικά αδρανή από παγετώνα ή ποταμό. Είναι κοκκομετρικής διαβάθμισης 0/8. Τα αδρανή αυτά πρέπει να συμμορφώνονται στις γενικές απαιτήσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης.

- **Μη διαχωρισμένων (all-in)**

Είναι κλάσματα των αδρανών, με $D \leq 45$ mm. Είναι μίγμα χονδρόκοκκου και λεπτόκοκκου αδρανούς. Παράγεται α) κατευθείαν σαν ένα κλάσμα και β) με κατάλληλη ανάμιξη χονδρόκοκκου και λεπτόκοκκου αδρανούς. Τα αδρανή αυτά πρέπει να συμμορφώνονται στις γενικές απαιτήσεις της κοκκομετρικής διαβάθμισης.

2.3.2.2 Η Άμμος.

Είναι λεπτόκοκκο αδρανές. Συνήθη κόσκινα για την άμμο είναι με τετραγωνική οπή κοσκίων σε mm των 4,2, 1, 0,5, 0,25. Από το κόσκινο 4 να διέρχεται ποσοστό > 95%. Η παμπάλη της άμμου να είναι < 16%. Το ισοδύναμο της άμμου > 65% και τέλος από το κόσκινο 0,25 να διέρχεται ποσοστό < 30%.

2.3.2.3 Η Ψηφίδα.

Είναι χονδρόκοκκο αδρανές. Συνήθη κόσκινα για την ψηφίδα είναι με τετραγωνική οπή κοσκίων σε mm των 16, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25. Από το κόσκινο 16 να διέρχεται ποσοστό > 95% και από το κόσκινο 8 να διέρχεται ποσοστό 25%-70%.

2.3.2.4 Το χαλίκι (σκύρα).

Είναι χονδρόκοκκο αδρανές. Συνήθη κόσκινα για την ψηφίδα είναι με τετραγωνική οπή κοσκίων σε mm των 31,5, 16, 8, 4, 2. Από το κόσκινο 31,5 να διέρχεται ποσοστό > 95% και από το κόσκινο 16 να διέρχεται ποσοστό 25% - 70%.

2.3.3 Αντοχή των αδρανών.

Για την ικανοποιητική αντοχή του σκυροδέματος, το υλικό των αδρανών (δηλ. το πέτρωμα) πρέπει να έχει μεγάλη μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα στο χρόνο, μικρή επιφανειακή φθορά σε κρούση, χημική αδράνεια σε σχέση με το τσιμέντο και το νερό (και με τις ουσίες που περιέχονται σε αυτό) και σταθερότητα όγκου (π.χ. να μην διογκώνεται λόγω απορρόφησης νερού). Ο Ν.Κ.Τ.Σ θεωρεί σαν ικανοποιητική τιμή της αντοχής σε θλίψη του πετρώματος τα 65 MPa, επειδή όμως για τις συνήθειες στην Ελλάδα κατηγορίες σκυροδέματος η αντοχή του τελευταίου ελάχιστα επηρεάζεται από την αντοχή του πετρώματος των αδρανών, ο κανονισμός επιτρέπει και την χρήση αδρανών με αντοχή πετρώματος μεταξύ 45 MPa και 65 MPa, εφόσον με τα αδρανή αυτά είναι δυνατή η επίτευξη της θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος που έχει προδιαγραφεί. Εφόσον πληρούν την προϋπόθεση αυτή, αδρανή από μητρικό πέτρωμα με αντοχή μικρότερη και από 45 MPa μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο για την παρασκευή σκυροδέματος που η επιφάνεια του πρόκειται να επιχριστεί, καθότι με τέτοια αδρανή η αντοχή της επιφάνειας του σκυροδέματος σε φθορά από τη χρήση και σε κρούση είναι αμφίβολη.

2.3.4 Γενικά για τα αδρανή υλικά.

Τα αδρανή υλικά πρέπει να είναι :

- σταθερά ώστε να μην θρυμματίζονται εύκολα.
- ανθεκτικά από σκληρά πετρώματα (γρανίτες και ασβεστόλιθοι).
- καθαρά και απαλλαγμένα από φυτικές και άλλες επιβλαβείς προσμίξεις (πυλός, χημικά δραστικές ουσίες, άνθρακες).
- σταθερά στις καιρικές αλλαγές (μεταβολές θερμοκρασίας και υγρασίας).
- απαλλαγμένα από παιπάλη με διάμετρο μικρότερη από 0,075 mm.
- καλά διαβαθμισμένα.. Η κοκκομετρική καμπύλη της άμμου, των σκύρων και του μίγματος αυτών πρέπει να βρίσκεται μέσα στις περιοχές που περιλαμβάνονται στα διαγράμματα που προβλέπουν οι κανονισμοί. Κάθε υλικό που παρουσιάζει κοκκομετρική σύνθεση, τέτοια ώστε η κοκκομετρική του καμπύλη να βρίσκεται εκτός από τις επιτρεπόμενες υπό των προδιαγραφών καμπύλες, ή η κοκκομετρική του καμπύλη να είναι ασυνεχής, πρέπει να απορρίπτεται ή να βελτιώνεται προτού χρησιμοποιηθεί.

Επίσης ισχύουν τα παρακάτω :

- Τα αδρανή μέχρι 7 mm χωρίς τσιμέντο, πρέπει να καλύπτουν το 35-45% της συνολικής ποσότητας των αδρανών.
- Ανάλογα με την ποιότητα του σκυροδέματος τα αδρανή υλικά μπορούν να προσκομίζονται στο εργοτάξιο αναμεμιγμένα ή διαβαθμισμένα.
- Προκειμένου για σκυρόδεμα C8 τα αδρανή υλικά μπορούν να είναι αμμοχάλικα ποταμού ή θραυστά λατομείου αναμεμιγμένα αρκεί μακροσκοπικός να είναι προφανές ότι περιέχουν και αρκετό χονδρόκοκκο υλικό.
- Προκειμένου όμως για σκυροδέματα ανώτερης ποιότητας πρέπει να προσκομίζονται σε ξεχωριστές ομάδες. Για μεν τα σκυροδέματα C12 και C16 να προσκομίζονται σε τρεις διαβαθμίσεις (άμμος, γαρμπίλι, σκύρα).
- Για δε τα σκυροδέματα C20 και άνω σε τέσσερις διαβαθμίσεις (άμμος, ριζάκι, γαρμπίλι, σκύρα).
- Όταν χρησιμοποιούνται θραυστά αδρανή και προπαντός θραύστη άμμος καλό είναι να προστίθενται σε αυτά και άμμος ποταμών.

2.3.5 Αποθήκευση των αδρανών.





Φωτογραφίες : Αδρανή μέσα σε σάκους.

Τέλος η αποθήκευση των αδρανών πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε:

- Να μην διαχωρίζονται οι κόκκοι των αδρανών, όπως π.χ. συμβαίνει όταν ένα χονδρόκοκκο αδρανές αδειάζετε από μεγάλο ύψος ή όταν αναμοχλεύεται .
- Να αποφεύγεται η ανάμιξη διαφορετικών αδρανών, όπως π.χ. συμβαίνει όταν δύο σωροί εφάπτονται χωρίς ενδιάμεσο χώρισμα .
- Να αποφεύγεται η ρύπανση τους από επιβλαβείς προσμίξεις (χώμα, λύματα κ.λ.π.

3. ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ (ΠΡΟΣΘΕΤΑ) ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.





Φωτογραφία : Πρόσμικτα (πρόσθετα) σε συσκευασία.

Είναι γνωστός ο ορισμός ότι το σκυρόδεμα αποτελείται από τσιμέντο, νερό και αδρανή. Ο ορισμός αυτός του σκυροδέματος για πολλά χρόνια ήταν 100 % σωστός. Αργότερα η προσθήκη ανόργανων ουσιών όπως οι ποζολάνες έγινε γνωστή για την ανάπτυξη επιθυμητών ιδιοτήτων του σκυροδέματος. Τα υλικά αυτά είναι γνωστά ως πρόσμικτα (additives).

Κατά την διάρκεια των τελευταίων τριάντα ετών οι απαιτήσεις για τις κατασκευές για το σκυρόδεμα αυξήθηκαν. Νέες τεχνολογίες εφαρμόζονται στην δόμηση και απαιτούν μεταβολές των ιδιοτήτων του σκυροδέματος. Ταυτόχρονα όμως και άλλοι λόγοι, όπως η συμπίεση του κόστους, η αυξανόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος με επακόλουθο την αύξηση της διαβρωτικής επίδρασης στις κατασκευές (όξινη βροχή), οι απαιτήσεις για αυξημένα φορτία απαιτούν την μεταβολή των ιδιοτήτων του νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος. Για να ανταποκριθεί το σκυρόδεμα στις νέες απαιτήσεις εμφανίζεται ένας μεγάλος αριθμός χημικών υλικών που προστίθενται κατά την ανάμιξη του σκυροδέματος και μεταβάλλουν σημαντικά τις ιδιότητές του. Τα υλικά αυτά ονομάζονται πρόσμικτα (πρόσθετα).

3.1 Πρόσμικτα (πρόσθετα) σκυροδέματος.

Ονομάζονται τα υλικά που προστίθενται κατά την διεργασία ανάμιξης του σκυροδέματος σε ποσότητα όχι μεγαλύτερη του 5% κατά μάζα του περιεχομένου τσιμέντου στο σκυρόδεμα, για να τροποποιηθούν οι ιδιότητες του μίγματος στη νωπή ή και στη σκληρυμένη κατάσταση. Διακρίνονται ανάλογα με την χρήση τους σε διάφορες κατηγορίες. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ο διαχωρισμός σε κατηγορίες σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 934-2. Πιο συγκεκριμένα (κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 934-2: 2001) υπάρχουν οι κάτωθι κατηγορίες για τα πρόσμικτα :

3.1.1 Μειωτές νερού/ πλαστικοποιητικά πρόσμικτα .

Ονομάζονται τα πρόσμικτα τα οποία, χωρίς να επηρεάζουν τη συνοχή, επιτρέπουν μείωση της περιεκτικότητας σε νερό ενός δοσμένου μείγματος τσιμέντου, ή τα οποία, χωρίς να

επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε νερό, αυξάνουν τη καθίζηση ή προκαλούν και τις δύο ενέργειες ταυτόχρονα. Οι μειωτήρες νερού χρησιμοποιούνται για την αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος και τη μείωση της διαπερατότητας (permeability) μέσω της μείωσης του νερού που περιέχεται στο μίγμα. Ακόμα μπορούν να αυξήσουν την εξάπλωση, προσδίδοντας στο σκυρόδεμα την ικανότητα να ρέει πιο εύκολα χωρίς την περαιτέρω προσθήκη νερού. Αυτού του είδους τα πρόσθετα είναι απαραίτητα για τα σκυροδέματα υψηλής αντοχής και υψηλής απόδοσης. Η μείωση του νερού για τα πλαστικοποιητικά πρόσθετα κυμαίνεται από 5-10%. Η δράση τους στηρίζεται σε μηχανισμό διασποράς, είτε με ηλεκτροστατική φόρτιση είτε με χωρική απόθεση (“steric hindrance”). Με την ανάμιξη του πλαστικοποιητικού προσθέτου στους κόκκους του τσιμέντου λαμβάνουν χώρα τα κάτωθι :

- αυξάνεται το αρνητικό φορτίο στην επιφάνεια των σωματιδίων του τσιμέντου και προκαλείται διασπορά τους λόγω απώθησης. Αυτός είναι ηλεκτροστατικός μηχανισμός και έχει την θετική επίδραση της απαίτησης λιγότερου νερού ανάμιξης για την επίτευξη δεδομένης εργασιμότητας.
- οι ομάδες των πλαστικοποιητικών προσθέτων προκαλούν την σταθεροποίηση της διασποράς των σωματιδίων του τσιμέντου και έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εργασιμότητα.

3.1.2 Πρόσμικτα (πρόσθετα) μεγάλης μείωσης νερού (υπερπλαστικοποιητές).

Ονομάζονται τα πρόσμικτα τα οποία, χωρίς να επηρεάζουν τη συνοχή, επιτρέπουν μεγάλη μείωση της περιεκτικότητας σε νερό ενός δοσμένου μείγματος τσιμέντου, ή τα οποία, χωρίς να επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε νερό, αυξάνουν σημαντικά την καθίζηση ή προκαλούν και τις δύο ενέργειες ταυτόχρονα. Η μείωση του νερού στα πρόσθετα μεγάλης μείωσης νερού (υπερπλαστικοποιητές) ανέρχεται περί το 40% με ανάλογη αύξηση των αντοχών, μέχρι,150MPa.

3.1.3 Πρόσμικτα (πρόσθετα) μειωτικά εξίδρωσης .

Ονομάζονται τα πρόσμικτα τα οποία μειώνουν την απώλεια νερού δια μείωσης της εξίδρωσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για σκυροδέματα «ύφυγρης κατάστασης» και μηδενικής κάθισης. Στα σκυροδέματα αυτά τυχόν απώλεια νερού μπορεί να οδηγήσει στην μείωση της εργασιμότητας και της ανθεκτικότητας. Η μείωση της απώλειας νερού μέσω της αποφυγής της εξίδρωσης βοηθά στην μείωση των συνεπειών αυτών.

3.1.4 Αερακτικά πρόσμικτα.

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που επιτρέπουν σε μία ελεγχόμενη ποσότητα μικρών, ομοιόμορφα κατανεμημένων φυσαλίδων αέρα να ενσωματωθούν κατά την ανάμιξη και να παραμείνουν μετά τη σκλήρυνση. Τα αερακτικά πρόσθετα είναι υγρά χημικά τα οποία προστίθενται στο σκυρόδεμα κατά την επεξεργασία της νωπής φάσης, έτσι ώστε να δημιουργήσουν μέσα στον όγκο του φυσαλίδες που περιέχουν αέρα. Αυτές οι φυσαλίδες συμβάλουν σημαντικά στην αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος και ιδιαίτερα στην αντίσταση κατά την ψύξη και απόψυξη. Η παρουσία τους στη νωπή φάση, διευκολύνει την εργασιμότητα του σκυροδέματος και αποτρέπει το διαχωρισμό του μίγματος.

Ο όγκος του εγκλεισμένου αέρα πρέπει να κυμαίνεται από 4% έως 7% του όγκου του

σκυροδέματος (ανάλογα και το μέγεθος των χονδρόκοκκων αδρανών), όταν αυτό χρησιμοποιείται σε χώρους που υπόκεινται σε σημαντικές μεταβολές θερμοκρασίας. Σημειωτέον ότι η χρήση τους δεν είναι απαραίτητη σε σκυρόδεμα που προορίζεται για εσωτερικούς χώρους, μιας και δεν υπόκειται σε κύκλους, ψύξης-απόψυξης.

Σε μίγματα με υψηλό περιεχόμενο σε τσιμέντο, η χρήση αερακτικών μειώνει αισθητά την αντοχή τους (περίπου 5% για κάθε 1% εγκλεισμένου αέρα) .

3.1.5 Πρόσμικτα επιταχυντικά πήξης.

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που μειώνουν το χρόνο της έναρξης μετάβασης του μίγματος από την πλαστική στην άκαμπτη κατάσταση. Τα επιταχυντικά πήξης χρησιμοποιούνται κανονικά για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, όπου η μετάβαση από την πλαστική στην άκαμπτη κατάσταση και η γρήγορη ανάπτυξη των αντοχών αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή διαδικασία της κατασκευής .

3.1.6 Πρόσμικτα επιταχυντικά σκλήρυνσης.

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που αυξάνουν την ταχύτητα ανάπτυξης της αρχικής αντοχής στο σκυρόδεμα, με ή χωρίς επίδραση στο χρόνο πήξης. Τα επιταχυντικά σκλήρυνσης κανονικά χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή. Υπάρχουν δυο τύποι επιταχυντών, ο πρώτος τύπος επιταχυντών βασίζεται στο χλώριο και ο δεύτερος τύπος δεν περιέχει χλώριο. Ένα από τα πιο φθηνά και αποδοτικά πρόσθετα της κατηγορίας αυτής είναι το χλωριούχο ασβέστιο, που είναι διαθέσιμο είτε σε υγρή μορφή είτε σε νιφάδες. Για το μη οπλισμένο σκυρόδεμα, το χλωριούχο ασβέστιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποσοστό έως και 2% κατά βάρος τσιμέντου. Στο οπλισμένο σκυρόδεμα, τα ποσοστά είναι πολύ χαμηλότερα, μιας και υπάρχουν ανησυχίες για διάβρωση του οπλισμού από τα χλωριόντα. Περαιτέρω, όταν το σκυρόδεμα έρχεται σε επαφή ή περιέχει μέταλλα όπως αλουμίνιο ή γαλβανισμένο χάλυβα, απαιτείται η χρήση μη χλωριούχων επιταχυντών.

3.1.7 Πρόσμικτα επιβραδυντικά πήξης.

Οι επιβραδυντές είναι πρόσμικτα τα οποία επιβραδύνουν τον χρόνο πήξης. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλα έργα ή όταν η σκυροδέτηση γίνεται παρουσία υψηλών θερμοκρασιών όπου το σκυρόδεμα σκληραίνει πιο γρήγορα. Με αυτόν τον τρόπο επεκτείνεται ο χρόνος που το σκυρόδεμα μπορεί να δεχθεί επεμβάσεις όσον αφορά την σκυροδέτηση και το φινίρισμα.

3.1.8 Πρόσμικτα μειωτικά της απορροφητικότητας τριχοειδούς.

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που μειώνουν την απορροφητικότητα τριχοειδούς του σκληρυμένου σκυροδέματος. Πρόκειται για διαλύματα - γαλακτώματα πολυμερών που μπορούν να προσδώσουν υδροφοβικές ιδιότητες στους τριχοειδείς πόρους του σκυροδέματος. Τα συστατικά του γαλακτώματος απορροφώνται στην επιφάνεια των πόρων

του σκυροδέματος δημιουργώντας υδροφοβικές ιδιότητες που πρακτικά δημιουργούν ένα «φράγμα» στην είσοδο του νερού. Η δράση τους ισχύει τόσο στην είσοδο του νερού στο σκυρόδεμα λόγω πίεσης όσο και στην τριχοειδή αναρρίχηση. Στην πράξη αναφέρονται και σαν στεγανοποιητικά μάζας. Επίσης μειώνουν και την εξάνθηση αλάτων στις επιφάνειες του σκυροδέματος.

3.1.9 Πρόσμικτα πολλαπλής ενέργειας (επιβραδυντικά πήξης/ μειωτήρες νερού/ πλαστικοποιητές).

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που προκαλούν τα συνδυασμένα αποτελέσματα ενός πρόσθετου μείωσης νερού πλαστικοποίησης (κύρια ενέργεια) και ενός πρόσμικτου επιβράδυνσης πήξης (δευτερεύουσα ενέργεια). Τα πρόσμικτα αυτά έχουν συνδυασμένες τις ιδιότητες που αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

3.1.10 Πρόσμικτα πολλαπλής ενέργειας (επιβραδυντικά πήξης ,μεγάλης μείωσης νερού, υπέρ-πλαστικοποιητές).

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που προκαλούν τα συνδυασμένα αποτελέσματα ενός πρόσμικτου μεγάλης μείωσης νερού υπερπλαστικοποιητική (κύρια ενέργεια) και ενός πρόσμικτου επιβραδυντικού πήξης (δευτερεύουσα ενέργεια) .

3.1.11 Πρόσμικτα πολλαπλής ενέργειας (επιταχυντικά πήξης μειωτήρες νερού , πλαστικοποιητές).

Ονομάζονται τα πρόσμικτα που προκαλούν τα συνδυασμένα αποτελέσματα ενός μειωτήρα νερού / πλαστικοποιητή (κύρια ενέργεια) και ενός πρόσθετου επιταχυντικού πήξης (δευτερεύουσα ενέργεια).

3.2 Ειδικά πρόσμικτα.

Εκτός των 11 κατηγοριών προσμίκτων που προβλέπει το EN 934 υπάρχουν ακόμη και άλλες κατηγορίες που χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς. Τα πρόσμικτα αυτά μπορεί να μην είναι γενικής χρήσεως όπως αυτά του EN 934 αλλά η σημασία τους για την επίτευξη παραγωγής σκυροδεμάτων για ειδικά έργα είναι μεγάλη (ASTM C494, ASTM G109). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

- Οι αναστολείς διάβρωσης του οπλισμού.
- Τα διογκωτικά.
- Οι ρυθμιστές ιξώδους του νωπού σκυροδέματος.
- Οι αναστολείς διάβρωσης (corrosion inhibitors) είναι ουσίες οι οποίες όταν ευρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του χάλυβα σε μικρή ποσότητα μπορούν να εμποδίσουν την διάβρωσή του. Οι αναστολείς διάβρωσης κατατάσσονται σε ανοδικούς καθοδικούς και μικτούς. Οι ανοδικοί αναστολείς διάβρωσης επιδρούν στα είδη υπάρχοντα προϊόντα της διάβρωσης και σχηματίζουν ένα

μη διαλυτό και πολύ συνεκτικό λεπτό φιλμ στην επιφάνεια του μετάλλου σταματώντας έτσι την αντίδραση διάβρωσης στην ανοδική περιοχή. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το λόγο συγκέντρωσης τους ως προς την συγκέντρωση των χλωριόντων. Οι καθοδικοί αναστολείς διάβρωσης επιδρούν στην καθοδική περιοχή μειώνοντας την ταχύτητα της καθοδικής δράσης, ενώ οι μικτοί αναστέλλουν την διάβρωση επιδρώντας και στην ανοδική και στην καθοδική περιοχή. Ο πιο παλιός ανοδικός αναστολέας διάβρωσης είναι το νιτρώδες ασβέστιο. Η χρήση του νιτρώδους ασβεστίου έχει το πλεονέκτημα ότι αυξάνει την θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος. Νεώτεροι αναστολείς διάβρωσης είναι οι οργανικοί (αμινοαλκοόλες , αλκανολαμίνες) που ανήκουν στους μικτούς αναστολείς. Η χρήση τους δεν μεταβάλλει την θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος. Η χρήση των αναστολέων διάβρωσης σε θαλάσσιες ή παραθαλάσσιες κατασκευές είναι πολύ χρήσιμη. Η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου αναστολέα διάβρωσης εξαρτάται από την προβλεπόμενη συγκέντρωση των χλωριόντων τα επόμενα χρόνια . Γενικά η δοσολογία τους κυμαίνεται από 1 έως 4 % κ.β. του τσιμέντου. Τα διογκωτικά ή μειωτικά της συρρίκνωσης του σκυροδέματος (shrinkage reducers) είναι πρόσθετα που έχουν σαν σκοπό να μειώσουν την συρρίκνωση ή την συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος. Τα πρόσθετα αυτά περιέχουν ουσίες οι οποίες όταν έρθουν σε επαφή με το νερό δημιουργούν προϊόντα που διογκώνονται και έτσι αντισταθμίζουν την συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος. Ακόμη υπάρχουν διογκωτικά τα οποία μεταβάλλουν την επιφανειακή τάση του νερού παρεμποδίζοντας την συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος. Οι ρυθμιστές ιξώδους (viscosity modifying admixtures) είναι ουσίες που μπορούν να μεταβάλλουν το ιξώδες του υγρού σκυροδέματος. Οι ουσίες αυτές είναι υδατικά διαλύματα συμπολυμερών με υψηλό μοριακό βάρος . Ρυθμίζουν το ιξώδες του σκυροδέματος ώστε να επιτυγχάνονται καταρχήν αντικρουόμενες ιδιότητες όπως υψηλή ρευστότητα, μεγάλη ταχύτητα ροής και αντίσταση στον διαχωρισμό. Οι ιδιότητες αυτές είναι απαραίτητες για το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα. Το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα έχει την ιδιότητα να καταλαμβάνει τον χώρο που του διατίθεται στα καλούπια χωρίς να απαιτηθεί δόνηση. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο σχεδιασμό του μίγματος τσιμέντου - αδρανών με χρήση κατάλληλων λεπτοκόκκων υλικών , υπερπλαστικοποιητών και ρυθμιστών ιξώδους.

3.3 Σήμανση και επισήμανση.

Η χρήση των πρόσμικτων σκυροδέματος απαιτεί προσοχή τόσο όσον αφορά την χρησιμοποιούμενη ποσότητα και όσον αφορά την ανάμιξή τους. Επομένως όταν τα πρόσθετα σκυροδέματος παρέχονται σε δοχεία πρέπει να σημαίνονται με ευκρίνεια με τις σχετικές πληροφορίες. Όταν το υλικό παρέχεται χύμα, οι ίδιες πληροφορίες πρέπει να δίδονται γραπτά κατά το χρόνο της παράδοσης.

3.4 Χαρακτηρισμός πρόσμικτων.

Ακόμη τα πρόσμικτα σκυροδέματος πρέπει να χαρακτηρίζονται από:

- το όνομα του τύπου στη γλώσσα μίας χώρας μέλους.
- τον αριθμό αυτού του προτύπου : ΕΛΟΤ EN 934-2.

- τον κωδικό, για να ταυτοποιεί τον τύπο του πρόσμικτου, που αποτελείται από τον αριθμό του προτύπου και τον αριθμό του πίνακα που δίνει τις επιπλέον απαιτήσεις επίδοσης για το συγκεκριμένο τύπο πρόσμικτου. Όπου οι απαιτήσεις επίδοσης υπάρχουν σε δύο πίνακες πρέπει να συμπεριλαμβάνονται οι αριθμοί και των δύο πινάκων.

3.5 Επιπλέον πληροφορίες.

Επίσης πρέπει να αναφέρονται:

- αριθμός παρτίδας και εργοστάσιο παραγωγής.
- περίληψη των απαιτήσεων αποθήκευσης που περιλαμβάνουν τυχόν ειδικές απαιτήσεις για τη διάρκεια αποθήκευσης, που πρέπει να σημαίνοντα καθαρά, π.χ. : Αυτό το πρόσθετο δεν θεωρείται ότι συμμορφώνεται με το ΕΛΟΤ EN 934-2 μετά την «ημερομηνία».
- οδηγίες για την ομοιογενοποίηση πριν τη χρήση, όταν απαιτείται.
- οδηγίες για χρήση και τυχόν αναγκαίες προφυλάξεις ασφαλείας, π.χ. αν είναι καυστικό, τοξικό ή διαβρωτικό.
- το προτεινόμενο από τον παραγωγό εύρος δοσολογίας.

4. ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.

4.1 Γενικά.

Η θεωρητική δομή του σκυροδέματος, όπως περιγράφηκε προηγουμένως, δεν ανταποκρίνεται, για τις συνθήκες της πράξεως, στην άριστη σύνθεση του. Το τελικό προϊόν θα απείχε πολύ από αυτό που θεωρητικά υποθέσαμε, κυρίως γιατί στην πράξη θα ήταν αδύνατη η “τακτοποίηση” των κόκκων, όπως στο θεωρητικό πρότυπο, δηλαδή η εγκατάσταση των μικρότερων κόκκων στα κενά των αμέσως μεγαλύτερων και η εισροή ανάμεσα σ’αυτά του πολτού της τσιμεντοκονίας. Εξάλλου το σκυρόδεμα θα είχε τέτοια συνεκτικότητα, που θα απαιτούσε εξαιρετικά μεγάλο έργο συμπυκνώσεως. Για τους παραπάνω λόγους παρεκκλίνουμε στην πράξη από τις θεωρητικές αυτές αναλογίες, με σκοπό να πετύχουμε ένα σκυρόδεμα, που να ικανοποιεί, σε όλη του τη μάζα, τις βασικές μας απαιτήσεις, έστω και αν οι κόκκοι και ο τσιμεντοπολτός δεν έχουν τη διάταξη που θεωρητικά υποθέσαμε. Πέρα από την αναγκαία αυτή παρέκκλιση, αποσκοπούμε, με την κατάλληλη εκλογή των αναλογιών συνθέσεως, να πετύχουμε ορισμένες συγκεκριμένες ιδιότητες που επιβάλλονται από τις απαιτήσεις της κατασκευής, τα διαθέσιμα υλικά και τα εργοταξιακά μέσα. Η εργασία αυτή λέγεται **μελέτη συνθέσεως** (Μ.Σ.).

4.2 Τα δεδομένα του προβλήματος.

Τα δεδομένα του προβλήματος είναι:

- α) οι απαιτήσεις της κατασκευής
- β) τα διαθέσιμα υλικά
- γ) τα εργοταξιακά μέσα και
- δ) κατά δεύτερο λόγο, οι καιρικές ή άλλες ειδικές συνθήκες.

α) Η κατασκευή καθορίζει, από τη στατική της λειτουργία, την απαιτούμενη αντοχή του υλικού. Εξάλλου οι διαστάσεις του έργου, καθώς και οι αποστάσεις των ράβδων του οπλισμού, καθορίζουν έναν ανεκτό μέγιστο κόκκο του αδρανούς του υλικού. Πέρα από τις παραπάνω βασικές απαιτήσεις μπορεί ο προορισμός και η λειτουργία του έργου να θέτουν και άλλες πρόσθετες απαιτήσεις όπως :

- **καλή εμφάνιση** της επιφάνειας του σκυροδέματος (ανεπίχριστο σκυρόδεμα).
- **υδατοστεγανότητα** (περίπτωση δεξαμενών νερού).
- **ανθεκτικότητα σε χημικές επιρροές** (δεξαμενές διαφόρων υγρών),
- **μείωση της εκλυόμενης θερμότητας** (ογκώδεις κατασκευές).

β) Τα διαθέσιμα αδρανή υλικά (το νερό και το τσιμέντο έχουν γενικά περισσότερο σταθερή ποιότητα), εφόσον παρέχονται σε ομάδες (άμμος, γαρμπίλι, σκύρα), προσδιορίζουν τη βέλτιστη κοκκομετρική διαβάθμιση που μπορούμε να επιτύχουμε με την ανάμειξη τους σε ορισμένες αναλογίες. Η μορφή των κόκκων επηρεάζει την πρόσφυση και το εργάσιμο του υλικού. Η περιεχόμενη υγρασία, το νερό αναμείξεως και τέλος η αντοχή του πετρώματος, επηρεάζουν την τελική αντοχή που μπορούμε να επιτύχουμε .

γ) Τα διαθέσιμα εργοταξιακά μέσα, παρασκευής, μεταφοράς και διαστρώσεως (άντληση ή όχι, τρόπος συμπυκνώσεως) καθορίζουν κυρίως την απαιτούμενη συνεκτικότητα του σκυροδέματος.

Τέλος, **δ)** Οι καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) είναι δυνατόν να επιβάλλουν ορισμένες πρόσθετες απαιτήσεις για το νερό αναμείξεως ή για την ανάγκη προσθήκης πρόσθετων υλικών στο σκυρόδεμα .

4.3 Μελέτη σύνθεσης εργοστασιακού σκυροδέματος C20/25.

- Μέγιστος κόκκος 31.5 mm.
- Αντλήσιμο.
- Κάθιση S3 (100mm - 150mm).
Επιθυμητή κάθιση 100mm - 120mm.
- Πρόσμικτο.
Ρευστοποιητικό / Υποβοηθητικό Αντλησης CHEM II.
Ειδικό βάρος 1,20 t/m³
- Τσιμέντο ,συνδιασμός CEMII 42.5N & CEMII 32.5N
Ειδικά βάρη : CEMII 42.5N=3.10 t/m³ , CEMII 32.5N=3.00 t/m³
- Θραυστά αδρανή , ειδικού βάρους 2.66 t/m³ .
- Όγκος κενών 1% ή 0.010 m³ ή 10 lt

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΑΜΜΟΥ (0 / 4)	
ΙΣΣΟΔΥΝΑΜΟ ΑΜΜΟΥ 70%	
ΠΑΠΑΛΗ ΑΜΜΟΥ f_{16} (ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΣΚΙΝΟ 0.063)	
ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗ ΟΠΗ ΚΟΣΚΙΝΩΝ (mm)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)
8	100
4	99
2	80
1	49
0.5	30
0.25	20

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΨΗΦΙΔΑΣ (4/16)

ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗ ΟΠΗ ΚΟΣΚΙΝΩΝ (mm)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)
16	100
8	25
4	2
2	2
1	1
0.5	1
0.25	1

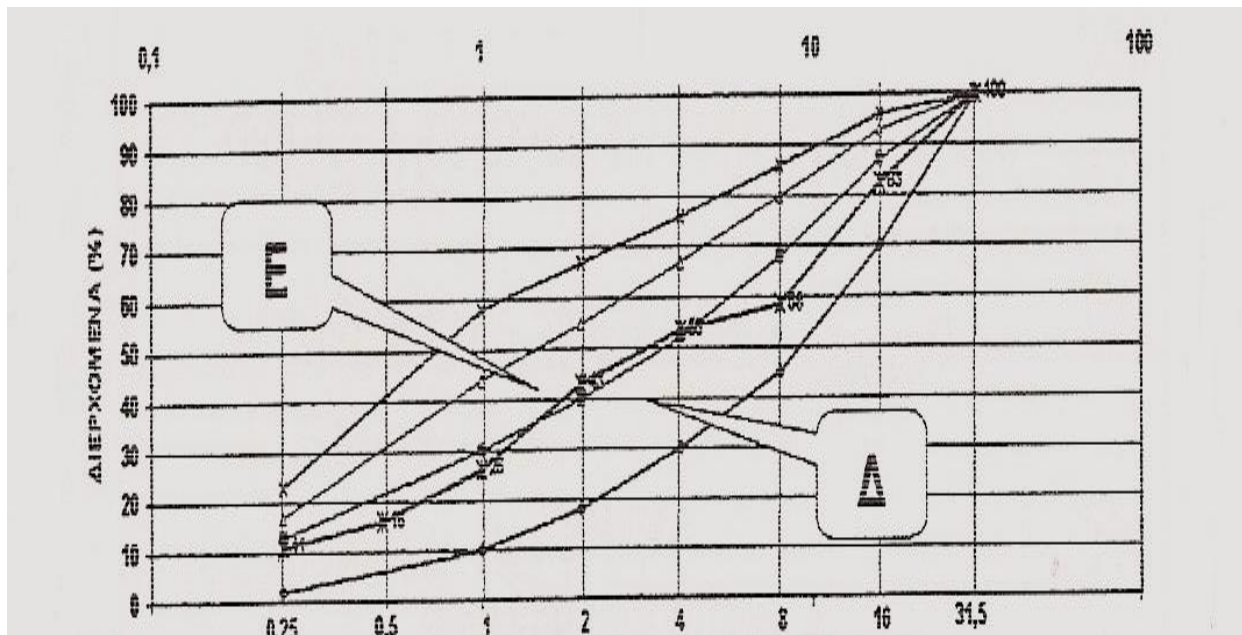
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ ΣΚΥΡΩΝ (8/31.5)

ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗ ΟΠΗ ΚΟΣΚΙΝΩΝ (mm)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)
31.5	100
16	42
8	4
4	2
2	1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ

	ΑΜΜΟΣ 53%	ΨΗΦΙΔΑ 17%	ΣΚΥΡΑ 30 %	ΜΙΓΜΑ
ΚΟΣΚΙΝΑ DIN 1045 ΟΡΙΑ DIN 4187 / 4188	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (%)
31.5	100	100	100	100
16	100	100	42	83
8	100	25	4	58
4	99	2	2	53
2	80	2	1	43
1	49	1	0	26
0.5	30	1	0	16
0.25	20	1	0	11

Η ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΙΓΜΑΤΟΣ
ΥΠΟΖΩΝΕΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΚΟΚΚΟΥ 31.5mm.



ΓΕΡΜΑΝΙΚΑ ΚΟΣΚΙΝΑ DIN 1045 & ΚΑΤΑ DIN 4187 , 4188

Για σπλισμένο σκυρόδεμα η καμπύλη μίγματος των αδρανών που θα προκύψει, θα πρέπει να βρίσκεται στην Υποζώνη Δ. Για σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37 ή και μικρότερης, ο υπεύθυνος του έργου μπορεί να υποδεχθεί τμήμα στην Υποζώνη Ε.

ΑΝΤΛΗΣΙΜΟ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ

- 0 – 2 = 43 % ≥ 37%
- 2 – 4 = 53% - 43% = 10% ≤ 10%
- 4 – 8 = 58% - 53% = 5% ≤ 8%

ΔΕΙΚΤΗΣ (2.50 ≤ α ≤ 3.00)

ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΑΣΤΑΣ α = ΛΕΠΤΑ ΥΛΙΚΑ / ΝΕΡΟ = (0.11 × 1880 + 300) = 2.74
(0,11 είναι το τελευταίο νόμμερο στη διερχόμενη γραμμή)

4.3.1 Καθορισμός f_a , N , T , Π , N/T , V_κ.

- f_a = f_{ck} + 1.64 × s = 25 + 1.65 × 5 = 33.25 MPa
- Για C20/25 λαμβάνουμε τσιμέντο T = 300 kg / m³ ≥ 270 kg / m³ .
T₁ = 140 kg / m³ CEMII 42.5N
VT₁ = 140 : 3.1 = 45.16 lt
T₂ = 160 kg / m³ CEMII 32.5N
VT₂ = 160 : 3.0 = 53.33 lt
- Πρόσμικτο Π = 3.5 × (300/1000) ≈ 1 kg / m³ .
VΠ = 1.0 : 1.2 = 0.83 lt
- Νερό , N = 185 kg / m³
VN = 185 : 1 = 185 lt

- $N/T = 185 : 300 = 0.62 \leq 0.70$.
- $V_{\text{κενών}} = 10 \text{ lt}$ (από τα δεδομένα της μελέτης σύνθεσης – καθορισμένα αδρανή μονάδας).

ΑΔΡΑΝΗ ΞΗΡΑ

$$\begin{aligned} \text{Vaδρανών} &= 1 \text{ m}^3 - V (\text{Αέρα} + \text{Νερού} + \text{Τσιμέντου} + \text{Προσμίκτων}) = \\ &= 1000\text{lt} - (10,00 + 185,00 + 45,16 + 53,33 + 0,83) = \\ &= 705,68 \text{ lt} \end{aligned}$$

Άρα τα Αδρανή θα καταλάβουν συνολικά $V_a = 705,68 \text{ lt}$

$$V_A = 705,68 \times 2,66 = 1877 \text{ kg/m}^3$$

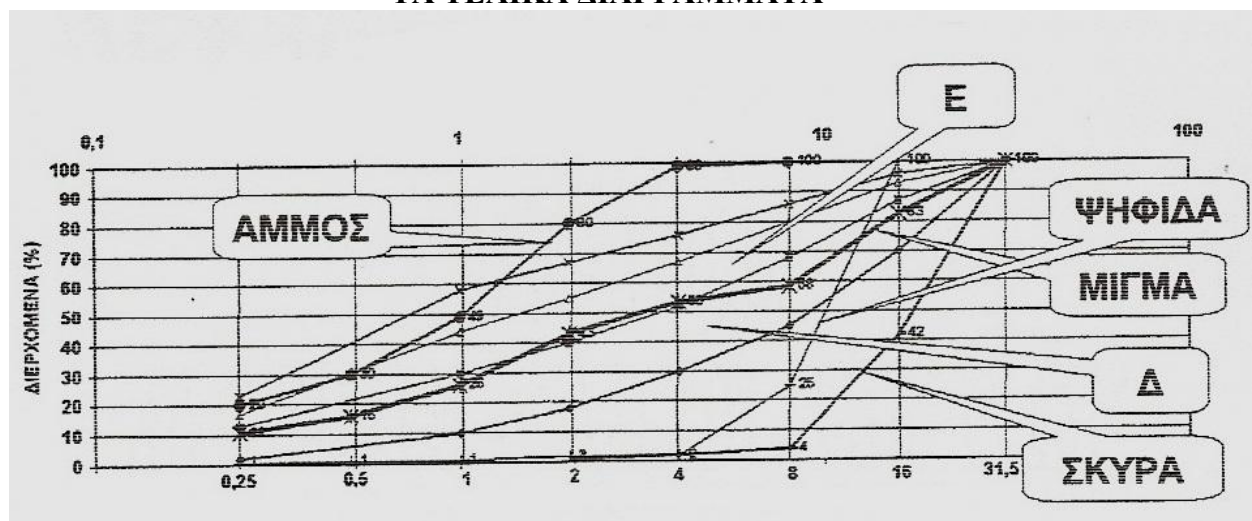
$$A_{\text{ΜΜΟΣ}} = 0,53 \times 1877 = 995 \text{ kg/m}^3$$

$$G_{\text{ΑΡΜΠΙΛΙ}} = 0,17 \times 1877 = 319 \text{ kg/m}^3$$

$$S_{\text{ΚΥΡΑ}} = 0,30 \times 1877 = 563 \text{ kg/m}^3$$

ΤΕΛΙΚΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΘΕΣΗ	
ΨΗΦΙΔΑ 17%	
ΑΜΜΟΣ 53%	
ΣΚΥΡΑ 30%	
ΑΜΜΟΣ	995 kg/ m ³
ΨΗΦΙΔΑ	320 kg/ m ³
ΣΚΥΡΑ	565 kg/ m ³
ΤΣΙΜΕΝΤΟ CEMII 42.5N	140 kg/ m ³
ΤΣΙΜΕΝΤΟ CEMII 32,5N	160 kg/ m ³
ΝΕΡΟ	185 kg/ m ³
ΠΡΟΣΜΙΚΤΟ CEM 2	1 kg/ m ³
E.B	2366 kg/ m ³
N / Tα	0.62
S	120mm
$f_m = 38,50 \text{ MPa} > f_a = 33,20 \text{ MPa}$	
ΔΟΚΙΜΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΥΒΙΚΑ 150mm	

ΤΑ ΤΕΛΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ



ΓΕΡΜΑΝΙΚΑ ΚΟΣΚΙΝΑ DIN 1045 & ΚΑΤΑ DIN 4187 , 4188

ΓΙΑ C 20/25 ΑΠΟΔΕΚΤΟ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΣΤΗΝ Ε ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ.

5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.

5.1 Συμβολισμοί και ορισμοί.

Ο Ελληνικός Κ.Τ.Σ. προβλέπει για τον έλεγχο της αντοχής τα ακόλουθα :

- Συμβολισμοί (Άρθρο 2)

f28 = Συμβατική αντοχή σε θλίψη δοκιμίου ή αντοχή συμβατικού δοκιμίου σε θλίψη, σε ηλικία 28 ημερών.

fck = Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη.

fm = Μέση αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη.

fa = Απαιτούμενη αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη.

Xn = Μέσος όρος αντοχής ή συμβατικών δοκιμίων μιας δειγματοληψίας.

Xi = Αντοχή ενός συμβατικού δοκιμίου μιας δειγματοληψίας.

s = Τυπική απόκλιση των αντοχών ενός αριθμού συμβατικών δοκιμίων

n = Αριθμός δοκιμίων

- Ορισμοί (Άρθρο 3)

Συμβατική αντοχή σε θλίψη δοκιμίου, f28 , είναι η αντοχή ενός συμβατικού, δοκιμίου δηλαδή ενός δοκιμίου που έχει διαστάσεις και τη μορφή που προβλέπονται στον Κανονισμό και που παρασκευάζεται και συντηρείται σύμφωνα με τη μέθοδο ΣΚ304, και ελέγχεται σύμφωνα με τη μέθοδο ΣΚ304 σε ηλικία 28 ημερών.

Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη , **fck**, θεωρείται εκείνη η τιμή αντοχής κάτω της οποίας υπάρχει 5% πιθανότητα να βρεθεί η τιμή αντοχής ενός τυχαίου δοκιμίου.

Μέση αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη, fm, είναι ο μέσος όρος αντοχής όλων των συμβατικών δοκιμίων που θα μπορούσαν να παρασκευασθούν από μία σημαντικά μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος αν ολόκληρη αυτή η ποσότητα μετατρεπόταν σε δοκίμια. Το σκυρόδεμα της σημαντικά μεγάλης ποσότητας πρέπει να έχει παρασκευασθεί με τα ίδια υλικά, τις ίδιες αναλογίες και τα ίδια μηχανικά μέσα.

Απαιτούμενη αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη, fa , είναι η τιμή της μέσης Αντοχής **fm** για την οποία το σκυρόδεμα του έργου έχει μια ορισμένη πιθανότητα αποδοχής, όταν εξετάζεται με τα Κριτήρια συμμορφώσεως του Κανονισμού αυτού. Οι αναλογίες υλικών της

Μελέτης Συνθέσεως πρέπει να εξασφαλίζουν μέση αντοχή f_m τουλάχιστον ίση με την απαιτούμενη f_a .

Ανάμιγμα, είναι η ποσότητα σκυροδέματος που προκύπτει από μια φόρτωση, ανάμιξη και αποφόρτωση του αναμκτήρα. Η ποσότητα αυτή πρέπει να είναι μικρότερη ή το πολύ ίση από εκείνη που επιτρέπουν οι Προδιαγραφές λειτουργίας του αναμκτήρα.

Παρτίδα, είναι η ποσότητα του σκυροδέματος που αξιολογείται από τα δοκίμια μιας δειγματοληψίας. Η ποσότητα αυτή πρέπει να έχει παρασκευασθεί με τα ίδια υλικά, τις ίδιες αναλογίες και τα ίδια μηχανικά μέσα.

Εργοταξιακό σκυρόδεμα, λέγεται το σκυρόδεμα στο οποίο ο κύριος του Έργου ή η Υπηρεσία ή ο Επιβλέπων έχει πλήρη παρακολούθηση και έλεγχο της παραγωγής σε όλες τις φάσεις της, δηλαδή όταν μπορεί να ελέγχει τα υλικά του σκυροδέματος, τα μηχανήματα παραγωγής, μπορεί να μεταβάλει τις αναλογίες συνθέσεως και τη διαδικασία αναμίξεως και μπορεί να ελέγχει το έτοιμο προϊόν σε οποιαδήποτε θέση (μέσα στον αναμκτήρα, μετά την αποφόρτωση, μετά τη μεταφορά κλπ.). Το εργοταξιακό σκυρόδεμα μπορεί να παρασκευάζεται δίπλα στο έργο ή σε μεγαλύτερη απόσταση, οπότε και μεταφέρεται με αυτοκίνητα - αναδευτήρες. Μπορεί ακόμα να παρασκευάζεται σε εργοστάσιο έτοιμου σκυροδέματος όταν, μετά από συμφωνία, εξασφαλίζονται οι διευκολύνσεις για την εκτέλεση των προηγούμενων ελέγχων.

Εργοστασιακό σκυρόδεμα, λέγεται το σκυρόδεμα στο οποίο ο κύριος του έργου ή η Υπηρεσία ή ο Επιβλέπων ή ο κατασκευαστής δεν έχει δικές του πληροφορίες για τα υλικά, τις αναλογίες συνθέσεως και τη διαδικασία παραγωγής, ελέγχει δε μόνο το έτοιμο προϊόν στη θέση παραδόσεώς του. Το εργοστασιακό σκυρόδεμα είναι κατά κανόνα έτοιμο.

Έτοιμο σκυρόδεμα, λέγεται το σκυρόδεμα που παρασκευάζεται σε απόσταση από το έργο και μεταφέρεται σ αυτό:

- α) Μετά από πλήρη ανάμιξη, με φορτηγά αυτοκίνητα ή αυτοκίνητα – αναδευτήρες.
- β) Μετά από μερική ανάμιξη ή χωρίς να έχει γίνει εισαγωγή νερού, με αυτοκίνητα - αναμκτήρες. Στη δεύτερη περίπτωση η εισαγωγή νερού και η ανάμιξη γίνεται στη διαδρομή μέχρι το έργο ή στο έργο πριν από την παράδοση. Το έτοιμο σκυρόδεμα μπορεί να είναι εργοστασιακό ή εργοταξιακό.

5.2 Σχεδιασμός αντοχής.

Η απαιτούμενη αντοχή f_a , πρέπει να έχει τέτοια τιμή ώστε κατά τον έλεγχο των δοκιμίων με τα κριτήρια συμμορφώσεως, να υπάρχει μια λογική πιθανότητα να ικανοποιούνται. Για την απαιτούμενη αντοχή ο Κανονισμός δίνει τις ακόλουθες σχέσεις:

Όταν υπάρχουν στοιχεία τυπικής **αποκλίσεως s** , που έχουν προκύψει από 60 τουλάχιστον διαδοχικά δοκίμια διαφορετικών αναμιγμάτων, που έγιναν με τα ίδια υλικά, τις ίδιες εγκαταστάσεις παραγωγής και για σκυρόδεμα του οποίου η χαρακτηριστική αντοχή δε διαφέρει περισσότερο από 7 MPa από εκείνη του υπόψη έργου, τότε η απαιτούμενη αντοχή πρέπει να έχει τουλάχιστον την τιμή που υπολογίζεται από τη σχέση:

- $f_a = f_{ck} + 2,01 \times s$ (1)

όταν πρόκειται για **εργοταξιακό σκυρόδεμα μεγάλων έργων**, και από τη σχέση:

- $f_a = f_{ck} + 2,14 \times s$ (2)

όταν πρόκειται για **εργοταξιακό σκυρόδεμα μικρών έργων**.

- Η απαιτούμενη αντοχή f_a του εργοστασιακού σκυροδέματος πρέπει να καθορίζεται και να είναι τουλάχιστον ίση με : $f_a = f_{ck} + 1,64 \times s$ (3)

Αν η τιμή της τυπικής αποκλίσεως που προαναφέρθηκε έχει προκύψει με τις προηγούμενες προϋποθέσεις για τη χαρακτηριστική αντοχή από λιγότερα των 60 , όχι όμως και λιγότερα των 15 , τότε η τιμή αυτή πριν εισαχθεί στις σχέσεις (1) , (2) και (3) πρέπει να πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή του παρακάτω πίνακα :

Αριθμός δοκιμίων	Συντελεστής Πολλαπλασιασμού
15	1,27
20	1.18
30	1.09
40	1.05
50	1.02
60 ή περισσότερα	1.00

Πίνακας: Συντελεστής διόρθωσης της τυπικής απόκλισης.

Στην περίπτωση που η τιμή της τυπικής αποκλίσεως (μετά τον πολλαπλασιασμό της με τον αντίστοιχο συντελεστή του πίνακα) είναι μικρότερη από 3 MPa , τότε στις σχέσεις (1), (2) και (3) πρέπει να εισάγεται τιμή : **$s = 3 \text{ MPa}$** .

Τέλος, αν δεν υπάρχουν στοιχεία τυπικής αποκλίσεως ή υπάρχουν , αλλά από λιγότερα των 15 δοκίμια ή ακόμα αν η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος δεν ικανοποιεί την απαίτηση $f_a = f_{ck} + 2,14 \times s$, τότε ο υπολογισμός της απαιτούμενης αντοχής από τις σχέσεις (1) , (2) και (3) πρέπει να γίνεται με την παραδοχή τυπικής αποκλίσεως :

- $s = 5 \text{ MPa}$ αν θα χρησιμοποιηθούν **θραυστά** αδρανή και
- $s = 6 \text{ MPa}$ αν θα χρησιμοποιηθούν **φυσικά** αδρανή

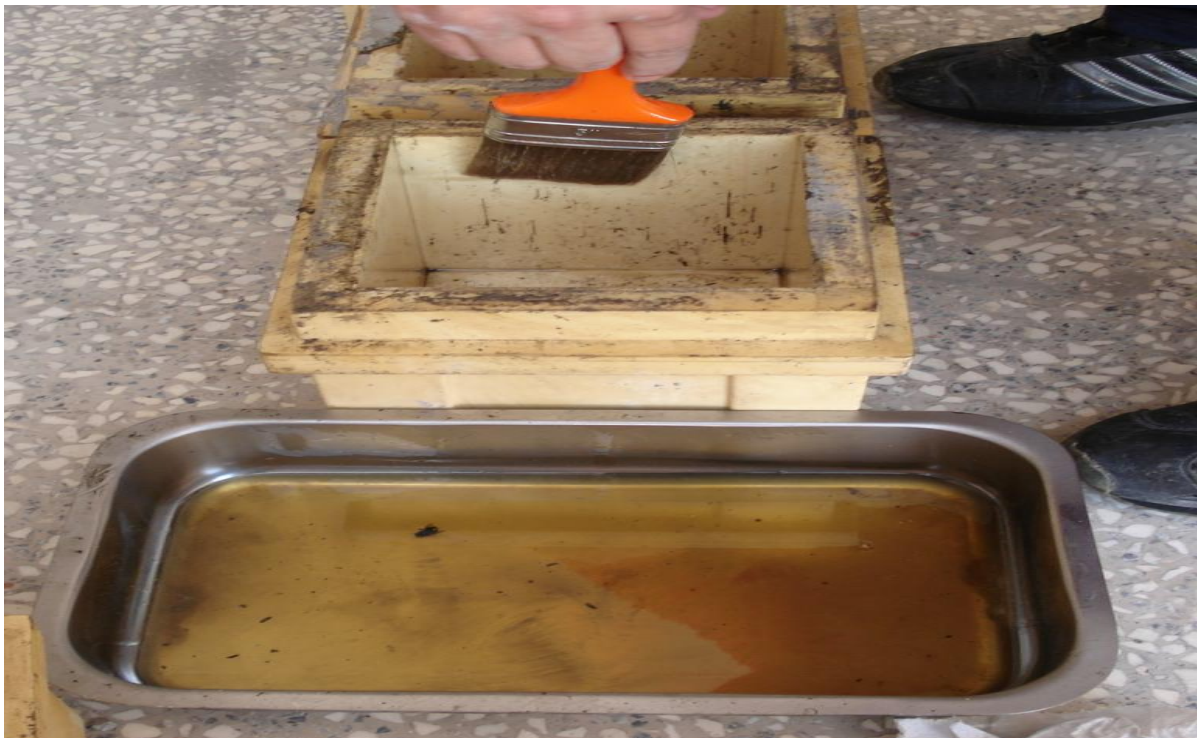
6. ΔΟΚΙΜΙΑ.

6.1 Παρασκευή δοκιμίων.

Ο Ν.Κ.Τ.Σ. αναφέρει ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της λήψεως του σκυροδέματος και της παρασκευής του δοκιμίου , δεν πρέπει να ξεπερνά τα 15 λεπτά της ώρας . Τα συμβατικά δοκίμια που προορίζονται για τους ελέγχους συμμορφώσεως, είναι κυβικά , διαστάσεων 15×15×15 cm και οι μήτρες των δοκιμίων θα είναι αριθμημένες . Οι μήτρες πριν από τη χρήση τους πρέπει να έχουν λαδωθεί ελαφρά με ορυκτέλαιο .



Φωτογραφίες: Μήτρες δοκιμίου 15×15×15 cm.



Φωτογραφίες: Μήτρα δοκιμίου & λάδωμα της μήτρας με ορυκτέλαιο.

6.2 Συμπύκνωση δοκιμίων.

Για μεγαλύτερη κάθιση η συμπύκνωση γίνεται με ράβδο $\Phi 16$, μήκους 60 cm και με στρογγυλεμένα άκρα . Στην περίπτωση της ράβδου , κάθε μήτρα γεμίζεται με τη σέσουλα (όχι μυστρί , γιατί διαφεύγει το λεπτό υλικό) σε δύο στρώσεις (μισή και μισή κάθε φορά) και κάθε στρώση συμπυκνώνεται ιδιαίτερα . Η συμπύκνωση κάθε στρώσεως απαιτεί 25 χτυπήματα με την σχετική ράβδο . Κατά τη συμπύκνωση της κατώτερης στρώσης η ράβδος πρέπει να εισχωρεί μέχρι τον πυθμένα της μήτρας . Η συμπύκνωση θα γίνεται αμέσως μετά την τοποθέτηση του σκυροδέματος στη μήτρα και χωρίς διακοπή μεταξύ 1ης και 2ης στρώσης .



Φωτογραφία: Μήτρα δοκιμίου 15×15×15 cm.



Φωτογραφίες : Συσκευή δονητή & συμπύκνωση με δονητή.



Φωτογραφίες: 1η στρώση μήτρας & συμπίκνωση της με ράβδο.



Φωτογραφίες : Γέμισμα της μήτρας με σέσουλα & συμύκνωση 2^{ης} στρώσης με τη σχετική ράβδο.



Φωτογραφία : Συμπύκνωση με δονητή.

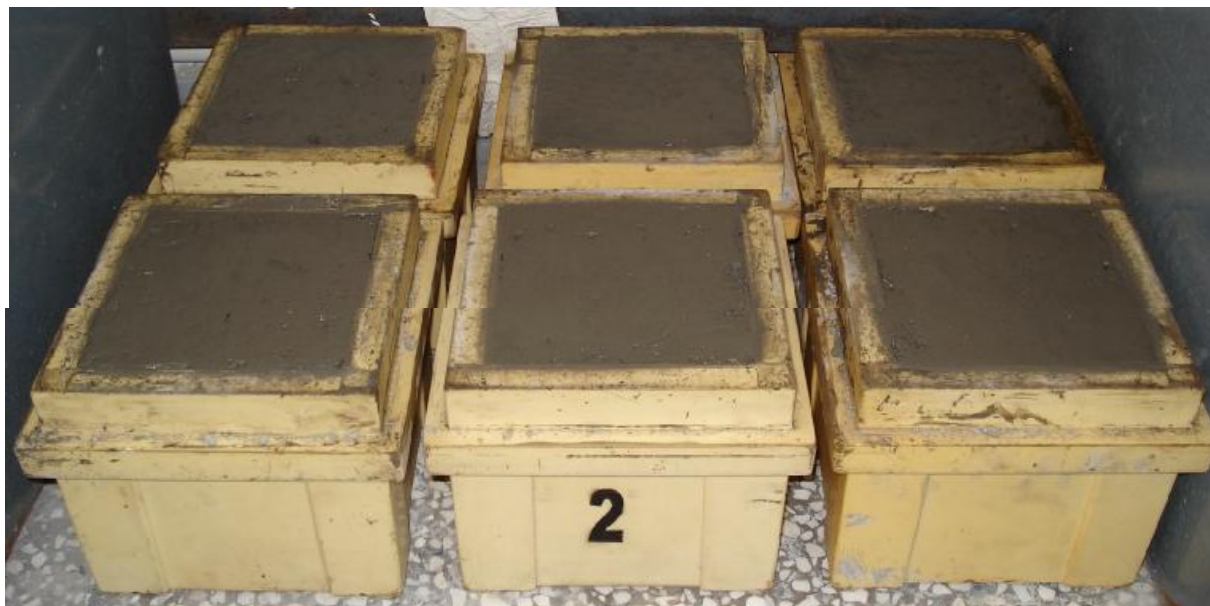


Φωτογραφία: Διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας με μυστρί.

Μετά τη συμπύκνωση επιπεδώνεται η τελική επιφάνεια, καθαρίζονται οι επιφάνειές της μήτρας και αριθμείται το δοκίμιο.

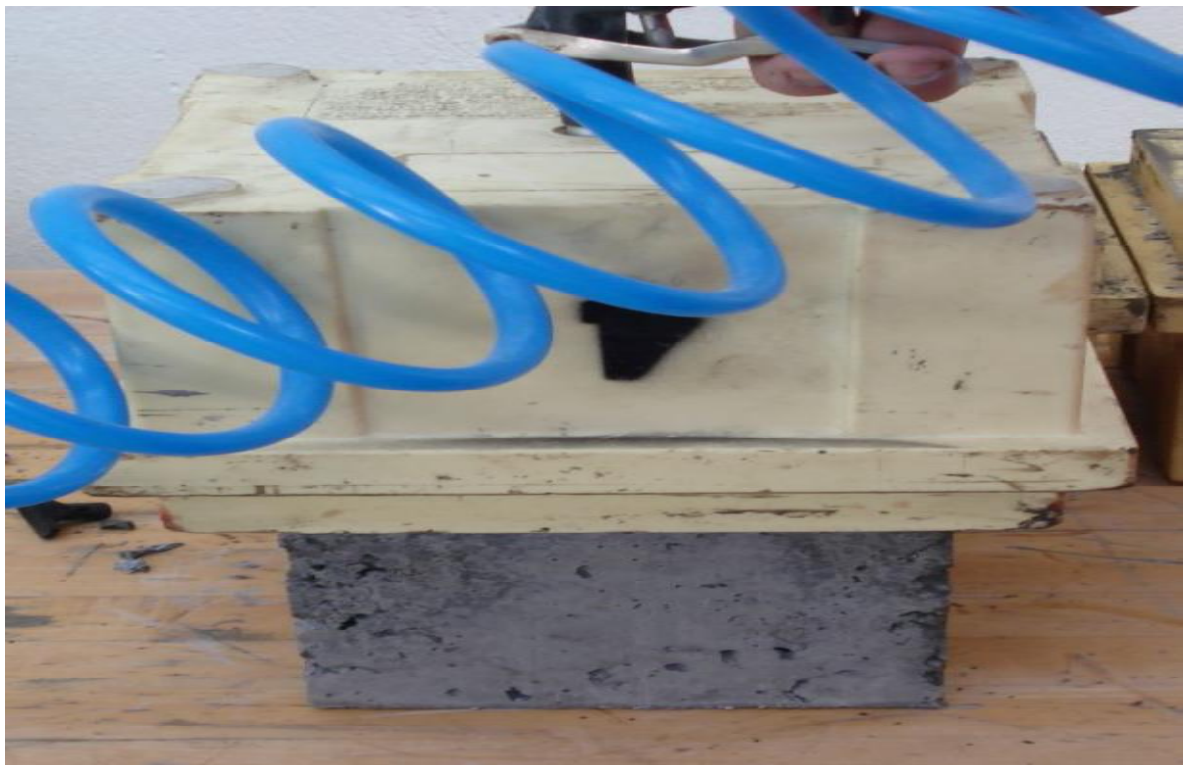
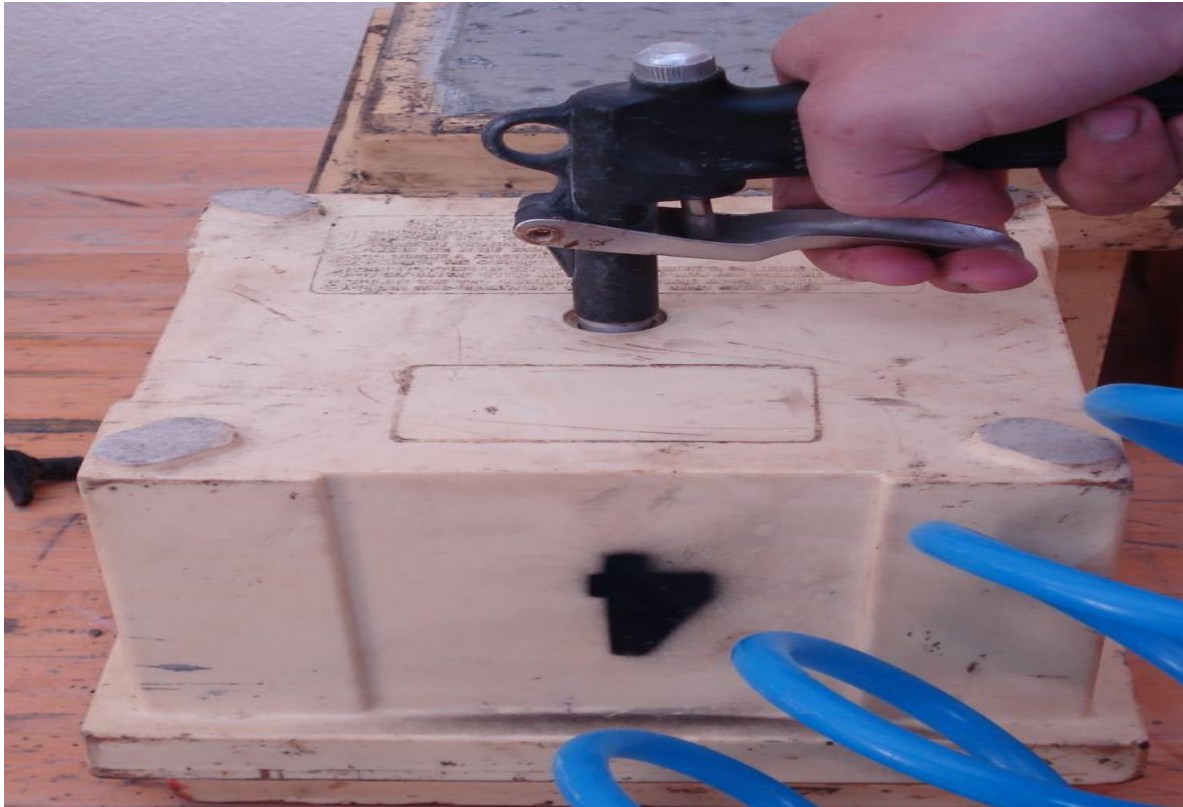
6.3 Συντήρηση δοκιμίων.

Τα δοκίμια πρέπει να παραμείνουν στη σκιά, μέσα στις μήτρες, χωρίς χτυπήματα ,δονήσεις , ξήρανση τουλάχιστον 20 ώρες και όχι περισσότερο από 32 ώρες .



Φωτογραφία: Διατήρηση δοκιμίων μέσα στις μήτρες για τουλάχιστον 20 ώρες.

Στην συνέχεια αφαιρούνται οι μήτρες από τα δοκίμια και αναγράφονται πάνω σε αυτά ο αριθμός της παρτίδας καθώς και η ημερομηνία παρασκευής τους.



Φωτογραφίες: Αφαίρεση μητρών από τα δοκίμια.



Φωτογραφία: Αναγραφή στα δοκίμια αριθμού παρτίδας & ημερομηνίας παρασκευής τους.

Μετά την αφαίρεση των μητρών τα δοκίμια τοποθετούνται στον θάλαμο συντήρησης όπου και παραμένουν για 28 ημέρες. Η εισαγωγή στον θάλαμο συντήρησης (θερμοκρασία 20 ± 1 °C) αποσκοπεί στο να δημιουργηθούν οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που θα επιτρέψουν να ενυδατωθεί το μεγαλύτερο ποσοστό τσιμέντου του μίγματος .



Φωτογραφία: Δοκίμια μέσα στον θάλαμο συντήρησης.

7. Η ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ K (Απόσπασμα από EN 206-1).

Η παράμετρος k επιτρέπει να ληφθούν τα πρόσθετα υπόψη κατά τον υπολογισμό του νερού στο νωπό σκυρόδεμα. (Ο τρόπος χρήσης της παραμέτρου k μπορεί να διαφέρει από χώρα σε χώρα). Χρήση : Τσιμέντο “Λόγος Νερού / Τσιμέντο”, Τσιμέντο και πρόσθετα τύπου II ,Λόγος Νερού / (Τσιμέντο + k x πρόσθετα). Οι ακριβείς τιμές της παραμέτρου k

εξαρτώνται από το συγκεκριμένο πρόσθετο. Η παράμετρος k για ιπτάμενες τέφρες βάσει EN 450. Το μέγιστο περιεχόμενο ιπτάμενης τέφρας που μπορεί να ληφθεί υπόψη για την εκτίμηση της παραμέτρου k πρέπει να ικανοποιεί την απαίτηση :

Ιπτάμενη τέφρα / τσιμέντο ≤ 0.33 κατά βάρος. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται μεγαλύτερη ποσότητα ιπτάμενης τέφρας, η επιπλέον ποσότητα δε θα λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό του λόγου Νερού / (Τσιμέντο + k x ιπτάμενη τέφρα) και της ελάχιστης ποσότητας περιεχόμενου τσιμέντου. Οι ακόλουθες τιμές παραμέτρων k είναι επιτρεπόμενες για σκυρόδεμα που περιέχει τσιμέντο τύπου CEM I σύμφωνα με το Πρότυπο EN 197-1: CEM I 32.5 $k = 0.2$, CEM I 42.5 και υψηλότερης αντοχής $k = 0,4$.

Αυτό μπορεί να ελαττωθεί σε ένα μέγιστο περιεχόμενο k x (ελάχιστο περιεχόμενο τσιμέντο -200 kg/m^3). Επιπλέον η ποσότητα (τσιμέντου + ιπτάμενης τέφρας) δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το ελάχιστο απαιτούμενο περιεχόμενο τσιμέντο. Το σκεπτικό χρήσης της παραμέτρου k δε συνίσταται για σκυροδέματα που περιέχουν συνδυασμό ιπτάμενης τέφρας και τσιμέντων τύπου CEM I ανθεκτικό σε θειικά για την περίπτωση τάξεων έκθεσης XA2 και XA3 όταν η ουσία προσβολής είναι τα θειικά.

Η παράμετρος k για πυριτική παιπάλη βάσει παλαιού προτύπου EN 13263:1998. Το μέγιστο περιεχόμενο πυριτικής παιπάλης που μπορεί να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό του λόγου νερού / τσιμέντο και του περιεχόμενου τσιμέντου πρέπει να ικανοποιεί την απαίτηση:

Πυριτική παιπάλη / τσιμέντο ≤ 0.11 κατά βάρος. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται μεγαλύτερη ποσότητα πυριτικής παιπάλης, η επιπλέον ποσότητα δε θα λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της παραμέτρου k . Οι παράμετροι k που επιτρέπεται να εφαρμόζονται σε περίπτωση χρήσης τσιμέντου CEM I σύμφωνα με το Πρότυπο EN 197-1 :

- Λόγος Ν/Τ:
 ≤ 0.45 $k = 2.0$
 > 0.45 $k = 2.0$

Εκτός των τάξεων έκθεσης XC και XF για τις οποίες $k = 1.0$. Μείωση τσιμέντου περισσότερο από 30 kg/m^3 δεν επιτρέπεται σε σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται σε τάξεις έκθεσης για τις οποίες η ελάχιστη ποσότητα τσιμέντου είναι $\leq 300 \text{ kg/m}^3$. Επιπρόσθετα, το περιεχόμενο (τσιμέντο + k x Πυριτική παιπάλη) δε θα πρέπει να είναι μικρότερο από το ελάχιστο περιεχόμενο τσιμέντο που απαιτείται για αντίστοιχες τάξεις έκθεσης .

8. ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ .

Διαπερατότητα είναι η ιδιότητα των υλικών να επιτρέπουν την κίνηση ενός ρευστού διαμέσου της μάζας τους. Η διαπερατότητα στους πορώδεις σχηματισμούς σχετίζεται με:

- Το πορώδες και τη κοκκομετρική σύσταση, παράμετροι που καθορίζουν της διαστάσεις των πόρων (τριχοειδείς ή μη) αλλά και τη μεταξύ τους επικοινωνία.
- Οι βαθμοί στερεοποίησης και διαγένεσης του πορώδους μέσου, οι οποίου αυξανόμενοι μειώνουν της τιμές της υδραυλικής αγωγιμότητας.
- Δευτερευόντως, η θερμοκρασία του σχηματισμού και του ρευστού, η οποία επηρεάζει το κινηματικό ιξώδες του ρευστού, και ο όγκος των αέριων εγκλεισμάτων, που μειώνουν το πορώδες .

Η δευτερογενής διαπερατότητα, αυτή επηρεάζεται από :

- το φυσικό μέγεθος των πόρων, ρωγμών και εγκοίλων που περιέχονται στη βραχώμαζα.
- Το βαθμό διασύνδεσης και επικοινωνίας των όποιων κενών μέσα στη μάζα του πετρώματος (ενεργό πορώδες). Από τα προαναφερόμενα προκύπτει ότι , πέρα από το υλικό μέσο (μέγεθος πόρων, βαθμός σύνδεσης των πόρων κλπ) στην περίπτωση της υδραυλικής αγωγιμότητας υπεισέρχονται και οι ιδιότητες του ρευστού (ιξώδες, πυκνότητα κλπ). Στην περίπτωση που το κινούμενο ρευστό είναι το νερό, τότε γίνεται αναφορά στην υδραυλική αγωγιμότητα (hydraulic conductivity) ή όπως συνήθως καλείται, ως συνήθως, στο συντελεστή υδατοπερατότας. Συνεπώς θα πρέπει να διακρίνεται η εσωτερική ή πραγματική διαπερατότητα, η οποία είναι μια ιδιότητα του υλικού μέσου μεταβίβασης του ρευστού και ανεξάρτητη των ιδιοτήτων του ρευστού που "μεταβιβάζεται", από την υδραυλική αγωγιμότητα ή υδατοπερατότητα, η οποία αναφέρεται στη δυνατότητα ταχύτητα διέλευσης νερού μέσα από ένα κορεσμένο μέσο.

Η διείσδυση στο σκυρόδεμα ουσιών υπό μορφή διαλύματος επηρεάζει αρνητικά την ανθεκτικότητά του. Αυτή η διείσδυση εξαρτάται από την διαπερατότητα του σκυροδέματος. Επειδή η διαπερατότητα προσδιορίζει την σχετική ευκολία με την οποία το σκυρόδεμα κορένεται με νερό , παίζει σπουδαίο ρόλο και στην τρωτότητα του σκυροδέματος ως προς τον πάγο . Ακόμα σε περίπτωση οπλισμένου σκυροδέματος η είσοδος υγρασίας και αέρα επιφέρει διάβρωση του χάλυβα. Η διαπερατότητα καθορίζει τέλος και την υδατοστεγανότητα ειδικών κατασκευών ή τα προβλήματα υδροστατικών πιέσεων στο εσωτερικό των φραγμάτων. Σκυρόδεμα λοιπόν με χαμηλή διαπερατότητα έχει μεγάλη ανθεκτικότητα. Η διαπερατότητα εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες :

- **Πορώδες**
- **Ενυδάτωση, Σύσταση τσιμέντου**
- **Λόγος N/T**
- **Συμπύκνωση**
- **Συντήρηση**

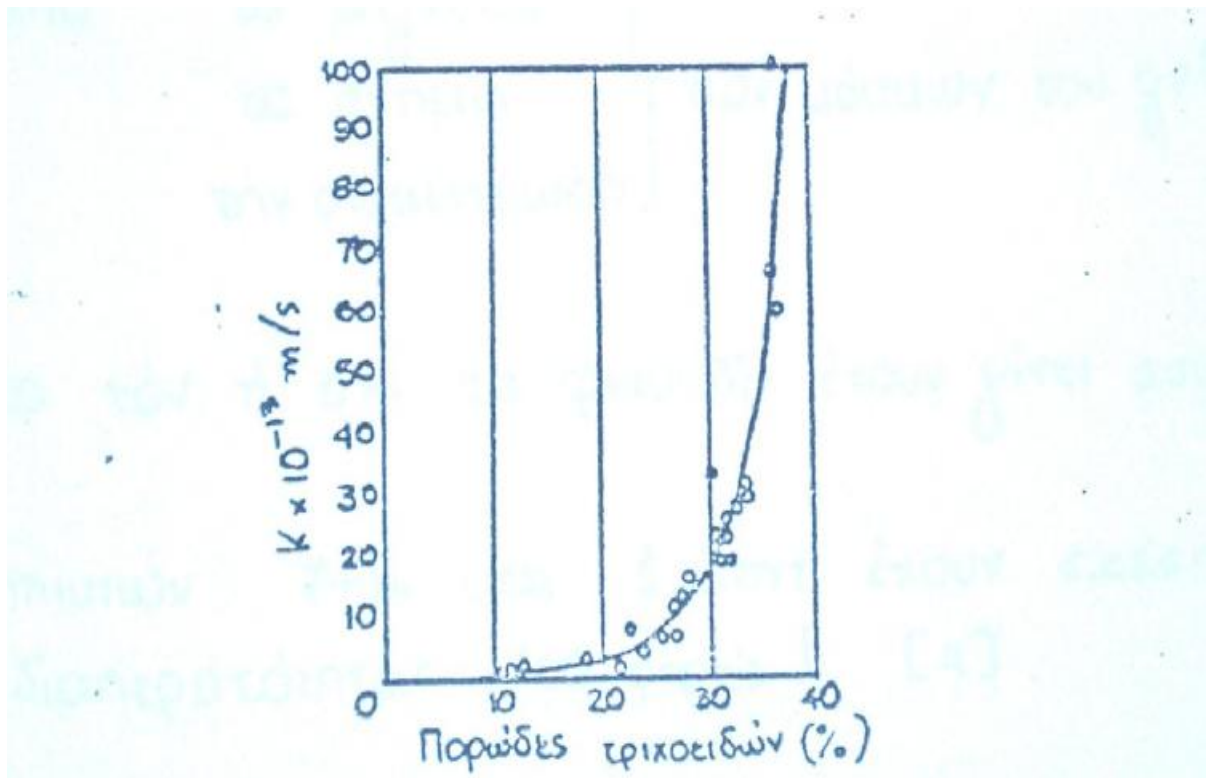
8.1 Πορώδες.

Και τα αδρανή και ο τσιμεντοπολτός εμπεριέχουν κενά (πόρους). Επιπρόσθετα το σκυρόδεμα εμπεριέχει κενά που δημιουργούνται λόγω κακής συμπύκνωσης ή λόγω εξίδρωσης . Επειδή για ΠΣΣ (πλήρως συμπυκνωμένο σκυρόδεμα) οι κόκκοι των αδρανών περικλείονται από τον τσιμεντοπολτό είναι η διαπερατότητα του τσιμεντοπολτού που έχει την μεγαλύτερη επίδραση στην διαπερατότητα του σκυροδέματος. Ως προς τους πόρους του τσιμεντοπολτού διακρίνουμε :

- πόρους του πήγματος (gel pores) : 28% όγκου πολτού
- πόρους τριχοειδείς (capillary pores) : 0 – 40 % όγκου πολτού

Αυτό οφείλεται στην εξαιρετικά λεπτή δομή του πήγματος. Έτσι το νερό ρέει πιο εύκολα δια μέσου των τριχοειδών πόρων απ' ότι δια μέσου των πολύ μικρότερων πόρων του gell. (η πάστα είναι 1000 φορές πιο διαπερατή από το ίδιο το gell).Συνεπώς η διαπερατότητα της πάστας ελέγχεται από το πορώδες των τριχοειδών.

Η σχέση ανάμεσα στην διαπερατότητα και το πορώδες φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα : Σχέση μεταξύ διαπερατότητας και πορώδους τριχοειδών.

Μπορούμε να πούμε ότι :

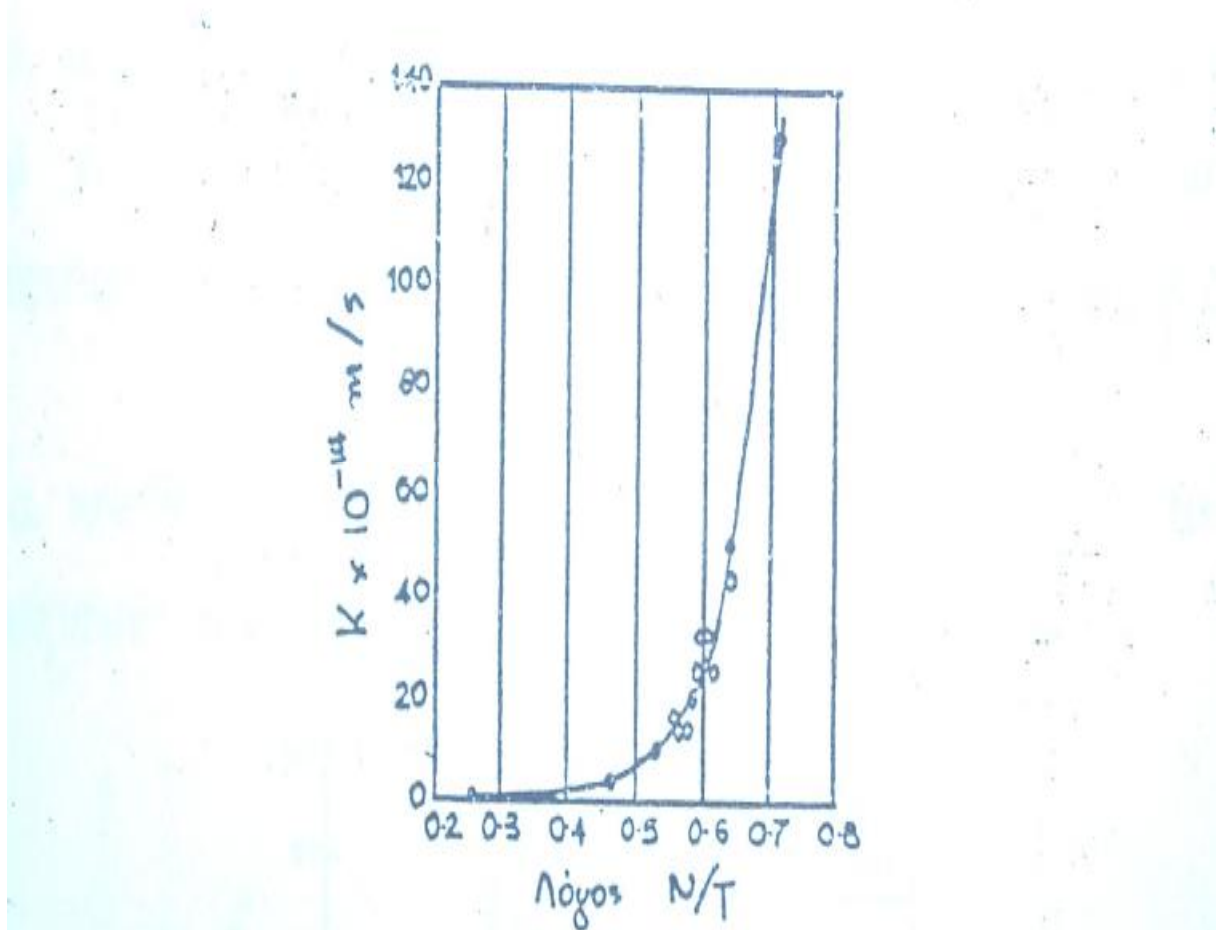
Πορώδες %V	Διαπερατότητα
10	0.5
20	1
30	6
35	>20

8.2 Ενυδάτωση.

Η διαπερατότητα της πάστας μειώνεται με την πρόοδο της ενυδάτωσης. Και τούτο γιατί το gell (όγκος gell = 2.1 άνυδρου τσιμέντου) κλείνει μερικούς από τους αρχικά γεμάτους νερό χώρους. Έτσι σε πλήρως ενυδατωμένη πάστα η διαπερατότητα εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα και την συγκέντρωση των κόκκων του gell.

8.3 Λόγος N/T.

Για πάστες ενυδατωμένες στον ίδιο βαθμό, η διαπερατότητα είναι τόσο χαμηλότερη, όσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα της πάστας σε τσιμέντο δηλαδή όσο χαμηλότερος είναι ο λόγος N / T . Το παρακάτω σχήμα δείχνει τιμές για τσιμεντοπολτούς όπου το 93% του τσιμέντου έχει ενυδατωθεί .



Σχήμα :Σχέση μεταξύ διαπερατότητας και λόγου N/T.

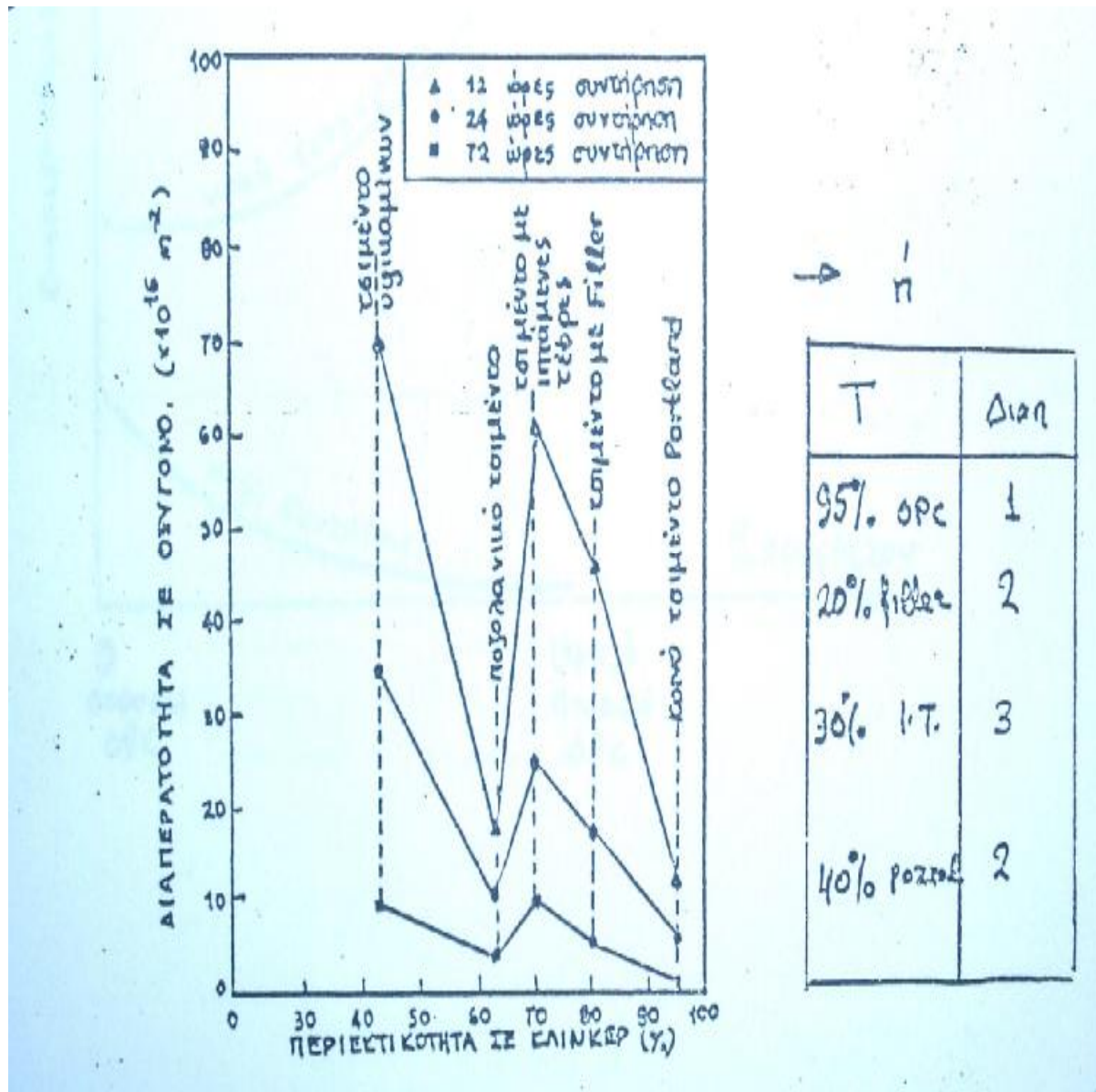
Μπορούμε να πούμε ότι:

N / T	Διαπερατότητα
0.50	0.5
0.60	1
0.70	6

8.4 Σύσταση Τσιμέντου.

Η διαπερατότητα του σκυροδέματος, επηρεάζεται από τις ιδιότητες του τσιμέντου. Για ίδιο λόγο N/T, χονδρόκοκκα τσιμέντα, παράγουν πολτούς με μεγαλύτερο πορώδες απ' ότι λεπτόκοκκα. Στην ουσία, η σύνθεση των τσιμεντών επηρεάζει την διαπερατότητα τόσο, όσο

αυτή επηρεάζει την ταχύτητα ενυδάτωσης. Γενικότερα μπορούμε να πούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή της πάστας, τόσο χαμηλότερη είναι η διαπερατότητα. (αυτό αναμενόταν γιατί η αντοχή είναι συνάρτηση του σχετικού όγκου του gel στον διαθέσιμο γι' αυτό χώρο). Τα πρόσθετα που μπαίνουν στους διάφορους τύπους τσιμέντων , επηρεάζουν την διαπερατότητα του σκυροδέματος .

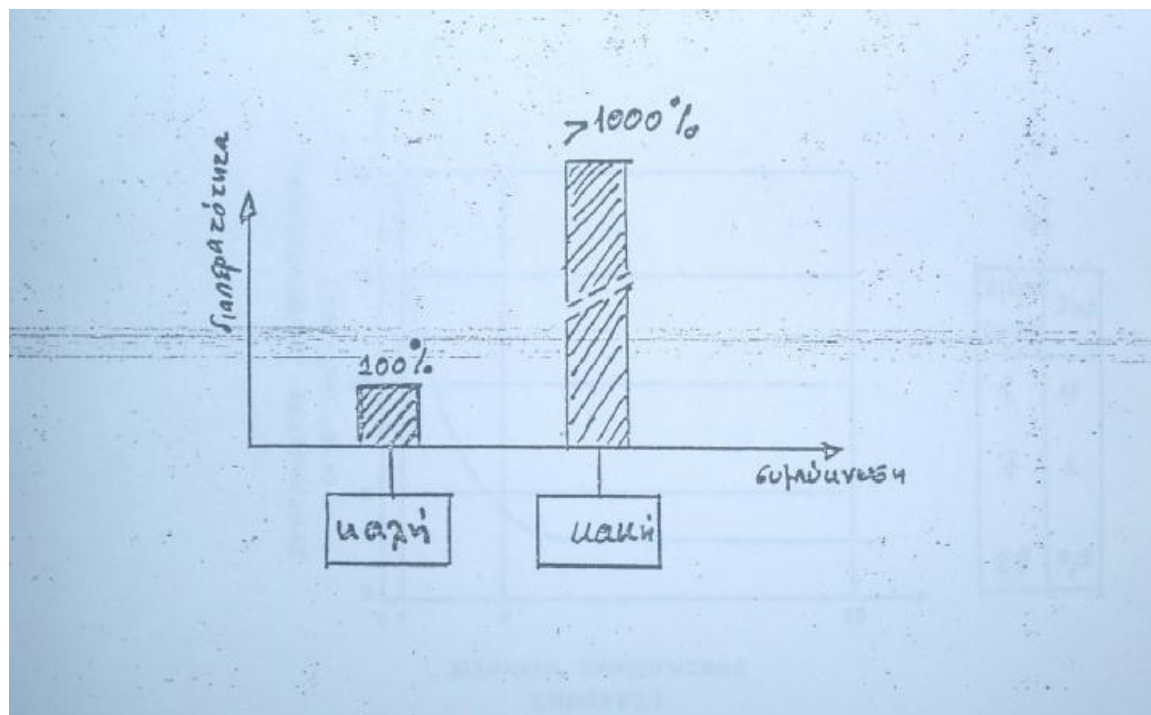


Σχήμα : Επίδραση της ποιότητας του τσιμέντου στην αεροδιαπερατότητα του σκυροδέματος.

8.5 Συμπύκνωση.

Με την συμπύκνωση επιδιώκουμε την μείωση των κενών αέρα στο σκυρόδεμα. Με την δόνηση , αέρας και νερό , μεταφέρονται προς την επιφάνεια μειώνοντας το πορώδες.

Επίδραση της συμπίκνωσης στην διαπερατότητα (σχήμα) .



8.6 Συντήρηση.

Διατηρεί την υγρασία του σκυροδέματος για να γίνει η ενυδάτωση. Προστατεύει το σκυρόδεμα από δημιουργία πρόωρων ρηγματώσεων. Η επίδραση της διάρκειας συντήρησης στον συντελεστή αεροδιαπερατότητας έναντι διείσδυσης οξυγόνου, δίνεται στο παρακάτω σχήμα .



Σχήμα : Επίδραση της διάρκειας στην αεροδιαπερατότητα σκυροδέματος.

8.7 Μέτρηση της διαπερατότητας νερού.

Εργαστηριακά μετρείται η ποσότητα του νερού που ρέει δια μέσου ενός δοσμένου πάχους σκυροδέματος σε ένα δοσμένο χρονικό διάστημα. Η διαπερατότητα εκφράζεται σαν ο συντελεστής διαπερατότητας k που δίνεται από την εξίσωση DARCY.

$$\frac{dq}{dt} \frac{l}{A} = k \cdot \frac{\Delta h}{L}$$

όπου $\frac{dq}{dt}$ = ταχύτητα ροής (m^3/s)

A = επιφάνεια διατομής δαμπίου (m^2)

Δh = πτώση υδραυλικής υψούς
... δια μέσου του δείγματος (m)

L : πάχος δείγματος (m)

k = m/s

9. ΛΟΓΟΣ Ν/Τ.

Ο λόγος νερού / τσιμέντο είναι ο λόγος του βάρους του νερού: βάρος του τσιμέντου στο νωπό σκυρόδεμα. Υπολογίζεται διαιρώντας το βάρος του ολικού νερού N με το βάρος του ολικού προστιθέμενου τσιμέντου T .

Η εξίσωση για το λόγο νερού / τσιμέντο είναι επομένως :

$$N/T = \frac{N}{T} \quad \text{ή} \quad \frac{N}{T_{10}} = \frac{N}{T + (K \times \text{τύπου II πρόσθετα})}$$

Το ενεργό περιεχόμενο νερό ενός μίγματος υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ της ολικής ποσότητας νερού N στο νωπό σκυρόδεμα και της ποσότητας νερού που απορροφάται από τα αδρανή (N_G , καθορισμένο σύμφωνα με EN 1097-6). Η εξίσωση για το λόγο νερού / τσιμέντο είναι συνεπώς :

- $N/T = N_o - N_g / T$

Ο απαιτούμενος λόγος N / T επηρεάζεται κυρίως από τα χρησιμοποιούμενα αδρανή, στρογγυλεμένα ή θραυστά και τη σύνθεσή τους. Η επιλογή του λόγου N / T καθορίζεται βασικά από τις περιβαλλοντικές επιδράσεις (νέες τάξεις έκθεσης) σύμφωνα με EN2061:2000.

10. ΠΟΡΩΔΕΣ.

Το σκυρόδεμα, όπως και οι φυσικοί λίθοι, δεν είναι υλικό απόλυτα συμπαγές και πλήρες, αλλά περιέχει πλήθος από μικροσκοπικές και μακροσκοπικές κοιλότητες. Οι κοιλότητες αυτές είναι κενές από στερεό υλικό, γι' αυτό ονομάζονται και πόροι ή κενά. Το σύνολο αυτών των κοιλοτήτων ονομάζουμε **πορώδες** του σκυροδέματος. Οι κοιλότητες αυτές μπορεί να περιέχουν αέρα ή να είναι γεμάτες νερό. Ανάλογα με την προέλευσή τους διακρίνονται σε κατηγορίες. Έτσι υπάρχουν :

- Πόροι των αδρανών υλικών, δηλαδή πόροι των κόκκων των σκύρων και της άμμου.
- Πόροι που δημιουργούνται από τον εγκλεισμό φυσαλίδων από αέρα μέσα στο τσιμεντοκονίαμα.
- Πόροι ή τριχοειδή κενά που δημιουργούνται μέσα στην τσιμεντοκονία μετά την εξάτμιση του νερού που περισσεύει.
- Κοιλότητες μεταξύ τσιμεντοκονιάματος και αδρανών, είτε από κακή πρόσφυση μεταξύ τους, είτε λόγω συστολής του τσιμεντοκονιάματος, είτε από το νερό που συγκεντρώνεται στην κάτω κυρίως πλευρά των κόκκων, λόγω της εξιδρώσεως του μείγματος.
- Μακροσκοπικές κοιλότητες που προέρχονται από κακή συμπίκνωση.
- Τριχοειδή κενά δημιουργημένα μετά τις μικρορηγματώσεις που οφείλονται στις συστολές του τσιμεντοκονιάματος ή και στις εξωτερικές καταπονήσεις.

Χαρακτηριστικά ενός υλικού είναι :

- Το συνολικό πορώδες, δηλαδή ο λόγος των κενών προς τον ολικό φαινόμενο όγκο.
- Ο βαθμός συμπτυκνώσεως.

$$V_s / V_{ολ} = \rho_{\phi} / \rho_s$$

Όπου $\rho_{\phi} = G / V_{ολ}$, $\rho_s = G / V_s$ και $V_s =$ τον απόλυτο όγκο του υλικού, $V_{ολ} =$ τον ολικό, δηλαδή τον φαινόμενο όγκο. Τα παραπάνω μεγέθη χαρακτηρίζουν την έκταση του πορώδους, δε δίνουν όμως πληροφορίες για τη μορφή, το σχήμα, το μέγεθος, καθώς και για την κατανομή των κοιλοτήτων, που αποτελούν ουσιώδη χαρακτηριστικά για την συμπεριφορά του υλικού και τη διείσδυση του νερού. Το πορώδες του σκυροδέματος επηρεάζει κατά ποικίλους τρόπους τις ιδιότητές του. Επηρεάζει τη χρόνια συστολή, τον ερπυσμό, την υδαταπορροφητικότητα, την υδατοστεγανότητα, καθώς και την ανθεκτικότητα του υλικού στον παγετό, ως φορέας της υγρής φάσεως, στην οποία κυρίως οφείλονται τα φαινόμενα αυτά.

Τέλος, επηρεάζει την αντοχή :

$$\beta = \beta_s \times \rho_{\phi} / \rho_s$$

Όπου $\beta_s =$ η αντοχή της στερεάς μάζας. Οι περισσότερες από τις ιδιότητες του σκυροδέματος βελτιώνονται όσο, για το ίδιο ολικό πορώδες, το μέγεθος των πόρων είναι μικρότερο (επομένως το πλήθος των πόρων, για τον ίδιο όγκο, μεγαλύτερο) και όσο περισσότερο ομοιόμορφα είναι κατανεμημένο μέσα στο υλικό και το σχήμα τους πλησιάζει το σφαιρικό.

Στην μείωση του πορώδους συντείνουν :

- η ελάττωση του νερού και επομένως η ελάττωση των πόρων που δημιουργούνται από την εξάτμιση του νερού που περισεύει.
- η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών που πλησιάζει στην άριστη περιοχή, δηλαδή η πυκνότερη δομή των αδρανών .
- η καλή ποιότητα και καθαρότητα των αδρανών για την καλύτερη προσκόλληση της τσιμεντοκονίας .
- η αποτελεσματική συμπίκνωση του νωπού σκυροδέματος .
- η καλή συντήρηση για την αποφυγή ρηγματώσεων κατά τη διάρκεια της πήξεως .

Τέλος το πορώδες του σκυροδέματος μετράτε με την μέτρηση της απορροφήσεως του νερού από αυτό. Προσαρμόζεται ένας βαθμονομημένος σωλήνας γεμάτος με νερό στην επιφάνεια του σκυροδέματος. Μετράται η ποσότητα νερού που απορροφάται από το σκυρόδεμα κατά την διάρκεια κάποιου συμβατικά ορισμένου χρόνου. Το πορώδες του σκυροδέματος έχει αρνητικό ρόλο στην διάβρωση. Η μείωσή του λοιπόν είναι επιθυμητή. Γι' αυτό το σκοπό θα πρέπει ο λόγος νερού προς τσιμέντο N / T να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα. Η τιμή 0,4 με 0,5 θεωρείται ικανοποιητική, κατά C.E.B. (Ευροδιεθνής Επιτροπή Σκυροδέματος). Επίσης, η χρήση χημικών πρόσμικτων για τη βελτίωση της εργασιμότητας πρέπει να μην είναι αλόγιστη.

11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.

Υδατοπερατότητα είναι η αντίσταση που παρουσιάζει το υλικό, όταν διέρχεται νερό μέσα από τη μάζα του και ελέγχεται με τη βοήθεια υδραυλικής πίεσης, η οποία εφαρμόζεται σε δοκίμια του υλικού. Τα υλικά, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση κατά τη δίοδο του νερού, έχουν μικρή υδατοπερατότητα και ονομάζονται μη υδατοπερατά υλικά, ενώ εκείνα από τα οποία το νερό διέρχεται εύκολα, έχουν μεγάλη υδατοπερατότητα και ονομάζονται υδατοπερατά υλικά.

Η υδατοπερατότητα εξαρτάται από :

- το πορώδες του υλικού και ιδιαίτερα από τη διάταξη των πόρων και το βαθμό επικοινωνίας τους.
- τη μέση διάμετρο των κενών και των τριχοειδών αγγείων .
- την υδροστατική πίεση.
- τη σύνθεση του νερού, που μπορεί να είναι είτε καθαρό είτε να περιέχει άλατα ή ουσίες που προσβάλλουν το υλικό.
- τη θερμοκρασία , αφού η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί διαστολή των πόρων και των τριχοειδών αγγείων και παράλληλη ελάττωση του ιξώδους του νερού .

11.1 Σκυρόδεμα μειωμένης υδατοπερατότητας.

Το σκυρόδεμα μειωμένης υδατοπερατότητας χρησιμοποιείται για την κατασκευή δεξαμενών νερού, κολυμβητηρίων, τσιμεντοσωλήνων, δεξαμενών λυμάτων κ.λ.π. Για την παρασκευή σκυροδέματος μειωμένης υδατοπερατότητας, η περιεκτικότητα σε τσιμέντο δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 350 Kg/m^3 για σκυρόδεμα με μέγιστο κόκκο 31,5 ή 1" και 400

Kg/m^3 για σκυρόδεμα με μέγιστο κόκκο 16 ή 1/2". Ο συντελεστής N δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 0,58 για περιεκτικότητα τσιμέντου 350 Kg/m^3 και την τιμή 0,50 για περιεκτικότητα 400 Kg/m^3 .

Η διαπερατότητα της μάζας του σκυροδέματος εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον όγκο των τριχοειδών πόρων και των κενών του σκληρυμένου τσιμεντοπολτού. Επομένως, σε κατασκευές όπου απαιτείται αυξημένη υδατοστεγανότητα, όπως υδατόπυργοι ή υδατοδεξαμενές, τοίχοι και δάπεδα υπογείων που βρίσκονται κάτω από τον υπόγειο ορίζοντα κλπ, χρειάζεται καλή συμπύκνωση του σκυροδέματος, μείγμα αδρανών με λίγα κενά και κυρίως μικρός λόγος νερού προς τσιμέντο .

11.2 Υδατοπερατότητα σκυρόδεμος σε χημικά ή σε θαλασσινό νερό.

Χημικές ουσίες διαλυμένες σε νερό μπορεί να διεισδύσουν στο εσωτερικό του σκληρυμένου τσιμεντοπολτού μέσω των τριχοειδών πόρων και των κενών, και να διαλύσουν κάποια συστατικά του, ή να τα προσβάλλουν χημικά, παράγοντας προϊόντα διαλυτά ή που καταλαμβάνουν μεγαλύτερο από τον αρχικό όγκο, προκαλώντας την σταδιακή αποσύνθεση του σκυροδέματος. Το σκυρόδεμα μπορεί να προστατευτεί από τέτοιες χημικές επιδράσεις με περιορισμό του όγκου των τριχοειδών πόρων και των κενών του τσιμεντοπολτού, δηλαδή με μείωση του λόγου N / T και επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης (σε 14 μέρες κατά τον Ν.Κ.Τ.Σ) και με χρήση τσιμέντου ανθεκτικού στα θειϊκά ιόντα (τύπου IV) εφόσον υπάρχουν τέτοια.

Περαιτέρω, για σκυρόδεμα που έρχεται σε επαφή με νερό με σημαντική περιεκτικότητα σε δραστικές χημικές ουσίες, ή με εδάφη κορεσμένα με νερό που περιέχει τέτοιες ουσίες ο ίδιος κανονισμός βάζει τις απαιτήσεις του. Σύμφωνα με τον πίνακα αυτόν, η περιεκτικότητα του νερού ή του εδάφους σε μία από τις ουσίες που θεωρούνται βλαβερές καθορίζει τον βαθμό προσβολής του σκυροδέματος, ο οποίος με τη σειρά του καθορίζει το μέγιστο επιτρεπόμενο λόγο N / T, την ελάχιστη απαιτούμενη περιεκτικότητα σε τσιμέντο και τον τύπο του τσιμέντου. Αν υπάρχουν ταυτόχρονα στην ίδια στήλη βαθμού προσβολής δύο ή περισσότερες χημικές ουσίες, και μάλιστα στο πάνω τέταρτο (ή για το pH στο κάτω τέταρτο) του διαστήματος των ορίων προσβολής της στήλης αυτής, τότε οι επιδράσεις τους θεωρούνται πως αθροίζονται, φέρνοντας το συνολικό βαθμό προσβολής στον αμέσως δυσμενέστερο του πίνακα. Οι ελάχιστες ποσότητες τσιμέντου του πίνακα ισχύουν για μέγιστο κόκκο αδρανών 31,5 mm. Για αδρανή με μέγιστο κόκκο 63 mm, ο όγκος των κενών του μίγματος των αδρανών είναι μικρότερος και η απαίτηση σε τσιμέντο μειώνεται κατά 30 kg/m^3 . Αντίστοιχα για μέγιστο κόκκο 16 mm, η απαίτηση σε τσιμέντο αυξάνεται κατά 30 kg/m^3 . Για σκυρόδεμα μέσα στην θάλασσα υπάρχουν αυστηρότερες απαιτήσεις : Μέγιστη τιμή του λόγου N / T = 0,48 και ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο 400 kg/m^3 . Παρά δε την υψηλή περιεκτικότητα του θαλασσινού νερού σε θειϊκά, δεν συνίσταται η χρήση τσιμέντου τύπου IV, καθότι αυτό αυξάνει τη διαπερατότητα του σκυροδέματος σε χλωριόντα, τα οποία προκαλούν διάβρωση του χάλυβα.

11.3 Έλεγχος της υδατοπερατότητας σε μη υδατοπερατά υλικά.

Στα μη υδατοπερατά υλικά ο έλεγχος της υδατοπερατότητας γίνεται κυρίως σε συνήθη σκυροδέματα (όχι αυτά που χρησιμοποιούνται στα φράγματα), δάπεδα, μωσαϊκά, φυσικούς λίθους κ.λ.π.

11.4 Έλεγχος της υδατοπερατότητας σε υδατοπερατά υλικά.

Ο έλεγχος της υδατοπερατότητας σε υδατοπερατά υλικά γίνεται με τη δίοδο νερού υπό πίεση μέσα από το εξεταζόμενο δοκίμιο του υλικού μόνο προς μία κατεύθυνση. Αυτό επιτυγχάνεται καλύπτοντας το δοκίμιο με στεγανοποιητικό υλικό, π.χ. άσφαλτο, πίσσα, κ.τ.λ. από όλες τις πλευρές, εκτός από το τμήμα της επιφάνειας όπου εισέρχεται το νερό κατά την κατεύθυνση προσβολής .

11.5 Υδαταπορροφητικότητα και υδατοπερατότητα.

Η διέλευση του νερού διαμέσου του σκυροδέματος πραγματοποιείται μέσα από τα διάκενα, δηλαδή τους πόρους, τις ρωγμές και τα τριχοειδή του υλικού. Η ποσότητα και η ταχύτητα με την οποία περνά το νερό δεν εξαρτώνται μόνο το πλήθος και το σχήμα των διόδων, αλλά και από τις δυνάμεις έλξεως ή απώσεως ανάμεσα στα μόρια του νερού και του σκυροδέματος. Οι δυνάμεις αυτές είναι διαφορετικές στην περίπτωση διελεύσεως άλλου είδους υγρού. Στην περίπτωση των υδρατμών οι δυνάμεις αυτές είναι μηδενικές.

- Ως **υδαταπορροφητικότητα** εννοούμε την ικανότητα που έχει το υλικό να απορροφά ή να ανορροφά εξωτερική πίεση. Ορίζεται ως ο λόγος του βάρους του νερού που απορροφήθηκε προς το βάρος του στεγνού υλικού.

$$A = \beta v / \beta_0$$

Χαρακτηριστική, κάθε φορά, είναι η **ταχύτητα αναρροφήσεως**, δηλαδή ο λόγος της ποσότητας του νερού που αναρροφά το υλικό διά του χρόνου και της επιφάνειας, σε (gr / cm² . min), ή **το βάθος διεισδύσεως**, δηλαδή ο λόγος του βάθους στο οποίο εισδύει το νερό δια του χρόνου που χρειάστηκε σε (cm / sec).

Η υδατοστεγανότητα του σκυροδέματος όμως είναι σαφώς κατώτερη. Κυριότερη αιτία της ελαττώσεως της υδατοστεγανότητας του σκυροδέματος θεωρείται η ατελής προσκόλληση του τσιμεντοπολτού επάνω στα αδρανή. Η διέλευση του νερού γίνεται, κατά κύριο λόγο, όπως απόδειξαν μικροσκοπικές παρατηρήσεις, από τις επιφάνειες των αδρανών και από τα διάκενα που βρίσκονται γύρω από αυτά.

Δεύτερη κατηγορία διόδων για το νερό αποτελούν τα μακροσκοπικά κενά που δημιουργούνται από την ελλιπή συμπύκνωση, τη μη πλήρωση όλων των κενών μεταξύ των αδρανών από τσιμεντοκονία και από τις φυσαλίδες με αέρα που εγκλωβίζονται μέσα στη μάζα του σκυροδέματος κατά την ανάμειξη .

Άλλη κατηγορία, τέλος, αποτελούν οι ρηγματώσεις που προέρχονται από τις συστολοδιαστολές του υλικού λόγω της ξηράνσεως, των θερμοκρασιακών μεταβολών ή άλλων αιτιών. Για την αύξηση της υδατοστεγανότητας του σκυροδέματος επιβάλλεται βασικά ο περιορισμός του πορώδους, δηλαδή καλή κοκκομετρική διαβάθμιση , περιορισμός του νερού αναμείξεως, καλή πρόσφυση αδρανών, καλή συμπύκνωση και τέλος καλή συντήρηση για την αποφυγή ρηγματώσεως, κατά την πήξη και τις πρώτες ώρες της σκληρύνσεως.

12. ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.

Το σκυρόδεμα θεωρείται και είναι υδατοπερατό. Τα μόρια του νερού είναι πολύ μικρότερα -0,28 νανόμετρα – σε σχέση με έναν τυπικό πόρο (τάξη μεγέθους: μικρά). Ένα κυβικό μέτρο καλής ποιότητας, χωρίς ρωγμές σκυρόδεμα μπορεί να απορροφήσει πάνω από 100 λίτρα νερό / ώρα. Το νερό μετακινείται μέσα από:

- **Κατασκευαστικές ατέλειες:** όπως π.χ. φωλιές αδρανών, κατασκευαστικούς αρμούς κλπ.
- **Ρωγμές:** έχουν να κάνουν σχέση με τον οπλισμό, την ύπαρξη κατάλληλων αρμών κλπ.
- **Το πορώδες:** έχει να κάνει με την ποσότητα τσιμέντου, υδατοτσιμεντοσυντελεστή (επιθυμητός: 0,40 – 0,45), συμπύκνωση, συντήρηση κλπ.

Το νερό κινείται μέσα από το θεωρητικά αρηγμάτωτο μπετόν:

- **σε υγρή μορφή :** απορροφάται τριχοειδώς (μοριακές δυνάμεις) . Η ποσότητα του διερχόμενου νερού είναι συνάρτηση του αριθμού των πόρων, του μεγέθους τους, της μεταξύ τους επικοινωνίας και βέβαια της ποσότητας του νερού (π.χ. ύπαρξη ή όχι υδροστατικής πίεσης κλπ.).
- **σε μορφή υδρατμών :** Αυτή η κίνηση του νερού φέρνει επίπεδα υγρασίας που μπορεί να είναι απαράδεκτα ανάλογα με τη χρήση του χώρου και τιθασειύεται μόνο με τη χρήση κατάλληλων φραγμάτων υδρατμών.

12.1 Στεγάνωση (στεγανοποίηση) μπετόν.

Το μπετόν είναι ένα φυσικά πορώδες υλικό. Το **πορώδες** του μπετόν εξαρτάται δραστικά από τον **υδατοτσιμεντοσυντελεστή** N / T (νερό/ τσιμέντο). Εξαρτάται όμως επίσης από τον τρόπο **συντήρησης** (curing) τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του νωπού μπετόν, τη σύνθεση του μίγματος κ.ά. Αυτό που μετρά όταν μιλάμε για **υδατοπερατότητα** του μπετόν δεν είναι μόνο το ποσοστό των πόρων αλλά και το μέγεθός τους, η κατανομή τους και βεβαίως το αν επικοινωνούν μεταξύ τους. Είναι απολύτως λογικό να συμπεράνουμε ότι η αντοχή του μπετόν στο χρόνο εξαρτάται στενά από την υδατοπερατότητα του και από την ευκολία με την οποία το νερό κινείται μέσα στη μάζα του. Η αλληλουχία της εξάρτησης είναι ως εξής: Η κίνηση του νερού μέσα από τη μάζα του μπετόν εξαρτάται από την υδατοπερατότητα του, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από το πορώδες. Το πορώδες λοιπόν αποτελεί τη θεμελιώδη παράμετρο όσον αφορά στη **στεγανοποίηση της μάζας** του μπετόν.

Στεγανοποίηση μπετόν σημαίνει απλά την προσθήκη ενός πρόσμικτου σε υγρή μορφή ή σε σκόνη μέσα στη μάζα του μπετόν και κατά τη διάρκεια της παρασκευής του με στόχο να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατό το πορώδες του μπετόν και συνεπώς η υδατοπερατότητα του. Αυτά τα πρόσμικτα (πρόσθετα) που αποκαλούμε «**στεγανωτικά ή στεγανοποιητικά μάζας**» δρουν μειώνοντας το πορώδες, αλλάζοντας την κατανομή των πόρων, διακόπτοντας την επικοινωνία των πόρων ή τέλος επενδύοντας τα τοιχώματά τους με υδρόφοβες ουσίες και μειώνοντας έτσι την **τριχοειδή απορρόφηση**. Η στεγανοποίηση του μπετόν στη μάζα του μπορεί να απαιτήσει τη συνεργασία της εταιρείας παραγωγής μπετόν, του εργολάβου και του προμηθευτή των στεγανωτικών μάζας. Η κοκκομετρική σύνθεση και γενικά ο σχεδιασμός του μίγματος του σκυροδέματος θα πρέπει να είναι βέλτιστος, η συμπύκνωση τέλεια και η συντήρηση άψογη. Λεπτομέρειες όπως π.χ. αρμοί εργασίας, άλλοι κατασκευαστικοί αρμοί, φωλιές αδρανών, τρύπες από φουρκέτες κλπ. χρειάζονται στενή προσοχή και λεπτομερειακή δουλειά αποκατάστασης.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές φιλοσοφίες όσον αφορά στη στεγανοποίηση του σκυροδέματος στη μάζα του.

- Ελάττωση του αριθμού των πόρων, του μεγέθους του, της κατανομής του και κυρίως της επικοινωνίας του. Ο πιο δόκιμος όρος για να επιτευχθεί αυτό είναι η χρήση μέσα στο μίγμα του σκυροδέματος ενός **υπερρυστοποιητή ή Υψηλής Δραστηκότητας Μειωτή Νερού**. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν στην αγορά υπερρυστοποιητές πολύ υψηλών δυνατοτήτων όπως π.χ. αυτοί που βασίζονται σε **τροποποιημένους πολυκαρβοξυλικούς αιθέρες** που μπορούν να οδηγήσουν σε μειώσεις του νερού μεγαλύτερες και από 30% (πάντα για την ίδια εργασιμότητα). Έτσι μπορούν σχετικά άνετα να παραχθούν σε εργοστασιακό επίπεδο σκυροδέματα με **υδατοσιμεντοσυντελεστή $N / T \leq 0,40$** . Αυτό βέβαια σημαίνει δραματική μείωση του πορώδους .
- Μπλοκάρισμα (σφράγιση) του τριχοειδούς δικτύου. Για το λόγο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα πρόσθετα αδρανή ή και όχι π.χ. πυριτική παιπάλη, διάφορα άλατα πυριτικής βάσης αλλά και πολύ εξειδικευμένες και σοφιστικές φόρμουλες που δημιουργούν **ανατροφοδοτούμενη κρυσταλλοποίηση**. Κάποιοι παραγωγοί παρουσιάζουν τα προϊόντα αυτά σαν πανάκεια. Δεν παύουν όμως να αποτελούν μια πολύ ενδιαφέρουσα τεχνολογία που έχει το βάθος και την αξία της . Η εμπειρία στην Ελλάδα με τέτοια υλικά κρυσταλλοποίησης δεν είναι μεγάλη, αλλά είναι υπαρκτή. Υπάρχουν καλά αποτελέσματα και κακά αποτελέσματα αλλά χρειάζεται έρευνα για τον εντοπισμό των αιτιών μιας πιθανής αποτυχίας δεδομένου ότι η στεγανοποίηση του σκυροδέματος στη μάζα του είναι μια πολυπαραμετρική υπόθεση. Αυτά τα σφραγιστικά υλικά τα τριχοειδούς δικτύου μπορούν να συνδυασθούν και με υπερρυστοποιητές. Υπάρχουν μάλιστα στη διεθνή αγορά προϊόντα που εκτελούν και τις δύο αυτές λειτουργίες ταυτόχρονα .
- Η τρίτη φιλοσοφία αφορά στην επέμβαση του πρόσμικτου σε μοριακό επίπεδο. Πρόκειται για μια οικογένεια **υδρόφοβων** πρόσμικτων συνήθως με βάση **εστέρες** λιπαρών οξέων (π.χ. στεαρικού οξέος). Αυτά τα πρόσμικτα χρησιμοποιούν την ελεύθερη άσβεστο του σκυροδέματος για να σχηματίσουν υδρόφοβα, αδιάλυτα άλατα που επενδύουν τα τοιχώματα των τριχοειδών πόρων μέσω του φαινομένου της **προσρόφησης**. Αυτό το γεγονός προκαλεί δραστηκή ελάττωση των **δυνάμεων σνάφειας** μεταξύ των μορίων του νερού και των τοιχωμάτων των πόρων και έτσι αποθαρρύνεται το φαινόμενο της **τριχοειδούς απορρόφησης**.

Τα **στεγανοποιητικά μάζας** είναι πρόσμικτα που κάνουν το μπετόν λιγότερο υδατοπερατό επειδή μειώνουν το **πορώδες** του είτε με μείωση του νερού ανάμιξης, είτε με ουσίες που μπλοκάρουν τους πόρους, είτε τέλος με **επιφανειοδραστικές ουσίες**. Εάν δε χρησιμοποιηθεί επιφανειακή στρώση στεγανοποίησης και βασισθεί κανείς μόνο στο πρόσμικτο, θα πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα λεπτομέρειες όπως:

- Αρμοί εργασίας και γενικότερα κατασκευαστικοί αρμοί.
- Η πιθανότητα ρηγμάτωσης του μπετόν είτε από φόρτιση, είτε από καθίζηση κλπ.
- Ασυνέχειες όπως φουρκέτες, διεισδύσεις σωλήνων κλπ.
- Ελαττώματα συμπίκνωσης όπως π.χ. οι **φωλιές αδρανών**. Η **συμπύκνωση** και η **συντήρηση** θα πρέπει να είναι άψογες, πράγμα πολύ δύσκολο τουλάχιστον για την ελληνική πραγματικότητα
- Εάν υπάρξει αποτυχία της στεγανοποίησης στη μάζα για διάφορους λόγους - όλες οι διορθωτικές επεμβάσεις θα είναι χρονοβόρες, κοστοβόρες και οχληρές.

12.2 Στεγανωτικά –Στεγανοποιητικά υλικά.

Οι λέξεις «στεγανωτικά» και «στεγανοποιητικά» χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν όλα εκείνα τα δομικά υλικά που:

- χρησιμοποιούνται για την προστασία των κατασκευών από τη βλαπτική επίδραση του νερού (υπόγεια, τοίχοι, προσόψεις, δώματα, ταράτσες).
- Χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση κατασκευών συγκράτησης του νερού: δεξαμενές, βόθροι, φράγματα, πισίνες κλπ.

Οι κυριότερες κατηγορίες επιγραμματικά:

- **Στεγανωτικά, στεγανοποιητικά σε μορφή μεμβρανών** για τη στεγανοποίηση δωμάτων / ταρατσών / κήπων σε δώματα / υπογείων κλπ.
- **Στεγανωτικά, στεγανοποιητικά σε μορφή ρευστού διαφορετικής θιξοτροπίας** για στεγανοποιητικές επαλείψεις σε δώματα, ταράτσες, τοιχία υπογείων, τοίχους κλπ.
- **Διαφανή στεγανωτικά, στεγανοποιητικά / αδιαβροχοποιητικά** για πορώδη, οικοδομικά υλικά.
- **Στεγανωτικά, στεγανοποιητικά τσιμεντοειδούς βάσης** για τη στεγάνωση / στεγανοποίηση πισινών, δεξαμενών, φρεατίων, υδατόπυργων, υπογείων κυρίως από την αρνητική πλευρά τους κλπ.
- **Ασφαλτικά κεραμίδια** σαν αντικατάσταση των κλασσικών πήλινων κεραμιδιών σε επικαλύψεις/στεγανοποιήσεις στεγών.

12.3 Στεγανοποίηση.

Η σωστή στεγανοποίηση υπογείων κατασκευών, κατασκευών συγκράτησης νερού, έργων υποδομής και κατασκευαστικών λεπτομερειών, μπορεί να επιτευχθεί μόνο με σωστό σχεδιασμό, κατάλληλη επιλογή υλικών και επιπλέον με επαγγελματίες εφαρμοστές και ποιοτικό έλεγχο επί τόπου στο έργο.

Οι τεχνολογίες στεγανοποίησης περιλαμβάνουν:

- Στεγανοποίηση κατασκευών με χρήση στεγανού σκυροδέματος και στεγανοποίηση αρμών.
- Υψηλής ποιότητας εύκαμπτες μεμβράνες PVC και FPO, με χρήση συστήματος διαμερισματοποίησης.
- Βαφές πολουρίας, πολουρεθάνης και εποξειδικής βάσης.
- Συστήματα ενεμάτωσης.
- Κονιάματα και επιχρίσματα.

12.4 Συστήματα Τσιμεντοειδών Επιστρώσεων.

12.4.1 Τσιμεντοειδείς Επιστρώσεις.

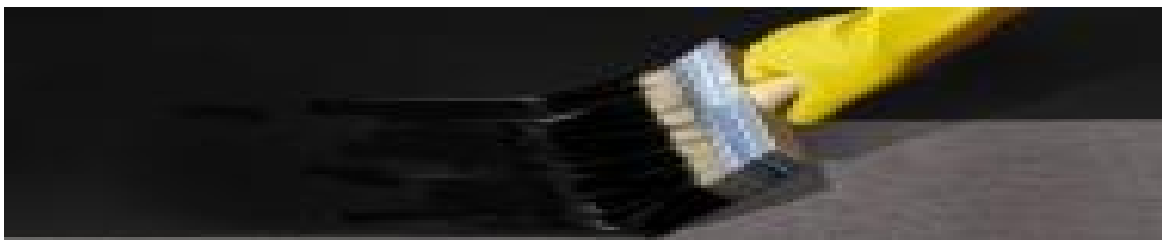


Η στεγανοποίηση νέων και παλαιών κατασκευών σκυροδέματος συχνά γίνεται με χρήση τσιμεντοειδών κονιαμάτων ενός ή δύο συστατικών που εφαρμόζονται είτε χειροκίνητα είτε με ψεκασμό. Τα τσιμεντοειδή κονιάματα μπορούν να εφαρμοστούν και έναντι αρνητικής πίεσης, σε εφαρμογές εσωτερικά των τοιχίων όταν η εφαρμογή από την εξωτερική πλευρά δεν είναι δυνατή.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Αποτελεσματική, οικονομική στεγανοποίηση σε υφιστάμενες κατασκευές.
- Απλό, εύκολο στην εφαρμογή με βούρτσα.
- Ανθεκτικό σε πιέσεις που αναπτύσσονται από ανερχόμενη στάθμη υπόγειου ορίζοντα ή από υπόγεια λιμνάζοντα νερά.
- Εγκεκριμένο - πιστοποιημένο προϊόν για επαφή με πόσιμο νερό.

12.4.2 Συστήματα Επιστρώσεων Ασφαλτικής Βάσης.



Η χρήση επιστρώσεων ασφαλτικής βάσης για στεγανοποίηση υπογείων κατασκευών αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη λύση.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Εύκολο στην εφαρμογή.
- Διατίθεται έτοιμο προς χρήση.
- Προϊόν οικονομικό.
- Εξαιρετική πρόσφυση σε διάφορα υποστρώματα.
- Έχει πολύ μικρή περιεκτικότητα σε αδρανή γι' αυτό και δεν απορροφά νερό.
- Ανθεκτικό σε εδαφικά – ριζικά οξέα.
- Χωρίς διαλύτες, άφλεκτο και άοσμο υλικό.
- Μπορεί να εφαρμοστεί σε στεγνή ή νοτισμένη επιφάνεια.

12.4.3 Συστήματα Μembrανών Αποστράγγισης



Οι μεμβράνες αποστράγγισης (αυγουλιέρες) είναι κατασκευασμένες από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE) και χρησιμοποιούνται για προστασία του συστήματος στεγανοποίησης και για διευκόλυνση απομάκρυνσης των υπογείων υδάτων.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα

- Μεγάλη αντίσταση σε χημική προσβολή.
- Αντίσταση σε διεισδύσεις ριζικών συστημάτων.
- Ιδιαίτερα οικονομική λύση.
- Ευκολία εφαρμογής.
- Μεγάλη μηχανική αντοχή.

12.4.4 Συστήματα Μembrανών



Οι μεμβράνες στεγανοποίησης προστατεύουν τις κατασκευές σκυροδέματος ακόμα και κάτω από τις υψηλότερες απαιτήσεις. Οι μεμβράνες (πολυολεφίνης), είναι σχεδιασμένες για μακροχρόνια αντοχή και εύκολη εφαρμογή. Ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις, υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα συστήματα για απλές έως και πολύ εξειδικευμένες εφαρμογές.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Υψηλή αντοχή σε γήρανση.
- Υψηλή εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση.
- Ανθεκτική σε διεισδύσεις ριζικών συστημάτων και μικρο-οργανισμούς.
- Ανθεκτική στους φυσικούς παράγοντες που υπάρχουν και δρουν στο έδαφος και σε υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.
- Υψηλή ικανότητα διάχυσης υδρατμών.
- Υψηλή αντοχή σε μηχανική καταπόνηση.
- Υψηλή σταθερότητα διαστάσεων.
- Υψηλή ευκαμψία σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Δυνατότητα συγκόλλησης εν θερμώ με θερμό αέρα.
- Κατάλληλη για επαφή με μαλακό νερό (χημικά επιθετικό προς το σκυρόδεμα).
- Κατάλληλη για εγκατάσταση επί υγρών ή νωπών υποστρωμάτων.

12.4 .5 Υγρές Μεμβράνες

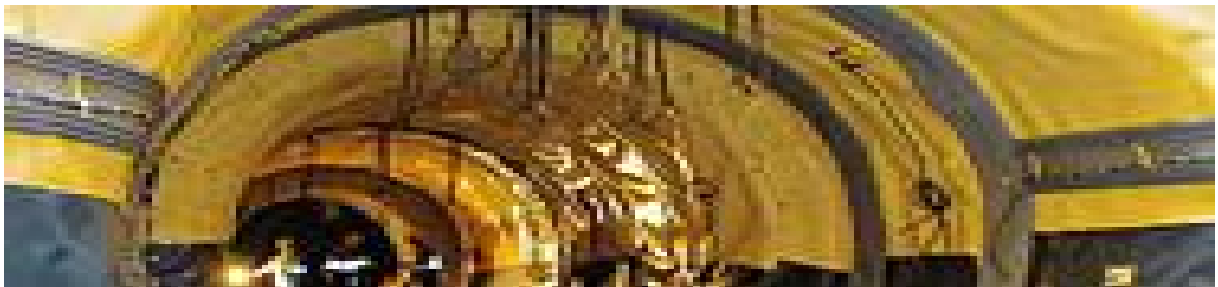


Υγρές μεμβράνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη στεγανοποίηση υπογείων.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Εξαιρετικές ιδιότητες γεφύρωσης ρωγμών.
- Εξαιρετικά ελαστική μεμβράνη στεγανοποίησης.
- Δεν περιέχει υλικά πλήρωσης (fillers).
- Χαμηλού ιξώδους.
- Ταχείας ωρίμανσης εφαρμογή με εξοπλισμό θερμού ψεκασμού δύο συστατικών.

12.4.6 Συστήματα Μεμβρανών για σήραγγες.



Οι μεμβράνες αποτελούν την πλέον ασφαλή λύση στεγανοποίησης σιράγγων.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Υψηλή αντοχή σε γήρανση.
- Υψηλή εφελκυστική αντοχή και επιμήκυνση.
- Ανθεκτική σε διεισδύσεις ριζικών συστημάτων και μικρο-οργανισμούς.
- Ανθεκτική στους φυσικούς παράγοντες που υπάρχουν και δρουν στο έδαφος και σε υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.
- Υψηλή ικανότητα διάχυσης υδρατμών.
- Υψηλή αντοχή σε μηχανική καταπόνηση.
- Υψηλή σταθερότητα διαστάσεων.
- Υψηλή ευκαμψία σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Συμπεριφορά σε φωτιά: Αυτοσβενούμενη.
- Δυνατότητα συγκόλλησης εν θερμώ με θερμό αέρα.
- Κατάλληλη για επαφή με "μαλακό" νερό (χημικά επιθετικό προς το σκυρόδεμα).
- Κατάλληλη για εγκατάσταση επί υγρών ή νωπών υποστρωμάτων.

12.4.7 Υγρές Μembrάνες για γέφυρες.

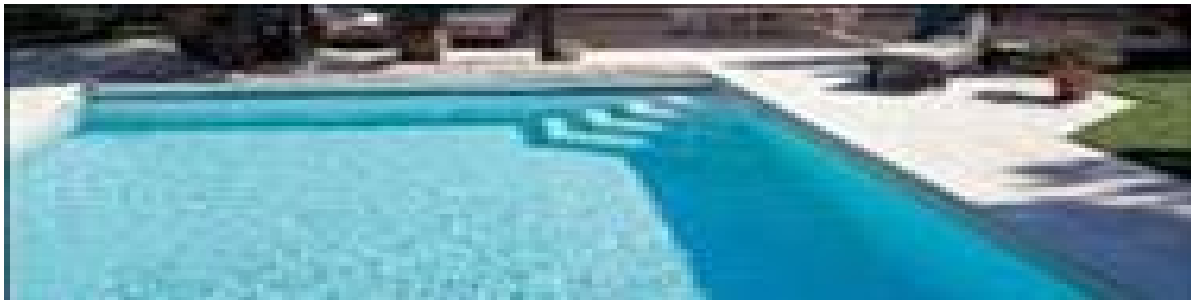


Υγρές μεμβράνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υψηλής απόδοσης στεγανοποίηση καταστρωμάτων γεφυρών από σκυρόδεμα κάτω από άσφαλτο.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Ταχεία αντίδραση και σύντομος χρόνος ωρίμανσης.
- Σχεδόν άμεση δυνατότητα χρήσης του χώρου.
- Εφαρμόσιμο σε θερμοκρασίες από -15°C έως $+70^{\circ}\text{C}$.
- Θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας από -30°C έως 120°C .
- 100% περιεκτικότητα σε στερεά με μηδενική εκπομπή VOC (πηκτικών).
- Εξαιρετική δυνατότητα γεφύρωσης ρωγμών.
- Ανθεκτικό σε UV ακτινοβολία.
- Εξαιρετική αντιδιαβρωτική προστασία.

12.4.8 Συστήματα Τσιμεντοειδών Επιχρισμάτων για κολυμβητικές δεξαμενές.



Με χρήση τσιμεντοειδών επιχρισμάτων, η στεγανοποίηση και η διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας επιτυγχάνεται με χρήση του ίδιου προϊόντος, το οποίο είναι διαθέσιμο σε διάφορα βασικά χρώματα, ενώ μπορεί και να χρωματιστεί με χρήση κατάλληλων χρωστικών.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Έτοιμο για χρήση.
- Τελική επιφάνεια υψηλής αισθητικής, αδιαπέρατη και ανθεκτική.
- Κατάλληλη για κολυμβητικές δεξαμενές όλων των τύπων.
- Διαθέσιμο σε πολλές αποχρώσεις.

12.4.9 Συστήματα Τσιμεντοειδών Επιστρώσεων σε δεξαμενές πόσιμου νερού.



Η στεγανοποίηση νέων και παλαιών δεξαμενών πόσιμου νερού κατασκευασμένων από σκυρόδεμα συχνά γίνεται με χρήση τσιμεντοειδών κονιαμάτων ενός ή δύο συστατικών πιστοποιημένων για επαφή με πόσιμο νερό.

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα.

- Αποτελεσματική, οικονομική στεγανοποίηση σε υφιστάμενες κατασκευές.
- Απλό, εύκολο στην εφαρμογή με βούρτσα.
- Ανθεκτικό σε πιέσεις που αναπτύσσονται από ανερχόμενη στάθμη υπόγειου ορίζοντα ή από υπόγεια λιμνάζοντα νερά.
- Εγκεκριμένο - πιστοποιημένο προϊόν για επαφή με πόσιμο νερό.

12.4.10 Συστήματα Στεγανοποίησης Μπαλκονιών.



Καλή σφράγιση τριχοειδών ρωγμών σε κατασκευές σκυροδέματος (που δεν υπόκεινται σε κινήσεις).

Χαρακτηριστικά / Πλεονεκτήματα

- Ευκολία εφαρμογής με βούρτσα.
- Δεν απαιτείται προσθήκη νερού.
- Προ-ζυγισμένες συσκευασίες.
- Εύκολη και γρήγορη ανάμιξη.
- Προστασία έναντι διεισδύσεων νερού.
- Μη διαβρωτικό προς τους οπλισμούς – μέταλλα.
- Επιδέχεται βαφή.

12.4.11 Εμποτισμός του σκυροδέματος με πολυμερή.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν το περιβάλλον είναι πολύ διαβρωτικό ώστε να μειωθεί η διαπερατότητα του σκυροδέματος. Για το σκοπό αυτό γίνεται πλήρωση των κενών με πολυμερή σε βάθος 35-50 mm. Η διαδικασία που ακολουθείται περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Καθαρισμός της επιφάνειας του σκυροδέματος από τυχών ξένες ουσίες.
- Άπλωμα άμμου στο σκυρόδεμα ώστε να αποφευχθεί το θερμικό σοκ του σκυροδέματος κατά την επακολουθούσα εφαρμογή υψηλών θερμοκρασιών
- Ξήρανση του σκυροδέματος που πραγματοποιείται με διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών για αρκετό χρονικό διάστημα (120 °C για 8 ώρες).
- Σταδιακή απόψυξη του σκυροδέματος με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην απορροφηθεί υγρασία από το περιβάλλον (38 °C για 12-36 ώρες).
- Αφαίρεση του αέρα από το σκυρόδεμα με εφαρμογή κενού.
- Προσθήκη μονομερούς.
- Προσθήκη αδιάβροχων μεμβρανών στην επιφάνεια, ώστε να εμποδίσουμε την εξάτμιση του μονομερούς.
- Θερμικός καταλυτικός πολυμερισμός του μονομερούς στους 74 °C για 5 ώρες.

Το συνηθέστερο μονομερές είναι το μεθακρυλικό μεθύλιο διότι έχει μικρό ιξώδες, υψηλό σημείο βρασμού, εύκολο πολυμερισμό και δεν είναι τοξικό, έχει όμως υψηλό κόστος. Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι εφαρμόζεται σ' όλα τα σκυροδέματα ανεξάρτητα από την ποιότητα ή την σύστασή του. Επίσης βελτιώνει όλες τις ιδιότητές του. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ιδιαίτερη προσοχή που πρέπει να δείξουμε κατά τη διάρκεια της ξήρανσης του σκυροδέματος γιατί μπορεί να προκληθεί ρηγμάτωση. Επίσης απαιτείται ειδικός εξοπλισμός και εξειδικευμένο προσωπικό.

12.4.12 Αφαίρεση χλωριόντων από το σκυρόδεμα.

Η μέθοδος έχει εφαρμοστεί για την αφαίρεση χλωριόντων από καταστρώματα γεφυρών όπου και αφαιρέθηκαν έως και το 90% των χλωριόντων. Τα χλωριόντα αφαιρούνται ηλεκτροχημικά μιας και η μέθοδος βασίζεται στην αρχή της ηλεκτροωσμώσεως. Έτσι λοιπόν χρησιμοποιώντας έναν κατάλληλο ηλεκτρολύτη, μια ρητίνη ανταλλαγής ιόντων και ένα μεταλλικό πλέγμα το οποίο απλώνεται στην επιφάνεια του σκυροδέματος, χρησιμεύοντας ως άνοδος ενώ ο σπλισμός δρα ως κάθοδος. Εφαρμόζοντας το δυναμικό τα χλωριόντα έλκονται από την θετικά φορτισμένη άνοδο με αποτέλεσμα να δεσμευτούν από την ρητίνη. Η μέθοδος είναι δαπανηρή, απαιτεί την εφαρμογή υψηλού δυναμικού που έχει όμως ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μεγάλων θερμοκρασιών στο σκυρόδεμα το οποίο κινδυνεύει να ρηγματωθεί, επιπλέον αυξάνεται η διαπερατότητα του σκυροδέματος κατά πέντε φορές και θα πρέπει να γίνει και εμποτισμός του σκυροδέματος με πολυμερή, τέλος αν εφαρμόσουμε μεγάλες πυκνότητες ρεύματος μειώνεται η αντοχή συνάφειας.

12.4.13 Αφαίρεση υγρασίας από το σκυρόδεμα.

Σκοπός της μεθόδου αυτής είναι η αφαίρεση της υγρασίας. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το pH του σκυροδέματος να είναι υψηλό (μεγαλύτερο από 8), και το κονίαμα να περιέχει μικρές ποσότητες αλάτων. Η ξήρανση του πορώδους δεν μπορεί να γίνει όταν υπάρχουν πολύ λίγα ή πάρα πολλά. Η βέλτιστη περίπτωση είναι όταν η περιεκτικότητα σε άλατα είναι

από 2-5%, ενώ η παρουσία θεϊκών ιόντων, επειδή διευκολύνουν τη διάσπαση του νερού, θεωρείται αρνητική για την εφαρμογή της μεθόδου. Η διαδικασία εφαρμογής είναι ίδια με αυτή που εφαρμόζεται για την αφαίρεση των χλωριόντων. Έτσι λοιπόν η διαφορά δυναμικού αναγκάζει τα ιόντα των αλάτων να κινηθούν προς τα ηλεκτρόδια, μεταφέροντας μαζί του και το νερό. Για να πραγματοποιηθεί η ξήρανση πρέπει η ένταση του ρεύματος που θα δημιουργηθεί να είναι τουλάχιστον ίση με 0,1 έως 1 Α. Η μέθοδος είναι πολύ αργή, και αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό αν αναλογιστούμε ότι για να μειώσουμε την υγρασία ενός τοίχου από 50% σε 30% χρειάζεται να εφαρμοστεί για 6 μήνες. Τη διαδικασία αυτή την εφαρμόζουμε στις τοιχοποιίες όπου το κόστος είναι χαμηλό ενώ τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά.

13. ΣΥΣΚΕΥΗ ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.



Η συσκευή υδατοπερατότητας αποτελείται από μεταλλική τράπεζα πάνω στην οποία είναι στερεωμένα τρία παράλληλα συγκροτήματα προσδιορισμού της υδατοπερατότητας. Η συσκευή περιλαμβάνει επιπλέον και το συγκρότημα του συμπιεστή, που αποδίδει μέγιστη πίεση αέρα 10 Kg/cm² και το οποίο βρίσκεται κάτω από την τράπεζα.

Κάθε συγκρότημα αποτελεί σύστημα συγκοινωνούντων δοχείων, μεταξύ ενός μεταλλικού κωνικού δοχείου κι ενός υαλοσωλήνα μέτρησης υψηλής πίεσης, ο οποίος προστατεύεται με

plexiglass και φέρει βαθμονομημένη κλίμακα σε ml (cm^3), με τη βοήθεια της οποίας προσδιορίζεται ο όγκος του περιεχόμενου νερού στο δοχείο. Κάθε δοχείο έχει χωρητικότητα 1 lt (1000 cm^3) και το κωνικό σχήμα του επιτρέπει να λαμβάνονται οι ενδείξεις στο βαθμολογημένο σωλήνα με πολύ μεγάλη ακρίβεια, ακόμα και όταν η υδατοπερατότητα του δοκιμίου είναι μικρή.

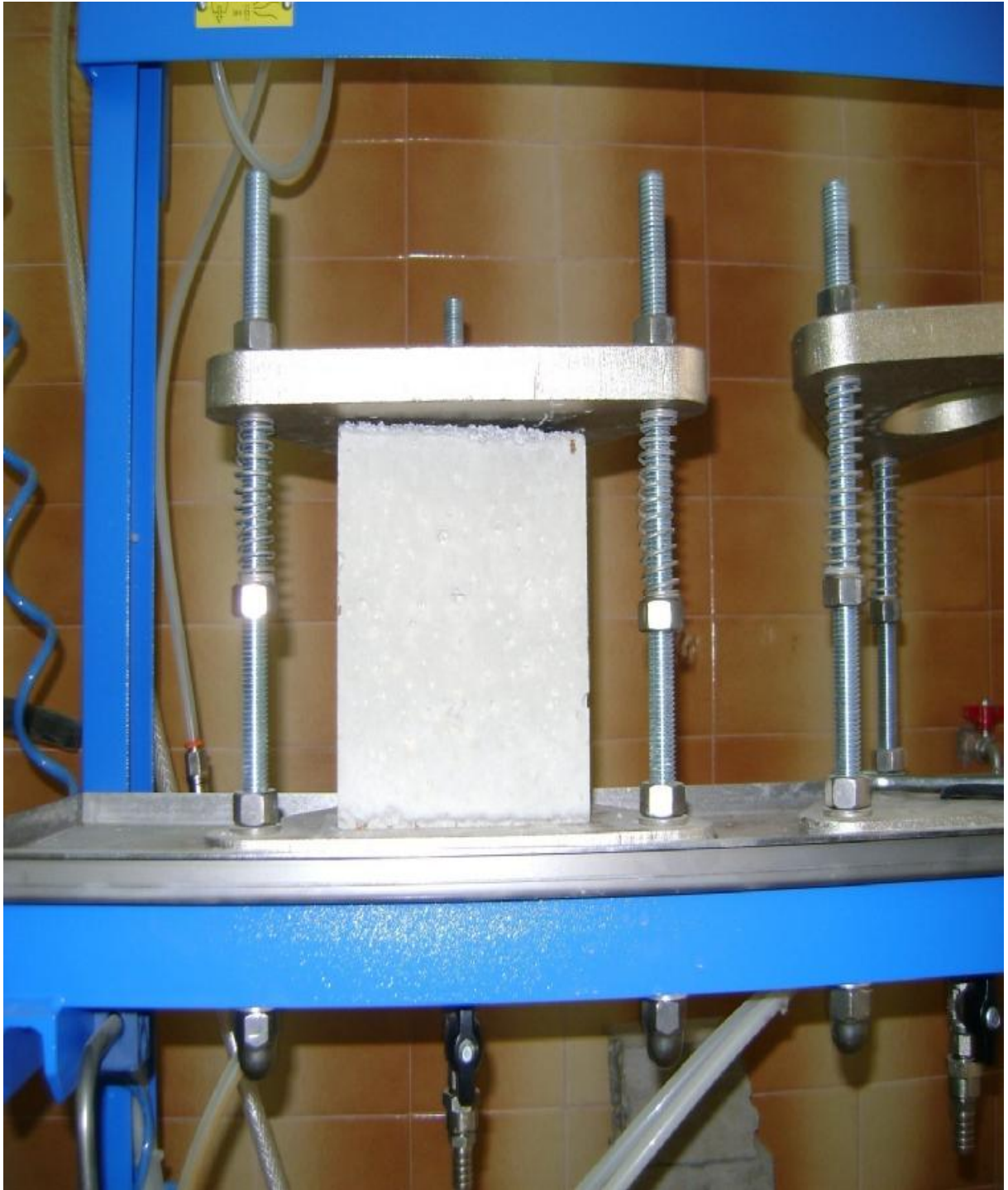
Σε κάθε δοχείο του συγκροτήματος η παροχή νερού γίνεται από το δίκτυο ύδρευσης, με αγωγούς, με τη βοήθεια διακόπτη εισροής και διακόπτη εκροής, ενώ η παροχή αέρα υπό πίεση από τον αυτόματο αεροσυμπιεστή γίνεται με αγωγούς χρώματος μπλε, με τη βοήθεια διακόπτη εισροής και βαλβίδας εξαέρωσης.

Η υδροστατική πίεση ρυθμίζεται με σύστημα διακοπών και βαλβίδων από τον πίνακα ελέγχου και ελέγχεται με τη βοήθεια μανομέτρων. Σε κάθε συγκρότημα υπάρχει κατάλληλα διασκευασμένη υποδοχή για την τοποθέτηση του εξεταζόμενου δοκιμίου. Στο πάνω και στο κάτω μέρος του δοκιμίου και στο κέντρο των επιφανειών τοποθετούνται ελαστικοί στεγανοποιητικοί δακτύλιοι.

Επιπλέον, στο πάνω μέρος τοποθετείται μεταλλικός δίσκος μέσα από τον οποίο γίνεται η παροχή του νερού υπό πίεση στο δοκίμιο, το οποίο συσφίγγεται στη θέση του με τρεις κοχλίες. Στο κάτω μέρος υπάρχει κωνικός συλλέκτης για τη συγκέντρωση του διερχόμενου νερού από το δοκίμιο, κατά τη διάρκεια της πειραματικής δοκιμασίας, από όπου και αποχετεύεται καταλλήλως.



Φωτογραφία: Τοποθέτηση δοκιμίου στη συσκευή υδατοπερατότητας.



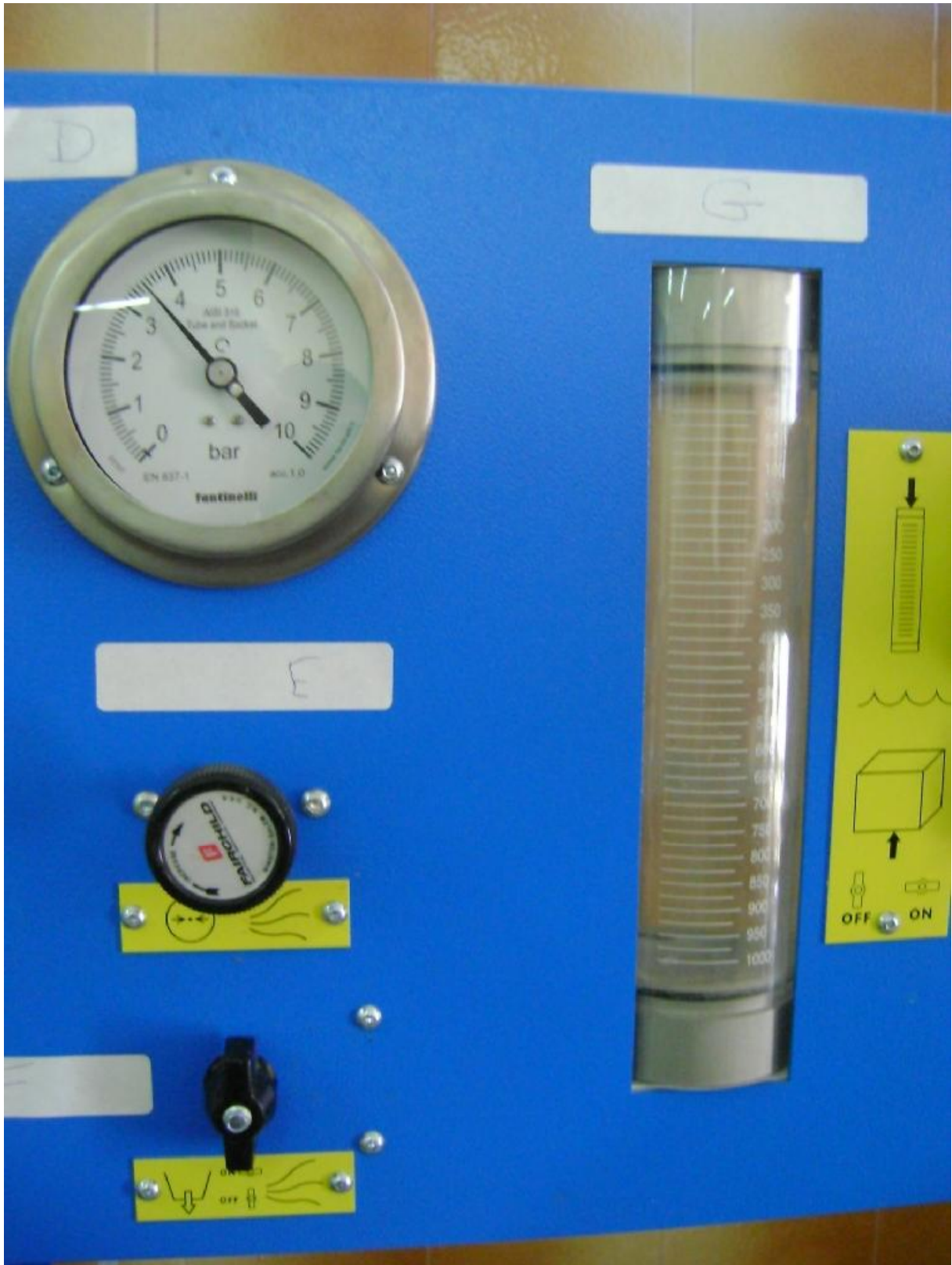
Φωτογραφία: Τοποθέτηση δοκιμίου στη συσκευή υδατοπερατότητας.



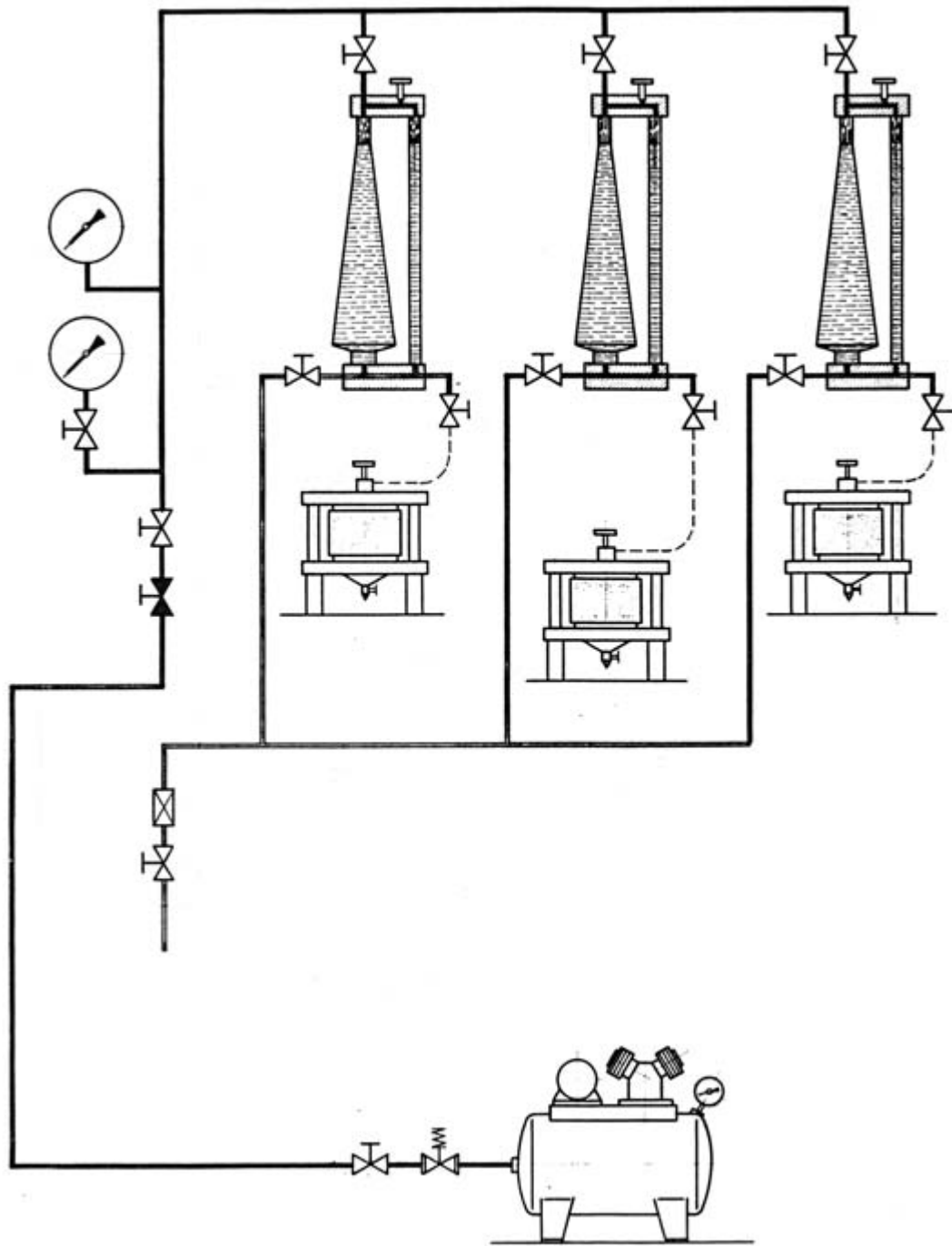
Φωτογραφία: Συσσκευή υδατοπερατότητας.



Φωτογραφία: Συσσκευή υδατοπερατότητας.



Φωτογραφία: Συσκευή υδατοπερατότητας



Σχήμα: Συσκευή υδατοπερατότητας

13.1 Πειραματική διαδικασία.

Τα δοκίμια αποξηραίνονται πλήρως σε θερμοκρασία 105 °C , μέχρις ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους, οπότε και προσδιορίζεται η εν ξηρό μάζα τους.

Ακολούθως, τα δοκίμια τοποθετούνται στις κατάλληλες υποδοχές των συγκροτημάτων, αφού καθαριστεί προσεκτικά η επιφάνειά τους, η οποία πρέπει να είναι επίπεδη. Έπειτα καλύπτονται από πάνω και από κάτω με τους ελαστικούς δακτυλίους στεγανοποίησης. Στη συνέχεια, στην πάνω επιφάνεια κάθε δοκιμίου και πάνω από το στεγανοποιητικό δακτύλιο τοποθετείται ο μεταλλικός δίσκος, μέσα από τον οποίο γίνεται η παροχή του νερού υπό πίεση στο δοκίμιο. Η σύσφιξη των δοκιμίων στην πλάκα σύσφιξης πρέπει να γίνεται προοδευτικά και κατά το δυνατόν ομοιόμορφα.

Με κατάλληλους διακόπτες τα τρία αυτά συγκροτήματα υδατοπερατότητας γίνονται ανεξάρτητα και είναι δυνατόν να λειτουργήσει το καθένα ξεχωριστά ή όσα είναι απαραίτητα μαζί.

Ακολούθως με τη βοήθεια των κατάλληλων διακοπών τα κωνικά δοχεία γεμίζονται με νερό μέχρι το υψηλότερο σημείο της βαθμονομημένης κλίμακας και στη συνέχεια τροφοδοτούνται τα δοκίμια με νερό υπό πίεση 1 Kg/cm² για 48 ώρες. Έπειτα, εφαρμόζεται πίεση 3 Kg/cm² για 24 ώρες και τελικά εφαρμόζεται πίεση 7 Kg/cm² για άλλες 24 ώρες. Μετά το τέλος καθεμιάς από τις 3 αυτές διαδοχικές φάσεις προσδιορίζεται ο όγκος του νερού σε cm³, το οποίο εισχώρησε στο δοκίμιο του εξεταζόμενου υλικού. Για να θεωρηθούν τα αποτελέσματα αξιόπιστα πρέπει όλα τα σημεία σύνδεσης των μεταλλικών και των ελαστικών σωλήνων να είναι στεγανά σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Επίσης όταν, κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, εμφανισθούν κηλίδες νερού σε κάποιο δοκίμιο, αυτό σημαίνει ότι προς τη διεύθυνση αυτή η αντίσταση του υλικού στη διέλευση νερού είναι μειωμένη και το δοκίμιο πρέπει να αποσυρθεί. Από τα ληφθέντα αποτελέσματα και στις 3 φάσεις της δοκιμασίας κατασκευάζεται το διάγραμμα υδατοπερατότητας, το οποίο δείχνει την επίδραση της εφαρμοζόμενης πίεσης στον όγκο του νερού που εισέρχεται στα δοκίμια.

13.2 Βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση.

Το νερό εφαρμόζεται υπό πίεση στην επιφάνεια σκληρυμένου σκυροδέματος. Στο τέλος της διάρκειας ελέγχου το δοκίμιο διασπάται και μετράται το μέγιστο βάθος διείσδυσης του νερού.

Δοκίμια.

Τα δοκίμια είναι κύβοι, με ελάχιστη διάμετρο 150 mm. Η περιοχή ελέγχου στο δοκίμιο είναι ένα κύκλος διαμέτρου 75 mm (η πίεση νερού μπορεί να εξασκηθεί από πάνω ή κάτω).

Συνθήκες κατά τη δοκιμή.

Η πίεση του νερού δεν πρέπει να εξασκείται σε λεία φινιρισμένη επιφάνεια του δοκιμίου (κατά προτίμηση χρησιμοποιείστε μία πλευρική επιφάνεια που έχει διαμορφωθεί ειδικά για τη δοκιμή). Η αναφορά πρέπει να καθορίσει την κατεύθυνση της πίεσης του νερού σε σχέση με την κατεύθυνση έγχυσης όταν παρασκευάζονταν τα δοκίμια (σε ορθές γωνίες ή παράλληλα). Η επιφάνεια του σκυροδέματος που είναι εκτεθειμένη στην πίεση του νερού πρέπει να εκτραχύνεται με μία συρματοβουρτσα (κατά προτίμηση αμέσως μετά την

αποκαλούπωση του δοκιμίου). Τα δοκίμια πρέπει να είναι ηλικίας τουλάχιστον 28 ημερών κατά τη φάση της δοκιμής.

Δοκιμή.

Για 72 ώρες εξασκείται συνεχής πίεση νερού 500 (\pm 50) kPa (5bar). Τα δοκίμια πρέπει να επιθεωρούνται συστηματικά για νωπές περιοχές και μετρήσιμη απώλεια νερού. Μετά τη δοκιμή τα δοκίμια πρέπει να απομακρύνονται άμεσα και να διασπώνται κατά τη διεύθυνση της εξασκουμένης πίεσης. Κατά το διαχωρισμό, η επιφάνεια που ήταν εκτεθειμένη στην πίεση του νερού πρέπει να βρίσκεται από κάτω. Εάν τα διασπώμενα τμήματα είναι ελαφρώς ξηρά, το μονοπάτι κατεύθυνσης του νερού πρέπει να σημειώνεται πάνω στο δοκίμιο. Η μέγιστη διείσδυση κάτω από την περιοχή ελέγχου πρέπει να μετριέται και να δηλώνεται στο πλησιέστερο 1 mm.

13.3 Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Προετοιμασία του δείγματος, να είναι αγριεμένη η επιφάνεια που πρόκειται να εκτεθεί σε πίεση του νερού, με μια συρμάτινη βούρτσα.
- Εφαρμογή της πίεσης του νερού η δοκιμή πρέπει να αρχίσει όταν το δείγμα είναι τουλάχιστον 28 ημερών. Τοποθετούμε το δείγμα στη συσκευή και εφαρμόζουμε μια πίεση νερού (500 \pm 50) για kPa (72 \pm 2) h. κατά τη διάρκεια της δοκιμής, παρατηρούμε σε τακτά χρονικά διαστήματα την επιφάνεια του δοκιμίου, εάν παρατηρήσουμε διαρροή εξετάζουμε τότε την εγκυρότητα του αποτελέσματος και καταγράφουμε το γεγονός.
- Εξέταση του δείγματος, μετά την πίεση που έχει εφαρμοστεί για τον καθορισμένο χρονικό διάστημα, αφαιρούμε το δείγμα από τη συσκευή, σκουπίζουμε το πρόσωπο κατά την οποία η πίεση του νερού εφαρμόστηκε .
- Καταγράφουμε : Το αποτέλεσμα, το μέγιστο βάθος της διείσδυσης (εκφράζεται με ακρίβεια χιλιοστού).
- Έκθεση δοκιμής. Η έκθεση θα περιλαμβάνει :
 - 1 -Στοιχεία του δοκιμίου.
 - 2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.
 - 3 -Περιγραφή του δείγματος.
 - 4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.
 - 5 -Μέγιστο βάθος διείσδυσης, σε χιλιοστά.
 - 6 -Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.
 - 7 -Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.

13.4 Αναλογίες & αποτελέσματα.

Θα υπολογιστούν οι ποσότητες των υλικών που χρειάζονται για την παρασκευή σκυροδέματος , κυβικών δοκιμίων , διαστάσεων $15 \times 15 \times 15$ cm , κατηγορίας C 20/25 , και $S_{εργ.} = 5,0$ MPa .

- Χαρακτηριστική τιμή: $f_{ck} = 25$ MPa
- Κάθιση: 5,0 cm
- Μέγιστος κόκκος: 31,5 mm
- S εργοταξίου: 5,0 MPa

Τσιμέντο Portland ελληνικού τύπου. Για το τσιμέντο ελληνικού τύπου και τα συνηθισμένα ασβεστολιθικά αδρανή της χώρας μας οι μέσες τιμές των ειδικών βαρών είναι :

- $\gamma_T = 3,1$ gr/cm³ (ειδικό βάρος του τσιμέντου)
- $\gamma_A = 2,7$ gr/cm³ (φαινόμενο ειδικό βάρος των κόκκων των αδρανών) και
- $\gamma_N = 1,0$ gr/cm³ (ειδικό βάρος του νερού)

Το άθροισμα των απόλυτων (πραγματικών) όγκων των υλικών πρέπει να δίνει 1 m^3 :

$$T / \gamma_T + N / \gamma_N + A / \gamma_A = 1 \text{ m}^3$$

Επομένως η απαιτούμενη ποσότητα αδρανών για 1 m^3 :

$$A = \gamma_A \times (1.0 - N / \gamma_N - T / \gamma_T)$$

Υπολογισμός της απαιτούμενης αντοχής :

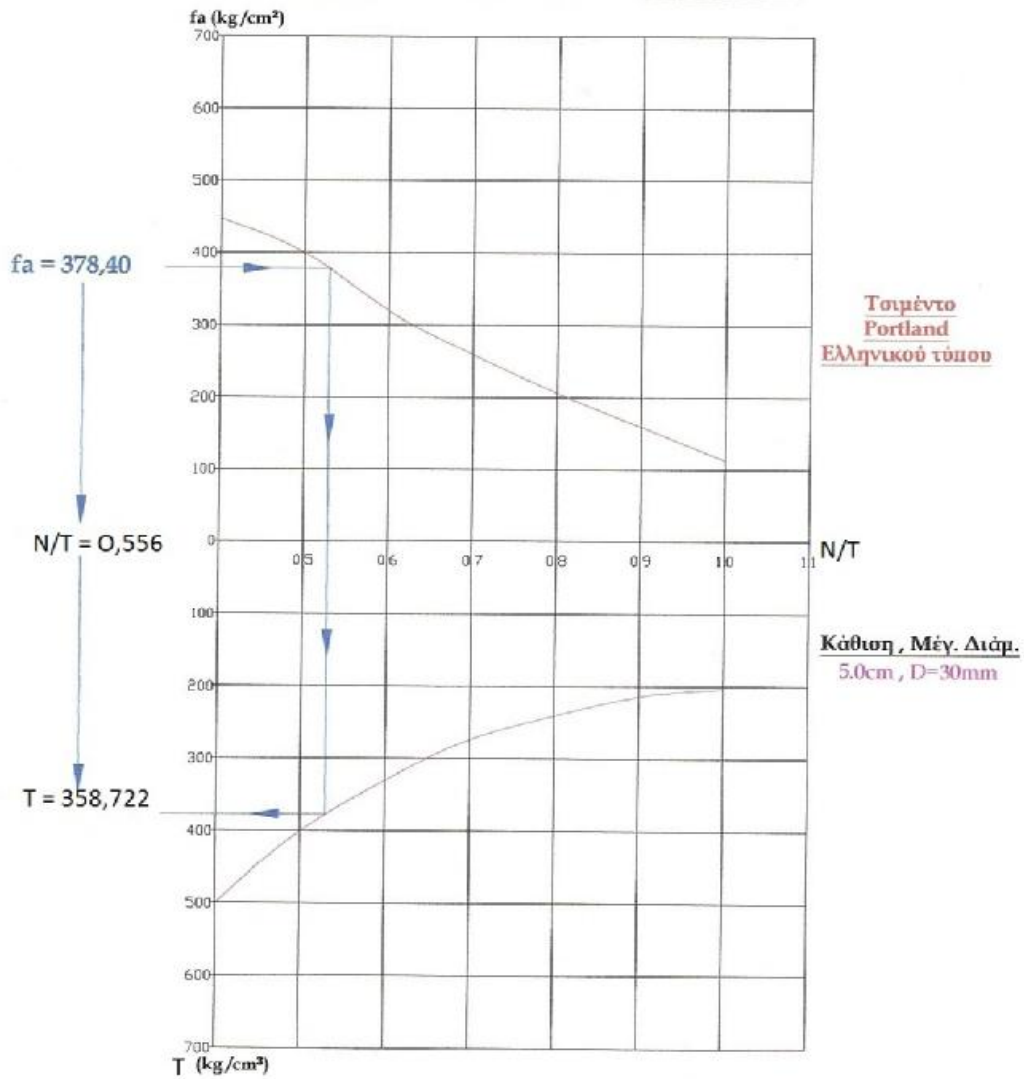
$$f_a = f_{ck} + 2,14 \times S$$

$$= 25 + 2.14 \times 5,0$$

$$= \mathbf{35,700 \text{ MPa}}$$

Από το διάγραμμα αναλογιών νερού-τσιμέντου, για απαιτούμενη αντοχή $f_a = 35,700$ MPa, βρίσκεται ο λόγος νερού-τσιμέντου (N / T) καθώς και οι απαιτούμενες ποσότητες τσιμέντου (T) και νερού (N).

Διάγραμμα αναλογιών νερού - τσιμέντου



Επομένως : $N/T = 0,556$ τότε $T = 358,722$ kg και $N = 0,556 \times 358,722 = 199,270$ kg

Από την (σχ.1) βρίσκω την ποσότητα των αδρανών:

$$A = 2.7 \times (1.0 - 199.270 / 1 - 358.722 / 3.1) = 1850 \text{ tn} = 1850 \text{ kg}$$

Επομένως για 1 m^3 έτοιμου σκυροδέματος κατηγορίας C 20/25 και $S_{εργ.} = 5,0 \text{ MPa}$

- **Αδρανή: 1850 kg**
- **Τσιμέντο: 358,722 kg**
- **Νερό: 199,270 lt.**

Στην συνέχεια υπολογίζεται ο όγκος του κυβικού δοκιμίου, ακμής 15 cm:

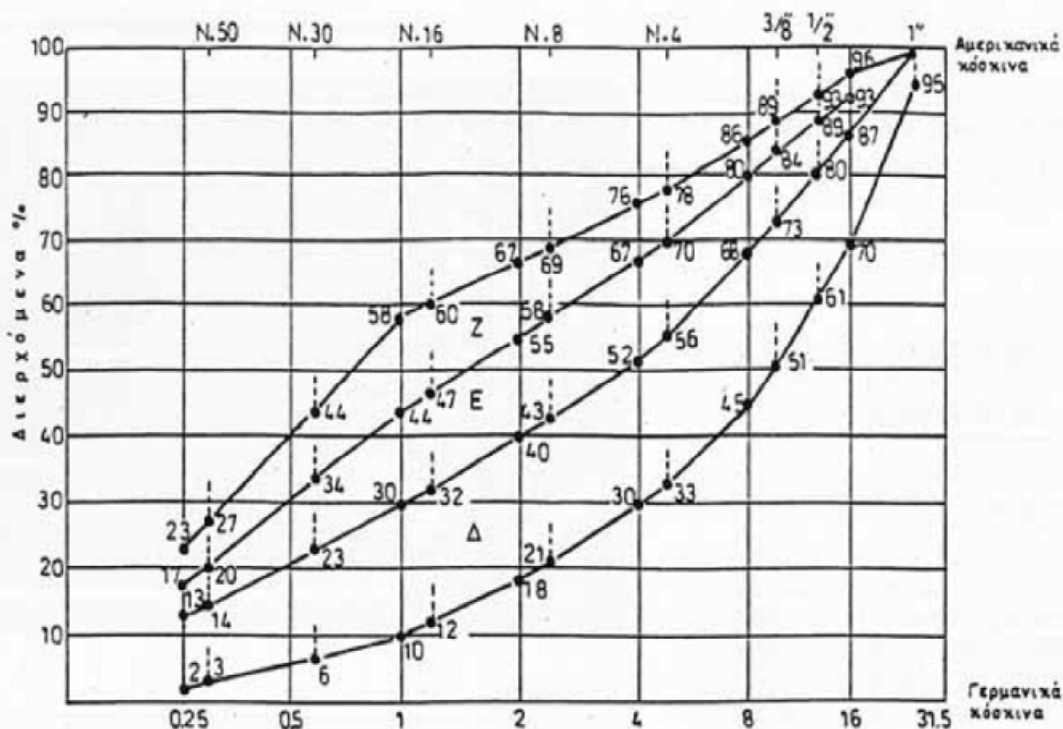
$$V_{\text{κυβ.δοκ.}} = 15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ cm}^3 \text{ τότε } 4000 \text{ cm}^3 = 4,0 \text{ dm}^3$$

Γνωρίζοντας τις ποσότητες που απαιτούνται για ένα κυβικό μέτρο (1 m³) βρίσκω αυτές που χρειάζονται για ένα κυβικό δοκίμιο:

- **Αδρανή:** (1850 / 1000) × 4= **7,398 kg**
- **Τσιμέντο:** (358,722 / 1000) × 4= **1,435 kg**
- **Νερό:** (199,270 / 1000) × 4= **0,797 lit**

Μετά την εύρεση της συνολικής ποσότητας των αδρανών απομένει, για δεδομένη καμπύλη κοκκομετρικής διαβαθμίσεως, η κατανομή της ποσότητας στις επιμέρους ποσότητες της καμπύλης.

ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ					
Προέλευση:			Αριθμός παρτίδας: 1		
Βάρος ολικού δείγματος: 7,398 kg					
Όνομασία κοσκίνου	Όρια προδιαγραφής %	Άνοιγμα κοσκίνου (mm)	Συγκρατούμενο βάρος (Kg)	Διερχόμενο βάρος	
				Kg	%
31,5	100	31,5	0,0	7,398	100
16	70-87	16	1,591	5,808	78,5
8	45-68	8	1,628	4,180	56,5
4	30-52	4	1,147	3,033	41
2	18-40	2	0,888	2,145	29
1	10-30	1	0,666	1,480	20
0,25	2-13	0,0025	0,925	0,555	7,5
Παιπάλη:				0,555	
Ολικό βάρος:				7,398	



Κοκκομετρική καμπύλη μίγματος αδρανών μέγιστου κόκκου 31,5 mm.

ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗΣ	
Χαρακτηριστική τιμή σκυρ. $f_{ck} = 25$ Mpa	
Απαιτούμενη αντοχή σκυρ. $f_a = 35,700$ Mpa	
Αναλογίες υλικών για 6 κυβικά δοκίμια:	
Αδρανή= 44,39 Kg	
Σκύρα= 9,54 Kg	
Γαρμπίλι= 9,77 Kg	
Άμμος λάτ.= 22,42 Kg	
Άμμος πότ.= 2,66 Kg	
Τσιμέντο= 8,61 Kg	
Νερό= 4,78 lit.	
Ποιότητα σκυροδέματος: C20/25	
Συντελεστής N / T : 0,556	
Τσιμέντο Portland Ελληνικού τύπου	

Έλεγχος παρτίδας					
$S_{εργ.} = 5,0$ Mpa					
a/a	Βάρος δοκιμίων (Kg)	Ειδικό βάρος σκυροδέματος (kN/m³)	Ένδειξη πρέσας (kN)	Διατομή δοκιμίου (cm²)	Αντοχή σε θλίψη (Mpa)
X ₁	7,978	23,638	650,6	225	28,916
X ₂	7,825	23,184	658,8	225	29,280
X ₃	7,973	23,623	590,3	225	26,236
X ₄	7,920	23,467	636,9	225	28,307
X ₅	7,737	22,924	563,7	225	25,053
X ₆	7,890	23,377	643,5	225	28,600
Μέσος όρος αντοχής $\bar{X}_6 = 27,732$					

Κριτήριο Α (Εργοστασιακό σκυρόδεμα, Εργοταξιακό σκυρόδεμα μικρών έργων)

1ος κανόνας αποδοχής:

Μέσος όρος αντοχής = **27,732** MPa και $s = 1,691$ MPa

Μέσος όρος αντοχής $\geq f_{ck} + 1,60 \times s = 25 + 1,60 \times 1,691 = 27,705$ MPa

Επομένως ο 1ος κανόνας αποδοχής ισχύει.

2ος κανόνας αποδοχής:

$X_i^{\min} = 25,053$ MPa

$X_i^{\min} \geq f_{ck} - 2$ MPa = 25 - 2 = **23,00** MPa

Επομένως ο 2ος κανόνας αποδοχής ισχύει.

14. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ .

Οι τύποι τσιμέντου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν.
CEM I 42.5 , CEM II 32.5

14.1 Αποτελέσματα δοκιμών και συζητήσεων.

Απορρόφηση του νερού.

Πίνακας 3.1 συνοψίζει τα αποτελέσματα της εξέτασης των δειγμάτων, κατηγορίας σκυροδέματος C 20 /25, που περιλαμβάνονται σε αυτή την έρευνα.

Πίνακας 3.1-Μια περίληψη των αποτελεσμάτων των δοκιμών απορρόφησης νερού.

Βύθιση Απορρόφησης Νερού						
Δοκίμια	7 ημέρες σε νερό (mm)		28 ημέρες σε νερό (mm)		56 ημέρες σε νερό (mm)	
ΠΑΙΠΑΛΗ 25 %						
A1	5.5		5.2		4.8	
A2	5.5		5.2		4.8	
A3	5.5		5.1		4.7	
A4	5.4		5.1		4.7	
A5	5.4		5.1		4.7	
A6	5.4		5.1		4.7	
A7	5.4		5.1		4.6	
A8	5.3		5.0		4.6	
A9	5.3		5.0		4.6	
A10	4.9		4.6		4.2	
B1	4.8		4.6		4.1	
B2	4.8		4.5		4.1	
B3	4.7		4.5		4.1	
B4	4.7		4.4		4.1	
B5	4.7		4.4		4.1	
B6	4.7		4.4		4.1	
B7	4.7		4.3		4.0	
B8	4.6		4.3		4.0	
B9	4.6		4.3		4.0	
B10	4.5		4.3		3.9	

14.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων.

-Για δοκίμιο Α1:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ (mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου (gr)	8000		
όγκος δοκιμίου (mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης.	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.5		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A2:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.5		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A3:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.5		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A4:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A5:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α6:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α7:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A8:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.3		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.3		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A10:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.9		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B1:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.8		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B2:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	149	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.8		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β3:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β4:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β5:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β6:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β7:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B8:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B10:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	09/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	7		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.5		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A1:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.2		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α2:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.2		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α3:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A4:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A5:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α6:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A7:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A8:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.0		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.0		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	5.0		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A10:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β1:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β2:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	149	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.5		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β3:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.5		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β4:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β5:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β6:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.4		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β7:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.3		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B8:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.3		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.3		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B10:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	30/1/2012		
ηλικία (ημέρες):	28		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.3		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α1:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.8		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α2:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.8		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α3:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α4:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α5:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α6:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.7		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α7:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A8:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Α9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.6		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο A10:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.2		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β1:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B2:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	149	150	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β3:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β4:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β5:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β6:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.1		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β7:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.0		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β8:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.0		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο Β9:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	149	150
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	4.0		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

-Για δοκίμιο B10:

Η ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ:			
1-Στοιχεία του δοκιμίου.			
μ×π×υ(mm)	150	150	149
Βάρος δοκιμίου(gr)	8000		
όγκος δοκιμίου(mm ³)	3352500		
πυκνότητα δοκιμίου(T/m ³)	2.386		
2 -Ημερομηνία έναρξης της δοκιμής.			
ημερομηνία σκυροδέτησης.	02/1/2012		
ημερομηνία ελέγχου	27/2/2012		
ηλικία (ημέρες):	56		
κατηγορία σκυροδέματος	C 20/25		
3 -Περιγραφή του δείγματος.	Κυβικό δοκίμιο C20/25		
4 -Κατεύθυνση της εφαρμογής της πίεσης του νερού σε σχέση με τη χύτευση κατεύθυνση.	Κάθετη		
5- Μέγιστο βάθος της διείσδυσης σε χιλιοστά.(mm)	3.9		
6- Κάθε διαρροή και την εξέταση της εγκυρότητας του αποτελέσματος.	Καμία		
7- Κάθε απόκλιση από την τυποποιημένη μέθοδο δοκιμής.	Καμία		

15. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Κλείνοντας αυτή την έρευνα όσο αφορά την υδατοπερατότητα του σκυροδέματος συμπεραίνουμε το γεγονός ότι όσο **μεγαλύτερο πορώδες** έχουμε τόσο **μεγαλύτερη θα είναι η διαπερατότητα**, με αποτέλεσμα την αύξηση της υγρασίας στο εσωτερικό του σκυροδέματος. Βασική επίπτωση είναι η διάβρωση του χάλυβα που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της διατομής της ράβδου κατά την ποσότητα του χάλυβα που μετατρέπεται σε σκουριά. Εκτός όμως από αυτό που είναι και το πιο προφανές η διάβρωση μειώνει επίσης και μάλιστα δυσανάλογα την ολκιμότητα του χάλυβα, γεγονός με πολύ δυσμενείς επιπτώσεις στη σεισμική συμπεριφορά του μέλους. Επιπλέον επειδή η σκουριά έχει 2 έως 6 φορές μεγαλύτερο όγκο από αυτόν του σιδηρού από τον οποίο έχει παραχθεί προκαλεί ρηγμάτωση αποτινάσσοντας την επικάλυψη, μειώνοντας ή και μηδενίζοντας την συνάφεια, και εκθέτοντας ακόμη περισσότερο τη ράβδο σε διάβρωση. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η **μείωση της αντοχής**.

Για την ηλικία του σκυροδέματος όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο μεγαλύτερο είναι το πορώδες του με αποτέλεσμα την αύξηση της διαπερατότητας.

Επιπρόσθετα το σκυρόδεμα εμπεριέχει κενά που δημιουργούνται λόγω κακής συμπίκνωσης ή λόγω εξίδρωσης. Η ελλιπής συμπίκνωση στη διάστρωση **αυξάνει το πορώδες και την διαπερατότητα** με συνέπεια την **μείωση της ανθεκτικότητας** στο χρόνο. Επειδή οι κόκκοι των αδρανών περικλείονται από τον τσιμεντοπολτό είναι η διαπερατότητα του τσιμεντοπολτού που έχει την μεγαλύτερη επίδραση στην διαπερατότητα του σκυροδέματος .

Η διαπερατότητα του σκυροδέματος, επηρεάζεται από τις ιδιότητες του τσιμέντου. Για **μικρότερο λόγο N/T**, έχουμε και **μικρότερη διαπερατότητα**. Στην ουσία, η σύνθεση των τσιμέντων επηρεάζει την διαπερατότητα τόσο, όσο αυτή επηρεάζει την ταχύτητα ενυδάτωσης. Γενικότερα μπορούμε να πούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή της άστας, τόσο χαμηλότερη είναι η διαπερατότητα. Τα πρόσθετα που μπαίνουν στους διάφορους τύπους τσιμέντων , ελαττώνουν την διαπερατότητα του σκυροδέματος .

Για την παρασκευή σκυροδέματος μειωμένης υδατοπερατότητας, η περιεκτικότητα σε τσιμέντο δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 350 Kg/m^3 για σκυρόδεμα με μέγιστο κόκκο 31,5 ή 1" και 400 Kg/m^3 για σκυρόδεμα με μέγιστο κόκκο 16 ή 1/2". Ο συντελεστής N δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 0,58 για περιεκτικότητα τσιμέντου 350 Kg/m^3 και την τιμή 0,50 για περιεκτικότητα 400 Kg/m^3 . Η διαπερατότητα της μάζας του σκυροδέματος εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον όγκο των τριχοειδών πόρων και των κενών του σκληρυμένου τσιμεντοπολτού.

Επομένως, σε κατασκευές όπου απαιτείται αυξημένη υδατοστεγανότητα, όπως υδατόπυργοι ή υδατοδεξαμενές, τοίχοι και δάπεδα υπογείων που βρίσκονται κάτω από τον υπόγειο ορίζοντα κλπ, χρειάζεται καλή συμπίκνωση του σκυροδέματος, μείγμα αδρανών με λίγα κενά και κυρίως μικρός λόγος N / T .

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές φιλοσοφίες όσον αφορά στη στεγανοποίηση του σκυροδέματος στη μάζα του. Ελάττωση του αριθμού των πόρων, του μεγέθους του, της κατανομής του και κυρίως της επικοινωνίας του. Ο πιο δόκιμος όρος για να επιτευχθεί αυτό είναι η χρήση μέσα στο μίγμα του σκυροδέματος ενός **υπερρυστοποιητή ή Υψηλής Δραστηκότητας Μειωτή Νερού**. Μπλοκάρισμα (σφράγιση) του τριχοειδούς δικτύου. Για το λόγο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα πρόσθετα αδρανή ή και όχι π.χ. πυριτική παιπάλη, διάφορα άλατα πυριτικής βάσης αλλά και πολύ εξειδικευμένες και σοφιστικές φόρμουλες που δημιουργούν **ανατροφοδοτούμενη κρυσταλλοποίηση**.

Η τρίτη φιλοσοφία αφορά στην επέμβαση του πρόσμικτου σε μοριακό επίπεδο. Πρόκειται για μια οικογένεια υδρόφοβων πρόσμικτων συνήθως με βάση εστέρες λιπαρών οξέων (π.χ. στεαρικού οξέος). Τα **στεγανοποιητικά μάζας** είναι πρόσμικτα που κάνουν το μπετόν **λιγότερο υδατοπερατό** επειδή μειώνουν το **πορώδες** του είτε με μείωση του νερού ανάμιξης, είτε με ουσίες που μπλοκάρουν τους πόρους, είτε τέλος με επιφανειοδραστικές ουσίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] «Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος », ΦΕΚ 315/Β/17-4-97
- [2] «Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ.)», Ο.Α.Σ.Π. 2000
- [3] Χρίστου Μ. Οικονόμου, «Τεχνολογία του σκυροδέματος», Ξάνθη 1997
- [4] Ι. Παπαγιάνη -Ν. Οικονόμου, «Σημειώσεις Δομικών Υλικών», Α.Π.Θ. 1997
- [5] Στεφ. Σ. Τσότσος, «Εδαφομηχανική», Α.Π.Θ. 1991
- [6] Πρόδρομος Δ. Ζαράρης, «Σιδηροπαγές Σκυρόδεμα», Α.Π.Θ. 2002
- [7] Θεοφάνης Α. Γεωργόπουλος, «Οπλισμένο Σκυρόδεμα –Τόμος Α», Πάτρα 2000
- [7.1] Σημειώσεις από εργαστήριο οπλισμένου σκυροδέματος ΑΤΕΙ Πατρών (Θ. Γεωργόπουλος – Δ. Παγανός)
- [8] Τριανταφύλλου Αθ. Χ., «Δομικά Υλικά», Πάτρα 1998
- [9] Μιχαήλ Ν. Φαρδής, «Μαθήματα Οπλισμένου Σκυροδέματος», Πανεπιστήμιο Πατρών 1998
- [10] Δημ. Πατσαβούδη, «Τεχνολογία Δομικών Υλικών», Αθήνα 1996
- [11] Θεοδόσης Θ. Παπαλιάγκας, «Πειραματική Αντοχή Υλικών», Α.Τ.Ε.Ι.Θ. 2003
- [12] Βάιος Πράντζος, «Κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος», Α.Τ.Ε.Ι.Θ. 2000
- [13] Γ. Κονιτόπουλος-Μ. Κινικλή, «Σημειώσεις Εργαστηρίου Ωπλισμένου Σκυροδέματος», Α.Τ.Ε.Ι.Θ. 2002
- [14] Eurocode No 2, «Design Of Concrete Structures», Commission of the European Communities 1991
- [15] Sika Hellas ABEE, «Υλικά Κατασκευής-Επισκευής-Προστασίας», Multimedia Presentation 2004
- [16] Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος.

