



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΨΑΛΤΗ ΜΑΡΙΟΥ

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Γ. Τσακαλάκης, Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ 2018



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΨΑΛΤΗ ΜΑΡΙΟΥ

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Γ. Τσακαλάκης, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 17^η Οτωβρίου 2018

Κωνσταντίνος Τσακαλάκης Γεώργιος Αναστασάκης Μαρία Μενεγάκη

Καθηγητής, Ε.Μ.Π.

Καθηγητής, Ε.Μ.Π.

Αναπληρώτρια καθηγήτρια, Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 2018

Copyright © Ψάλτης Μάριος, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και θέσεις που περιέχονται σε αυτήν την εργασία εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στα πλαίσια των απαιτήσεων για την απόκτηση του διπλώματος της σχολής **ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ** με εξειδίκευση του σπουδαστή στον **ΤΟΜΕΑ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ**

Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με στήριξαν έτσι ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία.

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, κ. **Κωνσταντίνο Γ. Τσακαλάκη** για την πολύτιμη καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και εκτίμηση που μου έδειξε. Χωρίς την ουσιαστική βοήθειά του σε επιστημονικά και διαδικασιακά ζητήματα, η πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας θα ήταν αδύνατη.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διευθυντή της εταιρείας SKYRA LIMA κ. Στεφάνου Ιάκωβο ο οποίος ήταν θετικός σε οτιδήποτε χρειάστηκε για την ολοκλήρωση των εργαστηριακών δοκιμών της εργασίας, παρέχοντας μου το υλικό, και τις εγκαταστάσεις της εταιρείας.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υπεύθυνο μηχανικό μεταλλειολόγο κ. Μιλτιάδους Νικόλα της εταιρείας SKYRA LIMA, ο οποίος όχι μόνο με βοήθησε με τις γνώσεις του και την εμπειρία του κατά την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας αλλά μου μεταλαμπάδευσε το πάθος του στον τομέα της μεταλλευτικής.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Τάσο και Ντίνα, καθώς με υπομονή και κουράγιο μου πρόσφεραν την απαραίτητη υλική και ηθική συμπαράσταση για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

«Οι δύο θεμέλιοι λίθοι της ευτυχίας: αγάπη και
δουλειά»

Ζίγκμουντ Φρόυντ

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ	2
2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	2
2.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΔΡΑΝΩΝ	2
2.2.1. Διάκριση σύμφωνα με την προέλευσή τους (σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο CYS EN 12620 για αδρανή σκυροδέματος).....	2
2.2.2. Διάκριση φυσικών αδρανών σύμφωνα με το ειδικό βάρος.....	2
2.2.3. Διάκριση φυσικών αδρανών σύμφωνα με την πηγή λήψης	3
2.2.4. Διάκριση φυσικών αδρανών σύμφωνα με την κοκκομετρική τους διαβάθμιση	3
2.2.5. Διάκριση αδρανών σύμφωνα με την ποιότητα τους.....	3
3. ΕΥΡΩΠΑΪΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	5
3.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	5
3.2. ΕΙΔΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ	6
4. ΕΞΟΡΥΞΗ.....	8
4.1. Γενικά.....	8
4.2. Σημασία λατόμηση στην ποιότητα των τελικών προϊόντων.....	9
5. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ	11
5.1. ΜΟΝΑΔΑ Α & Β ΘΡΑΥΣΗΣ	11
5.2. ΜΟΝΑΔΑ Α	11
5.3. ΜΟΝΑΔΑ Β	12
6. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΙΑΒΑΣΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	16
6.1. Ο ΟΦΙΟΛΙΘΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΟΔΟΥΣ	16
6.2. Ο ΔΙΑΒΑΣΗΣ ΤΟΥ ΟΦΙΟΛΙΘΟΥ ΤΟΥ ΤΡΟΟΔΟΥΣ	17
7. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΒΑΣΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	19
7.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	19
7.2. ΓΕΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	20
7.2.1. Δειγματοληψία CYS EN 932-1	20
7.2.1.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	20
7.2.1.2. Αρχή της μεθόδου.....	21
7.2.1.3. Ποσότητα και αριθμός μοναδιαίων δειγμάτων και μεικτό δείγμα	21
7.2.1.4. Σχεδιασμός δειγματοληψίας	22
7.2.1.5. Συσκευές	22
7.2.1.6. Διαδικασίες δειγματοληψίας.....	23
7.2.1.6.1. Γενικά	23
7.2.1.6.2. Δειγματοληψία από σταματημένες μεταφορικές ταινίες.....	23
7.2.1.6.3. Δειγματοληψία σε σημεία εκφόρτωσης ταινίας και χοάνης	24
7.2.1.6.4. Δειγματοληψία αδρανών που μεταφέρονται με πίεση αέρα.....	24
7.2.1.6.5. Δειγματοληψία συσκευασμένων αδρανών	24
7.2.1.6.6. Δειγματοληψία υλικού σε μεταφορικό κάδο, φορτωτή ή αρπάγη.....	25
7.2.1.6.7. Δειγματοληψία από σιλό	25
7.2.1.6.8. Δειγματοληψία από σωρούς.....	25
7.2.1.6.9. Δειγματοληψία από σιδηροδρομικά βαγόνια, φορτηγά και καράβια	25
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	26

7.2.2.	<i>Μέθοδοι μείωσης εργαστηριακών δειγμάτων CYS EN 932-2</i>	30
7.2.2.1.	Γενικά.....	30
7.2.2.2.	Μείωση μεικτού (ποσότητα) δείγματος με μηχανικό διαχωριστή.....	31
7.2.2.3.	Μείωση των μοναδιαίων δειγμάτων με μηχανικό διαχωριστή.....	32
7.2.2.4.	Μείωση μεικτού δείγματος με τετραμερισμό.....	32
7.2.2.5.	Μείωση μοναδιαίου δείγματος με τετραμερισμό.....	33
7.2.2.6.	Μείωση δείγματος με κλασματικό φτύρισμα.....	34
7.3.	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	35
7.3.1.	<i>Μέγεθος αδρανών 933-1</i>	35
7.3.2.	<i>Κοκκομετρική διαβάθμιση CYS EN 933-1</i>	36
7.3.2.1.	Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	36
7.3.2.2.	Αρχή της μεθόδου.....	36
7.3.2.3.	Συσκευές.....	37
7.3.2.4.	Προετοιμασία δοκιμής δείγματος.....	37
7.3.2.5.	Διαδικασία.....	38
7.3.2.5.1.	Έκπλυση.....	38
7.3.2.5.2.	Ταξινόμηση κατά μέγεθος – Κοσκίνισμα.....	39
7.3.2.6.	Ζύγισμα.....	42
7.3.2.7.	Υπολογισμοί και εκφράση αποτελεσμάτων.....	43
7.3.2.8.	Επαλήθευση αποτελεσμάτων.....	44
7.3.3.	<i>Δείκτης Πλακοειδούς CYS EN 933-3</i>	44
7.3.3.1.	Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	44
7.3.3.2.	Αρχή της μεθόδου.....	44
7.3.3.3.	Συσκευές.....	46
7.3.3.4.	Προετοιμασία δείγματος δοκιμής.....	47
7.3.3.5.	Διαδικασία.....	47
7.3.3.5.1.	Κοσκίνισμα σε κόσκινα δοκιμής.....	47
7.3.3.5.2.	Κοσκίνισμα σε κόσκινα με μπάρες.....	47
7.3.3.6.	Υπολογισμοί και έκφραση αποτελεσμάτων.....	47
7.3.4.	<i>Μπλε του Μεθυλενίου CYS EN 933-9</i>	48
7.3.4.1.	Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	48
7.3.4.2.	Σκοπός.....	49
7.3.4.3.	Αντιδραστήρια (Διαλύματα).....	49
7.3.4.4.	Εξοπλισμός.....	49
7.3.4.5.	Προετοιμασία των δειγμάτων της δοκιμής.....	50
7.3.4.6.	Διαδικασία.....	51
7.3.4.6.1.	Περιγραφή της δοκιμής της κηλίδας.....	51
7.3.4.6.2.	Προετοιμασία του εναιωρήματος.....	51
7.3.4.6.3.	Προσδιορισμός της ποσότητας απορροφημένης βαφής.....	52
7.3.4.7.	Υπολογισμός και έκφραση αποτελεσμάτων.....	52
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	53
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ C.....	54
7.4.	ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	56
7.4.1.	<i>Πυκνότητα & Υδατοαπορροφητικότητα CYS 1097-6</i>	56
7.4.1.1.	Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	56
7.4.1.2.	Εξοπλισμός.....	56
7.4.1.3.	Μέθοδος με συρμάτινο καλάθι για αδρανή μεγέθους 31.5 ως 63mm.....	58
7.4.1.3.1.	Προετοιμασία δειγμάτων.....	58
7.4.1.3.2.	Διαδικασία δοκιμής.....	59
7.4.1.3.3.	Υπολογισμός και διατύπωση αποτελεσμάτων.....	60
7.4.1.4.	Πυκνομετρική μέθοδος για αδρανή μεγέθους 4mm και 31.5mm.....	61
7.4.1.4.1.	Προετοιμασία δειγμάτων.....	61
7.4.1.4.2.	Διαδικασία δοκιμής.....	62
7.4.1.4.3.	Υπολογισμός και διατύπωση αποτελεσμάτων.....	64

7.4.1.5.	Πυκνομετρική μέθοδος για αδρανή μεγέθους 0.063mm και 4mm.....	65
7.4.1.5.1.	Προετοιμασία δειγμάτων.....	65
7.4.1.5.2.	Διαδικασία δοκιμής	65
7.4.1.5.3.	Υπολογισμός και διατύπωση αποτελεσμάτων.....	66
7.4.2.	Αντοχή σε θρυμματισμό κατά Los Angeles CYS 1097-2	67
7.4.2.1.	Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	67
7.4.2.2.	Αρχή της μεθόδου.....	67
7.4.2.3.	Συσκευές.....	68
7.4.2.4.	Προετοιμασία δοκιμής δείγματος	69
7.4.2.5.	Διαδικασία δοκιμής	70
7.4.2.6.	Υπολογισμοί και έκφραση αποτελεσμάτων	70
7.4.3.	Αντοχή σε φθορά κατά Micro Deval CYS 1097-1.....	71
7.4.3.1.	Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής.....	71
7.4.3.2.	Αρχή της μεθόδου.....	71
7.4.3.3.	Συσκευές.....	71
7.4.3.4.	Προετοιμασία δοκιμής δείγματος	71
7.4.3.5.	Διαδικασία δοκιμής	73
7.4.3.6.	Υπολογισμοί και έκφραση αποτελεσμάτων	73
8.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	75
8.1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	75
8.2.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΛΑΣΜΑΤΩΝ	75
8.2.1.	Χονδρομερή αδρανή.....	77
8.2.2.	Ενδιάμεσου μεγέθους αδρανή	79
8.2.3.	Λεπτομερή αδρανή.....	81
8.3.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΟΡΦΗΣ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ-ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΚΟΕΙΔΟΥΣ	83
8.4.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΑΙΠΑΛΗΣ-ΔΟΚΙΜΗ ΜΠΛΕ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΕΝΙΟΥ	85
8.5.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	86
8.6.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΤΑΚΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ-LOS ANGELES.....	92
8.7.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΦΘΟΡΑ-MICRO-DEVAL.....	93
9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	97

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 3.2.	Πρότυπα προδιαγραφών που παραπέμπουν σε πρότυπα εργαστηριακών ελέγχων αδρανών υλικών	7
Εικόνα 4.1.	Βαθμίδες ανοιχτού τύπου στο λατομείο SKYRA LIMA.....	8
Εικόνα 4.2.	Μηχανή ανάδευσης ANFO και γόμωσης διατριμμάτων.....	9
Εικόνα 4.3.	Φόρτωση και μεταφορά υλικού στην σκυροθραυστική μονάδα.....	10
Εικόνα 6.1.	Χάρτης με τις κυριότερες ακολουθίες της Κύπρου	18
Εικόνα 7.1.	Επίπεδη (σκληρή) επιφάνεια για ανάμειξη και άλλες εργασίες.....	31
Εικόνα 7.2.	Μηχανικός διαχωριστής χονδρόκοκκων αδρανών	32
Εικόνα 7.3.	Μείωση δείγματος με τετραμερισμό	33
Εικόνα 7.4.	Έκπλυση στο κόσκινο 63 μm.....	39
Εικόνα 7.5.	Ταξινομημένη στήλη κοσκίνων κατά φθίνουσα σειρά ανοίγματος από πάνω προς τα κάτω.....	40
Εικόνα 7.6.	Καπάκι και υποδοχέας κόσκινων	41
Εικόνα 7.7.	Διαδικασία ζυγίσματος	43
Εικόνα 7.8.	Κόσκινα με μπάρες	45
Εικόνα 7.9.	Αναδευτήρας τύπου στρόβιλου και σκόνη μπλέ του μεθυλενίου.....	50
Εικόνα 7.11.	Μηχανισμός μεθόδου με συρμάτινο καλάθι.....	60
Εικόνα 7.12.	Δείγμα εμβαπτισμένο σε νερό για 24 ώρες.....	62
Εικόνα 7.13.	Διαδικασία στεγνώματος με απορροφητική πετσέτα	63
Εικόνα 7.14.	Πυκνόμετρο	65
Εικόνα 7.15.	Συσκευή Los Angeles.....	68
Εικόνα 7.16.	Χαλύβδινες σφαίρες	70

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα Α.1.	Παράδειγμα σέσουλας με ορθογωνιακή διατομή.....	26
Σχήμα Α.2.	Παράδειγμα σέσουλας με κυκλική διατομή.....	26
Σχήμα Α.3.	Παράδειγμα φτυαριού	27
Σχήμα Α.4.	Παράδειγμα πλαισίου δειγματοληψίας	27
Σχήμα Α.5.	Παράδειγμα δοχείου δειγματοληψίας.....	28
Σχήμα Α.6.	Παράδειγμα σωλήνα δειγματοληψίας	29
Σχήμα Α.7.	Παράδειγμα αιχμηρού σωλήνα	30
Σχήμα 7.1.	Σχέδιο τυπικής μηχανής micro-Deval (CEN,2011)	73
Σχήμα 7.2.	Σχηματική τομή δοκιμής micro-Deval.....	74
Σχήμα 8.1.	Περιπτώσεις κοκκομετρικών διαβαθμίσεων αδρανών σκυροδέματος	76
Σχήμα 8.2.	Επιφανειακή δομή και πορώδεις αδρανών	87
Σχήμα 8.3.	Τεμάχια αδρανών μερικώς (3) και πλήρως (4) κορεσμένα με νερό αλλά επιφανειακά ξηρά	87
Σχήμα 8.4.	Τεμάχιο αδρανών πλήρως κορεσμένο με νερό και καλυμμένο από επιφανειακό στρώμα νερού.....	88

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 7.1. Αναλυτική περιγραφή Εργαστηριακών δοκιμών.....	20
Πίνακας 7.2. Σειρές κοσκίνων για τον προσδιορισμό του μεγέθους των αδρανών	35
Πίνακας 7.3. Γενικές απαιτήσεις ταξινόμησης	36
Πίνακας 7.4. Μάζα δείγματος για (φυσικά ή θραυστά) αδρανή.....	37
Πίνακας 7.5. Ενδεικτικός πίνακας επιλογής κοσκίνων με μπάρες ανάλογα με το το κοκκομετρικό κλάσμα.....	45
Πίνακας 7.6. Ενδεικτική μάζα δείγματος δοκιμής για τεμάχια 45-63mm.....	58
Πίνακας 7.7. Ενδεικτική μάζα δείγματος δοκιμής για τεμάχια 8-31.5mm.....	61
Πίνακας 7.8. Εναλλακτική διαβάθμιση αδρανών με τον αντίστοιχο αριθμό σφαιρών κατά τη δοκιμή Los Angeles.....	69
Πίνακας 7.9. Εναλλακτική ταξινόμηση αδρανών με την αντίστοιχη μάζα σφαιρών κατά τη δοκιμή micro-Deval.....	72
Πίνακας 8.1. Αποτέλεσμα κοκκομετρικής ανάλυσης μέγεθος χονδρομερών σκύρων 8/20mm.....	78
Πίνακας 8.2. Αποτέλεσμα κοκκομετρικής ανάλυσης κατά μέγεθος ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm	79
Πίνακας 8.3. Αποτέλεσμα Κοκκομετρικής ανάλυσης κατα μέγεθος Άμμου 0/4mm.....	82
Πίνακας 8.4. Αποτέλεσμα της μορφής των κόκκων-Δείκτης Πλακοειδούς ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm.....	83
Πίνακας 8.5. Αποτέλεσμα της μορφής των κόκκων-Δείκτης Πλακοειδούς χονδρομερών σκύρων 8/20mm	84
Πίνακας 8.6. Αποτέλεσμα ποιότητα της παιπάλης-Δοκιμή Μπλε του Μεθυλενίου σε άμμο 0/4mm..	85
Πίνακας 8.7. Αποτέλεσμα Πυκνότητας & Υδροαπορροφητικότητας σε νερό ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm.....	89
Πίνακας 8.8. Αποτέλεσμα Πυκνότητας & Υδροαπορροφητικότητας σε νερό χονδρομερών σκύρων 8/20mm	90
Πίνακας 8.9. Αποτέλεσμα Πυκνότητας & Υδροαπορροφητικότητας σε νερό άμμου 0/4mm	91
Πίνακας 8.10. Αποτέλεσμα Αντοχής σε κατακερματισμό ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm	92
Πίνακας 8.11. Αποτέλεσμα Αντοχής σε κατακερματισμό χονδρομερών σκύρων 8/20mm	92
Πίνακας 8.12. Αποτέλεσμα Αντοχής στη φθορά ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm	93
Πίνακας 8.13. Αποτέλεσμα Αντοχής στη φθορά ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm	93
Πίνακας 9.1. Ιδιότητες χονδρόκοκκων αδρανών 8/20mm	95
Πίνακας 9.2. Ιδιότητες ενδιάμεσου μεγέθους αδρανών υλικών 4/10mm	95
Πίνακας 9.3. Ιδιότητες λεπτόκοκκων αδρανών (άμμος) 0/4mm	96

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5.1. Διάγραμμα Ροής Μονάδας A & B θραύσης.....	13
Διάγραμμα 5.2. Διάγραμμα Ροής Μονάδας A.....	14
Διάγραμμα 5.3. Διάγραμμα Ροής Μονάδας B.....	15
Διάγραμμα 8.1. Κοκκομετρική ανάλυση κατα μέγεθος χονδρομερών σκύρων 8/20mm.....	77
Διάγραμμα 8.2. Κοκκομετρική ανάλυση κατα μέγεθος ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm. ..	79
Διάγραμμα 8.3. Κοκκομετρική ανάλυση κατά μέγεθος άμμου 0/4mm	81

Περίληψη

Η εργασία αυτή έχει ως αντικείμενο τον έλεγχο των κυριότερων φυσικών, μηχανικών και γεωμετρικών ιδιοτήτων των διαβασικών πετρωμάτων του συστήματος πολλαπλών φλεβών της οροσειράς του Τροόδους. Περιγράφονται αναλυτικά οι εργαστηριακές δοκιμές που ακολουθήθηκαν με βάση τους προβλεπόμενους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς (EN) που απαιτούνται για την πιστοποίηση χρήσης των διαβασικών πετρωμάτων ως αδρανών υλικών για παρασκευή σκυροδέματος. Στην συνέχεια συγκρίνονται οι τιμές των ιδιοτήτων του υλικού που επιλέχθηκε με τα προβλεπόμενα όρια του εναρμονισμένου Ευρωπαϊκού προτύπου (EN 12620), έτσι ώστε να εξεταστεί η καταλληλότητα του ως αδρανές υλικό για χρήση ή μη χρήση για παρασκευή σκυροδέματος.

Abstract

This project's main subject is to test the main natural, mechanical and geometric qualities of the diabase rocks that belong to the multiple vein system of the Troodos mountains. There is an analytical description of the laboratory tests that were followed according the European standards (EN) that are required for the use certification of the diabase rocks as aggregate materials for concrete preparation. Subsequently, the materials qualities' values that were chosen according the foreseen limits of the harmonized European standards (EN 12620), are being compared in order to examine its adequacy as aggregate material and determine whether it can be used for concrete preparation.

1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή έχει ως αντικείμενο τον έλεγχο των κυριότερων φυσικών, μηχανικών και γεωμετρικών ιδιοτήτων των διαβασικών πετρωμάτων του συστήματος πολλαπλών φλεβών της οροσειράς του Τροόδους.

Μια από τις κυριότερες μορφές εκμετάλλευσης των διαβασικών πετρωμάτων στην Κύπρο είναι η χρησιμοποίησή τους ως αδρανή υλικά για την παρασκευή σκυροδέματος. Η καταλληλότητα τους γίνεται κατόπιν πιστοποίησης με βάση τα εναρμονισμένα Ευρωπαϊκά πρότυπα, τα οποία προβλέπουν εργαστηριακές δοκιμές που διέπονται με την σειρά τους από συγκεκριμένους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς (EN).

Η παρούσα διπλωματική εργασία χωρίζεται σε 9 κεφάλαια, στα οποία γίνεται αναφορά των κυριότερων κατηγοριών των αδρανών υλικών, στην περιγραφή των εναρμονισμένων Ευρωπαϊκών προτύπων και των εργαστηριακών δοκιμών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κυριότερα στοιχεία σχετικά με την γεωλογική προέλευση του διαβασικού πετρώματος, τον τρόπο λατόμησης τους και τις μονάδες θραύσης και διαβάθμισής τους.

Τέλος, περιγράφονται αναλυτικά οι εργαστηριακές δοκιμές που ακολουθήθηκαν με βάση τους προβλεπόμενους Ευρωπαϊκούς κανονισμούς (EN) που απαιτούνται για την πιστοποίηση χρήσης των διαβασικών πετρωμάτων ως αδρανών υλικών για παρασκευή σκυροδέματος και στην συνέχεια συγκρίνονται οι τιμές των ιδιοτήτων του υλικού που επιλέχθηκε με τα προβλεπόμενα όρια του εναρμονισμένου Ευρωπαϊκού προτύπου (EN 12620), έτσι ώστε να εξεταστεί η καταλληλότητα του ως αδρανές υλικό για χρήση ή μη παρασκευής σκυροδέματος.

2. Αδρανή Υλικά

2.1. Γενικά

Τα αδρανή υλικά χαρακτηρίζονται τα διαβαθμισμένα υλικά, ορυκτής ή βιομηχανικής προέλευσης, αλλά και υλικά ανακύκλωσης τα οποία χρησιμοποιούνται χωρίς ή με κάποιο συγκολλητικό υλικό μέσο στα τεχνικά έργα. Σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές σαν αδρανή υλικά θεωρούνται τα ανενεργά τεμάχια ή και θραύσματα ορυκτών ή πετρωμάτων που αποτελούν τα κύρια συστατικά της δομής ενός μίγματος υλικών, όπως το σκυρόδεμα και η άσφαλτος. Αφού τα αδρανή υλικά αποτελούν τα κύρια συστατικά της δομής ενός μίγματος, έτσι, οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των αδρανών υλικών καθορίζουν και τα χαρακτηριστικά (ποιότητα) του μίγματος.

2.2. Κατηγορίες αδρανών

Τα αδρανή υλικά ταξινομούνται και κατατάσσονται σε κατηγορίες με βάση την προέλευσή τους, το ειδικό τους βάρος, την πηγή λήψης τους, το μέγεθος των κόκκων τους, καθώς και την ποιότητά τους.

2.2.1. Διάκριση σύμφωνα με την προέλευσή τους (σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο CYS EN 12620 για αδρανή σκυροδέματος).

- Φυσικά αδρανή: Αδρανή προερχόμενα από πετρώματα τα οποία έχουν υποστεί μόνο μηχανική επεξεργασία – θραύση, πλύσιμο, διαλογή (αμμοχάλικα, θραυστά υλικά).
- Βιομηχανικά ή τεχνητά αδρανή: Αδρανή προϊόντα ή παραπροϊόντα βιομηχανικής κατεργασίας τα οποία έχουν προκύψει από την επεξεργασία πρώτων υλών ορυκτής ή άλλης προέλευσης (σκωρίες υψικαμίνων κ.α.).
- Ανακυκλωμένο αδρανές: Αδρανή που προκύπτουν από την επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών από υφιστάμενες κατασκευές (υλικά κατεδάφισης, αποξεσμένα ασφαλτικά υλικά κ.α.).

2.2.2. Διάκριση φυσικών αδρανών σύμφωνα με το ειδικό βάρος

- Κανονικού ειδικού βάρους: Με ειδικό βάρος μεταξύ 2 και 3 tn/m³. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα συνήθη αδρανή.
- Ελαφροβαρή αδρανή: Με ειδικό βάρος < 2 tn/m³. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα αδρανή που χρησιμοποιούνται για ελαφροβαρή

Θερμομονωτικά σκυροδέματα κ.α., εφαρμογές μειωμένων απαιτήσεων βάρους.

- Βαρέα αδρανή: Με ειδικό βάρος $> 3 \text{ tn/m}^3$. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται υλικά που περιέχουν ορυκτά μεγάλου βάρους π.χ. βαρύτης αιματίτης κ.α., χρησιμοποιούνται σε κατασκευές που απαιτείται το μεγάλο βάρος π.χ. βαρύ σκυρόδεμα για θωρακίσεις και προστασία από ακτινοβολίες.

2.2.3. Διάκριση φυσικών αδρανών σύμφωνα με την πηγή λήψης

- Χαλαρές αμμοχαλικώδεις αποθέσεις: Η λήψη τους πραγματοποιείται από φυσικές αποθέσεις. Μπορούν να αξιοποιηθούν ως έχει ή κατόπιν επεξεργασίας (αδρανή χαμηλής ποιότητας).
- Θραυστά υλικά ή αδρανή λατομείων: Η λήψη τους γίνεται από λατομεία (ανοιχτά ή υπόγεια) και μετά από την εξόρυξή τους υπόκεινται σε περαιτέρω επεξεργασία (Αδρανή υψηλής ποιότητας).

2.2.4. Διάκριση φυσικών αδρανών σύμφωνα με την κοκκομετρική τους διαβάθμιση

- Χονδρόκοκκα αδρανή: Αποτελείται από κόκκους $> 10\text{mm}$ (ογκόλιθοι, κροκάλες, χαλίκια).
- Ενδιάμεσου μεγέθους αδρανή: Αποτελείται από κόκκους διαμέτρου 10-4mm.
- Λεπτόκοκκα αδρανή: Αποτελείται από κόκκους διαμέτρου από 4-0.063mm.
- Παιτάλη: Κόκκοι $< 0.063\text{mm}$.
- Διαβαθμισμένα αδρανή (all-in) : Αδρανή τα οποία αποτελούνται από μίγμα χονδρόκοκκων και λεπτόκοκκων αδρανών.
- Αδρανή Filler: Αδρανή των οποίων η μεγαλύτερη ποσότητα ($>70\%$) διέρχεται από κόσκινο 0.063mm και των οποίων η μέγιστη διάμετρος περιεχόμενων κόκκων είναι 2mm.

2.2.5. Διάκριση αδρανών σύμφωνα με την ποιότητα τους

- Αδρανή υψηλής ποιότητας: Πληρούν αυστηρές προδιαγραφές ορυκτολογικών, φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών. Τα αδρανή αυτά μπορούν να ενσωματωθούν σε κατασκευές ή και υλικά με απαιτήσεις συγκεκριμένων προδιαγραφών. Τα υλικά αυτά είναι συνήθως φυσικά αδρανή και χρησιμοποιούνται κυρίως ως αδρανή οδοποιίας και έρμα σιδηροδρόμων.

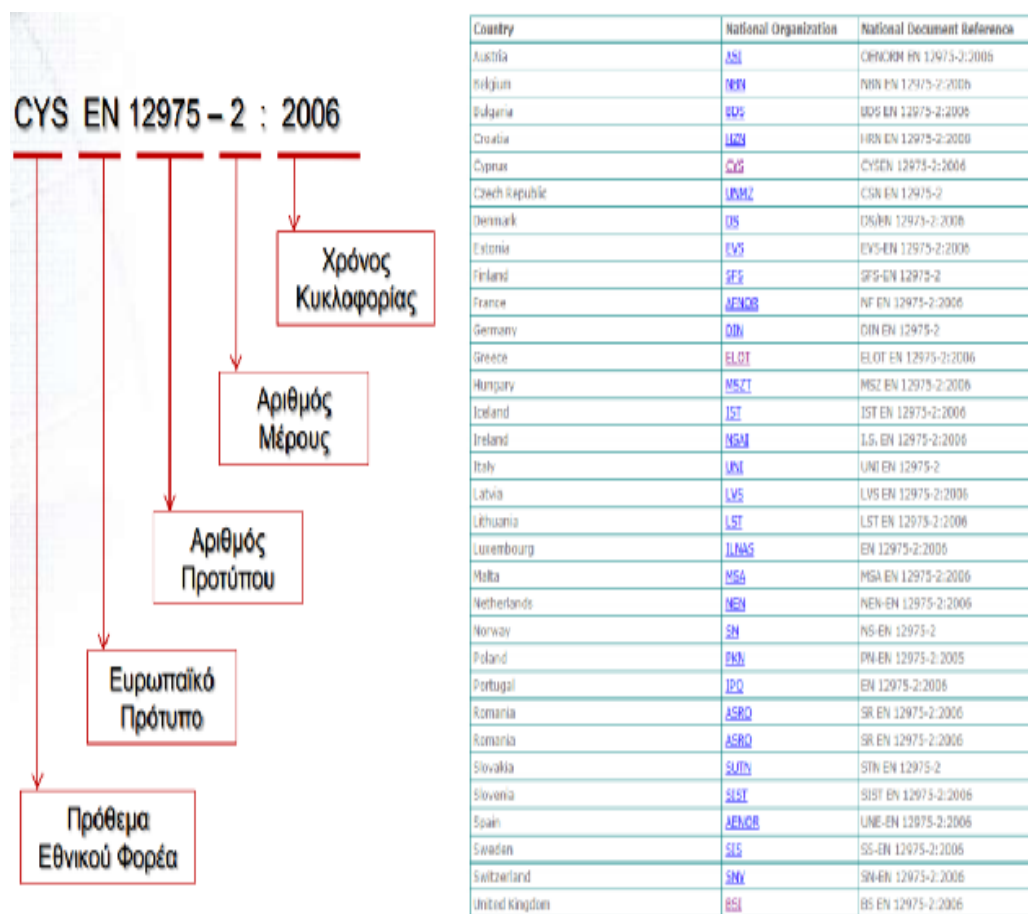
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- Αδρανή χαμηλής ποιότητας: στα υλικά αυτά, ένα ή περισσότερα από τα χαρακτηριστικά τους αποκλίνουν λίγο ή αρκετά από τα επιτρεπόμενα όρια. Απαιτούν περαιτέρω επεξεργασία προκειμένου να καταστεί δυνατή η χρησιμοποίησή τους

3. Ευρωπαϊκά πρότυπα αδρανών υλικών

3.1. Γενικά

Τα ευρωπαϊκά πρότυπα αδρανών υλικών είναι τυποποιημένα τεχνικά έγγραφα (κανόνες, κατευθυντήρια οδηγία) που έχουν εκδοθεί με συναίνεση όλων των συμβαλλόμενων φορέων. Είναι εγκεκριμένα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) και περιλαμβάνουν όλα τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά ώστε ένα προϊόν να θεωρείται ποιοτικό ή να υποδεικνύει την ποιότητα του. Κάθε χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει ένα οργανισμό που εκπροσωπεί την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) και διαχειρίζεται το εθνικό σύστημα. Ο οργανισμός που εκπροσωπεί την Κύπρο είναι ο Κυπριακός Οργανισμό Τυποποίησης (CYS). Έχει ως σκοπό την προώθηση της τυποποίησης και των Ευρωπαϊκών προτύπων αδρανών υλικών ως μέσο για την ανάπτυξη του επιπέδου ποιότητας των Κυπριακών επιχειρήσεων και την διασφάλιση της σταθερής βελτίωσης της ποιότητας των κατασκευών. Κάθε πρότυπο πρέπει να υποδηλώνει κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία όπως τη Εικ. 3.1.



Εικόνα 3.1. Σήμανση Προτύπου

3.2. Είδη Ευρωπαϊκών Προτύπων

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα που αναφέρονται στα αδρανή υλικά και είναι υιοθετημένα από τον Κυπριακό Οργανισμό Τυποποίησης (CYS) είναι 4. Τα πρότυπα αυτά ονομάζονται Πρότυπα- Προδιαγραφές αδρανών υλικών και είναι:

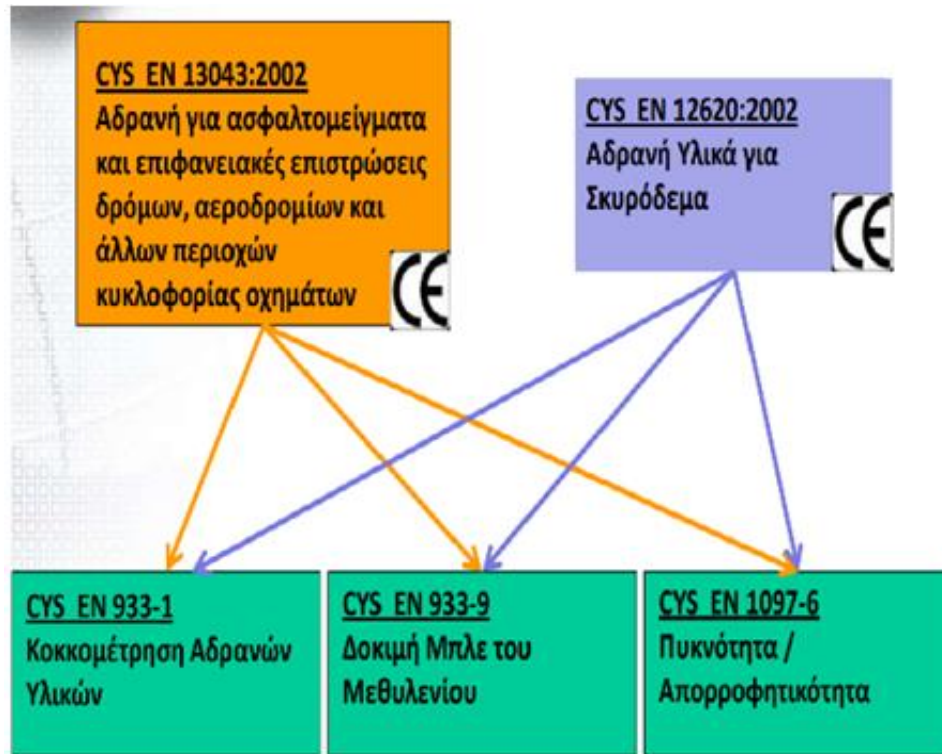
- CYS EN 12620 για αδρανή σκυροδέματος,
- CYS EN13043 για αδρανή ασφαλτομιγμάτων και επιφανειακών οδών, αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων,
- CYS EN 13139 για αδρανή κονιαμάτων και
- CYS EN 13242 για αδρανή θεμελίωσης και υποθεμελίωσης οδοστρώματος όπως και τα αδρανή για επιχωματώσεις και επιχώσεις.

Το πρότυπα αυτά περιγράφουν το σύνολο των χαρακτηριστικών που μπορεί να διαθέτουν τα αδρανή που προορίζονται για αυτήν τη χρήση και καθορίζουν τους εργαστηριακούς ελέγχους και δοκιμές που πρέπει να διεξαχθούν.

Οι διάφοροι εργαστηριακοί έλεγχοι των αδρανών υλικών που καθορίζονται σύμφωνα με τα Πρότυπα - Προδιαγραφές αδρανή υλικών αποσκοπούν στο προσδιορισμό των:

- Γεωμετρικών χαρακτηριστικών,
- Φυσικών/ Μηχανικών χαρακτηριστικών και
- Χημικών χαρακτηριστικών,

και ονομάζονται Πρότυπα-Εργαστηριακών ελέγχων των αδρανών υλικών.



Εικόνα 3.2. Πρότυπα προδιαγραφών που παραπέμπουν σε πρότυπα εργαστηριακών ελέγχων αδρανών υλικών

4. Εξόρυξη

4.1. Γενικά

Η εκμετάλλευση των διαβασικών πετρωμάτων γίνεται υπαίθρια στην νοτιοδυτική μεριά του Τροόδους με βαθμίδες ανοιχτού τύπου. Η εξόρυξη που πραγματοποιείται στο λατομείο γίνεται με δύο μεθόδους, εξόρυξη με χρήση μηχανικών μέσων και εκρηκτικών υλών. Τα μηχανικά μέσα χρησιμοποιούνται κυρίως για την απομάκρυνση του στείρου ή αποσαθρωμένου πετρώματος για την αποκάλυψη του διαβασικού πετρώματος. Για την εξόρυξη του διαβασικού πετρώματος γίνεται χρήση εκρηκτικών υλών τύπου νιτρικής αμμωνίας αναμιγμένη με πετρέλαιο (ANFO) και εναυσματική γόμωση ζελατοδυναμίτιδα. Η έναυση της ζελατοδυναμίτιδας επιτυγχάνεται με ακαριαία θρυαλλίδα. Έπειτα φορτώνεται και μεταφέρεται στην σκυροθραυστική μονάδα.



Εικόνα 4.1. Βαθμίδες ανοιχτού τύπου στο λατομείο SKYRA LIMA.



Εικόνα 4.2. Μηχανή ανάδευσης ANFO και γόμωσης διατριμμάτων.

4.2. Σημασία λατόμηση στην ποιότητα των τελικών προϊόντων

Η ρυθμός και η επιλογή βαθμίδων εξόρυξης είναι ύψιστης σημασίας στο λατομείο SKYRA LIMA. Λόγω των πολύπλοκων γεωλογικών διεργασιών κατά την γένεση του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδους, τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες του πετρώματος διαφέρουν από βαθμίδα σε βαθμίδα. Έτσι καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα των τελικών προϊόντων είναι η σωστή ανάμιξη δύο ή περισσότερων βαθμίδων όπου ο μέσος όρος των ιδιοτήτων του υλικού που τροφοδοτείται στον πρωτογενή θραυστήρα, να ικανοποιεί τις απαιτούμενες προδιαγραφές για τις οποίες προορίζεται να χρησιμοποιηθεί το τελικό προϊόν που θα παραχθεί.



Εικόνα 4.3. Φόρτωση και μεταφορά υλικού στην σκυροθραυστική μονάδα.

5. Διάγραμμα ροής εργοστάσιου

Σημαντικός ρόλος στην τελική ποιότητα των αδρανών υλικών διαδραματίζει η επιλογή και η διάταξη των θραυστήρων και των κόσκινων του εργοστασίου.

Η Skyra Lima σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μπορεί να ικανοποιεί και τους πιο απαιτητικούς πελάτες από άποψη ποιοτικών προδιαγραφών, αλλά και από άποψη ποσότητας (δυναμικότητα).

Όπως βλέπουμε και στα διαγράμματα ροής (5.1, 5.2, 5.3) η Skyra Lima αποτελείται από 3 μονάδες. Την μονάδα A & B θραύσης, την μονάδα A και την μονάδα B.

5.1. Μονάδα A & B θραύσης

Είναι υπεύθυνη για την πρωτογενή και δευτερογενή θραύση του υλικού και αυτό επιτυγχάνεται με 2 θραυστήρες.

Η πρωτογενής θραύση επιτυγχάνεται με θραυστήρα σιαγόνων τύπου METSO/C145 και η δευτερογενής θραύση επιτυγχάνεται με κωνικό σπαστήρα τύπου METSO/GP500S. Το τελικό προϊόν αποτίθεται σε 2 tunnels τα οποία αξιοποιούνται για την τροφοδοσία της Μονάδας A και της Μονάδας B. Κατά την τροφοδοσία του υλικού περνά από σχάρα μεγέθους 60mm, το διερχόμενο της σχάρας πέφτει σε κόσκινο διπλού καταστρώματος και αναλόγως της ποιότητας της τροφοδοσίας η μονάδα A & B θραύσης δύναται να παράγει τελικά προϊόντα, άμμο B ή υποθεμέλιο B. (Βλέπε διάγραμμα ροής 5.1.).

5.2. Μονάδα A

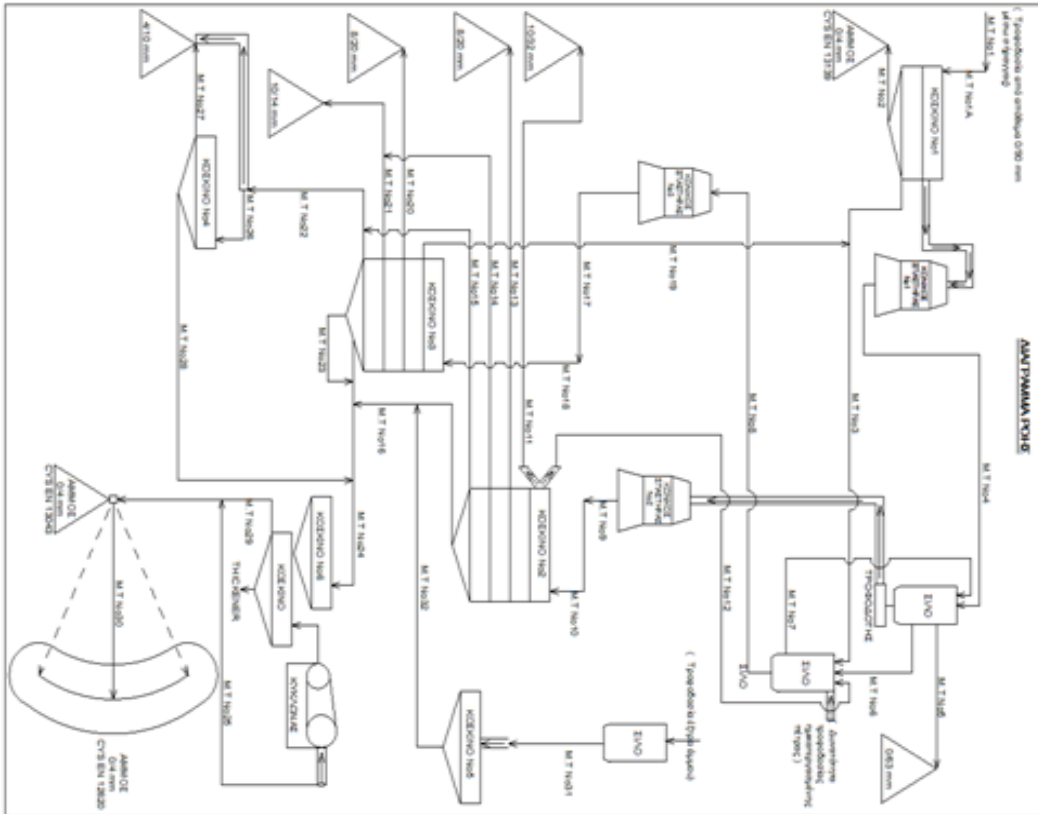
Η τροφοδοσία της Μονάδας A επιτυγχάνεται με την μεταφορική ταινία Νο 1(βλέπε διάγραμμα ροής 5.2.) η οποία παίρνει υλικό από το tunnel, το υλικό της τροφοδοσίας πέφτει σε κόσκινο διπλού καταστρώματος, το παραμένον του κόσκινου (30/90) πέφτει στον κωνικό σπαστήρα Νο 1 ο οποίος είναι υπεύθυνος για την μείωση του μεγέθους του υλικού, έτσι ώστε να μπορούν οι 2 επόμενοι θραυστήρες να επεξεργαστούν το υλικό ώστε να παραχθεί τελικό προϊόν. Το υλικό 4/20 μεταφέρεται στο σιλό και τροφοδοτείται κατευθείαν στους θραυστήρες για τελικά προϊόντα. Η άμμος 0/4mm βγαίνει σαν τελικό προϊόν που ικανοποιεί ποιοτικά το πρότυπο CYSSEN 13139. Ο κυριότερος λόγος που αφαιρείται είναι για να

αποφεύγεται η έμφραξη των κωνικών θραυστήρων σε περίπτωση που το υλικό τροφοδοσίας έχει υψηλή περιεκτικότητα υγρασίας και να επιτυγχάνεται η ομαλή λειτουργία τους. Για την επίτευξη υλικού που πληροί αυστηρές ποιοτικές προδιαγραφές υπάρχει η δυνατότητα τροφοδοσίας του τελικού προϊόντος 10/32mm το οποίο μπορεί να δώσει τις καλύτερες ποιοτικές προδιαγραφές γιατί είναι το καλύτερο ποιοτικά πέτρωμα. Επίσης η μονάδα Α παράγει υλικό 4/10 πλυμένο για τους πελάτες που επιζητούν υλικό για σπλισμένο σκυρόδεμα. Οι λόγοι που πλένεται το κοκκομετρικό κλάσμα 4/10 mm είναι η μείωση της περιεκτικότητας της παιπάλης και η δημιουργία κεκορεσμένου υλικού όπως προβλέπεται από το πρότυπο CYS EN12620 για την παραγωγή σπλισμένου σκυροδέματος.

Επίσης στην μονάδα Α παράγεται και πλυμένη άμμος στην οποία μειώνεται η παιπάλη από 13% σε 4-5% (βλέπε διάγραμμα ροής 5.2.).

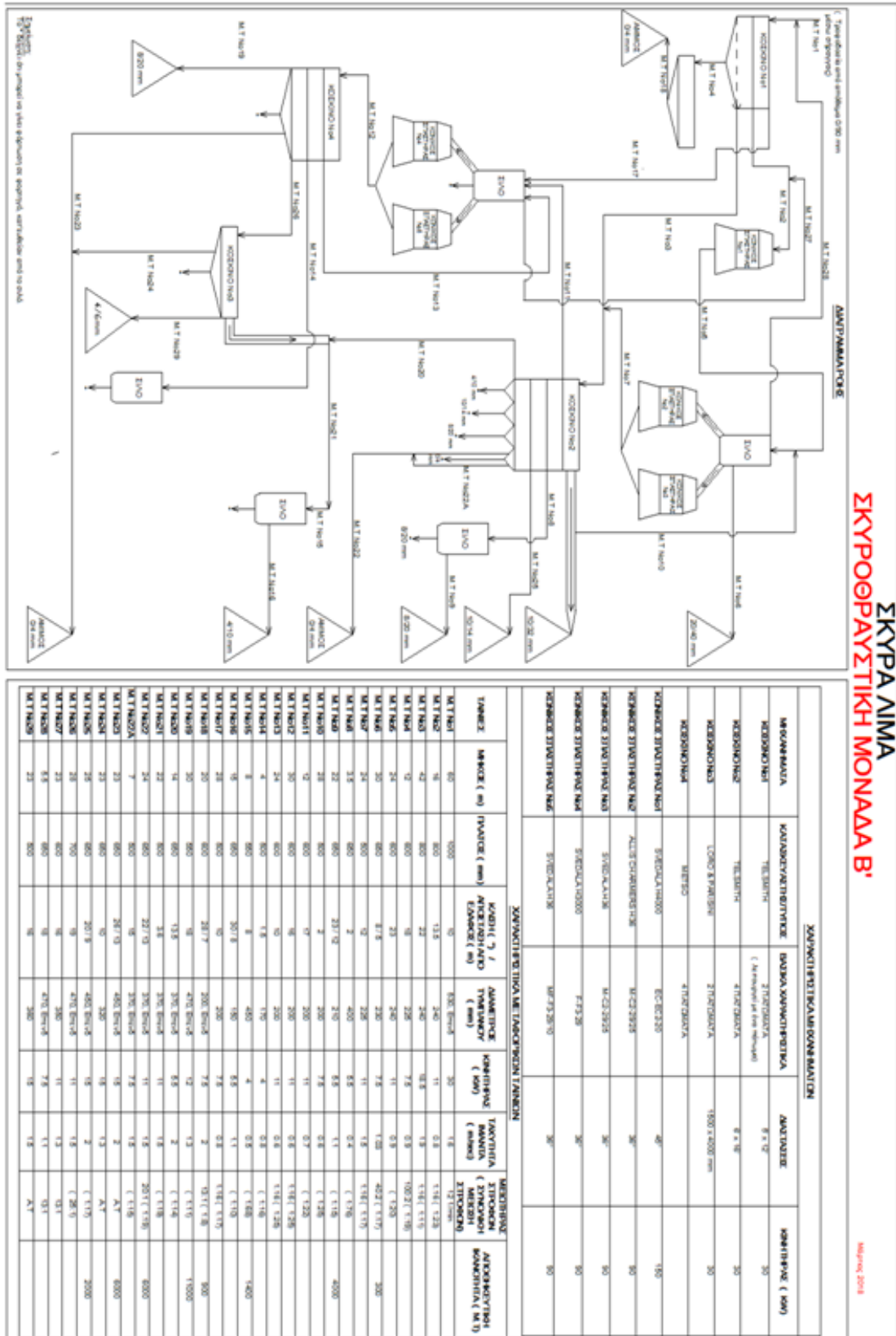
5.3. Μονάδα Β

Η μονάδα Β τροφοδοτείται από το tunnel και το διάγραμμα ροής είναι παρόμοιας φιλοσοφίας με αυτό της Μονάδας Α, με την διαφορά ότι υπάρχουν τέσσερις θραυστήρες τελικών προϊόντων αντί 2 της μονάδας Α. Τα τελικά προϊόντα της μονάδας Β (4/10, 8/20, 0/4, 4/14, 10/32) ικανοποιούν κυρίως τις προδιαγραφές για ασφαλτομίγματα CYSEN 13043 οπότε οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα, γίνονται χωρίς επιπρόσθετο νερό(βλέπε διάγραμμα ροής 5.3.).



ΤΥΠΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (mm)	ΚΩΔΗΣ (%) / ΑΝΕΙΣΤΑΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (mm)	ΑΔΡΑΝΤΙΚΟ ΤΥΦΩΣ (mm)	ΚΩΔΗΣ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/min)	ΜΕΣΗΡΕΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΡΤΕΡΙΑ (mm)	ΜΕΣΗΡΕΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΡΤΕΡΙΑ (mm)
M.T.N.01	31	1000	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.02	42.8	1000	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.03	34	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.04	28	600	0.3	0.300	0.3	1.1	1.1	2.000
M.T.N.05	22	1000	0.3	0.300	0.3	1.8	1.2	2.000
M.T.N.06	8	600	0.4	0.400	0.4	1.8	1.2	2.000
M.T.N.07	14	900	0.2	0.200	0.2	1.7	1.7	2.000
M.T.N.08	28	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.09	11	600	0.2	0.200	0.2	1.7	1.7	2.000
M.T.N.10	40	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.11	27	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.12	18	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.13	21	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.14	28	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.15	22	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.16	22	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.17	18	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.18	27	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.19	42	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.20	20	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.21	18	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.22	22	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.23	4	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.24	23	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.25	10	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.26	22	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.27	20	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.28	17	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.29	22	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.30	15.5	700	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000
M.T.N.31	5	600	0.2	0.200	0.2	1.8	1.2	2.000

Διάγραμμα 5.2. Διάγραμμα Ροής Μονάδας Α



Διάγραμμα 5.3. Διάγραμμα Ροής Μονάδας Β

6. Γεωλογική προέλευση διαβασικών υλικών

6.1. Ο Οφιόλιθος του Τροόδους

Η Κύπρος είναι μια από τις λίγες χώρες στη γη, που η γεωλογία υπήρξε ο πιο σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη του φυσικού της περιβάλλοντος και της κοινωνικοοικονομικής και ιστορικής της εξέλιξης στην αρχαιότητα και τους νεότερους χρόνους. Η γένεση του νησιού είναι αποκλειστικά συνδεδεμένη με τη γένεση του οφιόλιθου του Τροόδους σε ένα βαθύ ωκεανό, από υποθαλάσσια ηφαιστειακή δράση, και την επακόλουθη ανάδυση της στο σημερινό εντυπωσιακό της ανάγλυφο με μια σειρά από μοναδικές και πολύπλοκες γεωλογικές διεργασίες που διήρκεσαν 90 εκατομμύρια χρόνια. Το πιο εντυπωσιακό, που δεν θα μπορούσαν να υποψιαστούν οι κάτοικοι του νησιού, οι ξένοι και οι τουρίστες, είναι ότι ανεβαίνοντας στην κορυφή του Τροόδους στο σημερινό υψόμετρο των 2000 μέτρων, συναντώνται πετρώματα, γεωλογικά που θα συναντούσε κανείς κατεβαίνοντας στον πυθμένα του ωκεανού, στα έγκατα της γης σε βάθος περίπου 6000 μέτρα.

Η ζώνη Τροόδους ή ο οφιόλιθος Τροόδους δεσπόζει του κεντρικού τμήματος του νησιού, αποτελεί τον γεωλογικό πυρήνα της Κύπρου, εμφανίζεται σε δύο περιοχές (στην κύρια μάζα της οροσειράς Τροόδους και στην περιοχή του δάσους Λεμεσού και Ακαπνούς στα νότια της οροσειράς) και παρουσιάζει χαρακτηριστικό επίμηκες θολωτό σχήμα (δόμος). Δημιουργήθηκε πριν 90 εκ. χρόνια στον βυθό της Νεοτηθύος θάλασσας, που τότε εκτεινόταν από τα σημερινά Πυρηναία μέσω των Άλπεων και μέχρι τα Ιμαλάια. Θεωρείται ο πιο πλήρης και πιο μελετημένος οφιόλιθος στον κόσμο. Είναι κομμάτι ωκεάνιου φλοιού, πλήρως αναπτυγμένου (αποτελείται από πλουτώνια, φλεβικά και ηφαιστειακά πετρώματα και χημικά ιζήματα), γεγονός στο οποίο συνίσταται και η μοναδικότητά του. Δημιουργήθηκε κατά την πολύπλοκη διαδικασία της διεύρυνσης των ωκεανών και της δημιουργίας του ωκεάνιου φλοιού, και αναδύθηκε και τοποθετήθηκε στη σημερινή του θέση μέσα από πολυσύνθετες τεκτονικές διεργασίες που καθορίζονταν από τις δύο συγκλίνουσες λιθοσφαιρικές πλάκες, της Ευρασιατικής στον βορρά και της Αφρικανικής στον νότο. Η στρωματογραφία του παρουσιάζει μια τοπογραφική αναστροφή, με τα κατώτερα πετρώματα να εμφανίζονται στην κορυφή του, ενώ τα στρωματογραφικά ανώτερα στις παρυφές του. Αυτή η φαινομενική αναστροφή οφείλεται στον τρόπο ανύψωσής του (δημιουργία δόμου) και στη διαφορική του διάβρωση. Η διαπειρική ανύψωση του πυρήνα του Τροόδους έγινε σε πολλά επεισόδια, με την πιο έντονη, απότομη ανύψωση να λαμβάνει χώρα πριν από 2,6 εκατομμύρια χρόνια.

6.2. Ο Διαβάσης του οφιόλιθου του Τροόδους

Ο διαβάσης είναι το πέτρωμα του συστήματος πολλαπλών φλεβών που καλύπτει το ένα τρίτο της έκτασης της οροσειράς του Τροόδους. Σχηματίζει ένα ελλειπτικό δακτύλιο που περιβάλλει τα πλουτώνια πετρώματα του Ολύμπου και περιβάλλεται από τα ηφαιστειακά πετρώματα της οροσειράς. Ο διαβάσης αποτελείται από μια σειρά παράλληλων και αλληλοκαλυπτόμενων φλεβών, το πλάτος των οποίων κυμαίνεται από 0.3-3 μέτρα. Αποτελείται από στερεοποιημένο πέτρωμα στα κανάλια μεταφοράς του βασαλτικού μάγματος, που προερχόταν από τους μαγματικούς θαλάμους του ανώτερου μανδύα στην βάση του ωκεάνιου φλοιού και τροφοδοτούσαν τις προσκεφαλοειδείς λάβες που χύνονταν στον πυθμένα του ωκεανού κατά την γένεση του οφιόλιθου του Τροόδους. Η στερεοποίηση του μάγματος συνοδεύεται με διακλάσεις και ρωγματώσεις οι οποίες επιτάθηκαν αργότερα κατά την διαφορική ανύψωση του Τροόδους από τον βυθό της θάλασσας στο σημερινό του εντυπωσιακό υψόμετρο.

Το πέτρωμα του διαβάσης έχει ολοκρυσταλλική και μικροκρυσταλλική υφή με το τελευταίο να είναι χαρακτηριστικό των εξωτερικών πλευρών των φλεβών. Η κρυσταλλική υφή του το καθιστά σκληρό με πολύ μικρή υδροπερατότητα με μεγάλη αντοχή στην τριβή, την χημική αποσάθρωση και την διάβρωση. Χαρακτηρίζεται από κογχοειδή θραύση, χαμηλή απορροφητικότητα και ειδικό βάρος 2.4 -2.8tn/kg. Η μεγάλη αντοχή του στην διάβρωση φαίνεται και στην φύση από την εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία των περιοχών που καλύπτει, με υψηλές απότομες βουνοκορφές που χωρίζονται με στενές βαθιές κοιλάδες. Η μεγάλη αντοχή στην τριβή και τον κατακερματισμό από την κρούση φαίνεται στις κοίτες των ποταμών που απορρέουν από την οροσειρά του Τροόδους, όπου οι ογκόλιθοι και η μεγάλες κροκάλες αποτελούνται κατά το πλείστο από διαβάσης, ενώ στα χαλίκια και άμμο συμμετέχουν και άλλα πετρώματα που διασχίζουν οι ποταμοί κατά την ροή τους προς τη θάλασσα. Φαίνεται επίσης στις ακτές που εκβάλουν οι μεγάλοι ποταμοί που απορρέουν από την οροσειρά του Τροόδους σε αυτές, οι μεγάλες κροκάλες των αμμοχάλικων τους είναι κυρίως διαβάσης, απόδειξη της μεγάλης αντοχής του στη τριβή των αμμοχάλικων λόγω της μακρόχρονης κίνησης τους από τα κύματα.

Με την επικράτηση του οπλισμένου σκυροδέματος την δεκαετία του 1950 η ζήτηση σκύρων και άμμου επεκτάθηκε και η ικανοποίηση της γινόταν από την εκμετάλλευση των παραλίων και από της κοίτες των μεγάλων ποταμών. Μετά την εγκαθίδρυση της Κυπριακής Δημοκρατίας το 1960 μέχρι την Τουρκική εισβολή το 1974 παρατηρήθηκε μια έντονη κατασκευαστική δραστηριότητα που περιλάμβανε διάφορα μεγάλα αναπτυξιακά έργα, όπως δρόμοι, λιμάνια, αεροδρόμιο και υποδομές για τον αναπτυσσόμενο τουρισμό. Βασικές πηγές των δομικών υλικών ήταν οι ασβεστόλιθοι της νότιας πλευράς της οροσειράς του Πενταδαχτύλου, οι

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

κοίτες των ποταμών και οι παραλίες. Η εμφανής αρνητική επίδραση στο φυσικό περιβάλλον της οροσειράς καθώς επίσης οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις παραλίες και στους ποταμούς ώθησαν το 1972 το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης σε συνεργασία με το Τμήμα Δημοσίων Έργων να μελετήσουν σε βάθος το θέμα της μακροπρόθεσμης προμήθειας δομικών υλικών στην κατασκευαστική βιομηχανία. Κύρια διαπίστωση της μελέτης ήταν η μακροπρόθεσμη ικανοποίηση των αναγκών της κατασκευαστικής βιομηχανίας, μπορούσε να γίνει μόνο από τα διαβασικά πετρώματα της οροσειράς του Τροόδους. Το Πρώτο λατομείο παραγωγής θραυστών σκύρων και άμμου από διαβασικό πέτρωμα λειτούργησε από την εταιρία Karion Plant Equipment and Asphaltting Co, στην περιοχή Σταυροβουνίου, το σημερινό λατομείο SKYRA LIMA.



Εικόνα 6.1. Χάρτης με τις κυριότερες ακολουθίες της Κύπρου

7. Ποιοτικός έλεγχος διαβασικών υλικών

7.1. Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι εργαστηριακές δοκιμές των διαβασικών υλικών σύμφωνα με τα πρότυπα-εργαστηριακών ελέγχων. Σκοπός των εργαστηριακών ελέγχων είναι η εύρεση των βασικότερων ιδιοτήτων των αδρανών υλικών που προορίζονται για σκυρόδεμα. Οι εργαστηριακοί έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν στα 3 συνηθέστερα κοκκομετρικά κλάσματα που απαρτίζουν το μείγμα σκυροδέματος στη χώρα μας. Τα δείγματα πάρθηκαν από σωρούς τελικών προϊόντων, 0/4mm, 4/10mm και 8/20mm της σκυροθραυστικής μονάδας Α που όπως προαναφέρθηκε είναι σχεδιασμένη για την παραγωγή υλικών που προορίζονται για σκυρόδεμα. Επίσης περιγράφεται η διαδικασία συλλογής των αδρανών υλικών έτσι ώστε τα δείγματα που ελέχθησαν εργαστηριακά, ήταν αντιπροσωπευτικά της παρτίδας.

Σύμφωνα με τα πρότυπα οι διάφοροι έλεγχοι των αδρανών αποσκοπούν στον προσδιορισμό των:

1. ΓΕΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ
2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ
3. ΦΥΣΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ
4. ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το σύνολο των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα μας, καθώς και τα πρότυπα – εργαστηριακών ελέγχων που ακολουθήθηκαν για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων τους.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 7.1. Αναλυτική περιγραφή εργαστηριακών δοκιμών

CYS EN 12620				
Δοκιμές	Πρότυπα	Άμμος	Σκύρα	
Μέγεθος αδρανών	CYS EN 933-1	0/4	4/10	8/20
Δειγματοληψία	CYS EN 932-1	•	•	•
Μείωση εργαστηριακών δειγμάτων	CYS EN 932-2	•	•	•
Κοκκομετρική ανάλυση	CYS EN 933-1	•	•	•
Δείκτης πλακοειδούς	CYS EN 933-3	-	•	•
Μπλε του μεθυλενίου	CYS EN 933-9	•	-	-
Περιεκτικότητα σε παιπάλη	CYS EN 933-1	•	•	•
Πυκνότητα	CYS EN 1097-6	•	•	•
Υδατοαπορροφητικότητα σε νερό	CYS EN1097-6	•	•	•
Αντοχή στον κατακερματισμό κατά Los Angeles	CYS EN 1097-2	-	•	•
Αντοχή στην φθορά κατά micro-Deval	CYS EN 1097-1	-	•	•
Υπόμνημα: <ul style="list-style-type: none">• Εφαρμόζεται στο συγκεκριμένο μέγεθος αδρανών- Δεν εφαρμόζεται στο συγκεκριμένο μέγεθος αδρανών				

7.2. Γενικές Ιδιότητες

Στη ενότητα 7.2 περιγράφονται οι εργαστηριακές δοκιμές σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εργαστηριακών δοκιμών CYS EN 932. Στις γενικές ιδιότητες συμπεριλαμβάνεται η δειγματοληψία και οι μέθοδοι μείωσης των εργαστηριακών δειγμάτων. Ουσιαστικά οι δύο αυτές διαδικασίες δεν προσδιορίζουν κάποια ιδιότητα στα αδρανή υλικά αλλά είναι απαραίτητες και προηγούνται πριν από οποιοδήποτε εργαστηριακό έλεγχο. Η εφαρμογή τους μας δίνουν αντιπροσωπευτικά δείγματα για τον προσδιορισμό των παρακάτω ιδιοτήτων που εξετάστηκαν.

7.2.1. Δειγματοληψία CYS EN 932-1

7.2.1.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει μεθόδους για την λήψη δειγμάτων αδρανών από παραδόσεις, εγκαταστάσεις προετοιμασίας και διεργασιών περιλαμβανομένων και

των αποθηκών. Σκοπός της δειγματοληψίας είναι η λήψη μεικτού δείγματος αντιπροσωπευτικού της παρτίδας, δηλαδή δείγματος που να έχει τις μέσες τιμές των ιδιοτήτων της παρτίδας. Οι μέθοδοι που περιγράφονται στην προδιαγραφή αυτή είναι επίσης κατάλληλες για τη λήψη μοναδιαίων δειγμάτων που να μπορούν να ελεγχθούν ξεχωριστά. Δίνονται επίσης μέθοδοι για τη μείωση της ποσότητας του δείγματος. Οι μέθοδοι που περιγράφονται στην προδιαγραφή αυτή βασίζονται σε χειρωνακτικές διαδικασίες. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μηχανικός ή αυτόματος εξοπλισμός για δειγματοληψία και μείωση δείγματος. Κριτήρια για το σχεδιασμό και την επιλογή τέτοιου εξοπλισμού δίνονται στο παράρτημα Α.

7.2.1.2. Αρχή της μεθόδου

Η κατάλληλη και προσεκτική δειγματοληψία και μεταφορά του δείγματος είναι αναγκαία προϋπόθεση για έλεγχο που θα δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα. Η ορθή χρήση των προδιαγεγραμμένων συσκευών βοηθά στην αποφυγή λανθασμένης δειγματοληψίας. Οι αποκλίσεις στη δειγματοληψία που οφείλονται στην ανομοιογένεια της παρτίδας μειώνονται σε αποδεκτό επίπεδο όταν λαμβάνεται επαρκής αριθμός μοναδιαίων δειγμάτων. Εάν το αδρανές έχει ομογενοποιηθεί με τις διαδικασίες παραγωγής, ένα μεγάλο μοναδιαίο δείγμα μπορεί να είναι αντιπροσωπευτικό της παρτίδας. Το μοναδιαίο δείγμα επιλέγεται τυχαία από όλα τα μέρη της παρτίδας έτσι ώστε το μεικτό δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό. Ποσότητα από τη οποία για διάφορους πρακτικούς λόγους δεν μπορεί να παρθεί μοναδιαίο δείγμα δεν θα θεωρείται ότι αποτελεί μέρος της παρτίδας η οποία αντιπροσωπεύεται από μικτό δείγμα. Για παράδειγμα, εάν λαμβάνονται μοναδιαία δείγματα από εκφόρτωση αδρανούς από ένα σιλό, το μεικτό δείγμα αντιπροσωπεύει το αδρανές που έχει εκφορτωθεί και όχι το αδρανές που απομένει στο σιλό.

7.2.1.3. Ποσότητα και αριθμός μοναδιαίων δειγμάτων και μεικτό δείγμα

Η ποσότητα του μεικτού δείγματος υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη φύση και των αριθμό των δοκιμών, το μέγεθος και τη πυκνότητα των αδρανών. Εάν χρειάζεται να ελεγχθούν ξεχωριστά τα μοναδιαία δείγματα αντί του μεικτού δείγματος, η ποσότητα των μοναδιαίων δειγμάτων υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τις ίδιες παραπάνω παραμέτρους. Ο αριθμός των μοναδιαίων δειγμάτων που λαμβάνονται για το σχηματισμό του μεικτού δείγματος γίνεται με βάση προηγούμενη εμπειρία που αποκτήθηκε από δειγματοληψία παρόμοιων αδρανών που προέρχονται από παρόμοιες διαδικασίες παραγωγής. Η εμπειρία έδειξε ότι είναι προτιμότερο να είναι από καταγεγραμμένα αποτελέσματα πειραμάτων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 – Συνιστάται η ελάχιστη μάζα του μεικτού δείγματος να υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$M = 6 \times \sqrt{D} \times P_b$$

Όπου:

M είναι η μάζα του δείγματος, σε kg,

D είναι το μέγιστο μέγεθος κόκκου, σε mm,

$P_{(bulk)}$ είναι η φαινόμενη πυκνότητα χαλαρής μάζας, σε Mg/m^3 .

7.2.1.4. Σχεδιασμός δειγματοληψίας

Ο σχεδιασμός της δειγματοληψίας πρέπει να γίνεται πριν από τη δειγματοληψία λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος του αδρανούς, τη φύση και το μέγεθος της παρτίδας που ελέγχεται, τις τοπικές συνθήκες και τους σκοπούς της δειγματοληψίας και πρέπει να περιλαμβάνει:

- I. Τον τύπο των αδρανών,
- II. Τον καθορισμό των σημείων από τα οποία θα ληφθεί το δείγμα,
- III. Την προσέγγιση της μάζας των μοναδιαίων δειγμάτων (ποσότητα),
- IV. Τον αριθμό των μοναδιαίων δειγμάτων,
- V. Τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί για τη δειγματοληψία,
- VI. Τις μεθόδους δειγματοληψίας και μείωση του δείγματος με αναφορά στις παραγράφους αυτής της προδιαγραφής,
- VII. Τη σήμανση, τη συσκευασία και την αποστολή των δειγμάτων.

7.2.1.5. Συσκευές

Στο παράρτημα Α δίνονται γενικές οδηγίες για τις συσκευές που θα χρησιμοποιούνται για τη δειγματοληψία.

Σε όλες τις περιπτώσεις το πλάτος ή η διάμετρος w του ανοίγματος των συσκευών που χρησιμοποιούνται στη δειγματοληψία δεν θα είναι μικρότερο από το τριπλάσιο του ανώτερου μεγέθους του αδρανούς υλικού της παρτίδας και σε καμία περίπτωση μικρότερο από 10mm.

7.2.1.6. Διαδικασίες δειγματοληψίας

7.2.1.6.1. Γενικά

Θα ακολουθούνται κανόνες για την ασφάλεια και την εργονομία

Σημείωση 1 - Τα αδρανή προτιμάται να λαμβάνονται από σταματημένη μεταφορική ταινία ή από τη ροή του υλικού. Τα μοναδιαία δείγματα πρέπει να λαμβάνονται σε κανονικά χρονικά διαστήματα κατά την περίοδο που η παρτίδα είναι σε κίνηση.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 - Όταν η δειγματοληψία γίνεται από αποθηκευτικούς σωρούς είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί η αρχή της τυχαίας λήψης μοναδιαίων δειγμάτων από όλα τα τμήματα της παρτίδας, επειδή ο διαχωρισμός μπορεί να οδηγήσει τη δειγματοληψία στην παραγωγή εσφαλμένων αποτελεσμάτων. Συνεπώς η μέθοδος αυτή πρέπει να αποφεύγεται όταν είναι δυνατόν.

Η δειγματοληψία ενός αδρανούς μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα αποτελέσματα των δοκιμών στις οποίες θα υποβληθεί ένα δείγμα. Τα στιγμιαία δείγματα θα πρέπει να είναι τυχαία και κατανομημένα σε όλα τα σημεία της εξεταζόμενης παρτίδας. Τα στιγμιαία δείγματα θα πρέπει να ανακατεύονται και έτσι να αποτελούν το συνολικό εργοταξιακό δείγμα. Ανάλογα με το μέγεθος του μέγιστου κόκκου καθώς και τη θέση ή πηγή της δειγματοληψίας (σωροί, αποθήκες, μεταφορική ταινία, φορτηγά, πλοία κλπ) πρέπει να ακολουθείται διαφορετική διαδικασία.

7.2.1.6.2. Δειγματοληψία από σταματημένες μεταφορικές ταινίες.

Όλα τα μοναδιαία δείγματα πρέπει να παίρνονται από το ίδιο σημείο. Για κάθε μοναδιαίο δείγμα το υλικό θα λαμβάνεται από όλη τη διατομή της ταινίας.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 – Η δειγματοληψία πρέπει να αρχίζει μόνο από προκαταρκτική λειτουργία της ταινίας για να εξασφαλιστεί ότι οι πιθανές ανωμαλίες στην προώθηση του υλικού δεν προκαλούν λανθασμένο δείγμα.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 – Το πλαίσιο δειγματοληψίας (βλέπε σχήμα A.4) θα πρέπει να τοποθετείται επάνω στην ταινία για να διαχωρίζει το υλικό που πρόκειται να αποτελέσει το μοναδιαίο δείγμα στο σημείο της δειγματοληψίας. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί φτυάρι ή μεταλλική λάμα για το διαχωρισμό του μοναδιαίου δείγματος και στα δύο άκρα από το υλικό που παραμένει στην ταινία. Η περιοχή του μοναδιαίου δείγματος πρέπει να έχει μήκος τριπλάσιο από το πλάτος ροής του υλικού ή να έχει ελάχιστη μάζα που υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση που δίνεται παραπάνω.

7.2.1.6.3. Δειγματοληψία σε σημεία εκφόρτωσης ταινίας και χοάνης.

Η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας γίνεται η δειγματοληψία πρέπει να χωρίζεται σε ίσα χρονικά διαστήματα και το μοναδιαίο δείγμα να λαμβάνεται στη μέση κάθε διαστήματος. Το μοναδιαίο δείγμα πρέπει να λαμβάνεται με πέρασμα του δοχείου δειγματοληψίας (βλέπε σχήμα Α.5) ανάμεσα από τη ροή εκφόρτωσης με ομοιόμορφη κίνησης ώστε να εξασφαλίζεται η λήψη όλης της διατομής της ροής του υλικού.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1- Οι μηχανικές συσκευές είναι τα πιο πρακτικά μέσα για τη λήψη δείγματος από σημεία εκφόρτωσης ταινίας και χοάνης. Η χειρωνακτική δειγματοληψία πρέπει να αποφεύγεται αν είναι δυνατόν, για την αποφυγή σφαλμάτων και για λόγους ασφάλειας.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2- Η δειγματοληψία πρέπει να ξεκινάει όταν είναι απαραίτητο, μόνο μετά από προκαταρκτική λειτουργία ώστε να εξασφαλίζεται ότι πιθανές ανωμαλίες στο πέρασμα του δοχείου δειγματοληψίας δεν προκαλούν λήψη λανθασμένου δείγματος.

7.2.1.6.4. Δειγματοληψία αδρανών που μεταφέρονται με πίεση αέρα.

Η δειγματοληψία αδρανών που μεταφέρονται με πεπιεσμένο αέρα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την δειγματοληψία σε σημεία εκφόρτωσης ταινίας και χοάνης και με εξοπλισμό δειγματοληψίας που έχει εγκατασταθεί από τον παραγωγό. Ο εξοπλισμός δειγματοληψίας ο οποίος βασίζεται σε βοηθητική παράκαμψη, πρέπει να σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε η συνολική ροή του αδρανούς, να μπορεί να διακόπτεται ώστε να σχηματίζεται μοναδιαίο δείγμα μέσα στην παράκαμψη.

7.2.1.6.5. Δειγματοληψία συσκευασμένων αδρανών

Όταν το αδρανές είναι σε σάκους, δοχεία ή άλλους μικρούς υποδοχείς το μεικτό δείγμα πρέπει να σχηματίζεται με τυχαία επιλογή αριθμού συσκευασιών.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ – Μπορεί να λαμβάνεται σαν μοναδιαίο δείγμα μία συσκευασία ή ο αιχμηρός σωλήνας δειγματοληψίας (βλέπε σχήμα Α.7) που χρησιμοποιείται για τη λήψη ενός μοναδιαίου δείγματος από κάθε συσκευασία που έχει επιλεγεί.

Η τυχαία επιλογή συσκευασιών μπορεί να γίνεται, όταν είναι δυνατόν, είτε με επιλογή συσκευασιών σε τυχαίο χρόνο, καθώς αυτές περνούν από το σημείο δειγματοληψίας που έχει επιλεγεί κατά τη διάρκεια της φόρτωσης ή εκφόρτωσης, είτε με αρίθμηση όλων των συσκευασιών και επιλογή τυχαίων αριθμών.

7.2.1.6.6. Δειγματοληψία υλικού σε μεταφορικό κάδο, φορτωτή ή αρπάγη.

Κάθε μοναδιαίο δείγμα πρέπει να αποτελείται από όλο το περιεχόμενο της αρπάγης του κάδου ή του φορτωτή.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ – Όταν ο τρόπος αυτός δίνει πολύ μεγάλο μοναδιαίο δείγμα αυτό πρέπει να μειώνεται με μια από τις μεθόδους που περιγράφονται στη παρακάτω παράγραφο (μείωση δείγματος) ή να εκφορτώνεται έτσι ώστε να σχηματιστεί ένας μικρός σωρός και να λαμβάνεται δείγμα σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.1.6.8.

7.2.1.6.7. Δειγματοληψία από σιλό

Η δειγματοληψία στην έξοδο πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.1.6.3. Το σιλό πρέπει να ανοίγεται ικανοποιητικά για να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη ροή υλικού χωρίς απόμειξη (διαχωρισμός κατά μέγεθος). Αυτό απαιτεί άνοιγμα το λιγότερο τριπλάσιο της διαμέτρου του μέγιστου κόκκου. Για αδρανή με ελάχιστο μέγεθος 32mm απαιτείται άνοιγμα τουλάχιστο 200mm.

7.2.1.6.8. Δειγματοληψία από σωρούς

Θα παίρνονται μοναδιαία δείγματα περίπου ίσου μεγέθους από διαφορετικά σημεία σε διαφορετικά ύψη ή βάθη, κατανεμημένα σε όλο το σωρό. Η θέση και ο αριθμός των μοναδιαίων δειγμάτων πρέπει να καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο με τον οποίο σχηματίστηκε ο σωρός, το σχήμα του και την πιθανότητα διαχωρισμού (απόμειξη) μέσα στο σωρό. Το μοναδιαίο δείγμα θα λαμβάνεται με σέσουλα (βλέπε σχήμα A.1 ή A.2), φτυάρι (βλέπε σχήμα A.3) ή αιχμηρό σωλήνα (βλέπε σχήμα A.7), από το βαθύτερο σημείο κάθε θέσης δειγματοληψίας.

7.2.1.6.9. Δειγματοληψία από σιδηροδρομικά βαγόνια, φορτηγά και καράβια

Δειγματοληψία κλάσματος αδρανούς και λεπτόκοκκου αδρανούς ελεύθερης ροής από φορτηγά μπορεί να γίνει όπως περιγράφεται στην παράγραφο 7.2.1.6.8. Δειγματοληψία λεπτόκοκκου αδρανούς από φορτηγά μπορεί να γίνει με τη χρήση δειγματοληπτικού σωλήνα (βλέπε σχήμα A.6). Κάθε μοναδιαίο δείγμα λαμβάνεται εισάγοντας το σωλήνα κατακόρυφα σε όλο το βάθος του αδρανούς. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να μην είναι δυνατή η κανονική δειγματοληψία από σιδηροδρομικά βαγόνια, φορτηγά ή καράβια. Η δειγματοληψία πρέπει να γίνει, όποτε είναι δυνατόν, κατά τη διάρκεια της φόρτωσης ή εκφόρτωσης σύμφωνα με τους παραγράφους 7.2.1.6.2., 7.2.1.6.3 ή 7.2.1.6.6. Μόνον όταν δεν είναι δυνατόν,

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

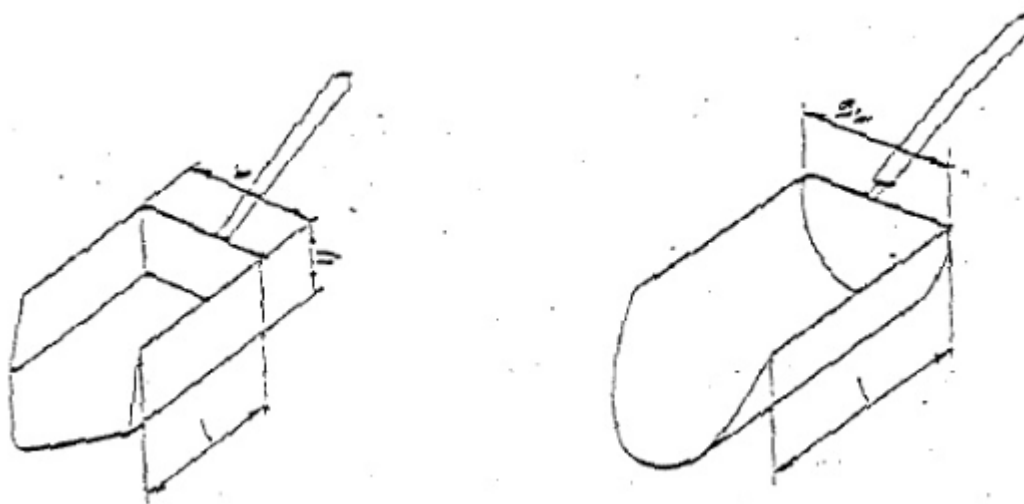
τα αδρανή πρέπει να εκφορτώνονται για να σχηματίσουν σωρούς και να γίνει η δειγματοληψία σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.1.6.8.

Παράρτημα Α

Παράδειγμα συσκευών δειγματοληψίας και μείωση δείγματος

A.1. & A.2. Σέσουλα

Απαιτήσεις για τις διαστάσεις δίνονται στην παράγραφο 7.2.1.5

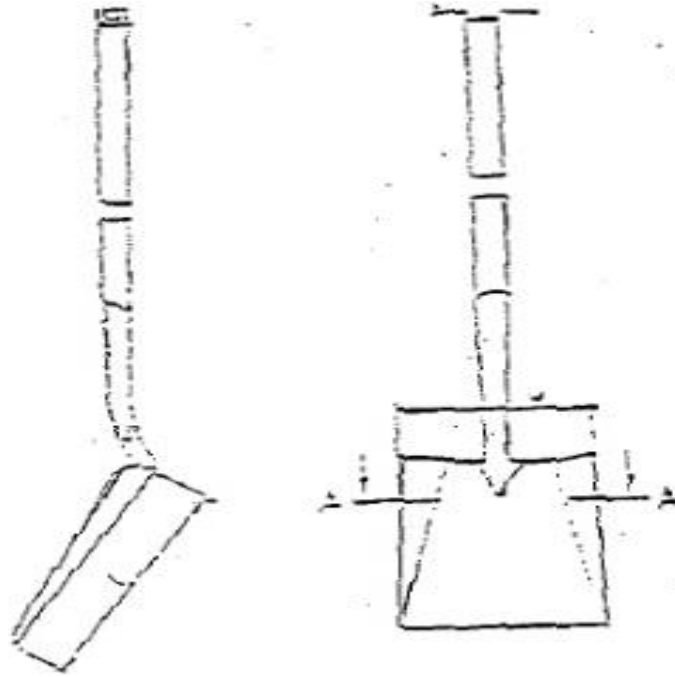


Σχήμα Α.1. Παράδειγμα σέσουλας με ορθογωνιακή διατομή.

Σχήμα Α.2. Παράδειγμα σέσουλας με κυκλική διατομή.

A.3 Φτυάρι

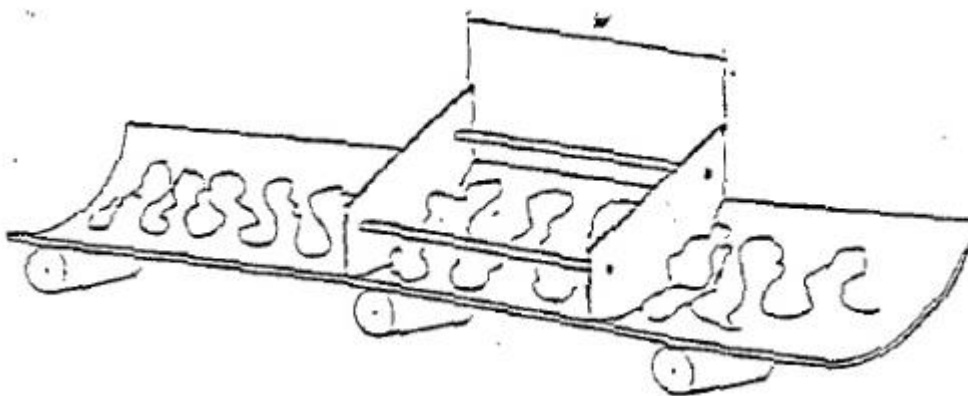
Απαιτήσεις για τις διαστάσεις δίνονται στην παράγραφο 7.2.1.5.



Σχήμα Α.3. Παράδειγμα φτυαριού

Α.4 Πλαίσιο δειγματοληψίας

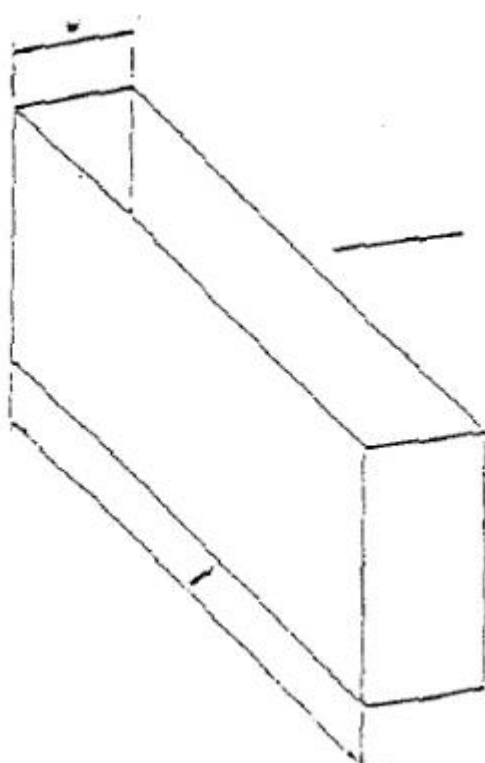
Οι πλευρές του πλαισίου δειγματοληψίας είναι παράλληλες, το σχήμα τους εφαρμόζει στη μεταφορική ταινία και το μήκος τους είναι ίσο κατά προσέγγιση με το πλάτος της ταινίας. Οι πλευρές του πλαισίου δειγματοληψίας είναι υψηλές για να μη διαφεύγουν κόκκοι έξω από το πλαίσιο. Το άνοιγμα w είναι τουλάχιστο τρεις φορές μεγαλύτερο από το μέγεθος από το μέγεθος του μέγιστου κόκκου.



Σχήμα Α.4. Παράδειγμα πλαισίου δειγματοληψίας.

A.5 Δοχείο δειγματοληψίας

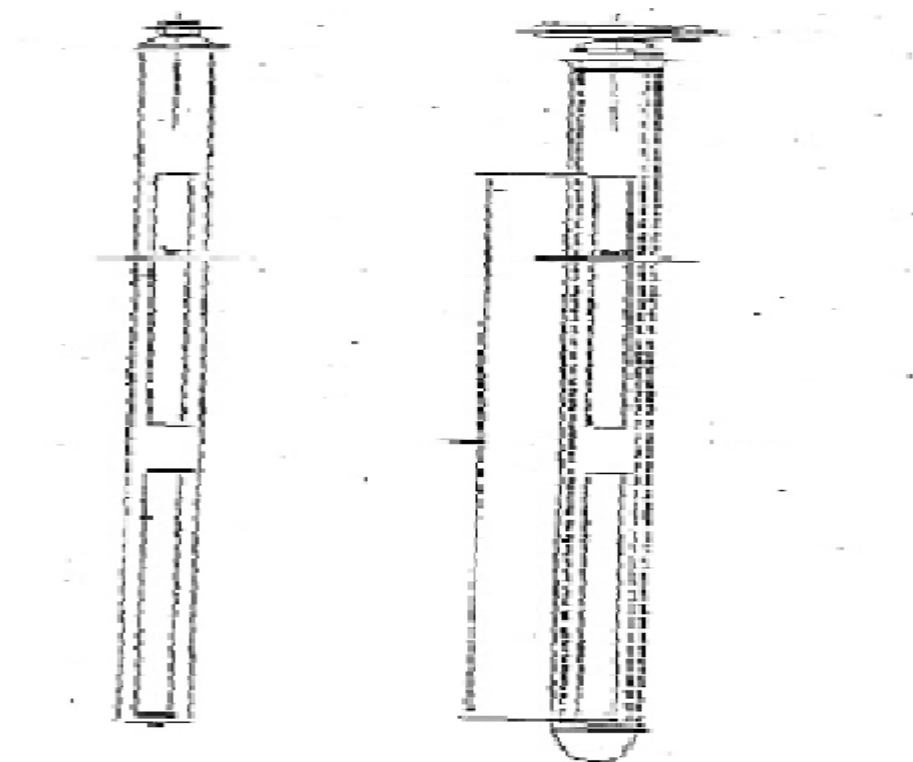
Οι πλευρές του δοχείου δειγματοληψίας είναι κατακόρυφες και οι απέναντι πλευρές παράλληλες. Τα χείλη του δοχείου είναι στρογγυλεμένα. Η χωρητικότητα του δοχείου δειγματοληψίας είναι τέτοια ώστε να μη γεμίζει περισσότερο από τη μέση με ένα μοναδιαίο δείγμα. Το πλάτος w του ανοίγματος πρέπει να είναι σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.1.5. Το μήκος L του ανοίγματος να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να επιτρέπει τη διακοπή της ροής του υλικού και το ύψος του δοχείου δειγματοληψίας να είναι τέτοιο ώστε να μη χάνονται κόκκοι.



Σχήμα A.5. Παράδειγμα δοχείου δειγματοληψίας

A.6 Σωλήνας δειγματοληψίας

Ο σωλήνας δειγματοληψίας αποτελείται από δύο σωλήνες ο ένας μέσα στον άλλον. Οι δύο σωλήνες δειγματοληψίας έχουν άνοιγμα σε όλο το μήκος τους έτσι ώστε όταν στρέφονται ο ένας σε σχέση με τον άλλο, τα αδρανή να οδηγούνται μέσα στον σωλήνα δειγματοληψίας και να παγιδεύονται.

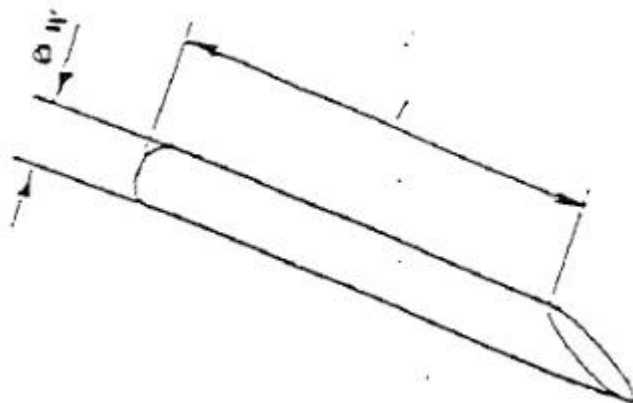


Σχήμα Α.6. Παράδειγμα σωλήνα δειγματοληψίας

Το μήκος του σωλήνα δειγματοληψίας είναι μεταξύ 1m και 2m. Η διάμετρος του εσωτερικού και εξωτερικού σωλήνα πρέπει να είναι σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.1.5. Το πάχος των τοιχωμάτων πρέπει είναι τέτοιο ώστε να είναι ανθεκτικό και σε κανονική χρήση να μη παραμορφώνονται.

A.7 Αιχμηρός σωλήνας

Ο αιχμηρός σωλήνας είναι μακρύς, λείος με το μπροστινό άκρο ελλειπτικά κομμένο. Όταν χρησιμοποιείται για τη λήψη δείγματος από σωρούς, το μήκος του πρέπει να είναι μεταξύ 1m και 2m. Η εσωτερική διάμετρος w πρέπει να είναι σύμφωνα με την παράγραφο 7.2.1.5. Για δειγματοληψίες από συσκευασμένα αδρανή, ο αιχμηρός σωλήνας πρέπει να είναι μακρύς για να μπορεί να φθάσει όλο το υλικό της συσκευασίας.



Σχήμα Α.7. Παράδειγμα αιχμηρού σωλήνα

7.2.2. Μέθοδοι μείωσης εργαστηριακών δειγμάτων CYS EN 932-2

7.2.2.1. Γενικά

Η δοκιμή προηγείται του συνόλου των δοκιμών. Δεν προσδιορίζει ιδιότητα αλλά θέτει όρους για την μείωση της ποσότητας του εργοταξιακού δείγματος και την λήψη αντιπροσωπευτικών εργαστηριακών δειγμάτων για την διεξαγωγή δοκιμών

Η διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο 7.2.2.2. προτιμάτε για την προετοιμασία των εργαστηριακών δειγμάτων από μεικτά δείγματα αδρανών. Οι διαδικασίες που περιγράφονται στις παραγράφους 7.2.2.4, 7.2.2.5. και 7.2.2.6. μπορεί να χρησιμοποιούνται όταν οι άλλες μέθοδοι δεν είναι κατάλληλες ή όταν δεν είναι διαθέσιμες οι απαιτούμενες συσκευές. Μπορεί επίσης να συνδυάζονται διάφοροι μέθοδοι μείωσης για παράδειγμα, τετραμερισμός για τα αρχικά στάδια και στη συνέχεια μείωση με μηχανικό διαχωριστή. Επίσης είναι αναγκαίο, το μεικτό δείγμα να φέρεται σε κατάσταση ελεύθερης ροής αλλά όχι σε τόσο ξηρή κατάσταση που θα έχει σαν αποτέλεσμα να χαθούν τα λεπτά κλάσματα ή να δημιουργηθούν συσσωματώματα. Για ανάμιξη και άλλες εργασίες που χρειάζεται επιφάνεια εργασίας χρησιμοποιείται μια καθαρή επίπεδη σκληρή επιφάνεια (βλέπε εικ.7.2).



Εικόνα 7.1. Επίπεδη (σκληρή) επιφάνεια για ανάμειξη και άλλες εργασίες.

7.2.2.2. Μείωση μεικτού (ποσότητα) δείγματος με μηχανικό διαχωριστή

Τοποθετείται το μεικτό δείγμα σε ένα δοχείο του μηχανικού διαχωριστή (βλέπε εικ 7.2) και τοποθετούνται οι δύο υποδοχείς του μηχανικού διαχωριστή στη θέση τους. Ρίχνοντας τα αδρανή από τη μεγάλη πλευρά του δοχείου στο κέντρο του μηχανικού διαχωριστή. Απομακρύνονται τα αδρανή που πέφτουν στον έναν από τους δύο υποδοχείς του μηχανικού διαχωριστή. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσες είναι αναγκαίο για να επιτευχθεί το απαιτούμενη ποσότητα του εργαστηριακού δείγματος. Εάν το μεικτό δείγμα είναι πολύ μεγάλο για να χωρέσει μέσα στο δοχείο του μηχανικού διαχωριστή, χωρίζεται σε μερικά δείγματα τα οποία είναι αρκετά μικρά μειώνεται κάθε ένα από αυτά με τον ίδιο αριθμό διαχωριστικών σταδίων και στη συνέχεια ενώνονται τα μειωμένα μερικά δείγματα.



Εικόνα 7.2. Μηχανικός διαχωριστής χονδρόκοκκων αδρανών

7.2.2.3. Μείωση των μοναδιαίων δειγμάτων με μηχανικό διαχωριστή

Όταν τα μοναδιαία δείγματα φυλάσσονται χωριστά χρησιμοποιείται η διαδικασία που περιγράφεται στη παράγραφο 7.2.2.2 για τη μείωση κάθε μοναδιαίου δείγματος με τον ίδιο αριθμό διαχωριστικών σταδίων. Εάν απαιτείται, ενώνονται τα μειωμένα μοναδιαία δείγματα για να σχηματίσουν το εργαστηριακό δείγμα.

7.2.2.4. Μείωση μεικτού δείγματος με τετραμερισμό

Τοποθετείται το μεικτό δείγμα στην επίπεδη σκληρή επιφάνεια (βλέπε εικ. 7.1) εργασίας και ανακατεύεται προσεκτικά ώστε να σχηματίσει κώνο. Στη συνέχεια αναποδογυρίζεται με το φτυάρι για να σχηματίσει νέο κώνο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται τρεις φορές και όταν σχηματίζονται οι κώνοι, η κάθε φτυαριά ρίχνεται στην κορυφή του κώνου έτσι ώστε το αδρανές να κυλά προς τα κάτω από όλες τις πλευρές του κώνου και οι κόκκοι να ανακατεύονται καλά. Επιπεδώνεται ο τελευταίος κώνος βάζοντας το φτυάρι κάθετα στην κορυφή του κώνου πολλές φορές μέχρι να σχηματιστεί ένας επίπεδος σωρός ομοιόμορφου πάχους και διαμέτρου. Ο επίπεδος σωρός διαιρείται σε τέσσερα μέρη με τη βοήθεια δύο διαγωνίων κάθετων μεταξύ τους (βλέπε εικ. 7.3) Τα δύο απέναντι τέταρτα απομακρύνονται και ανακατεύονται τα άλλα δυο για να σχηματίσουν σωρό.



Εικόνα 7.3. Μείωση δείγματος με τετραμερισμό

Οι εργασίες ανακατέματος και διαχωρισμού σε τέσσερα μέρη επαναλαμβάνονται μέχρι να επιτευχθεί το ζητούμενο μέγεθος εργαστηριακού δείγματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ – Η χρήση λάμας ή σταυρού τετραμερισμού από ξύλο ή μέταλλο που να μπορεί να εισχωρήσει ανάμεσα στο σωρό, διευκολύνει τον τετραμερισμό ιδίως όταν το υλικό έχει την τάση να διαχωριστεί εκλεκτικά κατά μέγεθος (απόμειξη).

7.2.2.5. Μείωση μοναδιαίου δείγματος με τετραμερισμό

Όταν τα μοναδιαία δείγματα φυλάσσονται χωριστά χρησιμοποιείται η διαδικασία που περιγράφεται στη παράγραφο 7.2.2.4 για τη μείωση κάθε μοναδιαίου δείγματος με τον ίδιο αριθμό τετραμερισμών και αναμίξεων. Εάν απαιτείται, ενώνονται τα μειωμένα μοναδιαία δείγματα για να σχηματίσουν το εργαστηριακό δείγμα.

7.2.2.6. Μείωση δείγματος με κλασματικό φτυάρισμα

Το κλασματικό φτυάρισμα είναι μέθοδος μείωσης δείγματος με την οποία το μεικτό δείγμα χωρίζεται σε αριθμό μερικών δειγμάτων κατά προσέγγιση ίσης μάζας, από τα οποία ένα (ή περισσότερα) θεωρείται στη συνέχεια σαν εργαστηριακό δείγμα. Προσδιορίζεται κατά προσέγγιση η μάζα m (kg) του μεικτού δείγματος και ο αριθμός n των μερικών δειγμάτων στον οποίο θα μειωθεί το μεικτό δείγμα. Χρησιμοποιείται φτυάρι που χωρεί μάζα m (σε kg) $m : 30 \times n$ του αδρανούς. Λαμβάνονται φτυαριές από το μεικτό δείγμα και προσθέτονται με τη σειρά σε κάθε ένα από τα n μερικά δείγματα μέχρι να χρησιμοποιηθεί ολόκληρο το μεικτό δείγμα.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ – Στο κλασματικό φτυάρισμα ως φτυάρι μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε όργανο που μπορεί να σηκώσει το αδρανές από την τράπεζα εργασίας.

Με τη χρήση τυχαίων αριθμών συλλέγεται τυχαία το μερικό δείγμα ή τα μερικά δείγματα που πρέπει θα κρατηθούν.

7.3. Γεωμετρικές Ιδιότητες Αδρανών Υλικών

Στη ενότητα 7.3 περιγράφονται οι εργαστηριακές δοκιμές σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εργαστηριακών δοκιμών CYS EN 932 για την εύρεση των κυριότερων γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών υλικών. Αρχικά περιγράφεται η εργαστηριακή δοκιμή προσδιορισμού μεγέθους των αδρανών, στην συνέχεια περιγράφεται ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής διαβάθμισης των αδρανών υλικών. Ακολουθεί ο προσδιορισμός της μορφής των κόκκων-Δείκτης πλακοειδούς και τέλος ο προσδιορισμός ποιότητας της παιπάλης-Μπλε του μεθυλενίου.

7.3.1. Μέγεθος αδρανών 933-1

Όλα τα αδρανή πρέπει να περιγράφονται σύμφωνα με την σχέση d/D όπου: D ο μέγιστος κόκκος και d ο μικρότερος κόκκος του κοκκομετρικού κλάσματος που πρόκειται να παραχθεί. Τα μεγέθη των αδρανών πρέπει να είναι συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας ζευγάρια κοσκίνων από την βασική σειρά ή από την βασική σειρά και την σειρά 1 ή από την βασική σειρά και την βασική σειρά 2 σύμφωνα με τον Πίνακα 7.2. Ο συνδυασμός κοσκίνων από τη σειρά 1 και τη σειρά 2 δεν είναι επιτρεπτός. Επίσης για τα χονδρόκοκκα αδρανή ο λόγος D/d δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 1.4

Πίνακας 7.2. Σειρές κοσκίνων για τον προσδιορισμό του μεγέθους των αδρανών

Βασική σειρά (mm)	Βασική σειρά + σειρά 1 (mm)	Βασική σειρά + σειρά 2 (mm)
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	5.6(5)	-
-	-	6.3(6)
8	8	8
-	-	10
-	11.2(11)	-
-	-	12.5(12)
-	-	14
16	16	16
-	-	20
-	22.4(22)	-

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

31.5(32)	31.5(32)	31.5(32)
-	-	40
-	45	-
63	63	63
Σημείωση : Τα μεγέθη που είναι στην παρένθεση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως απλουστευμένη περιγραφή του μεγέθους.		

7.3.2. Κοκκομετρική διαβάθμιση CYS EN 933-1

7.3.2.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την μέθοδο προσδιορισμού της κατανομής του μεγέθους των κόκκων των αδρανών υλικών με εργαστηριακά κόσκινα. Εφαρμόζεται σε φυσικά ή θραυστά αδρανή, με μέγιστο ονομαστικό μέγεθος 63mm. Στην παιπάλη δεν εφαρμόζεται.

7.3.2.2. Αρχή της μεθόδου

Με την μέθοδο αυτή ένα υλικό διαχωρίζεται με την βοήθεια μίας σειράς κοσκίνων, σε κλάσματα με μέγεθος κόκκου που μικραίνει από πάνω προς τα κάτω. Το μέγεθος του ανοίγματος και ο αριθμός των κοσκίνων επιλέγεται με βάση το μέγεθος των αδρανών σύμφωνα με το πίνακα 7.3. Η μέθοδος περιλαμβάνει έκπλυση του υλικού και στην συνέχεια κοσκίνισμα εν ξερό. Η μάζα των κόκκων που συγκρατείται στα διάφορα κόσκινα συγκρίνεται με την αρχική ξηρή μάζα του υλικού. Το συνολικό διερχόμενο επί τοις εκατό ποσοστό του υλικού από κάθε κόσκινο δίνεται αριθμητικά και όταν ζητείται, απεικονίζεται και σε γραφική παράσταση.

Πίνακας 7.3. Γενικές απαιτήσεις ταξινόμησης

Αδρανή	Μέγεθος	Ποσοστιαία διερχόμενη μάζα %				
		2D	1.4D	D	d	d/2
Σκύρα	D/d≤2 ή D≤11.2mm	100	98 έως 100	85 έως 99	0 έως 20	0 έως 5
	D/d>2 και D>11.2	100	98 έως 100	90 έως 99	0 έως 15	0 έως 5
Άμμος	D≤4mm και d=0	100	95 έως 100	85 έως 99	-	-
Διαβαθμισμένο μείγμα	D≤45mm και d=0	100	98 έως 100	90 έως 99	-	-

7.3.2.3. Συσκευές

1. Κόσκινα,
2. Υποδοχέας και καπάκι,
3. Φούρνος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Ελέγχεται με θερμοστάτη έτσι ώστε να διατηρεί θερμοκρασία $110\pm^{\circ}\text{C}$. Αντί του φούρνου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση των αδρανών άλλος κατάλληλος εξοπλισμός με την προϋπόθεση ότι δε θα προκληθεί αλλοίωση του μεγέθους των κόκκων του αδρανούς,
4. Εξοπλισμός για την έκπλυση,
5. Ζυγοί, με ακρίβεια $\pm 0.1\%$ της μάζας του δείγματος δοκιμής και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προτύπου EN 932-5,
6. Ταψιά, βούρτσες,
7. Μηχανική κοσκινίστρα (προαιρετικά).

7.3.2.4. Προετοιμασία δοκιμής δείγματος

Λαμβάνεται δείγμα αδρανούς και μειώνεται σε μέγεθος δείγματος δοκιμής σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφει το πρότυπο EN 932-2.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ – Εάν το δείγμα περιέχει σημαντική ποσότητα λεπτόκοκκου υλικού τότε πρέπει πριν από την μείωση να γίνει διαβροχή του δείγματος αδρανούς, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο διαχωρισμός και η απώλεια του υλικού.

Η μάζα του δείγματος δοκιμής για αδρανή με πυκνότητα μεταξύ 2.4 Mg/m^3 και 3.0 Mg/m^3 δίνεται στον πίνακα 7.4.

Πίνακας 7.4. Μάζα δείγματος για (φυσικά ή θραυστά) αδρανή

Μέγιστος κόκκος αδρανούς D mm	Μάζα δείγματος δοκιμής (ελάχιστη) kg
63	40
32	10
16	2.6
8	0.6
≤4	0.2

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 – Για αδρανή με μέγιστο κόκκο άλλου μεγέθους, η μάζα του δείγματος δοκιμής θα είναι ίση προς αυτή που αντιστοιχεί στο αμέσως μεγαλύτερο μέγεθος κόκκου του πίνακα 7.4

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 – Εάν η μάζα του δείγματος δοκιμής διαφέρει από αυτήν που ορίζει ο πίνακας 7.4, τότε και η κοκκομετρική διαβάθμιση που προκύπτει δεν είναι σύμφωνη με την προδιαγραφή και πρέπει να αναφέρεται στην έκθεση δοκιμής.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 3 –Για αδρανή με πυκνότητα κόκκων μικρότερη από 2.4 Mg/m^3 ή μεγαλύτερη από 3.0 Mg/m^3 πρέπει να γίνεται μια κατάλληλη διόρθωση στις μάζες του δείγματος δοκιμής του πίνακα 7.4 Η διόρθωση θα βασίζεται στο λόγο των πυκνοτήτων κατά τρόπο ώστε να προκύπτει δείγμα δοκιμής ίσου όγκου με αυτόν που θα είχαν αδρανή κανονικής πυκνότητας.

Η μείωση του αρχικού δείγματος θα είναι τέτοια ώστε τελικά να λαμβάνεται η μάζα δείγματος δοκιμής μεγαλύτερη αλλά όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην ελάχιστη μάζα που υποδεικνύει ο πίνακας 7.4. Το δείγμα δοκιμής ξηραίνεται στους $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερής μάζας. Αφήνεται να κρυώσει, ζυγίζεται και καταγράφεται η μάζα του ως M_1 .

7.3.2.5. Διαδικασία

7.3.2.5.1. Έκπλυση

Το δείγμα (δοκιμής) τοποθετείται σε δοχείο όπου προστίθεται νερό σε ποσότητα τόση που να σκεπάσει το αδρανές.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1- Συνιστάται η παραμονή του δείγματος στο νερό 24 ώρες ώστε να διαλυθούν οι σβόλοι. Επιτρέπεται η χρήση κατάλληλων πρόσθετων ουσιών ως μέσων διασποράς που να μην αλλοιώνουν τη γεωμετρία των κόκκων του δείγματος.

Το δείγμα αναδεύεται με δύναμη έτσι ώστε να προκύψει πλήρης διαχωρισμός και διασπορά των λεπτών κόκκων.

Σε κόσκινο με άνοιγμα $63\mu\text{m}$ (βλέπε εικ. 7.4) που χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για τη δοκιμή αυτή και του οποίου διαβρέχονται αρχικά οι δύο του πλευρές, προσαρμόζεται από πάνω άλλο προστατευτικό κόσκινο με άνοιγμα 1mm ή 2mm . Τα δύο κόσκινα τοποθετούνται έτσι ώστε το κόσκινο των $63\mu\text{m}$ να μην φράσει ή για την προστασία του (εύθραυστο) από τα μεγαλύτερα τεμάχια. Το διερχόμενο αιώρημα είτε αποχετεύεται είτε συλλέγεται σε κατάλληλο υποδοχέα. Το περιεχόμενο του δοχείου (νερό δείγμα) αδειάζετε στο προστατευτικό κόσκινο και γίνεται έκπλυση με νερό. Η έκπλυση συνεχίζεται μέχρις ότου το νερό που περνάει από το κόσκινο των $63\mu\text{m}$ να είναι διαυγές.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2- Πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε να μην υπερφορτώνεται, υπερχειλίζει ή καταστρέφεται τόσο το κόσκινο των $63\mu\text{m}$ όσο και το προστατευτικό

κόσκινο. Σε κάποιες περιπτώσεις κρίνεται αναγκαίο να αδειάζετε επάνω στο προστατευτικό κόσκινο μόνο το αιώρημα με τούς λεπτούς κόκκους και το χονδρόκοκκο υλικό να πλένεται μέσα στο δοχείο και να συνεχίζεται η διαδικασία αυτή μέχρις ότου το νερό που περνάει από το κόσκινο των 63μm να είναι διαυγές.



Εικόνα 7.4. Έκπλυση στο κόσκινο 63 μm

Η συγκρατούμενη ποσότητα στο κόσκινο των 63 μm ξηραίνεται στους 110°C μέχρι σταθερής μάζας. Αφήνεται να κρυώσει, ζυγίζεται και καταγράφεται η μάζα του ως M_2 .

7.3.2.5.2. Ταξινόμηση κατά μέγεθος – Κοσκίνισμα

Το υλικό που έχει ήδη εκπλυθεί και ξηρανθεί τοποθετείται στο κόσκινο που βρίσκεται στην κορυφή της στήλης των κοσκίνων. Η στήλη αυτή περιλαμβάνει κόσκινα τοποθετημένα το ένα επάνω στο άλλο, με φθίνουσα σειρά μεγέθους ανοίγματος από πάνω προς τα κάτω (βλέπε εικ 7.5.). Στη στήλη προσαρμόζονται στο κάτω μέρος ο υποδοχέας του δείγματος και στο άνω μέρος το καπάκι (βλέπε εικ. 7.6.).



Εικόνα 7.5. Ταξινομημένη στήλη κοσκίων κατά φθίνουσα σειρά ανοίγματος από πάνω προς τα κάτω.

ΣΕΙΜΨΗΩΣΗ 1- Η εμπειρία έδειξε ότι η έκπλυση του υλικού δεν απομακρύνει πάντα όλη την παιπάλη. Έτσι είναι απαραίτητο στη σειρά να συμπεριλαμβάνεται και το κόσκινο 63μm.

Η στήλη σείεται χειρωνακτικά ή μηχανικά. Στη συνέχεια ένα ένα τα κόσκινα ξεχωρίζουν, αρχίζοντας από το πλέγμα με τις μεγαλύτερες βροχίδες (μέγεθος ανοίγματος) και σείεται χειρωνακτικά αφού θα είναι βέβαιο ότι δεν θα υπάρξει απώλεια υλικού χρησιμοποιώντας τον υποδοχέα δείγματος και το καπάκι. Το υλικό που διέρχεται από κάθε κόσκινο μεταφέρεται στο επόμενο κόσκινο της στήλης και συνεχίζεται η διαδικασία με το κόσκινο αυτό.



Εικόνα 7.6. Καπάκι και υποδοχέας κόσκινων

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2- Η διαδικασία κοσκίνισματος θεωρείται ολοκληρωμένη όταν το παραμένον υλικό δεν αλλάζει περισσότερο από 1.0% κατά την διάρκεια ενός λεπτού κοσκίνισης.

Για να αποφεύγεται η υπερφόρτωση των κοσκίνων, πρέπει το κλάσμα σε κάθε κόσκινο που συγκρατείται, στο τέλος της διαδικασίας κοσκίνισματος (εκφρασμένο σε g) να μην υπερβαίνει:

$$\frac{A \times \sqrt{d}}{200}$$

Όπου:

A είναι η επιφάνεια του πλέγματος του κόσκινου, σε m²

d είναι το μέγεθος ανοίγματος του κόσκινου, σε mm

Εάν κάποιο συγκρατούμενο κλάσμα υπερβαίνει αυτή την ποσότητα, τότε πρέπει να ακολουθηθεί μια από τις παρακάτω διαδικασίες:

α) Να διαχωριστεί το κλάσμα σε μικρότερες μερίδες από το μέγιστο καθορισμένο και να κοσκινιστούν αυτές η μία μετά την άλλη.

β) Να διαχωριστεί το διερχόμενο υλικό του προηγούμενου μεγαλύτερου κόσκινου με την βοήθεια διαχωριστή δείγματος ή με την μέθοδο του τετραμερισμού και τότε να συνεχιστεί η κοκκομετρική ανάλυση με το μειωμένο δείγμα. Η μείωση αυτή πρέπει να ληφθεί υπόψη στους μεταγενέστερους υπολογισμούς.

7.3.2.6. Ζύγισμα

Ζυγίζεται το παραμένον στο κόσκινο με το μεγαλύτερο άνοιγμα και καταγράφεται η μάζα του ως R_1 .

Ζυγίζεται το παραμένον στο αμέσως επόμενο κόσκινο και καταγράφεται η μάζα τους ως R_2 και με τον όμοιο τρόπο λαμβάνονται διαδοχικά οι μάζες των παραμένων υλικών κάθε κόσκινου της στήλης.

Τέλος ζυγίζεται και το υλικό που μπορεί να βρίσκεται μέσα στον υποδοχέα δείγματος και καταγράφεται η μάζα ως P .



Εικόνα 7.7. Διαδικασία ζυγίσματος

7.3.2.7. Υπολογισμοί και εκφράση αποτελεσμάτων

Καταγράφονται οι παραπάνω μάζες σε ένα φύλλο δοκιμής

Υπολογίζεται η μάζα που συγκρατείται σε κάθε κόσκινο ως επί τοις εκατό ποσοστό της αρχικής μάζας M_1 .

Υπολογίζεται το συνολικό επί τοις εκατό ποσοστό της αρχικής ξηρής μάζας που διέρχεται από κάθε κόσκινο μέχρι το κόσκινο 63μm.

Υπολογίζεται το ποσοστό του λεπτόκοκκου υλικού (f) που διέρχεται από το κόσκινο 63μm, εφαρμόζοντας την παρακάτω εξίσωση:

$$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100$$

Όπου:

M_1 η ξηρή μάζα του δείγματος δοκιμής, σε kg,

M_2 η ξηρή μάζα του συγκρατούμενου στο κόσκινο των 63 μ m, σε kg,

P η μάζα του υλικού που περνάει στον υποδοχέα μετά το κοσκίνισμα, σε kg.

7.3.2.8. Επαλήθευση αποτελεσμάτων

Εάν το άθροισμα των μαζών R_i και P διαφέρει περισσότερο από 1 % από τη μάζα M_2 , τότε η δοκιμή πρέπει να επαναληφθεί.

7.3.3. Δείκτης Πλακοειδούς CYS EN 933-3

7.3.3.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την διαδικασία προσδιορισμού του δείκτη πλακοειδούς για αδρανή υλικά και εφαρμόζεται στα αδρανή φυσικής ή τεχνητής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων και των ελαφροβαρών αδρανών.

Η προδιαγραφή αυτή δεν εφαρμόζεται σε μέγεθος τεμαχιδίων μικρότερο από 4mm ή μεγαλύτερο από 80mm.

7.3.3.2. Αρχή της μεθόδου

Η διαδικασία αποτελείται από δύο λειτουργικά κοσκινίσματα. Πρώτα, χρησιμοποιώντας κόσκινα δοκιμών διαχωρίζεται το δείγμα σε διάφορα κοκκομετρικά κλάσματα d_i/D_i , όπως δίνεται στον πίνακα 7.5.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 7.5. Ενδεικτικός πίνακας επιλογής κοσκίνων με μπάρες ανάλογα με το κοκκομετρικό κλάσμα.

Κοκκομετρικό κλάσμα d_i/D_i mm	Πλάτος διάκενου κόσκινου με μπάρες mm
63/80	$40 \pm 0,5$
50/63	$31,5 \pm 0,5$
40/50	$25 \pm 0,4$
31,5/40	$20 \pm 0,4$
25/31,5	$16 \pm 0,4$
20/25	$12,5 \pm 0,4$
16/20	$10 \pm 0,2$
12,5/16	$8 \pm 0,2$
10/12,5	$6,3 \pm 0,2$
8/10	$5 \pm 0,2$
6,3/8	$4 \pm 0,15$
5/6,3	$3,15 \pm 0,15$
4/5	$2,5 \pm 0,15$

Κάθε κοκκομετρικό κλάσμα d_i/D_i κοσκινίζεται χρησιμοποιώντας κόσκινα με μπάρες (εικ 7.8) που έχουν παράλληλα διάκενα πλάτους $D_i/2$.



Εικόνα 7.8. Κόσκινα με μπάρες

Ο συνολικός δείκτης πλακοειδούς υπολογίζεται από την συνολική μάζα των τεμαχιδίων που διέρχονται από τα κόσκινα με μπάρες εκφραζόμενος σε ποσοστό της συνολικής μάζας των τεμαχιδίων που ελέχθηκαν.



Εικόνα 7.10 : Κοκκομετρικά κλάσματα χωρισμένα σε διερχόμενα και παραμένον από τα κόσκινα με μπάρες.

Εάν απαιτείται ο δείκτης πλακοειδούς για κάθε κοκκομετρικό κλάσμα d_i/D_i τότε υπολογίζεται από την διερχόμενη μάζα των τεμαχιδίων του αντίστοιχου κόσκινου με μπάρες, εκφραζόμενο ως ποσοστό της συγκεκριμένης μάζας του κοκκομετρικού κλάσματος.

7.3.3.3. Συσκευές

Όλες οι συσκευές πρέπει να προσαρμόζονται με τις γενικές απαιτήσεις του προτύπου CYS EN 932-5.

1. Κόσκινα δοκιμής με εμβαδόν ανοίγματα, προσαρμοσμένα με το πρότυπο CYS EN 933-2 με τα ακόλουθα μεγέθη:
 - a. 80mm, 63mm, 50mm, 40mm, 31,5mm, 25mm, 20mm, 16mm, 12,5mm, 10mm, 8mm, 6,3mm, 5mm και 4mm.
2. Τα αντίστοιχα κόσκινα με μπάρες με ανοχές που δίνονται στον πίνακα 7.5. Η ανοχές διάκενο πλάτους θα πρέπει να είναι σε ολόκληρο το μήκος κάθε διάκενου.
3. Φούρνος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Ελέγχεται με θερμοστάτη έτσι ώστε να διατηρεί θερμοκρασία $110\pm^{\circ}\text{C}$. Αντί του φούρνου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση των αδρανών άλλος κατάλληλος εξοπλισμός με την προϋπόθεση ότι δε θα προκληθεί αλλοίωση του μεγέθους των κόκκων του αδρανούς
4. Ζυγοί. με ακρίβεια $\pm 0.1\%$ της μάζας του δείγματος δοκιμής.

7.3.3.4. Προετοιμασία δείγματος δοκιμής

Το δείγμα πρέπει να λαμβάνεται και να μειώνεται σύμφωνα με το πρότυπο CYS 932-2 (βλέπε 7.2.2)

Η μάζα του δείγματος δοκιμής πρέπει να είναι σύμφωνη με το πίνακα 7.4. του προτύπου CYS 933-1 (βλέπε 7.3.2).

Το δείγμα δοκιμής ξηραίνεται στους (110 ± 5) °C . Αφήνεται να κρυώσει, ζυγίζεται και καταγράφεται η μάζα ως M_0 .

7.3.3.5. Διαδικασία

7.3.3.5.1. Κοσκίνισμα σε κόσκινα δοκιμής

Χρησιμοποιώντας τα κόσκινα που ορίστηκαν στον πίνακα 7.5, κοσκινίζεται το δείγμα δοκιμής σύμφωνα με το πρότυπο CYS 933-1 (βλέπε 7.3.2).

Το δείγμα ζυγίζεται και απορρίπτονται τα τεμάχια που διέρχονται του κόσκινου 4mm και τα τεμάχια που παραμένουν στο κόσκινο 80mm. Τα τεμάχια του κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i μεταξύ 4mm και 80mm, ζυγίζονται και διατηρούνται ξεχωριστά.

7.3.3.5.2. Κοσκίνισμα σε κόσκινα με μπάρες

Κοσκινίζεται κάθε κοκκομετρικό κλάσμα d_i/D_i στο αντίστοιχο κόσκινο με μπάρες όπως δίνεται στον πίνακα 7.5.

Η συγκεκριμένη διαδικασία κοσκίνισματος θα πρέπει να εκτελείται χειρωνακτικά και να θεωρείται ολοκληρωμένη όταν το παραμένον υλικό δεν μεταβάλλεται σε μάζα περισσότερο από 1% κατά την διάρκεια 1 λεπτού κοσκίνισματος.

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία ζυγίζονται τα υλικά που διέρχονται κάθε κόσκινου με μπάρες του αντίστοιχου κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i .

7.3.3.6. Υπολογισμοί και έκφραση αποτελεσμάτων

Υπολογίζεται το άθροισμα των μαζών κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i και καταγράφεται αυτό το σύνολο ως M_1 .

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Υπολογίζεται το αθροιστικό των μαζών των τεμαχιδίων κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i που πέρασαν διαμέσου του αντίστοιχου κόσκινου με μπάρες και καταγράφεται ως M_2 .

Ο συνολικός δείκτης πλακοειδούς υπολογίζεται από τη εξίσωση:

$$FI = (M_2/M_1) \times 100$$

Όπου:

M_1 είναι το αθροιστικό των μαζών των τεμαχιδίων κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i , σε g.

M_2 είναι το αθροιστικό των μαζών των τεμαχιδίων κάθε κοκκομετρικού κλάσματος που πέρασαν διαμέσου του αντίστοιχου κόσκινου με μπάρες με άνοιγμα διάκενο πλάτους $D_i/2$, σε g.

Ο Δείκτης πλακοειδούς για κάθε κοκκομετρικό κλάσμα FI_i , υπολογίζεται από τη εξίσωση:

$$FI_i = (m_i/R_i) \times 100$$

Όπου:

R_i είναι η μάζα κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i , σε g.

m_i είναι η μάζα των τεμαχιδίων κάθε κοκκομετρικού κλάσματος που πέρασαν διαμέσου του αντίστοιχου κόσκινου με μπάρες με άνοιγμα διάκενο πλάτους $D_i/2$, σε g.

Εάν το άθροισμα των μαζών R_i μαζί με τις μάζες οποιουδήποτε κοκκομετρικού κλάσματος που απορρίφθηκε διαφέρει περισσότερο από 1 % από την μάζα M_0 , τότε η διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί χρησιμοποιώντας άλλο δείγμα δοκιμής.

7.3.4. Μπλε του Μεθυλενίου CYS EN 933-9

7.3.4.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την μέθοδο προσδιορισμού της τιμής μπλε του μεθυλενίου του κοκκομετρικού κλάσματος 0/2mm στην άμμο ή στα μεικτά διαβαθμισμένα αδρανή.

7.3.4.2. Σκοπός

Η δοκιμή μπλε του μεθυλενίου χρησιμοποιείται για τη διακρίβωση της παρουσίας αργιλικών ορυκτών στα αδρανή. Τα αργιλικά ορυκτά είναι υδρόφιλα και διογκώνονται ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε νερό. Η διογκωση αυτή έχει καταστρεπτικές συνέπειες στα ασφαλτομίγματα καθώς και στο σκυρόδεμα.

Η δοκιμή βασίζεται στην αρχή της προσρόφησης επί της ενεργής επιφάνειας των αργιλικών ορυκτών των μορίων του μπλε του μεθυλενίου. Κατά τη δοκιμή μετράται η ποσότητα του μπλε του μεθυλενίου που χρειάζεται για τη μοριακή επικάλυψη όλων των αργιλικών συστατικών των αδρανών.

7.3.4.3. Αντιδραστήρια (Διαλύματα)

- i. Διάλυμα βαφής, διάλυμα τυποποιημένης ή τεχνητής ποσότητας μπλε του μεθυλενίου (10 ± 0.1) g/L. Το μέγιστο χρονικό διάστημα χρήσης του διαλύματος θα πρέπει να είναι 28 μέρες. Πρέπει να φυλάσσεται μακριά από το φως.
- ii. Αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό.
- iii. Καολινίτη, γνωστός ως μπλε του μεθυλενίου (MB_K).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Καολινίτη της τιμής MB_K μεταξύ 1g και 2g ανά 100g του καολινίτη είναι προτιμότερο, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερβολική χρήση της βαφής.

7.3.4.4. Εξοπλισμός

- i. Προχοΐδα, με χωρητικότητα είτε 100 ml ή 50 ml και βαθμονομημένη είτε 1/10 ml ή 1/5 ml και 2 ml.
- ii. Διηθητικό χαρτί, ποσοτικό και χωρίς στάχτη (<0.010%), 95g/m², πάχος 0.20 mm, ταχύτητα διήθησης 75 sec, μέγεθος πόρων 8μm.
- iii. Γυάλινη ράβδος, μήκος 300mm, διάμετρος 8mm.
- iv. Αναδευτήρας τύπου στροβίλου, ικανός να ελέγξει μεταβλητές ταχύτητες έως και (600±60) λεπτά με 3 ή 4 πτερύγια του στροβίλου διαμέτρου (75±10)mm (βλέπε εικ. 7.10).
- v. Ζυγαριά, ακριβείας 0.1% της μάζας που ζυγίζεται
- vi. Χρονόμετρο, ικανό να διαβάσει στο 1 sec.
- vii. Κόσκινο, ανοίγματος 2mm, με προστατευτικό κόσκινο (εάν είναι απαραίτητο).
- viii. Δοχείο, γυάλινο ή πλαστικό, χωρητικότητας περίπου 1L ή 2L.
- ix. Μεγάλη φιάλη, γυάλινη, χωρητικότητας 1L.
- x. Αεριζόμενος φούρνος, θερμοστατικά ελεγχόμενος να διατηρεί τη θερμοκρασία στους (110±5)°C.
- xi. Θερμόμετρο, αναγνώσιμο στους 1°C.
- xii. Σπάτουλα ή μυστρί.
- xiii. Ξηραντήρα.



Εικόνα 7.9. Αναδευτήρας τύπου στρόβιλου και σκόνη μπλέ του μεθυλενίου

7.3.4.5. Προετοιμασία των δειγμάτων της δοκιμής

Τα εργαστηριακά δείγματα θα πρέπει να μειώνονται σύμφωνα με το EN 932-2 για να παραχθεί ένα επιμέρους δείγμα που να περιέχει τουλάχιστον 200g από 0/2mm μέγεθος κόκκων.

Ξηραίνουμε το επιμέρους δείγμα στους $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ μέχρι να γίνει σταθερή μάζα και το αφήνουμε να κρυώσει.

Κοσκινίζουμε το ξηρό επιμέρους δείγμα σε ένα κόσκινο 2mm το οποίο προστατεύεται εάν είναι απαραίτητο από ένα προστατευτικό κόσκινο, και χρησιμοποιούμε μία βούρτσα ή ένα πινέλο κοσκινίσματος για να εξασφαλίσουμε τον αποτελεσματικό διαχωρισμό και συλλογή όλων των σωματιδίων του τμήματος 0/2mm.

Απορρίπτουμε τυχόν σωματίδια που παραμένουν στο κόσκινο 2mm και, εάν είναι απαραίτητο, μειώνουμε το δείγμα που διέρχεται από το κόσκινο 2mm σύμφωνα με το EN 932-2 έτσι ώστε να αποκτήσουμε ένα δείγμα δοκιμής μάζας τουλάχιστον 200g. Ζυγίζουμε το δείγμα που προέκυψε για τη δοκιμή και καταγράφουμε τη μάζα στο πλησιέστερο 1g ως M_1 .

7.3.4.6. Διαδικασία

7.3.4.6.1. Περιγραφή της δοκιμής της κηλίδας

Μετά από κάθε έγχυση της βαφής, η δοκιμή της κηλίδας συνιστά τη λήψη μιας σταγόνας του εναιωρήματος με τη βοήθεια της γυάλινης ράβδου και την τοποθέτησή της στο διηθητικό χαρτί. Η κηλίδα που σχηματίζεται αποτελείται από μία κεντρική κατάθεση του υλικού, που γενικά έχει ένα σταθερά μπλε χρώμα, και περιβάλλεται από μία άχρωμη υγρή ζώνη. Η ποσότητα της σταγόνας που θα πάρουμε, πρέπει να είναι τέτοια ώστε η διάμετρος του κύκλου που θα σχηματίσει να είναι μεταξύ 8mm και 12mm. Η δοκιμή θεωρείται θετική εάν, στην υγρή ζώνη, σχηματίζεται γύρω από την κεντρική κατάθεση ένα φωτοστέφανο που αποτελείται από ένα επίμονο γαλάζιο δακτύλιο περίπου 1mm.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Καθώς πλησιάζει το τελικό σημείο, θα εμφανιστεί το φωτοστέφανο, αλλά μπορεί στη συνέχεια να εξαφανιστεί ξανά, επειδή τα ορυκτά της αργίλου μπορούν να πάρουν κάποιο χρόνο για να ολοκληρώσουν την προσρόφηση της βαφής. Για το λόγο αυτό, το τελικό σημείο επιβεβαιώνεται με την επανάληψη της δοκιμής της κηλίδας σε διαστήματα 1 λεπτού για 5 λεπτά χωρίς προσθήκη περισσότερου διαλύματος βαφής.

7.3.4.6.2. Προετοιμασία του εναιωρήματος

Βάζουμε (500±5)ml αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό στο ποτήρι και προσθέτουμε το ξηραμένο δείγμα της δοκιμής ανακατεύοντας καλά με τη σπάτουλα.

Ανακατεύουμε το διάλυμα της βαφής. Γεμίζουμε την προχοΐδα με διάλυμα βαφής και βάζουμε το απόθεμα του διαλύματος βαφής σε ένα σκοτεινό μέρος.

Ρυθμίζουμε τον αναδευτήρα σε ταχύτητα 600min⁻¹ και τοποθετούμε το στρόβιλο περίπου 10mm πάνω από τη βάση του ποτηριού.

Ενεργοποιούμε τον αναδευτήρα και ξεκινάμε το χρονόμετρο, αναδεύοντας το περιεχόμενο του ποτηριού επί 5 λεπτά στους (600±60) min⁻¹ και στη συνέχεια αναδεύουμε συνεχώς στα (400±40) r/min για το υπόλοιπο της δοκιμής.

Αν δεν υπάρχουν αρκετοί λεπτοί κόκκοι στο τμήμα δοκιμής για να δημιουργηθεί το φωτοστέφανο, θα πρέπει να προσθέσουμε καολινίτη μαζί με επιπλέον διάλυμα βαφής ως εξής:

- i. Προσθέτουμε στο ποτήρι (30±0.1)g καολινίτη που έχει ξηρανθεί στους (110±5)°C μέχρι να γίνει σταθερή η μάζα

- ii. Προσθέτουμε V' ml διαλύματος βαφής στο ποτήρι όπου $V'=30 \text{ MB}_k$, είναι ο όγκος του διαλύματος βαφής που προσροφάται από 30g καολινίτη.

7.3.4.6.3. Προσδιορισμός της ποσότητας απορροφημένης βαφής

Τοποθετούμε το διηθητικό χαρτί πάνω από ένα άδειο ποτήρι, ή κάποιο άλλο κατάλληλο στήριγμα, ούτως ώστε το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του να μην είναι σε επαφή με οποιοδήποτε στερεό ή υγρό. Αφού ανακατέψουμε για 5 λεπτά στους $(600 \pm 60) \text{ min}^{-1}$, ρίχνουμε μία δόση 5ml διαλύματος βαφής μέσα στο ποτήρι, αναδεύουμε στους $(400 \pm 40) \text{ min}^{-1}$ για τουλάχιστον 1 λεπτό και στη συνέχεια πραγματοποιούμε μία δοκιμή κηλίδας στο διηθητικό χαρτί. Αν μετά την αρχική προσθήκη των 5ml διαλύματος βαφής το φωτοστέφανο δεν εμφανίζεται, προσθέτουμε και πάλι 5ml διαλύματος βαφής, συνεχίζουμε να ανακατεύουμε για 1 λεπτό και κάνουμε κι άλλη μία δοκιμή κηλίδας. Εάν το φωτοστέφανο εξακολουθεί να μην εμφανίζεται, συνεχίζουμε το ανακάτεμα, κάνοντας προσθήκες της βαφής και κάνοντας δοκιμές κηλίδας με αυτό το τρόπο μέχρι να εμφανιστεί το φωτοστέφανο. Μόλις επιτευχθεί αυτό το στάδιο, συνεχίζουμε να ανακατεύουμε χωρίς περαιτέρω προσθήκες διαλύματος βαφής, και εκτελούμε τη δοκιμή κηλίδας σε διάστημα 1 λεπτού. Αν το φωτοστέφανο εξαφανιστεί στη διάρκεια των πρώτων 4 λεπτών, προσθέτουμε επιπλέον 5 ml διαλύματος βαφής. Αν το φωτοστέφανο εξαφανιστεί κατά τη διάρκεια του πέμπτου λεπτού, προσθέτουμε μόνο 2ml διαλύματος βαφής. Σε κάθε περίπτωση, συνεχίζουμε την ανάδευση και κάνουμε δοκιμές κηλίδας μέχρι το φωτοστέφανο να παραμείνει για 5 λεπτά. Καταγράφουμε το συνολικό όγκο του διαλύματος βαφής V_1 που προσθέσαμε για να παραχθεί το φωτοστέφανο που διατηρείται για 5 λεπτά, στο πλησιέστερο 1ml.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Τα δοχεία πρέπει να καθαρίζονται με νερό αμέσως μόλις ολοκληρωθούν οι δοκιμές. Ίχνη από οποιοδήποτε απορρυπαντικό που χρησιμοποιήσαμε πρέπει να αφαιρεθούν με σχολαστικό ξέπλυμα. Συνιστάται τα δοχεία που χρησιμοποιούμε για τη δοκιμή μπλε του μεθυλενίου να είναι αποκλειστικά γι αυτή τη δοκιμή.

7.3.4.7. Υπολογισμός και έκφραση αποτελεσμάτων

Η τιμή μπλε του μεθυλενίου, MB, εκφρασμένη σε γραμμάρια βαφής ανά χιλιόγραμμα του κλάσματος 0/2 mm δίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$MB = \frac{V_1}{M_1} \times 10$$

όπου :

M1 είναι η μάζα του δείγματος δοκιμής, σε g

V1 είναι ο συνολικός όγκος του διαλύματος βαφής που έχουμε προσθέσει , σε ml

Καταγράφουμε την τιμή MB με ακρίβεια 0,1g της βαφής ανά χιλιόγραμμο του κλάσματος 0/2mm.

Εάν η δοκιμή διεξάγεται με την προσθήκη καολινίτη, η παραπάνω εξίσωση γίνεται:

$$MB = \frac{V1 - V'}{M1} \times 10$$

όπου:

V' είναι ο όγκος του διαλύματος βαφής που απορροφάται από τον καολινίτη, σε ml.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο συντελεστής 10 στις παραπάνω εξισώσεις μετατρέπει τον όγκο του διαλύματος βαφής που χρησιμοποιήθηκε στη μάζα βαφής που απορροφήθηκε ανά χιλιόγραμμο των τμημάτων μεγέθους που ελέγχθηκαν ή εξετάστηκαν.

Παράρτημα Β

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10g/L Μπλε του Μεθυλενίου

B.1. Παρασκευάζουμε τα 10g/L διαλύματος βαφής ακολουθώντας τη διαδικασία που δίνεται στο **B.1.1** μέχρι **B.1.7**.

B.1.1. Χρησιμοποιούμε μπλε του μεθυλενίου, ($C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot nH_2O$ ($n=2$ έως 3) Καθαρότητα $\geq 98.5\%$).

B.1.2. Προσδιορίζουμε την περιεκτικότητα σε νερό w του μπλε του μεθυλενίου σε σκόνη ως εξής:

Ζυγίζουμε περίπου 5g μπλε του μεθυλενίου σε σκόνη και καταγράφουμε τη μάζα στο πλησιέστερο 0.01g ως M_h .

Ξηραίνουμε αυτή τη σκόνη στους $(100 \pm 5)^\circ C$ μέχρι να γίνει σταθερή μάζα. Ύστερα το αφήνουμε να ψυχθεί μέσα στον ξηραντήρα και το ζυγίζουμε αμέσως μόλις το βγάλουμε από τον ξηραντήρα. Καταγράφουμε τη ξηρή μάζα στο πλησιέστερο 0.01g ως M_g

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Σε θερμοκρασίες ξήρανσης άνω των $105^\circ C$, η σκόνη μπλε του μεθυλενίου μπορεί να τροποποιηθεί (αλλοιωθεί). Υπολογίζουμε και καταγράφουμε την περιεκτικότητα σε νερό w στο πλησιέστερο δεκαδικό ψηφίο από την ακόλουθη εξίσωση.

$$W = \frac{M_h - M_g}{M_g}$$

όπου:

M_h είναι η μάζα της σκόνης του μπλε του μεθυλενίου g,

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Mg είναι η μάζα της ξηραμένης σκόνης του μπλε του μεθυλενίου, σε g. Η περιεκτικότητα σε νερό πρέπει να προσδιορίζεται για την παρασκευή κάθε νέα παρτίδας του διαλύματος βαφής.

B.1.3 Παίρνουμε μία μάζα σκόνης μπλε του μεθυλενίου $[(100+W)/10]g \pm 0.1g$ (που ισοδυναμεί με 10g ξηρής σκόνης).

B.1.4 Ζεσταίνουμε 500ml έως 700ml αποσταγμένου ή απιονισμένου νερού σε ένα ποτήρι ζέσεως σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 40°C.

B.1.5 Αναδεύουμε τα περιεχόμενα του ποτηριού ζέσεως ενώ ρίχνουμε αργά τη σκόνη μπλε του μεθυλενίου μέσα στο ζεστό νερό. Συνεχίζουμε να ανακατεύουμε για 45 λεπτά, μέχρι να διαλυθεί τελείως η σκόνη, και στη συνέχεια το αφήνουμε να κρυώσει στους 20°C.

B.1.6 Το ρίχνουμε σε ένα δοχείο χωρητικότητας 1L, ξεπλένοντας με αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό για να εξασφαλιστεί η πλήρης μεταφορά όλης της βαφής εντός της φιάλης. Βεβαιωνόμαστε ότι η φιάλη και το νερό είναι σε θερμοκρασία $(20 \pm 1)^\circ C$ και ότι συμμορφώνονται με τη βαθμονόμηση της φιάλης κι αν χρειαστεί προσθέτουμε περισσότερο αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό μέχρι η ένδειξη να φτάσει το 1L.

B.1.7 Κουνάμε τη φιάλη έτσι ώστε να διασφαλιστεί η πλήρης διάλυση της σκόνης και το ρίχνουμε σε ένα αδιαφανές μπουκάλι διατήρησης.

B.2. Τα ακόλουθα στοιχεία πρέπει να αναγράφονται στο μπουκάλι διατήρησης:

α) 10g/L διαλύματος μπλε του μεθυλενίου

β) ημερομηνία παρασκευής

γ) όριο ημερομηνίας χρήσης

B.3. Το διάλυμα μπλε του μεθυλενίου δεν πρέπει να χρησιμοποιείται περισσότερο από 28 ημέρες μετά την παρασκευή του. Το απόθεμα του διαλύματος βαφής πρέπει να αποθηκεύεται σε ένα σκοτεινό μέρος.

Παράρτημα C

C.1. Ξηραίνουμε τον καολινίτη στους $(110 \pm 5)^\circ C$ μέχρι να γίνει σταθερή μάζα.

C.2. Ζυγίζουμε $(30 \pm 0.1)g$ ξηρού καολινίτη.

C.3. Ρίχνουμε τα $(30 \pm 0.1)g$ καολινίτη μέσα στο ποτήρι ζέσεως μαζί με 500ml απιονισμένο ή αποσταγμένο νερό.

C.4. Αναδεύουμε για 5 λεπτά στους $(600 \pm 60) \text{ min}^{-1}$ με το στροφέιο να είναι 10mm από τη βάση του δοχείου και στη συνέχεια ανακατεύουμε συνεχώς στους $(400 \pm 40) \text{ min}^{-1}$ για το υπόλοιπο αυτού του προσδιορισμού.

C.5. Χορηγούμε μία δόση 5ml από 10g/L διαλύματος βαφής μέσα στο ποτήρι ζέσεως και, μετά από τουλάχιστον 1 λεπτό που αναδεύουμε στους $(400 \pm 40) \text{ min}^{-1}$, κάνουμε μία δοκιμή κηλίδας στο διηθητικό χαρτί.

C.6. Εάν είναι αναγκαίο συνεχίζουμε να προσθέτουμε διάλυμα βαφής σε δόσεις των 5ml μέχρι να αποκτήσουμε ένα θετικό αποτέλεσμα χωρίς την προσθήκη επιπλέον διαλύματος. Αφήνουμε την απορρόφηση του μπλε, η οποία δεν είναι στιγμιαία, να προχωρήσει ενώ παράλληλα διεξάγουμε δοκιμές κηλίδας κάθε λεπτό. Εάν το γαλάζιο δαχτυλίδι εξαφανίζεται στο πέμπτο τεστ, θα πρέπει να προστεθεί επιπλέον δείγμα των 2ml βαφής. Μετά από κάθε προσθήκη θα πρέπει να

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ακολουθούνται δοκιμές που θα πραγματοποιούνται σε διαστήματα 1 λεπτού. Οι ενέργειες αυτές θα πρέπει να επαναλαμβάνονται έως ότου το τεστ παραμείνει θετικό για 5 διαδοχικά λεπτά. Ο προσδιορισμός τότε είναι πλήρης.

C.7. Καταγράφουμε τον συνολικό όγκο του διαλύματος βαφής που απορροφήθηκε ως V' σε ml.

C.8. Υπολογίζουμε και καταγράφουμε την τιμή μπλε του μεθυλενίου του καολινίτη στο πλησιέστερο 0,1g βαφής ανά 100g καολινίτη, από την ακόλουθη εξίσωση:

$$MB_K = V'/30$$

όπου: V' είναι ο συνολικός όγκος του διαλύματος βαφής που απορροφήθηκε, σε ml.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Μία δοκιμή για καολινίτη γνωστής τιμής M_{BK} θα πρέπει να πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να ελεγχθεί η σταθερότητα των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξουμε ένα νέο διάλυμα βαφής.

7.4. Φυσικές Και Μηχανικές Ιδιότητες Αδρανών Υλικών

Στη ενότητα 7.4 περιγράφονται οι εργαστηριακές δοκιμές σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εργαστηριακών δοκιμών CYS EN 1097 για την εύρεση των κυριότερων φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των αδρανών υλικών. Αρχικά περιγράφεται η εργαστηριακή δοκιμή πυκνότητα και υδατοαπορροφητικότητα, ακολουθεί η εργαστηριακή δοκιμή αντοχής σε κατακερματισμό-Los Angeles και τέλος η εργαστηριακή δοκιμή αντοχής σε φθορά micro-Deval.

7.4.1. Πυκνότητα & Υδατοαπορροφητικότητα CYS 1097-6

7.4.1.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την μέθοδο προσδιορισμού της πυκνότητας και της υδατοαπορροφητικότητας των κανονικών αδρανών υλικών.

Οι κύριες μέθοδοι που περιγράφονται είναι:

- a) Η μέθοδος με συρμάτινο καλάθι για αδρανή από 63mm έως 31.5mm,
- b) Πυκνομετρική μέθοδος για αδρανή από 31.5mm έως 0.063mm.
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η μέθοδος με το συρμάτινο καλάθι μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της πυκνομετρικής μεθόδου για αδρανή με μέγεθος 4mm έως 31.5mm. Όμως σε περίπτωση αμφισβητήσεων, η πυκνομετρική μέθοδος θα πρέπει να είναι η πρότυπη.
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η μέθοδος με το συρμάτινο καλάθι μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης μεμονωμένα για τα αδρανή που παραμένουν στο κόσκινο 63mm.

7.4.1.2. Εξοπλισμός

Το σύνολο του εξοπλισμού θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις γενικές απαιτήσεις του EN 932-5.

1. Κλίβανος με θερμοστατικό έλεγχο ώστε να διατηρεί θερμοκρασία $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ (βλέπε εικ. 7.10).
2. Ζυγός ευαισθησίας 0.1% του βάρους του δείγματος. Η δυναμικότητά του θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει το συρμάτινο καλάθι μαζί με το δείγμα να αναρτάται και να ζυγίζεται στο νερό.
3. Δοχείο (λουτρό) νερού με θερμοστατικό έλεγχο ώστε να διατηρεί θερμοκρασία $(22\pm 3)^{\circ}\text{C}$.

4. Θερμόμετρο ακριβείας 0.1 °C.
5. Κόσκινα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN 933-2 με τα εξής ανοίγματα: 0.063mm, 4mm, 31.5mm, 63mm
6. Δίσκοι κατάλληλων μεγεθών οι οποίοι να μπορούν να θερμανθούν στον φούρνο χωρίς να υφίσταται αλλαγή στην μάζα τους.
7. Στεγνά - Απαλά - Απορροφητικά πανιά.
8. Εξοπλισμός πλυσίματος.
9. Χρονόμετρο.
10. Ειδικός εξοπλισμός για την μέθοδο με συρμάτινο καλάθι (Εικ 7.11.):
 - I. Ένα συρμάτινο καλάθι ή διάτρητο δοχείο κατάλληλου μεγέθους έχοντας την δυνατότητα να αναρτάται από το ζυγό και να είναι ανθεκτικό στην διάβρωση.
 - II. Δεξαμενή γεμισμένη με νερό στους (22 ± 3) ° C.
11. Ειδικός εξοπλισμός για την πυκνομετρική μέθοδο αδρανών 4mm έως 31.5mm:
 - I. Πυκνόμετρο αποτελούμενο από γυάλινη φιάλη ή άλλο κατάλληλο δοχείο με όγκο μεταξύ 1000ml και 5000ml, (Ο όγκος του πυκνόμετρου μπορεί να επιλεγεί ώστε να ταιριάζει με το μέγεθος του δείγματος. Δύο μικρότερα πυκνόμετρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντίστοιχα στην θέση ενός μεγάλου έχοντας όμως ζυγιστεί πριν τον υπολογισμό των μετρήσεων).
12. Ειδικός εξοπλισμός για την πυκνομετρική μέθοδο αδρανών 0.063mm έως 4mm:
 - I. Πυκνόμετρο αποτελούμενο από γυάλινη φιάλη ή άλλο κατάλληλο δοχείο με όγκο μεταξύ 500ml και 5000ml (Ο όγκος του πυκνόμετρου μπορεί να επιλεγεί ώστε να ταιριάζει με το μέγεθος του δείγματος).
 - II. Μεταλλικό καλούπι σε σχήμα κόλουρου κώνου, με άνοιγμα κορυφής 40 ± 3 mm και βάσης 90 ± 3 mm, ύψους 75 ± 3 mm. Ελάχιστο πάχος μετάλλου 0.8mm.
 - III. Μεταλλική ράβδος βάρους 340 ± 15 g με επίπεδη επιφάνεια κρούσεως διαμέτρου 25 ± 3 mm για χρήση μαζί με το μεταλλικό καλούπι.
 - IV. Χωνί από κοινό γυαλί για εναλλακτική χρήση του μεταλλικού καλουπιού και της ράβδου.
 - V. Ρηχό ταψί αποτελούμενο από μη απορροφητικό υλικό με πάτο επιφάνειας μεγαλύτερη από 0.1m^2 και ύψος στα άκρα μεγαλύτερο από 50mm.
 - VI. Παροχή ζεστού αέρα.



Εικόνα 7.10. Κλίβανος με θερμοστάτη

7.4.1.3. Μέθοδος με συρμάτινο καλάθι για αδρανή μεγέθους 31.5 ως 63mm

7.4.1.3.1. Προετοιμασία δειγμάτων

Η δειγματοληψία των αδρανών θα γίνεται σύμφωνα με το EN 932-1 και η μείωση θα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN 932-2. Η μάζα του δείγματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την μάζα στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 7.6. Ενδεικτική μάζα δείγματος δοκιμής για τεμάχια 45-63mm

Μέγιστο μέγεθος αδρανών (mm)	Ελάχιστη μάζα δειγμάτων δοκιμής (kg)
63	15

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

45	7
ΣΗΜΕΙΩΣΗ Για άλλα μεγέθη η ελάχιστη μάζα υπολογίζεται με παρεμβολή των παραπάνω δεδομένων.	

Πλένουμε το δείγμα δοκιμής στο κόσκινο 63mm και στο 31.5mm για την απομάκρυνση των λεπτότερων σωματιδίων και το αφήνουμε να στεγνώσει. Απορρίπτουμε οποιαδήποτε σωματίδια που έχουν παραμείνει στο κόσκινο των 63mm.

7.4.1.3.2. Διαδικασία δοκιμής

Τοποθετούμε το παρασκευασμένο δείγμα δοκιμής στο συρμάτινο καλάθι και βυθίζουμε στην δεξαμενή που περιέχει νερό θερμοκρασίας $(22\pm 3)^{\circ}\text{C}$, με τουλάχιστον 50mm νερού να επικαλύπτει την κορυφή του καλάθι. Μετά την βύθιση αφαιρούμε τον εγκλωβισμένο αέρα από το δείγμα δοκιμής ανασηκώνοντας το καλάθι περίπου 25mm πάνω από την βάση της δεξαμενής και επιτρέποντας το να στάξει 25 φορές με ρυθμό μια φορά ανά δευτερόλεπτο. Αφήνουμε το καλάθι και τα αδρανή βυθισμένα στο νερό στους $(22\pm 3)^{\circ}\text{C}$ για περίοδο 24 ωρών $\pm 0,5$.

Ανακινούμε το καλάθι και το δείγμα δοκιμής και ζυγίζουμε σε νερό σε θερμοκρασία $(22\pm 3)^{\circ}\text{C}$ (M_2).

Καταγράφουμε την θερμοκρασία του νερού όταν η μάζα (M_2) έχει σταθεροποιηθεί.

Σημείωση: Αν είναι απαραίτητο να μεταφερθεί το δείγμα δοκιμής σε διαφορετική δεξαμενή για ζύγιση, ανακινούμε το καλάθι και το δείγμα δοκιμής 25 φορές και άνω πριν μεταφερθεί στη νέα δεξαμενή και πριν ζυγιστεί (M_2).

Αφαιρούμε το καλάθι και τα αδρανή από το νερό και αφήνουμε να στραγγίσουν για λίγα λεπτά. Προσεκτικά αδειάζουμε τα αδρανή από το καλάθι σε ένα από τα στεγνά πανιά. Βυθίζουμε το κενό καλάθι στο νερό, ανακινούμε 25 φορές και ζυγίζουμε στο νερό (M_3).

Στεγνώνουμε την επιφάνεια των αδρανών και τα τοποθετούμε σε δεύτερο στεγνό απορροφητικό πανί και τα αφήνουμε εκτεθειμένα στην ατμόσφαιρα αποφεύγοντας την έκθεση στον ήλιο ή σε άλλη πηγή θερμότητας ώσπου όλο το εμφανές νερό να απομακρυνθεί αλλά και τα αδρανή να έχουν νωπή επιφάνεια. Ζυγίζουμε τα αδρανή (M_1).

Μεταφέρουμε τα αδρανή σε δίσκο και τα τοποθετούμε σε κλίβανο με θερμοκρασία $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ μέχρι σταθερούς βάρους (M_4).

Καταγράφουμε με ακρίβεια 0.1% της μάζας ή καλύτερα όλα τα βάρη του δείγματος δοκιμής (M_4).



Εικόνα 7.11. Μηχανισμός μεθόδου με συρμάτινο καλάθι

7.4.1.3.3. Υπολογισμός και διατύπωση αποτελεσμάτων

Υπολογίζουμε όλες τις πυκνότητες σε Mg/m^3 με βάση τις ακόλουθες εξισώσεις:

Φαινόμενη πυκνότητα (**Apparent granular density, P_a**):

$$P_a = \frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)}$$

Πυκνότητα ξηρού δείγματος: (**Particle density on oven dry basis, P_{od}**):

$$P_{od} = \frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)}$$

Πυκνότητα κορεσμένου και επιφανειακά ξηρού δείγματος (**Particle density on saturated and surface dried basis, P_{ssd}**):

$$P_{ssd} = \frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$$

Υπολογίζουμε την απορρόφηση νερού μετά την απορρόφηση για 24 ώρες (WA_{24}) με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

$$WA_{24} = \frac{100 \times (M1 - M4)}{M4}$$

όπου:

M1 είναι η μάζα των κορεσμένων και επιφανειακά στεγνών αδρανών, σε g,

M2 είναι η φαινόμενη μάζα στο νερό του καλαθιού μαζί με το δείγμα των κορεσμένων αδρανών, σε g,

M3 είναι η φαινόμενη μάζα στο νερό άδειου καλαθιού, σε g,

M4 είναι η μάζα του ξηρού δείγματος σε g.

Τα αποτελέσματα της πυκνότητας εκφράζονται με ακρίβεια 0.01 Mg/m³ και της απορροφητικότητας του νερού στο πλησιέστερο κατά 0.1% και καταγράφονται στο έντυπο.

Σημείωση: Οι υπολογισμοί μπορούν να ελεγχθούν χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$P_{ssd} = 1 + P_{od} - \frac{P_{od}}{P_a}$$

7.4.1.4. Πυκνομετρική μέθοδος για αδρανή μεγέθους 4mm και 31.5mm

7.4.1.4.1. Προετοιμασία δειγμάτων

Η δειγματοληψία των αδρανών θα γίνεται σύμφωνα με το EN 932-1 και η μείωση θα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN 932-2. Η μάζα του δείγματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την μάζα στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 7.7. Ενδεικτική μάζα δείγματος δοκιμής για τεμάχια 8 έως 31.5mm

Μέγιστο μέγεθος αδρανών (mm)	Ελάχιστη μάζα δειγμάτων δοκιμής(kg)
31.5	5
16	2
8	1

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Σημείωση: Για άλλα μεγέθη η ελάχιστη μάζα υπολογίζεται με παρεμβολή των παραπάνω δεδομένων.

Πλένουμε το δείγμα δοκιμής στο κόσκινο 31.5mm και στο 4mm για την απομάκρυνση των λεπτότερων σωματιδίων και το αφήνουμε να κρυσώσει. Απορρίπτουμε οποιαδήποτε σωματίδια έχουν παραμείνει στο κόσκινο των 31.5mm.

7.4.1.4.2. Διαδικασία δοκιμής

Τοποθετούμε το παρασκευασμένο δείγμα δοκιμής σε δοχείο νερού και το διατηρούμε σε (22 ± 3) °C για περίοδο 24 ωρών ± 0.5 . Στο τέλος της περιόδου βύθισης παίρνουμε το δείγμα από το δοχείο νερού και το βάζουμε στο πυκνόμετρο και αφαιρούμε τον παγιδευμένο αέρα κυλώνοντας και τινάζοντας προσεκτικά.



Εικόνα 7.12. Δείγμα εμβαπτισμένο σε νερό για 24 ώρες

Σημείωση: Ο παγιδευμένος αέρας μπορεί να αφαιρεθεί με αναρρόφηση.

Γεμίζουμε το πυκνόμετρο με νερό έως σημείου υπερχειλίσεως και τοποθετούμε το κάλυμμα χωρίς να παγιδεύσουμε αέρα.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Έπειτα στεγνώνουμε εξωτερικά το πυκνόμετρο και ζυγίζουμε (M₂) και καταγράφουμε την θερμοκρασία του νερού. Αφαιρούμε τα αδρανή από το νερό και αφήνουμε να στραγγίσουν για λίγα λεπτά. Γεμίζουμε το πυκνόμετρο με νερό και τοποθετούμε το κάλυμμα στην προηγούμενη κατάσταση. Στην συνέχεια στεγνώνουμε εξωτερικά το πυκνόμετρο και ζυγίζουμε (M₃) και καταγράφουμε την θερμοκρασία του νερού.

Η διαφορά θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 2°C ανάμεσα στις ζυγίσεις M₂ και M₃.

Μεταφέρουμε το στεγνό δείγμα δοκιμής σε ένα από τα στεγνά πανιά (βλέπε εικ. 7.13). Προσεκτικά στεγνώνουμε την επιφάνεια των αδρανών και τοποθετούμε σε δεύτερο απορροφητικό πανί όταν το πρώτο πάψει να απορροφά υγρασία. Απλώνουμε τα αδρανή σε επιφάνεια και τα αφήνουμε εκτεθειμένα στην ατμόσφαιρα αποφεύγοντας την έκθεση στον ήλιο ή σε άλλη πηγή θερμότητας ώσπου όλο το εμφανές νερό να απομακρυνθεί αλλά και τα αδρανή να έχουν νωπή επιφάνεια. Μεταφέρουμε το κορεσμένο δείγμα δοκιμής και ζυγίζουμε τα αδρανή (M₁). Στεγνώνουμε τα αδρανή σε αεριζόμενο κλίβανο με θερμοκρασία (110±5)°C μέχρι σταθερού βάρου (M₄).

Καταγράφουμε με ακρίβεια 0.1% της μάζας ή καλύτερα όλα τα βάρη του δείγματος δοκιμής (M₄).



Εικόνα 7.13.

Διαδικασία στεγνώματος με απορροφητική πετσέτα

7.4.1.4.3. Υπολογισμός και διατύπωση αποτελεσμάτων

Υπολογίζουμε όλες τις πυκνότητες σε Mg/m^3 με βάση τις ακόλουθες εξισώσεις:

Φαινόμενη πυκνότητα (**Apparent granular density, Pa**):

$$Pa = \frac{M4}{M4 - (M2 - M3)}$$

Πυκνότητα ξηρού δείγματος (**Particle density on oven dry basis, Pod**):

$$Pod = \frac{M4}{M1 - (M2 - M3)}$$

Πυκνότητα κορεσμένου και επιφανειακά ξηρού δείγματος (**Particle density on saturated and surface dried basis, Pssd**):

$$Pssd = \frac{M1}{M1 - (M2 - M3)}$$

Υπολογίζουμε την απορρόφηση νερού μετά την απορρόφηση για 24 ώρες (WA_{24}) με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$WA_{24} = \frac{100 \times (M1 - M4)}{M4}$$

όπου:

M_1 είναι η μάζα των κορεσμένων και επιφανειακά ξερών αδρανών, σε g,

M_2 είναι η μάζα του πυκνόμετρου εμπεριέχοντας το δείγμα από τα επιφανειακά στεγνά αδρανή, σε g,

M_3 είναι η μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό μόνο, σε g,

M_4 είναι η μάζα του ξηρού δείγματος, σε g.

Τα αποτελέσματα της πυκνότητας εκφράζονται με ακρίβεια $0,01 \text{ Mg/m}^3$ και της απορροφητικότητας του νερού στο πλησιέστερο $0,1\%$ και καταγράφονται στο έντυπο.

Σημείωση: Οι υπολογισμοί μπορούν να ελεγχθούν χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$Pssd = 1 + Pod - \frac{Pod}{Pa}$$

7.4.1.5. Πυκνομετρική μέθοδος για αδρανή μεγέθους 0.063mm και 4mm

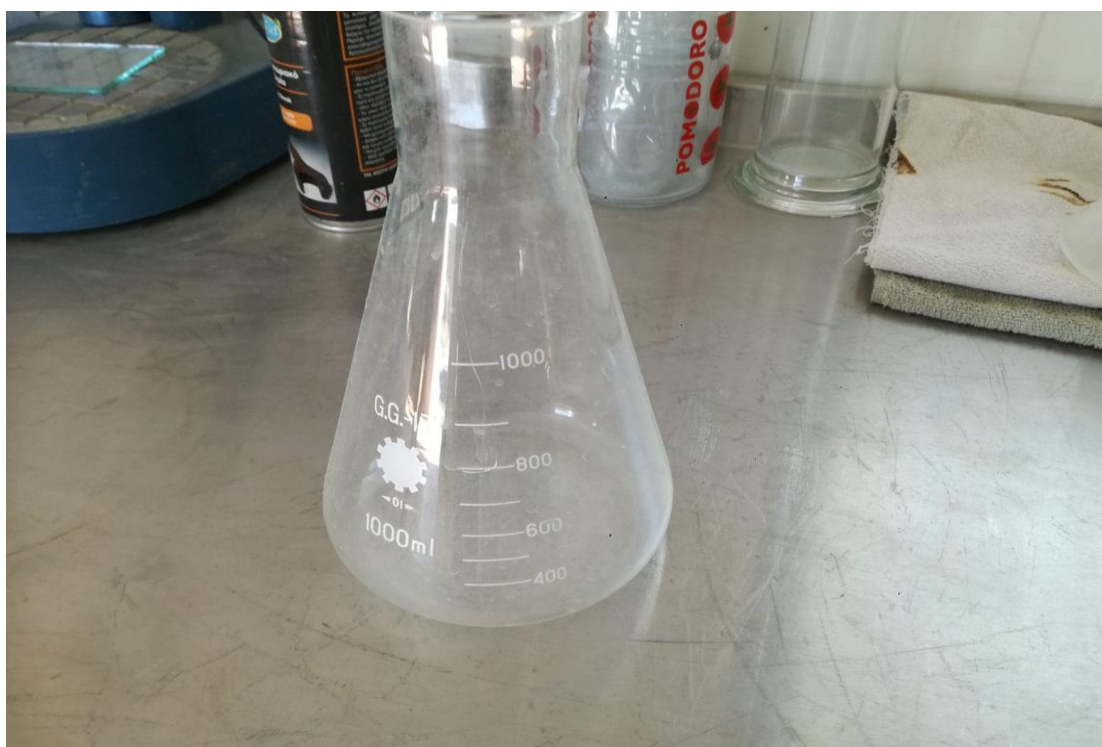
7.4.1.5.1. Προετοιμασία δειγμάτων

Η δειγματοληψία των αδρανών θα γίνεται σύμφωνα με το EN 932-1 και η μείωση θα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EN 932-2. Η μάζα του δείγματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1kg.

Πλένουμε το δείγμα δοκιμής στο κόσκινο 4mm και στο 0.063mm για την απομάκρυνση των λεπτότερων σωματιδίων και το αφήνουμε να στεγνώσει. Απορρίπτουμε οποιαδήποτε σωματίδια έχουν παραμείνει στο κόσκινο των 31.5mm.

7.4.1.5.2. Διαδικασία δοκιμής

Τοποθετούμε το παρασκευασμένο δείγμα δοκιμής στο πυκνόμετρο που περιέχει νερό θερμοκρασίας (22 ± 3) °C και αφαιρούμε τον εγκλωβισμένο αέρα από το δείγμα δοκιμής κυλώντας και τινάζοντας το πυκνόμετρο σε κεκλιμένη θέση. Στερεώνουμε το πυκνόμετρο σε δοχείο νερού και διατηρούμε το δείγμα σε (22 ± 3) °C για περίοδο 24 ωρών ± 0.5 . Στο τέλος της περιόδου βύθισης παίρνουμε το πυκνόμετρο από το δοχείο νερού και αφαιρούμε τον παγιδευμένο αέρα κυλώντας και τινάζοντας προσεκτικά.



Εικόνα 7.14. Πυκνόμετρο

Σημείωση: Ο παγιδευμένος αέρας μπορεί να αφαιρεθεί με αναρρόφηση. Γεμίζουμε το πυκνόμετρο με νερό έως σημείου υπερχειλίσεως και τοποθετούμε το κάλυμμα χωρίς να παγιδεύσουμε αέρα.

Έπειτα στεγνώνουμε εξωτερικά το πυκνόμετρο και ζυγίζουμε (M_2) και καταγράφουμε την θερμοκρασία του νερού. Στραγγίζουμε το περισσότερο νερό που καλύπτει το δείγμα και αδειάζουμε το πυκνόμετρο σε ένα ταψί. Γεμίζουμε το πυκνόμετρο με νερό και τοποθετούμε το κάλυμμα στην προηγούμενη κατάσταση. Στην συνέχεια στεγνώνουμε εξωτερικά το πυκνόμετρο και ζυγίζουμε (M_3) και καταγράφουμε την θερμοκρασία του νερού.

Η διαφορά θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 2°C ανάμεσα στις ζυγίσεις M_2 και M_3 .

Μεταφέρουμε το στεγνό δείγμα δοκιμής σε ένα ομοιόμορφο στρώμα στον πάτο του ταψιού. Εξατμίζουμε την επιφανειακή υγρασία εκθέτοντας τα αδρανή σε απαλό ρεύμα ζεστού αέρα.

Ανακατεύουμε συχνά ώστε να επιτύχουμε ομοιόμορφη ξήρανση έως η επιφανειακή υγρασία να μην φαίνεται και τα σωματίδια να μην προσκολλώνται το ένα στο άλλο. Στεγνώνουμε όσο αναδεύουμε το δείγμα κρατώντας το μεταλλικό κώνο με το μεγαλύτερο άνοιγμα προς τον πάτο του ταψιού.

Γεμίζουμε το κωνικό καλούπι με ένα μέρος από το ξερό δείγμα χρησιμοποιώντας την ράβδο για να κρούσουμε την επιφάνεια για 25 φορές μέσω της οπής του πάνω μέρους του καλουπιού. Απομακρύνουμε το καλούπι αφήνοντας ελεύθερα τα αδρανή. Εάν ο κώνος δεν πέσει συνεχίζουμε την ξήρανση και επαναλαμβάνουμε την δοκιμή ώσπου να πέσει μετά την αφαίρεση του καλουπιού.

Μεταφέρουμε το κορεσμένο δείγμα δοκιμής και ζυγίζουμε τα αδρανή (M_1). Στεγνώνουμε τα αδρανή σε αεριζόμενο κλίβανο με θερμοκρασία $(110\pm 5)^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους (M_4).

Καταγράφουμε με ακρίβεια 0,1% της μάζας ή καλύτερα όλα τα βάρη του δείγματος δοκιμής (M_4).

7.4.1.5.3. Υπολογισμός και διατύπωση αποτελεσμάτων

Υπολογίζουμε όλες τις πυκνότητες σε Mg/m^3 με βάση τις ακόλουθες εξισώσεις:

Φαινόμενη πυκνότητα (**Apparent granular density, P_a**):

$$P_a = \frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)}$$

Πυκνότητα ξηρού δείγματος (**Particle density on oven dry basis, P_{od}**):

$$P_{od} = \frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)}$$

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πυκνότητα κορεσμένου και επιφανειακά ξηρού δείγματος (**Particle density on saturated and surface dried basis, Pssd**):

$$Pssd = \frac{M1}{M1 - (M2 - M3)}$$

Υπολογίζουμε την απορρόφηση νερού μετά την απορρόφηση για 24 ώρες (WA₂₄) με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$WA_{24} = \frac{100 \times (M1 - M4)}{M4}$$

όπου:

M1 είναι η μάζα των κορεσμένων και επιφανειακά ξερών αδρανών, σε g,
M2 είναι η μάζα του πυκνόμετρου εμπεριέχοντας το δείγμα από τα επιφανειακά στεγνά αδρανή, σε g,
M3 είναι η μάζα του πυκνόμετρου γεμάτο με νερό μόνο, σε g,
M4 είναι η μάζα του ξηρού δείγματος, σε g.

Τα αποτελέσματα της πυκνότητας εκφράζονται με ακρίβεια 0,01 Mg/m³ και της απορροφητικότητας του νερού στο πλησιέστερο 0.1% και καταγράφονται στο έντυπο.

Σημείωση: Οι υπολογισμοί μπορούν να ελεγχθούν χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$Pssd = 1 + Pod - \frac{Pod}{Pa}$$

7.4.2. Αντοχή σε θρυμματισμό κατά Los Angeles CYS 1097-2

7.4.2.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφεί αυτή περιγράφει την διαδικασία προσδιορισμού της αντοχής των αδρανών σε τριβή και κρούση. Εφαρμόζεται στα χονδρόκοκκα αδρανή φυσικής ή τεχνίτης προέλευσης.

7.4.2.2. Αρχή της μεθόδου

Το δείγμα εισάγεται σε κυλινδρικό περιστρεφόμενο κάδο μαζί με χαλύβδινες σφαίρες και περιστρέφεται. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας περιστροφής,

το δείγμα κοσκινίζεται και καταγράφεται η ποσότητα του υλικού που παραμένει στο κόσκινο 1.6mm.

7.4.2.3. Συσσκευές

- Συσσκευή Los Angeles
- Εσωτερική διάμετρο 706-716 mm,
- Πάχος κάδου 11.5-13 mm,
- Εσωτερικό μήκος κάδου 503-513 mm,
- Συχνότητα περιστροφής κάδου 31-33 r.p.m,
- Χαλύβδινες σφαίρες, διαμέτρου 45-49 mm και βάρους 400-445 g η κάθε μια,
- Κόσκινα μεγέθους ανοίγματος 1.6 mm ,11.2mm ή 12.5mm και 14 mm,
- Φούρνος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Ελέγχεται με θερμοστάτη έτσι ώστε να διατηρεί θερμοκρασία $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Αντί του φούρνου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση των αδρανών άλλος κατάλληλος εξοπλισμός με την προϋπόθεση ότι δε θα προκληθεί αλλοίωση του μεγέθους των κόκκων των αδρανών,
- Ζυγός με ακρίβεια $\pm 0.1\%$ της μάζας του δείγματος δοκιμής.



Εικόνα 7.15. Συσσκευή Los Angeles

7.4.2.4. Προετοιμασία δοκιμής δείγματος

Το δείγμα που στέλνεται στο εργαστήριο πρέπει να έχει τουλάχιστο 15kg αδρανή κοκκομετρικού κλάσματος 10/14 mm. Ο έλεγχος εκτελείται σε αδρανή που διέρχονται σε κόσκινο 14mm και παραμένουν σε κόσκινο 10mm. Επιπλέον η ταξινόμηση των αδρανών του δείγματος πρέπει να πληρούν μία από τις παρακάτω απαιτήσεις.

- a) Μεταξύ του 60% και του 70% να διέρχονται από το κόσκινο 12.5mm ή
- b) Μεταξύ 30% και 40% να διέρχονται από το κόσκινο 11.2mm.

Αφού κοσκινιστεί το δείγμα σε 2 κοκκομετρικά κλάσματα (10/11.2mm και 11.2/14mm ή 10/12.5mm και 12.5/14mm) πλένεται κάθε κοκκομετρικό κλάσμα χωριστά και ξηραίνεται στο φούρνο σε θερμοκρασία $110 \pm 5^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους.

Αφήνεται να κρυώσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και τα δύο κοκκομετρικά κλάσματα αναμιγνύονται ώστε να γίνει ένα κοκκομετρικό κλάσμα 10/14mm. Το δείγμα αυτό πρέπει να μειωθεί σε ποσότητα και να παρθεί τελικό δείγμα μάζας 5000 ± 5 g.

Όταν το δείγμα δεν είναι δυνατό να διαβαθμιστεί με τις παραπάνω απαιτήσεις τότε εναλλακτικά χρησιμοποιούνται οι παρακάτω διαβαθμίσεις με τον αντίστοιχο αριθμό χαλύβδινων σφαιρών και την συνολική μάζα τους (πίνακας 7.8).

Το συνολικό βάρος του τελικού δείγματος θα πρέπει να είναι σε όλες τις περιπτώσεις 5000 ± 5 g.

Πίνακας 7.8. Εναλλακτική διαβάθμιση αδρανών με τον αντίστοιχο αριθμό σφαιρών κατά τη δοκιμή Los Angeles.

Διαβάθμιση Αδρανών (mm)	Αριθμός σφαιρών	Συνολικό Βάρος Σφαιρών (g)
4/8	8	3410-3540
6.3/10	9	3840-3980
8/11.2	10	4260 – 4420
10/14	11	4690 – 4860
11.2/16	12	5120 -5300

7.4.2.5. Διαδικασία δοκιμής

Πριν τοποθετηθεί το δείγμα στο κύλινδρο ελέγχεται αν είναι καθαρός από παλαιότερη δοκιμή. Προσεκτικά τοποθετείται το ξηρό δείγμα και οι χαλύβδινες σφαίρες στον κύλινδρο. Το μηχάνημα ρυθμίζεται έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν 500 περιστροφές με ταχύτητα 31-33 rev./min. Αφού ολοκληρωθούν οι 500 περιστροφές συλλέγεται όλο το δείγμα από το κύλινδρο, πλένεται και κοσκινίζεται σε κόσκινο 1.6mm. Το παραμένον του κόσκινου 1.6mm ξηραίνεται σε φούρνο θερμοκρασίας $110 \pm 5^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους.



Εικόνα 7.16. Χαλύβδινες σφαίρες

7.4.2.6. Υπολογισμοί και έκφραση αποτελεσμάτων

Ο συντελεστής Los Angeles (LA) υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$LA = \frac{5000 - m}{50}$$

Όπου m: η μάζα του υλικού σε g που παρέμεινε στο κόσκινο 1.6mm.

7.4.3. Αντοχή σε φθορά κατά Micro Deval CYS 1097-1

7.4.3.1. Αντικείμενο και πεδίο εφαρμογής

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την διαδικασία προσδιορισμού της αντοχής των αδρανών σε τριβή και κρούση. Εφαρμόζεται σε αδρανή φυσικής ή τεχνητής προέλευσης και το δείγμα εξετάζεται σε υγρή κατάσταση. Ο έλεγχος επίσης μπορεί να εφαρμοστεί και σε ξηρή κατάσταση.

7.4.3.2. Αρχή της μεθόδου

Η δοκιμή αυτή προσδιορίζει το συντελεστή micro-Deval δηλαδή το ποσοστό από το αρχικό δείγμα που μειώθηκε σε μέγεθος μικρότερο από 1.6mm κατά την διάρκεια περιστροφής. Το δείγμα εισάγεται στον κύλινδρο περιστροφής με ορισμένη ποσότητα νερού, κατά την περιστροφή τα αδρανή φθείρονται από την αυτοτριβή μεταξύ τους. Όταν η περιστροφή ολοκληρωθεί, το δείγμα κοσκινίζεται και το ποσοστό που παραμένει στο κόσκινο 1.6mm χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του συντελεστή micro-Deval.

7.4.3.3. Συσκευές

- Συσκευή micro-Deval,
- Χαλύβδινες σφαίρες, διαμέτρου 10 mm,
- Κόσκινα μεγέθους ανοίγματος 1.6 mm ,11.2mm ή 12.5mm και 14 mm,
- Βαθμονομημένο δοχείο για την μέτρηση ποσότητα (2.5 ± 0.05 L) νερού,
- Φούρνος εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα. Ελέγχεται με θερμοστάτη έτσι ώστε να διατηρεί θερμοκρασία $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Αντί του φούρνου εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση των αδρανών άλλος κατάλληλος εξοπλισμός με την προϋπόθεση ότι δε θα προκληθεί αλλοίωση του μεγέθους των κόκκων των αδρανών,
- Ζυγός με ακρίβεια $\pm 0.1\%$ της μάζας του δείγματος δοκιμής.

7.4.3.4. Προετοιμασία δοκιμής δείγματος

Το δείγμα που στέλνεται στο εργαστήριο πρέπει να έχει τουλάχιστο 2kg αδρανή κοκκομετρικού κλάσματος 10/14 mm. Ο έλεγχος εκτελείται σε αδρανή που διέρχονται σε κόσκινο 14mm και παραμένουν σε κόσκινο 10mm. Επιπλέον η

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ταξινόμηση των αδρανών του δείγματος πρέπει να τηρούν μία από τις παρακάτω απαιτήσεις.

a) Μεταξύ 30% και 40% να διέρχονται από το κόσκινο 11.2mm ή

b) Μεταξύ του 60% και του 70% να διέρχονται από το κόσκινο 12.5mm.

Αφού κοσκινιστεί το δείγμα σε 2 κοκκομετρικά κλάσματα (10/11.2mm και 11.2/14mm ή 10/12.5mm και 12.5/14mm) πλένεται κάθε κοκκομετρικό κλάσμα χωριστά και ξεραίνεται στο φούρνο σε θερμοκρασία $110 \pm 5^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους.

Αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλον και τα δύο κοκκομετρικά κλάσματα αναμιγνύονται ώστε να γίνει ένα κοκκομετρικό κλάσμα 10/14mm. Το δείγμα αυτό πρέπει να μειωθεί και να παρθεί τελικό δείγμα μάζας $500 \pm 2\text{g}$.

Όταν το δείγμα δεν είναι δυνατό να διαβαθμιστεί με τις παραπάνω απαιτήσεις τότε εναλλακτικά χρησιμοποιούνται οι παρακάτω διαβαθμίσεις με τον αντίστοιχο συνολικό βάρος χαλύβδινων σφαιρών.

Το συνολικό βάρος του τελικού δείγματος θα πρέπει να είναι σε όλες τις περιπτώσεις $500 \pm 2\text{g}$.

Πίνακας 7.9. Εναλλακτική ταξινόμηση αδρανών με την αντίστοιχη μάζα σφαιρών κατά τη δοκιμή micro-Deval.

Διαβάθμιση Αδρανών (mm)	Ενδιάμεσο μέγεθος κόσκινου(mm)	Ποσοστιαίο διερχόμενο ενδιάμεσου κόσκινου (%)	Συνολικό Βάρος Σφαιρών (g)
4/6.3	5	30-40	2000g
4 / 8	6.3	60-70	2800g
6.3 / 10	8	30-40	4000g
8 / 11.2	10	60-70	4400g
10 / 14	11.2 η 12.5	30-40 ή 60-70	5000g
11.2 / 16	14	60/70	5400g

7.4.3.5. Διαδικασία δοκιμής

Πριν τοποθετηθεί το δείγμα στο κύλινδρο ελέγχεται αν είναι καθαρός από παλαιότερη δοκιμή. Προσεκτικά τοποθετείται το ξηρό δείγμα, οι χαλύβδινες σφαίρες και 2.5 L νερό στο κύλινδρο. Το μηχάνημα ρυθμίζεται έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν 12000 ± 10 περιστροφές με ταχύτητα 120 rev./min. Αφού ολοκληρωθούν οι 12000 περιστροφές συλλέγεται όλο το δείγμα από το κύλινδρο, πλένεται και κοσκινίζεται σε κόσκινο 1.6mm. Το παραμένον του κόσκινου 1.6mm ξηραίνεται σε φούρνο θερμοκρασίας $110 \pm 5^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους

7.4.3.6. Υπολογισμοί και έκφραση αποτελεσμάτων

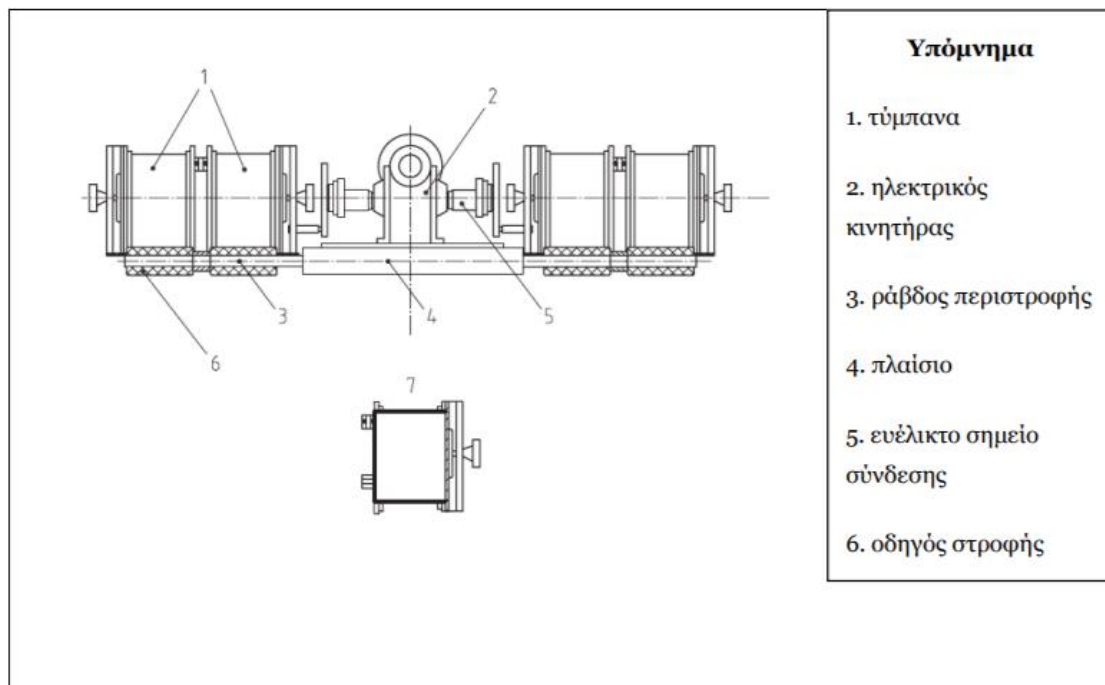
Ο συντελεστής micro-Deval (M_{DE}) υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$M_{DE} = \frac{500 - m}{5}$$

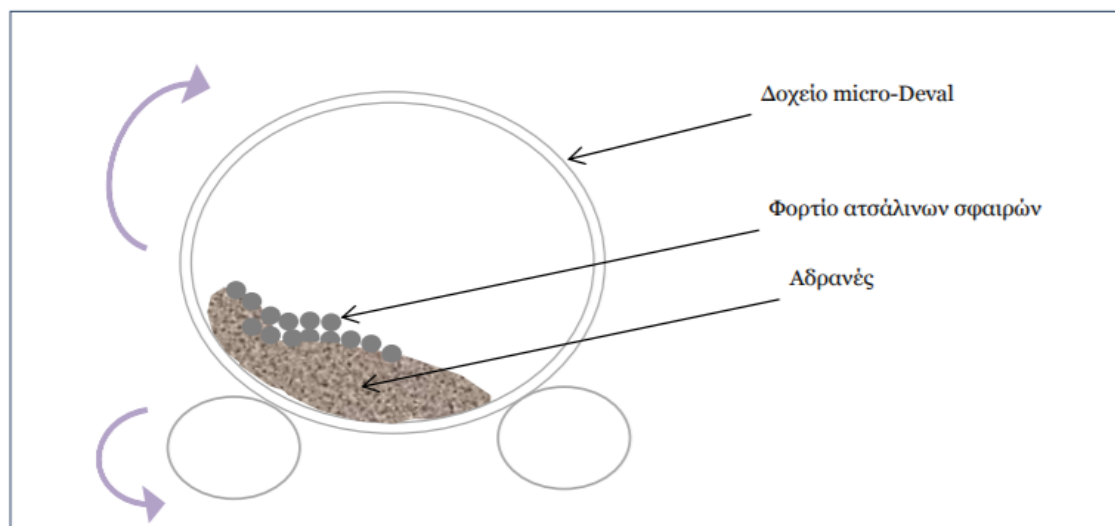
Όπου

M_{DE} είναι ο συντελεστής Micro-Deval (σε υγρή κατάσταση)

m είναι η μάζα σε g που παραμένει στο κόσκινο 1.6mm.



Σχήμα 7.1. Σχέδιο τυπικής μηχανής micro-Deval (CEN,2011)



Σχήμα 7.2. Σχηματική τομή δοκιμής micro-Deval

8. Αποτελέσματα και αξιολόγηση εργαστηριακών δοκιμών αδρανών υλικών που προορίζονται για σκυρόδεμα

8.1. Γενικά

Το 70-80% κατά βάρος του σκυροδέματος αποτελείται από αδρανή, γεγονός που συμβάλλει στο να διατηρείται χαμηλό το κόστος του σκυροδέματος, επειδή τα αδρανή είναι σχετικώς φθηνά υλικά, τόσο ως πρώτη ύλη όσο και ως διαδικασία παραγωγής. Δρουν δηλαδή ως πληρωτικά στο σκυρόδεμα.

Αυτό δεν είναι το μοναδικό πλεονέκτημα από τη χρήση αδρανών. Τα αδρανή, εκτός των άλλων προσφέρουν αξιόλογα πλεονεκτήματα και από τεχνικής άποψης στο σκυρόδεμα. Επηρεάζουν θετικά τη στατική συμπεριφορά των κατασκευών από σκυρόδεμα, εξασφαλίζουν μεγάλη σταθερότητα όγκου και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των κατασκευών σε σχέση με την περίπτωση χρήσης μόνο τσιμεντοκονιάματος.

Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά (προδιαγραφές αντοχής και χρήσης) του σκυροδέματος καθορίζουν τα φυσικομηχανικά χαρακτηριστικά των αδρανών που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Είναι γνωστό ότι, χαμηλής πυκνότητας αδρανή με μεγάλο πορώδες παράγουν ασθενές (χαμηλής αντοχής) σκυρόδεμα με μικρή αντίσταση σε φθορά, ενώ μεγάλης πυκνότητας και σκληρά αδρανή συμβάλλουν στην παραγωγή σκυροδέματος μεγάλης αντοχής (σε θλίψη και εκτριβή). Τα αδρανή του σκυροδέματος πρέπει να είναι καθαρά, χωρίς επιφανειακή σκόνη, άργιλο και οργανικές ύλες (συνήθως πλυμένα), σκληρά και μεγάλης αντοχής.

8.2. Προσδιορισμός κοκκομετρικών κλασμάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την εύρεση των χαρακτηριστικών των αδρανών υλικών.

Τα αδρανή που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή σκυροδεμάτων κατατάσσονται σε 3 κύριες ομάδες μεγεθών τεμαχίων:

1. Χονδρομερή αδρανή με τεμάχια $D/d > 2$ και $D > 11.2\text{mm}$, (8/20mm),
2. Ενδιάμεσου μεγέθους αδρανή με τεμάχια $D/d \leq 2$ ή $D \leq 11.2\text{mm}$, (4/10mm),
3. Λεπτομερή αδρανή με τεμάχια $D \leq 4\text{mm}$ και $d = 0$ (0/4mm)

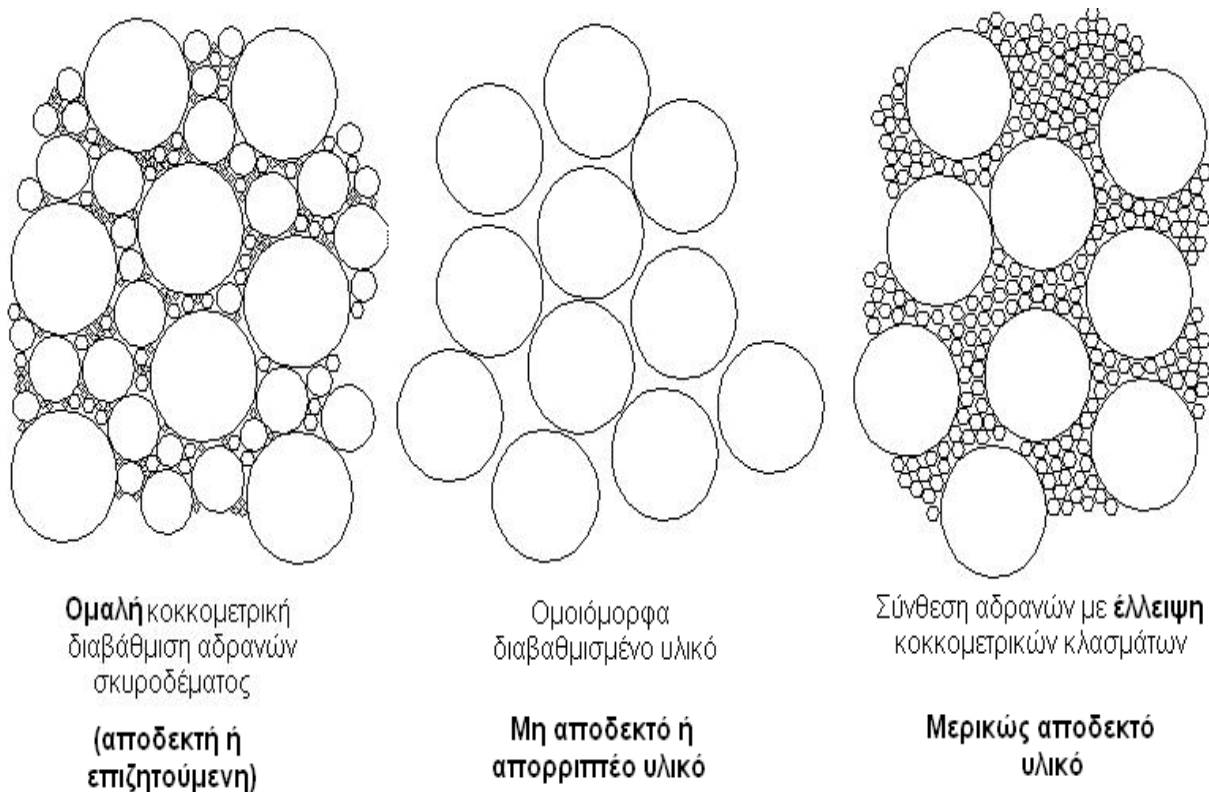
Όπου D μέγιστο μέγεθος τεμαχίων,

d ελάχιστο μέγεθος τεμαχίων.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα τεμάχια μεγέθους $\leq 0.063\text{mm}$ ονομάζονται παιπάλη.

Οι ομάδες μεγεθών (1), (2) και (3) που αφορούν στα χονδρομερή, ενδιάμεσου μεγέθους και λεπτομερή αδρανή, περιγράφονται στους πίνακες και διαγράμματα 8.1, 8.2 και 8.3 με τον όρο χονδρομερή σκύρα και ενδιάμεσου μεγέθους σκύρα, ενώ η ομάδα (3) με τον όρο άμμος. Κάθε κατηγορία έχει το περιθώριο να κινηθεί στην περιοχή μεταξύ των διακεκομμένων γραμμών διατηρώντας το χαρακτηρισμό της βλέπε διαγράμματα 8.1, 8.2, 8.3. Σε κάθε περίπτωση, για την παραγωγή σκυροδέματος υψηλών προδιαγραφών, απαιτούνται τουλάχιστον δύο στενές κοκκομετρικές ομάδες τεμαχίων, Σχήμα. 8.1.

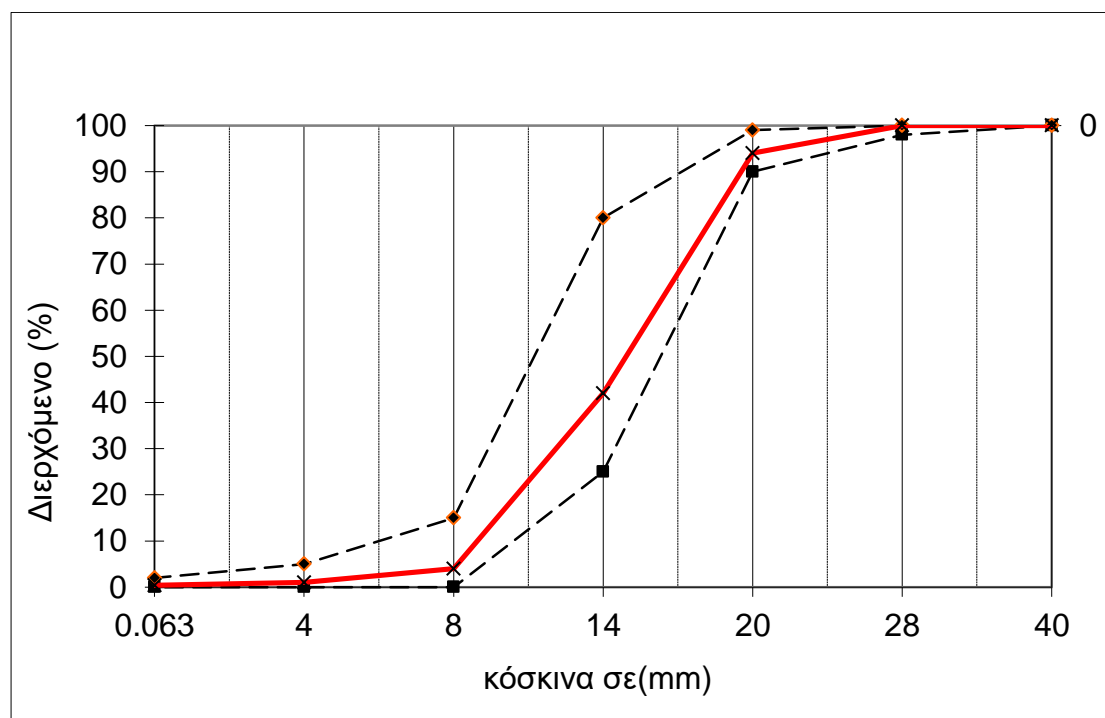


Σχήμα 8.1. Περιπτώσεις κοκκομετρικών διαβαθμίσεων αδρανών σκυροδέματος

8.2.1. Χονδρομερή αδρανή

Στην παραγωγή σκυροδέματος πρέπει να χρησιμοποιείται η χονδρομερέστερη κατά δυνατόν σύνθεση (κοκκομετρικά κλάσματα) αδρανών, που εξασφαλίζει τη μέγιστη αντοχή στο σκυρόδεμα και την ανάγκη χρήσης της μικρότερης ποσότητας τσιμεντόπαστας με προφανή μείωση του κόστους του σκυροδέματος. Όμως, το μέγιστο μέγεθος αδρανών εξαρτάται από την πηγή (πέτρωμα) των αδρανών, που επηρεάζει, μέσω και της μεθόδου παραγωγής του, τόσο το σχήμα όσο και τη διαβάθμισή του.

Επίσης το μέγιστο μέγεθος τεμαχίου αδρανών δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1/3 της ελάχιστης διάστασης του δομικού στοιχείου που θα κατασκευαστεί και τα 3/4 της απόστασης μεταξύ των διαδοχικών ράβδων σιδηροπλισμού του σκυροδέματος. Επίσης για οδοστρώματα και πλάκες δαπέδου (επίπεδες επιφάνειες) από μη οπλισμένο σκυρόδεμα, το μέγιστο μέγεθος τεμαχίου αδρανούς δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1/3 του πάχους της κατασκευής.



Διάγραμμα 8.1. Κοκκομετρική ανάλυση κατά μέγεθος χονδρομερών σκύρων 8/20mm.

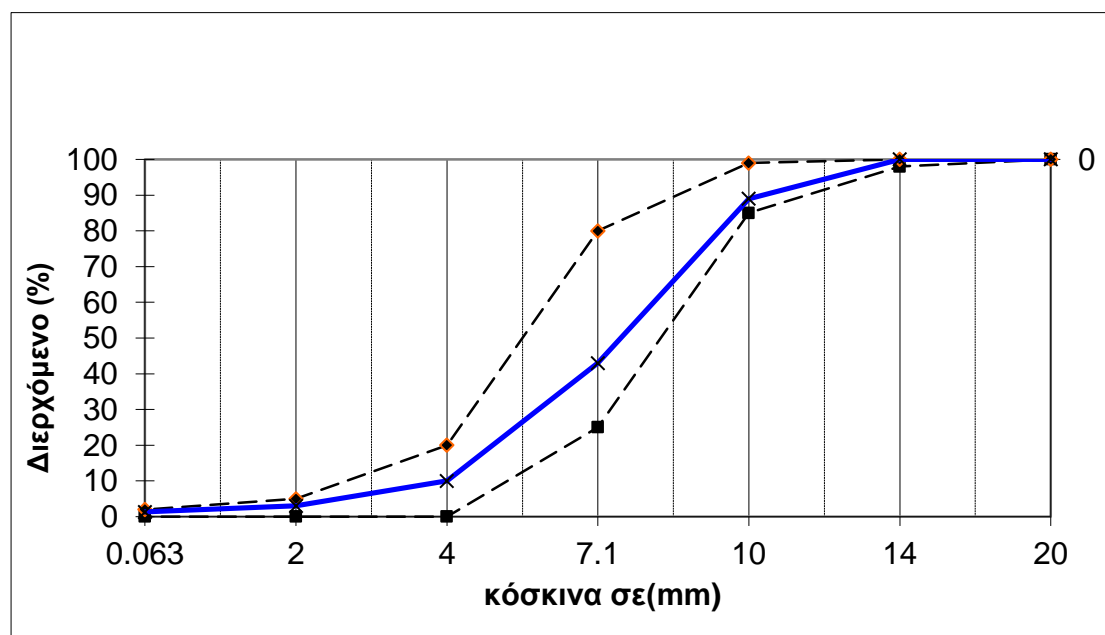
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 8.1. Αποτέλεσμα κοκκομετρικής ανάλυσης μέγεθος χονδρομερών σκύρων 8/20mm

Κοκκομετρική Διαβάθμιση & Περιεκτικότητα σε Παιπάλη EN 933-1			
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα Χονδρομερή σκύρα 8/20mm			
Βάρος Ξηρού υλικού (g)	Ξηρό βάρος μετά από πλύσιμο (g)	Ξηρό Βάρος παιπάλης αφαιρεμένης με το πλύσιμο (g)	
$M_1 = 3086$	$M_2 = 3073$	$M_1 - M_2 = 13$	
Άνοιγμα κόσκινου (mm)	Βάρος υλικού που παραμένει σε κάθε κόσκινο R_i (g)	Παραμένον (R_i / M_1)×100 (%)	Διερχόμενο 100-(R_i / M_1)×100 (%)
40	0	0.0	100
28	0	0.0	100
20	197.5	6.4	93.6
14	1595.5	51.7	41.9
8	1163.4	37.7	4.2
4	98.7	3.2	1.0
0.063	18.5	0.6	-
Υποδοχέας(P)	0	-	-
Σύνολο	3073		
Περιεκτικότητα σε παιπάλη (f): $100 \times \frac{(M_2 - M_1) + P}{M_1} = 0.4\%$			Προδιαγραφή $\leq 1.5\%$

8.2.2. Ενδιάμεσου μεγέθους αδρανή

Για τη παρασκευή σκυροδέματος καλής ποιότητας είναι απαραίτητη η χρήση και ενδιάμεσου μεγέθους αδρανών εξασφαλίζοντας ομαλή κοκκομετρική διαβάθμιση στο σκυρόδεμα. Με τον συνδυασμό αυτό το σκυρόδεμα αποκτά μεγάλη αντοχή και ταυτοχρόνως πλήρωση των κενών μεταξύ των χονδρομερών αδρανών.



Διάγραμμα 8.2. Κοκκομετρική ανάλυση κατά μέγεθος ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm.

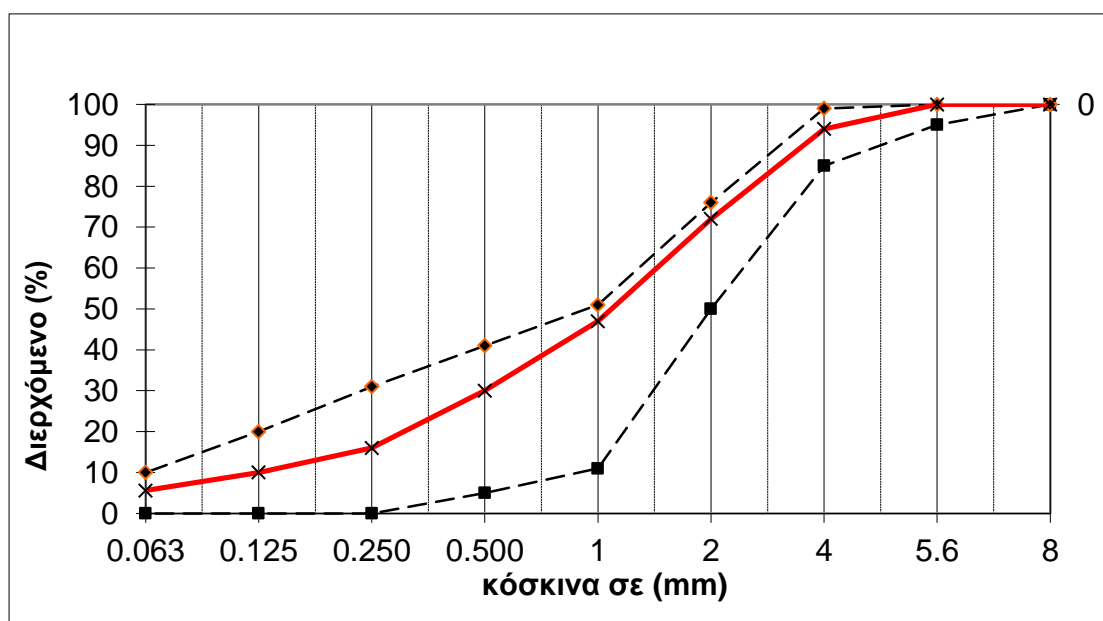
Πίνακας 8.2. Αποτέλεσμα κοκκομετρικής ανάλυσης κατά μέγεθος ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Κοκκομετρική Διαβάθμιση & Περιεκτικότητα σε Παιπάλη EN 933-1			
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 4/10mm			
Βάρος Ξηρού υλικού (g)	Ξηρό βάρος μετά από πλύσιμο (g)	Ξηρό Βάρος παιπάλης αφαιρεμένης με το πλύσιμο (g) $M_1 - M_2 = 9$	
$M_1 = 681$	$M_2 = 672$		
Άνοιγμα κόσκινου (mm)	Βάρος υλικού που παραμένει σε κάθε κόσκινο R_i (g)	Παραμένον (R_i / M_1)×100 (%)	Διερχόμενο $100 - (R_i / M_1) \times 100$ (%)
20	0	0.0	100.0
14	0	0.0	100.0
10	77	11.3	88.7
7.1	310	45.5	43.2
4	228	33.5	9.7
2	45	6.6	3.1
0.063	12	1.8	-
Υποδοχέας(P)	0	-	-
Σύνολο	672		
Περιεκτικότητα σε παιπάλη (f): $100 \times \frac{(M_2 - M_1) + P}{M_1} = 1.3\%$			Προδιαγραφή $\leq 1.5\%$

8.2.3. Λεπτομερή αδρανή

Όπως προαναφέρθηκε, τα λεπτομερή αδρανή χρησιμοποιούνται για την πλήρωση των κενών μεταξύ των χονδρομερών αδρανών, με στόχο να αυξήσουν την εργασιμότητα του μίγματος του σκυροδέματος και να ελαττώσουν τον όγκο των κενών που καλύπτεται από την τσιμεντόπαστα, γεγονός που έχει προφανώς θετικό οικονομικό αποτέλεσμα στο κόστος παραγωγής του σκυροδέματος. Όμως η παιπάλη γενικά πρέπει να αποφεύγεται στην σύνθεση του σκυροδέματος. Αυτό, λόγω του μικρού μεγέθους τεμαχιδίων προσκολλάται στους κόκκους των αδρανών, εμποδίζοντας την προσρόφηση των αδρανών με την τσιμεντόπαστα, είτε σχηματίζονται συσσωματώματα με αποτέλεσμα την δημιουργία αδύναμων σημείων στην μάζα του σκυροδέματος. Επίσης η παιπάλη αυξάνει την αναγκαία ποσότητα του νερού στο σκυρόδεμα, επειδή σαν λεπτή σκόνη παρουσιάζει μεγάλη ειδική επιφάνεια και ελαττώνει αντίστοιχα την αντοχή του. Σύμφωνα με την προδιαγραφή CYS EN 933-1, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% κατά βάρος στην άμμο και 1.5% κατά βάρος στα σκύρα.



Διάγραμμα 8.3. Κοκκομετρική ανάλυση κατά μέγεθος άμμου 0/4mm

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 8.3. Αποτελέσμα Κοκκομετρικής ανάλυσης κατα μέγεθος Άμμου 0/4mm

Κοκκομετρική Διαβάθμιση & Περιεκτικότητα σε Παιπάλη EN 933-1			
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα ΆΜΜΟΣ 0/4mm			
Βάρος Ξηρού υλικού (g)	Ξηρό βάρος μετά από πλύσιμο (g)	Ξηρό Βάρος παιπάλης αφαιρεμένης με το πλύσιμο (g) M ₁ -M ₂ =36	
M ₁ = 647	M ₂ =611		
Άνοιγμα κοσκίνου (mm)	Βάρος υλικού που παραμένει σε κάθε κόσκινο R _i (g)	Παραμένον (R _i / M ₁)×100 (%)	Διερχόμενο 100-(R _i / M ₁)×100 (%)
8	0	0.0	100
5.6	0	0.0	100
4	40	6.2	83.8
2	144	22.3	71.6
1	161	24.9	46.7
0.5	110	17.0	29.7
0.25	90	13.9	15.8
0.125	36	5.6	10.2
0.063	30	4.6	-
Υποδοχέας(P)	0	-	-
Σύνολο	611		
Περιεκτικότητα σε παιπάλη (f):			Προδιαγραφή
$100 \times \frac{(M_2 - M_1) + P}{M_1} = 5.6\%$			≤10%

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

8.3. Προσδιορισμός μορφής των κόκκων-Δείκτης Πλακοειδούς

Το σχήμα των αδρανών είναι ένας ακόμα παράγοντας που επιρεάζει την ποιότητα του σκυρόδεμα. Σύμφωνα με το πρότυπο CYS EN 12620 το ποσοστό πεπλατυσμένων τεμαχίων που συμμετέχουν στο σκυρόδεμα πρέπει να είναι μικρότερο από 20% κατά βάρος των σκύρων. Και τούτο, επειδή είναι πιθανή η δέσμευση νερού κάτω από τα αδρανή, που έχει ως αποτέλεσμα, επιφάνειες αδυναμίας ή μεγαλύτερη κατανάλωση νερού και τελικά παραγωγή σκυροδέματος μικρότερης αντοχής.

Πίνακας 8.4. Αποτέλεσμα της μορφής των κόκκων-Δείκτης Πλακοειδούς ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm

Δείκτης Πλακοειδούς CYS EN 933-3				
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 4/10mm				
Βάρος Δείγματος	Βάρος παραμένον στο κόσκινο 80mm=0 g Βάρος διερχόμενο στο κόσκινο 4mm=14 g Ολικό Βάρος απόρριψης=14 g			
M₀ = 1549 g				
Κοκκομετρικά κλάσματα d_i/D_i	Βάρος κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i (R_i)	Πλάτος κόσκινου με μπάρες (mm)	Διερχόμενη μάζα από τα κόσκινο με μπάρες (m_i)	FI (m_i/ R_i)×100
(mm)	(g)		(g)	
12,5/16	0	8± 0,2	0	-
10/12,5	136.3	6,3± 0,2	20.8	15.3
8/10	381.5	5± 0,2	56.1	14.7
6,3/8	463.4	4± 0,15	67	15.1
5/6,3	210	3,15± 0,15	30	14.3
4/5	343.8	2,5± 0,15	49	14.3
M₁ = ΣR_i=	1535	M₂ = Σm_i=	223	
Δείκτης πλακοειδούς (F.I):			Προδιαγραφή	
$100 \times \frac{M_2}{M_1} = 14.5 \%$			≤20%	

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 8.5. Αποτέλεσμα της μορφής των κόκκων-Δείκτης Πλακοειδούς χονδρομερών σκύρων 8/20mm

Δείκτης Πλακοειδούς CYS EN 933-3				
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 8/20mm				
Βάρος Δείγματος	Βάρος παραμένον στο κόσκινο 80mm=0 g Βάρος διερχόμενο στο κόσκινο 4mm=27g Ολικό Βάρος απόρριψης=27 g			
$M_0 = 3126 \text{ g}$				
Κοκκομετρικά κλάσματα d_i/D_i	Βάρος κάθε κοκκομετρικού κλάσματος d_i/D_i (R_i)	Πλάτος κόσκινου με μπάρες (mm)	Διερχόμενη μάζα από τα κόσκινο με μπάρες (m_i)	FI (m_i/R_i) $\times 100$
(mm)	(g)		(g)	
25/31,5	0	16 \pm 0,4	0	-
20/25	217	12,5 \pm 0,4	22.1	10.2
16/20	1116.6	10 \pm 0,2	127.3	11.4
12,5/16	774.7	8 \pm 0,2	100.6	13
10/12,5	308.7	6,3 \pm 0,2	43.5	14.1
8/10	496	5 \pm 0,2	60.5	12.2
6,3/8	101	4 \pm 0,15	12.8	12.7
5/6,3	41	3,15 \pm 0,15	5.6	13.7
4/5	44	2,5 \pm 0,15	5.9	13.4
$M_1 = \Sigma R_i =$	3099	$M_2 = \Sigma m_i =$	378	
Δείκτης πλακοειδούς (F.I):			Προδιαγραφή	
$100 \times \frac{M_2}{M_1} = 12.2 \%$			$\leq 20\%$	

8.4. Προσδιορισμός ποιότητας παιπάλης-Δοκιμή Μπλε του Μεθυλενίου

Συνήθως ο άργιλος χαρακτηρίζεται από τεμάχια μικρότερα από 2mm, με αποτέλεσμα να προσκολλάται στα αδρανή υλικά. Τα αργιλικά ορυκτά χαρακτηρίζονται από την υψηλή πλαστικότητα, απορρόφηση νερού και διόγκωση, θιξοτροπία και διασπορά ή θρόμβωση. Οι φυσικομηχανικές ιδιότητες των αργιλικών ορυκτών έχουν καταστρεπτικές συνέπειες στο σκυρόδεμα και πρέπει να ελέγχεται και να μειώνεται η περιεκτικότητά τους στα αδρανή υλικά.

Πίνακας 8.6. Αποτελέσματα ποιότητας της παιπάλης-Δοκιμή Μπλε του Μεθυλενίου σε άμμο 0/4mm

Ποιότητα Παιπάλης-Δοκιμή Μπλε του Μεθυλενίου CYS EN 933-9	
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 0/4mm	
M ₁ : μάζα του δείγματος δοκιμής 0/2 mm, σε g	M ₁ =210
V ₁ : συνολικός όγκος του διαλύματος βαφής που έχουμε προσθέσει, σε ml	V ₁ =31.5 ml
V': όγκος του διαλύματος βαφής που απορροφάται από τον καολινίτη, σε ml.	V': Δεν χρειάστηκε προσθήκη καολινίτη
MB: Τιμή μπλε του μεθυλενίου, εκφρασμένη σε γραμμάρια βαφής ανά χιλιόγραμμα του κλάσματος 0/2 mm	$10 \times \frac{V_1}{M_1} = 1.5 \text{ g/kg}$
Προδιαγραφή MB ≤ 3 g/kg	

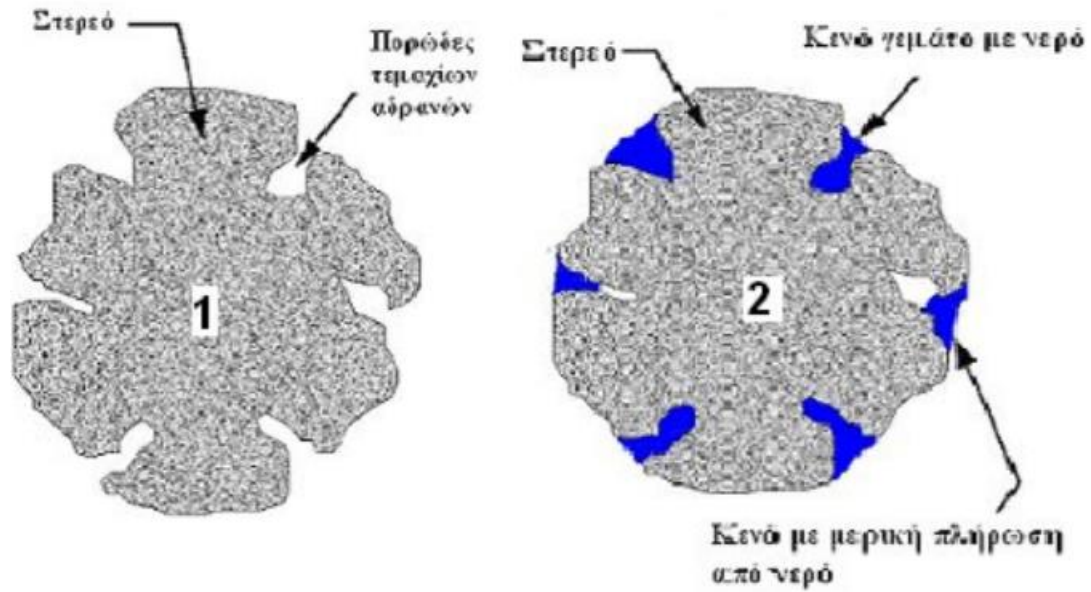
8.5. Προσδιορισμός πυκνότητας και υδροαπορροφητικότητας

Τα αδρανή υλικά όπως προαναφέρθηκε αποτελούν το 70-80% της σύνθεσης του σκυροδέματος έτσι η πυκνότητα των αδρανών υλικών καθορίζουν την πυκνότητα του σκυροδέματος. Γεγονός που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ποιότητα του έργου για την οποία προορίζεται το σκυρόδεμα, ειδικά στις περιπτώσεις που έχουν τεθεί κατώτερα όρια τιμών ειδικού βάρους για το σκυρόδεμα. Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι το ειδικό βάρος των αδρανών δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο χαρακτηρισμού της ποιότητας τους, αλλά μόνο ως δείκτης μεταβολής των χαρακτηριστικών τους. Η πυκνότητα των αδρανών χρησιμεύει κυρίως ευρύτατα στους υπολογισμούς προσδιορισμού της αναλογίας των πρώτων υλών για την παραγωγή του σκυροδέματος.

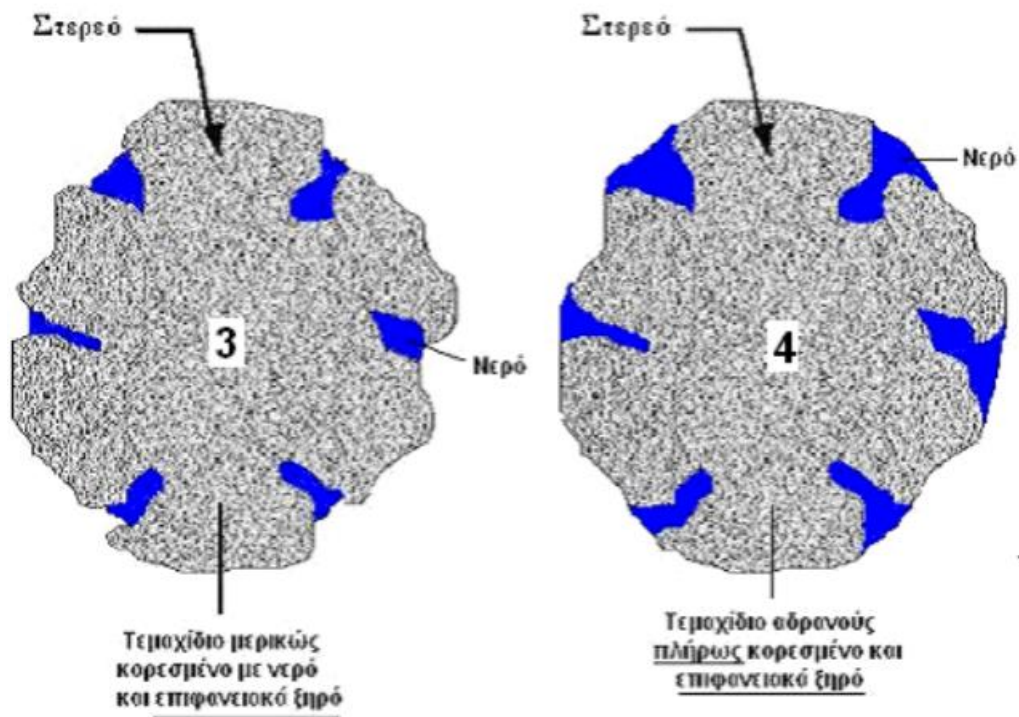
Το πορώδες των αδρανών δίνει τη δυνατότητα απορρόφησης νερού από τα ξηρά αδρανή, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται το διαθέσιμο νερό που είναι απαραίτητα για της αντιδράσεις ενυδάτωσης του τσιμέντου. Αντιθέτως, εάν τα αδρανή έχουν περίσσεια νερού (στο εσωτερικό τους αλλά και στην επιφάνεια τους), συνεισφέρουν νερό για τις αντιδράσεις ενυδάτωσης. Με βάση τα παραπάνω, τα τεμάχια των αδρανών διακρίνονται στις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες, όσον αφορά στην κατάσταση τους από πλευράς υγρασίας.

1. Τελείως ξηρά (Oven-dry), χωρείς καθόλου υγρασία δηλαδή έχουν υποστεί ολοκληρωτική ξήρανση,
2. Μερικώς ξηρά (Air-dry), όπου οι εσωτερικοί τους πόροι είναι μερικώς γεμάτοι με νερό, ενώ η επιφάνεια τους είναι ξηρή,
3. Τεμάχια με πόρους γεμάτους με νερό (Saturated-surface-dry), ενώ η επιφάνεια τους δεν έχει υγρασία,
4. Τεμάχια με πόρους γεμάτους με νερό (Damp-Wet), ενώ η επιφάνεια τους είναι καλυμμένη με στρώμα (φιλμ) νερού.

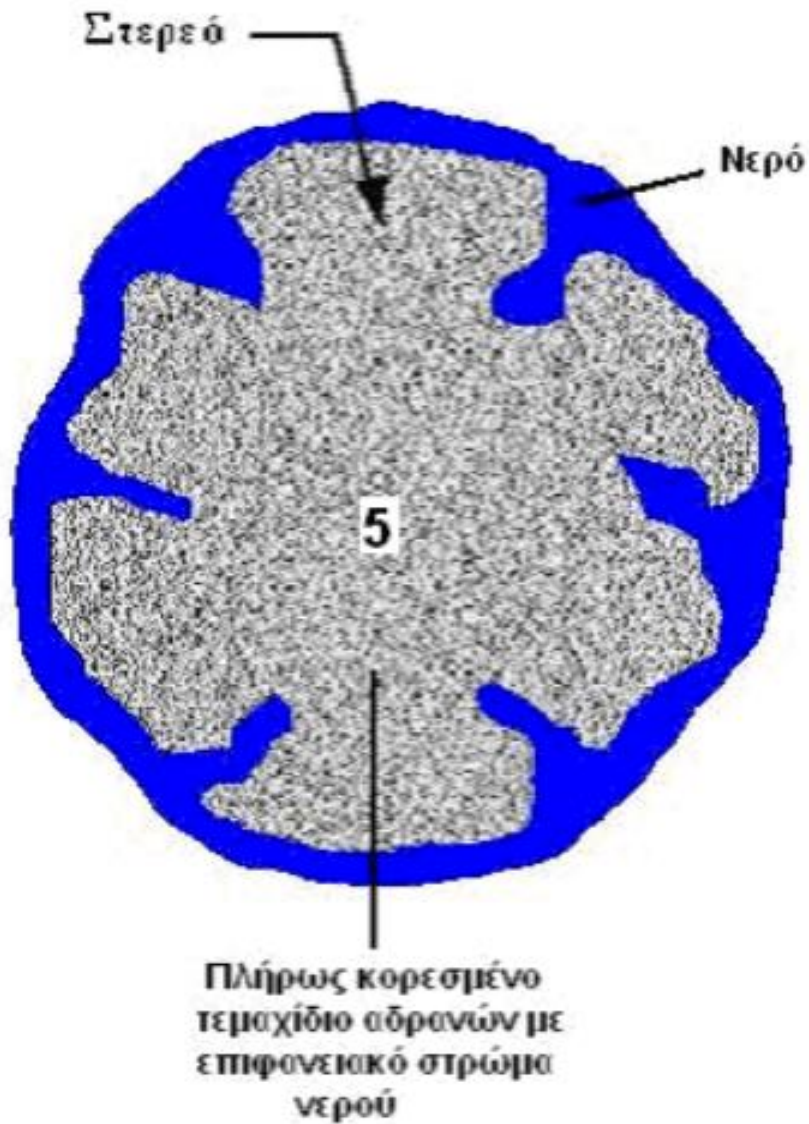
Από τις παραπάνω καταστάσεις η πλέον χαρακτηριστική είναι η κατάσταση 3 (σχήμα 8.3.) η οποία είναι μια κατάσταση ισορροπίας, όπου τα αδρανή ούτε απορροφούν αλλά ούτε και αποδίδουν νερό στην τσιμεντόπαστα. Η κατάσταση αυτή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους των αδρανών που χρησιμοποιούνται στο σκυρόδεμα.



Σχήμα 8.2. Επιφανειακή δομή και πορώδες αδρανών



Σχήμα 8.3. Τεμάχια αδρανών μερικώς (3) και πλήρως (4) κορεσμένα με νερό αλλά επιφανειακά ξηρά



Σχήμα 8.4. Τεμάχιο αδρανών πλήρως κορεσμένο με νερό και καλυμμένο από επιφανειακό στρώμα νερού.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 8.7. Αποτέλεσμα Πυκνότητας & Υδροαπορροφητικότητας σε νερό ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm

Πυκνότητα & Υδροαπορροφητικότητα σε Νερό CYS EN 1097-6					
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 4/10mm					
Προσδιορισμός		Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Μέσος όρος
Βάρος ξηρού δείγματος (g)	M ₄	740	775	810	
Βάρος κορεσμένου επιφανειακά στεγνού (g)	M ₁	760	796	832	
Βάρος πυκνομέτρου με νερό (g)	M ₃	1450	1450	1450	
Βαρος πυκνομέτρου με νερό και κορεσμένου δείγματος (g)	M ₂	1915	1937	1959	
Πυκνότητα κόκκων σε ξηρή κατάσταση (P _{od})	$\frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	2.51	2.51	2.51	2.51
Πυκνότητα κόκκων και επιφανειακά στεγνών κόκκων (P _{ssd})	$\frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	2.58	2.58	2.58	2.58
Φαινόμενη πυκνότητα (P _a)	$\frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)}$	2.69	2.69	2.69	2.69
Υδροαπορροφητικότητα (WA ₂₄)	$\frac{100 \times (M_1 - M_4)}{M_4}$	2.70	2.71	2.72	2.71
Προδιαγραφή WA ₂₄ ≤ 4%		Προδιαγραφή P _a ≥ 2 tn/m ³			

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 8.8. Αποτελεσμα Πυκνότητας & Υδροαπορροφητικότητα σε νερό χονδρομερών σκύρων 8/20mm

Πυκνότητα & Υδροαπορροφητικότητα σε Νερό CYS EN 1097-6					
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 8/20mm					
Προσδιορισμός		Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Μέσος όρος
Βάρος ξηρού δείγματος (g)	M ₄	740	710	705	
Βάρος κορεσμένου επιφανειακά στεγνού (g)	M ₁	763	732	727	
Βάρος πυκνομέτρου με νερό (g)	M ₃	1450	1450	1450	
Βαρος πυκνομέτρου με νερό και κορεσμένου δείγματος (g)	M ₂	1919	1900	1897	
Πυκνότητα κόκκων σε ξηρή κατάσταση (P _{od})	$\frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	2.52	2.52	2.52	2.52
Πυκνότητα κόκκων και επιφανειακά στεγνών κόκκων (P _{ssd})	$\frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	2.60	2.60	2.60	2.60
Φαινόμενη πυκνότητα (P _a)	$\frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)}$	2.73	2.73	2.73	2.73
Υδροαπορροφητικότητα (WA ₂₄)	$\frac{100 \times (M_1 - M_4)}{M_4}$	3.11	3.10	3.12	3.11
Προδιαγραφή WA ₂₄ ≤ 4%		Προδιαγραφή P _a ≥ 2 tn/m ³			

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 8.9. Αποτέλεσμα Πυκνότητας & Υδροαπορροφητικότητα σε νερό άμμου 0/4mm

Πυκνότητα & Υδροαπορροφητικότητα σε Νερό CYS EN 1097-6					
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 0/4mm					
Προσδιορισμός		Δοκιμή 1	Δοκιμή 2	Δοκιμή 3	Μέσος όρος
Βάρος ξηρού δείγματος (g)	M ₄	690	650	665	
Βάρος κορεσμένου επιφανειακά στεγνού (g)	M ₁	741	697	714	
Βάρος πυκνομέτρου με νερό (g)	M ₃	1450	1450	1450	
Βαρος πυκνομέτρου με νερό και κορεσμένου δείγματος (g)	M ₂	1878	1852	1862	
Πυκνότητα κόκκων σε ξηρή κατάσταση (Ρ _{od})	$\frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	2.20	2.20	2.20	2.20
Πυκνότητα κόκκων και επιφανειακά στεγνών κόκκων (Ρ _{ssd})	$\frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)}$	2.35	2.35	2.35	2.35
Φαινόμενη πυκνότητα (Ρ _a)	$\frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)}$	2.63	2.63	2.63	2.63
Υδροαπορροφητικότητα (W _{A24})	$\frac{100 \times (M_1 - M_4)}{M_4}$	3.41	3.40	3.42	3.41
Προδιαγραφή W _{A24} ≤4%		Προδιαγραφή Ρ _a ≥ 2 tn/m ³			

8.6. Προσδιορισμός αντοχής κατακερματισμού-Los Angeles

Το σκυρόδεμα προορίζεται συνήθως για κατασκευές που απαιτούν μεγάλη μηχανική καταπόνηση, έτσι τα αδρανή υλικά που συμμετέχουν στο σκυρόδεμα πρέπει να ελέγχονται και να προσδιορίζονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους. Η δοκιμή Los Angeles προσδιορίζει την έκταση της φθοράς των αδρανων, τα οποία υπόκεινται δράσεις τριβής. Όσο πιο μικρός είναι ο δείκτης Los Angeles τόσο πιο ανθεκτικά είναι τα αδρανή υλικά και συνεπώς το σκυρόδεμα σε μηχανικές καταπονήσεις.

Πίνακας 8.10.Αποτέλεσμα Αντοχής σε κατακερματισμό ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm

Αντοχη σε Κατακερματισμό CYS EN 1097-2	
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 4/10mm	
Βάρος τελικού δείγματος μαζί με τις χαλύβδινες σφαίρες (g)	$M_1=5000$
Βάρος υλικού που παρέμεινε στο κόσκινο 1.6mm (g)	$m_1=4300$
Συντελεστής Los Angeles	$\frac{M_1 - m_1}{50} = 14\%$
Προδιαγραφή LA≤30%	

Πίνακας 8.11.Αποτελεσμα Αντοχής σε κατακερματισμό χονδρομερών σκύρων 8/20mm

Αντοχη σε Κατακερματισμό CYS EN 1097-2	
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 8/20mm	
Βάρος τελικού δείγματος μαζί με τις χαλύβδινες σφαίρες (g)	$M_1=5000$
Βάρος υλικού που παρέμεινε στο κόσκινο 1.6mm (g)	$m_1=4350$
Συντελεστής Los Angeles	$\frac{M_1 - m_1}{50} = 13\%$
Προδιαγραφή LA≤30%	

8.7. Προσδιορισμός αντοχής στη φθορά-micro-Deval

Η δοκιμή Micro-Deval είναι παρόμοιας φιλοσοφίας με τη δοκιμή Los Angeles με την διαφορά, η δοκιμή Micro-Deval προσδιορίζει τις μηχανικές ιδιότητες των αδρανών υλικών σε υγρές συνθήκες. Για σκυρόδεμα που προορίζεται σε υγρές συνθήκες είναι η απαραίτητος ο έλεγχος αυτός. Όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής Micro-Deval τόσο πιο ανθεκτικά είναι τα αδρανή.

Πίνακας 8.12.Αποτέλεσμα Αντοχής στη φθορά ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm

Αντοχή στη Φθορά CYS EN 1097-1	
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 4/10mm	
Βάρος τελικού δείγματος μαζί με τις χαλύβδινες σφαίρες (g)	$M_1=500$
Βάρος υλικού που παρέμεινε στο κόσκινο 1.6mm (g)	$m_1=375$
Συντελεστής micro-Deval	$\frac{M_1 - m_1}{5} = 25\%$
Προδιαγραφή $M_{DE} \leq 35\%$	

Πίνακας 8.13.Αποτέλεσμα Αντοχής στη φθορά ενδιάμεσου μεγέθους σκύρων 4/10mm

Αντοχή στη Φθορά CYS EN 1097-1	
CYS EN 12620 – Αδρανή για Σκυρόδεμα 8/20mm	
Βάρος τελικού δείγματος μαζί με τις χαλύβδινες σφαίρες (g)	$M_1=500$
Βάρος υλικού που παρέμεινε στο κόσκινο 1.6mm (g)	$m_1=395$
Συντελεστής micro-Deval	$\frac{M_1 - m_1}{5} = 21\%$
Προδιαγραφή $M_{DE} \leq 35\%$	

9. Συμπεράσματα

Με την πραγματοποίηση των εργαστηριακών δοκιμών με βάση τα ευρωπαϊκά πρότυπα, προσδιορίστηκαν οι βασικότερες ιδιότητες των αδρανών υλικών και παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (9.14, 9.15, 9.16). Οι ιδιότητες αυτές είναι εντός προδιαγραφών με βάση το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12620 και απαιτούνται για την παρασκευή καλής ποιότητας σκυροδέματος.

Αυτό δεν σημαίνει ότι τα πέτρωματα είναι τέλεια και δεν παρουσιάζουν καμία αδυναμία, προφανώς παρουσιάζουν αδυναμίες. Όπως έχει προαναφερθεί για να φτάσει το πέτρωμα στην επιθυμητή ποιότητα των τελικών προϊόντων πρέπει να αξιολογηθεί ο ποιοτικός έλεγχος και ανάλογα, να γίνουν οι κατάλληλες επιλογές, διαμόρφώσεις ή τροποποιήσεις στην σκυροθραυστική μονάδα καθώς και στην λατόμευση του υλικού.

Επίσης τα Ευρωπαϊκά πρότυπα αδρανών υλικών αποτελούν κατευθυντήριες γραμμές για ένα μηχανικό για το πώς θα διαμορφώσει και θα επιλέξει τους κατάλληλους θραύστηρες και κόσκινα διαλογής για την παραγωγή υλικού εντός ορίων, καθώς επίσης και με ελάχιστο οικονομικό κόστος. Προφανώς σε περίπτωση αναδιαμόρφωσης των Ευρωπαϊκών προτύπων ή επιζήτησης διαφορετικών ιδιοτήτων στα αδρανή υλικά, ο μηχανικός γνωρίζοντας τις ιδιότητες του πετρώματος του, πρέπει να κάνει τις κατάλληλες διαμορφώσεις ή τροποποιήσεις, εάν και εφόσον αξίζει οικονομικά.

Έτσι ο ποιοτικός έλεγχος των αδρανών υλικών είναι ένα από τα πιο δυνατά εργαλεία αν όχι το πιο δυνατό για ένα μηχανικό που ασχολείται με την μεταλλευτική. Πέραν του προφανούς, δηλαδή να ελέγχει εάν τα τελικά προϊόντα είναι εντός προδιαγραφών, ο ποιοτικός έλεγχος, μετά από πολλές μετρήσεις μπορεί να δώσει στον μηχανικό την εικόνα του υλικού που έχει να επεξεργαστεί.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 9.1. Ιδιότητες χονδρόκοκκων αδρανών 8/20mm

CYS EN 12620 Αδρανή για σκυρόδεμα		
Ιδιότητα	Πρότυπο για έλεγχο ιδιοτήτων	Αποτελέσματα
Μέγεθος αδρανών	CYS EN 933-1	8/20 mm
Σχήμα Αδρανών	CYS EN 933-3	Fl12 %
Περιεκτικότητα σε παιπάλη	CYS EN 933-1	f0.4 %
Ποιότητα παιπάλης	CYS EN 933-9	-
Πυκνότητα	CYS EN 1097-6	P_a2.7 tn/m³
Υδροαπορροφητικότητα σε νερό	CYS EN 1097-6	WA₂₄3.1
Αντοχή σε κατακερματισμό	CYS EN 1097-2	LA13
Αντοχή σε φθορά	CYS EN 1097-1	M _{DE} 21
Σημείωση όπου – η δοκιμή δεν εφαρμόζεται.		

Πίνακας 9.2. Ιδιότητες ενδιάμεσου μεγέθους αδρανών υλικών 4/10mm

CYS EN 12620 Αδρανή για σκυρόδεμα		
Ιδιότητα	Πρότυπο για έλεγχο ιδιοτήτων	Αποτελέσματα
Μέγεθος αδρανών	CYS EN 933-1	4/10mm
Σχήμα Αδρανών	CYS EN 933-3	Fl14.5 %
Περιεκτικότητα σε παιπάλη	CYS EN 933-1	f1.3 %
Ποιότητα παιπάλης	CYS EN 933-9	-
Πυκνότητα	CYS EN 1097-6	P_a2.7 tn/m³
Υδροαπορροφητικότητα σε νερό	CYS EN 1097-6	WA₂₄2.7
Αντοχή σε κατακερματισμό	CYS EN 1097-2	LA14
Αντοχή σε φθορά	CYS EN 1097-1	M _{DE} 25
Σημείωση όπου – η δοκιμή δεν εφαρμόζεται.		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Πίνακας 9.3. Ιδιότητες λεπτόκοκκων αδρανών (άμμος) 0/4mm

CYS EN 12620 Αδρανή για σκυρόδεμα		
Ιδιότητα	Πρότυπο για έλεγχο ιδιοτήτων	Αποτελέσματα
Μέγεθος αδρανών	CYS EN 933-1	0/4mm
Σχήμα Αδρανών	CYS EN 933-3	-
Περιεκτικότητα σε παιπάλη	CYS EN 933-1	f5.6 %
Ποιότητα παιπάλης	CYS EN 933-9	MB1.5 g/kg
Πυκνότητα	CYS EN 1097-6	P_a2.6 tn/m³
Υδροαπορροφητικότητα σε νερό	CYS EN 1097-6	WA₂₄3.4
Αντοχή σε κατακερματισμό	CYS EN 1097-2	-
Αντοχή σε φθορά	CYS EN 1097-1	-
Σημείωση όπου – η δοκιμή δεν εφαρμόζεται.		

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Τσακαλάκης Κώστας, 2010, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΚΑΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ, Τμήμα Μεταλλειολόγων Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- Δρ. Γ. Κωνσταντίνου, Ο διαβάσης του οφιόλιθου του Τροόδους- Ενας Εξαιρετικός Δομικός Λίθος.
- Ευάγγελος Φουντουκίδης, Έλεγχος Ποιότητας και Τεχνολογία Δομικών Υλικών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Τεχνολογικού Τομέα
- Εφημερίδα της κυβερνήσεως, 2016, Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ 2016), Τεύχος δεύτερο, Αρ. Φύλλου 1561.
- Αδρανή Υλικά, Συνοπτικός Οδηγός Κυπριακών Προτύπων CYS EN, 2009, Ε.Τ.Ε.Κ, www.etek.org.cy
- Κυπριακός Οργανισμός Τυποποίησης (Κ.Ο.Π.) www.cys.org.cy
- Τεχνική Έκθεση 1601Ε4, 2016, Αναθεώρηση των προδιαγραφών του Τμήματος Δημόσιων Έργων για τα αδρανή υλικά, Τομέας Εργαστηρίων Τμήματος Δημόσιων Έργων, Λευκωσία.
- Τμήμα γεωλογικής επισκόπησης, Κυπριακή Δημοκρατία, www.moa.gov.cy
- CYS EN 12620, 2002, Αδρανή για Σκυρόδεμα.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΙΟΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
(ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ-EN)

EN932.ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΓΕΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- 932/1 Μέθοδος Δειγματοληψίας
- 932/2 Μέθοδοι Μείωσης Μεγέθους Εργαστηριακού Δείγματος.
- 932/4 Κοινός Εξοπλισμός Και Διακρίβωση

EN933.ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- 933/1 Προσδιορισμός Κοκκομετρικών Κλασμάτων-Κόσκινα Δοκιμών Και Ονομαστικό Μέγεθος Διατομών Κόσκινων
- 933/2 Προσδιορισμός Διαγράμματος Κοκκομετρίας - Μέθοδος Με Κόσκινα
- 933/3 Προσδιορισμός Της Μορφής Των Κόκκων-Δείκτης Πλακοειδούς
- 933/9 Προσδιορισμός Ποιότητας Παιπάλης-Μπλε του Μεθυλενίου

EN1097.ΔΟΚΙΜΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

- 1097/1 Προσδιορισμός Της Αντίστασης Στη Φθορά (micro-Deval)
- 1097/2 Προσδιορισμός Της Αντοχής Σε Μηχανική Φθορά (Los Angeles)
- 1097/6 Φαινόμενο Ειδικό Βάρος & Υδατοαπορροφητικότητα