ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Σ.ΚΟΛΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# *"ΔΙΕΡΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΑΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ"*

ΦΟΙΤΗΤΗΣ :ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΑΡΑΧΑΛΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 1998

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ


Περιεχόμενα .....1,2

Σκοπός .....3

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1** .....4

ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ.....4

1.1 Γενικά-Ορισμοί .....4

1.2 Σταθεροποιητές-Μηχανισμοί σταθεροποίησης .....6

1.2.1 Γενικά σχόλια .....6

1.2.2 Σταθεροποίηση με τσιμέντο.....7

1.2.2.1 Γενικά σχόλια.....7

1.2.2.2 Μηχανισμός δράσεως τσιμέντου .....8

1.2.2.3 Αποτελέσματα σταθεροποίησης με τσιμέντο.....10

1.2.2.4 Αξιολόγηση και κριτήρια καταλληλότητας για σταθεροποίηση με τσιμέντο.....13

1.2.2.5 Κατασκευή .....20

1.2.3 Σταθεροποίηση με άσβεστο.....22

1.2.3.1 Γενικά.....22

1.2.3.2 Μηχανισμός δράσης ασβέστου .....23

1.2.3.3 Αποτελέσματα σταθεροποίησης με άσβεστο .....25

1.2.3.4 Αξιολόγηση και κριτήρια καταλληλότητας για σταθεροποίηση με άσβεστο.....31

1.2.3.5 Κατάλληλοι εδαφικοί τύποι για σταθεροποίηση.....33

1.2.3.6. Κατασκευή σταθεροποιημένης στρώσης με άσβεστο.....34

1.2.4 Σταθεροποίηση με Άσφαλτο.....36

1.2.4.1. Γενικά .....36

1.2.4.2. Μηχανισμός δράσης ασφάλτου.....38

1.2.4.3. Αποτελέσματα σταθεροποίησης με ασφαλτικά υλικά.....39

1.2.4.4. Καταλληλότητα εδαφικού υλικού.....39

1.2.4.5. Καταλληλότητα ασφαλτικού υλικού .....41

1.2.4.6. Βελτίωση του σταθεροποιημένου υλικού με ασφαλτικά υλικά.....48

1.2.4.6. Κατασκευή σταθεροποιημένου υλικού με ασφαλτικά υλικά.....49

1.2.5 Σταθεροποίηση με ιπτάμενη τέφρα.....50

1.2.5.1 Γενικά. .....50

1.2.5.2. Χημική σύνθεση Ι.Τ. .....51

1.2.5.3 Φυσικές ιδιότητες των Ι.Τ .....54

1.2.5.4. Μηχανισμός δράσης ιπτάμενης τέφρας .....56

1.2.5.5. Αποτελέσματα σταθεροποίησης με ιπτάμενη τέφρα .....60

1.2.6. Ειδικές μέθοδοι σταθεροποίησης οδοστρωμάτων .....62

1.2.6.1. Γενικά.....62

1.2.6.2. Χημικοί σταθεροποιητές.....63

1.2.6 3. Φυσικοί σταθεροποιητές.....64
1.2.6 4 Μηχανικοί σταθεροποιητές.....65
1.3. Κατασκευή.....65

1.3.1 Γενικά.....65
1.3.2. Μέθοδος επί τόπου αναμίξεως.....65
1.3.3. Κατασκευή σε σταθερή εγκατάσταση.....66
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2** .....67
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....67
2.1. Υλικά.....67
2.2. Παρασκευή – Συντήρηση δοκιμίων.....68
2.2. Εργαστηριακά αποτελέσματα ειδικού βάρους.....70
2.3. Εργαστηριακά αποτελέσματα ορίων ATTEMBERG.....71
2.3.1.Όρια ATTEMBERG εδαφικών δειγμάτων.....71
2.3.1.Όρια ATTEMBERG των μιγμάτων των αργίλων μετά την προσθήκη I.T. .....73
2.4. Εργαστηριακά αποτελέσματα κοκκομετρικής αναλύσεως.....73
2.5. Κατάταξη εδαφικών δειγμάτων.....76
2.6. Δοκιμή Proctor – Βέλτιστη υγρασία – Ξηρή πυκνότητα.....77
2.6.1. Σχόλια.....103
2.7. Αντοχή σε μονοαξονική ( ανεμπόδιστη ) θλίψη.....104
2.8 Μέτρο ελαστικότητας.....116
2.9. C.B.R .....138
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** .....161
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ.....161
3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ.....161
3.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.....161
**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4** .....166
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....166
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....167
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....170
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....174
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....178
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....193
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ.....204
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η.....208
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ.....212
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....214
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....324

# ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Ο σκοπός της διπλωματικής αυτής είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων χρησιμοποίησης ιπτάμενης τέφρας με επιτόπου εδαφικά υλικά για την κατασκευή στρώσεων έδρασης και αναβαθμισμένων στρώσεων.

Η χρησιμοποίηση των επιτόπου εδαφικών υλικών ( ακόμα και αν αυτά είναι ακατάλληλα στην φυσική τους κατάσταση ως υλικά οδοστρωσίας ) και η πλήρης αποφυγή της μεταφοράς κατάλληλων εδαφικών υλικών μειώνει το κόστος κατασκευής του έργου σε σημαντικό βαθμό.Η παρατηρούμενη αύξηση των αντοχών προκαλεί την μείωση του πάχους των οδοστρωμάτων του χρόνου αποπεράτωσης του έργου και τελικά μείωση του κόστους .

Επιπλέον η χρησιμοποίηση της ιπτάμενης τέφρας δημιουργεί τις προϋποθέσεις οικονομικής αξιοποίησης της .Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιήθηκε στην φυσική της κατάσταση χωρίς καμία περαιτέρω κατεργασία ( λειοτρίβιση , ομογενοποίηση κ.λ.π.) με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του κόστους αγοράς της τέφρας ( κόστος μεταφοράς , κόστος αγοράς κ.λ.π.) .

Στην μελέτη αυτή έγινε μία προκαταρκτική προσπάθεια προσδιορισμού όλων εκείνων των δεικτών που απαιτούνται για την διαστολόγηση των οδοστρωμάτων ( αντοχή σε μονοαξονική θλίψη σε αντιδιαμετρική θλίψη ( εφελκυσμός ) CBR μέτρο ελαστικότητας ). Η αξιολόγηση θα οδηγήσει στην κατανόηση της δράσης της ιπτάμενης τέφρας και αν δύναται η χρησιμοποίηση της ως σταθεροποιητής.

Από την θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Α.Σακελαρίου προϊστάμενο του Τομέα Εδαφομηχανικής και Δομικών Υλικών ( ΤΕΔΥ ) του Κέντρου Δοκιμών Ερευνών και Προτύπων ( ΚΔΕΠ ) τόσο για την προμήθεια της ιπτάμενης τέφρας από τον ΑΗΣ Καρδιάς όσο και για της συμβουλές και την καθοδήγηση του στο αρχικό στάδιο της μελέτης αυτής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τις Μ.Κατσάκου και Ε..Κυρκιλή επιστημονικές συνεργάτιδες του εργαστηρίου οδοστρωμάτων για την βοήθεια τους στο υπολογισμό του μέτρου ελαστικότητας καθώς και άλλων πειραματικών δοκιμών ( κάπωση-απελής δοκιμή)

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Σ.Κάλια για τις υποδείξεις του και την συμβολή του στην διαφόρων προβλημάτων που δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της μελέτης αυτής συνεργασία που είχαμε .

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

# ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ

## 1.1 Γενικά-Ορισμοί

*Ως σταθεροποίηση ενός εδαφικού υλικού ορίζεται κάθε μηχανική φυσική ή φυσικό-μηχανική επεξεργασία με την οποία βελτιώνονται οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού (1)* .Τέτοιες επεξεργασίες είναι :

a. Η συμπύκνωση ενός εδάφους με την βοήθεια οδοστρωτήρων όπου επιχειρείται να τακτοποιηθούν οι κόκκοι του εδαφικού υλικού στην πυκνότερη δυνατή διάταξη και με λιγότερα κενά αέρος .
b. Η προσθήκη και ανάμιξη ( σταθεροποιητών ) υλικών όπως τσιμέντου , άσβεστου , ασφάλτου , πτάμενης τέφρας κ.λ.π. σε ένα έδαφος και η συμπύκνωση του με την βέλτιστη υγρασία και η συντήρηση του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.
c. Οι θερμικές και οι ηλεκτρικές επεξεργασίες ορισμένων εδαφών.

Στόχος της σταθεροποίησης είναι η στρώση που προκύπτει να έχει αυξημένη ευστάθεια δηλαδή να μην υφίσταται σημαντικές παραμορφώσεις υπό την επίδραση των φορτίων των οχημάτων καθώς και ανθεκτικότητα στις καιρικές συνθήκες (παγετός , μεγάλη , υγρασία , μεγάλη ξηρασία) .

Οι ιδιότητες του σταθεροποιητή καθώς και ο μηχανισμός σταθεροποίησης αποτελούν τη βάση για την επιλογή του τύπου και της ποσότητας του σταθεροποιητή . Λόγοι που υπαγορεύουν τη χρήση σταθεροποίησης είναι οι κάτωθι :

1. Μέτριο υπέδαφος
2. Ορυκτά υλικά βάσης
3. Έλεγχος σκόνης
4. Έλεγχος υγρασίας
5. Διάσωση παλαιών οδών
6. Ανακατασκευή αναβαθμισμένων βάσεων με μεγάλη φέρουσα ικανότητα

Η σταθεροποίηση χρησιμοποιείται για τη βελτίωση μέτριου υπεδάφους και έτσι ελαττώνεται το απαιτούμενο πάχος του οδοστρώματος Συχνά συναντάμε ορυκτά υλικά βάσης ( μεγάλης πλαστικότητας) που γίνονται κατάλληλα για χρήση με την ελάττωση του δείκτη πλαστικότητας , πράγμα που επιτυγχάνεται με

την προσθήκη σταθεροποιητών ( άσβεστου , τσιμέντου Portland , ιπτάμενης τέφρας , ασφάλτου , ασφαλτικών γαλακτωμάτων , χλωριούχου καλίου και ασβεστίου , οργανικών κατιονικών ουσιών ) . Διάφορες χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται από πολλά χρόνια που συγκρατούν την υγρασία σε ένα έδαφος και επιτρέπουν τη συγκράτηση της κατάλληλης υγρασίας συμπύκνωσης κατά της ξηρές εποχές . Αντίθετα μερικά εδάφη περιέχουν μεγάλο ποσοστό υγρασίας με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται δυσκολίες στην συμπύκνωση . Έτσι οι προσμίξεις σταθεροποίησης ( σταθεροποιητές ) χρησιμοποιούνται για την "ξήρανση" των εδαφών αυτών [7].

Η εκλογή της κατάλληλης πρόσμιξης εξαρτάται από το σκοπό για τον οποίο προορίζεται . Η ποσότητα του σταθεροποιητή προσδιορίζεται γενικά με την βοήθεια εργαστηριακών δοκιμών που προσομοιάζουν τις κλιματολογικές συνθήκες ή με δοκιμές αντοχής.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των μεθόδων σταθεροποιήσεως είναι :

- Παρέχουν την δυνατότητα χρησιμοποιήσεως υλικών τα οποία στην φυσική τους κατάσταση θα ήταν ακατάλληλα στην κατασκευή οδοστρωμάτων . Έτσι μπορούν χρησιμοποιηθούν επιτυχώς υλικά που βρίσκονται κοντά στην θέση των εργασιών . με αποτέλεσμα την αποφυγή μεγάλων δαπανών για την μεταφορά κατάλληλων υλικών από μακρινούς δανειοθάλαμους .
- Μπορεί να δοθεί οικονομική λύση όταν απαιτείται η κατασκευή ενισχυμένων στρώσεων με μεγαλύτερη φέρουσα ικανότητα όπως σε περιπτώσεις οδοστρωμάτων με αυξημένες επιπονήσεις ή στην περίπτωση κλιματολογικών και χρονικών δυσχερειών , με ταυτόχρονη μείωση του συνολικού πάχους του οδοστρώματος , της ασφαλτικής στρώσεως κυκλοφορίας κ.λ.π. .

Το μοναδικό μειονέκτημα των σταθεροποιημένων εδαφικών υλικών ( που δεν έχει πλήρως αντιμετωπιστεί ) είναι η ανάπτυξη εγκάρσιων ρωγμών λόγω συστολής Η ταχύτητα εμφάνισης και διάδοσης των ρωγμών μεταβάλλεται ανάλογα με το πάχος των επιφανειακών στρώσεων και το εύρος των θερμοκρασιακών μεταβολών . Συνήθως σημαντικές μεταβολές της θερμοκρασίας έχουν ως αποτέλεσμα την ταχύτερη ανάπτυξη ρωγμών με μεγαλύτερο εύρος . Η τελειοποίηση τεχνικών αποκατάστασης των ρωγμών κατά τα τελευταία χρόνια καθώς και η χρησιμοποίηση αυξημένου πάχους επιφανειακής ασφαλτικής στρώσης για την αποφυγή τους καθιστούν το πρόβλημα λιγότερο σημαντικό .

Διακρίνονται γενικά δύο μέθοδοι σταθεροποίησης :

1. Η μέθοδος της επιτόπου ανάμιξης .
2. Η μέθοδος της ανάμιξης σε κεντρική μονάδα αναμίξεως .

Οι διάφορες φάσεις που απαιτούνται γενικά για την κατασκευή μίας σταθεροποιημένης στρώσεως με την μέθοδο της επιτόπου αναμίξεως είναι :

1. Διαμόρφωση της επιφάνειας της στρώσεως στο σωστό υψόμετρο
2. Ανασκάλευση του εδάφους και θρυμματισμός των σβώλων αργίλου
3. Διανομή του σταθεροποιητού στην επιφάνεια της στρώσης ομοιόμορφα
4. Ανάμιξη εδάφους και σταθεροποιητών μέχρι ομογενοποίησης του μίγματος
5. Προσθήκη νερού μέχρι την επίτευξη της βέλτιστης υγρασίας
6. Συμπύκνωση του μίγματος
7. Τελική διαμόρφωση της επιφανείας

Αντίστοιχα υπάρχουν και οι φάσεις κατά την σταθεροποίηση υλικών σε κεντρική εγκατάσταση όπου γίνεται η ανάμιξη των υλικών και έπεται η μεταφορά του μίγματος στο εργοτάξιο .

## 1.2 Σταθεροποιητές-Μηχανισμοί σταθεροποίησης

### 1.2.1 Γενικά σχόλια

Οι τύποι σταθεροποιητών –προσμίξεων που περιλαμβάνουν συγκολλητικές ουσίες , τροποποιητικές ουσίες, ουσίες που συγκρατούν το νερό , ουσίες που καθυστεραύν τη ροή του νερού Η συμπεριφορά κάθε μίας από αυτές τις προσμίξεις διαφέρει πολύ από των άλλων .Κάθε μία προορίζεται για την ειδική της χρήση και υπόκειται στους δικούς της περιορισμούς . Τα κυριότερα συγκολλητικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι το τσιμέντο , η άσβεστος , η ιπτάμενη τέφρα , μίγματα ιπτάμενης τέφρας – ασβέστου , μίγματα τσιμέντου – ιπτάμενης τέφρας και η άσφαλτος.

Το τσιμέντο Portland έχει χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία για τη βελτίωση χαλικόστρωτων οδών καθώς και για την σταθεροποίηση φυσικών εδαφών . Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για στρώσεις βάσης και υπόβασης όλων των τύπων . Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κοκκώδη εδάφη , ιλυώδη εδάφη και ισχνές αργίλους αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οργανικά υλικά . Εφόσον το μίγμα εδάφους τσιμέντου δείχνει αυξημένη αντοχή σε σύγκριση με το φυσικό υλικό συχνά χρησιμοποιείται στην κατασκευή βάσεων.

Ένα άλλο συγκολλητικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι η υδράσβεστος . Η άσβεστος αυξάνει την αντοχή του εδάφους κυρίως με την ποζολανική ενέργεια που είναι ο σχηματισμός πυριτικών και αλουμινικών συγκολλητικών ουσιών . Το υλικό αυτό είναι αποτελεσματικό όταν χρησιμοποιείται σε ισχνές αργίλους και πλαστικά λεπτόκοκκα πλαστικά εδαφικά υλικά .

Η ιπτάμενη τέφρα έχει γενικά μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο και αργίλιο και για το λόγο αυτό η προσθήκη ιπτάμενης τέφρας συνοδεύεται με την ποζολανική αντίδραση-ενέργεια . Γενικά η ποσότητα ιπτάμενης τέφρας που απαιτείται για ικανοποιητική σταθεροποίηση είναι σχετικά μεγάλη και για το λόγο αυτό η χρήση της περιορίζεται σε περιοχές όπου διαθέτει μεγάλες ποσότητες ιπτάμενης τέφρας σε χαμηλό κόστος .

Το τσιμέντο και η άσβεστος μεταβάλλουν την υδάτινη στρώση των εδαφικών κόκκων , αλλοιώνουν τους κόκκους της αργίλου μέχρι ενός βαθμού και ελαττώνουν τον δείκτη πλαστικότητος των εδαφών . Μικρές ποσότητες ασφαλτικών υλικών προστίθενται σε αδρανή μέτρια διαβάθμισης , όπου η αποστολή του ασφαλτικού υλικού είναι η καθυστέρηση της απορρόφησης υγρασίας από την άργιλο που περιέχεται στο μίγμα εδάφους-αδρανών . Αυτά τα υλικά τροποποίησης χρησιμεύουν καλύτερα για οριακά υλικά στρώσεων βάσης .

Η επόμενη κατηγορία σταθεροποίησης περιλαμβάνει στεγανωτικά υλικά , από τα οποία τα κυριότερα είναι τα ασφαλτικά υλικά , που επενδύουν τους κόκκους του εδάφους ή αδρανούς και έτσι καθυστεραύν ή

εμποδίζουν τελείως την απορρόφηση υγρασίας . Η ασφαλτική σταθεροποίηση είναι κατάλληλη για ημικοκκώδη εδάφη .

Μερικές χημικές ουσίες αυξάνουν την απορρόφηση νερού . Περιλαμβάνουν χλωριούχο ασβέστιο και χλωριούχο νάτριο . Τα υλικά αυτά ελαττώνουν την πίεση των υδρατμών του εδαφικού υλικού και υποβιβάζουν το σημείο παγοπληξίας . Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο κατασκευής ώστε να καθυστερήσουν την εξάτμιση του εδαφικού νερού κατά τη συμπύκνωση ή σε μερικές περιπτώσεις να εμποδίσουν την πήξη του νερού .

## 1.2.2 Σταθεροποίηση με τσιμέντο

### 1.2.2.1 Γενικά σχόλια

Η σταθεροποίηση του εδάφους με τσιμέντο γίνεται με ανάμιξη τσιμέντου Portland σε κονιοποιημένο έδαφος υπό συνθήκες βέλτιστης για συμπυκνώσει υγρασίας οι οποίες θα προκαλέσουν στην συνέχεια την σκλήρυνση του τσιμέντου και την δημιουργία ενός στερεού υλικού . Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις φυσικές ιδιότητες του μίγματος εδάφους-τσιμέντου περιλαμβάνουν τύπο εδάφους , ποσότητα τσιμέντου , βαθμό ανάμιξης , χρόνο ωρίμανσης-συντήρησης και ξηρή πυκνότητα του συμπυκνωμένου μίγματος .

Επειδή η ενυδάτωση του τσιμέντου καθιστά το μίγμα εδάφους – τσιμέντου σκληρό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως στρώση βάσης σε οδούς χαμηλής κυκλοφορίας .. Ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο χρόνος συντήρησης του συμπυκνωμένου μίγματος εδάφους τσιμέντου και είναι απαραίτητο να περάσει ο απαραίτητος χρόνος συντήρησης πριν δοθεί η οδός στην κυκλοφορία. Η συμπεριφορά των οδών που κατασκευάστηκαν με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται σημαντικά αν προστεθεί μία ελαφρύ επιφανειακή στρώση που αποτελείται από μία σφραγιστική επάλειψη ή επιφανειακή βελτίωση για να εμποδιστεί η εξάτμιση του νερού ανάμιξης και η φθορά από την κυκλοφορία .

Η σταθεροποίηση των εδαφών με τσιμέντο αποσκοπεί είτε στην δημιουργία ενός σκληρού και ανθεκτικού κατασκευαστικού μίγματος είτε στην τροποποίηση μερικών ανεπιθύμητων ιδιοτήτων τους όπως η πλαστικότητα η διαπερατότητα κ.λ.π.

Ανάλογα με την ποσότητα νερού και τσιμέντου καθώς και σταθεροποιημένου εδάφους που προκύπτει έχουμε τα παρακάτω είδη μιγμάτων εδάφους – τσιμέντου :

a. *Συμπυκνωμένο (σταθεροποιημένο) μίγμα εδάφους - τσιμέντου* Αυτό περιέχει επαρκές τσιμέντο για την σκλήρυνση του μίγματος καθώς και επαρκή υγρασία τόσο για την ικανοποιητική συμπύκνωση όσο και για την ενυδάτωση του τσιμέντου . Καθώς το τσιμέντο ενυδατώνεται οι κόκκοι του εδάφους συνδέονται μεταξύ τους και να απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη για να επιβληθούν παραμορφώσεις . Έτσι έχουμε μία ημιάκαμπτη κατασκευή η οποία παρουσιάζει ανθεκτικότητα στις καιρικές συνθήκες και μεγάλη φέρουσα ικανότητα . [2 , 8]
b. *Βελτιωμένο έδαφος με τσιμέντο* . Είναι μίγμα εδαφικού υλικού , τσιμέντου και νερού που παρουσιάζει μορφή μη σκληρυθέντος υλικού . Με την προσθήκη του τσιμέντου απλώς βελτιώνονται οι ιδιότητες

( π.χ. πλαστικότητα , υδατοαπορροφητικότητα κ.λ.π. ) χωρίς να αυξάνονται η φέρουσα ικανότητα και η διατμητική αντοχή του . [2 , 8]

c. *Πλαστικό μίγμα εδάφους τσιμέντου.* Είναι μίγμα εδαφικού υλικού , τσιμέντου και νερού ώστε το μίγμα να έχει μορφή κοινού σκυροδέματος όπου διαστρώνεται με διαστρωτήρα και συμπυκνώνεται με δόνηση . Διαφέρει από το συμπυκνωμένο με τσιμέντο έδαφος στην περιεκτικότητα σε νερό και τσιμέντο αφού το τελευταίο έχει ίσο νερό όσο χρειάζεται για την συμπύκνωση του μίγματος με οδοστρωτήρα και για την ενυδάτωση του τσιμέντου.Αυτό μοιάζει ως προς την σύσταση και την συνεκτικότητα με το σκυρόδεμα αλλά διαφέρει στην περιεκτικότητα τσιμέντου ( πολύ μικρότερη ) και στο ότι τα αδρανή του εδάφους οπότανα εκπληρώνουν τις προϋποθέσεις των αδρανών του σκυροδέματος .Χρησιμοποιείται σε περιοχές μεγάλων κλίσεων [2 , 8]

## 1.2.2.2 Μηχανισμός δράσεως τσιμέντου

Τα τρία βασικά συστατικά του τσιμέντου είναι [13,14,15 ]:

a. Το πυριτικό τριασβέστιο $3CaO.SiO_2$ σε ποσοστό 54% περίπου κατά βάρος (συμβολίζεται $C_3S$ )
b. Το πυριτικό διασβέστιο $2CaO.SiO_2$ σε ποσοστό 17% περίπου κατά βάρος (συμβολίζεται $C_2S$ )
c. Το αργιλικό τριασβέστιο $3Cao.AlO_3$ σε ποσοστό 19% περίπου κατά βάρος (συμβολίζεται $C_3A$ )
d. Το αργιλοσιδηρικό τετρασβέστιο $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ σε ποσοστό 9% περίπου κατά βάρος (συμβολίζεται $C_4AF$ )

Εκτός από παραπάνω τέσσερα βασικά συστατικά που υπάρχουν στο τσιμέντο υπάρχουν σε μικρότερες ποσότητες και τα ακόλουθα δευτερεύοντα :

a. Οξείδιο του μαγνησίου (MgO) ή μαγνησία , ουσία παρόμοια με το CaO . Όταν το οξείδιο του μαγνησίου ενωθεί με νερό διογκώνεται αργά και προκαλεί ζημίες . Για το λόγο αυτό και οι κανονισμοί περιορίζουν την ποσότητα του οξειδίου στο τσιμέντο σε 5% το πολύ.
b. Γύψος ($CaSO_4$) . Προσθέτουμε τη γύψο στο τσιμέντο για τη ρύθμιση της ταχύτητας πήξεως . Η δράση της γύψου ως προς την ταχύτητα πήξεως είναι περίεργη . Ενώ η γύψος μόνη της είναι ταχύπηκτη σε ποσότητα μέχρι 3% παρεμποδίζει το επίσης ταχύπηκτο αργιλικό τριασβέστιο ( $C_3A$ ) με επιβραδυντικό αποτέλεσμα . Σε ποσότητες μεγαλύτερες από 3% αρχίζει και πάλι να επικρατεί η επιταχυντική της δράση .
c. Αλκάλια ($K_2O$ και $Na_2O$ ) . Τα αλκάλια σε μικρές ποσότητες είναι αβλαβή ενώ σε μεγαλύτερες προκαλούν ανωμαλίες στην ταχύτητα πήξεως.

Κατά την σταθεροποίηση με τσιμέντο λαμβάνουν χώρα πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις , επιφανειακά φυσικο-χημικά φαινόμενα και η γνωστή ποζολανική αντίδραση μεταξύ της ελευθερούμενης κατ την ενυδάτωση του τσιμέντου ασβέστου και της περιεχόμενης στο εδαφικό υλικό αργίλου. Οι χημικές διαδικασίες αρχίζουν αμέσως με την ανάμιξη των δύο υλικών ( τσιμέντο-νερό ) και συνεχίζονται για μεγάλο χρονικό διάστημα . Κατά την διάρκεια των αντιδράσεων αυτών τα τέσσερα κύρια συστατικά του τσιμέντου ενώνονται με το νερό και σχηματίζουν ένυδρες κρυσταλλικές ενώσεις.Η μορφή των αντιδράσεων αυτών δεν είναι πλήρως γνωστή αλλά η αρχική και η τελική μορφή των ενώσεων είναι η εξής :

- Για το πυριτικό τρισοβέστιο :

$$2(3CaO \,.\, SiO_2) + 6H_2O \rightarrow 3CaO \,.\, 2SiO_2.3H_2O + 3Ca(OH)_2$$

- Για το πυριτικό δισοβέστιο :

$$2(2CaO \,.\, SiO_2) + 4H_2O \rightarrow 3CaO \,.\, 2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2$$

- Για το αργιλικό τρισοβέστιο :

$$3CaO.Al_2O_3 + 6H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3 \,.\, 6H_2O$$

- Για το αργιλοσιδηρικό τετρασβέστιο :

$$4CaO \;\; Al_2O_3 \,.\, Fe_2O_3 + 2Ca(OH)_2 + 10\,H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3 \,.\, 6H_2O + 3CaO \,.\, Fe_2O_3 \,.\, 6H_2O$$

Τα αποτελέσματα των αντιδράσεων αυτών μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

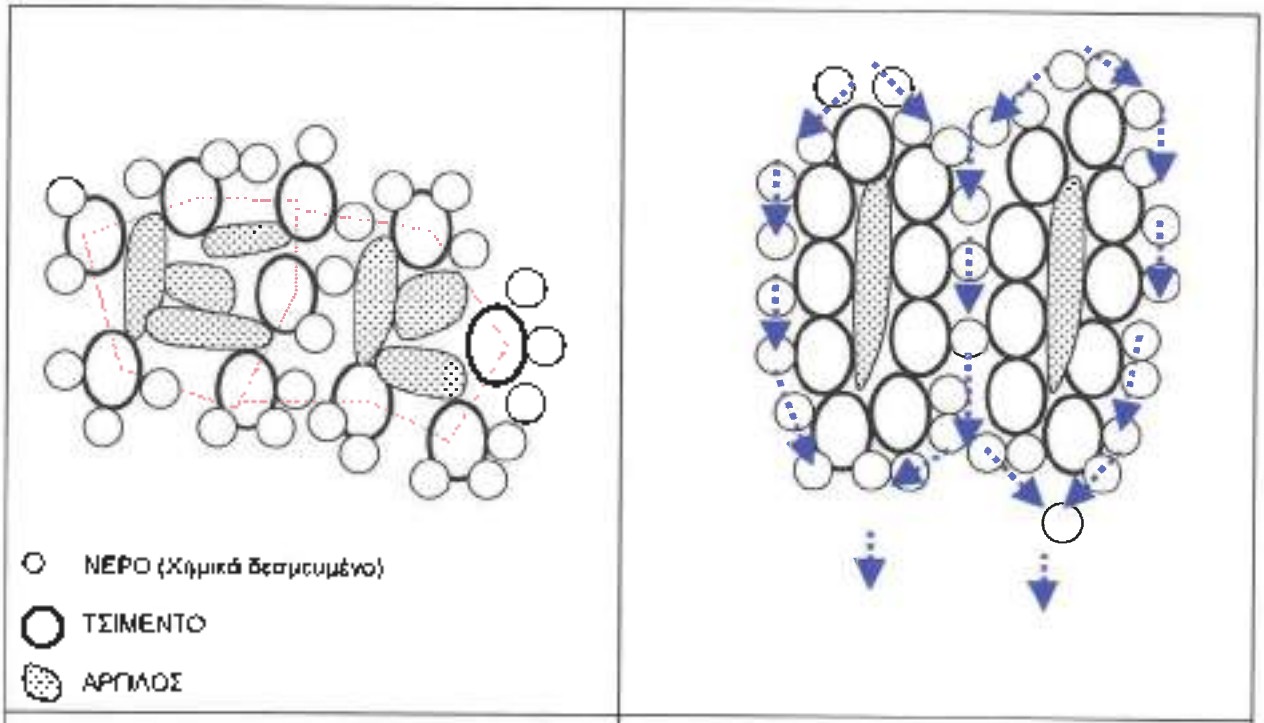
1. Μείωση της υδροφιλίας των κόκκων της αργίλου .
2. Δημιουργία συσσωματωμάτων .
3. Ανάπτυξη δεσμών μεταξύ των κόκκων του υλικού .

Όταν οι κόκκοι του τσιμέντου ενυδατωθούν έλκουν διάφορους κόκκους εδαφικού υλικού και δημιουργούν συσσωματώματα ( θρόμβοι ) κόκκων ισχυρά συνδεδεμένα μεταξύ τους και που συμπεριφέρονται ως ενιαίο σύνολο . Τα συσσωματώματα αυτά δημιουργούν το ένα με το άλλο μία αλυσιδωτή κατασκευή (κρυσταλλικό πλέγμα ) που περιβάλλει τους υπόλοιπους κόκκους του εδαφικού υλικού και δημιουργεί ένα "δικτύωμα" (σκελετό) που αυξάνει την αντοχή του εδάφους (σχήμα 1.1) . Όσο περισσότερο τσιμέντο προστίθεται τόσο περισσότερα συσσωματώματα κόκκων δημιουργούνται με αποτέλεσμα την πύκνωση του " δικτυώματος" και καταπέκταση την αύξηση της αντοχής του εδάφους και την βελτίωση της ανθεκτικότητας του εδάφους στις επιδράσεις του νερού και του παγετού .

Ειδικότερα στα λεπτόκοκκα πλυώδη και αργιλώδη εδάφη το τσιμέντο κατά την ενυδάτωση του δημιουργεί ένα πολύπλοκο σκελετό που περιβάλλει τα συσσωματώματα των κόκκων του εδαφικού υλικού και δημιουργεί μία αντίσταση στην επιβαλλόμενη εξωτερικά αλίσθηση των κόκκων μεταξύ τους.Έτσι αυξάνεται η διατμητική αντοχή του εδάφους και εξαλείφεται η πλαστικότητα του . Παράλληλα η επιφανειακή δράση του τσιμέντου ελαττώνει την ικανότητα προσρόφησης και συγκράτησης νερού από τα αργιλώδη εδάφη (σχήμα 1.2) με αποτέλεσμα την μείωση ή ακόμη και εξάλειψη των παραμορφώσεων - λόγω προσρόφησης νερού από το έδαφος (ιλύς , άργιλος ) - ανάλογα με το ποσοστό του τσιμέντου που χρησιμοποιείται για την σταθεροποίηση (3) .

Στα αμμώδη εδάφη το τσιμέντο συγκεντρώνεται στα σημεία επαφής των κόκκων μεταξύ τους.Όσο καλύτερη είναι η κοκκομετρική διαβάθμιση τόσο περισσότερα είναι τα σημεία επαφής και επομένως τόσο καλύτερη είναι η δράση του τσιμέντου

Γενικά , σε όλες τις κατηγορίες εδαφών η δράση του τσιμέντου παρέχει ευεργετικά αποτελέσματα μόνο αν εξασφαλιστεί ισχυρή συμπύκνωση και πλήρης ανάμιξη του εδαφικού υλικού με το τσιμέντο . Η ισχυρή συμπύκνωση δημιουργεί καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης της δικτυωτής ( κυψελωτής ) δομής και η πλήρης και η άριστη ανάμιξη εξασφαλίζει παραγωγή υλικού ομοιόμορφου τόσο σε αντοχή όσο και στις άλλες ιδιότητες .




**ΣΧΗΜΑ 1.1**
*Μοντέλο κρυσταλλικού πλέγματος εδάφους σταθεροποιημένου με τσιμέντο*

**ΣΧΗΜΑ 1.2**
*Μοντέλο μείωσης υδροφιλίας αργιλικού εδαφικού υλικού σταθεροποιημένου με τσιμέντο*

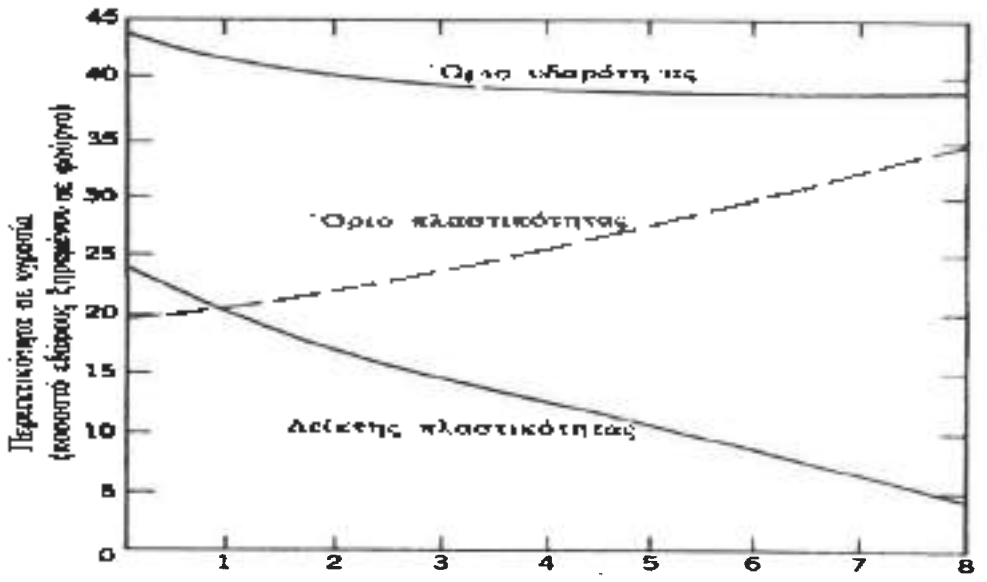
## 1.2.2.3 Αποτελέσματα σταθεροποίησης με τσιμέντο

Μερικά αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα της σταθεροποίησης με τσιμέντο είναι τα παρακάτω :

**Όρια Attemberg**

Με την προσθήκη τσιμέντου σε αργιλώδες έδαφος παρατηρείται γενικά αύξηση του ορίου πλαστικότητας ( PL ) και συρρικνώσεως ( SL ) και συνήθως μείωση του ορίου υδαρότητας ( LI )και του δείκτη πλαστικότητας ( PI ) (σχήμα 1.3). Το τσιμέντο με το συνδυασμό της συγκολλητικής του δράσης και της α-

ανταλλαγής ιόντων που προκαλεί , δημιουργεί συσσωματώματα στο λεπτό υλικό . Έτσι η πλαστικότητα ελαττώνεται , βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά διογκώσεως του μίγματος (επειδή αυξάνει το όριο συρρίκνωσης ) και αυξάνει η φέρουσα ικανότητα του μίγματος η οποία παραμένει σταθερή για μεγάλες μεταβολές της περιεχόμενης υγρασίας.




Σχήμα 1.3 : *Μεταβολή των φυσικών σταθερών δοκιμών ενός A-7-6(14) εδάφους από το Illinois με την προσθήκη Τσιμέντου ( Τροποποιημένο από την PCA ) . (7)*

## Διαπερατότητα

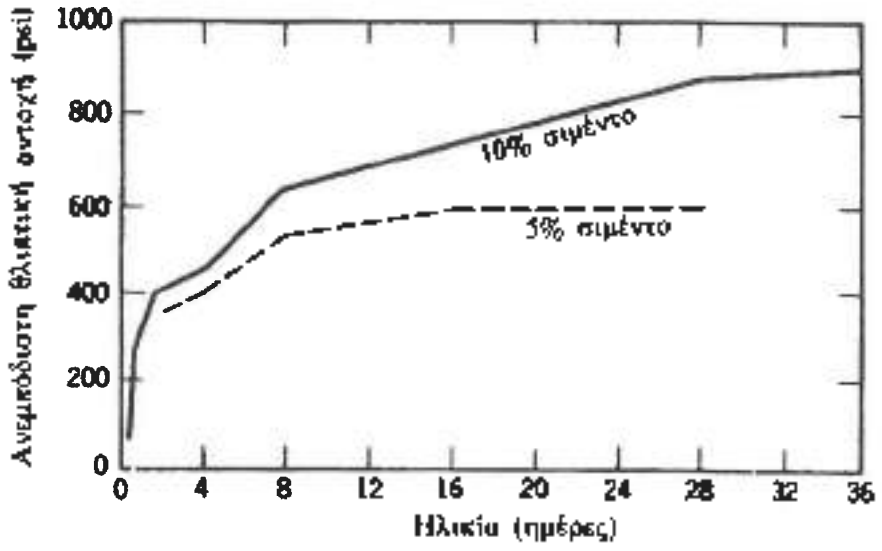
Για μικρή ηλικία ( π.χ. μέχρι 10 ημέρες ) είναι δυνατόν η διαπερατότητα του σταθεροποιημένου εδάφους να είναι μεγαλύτερη της διαπερατότητας του φυσικού υλικού με την ίδια πυκνότητα . Αυτό πιθανόν να οφείλεται στα συσσωματώματα που προκαλούνται από την δράση του τσιμέντου.Έτσι τα δημιουργούμενα κενά ενώ συνολικά έχουν τον ίδιο όγκο με τα κενά στο φυσικό εδαφικό υλικό είναι λιγότερα και μεγαλύτερα τα οποία επιτρέπουν την δίοδο του νερού ευκολότερα . Με το χρόνο τα σχηματιζόμενα προϊόντα ενυδατώσεως καλύπτουν τα κενά με αποτέλεσμα την μείωση της διαπερατότητας .

## Αντοχή στον παγετό

Με την σταθεροποίηση με τσιμέντο ένα έδαφος μπορεί να γίνει ανθεκτικό σε παγετό , διότι ο δημιουργούμενος ισχυρός σκελετός εμποδίζει την διόγκωση του και η ελάττωση της διαπερατότητας εμποδίζει την προσρόφηση νερού και την παγοπληξία αυτού .

**Φέρουσα ικανότητα**

Σημαντικό χαρακτηριστικό των σταθεροποιημένων στρώσεων με τσιμέντο είναι η εξαιρετικά αυξημένη φέρουσα ικανότητα τους σε σχέση με την Φ.Ι. στρώσεων από αμμοχάλικα μηχανικά σταθεροποιημένων (η απαιτούμενη συνολική δύναμη για την επίτευξη ίδιας υποχώρησης σε ένα οδόστρωμα από σταθεροποιημένη βάση (άμμος) είναι 3,2 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη δύναμη που απαιτείται σε οδόστρωμα με βάση από θραυστό αμμοχάλικο) (4,5).




Σχήμα 1.4 : Επίδραση του χρόνου ωρίμανσης στην θλιπτική αντοχή τυπικής ιλυώδους αργίλου (CL) σταθεροποιημένης με τσιμέντο. (7)

**Ελαστικές ιδιότητες υπό στατική φόρτιση**

Όλες οι μηχανικές ιδιότητες ενός εδαφικού υλικού υφίστανται μία σημαντική βελτίωση με την προσθήκη και της ποσότητας τσιμέντου η οποία γίνεται μεγαλύτερη με το χρόνο . Η αντοχή σε θλίψη αυξάνει κατά προσέγγιση με το λογάριθμο του χρόνου συντηρήσεως για όλα τα εδαφικά υλικά για μία περίοδο 1-2 μηνών μετά την οποία για αργιλικά εδάφη αυξάνει εντονότερα λόγω της ποζολανικής αντίδρασης (6).

Τόσο η αντοχή σε θλίψη όσο και σε καθαρό εφελκυσμό αυξάνει με τον χρόνο συντηρήσεως στην αρχή με έντονο και μετά με βαθμιαία ελαττούμενο ρυθμό.

## 1.2.2.4 Αξιολόγηση και κριτήρια καταλληλότητας για σταθεροποίηση με τσιμέντο

Δοκίμια εδάφους τσιμέντου παρασκευάζονται στον τυποποιημένο κύλινδρο συμπύκνωσης ( κατά AASHTO ) με βέλτιστη περιεκτικότητα σε υγρασία .Δύο δείγματα που το κάθε ένα περιέχει ένα ποσοστό του σταθεροποιητή συμπυκνώνονται και ένα από τα δείγματα υπόκειται σε μία σειρά από δοκιμές ύγρανσης και ξήρανσης ενώ το άλλο υπόκειται σε μία σειρά από δοκιμές παγετού και τήξης .

Τα δοκίμια ωριμάζουν πρώτα για μία περίοδο 7 ημερών .Για τις δοκιμές παγετού και τήξης τα δείγματα τοποθετούνται σε κατάψυξη με θερμοκρασία $-18^{0}$ F . Αφού καταψυχθούν για 1 μέρα αποσύρονται από την κατάψυξη και τοποθετούνται για απόψυξη πάνω σε μία πορώδη πέτρα , ενώ η στάθμη του νερού διατηρείται ακριβώς στη βάση του δοκιμίου για να επιτρέπεται η απορρόφηση του νερού. Μετά την απόψυξη τα δοκίμια ζυγίζονται και βουρτσίζονται γερά με μία σκληρή συρμάτινη βούρτσα ( δύο βουρτσίσματα σε κάθε πλευρά του δοκιμίου ).Τα δοκίμια ζυγίζονται ξανά και καταγράφεται το ποσοστό απώλειας του δοκιμίου που προκάλεσε το βούρτσισμα .Η διαδικασία αυτή γίνεται μέχρι να συμπληρωθούν τουλάχιστον 12 κύκλοι [ 7 ].

Οι δοκιμές ύγρανσης-ξήρανσης γίνονται με τον ίδιο τρόπο όπως και οι δοκιμές παγετού τήξης μόνο που τα δοκίμια μετά την ωρίμανση (συντήρηση ) τοποθετούνται σε φούρνο με σταθερή θερμοκρασία περίπου $140^{0}$ F Τα δοκίμια μετά από μία περίοδο 7 ημερών βυθίζονται στο νερό για 5-6 ώρες και έπειτα αποσύρονται ζυγίζονται και μετρώνται . Τα δοκίμια τοποθετούνται σε ένα φούρνο για τον ίδιο χρόνο και έπειτα βουρτσίζονται ζυγίζονται και μετρώνται . Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να συμπληρωθούν 12 κύκλοι ύγρανσης ξήρανσης . Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει τα όρια της Ένωσης Τσιμέντου Portland (P.C.A) για απώλεια κατά τους κύκλους παγετού τήξης και υγρασίας ξήρανσης < 2 ,7 >.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1**

***ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΨΥΞΗΣ ΑΠΟΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΥΓΡΑΝΣΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ***

| AASHTO SOIL GROUP | UNIFIED SOIL GROUP | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ |
|---|---|---|
| A-1-a , A-1-b , A-3 , A-2-4 , A-2-5 | GW,GP,GM,SW,SP,SM,GC,SC | 14% |
| A-2-6 , A-2-7 , A-4 , A-5 | CL,ML,MH,CH | 10% |
| A-6 , A-7-5 , A-7-6 | CL,CH,OH,MH,CH | 7% |

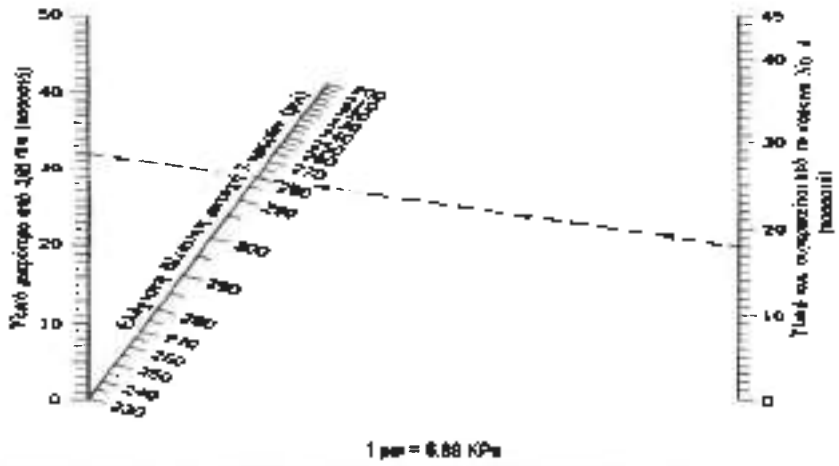
G : Χαλίκι
S : Άμμος
M : Ιλύς
C : Άργιλος

W : Καλή κοκκομετρική διαβάθμιση
P : Μέτρια κοκκομετρική διαβάθμιση
U : Ομοιόμορφη κοκκομετρική διαβάθμιση
L : Χαμηλό όριο υδαρότητας
H : Υψηλό όριο υδαρότητας

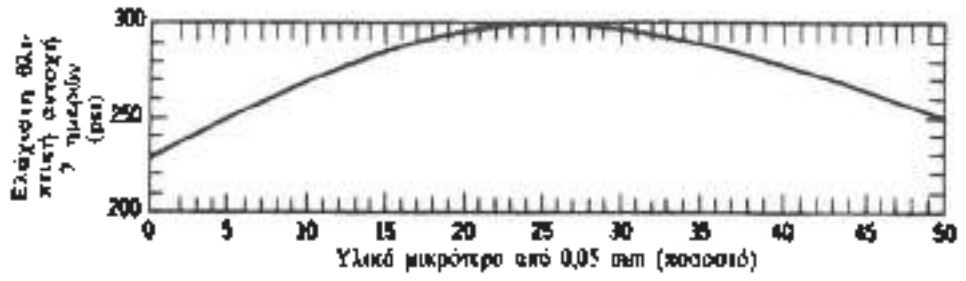
Οι περισσότερες υπηρεσίες τεχνικού και ποιοτικού ελέγχου έχουν αποδεχτεί τη δοκιμή σε ανεμπόδιστη θλίψη για την αξιολόγηση των μιγμάτων εδάφους τσιμέντου . Οι δοκιμές αυτές διεξάγονται με τον συνηθισμένο τρόπο . Ο παρακάτω πίνακας και διαγράμματα δείχνουν τις απαιτούμενες θλιπτικές αντοχές όπως χρησιμοποιούνται από τις διάφορες υπηρεσίες (7).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2**
***ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ***

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ *(MPa) ( psi )* | | ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ *( days )* |
|---|---|---|---|
| California , κλάση A ( Μέχρι 5% τσιμέντο ) | 5,25 | 750 | 7 |
| California , κλάση B ( Μέχρι 4% τσιμέντο ) | 2,80 | 400 | 7 |
| Texas | 5,25 | 700 | 7 |
| G.Britain ( Μικρή κυκλοφορία ) | 1,75 | 250 | 7 |
| G.Britain ( Μεγάλη κυκλοφορία ) | 2,80 | 400 | 7 |




***Σχήμα 1.5*** *Συσχέτιση μεταξύ αντοχής σε θλίψη ηλικίας 7 ημερών και ποσοστού υλικού <0,05mm και >4,76mm κατά PCA (7)*




*Σχήμα 1.6 : Ελάχιστη απαιτούμενη θλιπτική αντοχή 7 ημερών για μίγματα εδάφους – τσιμέντου που δεν περιέχουν υλικά που συγκρατεί το κόσκινο No4 (4,76 mm.) (7)*

Όπως έχει προαναφερθεί η κοκκομετρική διαβάθμιση των υλικών επηρεάζει τις ιδιότητες του εδαφικού υλικού . Η P.C.A. (Portland Cement Association ) ορίζει ελάχιστα όρια διαβάθμισης ( για σταθεροποίηση κοκκωδών εδαφικών υλικών με τσιμέντο ) για να εξασφαλιστεί η ταχυρή συμπύκνωση και πλήρης ανάμιξης του τσιμέντου με το εδαφικό υλικό . Τα όρια αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 1.3.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3**

***ΟΡΙΑ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΚΚΩΔΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΣΙΜΕΝΤΟ***

| ΥΛΙΚΟ | ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ |
|---|---|
| Διερχόμενο από το κόσκινο No 4 | 55 % |
| Διερχόμενο από το κόσκινο No 10 | 35 % |
| Συγκρατούμενο στο κόσκινο No200 | 25 % |

Αντίστοιχα η A.A.S.H.O. ορίζει τις παρακάτω απαιτήσεις (ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4 ,1.5) [ 8 ] :

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4**

***ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ( ΤΣΙΜΕΝΤΟΠΗΚΤΗ ΥΠΟΒΑΣΗ ) [1]***

| **ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ** ***( Διερχόμενο ποσοστό )*** | |
|---|---|
| **Κόσκινο** | **Ποσοστό** |
| 1 ½" | 100 |
| No 4 | 65-100 |
| No 40 | 25-50 |
| No 200 | 5-20 |
| Θλιπτική αντοχή (28 ημερών –psi )<br>(28 ημερών –MPa) | 400-750<br>2,80-5,25 |
| **Όρια Atemberg** | |
| Όριο Υδαρότητας | 25 max |
| Δείκτης πλαστικότητας [2] | 10 max [3] |

[1] Από το προσωρινό οδηγό AASHTO .

[2] Όπως προκύπτει από δείγματα παρασκευασμένα σύμφωνα με την προδιαγραφή AASHTO T-87 .

[3] Οι προδιαγραφές αυτές ισχύουν για αρυκτά αδρανή πριν από την ανάμιξη με τον σταθεροποιητή .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6**

***ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΒΑΣΕΙΣ ΜΕ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (Χαλικόστρωτες επιφάνειες)***

**ΚΟΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ *(Διερχόμενο ποσοστό )***

| Κόσκινο | Διερχόμενο ποσοστό | | |
|---|---|---|---|
| | Κατηγορία Α | Κατηγορία Β | Κατηγορία Γ |
| 2 ½" | 100 | 100 | 100 |
| ¾" | - | - | 75-95 |
| No 4 | 65-100 | 55-100 | 25-60 |
| No10 | 20-45 | - | 15-45 |
| No40 | 15-30 | 25-50 | 8-30 |
| No 200 | 5-12 | 5-20 | 2-15 |
| Αντοχή σε θλίψη (7 ημερών – psi ) (7 ημερών – Μρα ) | 650-1000 4,50-7,00 | 300-650 2,1-4,50 | |
| Δείκης πλαστικότη-τας [3] | 12 max | | |

[1] Από τον προσωρινό Οδηγό AASHO

[2] Όπως προσδιορίζεται από ανεμπόδιστες δοκιμές θλίψης σε κυλίνδρους διαμέτρου 4" και ύψος 4" Τα δοκίμια πρέπει να περιέχουν το ίδιο ποσοστό τσιμέντου Portland και να είναι συμπυκνωμένα στον ίδιο βαθμό όπως και κατά την κατασκευή

[3] Τα δοκίμια παρασκευάζονται σύμφωνα με την προδιαγραφή T-87 AASHO και ισχύουν για αδρανή πριν από την ανάμιξη τους με τον σταθεροποιητή

Προς διευκόλυνση του καθορισμού της αναγκαίας ποσότητας τσιμέντου η P.C.A. συνιστά τις αναγκαίες ποσότητες για την σταθεροποίηση με τσιμέντο που παρέχει ο πίνακας 1.6.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6**

***ΑΝΑΓΚΑΙΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΓΙΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΩΝ***

| AASHTO SOIL CLASSIFICATION | UNIFIED SOIL CLASSIFICATION | Απαιτούμενο ποσοστό τσιμέντου | | Ποσότητα τσιμέντου για στρώση πάχους 15 cm. ($Kg/m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| | | Κατά βάρος | Κατά όγκο | |
| A-1-α | GW,GP,GM,SW, SP,SM | 3-5 | 5-7 | 9-15 |
| A-1-β | GM,GP,SM,SP | 4-8 | 7-9 | 12-24 |
| A-2-4 | GM,GP,SM,SP | 5-9 | 7-10 | 14-27 |
| A-2-5 | GM,GP,SM,SP | 5-9 | 7-10 | 14-27 |
| A-2-6 | GM,GP,SM,SP | 5-9 | 7-10 | 14-27 |
| A-2-7 | GM,GP,SM,SP | 5-9 | 7-10 | 14-27 |
| A-3 | SP | 7-11 | 8-12 | 20-30 |
| A-4 | CL,ML | 7-12 | 8-12 | 20-36 |
| A-5 | ML,MH,CH | 8-13 | 8-12 | 24-40 |
| A-6 | CL,CH | 9-15 | 10-14 | 25-43 |
| A-7 | OH,MH,CH | 10-16 | 10-14 | 28-45 |

G : Χαλίκι
S : Άμμος
M : Ιλύς
C : Άργιλος

W : Καλή κοκκομετρική διαβάθμιση
P : Μέτρια κοκκομετρική διαβάθμιση
U : Ομοιόμορφη κοκκομετρική διαβάθμιση
L : Χαμηλό όριο υδαρότητας
H : Υψηλό όριο υδαρότητας

Οι Βρετανικοί κανονισμοί ( Department of Transport 1986 & 1991 ) έχουν προσδιορίσει τέσσερις κατηγορίες μιγμάτων εδαφικού υλικού – τσιμέντου .Οι κατηγορίες αυτές φέρουν την κωδική ονομασία CBM1 CBM2 CBM3 CBM4. Ο διαχωρισμός των κατηγοριών αυτών γίνεται με κριτήρια μόνο την κοκκομετρική τους διαβάθμιση και την αντοχή. Οι ελάχιστες απαιτήσεις αντοχών που πρέπει να ικανοποιούνται φαίνονται στον πίνακα 1.7 . [17]

| ΠΙΝΑΚΑΣ 1.7 : *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΑΤΑ BS [17]* | |
|---|---|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ [Mpa] * |
| CBM 1 | 2,5 |
| CBM 2 | 4,5 |
| CBM 3 | 6,5 |
| CBM 4 | 10,0 |

Όσον αφορά τις ιδιότητες των υλικών ο BS απαιτεί:

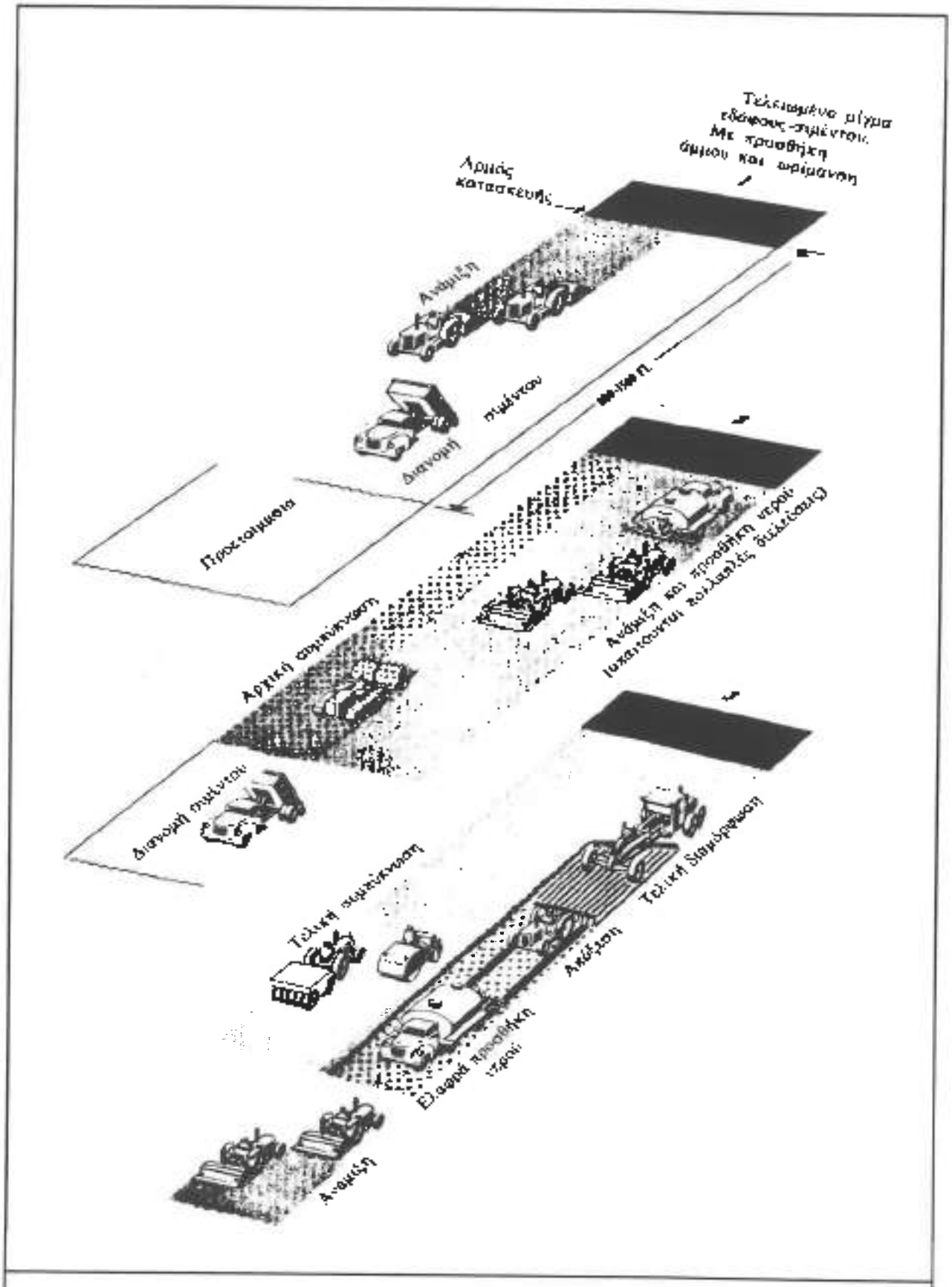
| ΠΙΝΑΚΑΣ 1.8 : *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ* [17] | | |
|---|---|---|
| | Κοκκώδη Υλικά | Συνεκτικά |
| Πριν την ανάμιξη | | |
| LL | <45 | <45 |
| PL | <20 | <20 |
| Περιεκτικότητα Οργανικών | <2 | <2 |
| Περιεκτικότητα Θειικών | <1 | <1 |
| Μετά την ανάμιξη | | |
| Ελάχιστη ποσότητα τσιμέντου | 2 | 2 |
| Βαθμός κονιοποιήσεως | >60 | - |
| Min CBR | 15 | 15 |
| Ελάχιστη θερμοκρασία ανάμιξης °C | 3 | 3 |
| Maximum χρόνος αναμονής μέχρι την τελική συμπίεσση (hrs) | 2 | 2 |

### 1.2.2.5 Κατασκευή

Ανεξάρτητα από τον τύπο των μηχανημάτων στην κατασκευή πρέπει να ακολουθούνται πάντα ορισμένα βασικά βήματα .Αρχικά , το υλικό που θα σταθεροποιηθεί αναμοχλεύεται και κονιοποιείται . Κατά την κονιοποίηση είναι απαραίτητος ο θρυμματισμός του υλικού σε όσο το δυνατόν λεπτότερη διαβάθμιση. Γενικά οι προδιαγραφές απαιτούν το 80% του υλικού να περνάει από το κόσκινο No 4. Μετά το τσιμέντο διασπείρωνεται είτε παλαιότερα με το χέρι είτε σήμερα με την βοήθεια κιβωτίου διασκορπισμού και αναμιγνύεται καλά με το έδαφος ( ξηρή ανάμιξη ).

Αφού αναμιχθούν το έδαφος και το τσιμέντο προστίθεται νερό και αναμιγνύεται με το ξηρό μίγμα (συνηθέστερα με την φυσική υγρασία ) εδάφους τσιμέντου.Το μίγμα συμπυκνώνεται με την βοήθεια οδοστρωτήρα με οδοντωτούς (κατσικοπόδαρα ) ή λείους κυλίνδρους . Η συμπύκνωση πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα , έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η τελική επιδιωκόμενη πυκνότητα πριν από την αρχική πήξη του τσιμέντου.Το τελευταίο βήμα στη διαδικασία κατασκευής είναι η τελική συμπύκνωση η οποία συνδυάζεται με την τελική διαμόρφωση της οδού (κατασκευή επικλήσεων κ.λ.π ) από τους διαμορφωτήρες . Είναι ανάγκη να προστίθεται μικρή ποσότητα νερού στη σταθεροποιημένη στρώση κατά την τελική συμπύκνωση έτσι ώστε να αναπληρώνονται πιθανές απώλειες της υγρασίας λόγω εξάτμισης

Η εργασία πρέπει να εκτελείται κατά μικρά τμήματα ώστε να ολοκληρώνεται η κατασκευή πριν από την αρχική πήξη του τσιμέντου . Κάθε τμήμα πρέπει να τελειώνει πριν να αρχίσει η κατασκευή ενός άλλου Όπου γίνεται σύνδεση δυο τμημάτων δημιουργείται συνήθως ένας αρμός διακοπής (αρμός εργασίας ) στο τέλος κάθε εργάσιμης μέρας . Επιπλέον η κυκλοφορία βαρέων οχημάτων θα πρέπει να αποφεύγεται μέχρι την χρονική στιγμή όπου το σταθεροποιημένο με τσιμέντο εδαφικό υλικό θα μπορεί να αναλάβει τα φορτία των βαρέων οχημάτων . Αφού συμπυκνωθεί το σταθεροποιημένο έδαφος και διαμορφωθεί η διατομή της οδού πρέπει να τοποθετηθεί κάποια μεμβράνη συντήρησης πάνω στο υλικό(ψάθα λνάτσα κ.τ.λ ) . Ακόμη και η ασφαλτική στρώση (ασφαλτικός τάπητας , ασφαλτική επάλειψη ) που εφαρμόζεται ενεργεί ως παράγοντας ωρίμανσης κατά την περίοδο σκλήρυνσης (απόκτησης αντοχών).




**Σχήμα 1.7**: *Μέθοδος κατασκευής μίγματος εδάφους τσιμέντου με χρήση περιστροφικών σκαφωτήρων* (7)

## 1.2.3 Σταθεροποίηση με άσβεστο.

### 1.2.3.1 Γενικά

Η εμπειρία η οποία αποκτήθηκε στις Η.Π.Α. από την χρήση ασβέστου στην κατασκευή αεροδρομίων και οδοστρωμάτων έδειξε ότι η προσθήκη ασβέστου σε εδάφη που περιέχουν μεγάλες ποσότητες διογκούμενων αργίλων τα βελτιώνει ελαττώνοντας τον δείκτη πλαστικότητας και αυξάνοντας την φέρουσα ικανότητα τους .

Έχει αποδειχθεί ότι κατά την διαδικασία της σταθεροποίησης κύριο ρόλο στην συμπεριφορά του συστήματος άργιλος – άσβεστος – νερό έχουν η ορυκτολογική σύσταση της αργίλου , και οι συνθήκες κατεργασίας .

Είναι αξιοσημείωτο ότι μία από τις κυριότερες διαφορές ανάμεσα στα μίγματα εδάφους – ασβέστου και εδάφους – τσιμέντου είναι ο ρυθμός αύξησης της αντοχής κατά την περίοδο ωρίμανσης αφού τα μίγματα εδάφους – ασβέστου αυξάνουν την αντοχή τους πολύ βραδύτερα.

Η μέθοδος σταθεροποίησης αργιλικού εδαφικού υλικού με άσβεστο χρησιμοποιείται όταν ο χρόνος κατασκευής δεν είναι κρίσιμος για την συνολική εξέλιξη του έργου . Στην αντίθετη περίπτωση είναι σκόπιμη η χρησιμοποίηση του τσιμέντου ως σταθεροποιητού είτε μόνο του είτε σε συνδυασμό με την άσβεστο . Είναι ανάγκη τα μίγματα εδάφους τσιμέντου να ωριμάζουν αμέσως μετά την συμπύκνωση με παρουσία νερού . Εξ άλλου η ωρίμανση μιγμάτων εδάφους – ασβέστου μπορεί να καθυστερήσει αρκετά χωρίς επιζήμιο αποτέλεσμα .

Η σταθεροποίηση εδάφους με άσβεστο βοηθάει στο να μετατραπούν ακαταλλήλα ή περιθωριακά εδάφη σε υλικά κατασκευών τα οποία μπορούν εύκολα να διαστρωθούν και να συμπυκνωθούν ώστε να σχηματίσουν μέρος παροδικών ή μονίμων έργων.

Οι βασικότεροι τύποι ασβέστου που χρησιμοποιούνται στην σταθεροποίηση των εδαφών είναι :

a) **Το οξείδιο του ασβεστίου (CaO – καυστική άσβεστος )**

είναι προϊόν διασπάσεως σε ψηλή θερμοκρασία του ανθρακικού ασβεστίου υπό έκλυση διοξειδίου του άνθρακα . Για την παραγωγή του χρησιμοποιούνται καινοί ασβεστόλιθοι αλλά επίσης και θαλάσσιοι ή λιμναίοι που περιέχουν 95-99 % ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$ ) . Όταν ο χρησιμοποιούμενος ασβεστόλιθος είναι μαγνησιομιγής με περιεκτικότητα σε μαγνησία ( MgO ) μέχρι 20 % η απόδοση του σε οξείδιο του ασβεστίου είναι φτωχή. Αντίθετα όταν η περιεκτικότητα σε μαγνησία αυξάνεται μέχρι 40-50 % και το αρχό υλικό μετατρέπεται σε δολομίτη προκύπτει άσβεστος με μεγαλύτερη πλαστικότητα έναντι της συνηθισμένης ασβέστου . Το προϊόν αυτό λέγεται δολομιτική ή μαγνησιακή άσβεστος. Γενικά η ποιότητα του οξειδίου του ασβεστίου ( CaO ) εξαρτάται από τα υπόλειμμα του μετά την ανάμιξη του με νερό ( Θα πρέπει το στερεό υπόλειμμα να είναι μικρότερο του 5% ) επιπλέον η μη έκλυση $CO_2$ ( ένδειξη κακής όπτησης του $CaCO_3$ ) κατά την επίδραση HCl . Συγκεντρωτικά έχουμε :

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

και

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 275\ cal/gr\ (CaO)$$

**b) Η υδράσβεστος ( σβησμένη άσβεστος $Ca(OH)_2$ )**

Το προϊόν της σβέσεως της καυστικής ασβέστου καλείται υδράσβεστος ή σβησμένη άσβεστος ( Hydrated lime ) και είναι το υδροξείδιο του ασβεστίου . Κατά αντιστοιχία υπάρχει και η δολομιτική σβησμένη άσβεστος ( Dolomitic hydrated lime ) αν αυτή προέρχεται από την σβέση της δολομιτικής ασβέστου ( CaO + MgO ) .

**c) Η υδραυλική άσβεστος**

Αποτελεί ένα είδος ασβέστου που μπορεί να αντιδράσει και να σκληρυνθεί με παρουσία νερού ό-πως το τσιμέντο και διατηρεί μερικές από τις πλαστικές ιδιότητες της ασβέστου . Παράγεται από την αποτέφρωση ακατέργαστου ασβεστολίθου που περιέχει 15-20 % οξείδια του πυριτίου και του αργιλίου . Η παρουσία των οξειδίων αυτών προσδίδει στην άσβεστο τις χαρακτηριστικές υδραυλικές ιδιότητες και θεωρείται ως ενδιάμεσο προϊόν μεταξύ ασβέστου και τσιμέντο.

Πολύ συχνά γίνεται **προσθήκη χλωριούχου ασβεστίου** στο μίγμα ασβέστου –εδάφους για να βελτιώσει τα φυσικά χαρακτηριστικά του μίγματος και ιδιαίτερα για να επιταχύνει την αντίδραση έτσι ώστε το σταθεροποιημένο έδαφος να παραλαμβάνει τα φορτία βαρέων οχημάτων νωρίτερα . Το χλωριούχο ασβέστιο συμβάλλει στην αντίδραση συγκρατώντας την υγρασία συμπύκνωσης στο έδαφος και παρέχοντας πρόσθετα ιόντα ασβεστίου στο μίγμα .

## 1.2.3.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ

Το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο είδος ασβέστου για σταθεροποίηση εδαφών είναι η υδράσβεστος ( $Ca(OH)_2$ ) σε μορφή λευκής κόνεως . Η μη σβησμένη άσβεστος λόγω της καυστικότητας-επικινδυνότητα της παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες και για αυτό χρησιμοποιείται σπανιότερα .

Η ανάμιξη της ασβέστου με το έδαφος προκαλεί την έναρξη σειράς πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων της ασβέστου με την περιεχόμενη στο υλικό άργιλο . Για την επεξήγηση του μηχανισμού της σταθεροποίησης εδαφικού υλικού με άσβεστο επικράτησε η παραδοχή των παρακάτω φυσικοχημικών αντιδράσεων:

a. **Της ανταλλαγής των κατιόντων** ( δηλαδή αντικατάσταση από το δισθενές ασβέστιο ( $Ca^{++}$ ) άλλων των προσροφούμενων μονοσθενών κατιόντων νατρίου ( $Na^{+}$ ) , μαγνησίου ( $Mn^{++}$ ) κ.λ.π. ) .
**Η** μεταβολή της πυκνότητας των ηλεκτρικών φορτίων γύρω από τους κόκκους της αργίλου ως και η μεταβολή των συνθηκών επικαλύψεως των κόκκων με νερό με αποτέλεσμα οι κόκκοι να έλκονται μεταξύ τους να δημιουργούν συσσωματώματα και το έδαφος να μεταβάλει αισθητά υφή και ιδιότητες.Επιστημονικές μελέτες ανά τον κόσμο απέδειξαν ότι η ανταλλαγή των ιόντων είναι το αίτιο στο οποίο μπορεί να αποδοθεί η μεταβολή της πλαστικότητας του υλικού, η αύξηση του ορίου συρρικνώσεως . η βελτίωση των χαρακτηριστικών διογκώσεως και εργάσιμου του υλικού (ειδικά όταν η φυσική υγρασία του εδαφικού υλικού έχει μεγάλες τιμές.) την ευθρυπτότητα του υλικού , η μεταβολή των συνθηκών επικάλυψης των κόκκων της αργίλου με νερό και η μεταβολή της συμπεριφοράς της αργί-

λου λόγω της δημιουργίας κόκκων μεγαλυτέρου μεγέθους ( μέγεθος ιλύος) . Επιπλέον αυτό ελαττώνει την πλαστικότητα και έχει ως αποτέλεσμα μία ανοικτότερη και κοκκώδη δομή. [ 7 ]

b. **Του προσανατολισμού** . Τα ιόντα του ασβεστίου ( $Ca^{++}$ ) προσροφώνται μεταξύ δύο ιεμοχιδίων αργίλου με αποτέλεσμα τον προσανατολισμό και την συνένωση τους (κροκύδωση) σχηματίζοντας τεμάχια μεγαλυτέρων διαστάσεων βελτιώνοντας την κοκκομετρική σύσταση του κατεργασθέντος εδάφους [ 7 ]

c. **Της ενανθράκωσης** . Είναι δυνατόν η άσβεστος να αντιδράσει χημικά με το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) .

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

και

$$Mn(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MnCO_3 + H_2O$$

Έχει αποδειχθεί ότι η ενανθράκωση δεν είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη αντοχής στο μίγμα [ 8]. Υποστηρίζεται ότι είναι ανεπιθύμητη και ότι θα έπρεπε να λαμβάνονται μέτρα για τον περιορισμό της κατά την διάρκεια της κατασκευής και μετά την αποπεράτωση της [8] .

d. **Της ποζολανικής αντίδρασης.** Η άσβεστος αντιδρά με το πυρίτιο και το αργίλιο και δημιουργεί ένυδρες ενώσεις πυριτικού αργιλίου και πυριτικού ασβεστίου , ενώσεις με έντονη συγκολλητική δράση. Έτσι αναπτύσσονται σύνδεσμοι μεταξύ των κόκκων του υλικού και αυξάνει η αντοχή του μίγματος . Η αντίδραση αυτή είναι αργή και επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία η ορυκτολογική σύσταση της αργίλου η παρουσία οργανικών ενώσεων κ.λ.π. . Η αύξηση του ποσοστού της ασβέστου δεν δημιουργεί ανάλογη αύξηση της αντοχής αλλά μπορεί να προκαλέσει και μείωση της αντοχής.Για επίτευξη μεγαλυτέρων αντοχών –εφ'όσον απαιτούνται –προστίθενται και φυσικές ποζολάνες (θηραϊκή γη , πτιάμενη τέφρα ). Η αντίδραση αυτή αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και της προσθήκης ορισμένων χημικών υλικών .Συχνά για την ενίσχυση της ποζολανικής αντίδρασης η άσβεστος χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ποζολάνες και πτιάμενες τέφρες.

Οι ποζολάνες είναι υλικά πυριτικής ή αργιλοπυριτικής σύστασης τα οποία μόνα τους δεν έχουν ή εμφανίζουν ασθενή υδραυλική ικανότητα.Όταν αυτά βρίσκονται σ λεπτότατο διαμερισμό και παρουσία υγρασίας αντιδρούν χημικά με το υδροξείδιο του ασβεστίου σε συνήθη θερμοκρασία και σχηματίζουν ενώσεις που έχουν υδραυλικές ιδιότητες.

Οι ερευνητές Diamond . Kinter και Le Roux αναφέρουν ότι υπάρχουν δυο τουλάχιστον ευδιάκριτα στάδια της φυσικοχημικής αυτής αντίδρασης.

**Στάδιο 1**

Είναι ένα είδος ιονικής αντίδρασης ( επιφανειακό φαινόμενο ) που αναπτύχθηκε προηγουμένως κατά το οποίο οι ιδιότητες των πλαστικών εδαφών βελτιώνονται σημαντικά αλλά η αντοχή που αναπτύσσεται είναι μικρή.

**Στάδιο 2**

Στο στάδιο αυτό οι άργιλοι προσβάλλονται από την άσβεστο περισσότερο ή λιγότερο έντονα ανάλογα με την φύση των ορυκτών της αργίλου και των συνθηκών της αντίδρασης ( χημική αντίδραση ) .

Μεταξύ των αποτελεσμάτων που παρατηρούνται κατά το πρώτο στάδιο την μεγαλύτερη σημασία έχει η μείωση του δείκτη πλαστιμότητας , η αύξηση της βέλτισης υγρασίας και του έργου συμπύκνωσης για την πραγματοποίηση δεδομένης πυκνότητας , καθώς και η μείωση των ανεπιθύμητων παραμέτρων όπως της ιάσης διόγκωσης και της διαπερατότητας . Οι αλλαγές αυτές που επιφέρονται από την προσθήκη ασβεστούχα εδάφη επί των φυσικών τους ιδιοτήτων και λαμβάνουν χώρα σε χρόνους που κυμαίνονται μεταξύ λεπτών και μερικών ωρών.

Από τα αποτελέσματα που παρατηρούνται κατά το δεύτερο στάδιο την μεγαλύτερη σημασία έχει η χημική αντίδραση που πραγματοποιείται ακολουθείται από την δημιουργία – εμφάνιση νέων ορυκτών τα οποία επιφέρουν την αύξηση της φέρουσας αντοχής .

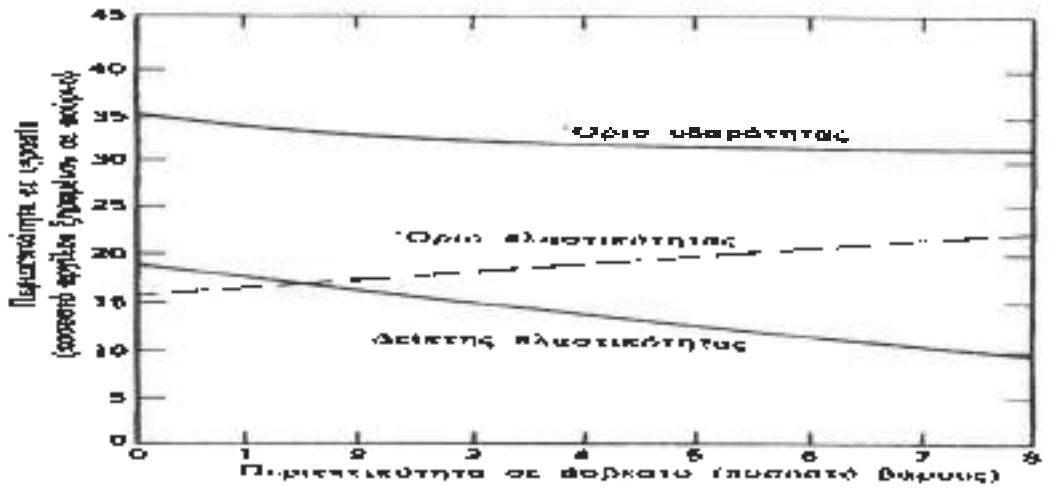
Θα πρέπει να τονίσουμε ότι πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη έμφαση στην μείωση των πλαστικών ιδιοτήτων των εδαφικών υλικών – λόγω χρησιμοποιήσεως της ασβέστου ως σταθεροποιητής – και όχι της φέρουσας ικανότητας που επιτυγχάνεται καλύτερα με την χρήση τσιμέντου.

### 1.2.3.3 Αποτελέσματα σταθεροποίησης με άσβεστο

Μερικά αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα της σταθεροποίησης με άσβεστο είναι τα παρακάτω:

**Όρια Atterberg**

Έχει αποδειχθεί από πολλούς ερευνητές [ 16,17 ] ότι η προσθήκη ασβέστου σε εδάφη που παρουσιάζουν μεγάλη πλαστικότητα προκαλεί μείωση του δείκτη πλαστικότητας τους (PI) [7](βλέπε σχήμα 1.6). Με την προσθήκη της ασβέστου στα εδάφη παρατηρείται άμεση αύξηση του ορίου πλαστικότητας (PL) . Το μέγεθος της αύξησης αυτής είναι γραμμικά ανάλογο του περιεχόμενου ποσοστού ασβέστου ( στα

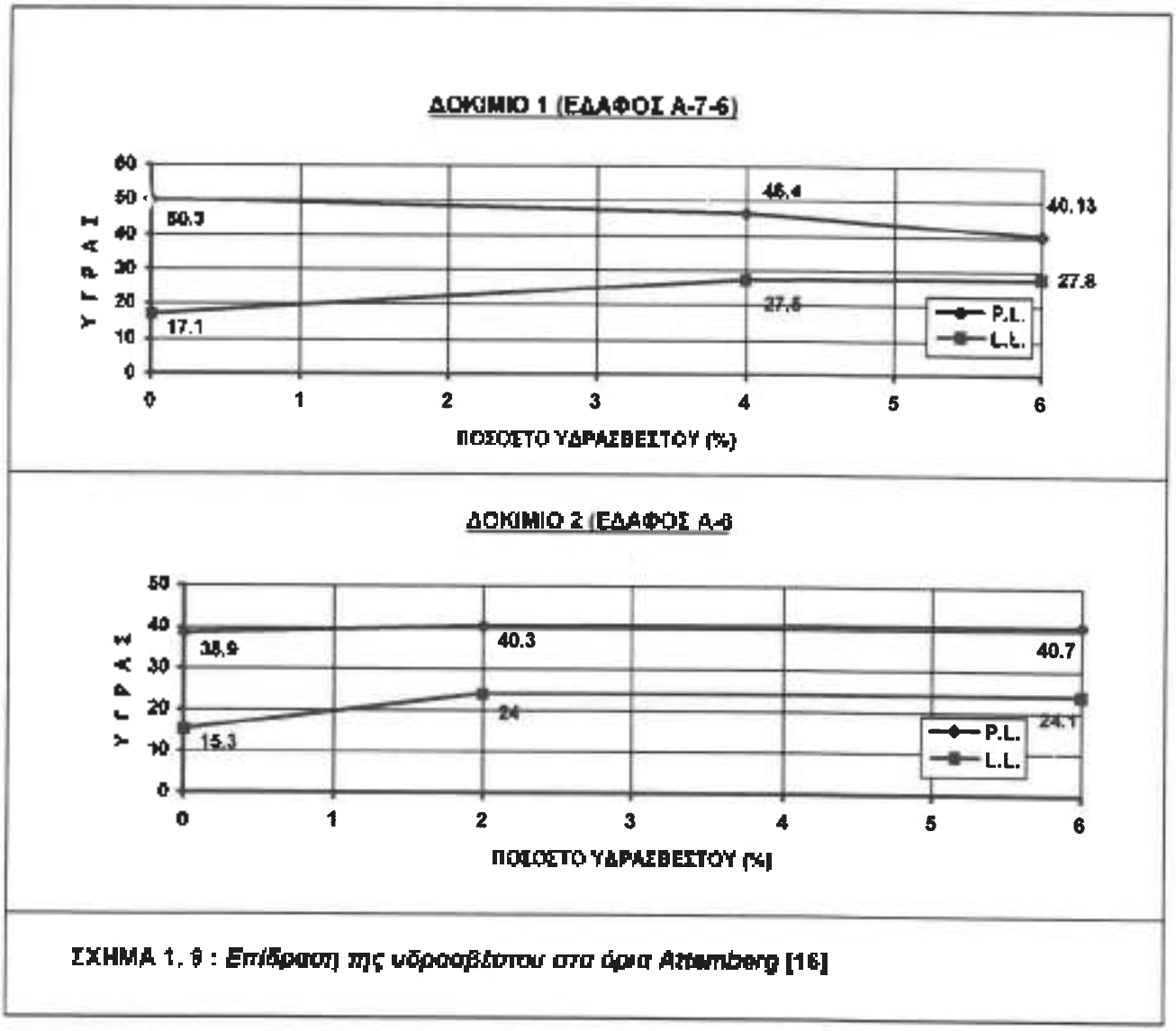



**ΣΧΗΜΑ1.6**: Επίδραση της ασβέστου στα όρια Atterberg

μίγμα εδάφους – ασβέστου ) μέχρι κάποιο οριακό ποσοστό πέρα του οποίου περαιτέρω αύξηση του ποσοστού της προστιθέμενης ασβέστου προκαλεί μικρή ή καθόλου πρόσθετη αύξηση του ορίου πλαστικότητας [17].

Το σημείο καμπής της καμπύλης " Ποσοστού ασβέστου – Ορίου πλαστικότητας " χαρακτηρίζεται ως " ***Lime Fixation Point*** ".Αυτό ορίζεται ως το ποσοστό ασβέστου πέρα του οποίου επιπλέον αύξηση του ποσοστού της ασβέστου δεν επιφέρει εκπμητή αύξηση του ορίου πλαστικότητας. [17]

Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ηλεκτρικό φορτίο του μίγματος εδάφους – ασβέστου . Τα κολλοειδή σωματίδια του εδάφους λόγω του αρνητικού φορτίου (αρνητικού) απωθούνται και έτσι αντιδρούν στην τάση συσσωμάτωσης (λόγω της επιφανειακής τους τάσης) . Η περίσσεια κατιόντων ασβεστίου (προσθήκη ασβέστου) προκαλεί την επικάλυψη των κόκκων του εδαφικού υλικού από κατιόντα ασβεστίου και λόγω του αντιθέτου φορτίου δημιουργούνται ελκτικές δυνάμεις προς τον σχηματισμό ομοιοπολικών δεσμών ( Δεσμοί Van der Waals) [ 18 ] με αποτέλεσμα την συσσωμάτωση των σωματιδίων με ισχυνές δεσμούς . Επιπρόσθετα ο πλεονάζων αριθμός κατιόντων ασβεστίου για την δημιουργία συσσωματωμάτων στην άργιλο δεν προκαλεί παραπέρα μεταβολή του ορίου πλαστικότητας.




**ΣΧΗΜΑ 1. 9 :** ***Επίδραση της υδρασβέστου στα όρια Atterberg*** **[16]**

Όσον αφορά την επίδραση της ασβέστου στο όριο υδαρότητας ( LL ) τα υπάρχοντα δεδομένα δείχνουν σε άλλα είδη εδαφικού υλικού το όριο υδαρότητας (LL) μικραίνει και σε άλλα μεγαλώνει χωρίς να υπάρχουν μέχρι σήμερα σαφή κριτήρια με τα οποία θα είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η μεταβολή του LL ( αύξηση ή μείωση ) χωρίς να γίνει η προκαταρκτική εργαστηριακή δοκιμή.

Τονίζεται ιδιαίτερα η σημασία της αύξησης του ορίου πλαστικότητας η οποία υποδηλώνει εν μέρει την μεταβολή που υπέστη το υλικό από την επενέργεια της ασβέστου . Η αύξηση του ορίου πλαστικότητας δείχνει ότι το σταθεροποιημένο υλικό έχει την ικανότητα να διατηρεί την ευστάθεια του με την αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας .

## Πυκνότητα – Βέλτιστη Υγρασία

Από αντίστοιχες μελέτες [ 7,23 ]παρατηρείται ότι η βέλτιστη υγρασία αυξάνει και ότι το φαινόμενο βάρος μικραίνει . Της ιδιότητας αυτής γίνεται χρήση όταν τα προς συμπύκνωση εδάφη έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και ως εκ τούτου είναι αδύνατη η συμπύκνωση τους όπως έχουν αλλά μόνο μετά από εξάτμιση μέρους του περιεχόμενου νερού. Με την ανάμιξη του υλικού με υδράσβεστο η βέλτιστη για συμπύκνωση υγρασία αυξάνει κατά 2%-5% αύξηση η οποία είναι πολλές φορές ικανοποιητική για να επιτευχθεί σύμπτωση περιεχόμενης υγρασίας και βέλτιστης προς συμπύκνωση υγρασίας Στις περιπτώσεις που η περιεχόμενη υγρασία είναι αρκετά μεγάλη που δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί η παραπάνω σύμπτωση με χρησιμοποίηση ποσοστού υδρασβέστου μέσα σε οικονομικά συμφέροντα όρια γίνεται χρήση ασβέστου (μη σβησμένης ) σε μορφή κόνεως .Η άσβεστος με την ανάμιξη με το έδαφος απορροφά νερό σε ποσοστό 32% περίπου του βάρους της λόγω χημικής αντιδράσεως λόγω της χημικής αντιδράσεως του οξειδίου της ασβέστου ($CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$+275 cal/gr (CaO)) .Ταυτόχρονα λόγω του εξώθερμου χαρακτήρα της αντίδρασης αυτής προκαλείται εξάτμιση νερού σε ποσοστό περίπου 50% του βάρους της ασβέστου. [ 3 ]

## Διαπερατότητα-Τριχοειδής ανύψωση

Έρευνες έδειξαν ότι η προσθήκη ασβεστίου στα εδάφη που παρουσιάζουν έντονα το φαινόμενο της τριχοειδούς ανύψωσης του νερού μειώνει σημαντικά της αναρροφητικές τους ικανότητες .Η ταχύτητα ανύψωσης του νερού εξαρτάται από την διαπερατότητα του . Ο συνολικός όγκος του προσροφούμενου νερού αποτελεί μέτρο του είδους και του βαθμού της αλληλοαντίδρασης του νερού με τις επιφάνειες των ορυκτών της αργίλου . Η διαπερατότητα εξαρτάται από το πορώδες του εδάφους την μικροδομή των συμπυκνωμάτων ή των συσσωματωμάτων του την ταχύτητα απώλειας των ενδομοριακών δεσμών από την τριχοειδή ανύψωση του νερού όπως επίσης και από την ισχύ του υφιστάμενου δεσμού μεταξύ των επιφανειών των ορυκτών της αργίλου του εδάφους.

Εφ' όσον αναρροφητική ικανότητα του εδάφους και η διαπερατότητα του εξαρτώνται από τις παραπάνω παραμέτρους και με την προσθήκη ασβέστου σε αργιλικό έδαφος επέρχεται μείωση του πορώδους

αύξηση του δεσμού των σωματιδίων που απαρτίζουν το έδαφος αλλαγή της φύσης του εδάφους (από υδρόφιλο σε υδρόφοβο) γίνεται φανερό ότι τεχνικά προβλήματα που οφείλονται στην ύπαρξη νερού μέσα από έδαφος μπορούν να αντιμετωπισθούν με την προσθήκη ασβέστου.Η προσθήκη ασβέστου προσδίδει στο έδαφος νέο ευσταθή χαρακτήρα έναντι της καταστρεπτικής δράσης του νερού.

**Μηχανικές ιδιότητες – Φέρουσα Ικανότητα**

Η αντοχή που αναπτύσσεται στα σταθεροποιημένα με άσβεστο αργιλικά εδάφη οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην ποζολανική αντίδραση . Όλα , όμως τα είδη της αργίλου δεν αντιδρούν με την άσβεστο κατά τον ίδιο τρόπο και με τον ίδιο βαθμό. Έτσι οι άργιλοι μπορούν να διακριθούν σε *"αντιδρώσες"* και *"μη αντιδρώσες"* όπως ακριβώς προτάθηκε από τον **THOMPSON** ανάλογα με το αν τα δοκίμια που παρασκευάστηκαν με προσθήκη ασβέστου δείξουν σε 28 ημέρες αύξηση της αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη ίση και ή 0,35 MPa (3.5 Kp/cm$^2$ ) σε σύγκριση με δοκίμια που παρασκευάστηκαν χωρίς προσθήκη ασβέστου.Πρέπει να τονίσουμε ότι ο χαρακτηρισμός αυτός των αργίλων αφορά μόνο την αντοχή και όχι τα όρια Atterberg το εργάσιμο κ.λ.π. . [ 11, 23 ]

Τα αποτελέσματα της προσθήκης ασβέστου σε εδαφικό υλικό είναι :

- Η αντοχή αυξάνει με τον χρόνο ( Σχήμα 1.10 )
- Η αύξηση του ποσοστού της ασβέστου πέρα από ένα ορισμένο ποσοστό δεν προκαλεί ανάλογη αύξηση της αντοχής όπως αντίθετα παρατηρείται για το τσιμέντο όπου η αντοχή αυξάνει συνεχώς.
- Σε μικρά ποσοστά το τσιμέντο προσδίδει μικρότερη αντοχή σε σχέση με την άσβεστο ενώ αντίθετα για ποσοστό άνω ενός του ορίου (8%) η επιτυγχανόμενη από το τσιμέντο αντοχή είναι μεγαλύτερη.
- Εκτός από την αντοχή σε θλίψη και οι άλλες μηχανικές ιδιότητες ( C.B.R. , οι αντοχές σε διάτμηση , κάμψη , εφελκυσμό , αντοχή σε κόπωση και η σχέση τάσεων-παραμορφώσεων ) δείχνουν σημαντική βελτίωση .

Κάθε είδος ασβέστου επιφέρει διαφορετικές αυξήσεις της αντοχής του κατεργασμένου εδάφους που εξαρτάται από την χημική σύσταση των σταθεροποιητών και από τον χρόνο σκλήρυνσης .

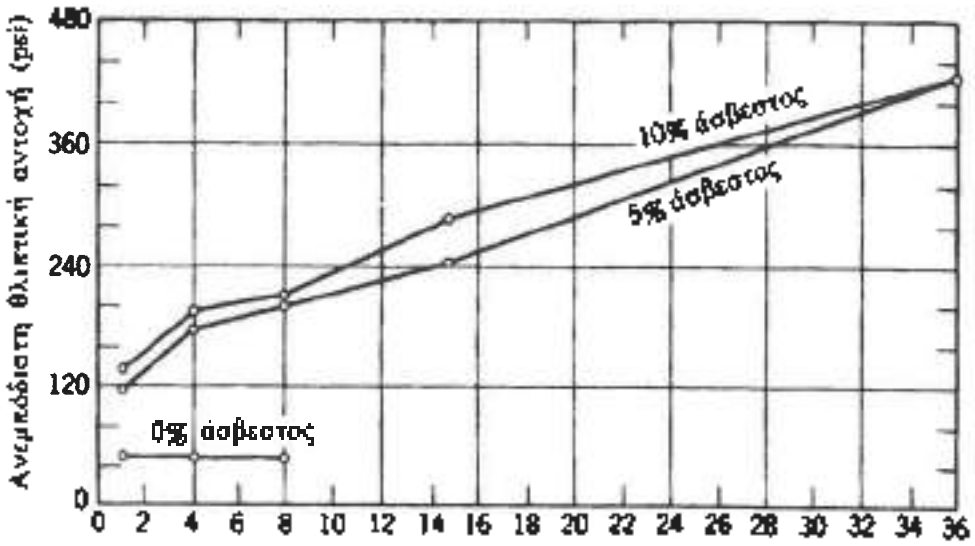
Η βελτίωση της αντοχής σε διάτμηση των συνεκτικών εδαφών με την κατεργασία με ασβέστη έχει επιβεβαιωθεί και με δοκιμές τριαξονικής θλίψης Η προσθήκη ασβέστου εντός συνεκτικού εδάφους συνεπάγεται αύξηση της συνοχής του και της γωνίας εσωτερικής τριβής .

Η αντοχή σε εφελκυσμό που παρουσιάζει ένα σταθεροποιημένο εδαφικό υλικό είναι μία χρήσιμη παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν υπολογισμό και σχεδιασμό των οδοστρωμάτων. Είναι

γνωστό ότι σε ένα σύστημα διαδοχικών εδαφικών στρώσεων με ελαστικές ιδιότητες του οποίου οι υπερκείμενες στρώσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερα ελαστικότητας σε σχέση με τις υποκείμενες αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις μεταξύ των διεπιφανειών των διαδοχικών αυτών στρώσεων. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα στον υπολογισμό των οδοστρωμάτων έτσι ώστε να μην έχουμε αστοχία λόγω εφελκυσμού.

Ο Thompson αναφέρει ότι εδάφη κατεργασμένα με άσβεστο παρουσιάζουν αξιόλογες αντοχές σε εφελκυσμό που ανέρχονται από 10% έως 30% της αντίστοιχης αντοχής σε θλίψη και εξαρτώνται από τον τύπο του εδάφους τον επεξεργασίας και τον χρόνο συντήρησης .

Τα σταθεροποιημένα υλικά που μπορούν να αντέχουν στις αναπτυσσόμενες σε αυτά εφελκυστικές τάσεις αποκλίνουν από την συνηθισμένη αρχική ελαστική συμπεριφορά τους και τείνουν να πάρουν χαρακτήρα εύθραυστων υλικών .




**Σχήμα 1.10:** *Επίδραση του χρόνου συντήρησης στη θλιπτική αντοχή ενός αργιλικού εδάφους (CL) σταθεροποιημένου με άσβεστο* [ 7 ]

Έτσι οι καμπύλες τάσεων – παραμορφώσεων προσεγγίζουν την ευθύγραμμη μορφή μέχρι του σημείου θραύσεως το δε μέτρο ελαστικότητας αυξάνεται σημαντικά.

Πρέπει να τονίσουμε ότι ο βαθμός κονιοποιήσεως των εδαφών πριν την κατεργασία τους με άσβεστο αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα για την αποτελεσματική σταθεροποίηση τους Οι ερευνητές Davidson και Handy κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ότι η αντοχή μειώνεται λόγω μη κονιοποιηθέντων συσσωματωμάτων του εδάφους . Με την πάροδο του χρόνου η μείωση της αντοχής παίρνει όλο και πιο μικρές διαστάσεις. Το φαινόμενο αυτό καλείται διάχυση της ασβέστου. Η διάχυση μπορεί να συμβεί σε σημαντικά

βαθμό και σε έκταση έως 15 cm. Και προκαλεί στο σύστημα εδάφους – νερού τόσο την έναρξη της ποζολανικής αντίδρασης όσο και τον προσανατολισμό των σωματιδίων του εδάφους για τον σχηματισμό συσσωματωμάτων . Η ύπαρξη νερού μέσα στην μάζα του εδάφους ευνοεί την διάχυση της ασβέστου διάμεσο των πόρων και των τριχοειδών αγγείων . Για την δημιουργία αντιδράσεων ποζολανικού τύπου απαιτείται υψηλό PH ( της τάξεως >10,5 ) που προκαλείται από την διάσπαση του υδροξειδίου του ασβεστίου ($Ca(OH)_2$).

## Αντοχή σε κόπωση

Οι αντοχές σε θλίψη και εφελκυσμό των σταθεροποιημένων με άσβεστο εδαφών αποτελούν μεγάλης σημασίας μηχανικές ιδιότητες αφού εξασφαλίζουν την αντοχή τους σε μηχανική καταπόνηση . Όταν όμως τα σταθεροποιημένα εδάφη πρόκειται να αποτελέσουν την βάση ή την υπόβαση οδοστρώματος οι μηχανικές αυτές ιδιότητες δεν πρέπει να είναι το μοναδικό κριτήριο ασφαλούς υπολογισμού του οδοστρώματος διότι υπάρχει και ο παράγοντας κόπωση που επηρεάζει την ευστάθεια του ο οποίος επέρχεται από την συνεχή καταπόνηση λόγω της κυκλοφορίας. Οι καταπονήσεις που επιδέχονται τα σταθεροποιημένα εδάφη με άσβεστο είναι ικανοποιητική και μπορεί να χαρακτηριστεί ως και ανάλογη της σταθεροποίησης με τσιμέντο.

## Ανθεκτικότητα στον παγετό

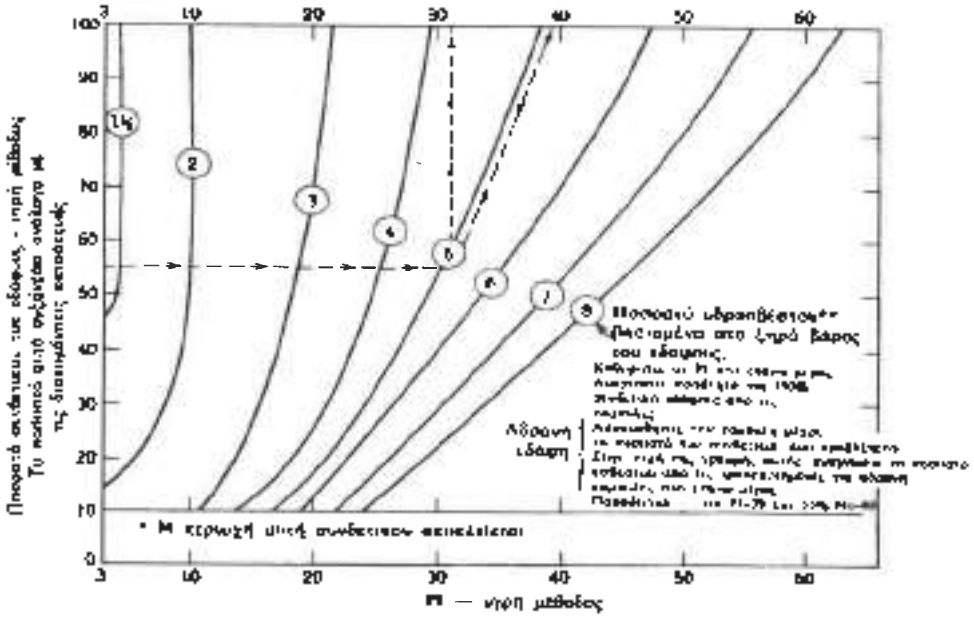
Η ποζολανική αντίδραση επιβραδύνεται με την πτώση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντα χώρου και είναι δυνατόν να πάψει να λαμβάνει χώρα όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 5 $^0$C . Η αντίδραση αυτή θα ξαναρχίσει μετά από την περίοδο του ψύχους και εφ' όσον υπάρχει ελεύθερη άσβεστος στο μίγμα .

Ο παγετός έχει καταστρεπτικές συνέπειες λόγω των σχηματιζόμενων τεμαχίων πάγου και της διογκώσεως ή οποία προκαλείται . Γενικά η προσθήκη ασβέστου βελτιώνει την ανθεκτικότητα του εδάφους στον παγετό και η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συχνά σε χώρες με σημαντικά προβλήματα παγετού.[7]

## 1.2.3.4 Αξιολόγηση και κριτήρια καταλληλότητας για σταθεροποίηση με άσβεστο

Ο τύπος δοκιμής που διεξάγεται για την αξιολόγηση των μιγμάτων ασβέστου εδάφους εξαρτάται από την χρήση της ασβέστου ως σταθεροποιητού. Όταν η άσβεστος χρησιμοποιείται μόνο για την μεταβολή ( μείωση ) του ορίου πλαστικότητας οι δοκιμές διεξάγονται σε δοκίμιο του υλικού με την πρόσμιξη ή χωρίς αυτήν. Δοκιμές πλαστικότητας διεξάγονται αμέσως μετά την ανάμιξη της ασβέστου καθώς και μετά από μία περίοδο αναμονής για να δοθεί χρόνος στην άσβεστο να αντιδράσει με το έδαφος. [ 7 ]

Οι προδιαγραφές του AASHTO περιέχουν τις απαιτούμενες ποσότητες ασβέστου για σταθεροποίηση.Οι απαιτήσεις αυτές περιέχονται στο σχήμα 1.10 και βασίζονται στην πλαστικότητα και κατανομή μεγέθους κόκκων εδάφους . Είναι αξιοσημείωτο ότι οι τιμές αυτές βασίζονται στη χρήση των υγρών μεθόδων που περιγράφονται από τον AASHTO . [ 21 ]




**ΣΧΗΜΑ1.11** : Διάγραμμα για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ασβέστου κατά McDowell από την δοκιμή AASHTO-T-220-70

Όταν απασκοπείτε μόνο βελτίωση του εδάφους η εκλογή του κατάλληλου ποσοστού σταθεροποιητού γίνεται με βάση κυρίως το ποσοστό εκείνο πέραν του οποίου δεν προκαλούνται σημαντικές βελτιώσεις στα όρια Atterberg και ειδικότερα στο όριο πλαστικότητας και τον δείκτη πλαστικότητας. Οι δοκιμές C.B.R. μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό βοήθημα για την εκλογή του απαιτούμενου ποσοστού

Όταν απαιτείται η σταθεροποιημένη στρώση να έχει κυρίως βελτιωμένη αντοχή τότε γίνονται δοκιμές σε ανεμπόδιστη θλίψη δοκιμές επιδράσεως του νερού , υδρεμποτισμός , και δοκιμές επιδράσεως του παγετού .

Όσον αφορά τις τιμές ελάχιστης ανεμπόδιστης θλιπτικής αντοχής τα κριτήρια για το μίγμα εδάφους τσιμέντου μπορούν χρησιμοποιηθούν ως οδηγός για μίγματα εδάφους – ασβέστου αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι αυτά τα μίγματα αυξάνουν σημαντικά την αντοχή τους με το χρόνο.Ο μόνος κίνδυνος της μεθόδου αυτής είναι ότι μερικά εδάφη έχουν χαρακτηριστεί ακατάλληλα για σταθεροποίηση με ασβέστιο και η ελάχιστη αντοχή που πρέπει να έχει αποκτήσει το δοκίμιο είναι τα 100 psi (0.689 MPa) και μόνο τότε το εδαφικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό οδοστρωσίας .

Οι απαιτήσεις που ορίζονται για τις ελάχιστες αντοχές από τον AASHTO παρουσιάζονται στον πίνακα 1.9

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.9 : *ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ***

| ΥΠΗΡΕΣΙΑ | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ | ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (psi) (MPa) | |
|---|---|---|---|
| | | ΒΑΣΗ | ΥΠΟΒΑΣΗ |
| California DOT | 24-ώρη υποχρεωτική αναμονή πριν την τελική συμπύκνωση. | 150 (1.034) | 100 (0.689) |
| Illinois DOT | 48-ώρη υποχρεωτική αναμονή πριν την τελική συμπυκνώσει και συντήρηση σε θερμοκρασία 48,9 $^{0}$C | 150 (1.034) | 100 (0.689) |
| Louisiana DOT | AASHTO T212 | 100 (0.689) | 50 (0.345) |
| Texas State Department of Highways and Public Transportation | AASHTO 220 | 100 ( 0.689 ) | 50 (0.345) |
| Virginia Department of Highways and Transportation | 72-ώρη υποχρεωτική αναμονή πριν την τελική συμπύκνωση και συντήρηση σε θερμοκρασία 48,9 $^{0}$C | - | 150 (1.034) |

Ο Thompson προτείνει τις απαιτούμενες αντοχές σε θλίψη ως εξής:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.10 : ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ (ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ) [20]**

| ΧΡΗΣΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΑΝΤΟΧΕΣ ΣΕ ΘΛΙΨΗ (MPa) (α) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ ( 4 ΗΜΕΡΩΝ ) | ΚΥΚΛΟΙ ΚΑΤΑΨΥΞΕΩΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΗΞΕΩΣ | | |
| | | 3 ΚΥΚΛΟΙ | 7 ΚΥΚΛΟΙ | 10 ΚΥΚΛΟΙ |
| Βελτιωμένο υπέδαφος | 0,35 | 0,35 | 0,60 / 0/0,35(δ) | 0,85 |
| Υπόβασης σε άκαμπτα Οδοστρώματα | 0,35 | 0,35 | 0,60 / 0,35 (δ) | 0,85 |
| Υπόβασης σε εύκαμπτα Οδοστρώματα πάχους (β) | | | | |
| 25cm. | 0,42 | 0,42 | 0,7 / 0,4 (δ) | 0,9 |
| 20cm. | 0,49 | 0,49 | 0,8 / 0,55 (δ) | 1,0 |
| 13cm. | 0,63 | 0,63 | 0,9 / 0,7 (δ) | 1,1 |
| Βάση σε εύκαμπτο (γ) Οδόστρωμα | 0,91 | 0,9 | 1,2 / 1,05 (δ) | 1,4 |

(α) Οι απαιτούμενες ουιές αντοχές είναι αντοχές που επιτυγχάνονται στο εργοτάξιο μετά την περάτωση της συντηρήσεως.

(β) Είναι το ολικό πάχος του οδοστρώματος πάνω από την υπόβαση

(γ) Η αντοχή σε κάμψη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη

(δ) Οι απώλειες λόγω καταψύξεως και ανατήξεως λαμβάνονται ως 0,07MPa/κύκλο

## 1.2.3.5 . Κατάλληλοι εδαφικοί τύποι για σταθεροποίηση

Η σταθεροποίηση με άσβεστο μπορεί να εκτελεστεί σε μία ευρεία κλίμακα εδαφών . Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από την φύση των εδαφών και τις δυνατότητες του εργοταξίου . Για να είναι αποτελεσματική η κατεργασία τα εδάφη πρέπει να έχουν εν γένει ένα ποσοστό αργίλου πάνω από 10% αφού αυτό είναι το κλειδί για τις αντιδράσεις που παρέχουν βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες βελτιώσεις στις ιδιότητες του εδάφους .

Εδάφη με δείκτη πλαστικότητας στην κλίμακα 10 έως 50 είναι κατάλληλα . Μικρές και επομένως οικονομικές ποσότητες πρόσθετης ασβέστου μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου το έδαφος αντιδρά καλά με την άσβεστο και η περιεκτικότητα σε νερό κείται μέσα σε ορισμένα όρια .Γενικά άργιλοι , ιλυώδεις άργιλοι . ιλείς και ιλυώδεις άμμοι μπορεί να κατεργαστούν ικανοποιητικά . Ακόμη και εδάφη (άμμοι κ.λ.π) που δεν αντιδρούν καλά με την άσβεστο μπορούν να κατεργαστούν με υδράσβεστο ( quicklime ) για να μειώσουν την περιεκτικότητα τους σε νερό Αυτή η βελτίωση μπορεί να είναι παροδική αλλά μπορεί να συμβάλλει στο να γίνει το υλικό καλύτερο και κατάλληλο για επαρκή συμπύκνωση ή στην συνέχεια για σταθεροποίηση με τσιμέντο.

Η παρουσία οργανικής ύλης είναι επιβλαβής για την σταθεροποίηση με άσβεστο . Η προσθήκη πτωχότερων μεγαλυτέρων ποσοτήτων ασβέστου θα βοηθήσει να ξεπεραστεί η επίδραση των οργανικών αλλά θα πρέπει να αναμένονται μειωμένες αντοχές.Εδάφη που περιέχουν λιγότερο από 2% οργανική ύλη είναι κατάλληλα για να δεχθούν την διαδικασία σταθεροποίησης με άσβεστο . Η διαδικασία αυτή περιγράφεται από την δοκιμή 8 του B.S. 1377

Τα θειικά άλατα σε επαρκή ποσότητα σε ένα έδαφος μπορεί να προκαλέσουν δευτερεύουσα αντίδραση η οποία με την παρουσία νερού μπορεί να προκαλέσουν διόγκωση και διαταραχή στη δομή του συμπυκνωμένου μίγματος. Για να διαπιστωθεί ο βαθμός μόλυνσης με θειικά άλατα πρέπει να χρησιμοποιείται η δοκιμή 9 του B.S. 1377 και η συνολική περιεκτικότητα δεν πρέπει να ξεπερνά το 1% κατά βάρος του αρχικού βάρους του εδάφους.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι η άσβεστος αντιδρά με μετρίως,μειρίως λεπτά και λεπτά κοκκομετρικά διαβαθμισμένα εδάφη με αποτέλεσμα την μείωση της πλαστικότητας και της διόγκωσης καθώς την αύξηση της εργασιμότητας και της αντοχής . Τα εδάφη αυτά σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης εδαφών AASHTO ανήκουν στις κατηγορίες A-4 , A-5 , A-6 , A-7 , A-2-7 , A-2-6 ενώ σύμφωνα με το United System ανήκουν στις κατηγορίες CH , CL , MH , SC , SM , GC , GM , SW-SC , SP-SC , SM-SC GW-GC CP-GC , GM-GC Οι Robnett και Thompson [19,23] στηριζόμενοι σε αποτελέσματα ερευνών που πραγματοποιήθηκαν στην πολιτεία Illinois (USA) υποστηρίζουν ότι η άσβεστος μπορεί να αποτελεί ενεργό σταθεροποιητή με αργιλικά εδάφη που περιέχουν άργιλο ( μέγεθος κόκκου <2μ ) με ελάχιστο περιεχόμενο ποσοστό ίσο με 7% και με ελάχιστο δυνατόν δείκτη πλαστικότητας ίσο με 8 .Η U.S. Air Force προτείνει το PI να είναι μεγαλύτερο του 12 ενώ αντίστοιχα η National Lime Association ορίζει ότι ο PI πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 10. [24]

## 1.2.3.6. Κατασκευή σταθεροποιημένης στρώσης με άσβεστο.

Τα στάδια κατασκευής μιας σταθεροποιημένης στρώσης με άσβεστο είναι τα ακόλουθα :

- <u>Αναμόχλευση και μερικώς θρυμματισμός του υλικού.</u>

Η επιφάνεια του προς σταθεροποίηση εδάφους διαμορφώνεται στις προβλεπόμενες από την μελέτη κλίσεις και επικλίσεις και μετά αναμοχλεύεται το υλικό σε όλο το βάθος που προβλέπεται να

σταθεροποιηθεί. Ανάλογα με την φύση του εδάφους και την περιεχόμενη υγρασία χρησιμοποιούνται και τα κατάλληλα αναμοχλεύτικά μηχανήματα. Η αναμόχλευση και η απώλεια υγρασίας κατά την διάρκεια της εργασίας αυτής προκαλεί συχνά και ένα επί μέρους θρυμματισμό του υλικού.

- **Διανομή της ασβέστου**

Στην επιφάνεια του θρυμματισμένου εδάφους διανέμεται ομοιόμορφα η άσβεστος με ειδικούς μηχανικούς διανομείς. Η διανομή μπορεί να γίνει και με τα χέρια από σάκους που τοποθετούνται σε κανονικές αποστάσεις αλλά η εργασία αυτή απαιτεί πολύ χρόνο και εργατικές αποζημιώσεις.
Στην περίπτωση χρησιμοποιήσεως μη σβησμένης ασβέστου θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας για την αποφυγή εργατικών ατυχημάτων ως συνέπεια της καυστικότητας της ασβέστου. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν να αποφευχθούν οι δυσκολίες της καυστικότητας αν η διανομή της ασβέστου γίνει με την μορφή υδαρούς πολτού από βυτιοφόρα αυτοκίνητα.

- **Ανάμιξη**

Η ανάμιξη γίνεται είτε με διαμορφωτές είτε με ισχυρά μηχανικά αναμικτικά μηχανήματα (φρέζες). Συχνά το έδαφος επειδή έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκο πλαστικό υλικό με σημαντική υγρασία ευρίσκεται υπό μορφή μεγάλων βώλων οι οποίοι θα πρέπει να θρυμματισθούν για να επιτευχθεί ομοιόμορφη ανάμιξη.
Σε ορισμένες περιπτώσεις η χρησιμοποίηση σε ευρεία κλίμακα ισχυρών αναμικτικών μηχανημάτων μπορεί να είναι αντιοικονομική είτε επειδή το εδαφικό υλικό περιέχει μεγάλους λίθους είτε επειδή η πλαστικότητα και η υγρασία του υλικού δυσκολεύουν σημαντικά το θρυμματισμό. Στις περιπτώσεις αυτές η εργασία διευκολύνεται σημαντικά αν γίνει μία πρόχειρη ανάμιξη της υδρασβέστου με το εδαφικό υλικό και το μίγμα αφού συμπυκνωθεί ελαφρά παραμένει έτσι για 24-36 ώρες περίπου. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα συντελείται μέρος των χημικών αντιδράσεων της ασβέστου με την άργιλο και το μίγμα γίνεται πιο εύθρυπτο. Ακολουθεί μία νέα ανάμιξη οπότε το υλικό θρυμματίζεται ευκολότερα και τελικά επιτυγχάνεται καλύτερη ανάμιξη και η τελική συμπύκνωση. Μετά τον θρυμματισμό το έδαφος δεν θα πρέπει να περιέχει συσσωματώματα αθρυμμάτιστου υλικού συγκρατούμενου στο κόσκινο ¾ in και περισσότερο από 25% στο No 4. Κατά την διάρκεια της κατασκευής εφ' όσον απαιτείται προστίθεται νερό με υδροφόρες έτσι ώστε το δείγμα να αποκτήσει την βέλτιστη υγρασία ομοιόμορφα κατανεμημένη σ' όλο το πάχος της σταθεροποιημένης στρώσης.

- **Συμπύκνωση.**

Μετά την ανάμιξη ακολουθεί η συμπύκνωση με οδοστρωτήρες μέχρις ότου επιτευχθεί ο προβλεπόμενος βαθμός συμπύκνωσης. Συχνά πριν από την συμπύκνωση διαμορφώνεται η επιφάνεια με τις κλίσεις και επικλίσεις που προβλέπει η μελέτη.

- **Σκυρόδεμα**

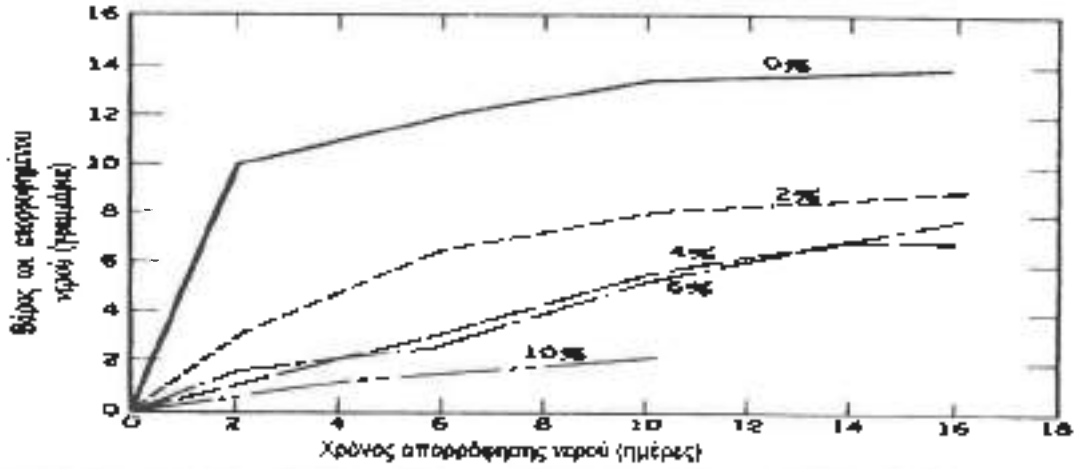
Η στρώση που συμπυκνώθηκε διατηρείται υγρή επί 5 έως 7 ημέρες με συχνά επιφανειακές διαβροχές με νερό ή με επικάλυψη με αδιάβροχη μεμβράνη ( ασφαλτική επάλειψη ).

## 1.2.4 Σταθεροποίηση με Άσφαλτο

### 1.2.4.1. Γενικά

Η σταθεροποίηση με άσφαλτο , πίσσες και ασφαλτικά γαλακτώματα δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα για χονδρόκοκκα ή κοκκώδη εδάφη . Η χρήση της μεθόδου αυτής όμως σε συνεκτικά εδάφη είναι περιορισμένη λόγω δυσκολιών ανάμιξης και κατασκευής εκτός αν το έδαφος είναι βελτιωμένο με προσθήκη από πριν τσιμέντου ή ασβέστου.

Ένας από τους κύριους λόγους χρησιμοποίησης της ασφάλτου στο έδαφος είναι για να ελαττωθεί ο ρυθμός απορρόφησης του νερού .




**ΣΧΗΜΑ 1.12 :** *Απορρόφηση νερού μίας τυπικής αμμώδους αργίλου SC .*

Για να είναι αποτελεσματικός αυτός ο τρόπος σταθεροποίησης είναι αναγκαία η συμπύκνωση του εδάφους μέχρι σχετικά μεγάλη πυκνότητα έτσι ώστε να προκύψει όλη η αναμενόμενη αντοχή του υλικού . Ο σκοπός του σταθεροποιητή είναι η διατήρηση της αντοχής και μετά την απορρόφηση νερού .

Η χρησιμοποίηση της μεθόδου αυτής την επέβαλε η ανάγκη χρησιμοποίησης υλικών που βρίσκονται κοντά στον τόπο κατασκευής του κάθε έργου . Έτσι στις πεδινές περιοχές υπάρχουν αποθέσεις άμμων και ιλύων που σταθεροποιούν και ευχερώς με ασφαλτικά υλικά ενώ τα λατομεία παραγωγής θραυστών υλικών βρίσκονται συνήθως σε τέτοιες αποστάσεις που η χρησιμοποίηση των υλικών αυτών μπορεί

να θεωρηθεί αντιοικονομική. Αντίθετα στις ορεινές περιοχές συνιστάται η σταθεροποίηση να πραγματοποιείται μόνο σε βραυστά υλικά και αμμοχάλικα.

Τα ασφαλτικά που χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται για τη πραγμάτωση των παρακάτω σκοπών:

1. Την απόκτηση αντοχών εκμέρους μη συνεκτικών υλικών (άμμοι).
2. Παράλληλα με την αύξηση της αντοχής πρέπει να παρατηρείται και αύξηση της στεγανότητας των υλικών.

Στις κατασκευές οδών και αεροδρομίων χρησιμοποιούνται δύο τύποι ασφαλτικών υλικών .Είναι οι άσφαλτοι και οι πίσσες . Οι άσφαλτοι είτε βρίσκονται σε φυσική κατάσταση είτε κατασκευάζονται από φυσικά υλικά. Οι πίσσες είναι υποπροϊόν απελούς καύσεως ανθράκων.

Ο φυσικοί άσφαλτοι που χρησιμοποιούνται είναι πολλές και βρίσκονται αυτούσιες ή εμποτισμένες σε ασβεστόλιθο ή ψαμμίτη .Οι άσφαλτοι βράχων αποτελούν εξαιρετική ύλη για στρώσεις κυκλοφορίας που είναι αντιολισθητικές στεγανές και λείες.Η χρήση τους περιορίζεται σε περιοχές με αποθέματα ασφάλτων βράχων .

Ο κοινές άσφαλτοι προέρχονται από μερική απόσταξη πετρελαίου . παράγεται είτε ασφαλτικό υλικό οδοστρωσίας είτε υγρή άσφαλτος.Οι υγρές άσφαλτοι περιλαμβάνουν διαλύματα και γαλακτώματα . Ένα ασφαλτικό διάλυμα είναι ασφαλτικό υλικό που έχει υγροποιηθεί με διαλύτες όπως φωτιστικό πετρέλαιο ή βενζίνη (ταχείας ωρίμανσης RC) πηγική κηροζίνη (μέσης ωρίμανσης MC ) ή ασφαλτικό τσιμέντο που περιέχει έλαια χαμηλής εξάτμισης ( βραδείας ωρίμανσης SC) .Ασφαλτικά γαλακτώματα είναι μίγματα νερού ασφαλτικού τσιμέντου και ενός παράγοντα γαλάκτωσης.Είναι ανιονικά ή κατιονικά ανάλογα με το ηλεκτρικό φορτίο των σταγονιδίων της ασφάλτου .Ένα κανονικό γαλάκτωμα έχει συνεχή φάση το νερό με ασφαλτικά σταγονίδια διασπαρτα (ασυνεχής φάση). Ένα αντίστροφο γαλάκτωμα περιέχει αντίθετες φάσεις από το κανονικό γαλάκτωμα. [7, 20]

Ο κύριες μέθοδοι δοκιμής της σύστασης μίας ασφάλτου είναι η δοκιμή διείσδυσης ή οι μετρήσεις του ιξώδους . Η τυποποιημένη δοκιμή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ασφαλτικών τσιμέντων και κημάτων κατά την απόσταξη των ασφαλτικών διαλυμάτων.Κατά την δοκιμή χρησιμοποιείται μία τυποποιημένη βελόνα διαμέτρου 1,00 έως 1,02 με λέπτυνση. Η βελόνα εισάγεται στο δείγμα της ασφάλτου κάτω από τυποποιημένες συνθήκες δοκιμής . Η θερμοκρασία δοκιμής είναι 25 $^{0}$C το φορτίο 100 gr και ο χρόνος δοκιμής 5 sec. Η διείσδυση εκφράζεται σε εκατοστά ενός εκατοστού του μέτρου.Ασφαλτικά με σχετικά μεγάλες τιμές διείσδυσης (200 έως 300) προέρχονται από από την πρώτη απόσταξη ενώ αυτά που έχουν χαμηλές τιμές διείσδυσης (50 έως 60) προκύπτουν από επόμενες αποστάξεις.

Οι υγρές άσφαλτοι διαβαθμίζονται ανάλογα με το κινητικό ιξώδες σε θερμοκρασία 140$^{0}$F . Κάθε αριθμός διαβάθμισης παριστάνει το κατώτερο όριο ιξώδους (σε centistokes) ενώ το ανώτερο είναι το διπλάσιο του κατώτερου ορίου .

Οι πίσσες δεν χρησιμοποιούνται στην οδοποιία για λόγους περιβαλλοντικούς και υγιεινής .

### 1.2.4.2. Μηχανισμός δράσης ασφάλτου

Η αντοχή ενός εδαφικού υλικού εξαρτάται από τις τιμές της γωνίας εσωτερικής τριβής (Φ) και της συνοχής του (Su). Η μεν πρώτη αναφέρεται ως παράγοντας αντοχής για μη συνεκτικά εδάφη ενώ η δε άλλη αναφέρεται στα συνεκτικά . Η μηχανισμός σταθεροποίησης με άσφαλτο βελτιώνει ουσιαστικά τις τιμές των παραπάνω μεταβλητών

Οι μηχανισμοί δράσης της ασφάλτου στα εδαφικά υλικά (κοκκώδη & συνεκτικά εδάφη) είναι :

a. Στα λεπτόκοκκα συνεκτικά εδάφη ο σταθεροποιητής ( άσφαλτος ασφαλτικό διάλυμα ασφαλτικό γαλάκτωμα , ) φράζει τα τριχοειδή αγγεία που αναπτύσσονται μεταξύ των κόκκων με μερική ή ολική κάλυψη των κόκκων . Έτσι εξασφαλίζεται η διατήρηση της περιεχόμενης υγρασίας με το να εμποδίζεται η εξάτμιση ή προσρόφηση νερού με αποτέλεσμα να παραμένει σταθερή και αδιαπάρακτη η δομή του υλικού με αποτέλεσμα η φέρουσα ικανότητα της σταθεροποιημένης στρώσης να παραμένει αμετάβλητη και ανεξάρτητη από τις εκάστοτε υδρολογικές συνθήκες που επικρατούν.Πλήρης στεγάνωση των κόκκων δεν είναι επιθυμητή διότι η προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων του σταθεροποιητή έχει αντίστροφο αποτέλεσμα στην αντοχή του μίγματος λόγω μείωσης της ευστάθειας του μίγματος εδάφους-ασφαλτικού υλικού Σημειώνεται τα συσσωματώματα των κόκκων περιβάλλονται από υμένες ασφαλτικού υλικού με αποτέλεσμα να διατηρείται η ευστάθεια των συσσωματωμάτων.[20]

b. Στα κοκκώδη εδάφη ( τα οποία δεν έχουν συνοχή (Su=0) -συνήθως άμμοι ) ο ρόλος του ασφαλτικού υλικού έγκειται στην μεταβολή του χαρακτήρα του υλικού ( από κοκκώδη σε συνεκτικό ) και την ανάπτυξη δυνάμεων συνοχής χωρίς να χάνονται οι υπάρχουσες δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται μεταξύ των κόκκων. Με την παρασκευή μιγμάτων άμμου με αυξημένο ποσοστό ασφάλτου δημιουργούνται παχείς υμένες από ασφαλτικό υλικό γύρω από τους κόκκους και είναι πολύ πιθανό να χαθεί η αντίσταση που οφείλεται στην εσωτερική τριβή των κόκκων Για το λόγο αυτό θα πρέπει να βρεθεί το βέλτιστο ποσοστό ασφαλτικού. [20]

c. Στα θραυστά υλικά λατομεία είναι δυνατόν να συνδυασθούν οι παραπάνω δύο δράσεις ώστε αφ' ενός να δοθεί στο μίγμα συνοχή αφ' ετέρου να καταστεί το υλικό κατά ένα μέρος αδιάβροχο και απρόσβλητο από τις επιδράσεις των μεταβολών της υγρασίας

### 1.2.4.3. Αποτελέσματα σταθεροποίησης με ασφαλτικά υλικά

Μερικά αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα της σταθεροποίησης με άσφαλτο είναι τα παρακάτω:

<u>Πυκνότητα</u>

Η επιτυγχανόμενη πυκνότητα μειώνεται με την αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου στο μίγμα.Αυτό οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού της ασφάλτου –υλικού με μικρό ειδικό βάρος σε σχέση με το ειδικό βάρος των κόκκων του εδαφικού υλικού και στη βαθμαία αύξηση του ιξώδους του συνολικού μίγματος

εδαφικού υλικού – ασφάλτου .Με άλλα λόγια αναπτύσσεται μεγαλύτερη αντίσταση κατά την συμπύκνωση του μίγματος και απαιτείται μεγαλύτερη μηχανική ενέργεια για την συμπύκνωση του .

**Αντοχή –Ευστάθεια**

Η αντοχή (ανεμπόδιστη θλίψη) του σταθεροποιημένου εδαφικού υλικού αυξάνεται σύμφωνα με την αύξηση του ποσοστού του περιεχόμενου ασφαλτικού υλικού μέχρι ένα ορισμένο ποσοστό και από εκεί και ύστερα επακολουθεί πτώση της αντοχής. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση αρχικώς της συνοχής του ενώ στην συνέχεια στην μείωση των δυνάμεων τριβής ως συνέπεια της αύξησης του πάχους του ασφαλτικού υμένα .

## 1.2.4.4. Καταλληλότητα εδαφικού υλικού

Όταν σταθεροποιείται ένα εδαφικό υλικό ασφαλτικό υλικό ο ρόλος του τελευταίου είναι να δώσει στο μίγμα συνεκτικότητα ( κοκκώδη υλικά ) και στεγανότητα (συνεκτικά εδάφη). Οι κοκκομετρικές διαβαθμίσεις των εδαφικών υλικών και ανάλογα την κατηγορία τους παρουσιάζονται στον πίνακα 1.11

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.11:** ***ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΟ***

| ΚΟΣΚΙΝΟ | ΑΜΜΟΣ | ΕΔΑΦΟΣ | ΘΡΑΥΣΤΟ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ |
|---|---|---|---|
| 1-12" | - | - | 100 |
| 1" | 100 | - | - |
| ¾" | - | - | 80-100 |
| No 4 | 50-100 | 50-100 | 35-100 |
| No 10 | 40-100 | - | - |
| No 40 | - | 35-100 | 13-50 |
| No 100 | - | - | 8-35 |
| No 200 | 5-12 | ΚΑΛΟ : 3-20<br>ΜΕΤΡΙΟ. 0-3 & 20-30<br>ΚΑΚΟ : >30 | - |

Όσον αφορά τις απαιτήσεις που ορίζει το U.S.Department of Transportation για τα όρια Atterberg των εδαφικών υλικών που χρησιμοποιούνται παρουσιάζονται στον πίνακα 1.12

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.12 : *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΟΡΙΩΝ ATTEMBERG ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΟ***

| ΙΔΙΟΤΗΤΑ | ΑΜΜΟΣ | ΕΔΑΦΟΣ | | ΘΡΑΥΣΤΟ ΥΛΙΚΟ |
|---|---|---|---|---|
| L.L. | - | ΚΑΛΟ | <20 | - |
| | | ΜΕΤΡΙΟ | 20-3 | |
| | | ΚΑΚΟ | 30-40 | |
| | | ΜΗ ΧΡΗΣΙΜΟ | >40 | |
| P.I. | 10 | ΚΑΛΟ | <5 | 10 |
| | | ΜΕΤΡΙΟ | 5-9 | |
| | | ΚΑΚΟ | 9-15 | |
| | | ΜΗ ΧΡΗΣΙΜΟ | 12-15 | |

Οι οργανισμοί Asphalt Institute , Chevron Asphalt Company , Douglas Oil Company , Materials Research and Development έχουν αναπτύξει κριτήρια για την σταθεροποίηση με ασφαλτικά υλικά .Τα συμπεράσματα της εργασίας τους περιέχουν τα ακόλουθα σημεία :

1. Το ποσοστό του υλικού που διέρχεται από το κόσκινο No 200 δεν πρέπει να ξεπερνά το 25 % της συνολικής ποσότητας του εδαφικού υλικού .
2. Ο δείκτης πλαστικότητας να είναι μικρότερος του 6
3. Το ισοδύναμο της άμμου να είναι μεγαλύτερο του 30

Τα εδάφη που είναι κατάλληλα για σταθεροποίηση με ασφαλτικά υλικά σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης εδαφών AASHTO είναι : A-1-b , A-1-2 , A-2-4 , A-2-6 , A-3 ,A-4 .

Ενώ με το σύστημα κατάταξης εδαφών Unified έχουμε : SW , SP , SW-SM , SP-SM , SW-SC , SP-SC , SM , SC , SM-SC , GW , GP , GW-GM , GP-SM , GW-GB , GP-GC , GC , GM-GC .[24]

Οι μέθοδοι αξιολόγησης των υλικών που είναι σταθεροποιημένα με άσφαλτο εξαρτώνται από τον τύπο εδάφους Για λεπτόκοκκα υλικά γίνονται δοκιμές απορρόφησης σε δοκίμια με ορισμένη υγρασία και πυκνότητα . Μετά από την ωρίμανση των δοκιμίων σε μέτρια θερμοκρασία φούρνου για μία βδομάδα τα δοκίμια τοποθετούνται σε τεμάχια τσόχας ή πορώδους πέτρας ενώ η στάθμη του νερού διατηρείται στο κάτω μέρος των δοκιμίων . Ο σκοπός τη περιόδου της ωρίμανσης είναι ν εξασφαλιστεί η απομάκρυνση όλων των πτητικών υλικών και να προσομοιωθεί το σταθεροποιημένο υλικό μετά από ένα χρονικό διάστημα από την κατασκευή Τα δοκίμια ζυγίζονται πριν και μετά τον διαποτισμό μέχρι κορεσμού και καθορίζεται η ποσότητα του απορροφημένου νερού . Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών των δοκιμίων είναι ποιοτική και με την βοήθεια της ο μηχανικός κρίνει τη βέλτιστη περιεκτικότητα ασφάλτου.

Η ASTM έχει καθιερώσει μία δοκιμαστική μέθοδο για την αξιολόγηση μιγμάτων εδάφους ασφάλτου. Κατά την δοκιμή αυτή τα κορεσμένα δοκίμια δοκιμάζονται στη συσκευή Hubbard-Field . Οι προϋποθέσεις που θέτει η ASTM είναι :

1. Η ελάχιστη τιμή εξώθησης πριν από την απορρόφηση είναι 1000 Lb .
2. Η ελάχιστη τιμή εξώθησης μετά από την δοκιμή απορρόφησης είναι 400 Lb

3. Η μέγιστη διόγκωση κατά την δοκιμή είναι 5%
4. Η μέγιστη ποσότητα νερού που απορροφάται κατά την δοκιμή είναι 7%

Τα μίγματα άμμου ασφαλτικών υλικών αξιολογούνται συχνότερα με την βοήθεια της δοκιμής Hubbard-Field .Η ελάχιστη τιμή που προβλέπεται από τις προδιαγραφές για τα μίγματα άμμου – ασφαλτικών υλικών για σταθερότητα είναι 1200 Lb . Η πολιτεία της Florida έχει επινοήσει μία μέθοδο αξιολόγησης που βασίζετε σε μία δοκιμή φορτοικανότητας μικρού μεγέθους Τα υλικά αξιολογούνται με την βοήθεια ενός εμβολοφόρου που έχει εμβαδόν 1 τετραγωνική ίντσα και η αποτυχία συμβαίνει όταν ο ρυθμός παραμόρφωσης είναι μεγαλύτερος από 0.01 ίντσες ανά 5 sec.

Για μίγματα χαλικών –ασφαλτικών υλικών χρησιμοποιούνται συμβατικές δοκιμές CBR και τριαξονικές. Οι δοκιμές διεξάγονται στο ασταθεροποίητο υλικό και κατόπιν στο μίγμα .Οι αποφάσεις σχετικά με τη χρήση του μίγματος βασίζονται στη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο δοκιμών.

## 1.2.4.5. Καταλληλότητα ασφαλτικού υλικού

Ο κατάλληλος τύπος ασφαλτικού για την σταθεροποίηση άμμων εξαρτάται από τις απαιτήσεις του μίγματος και τα διαθέσιμα στην αγορά ασφαλτικά υλικά .Χρησιμοποιείται η καθαρή άσφαλτος 80-100 ή 120-150 . Η χρησιμοποίηση μίας τέτοιας ποιότητας ασφάλτου προυποθέτει την εν θερμό ανάμιξη σε μόνιμη εγκατάσταση ανάμιξης και την εν θερμό διάστρωση του μίγματος. Η αύξηση της ευστάθειας τέτοιων μιγμάτων μπορεί να επιτευχθεί με χρήση σκληρότερου τύπου (π.χ. 40-60 ) .Τα ασφαλτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται είναι ταχείας εξάτμισης και για την παρασκευής τους χρησιμοποιείται άσφαλτος τύπου 40-60.Τα ασφαλτικά γαλακτώματα που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως του τύπου της βραδείας διάσπασης.

Για την σταθεροποίηση λεπτόκοκκων (συνεκτικών ) εδαφών μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ρευστά ασφαλτικά σταθεροποιητικά .Η καθαρή άσφαλτος προϋποθέτει θέρμανση του εδάφους που δεν είναι εφικτή για τα πολύ λεπτόκοκκα εδαφικά υλικά . Τα ασφαλτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται είναι ταχείας μέσης ή και βραδείας εξάτμισης . Για τα περισσότερα αμμώδη εδάφη συνιστάται η χρησιμοποίηση διαλυμάτων ταχείας εξάτμισης διότι η ανάμιξη των εδαφικών υλικών είναι ευκολότερη και πιο γρήγορη ενώ ο ασφαλτικός υμένα που τελικά περιβάλει του κόκκους του εδάφους είναι σκληρότερος. Για τα περισσότερα πλαστικά εδάφη συνιστάται η χρησιμοποίηση ασφαλτοδιαλυμάτων μέσης εξάτμισης . Γενικά στην πράξη χρησιμοποιούνται διαλύματα μέσης εξάτμισης με ικανοποιητικά αποτελέσματα γιατί τα μεν βραδείας εξάτμισης έχουν μικρότερη ευστάθεια σε σχέση με τα μέσης εξάτμισης. Τα δε ταχείας είναι επικίνδυνα για να προκαλέσουν φωτιά. Επίσης χρησιμοποιούνται ασφαλτικά γαλακτώματα βραδείας διάσπασης.

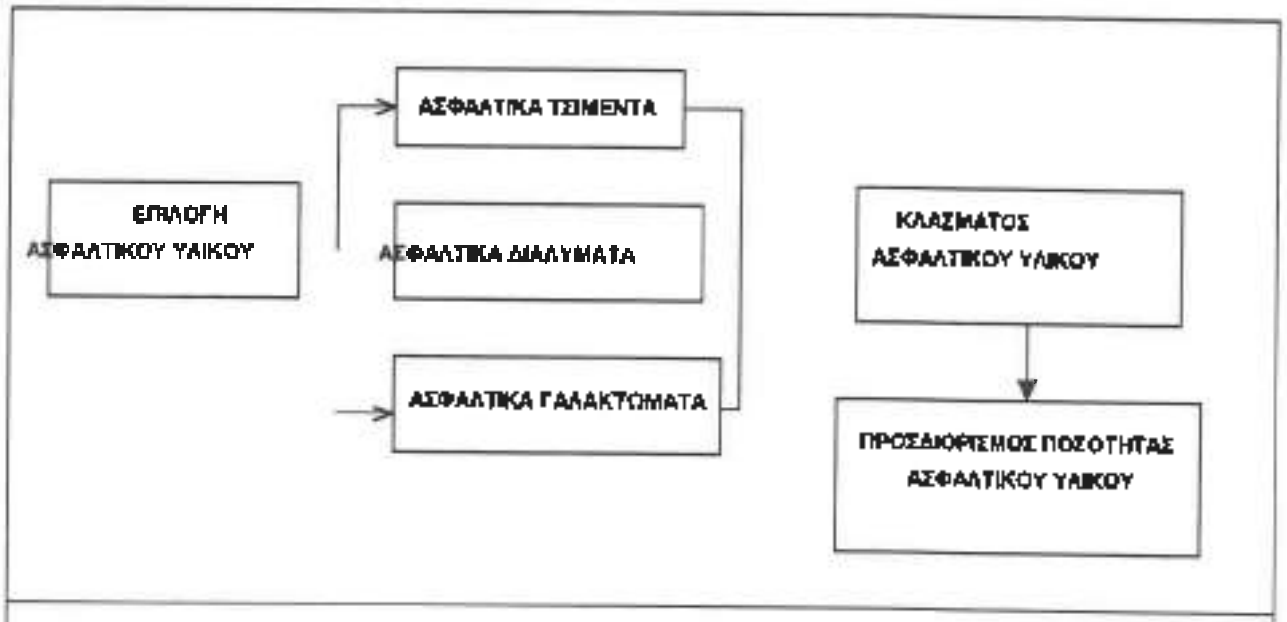
Για την σταθεροποίηση θραυστών υλικών λατομείου χρησιμοποιούνται συνήθως ρευστά υλικά . Χρησιμοποιούνται ασφαλτικά διαλύματα ή ταχείας εξάτμισης των τύπων RC-1 RC-3 ασφαλτικά γαλακτώματα τύπου SS-1 καθώς και πίσσες οδοποιίας των τύπων από RT-4 RT-5 RT-6 . Η σύσταση του ασφαλτικού υλικού πρέπει να είναι τέτοια ώστε να είναι δυνατή η διασπορά του στη μάζα του. Για την διαπίστωση του ασφαλτικού γίνεται η δοκιμή της υδατοαπορροφητικότητας . Παρασκευάζονται δοκίμια από το

σταθεροποιημένο μίγμα και υδρεμποτίζονται . Αυτά δεν πρέπει να απορροφούν περισσότερο από 2% υγρασία εφ'όσον έχουν παρασκευασθεί με την επαρκή ποσότητα ασφαλτικού.

Η επλογή του τύπου του ασφαλτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί στην σταθεροποίηση εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

a. Η μέθοδος κατασκευής.
b. Ο μηχανικός εξοπλισμός
c. Το προφίλ του οδοστρώματος
d. Τα φορτία
e. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες
f. Τα οδρανή-Έδαφος
g. Συντήρηση
h. Κλιματικές συνθήκες

Στο σχήμα 1.13 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής για την απόφαση επλογής ασφαλτικού υλικού και της αναγκαίας ποσότητας που πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά την μέθοδο σταθεροποίησης με ασφαλτικό υλικό . [20]




**ΣΧΗΜΑ 1.13 :** *Διάγραμμα ροής επλογής ασφαλτικού υλικού ως σταθεροποιητού και της απαιτούμενης ποσότητας* [20]

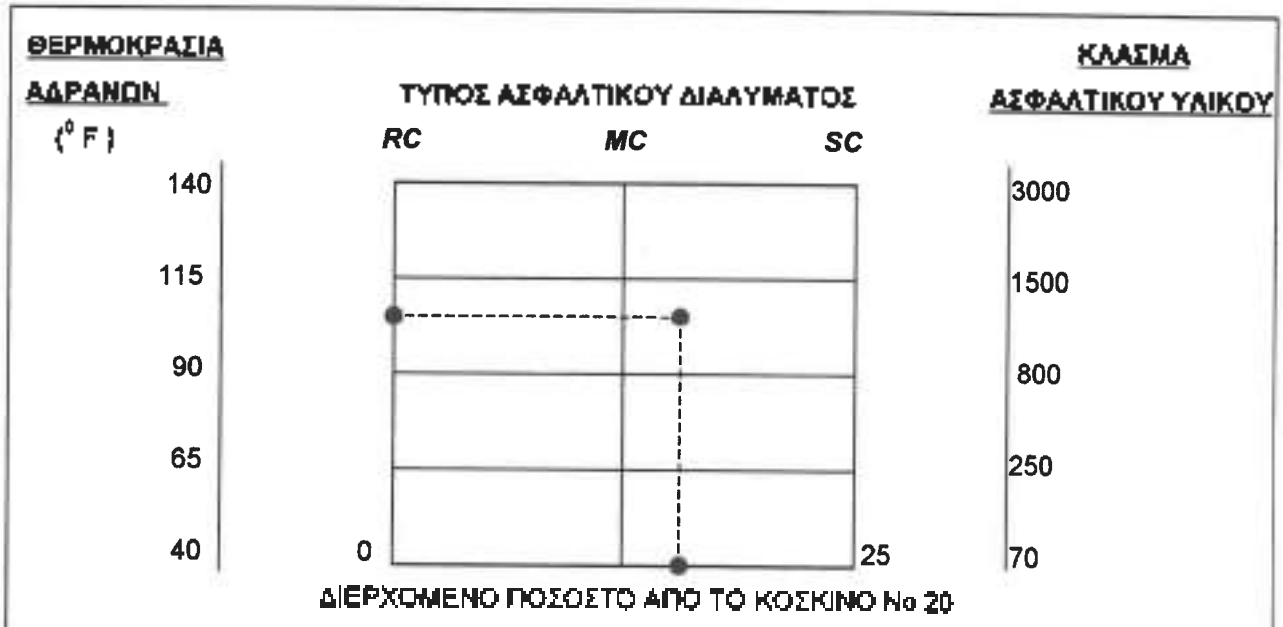
Το US.Department of Transportation προτείνει συγκεκριμένες κατηγορίες ασφάλτου ανάλογα τις καιρικές συνθήκες . Αυτές φαίνονται στον πίνακα 1.13

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.13:** *Προτάσεις επιλογής ασφάλτου ανάλογα με το κλίμα* **[20]**

| ΠΑΧΟΣ ΑΣΦΑΛ-ΤΙΚΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (cm) (4) | ΚΛΙΜΑ | AASHTO M-20 | AASHTO M-226 | WEST COAST |
|---|---|---|---|---|
| ≤ 3 | ΚΡΥΟ (1) | 200-300 | AC-5 | AR-1000 |
| | ΜΕΤΡΙΟ (2) | 85-100 | AC-10 | AR-4000 |
| | ΖΕΣΤΟ (3) | 85-100 | AC-10 | AR-4000 |
| 4-6 | ΚΡΥΟ | 120-100 | AC-5 | AR-2000 |
| | ΜΕΤΡΙΟ | 85-100 | AC-10 | AR-4000 |
| | ΖΕΣΤΟ | 60-70 | AC-20 | AR-8000 |
| > 7 | ΚΡΥΟ | 120-150 | AC-15 | AR-2000 |
| | ΜΕΤΡΙΟ | 60-70 | AC-10 | AR-8000 |
| | ΖΕΣΤΟ | 40-50 | AC-20 | AR-16000 |

(1) Ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία 10 $^{0}$F ( -12 $^{0}$C ).
(2) Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία 90 $^{0}$F ( 32 $^{0}$C ).
(3) Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία μεγαλύτερη από 90 $^{0}$F ( 32 $^{0}$C ).
(4) Το συνολικό πάχος του ασφαλτικού σκυροδέματος είναι η επιφάνεια συν την βάση.

Για τα ασφαλτικά διαλύματα το US.Department of Transportation προτείνει (σχήμα 1.14) :




**ΣΧΗΜΑ 1.14:** Διάγραμμα επιλογής τύπου ασφαλτικού διαλύματος.[20]

Οι απαιτήσεις για τα ασφαλτικά γαλακτώματα περιγράφονται στον πίνακα 1.14

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.14:** *Προτάσεις επιλογής ασφαλτικού γαλακτώματος ανάλογα με το είδος του αδρανούς.* **[20]**

| ΕΙΔΟΣ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑ-ΤΟΣ | ΑΔΡΑΝΗ | ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ | ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ |
|---|---|---|---|
| SS-1 | Καλά-Κακά κοκκομετρικά διαβαθμισμένες άμμους,μίγματα χαλικών – άμμου με υψηλή περιεκτικότητα σε άμμο. | Εξαρτάται από την αποστραγγιστική και απορροφητική ικανότητα του υλικού. | Κεντρική εγκατάσταση ανάμιξης<br>Μεταφερόμενη μονάδα ανάμιξης |
| SS-1h | | | |
| CSS-1 | | | |
| CSS-1h | | | |
| CMS-2 | Χαλίκι (ξηρά ή υγρά ) με μικρή περιεκτικότητα σε άμμο καλά κοκκομετρικά διαβαθμισμένες ή ιλυώδεις άμμους. | Αντίσταση στο νερό μόνο κατά την αρχή του υδρολογικού έτους. | Μεταφερόμενη μονάδα ανάμιξης .<br>Ανάμιξη επί τόπου με αναμικτικά μηχανήματα |
| CMS-2S | | | |
| MS-1 | Ξηρά ή υγρά αδρανή. | Αντίσταση στο νερό μόνο κατά την αρχή του υδρολογικού έτους. | Κεντρική εγκατάσταση ανάμιξης<br>Μεταφερόμενη μονάδα ανάμιξης |
| MS-2 | | | |
| MS-2h | | | |
| CMS-2 | | | |
| CMS-2h | | | |

Ομοίως το US.Department of Transportation προτείνει τα βέλτιστα περιεχόμενα ποσοστά ασφαλτικών υλικών που χρησιμοποιούνται για σταθεροποίηση . Αυτά φαίνονται στο πίνακα 1.15:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.15 :** *Προτεινόμενα περιεχόμενα ποσοστά ασφάλτου.* **[20]**

| ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΔΡΑΝΩΝ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΥ ΚΑΤΑ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ * |
|---|---|
| Στρογγυλά και λεία | 4 |
| Με αιχμές και τραχέα | 6 |
| Μεικτά | 5 |

** Οι προτεινόμενες ποσότητες που αναφέρονται παραπάνω είναι προϊόντα της υπαίθριας Παρατήρησης και της κρίσης των μηχανικών*

Για τον προσδιορισμό των ποσοτήτων των ασφαλτικών διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται για την σταθεροποίηση οι κανονισμοί δεν έχουν προδιαγραφές ελάχιστων ή βέλτιστων περιεχόμενων ποσοστών ασφαλτικού διαλύματος . Επιπλέον ο αρχικός προσδιορισμός του βέλτιστου ποσοστού ασφαλτικού διαλύματος γίνεται από εμπειρικές σχέσεις και είναι εξαρτώμενος από την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού [20] .

Αρχικά θα πρέπει να υπολογίσουμε το ποσοστό της αδιάλυτης ασφάλτου.Αν p είναι το ποσοστό της αδιάλυτης ασβέστου σε σχέση με το ξηρό βάρος των αδρανών τότε :

$$p = 0.02 * a + 0.07 * b + 0.16 * c + 0.2 * d$$

a: Το συγκρατούμενο ποσοστό ( κατά ξηρό βάρος ) στο κόσκινο No 50

b: Το συγκρατούμενο ποσοστό ( κατά ξηρό βάρος ) στο κόσκινο No 100 και διερχόμενο από το κόσκινο No 50

c. Το συγκρατούμενο ποσοστό ( κατά ξηρό βάρος ) στο κόσκινο No 200 και διερχόμενο από το κόσκινο No 100

d: Το διερχόμενο ποσοστό ( κατά ξηρό βάρος ) από το κόσκινο No 200

Το ποσοστό του ασφαλτικού διαλύματος P που θα χρησιμοποιηθεί κατά την σταθεροποίηση υπολογίζεται από την σχέση :

$$P = \frac{p}{100 - P_s} * 100$$

$P_S$: Το ποσοστό του χρησιμοποιούμενου διαλύτη.

Οι τεχνικές ελέγχου που χρησιμοποιούνται για την επιλογή της ασφάλτου είναι οι του Hveem και του Marshall . Οι οργανισμοί ASTM , AASHTO , The Asphalt Institute , Chevron Asphalt , US Air Force έχουν προτυποποίηση και εγκαθίδρυση κριτήρια και απαιτήσεις για την ανάμιξη των μιγμάτων . Η μέθοδος Hveem αναφέρεται στην μέθοδο σταθεροποίησης με άσφαλτο ασφαλτικό διάλυμα και ασφαλτικά γαλακτώματα .Αντίθετα η μέθοδος Marshall μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στην σταθεροποίηση με άσφαλτο και ασφαλτικά διαλύματα.

Για την δοκιμή Marshall ορίζονται συγκεκριμένες απαιτήσεις ανάλογα με το είδος της κυκλοφορίας .Οι απαιτήσεις αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 1.16 .

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.16 : *ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΤΑ MARSHALL* [20]

| ΕΙΔΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ | ΒΑΡΙΑ | | ΜΕΤΡΙΑ | | ΕΛΑΦΡΙΑ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | MAX | MIN | MAX | MIN | MAX |
| ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ (kN) | 3,34 | - | 2,22 | - | 2,22 | - |
| ΡΟΗ (0,25 mm.) | 8 | 16 | 8 | 18 | 8 | 20 |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΝΩΝ | | | | | | |
| ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ Ε-ΠΙΣΤΡΩΣΗ | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| ΒΑΣΗ | 3 | 8 | 3 | 8 | 3 | 8 |

Ο πίνακας 1.17 παρουσιάζει τα κριτήρια σχεδιασμού κατά USACE ( United States Association of Civil Engineers ) για την εκλογή της βέλτιστης περιεκτικότητας ασφαλτικού όταν χρησιμοποιείται η φαινόμενη ειδική βαρύτητα. Όπως φαίνεται από τον πίνακα η περιεκτικότητα σχεδιασμού της ασφάλτου για μία επιφανειακή στρώση βασίζεται στο μέσο όρο του ποσοστού της ασφάλτου που αντιστοιχεί στην αχμή των καμπυλών ευστάθειας και πυκνότητας σε περιεκτικότητα κενών 4% (ολικό μίγμα ) και σε ένα ποσοστό γεμάτων από άσφαλτο 80% για 50 κτύπους και 75% για 75 κτύπους.

Αφού χρησιμοποιηθεί η βέλτιστη τιμή σχεδιασμού τα δοκίμια που χρησιμοποιούν αυτό το ποσοστό ασφάλτου πρέπει να ικανοποιούν το κριτήριο σχεδιασμού που δείχνει ο πίνακας 1.18

Τα κριτήρια ικανοποιητικού σχεδιασμού διαφέρουν από υπηρεσία σε υπηρεσία. Εν γένει οι προδιαγραφές ευστάθειας για οδούς κυμαίνονται μεταξύ ενός ελάχιστου 300 Lb/kN για ασφαλτικά στρώμα και 1500 Lb/kN για οδούς βαρέων οχημάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.17**: *ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΕΙΔΙΚΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΚΑΤΑ* A.S.T.M. (1) [7]

| ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ | ΜΙΓΜΑ | ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ | |
|---|---|---|---|
| | | 50 ΚΤΥΠΟΙ | 75 ΚΤΥΠΟΙ |
| ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ MARSHALL | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (2) | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ (2) |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ | -(3) |
| ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΒΑΡΟΣ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ | ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ | -(3) |
| ΡΟΗ | - | ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ | ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΝΩΝ ΟΛΙΚΟ ΜΙΓΜΑ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 4 | 4 |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 5 | 5 |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | 6 | - (3) |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΝΩΝ ΓΕΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΟ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 80 | 75 |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 70 | 60 |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | 70 | -(3) |

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

(1) Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιείται για μίγματα αδρανών με απορροφητικότητα νερού μέχρι 2.5%

(2) Αν οι περιεκτικότητες ασφάλτου περιληφθούν στα σημεία αυτά και κατά μέσο όρο τα κενά του αλικού βρίσκονται έξω από τα όρια τότε η βέλτιστη περιεκτικότητα ασφαλτικού πρέπει να αναθεωρηθεί ώστε τα κενά να βρίσκονται μέσα στα όρια ]

(3) Ασφαλτος άμμου δεν χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό οδοστρωμάτων όταν η πίεση των ελαστικών είναι μεγαλύτερη από 100 psi (88.9 Kpa)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.18:** *ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ* [7]

| ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΔΟΚΙΜΗΣ | ΜΙΓΜΑ | ΣΗΜΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ | |
|---|---|---|---|
| | | 50 ΚΤΥΠΟΙ | 75 ΚΤΥΠΟΙ |
| ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ MARSHALL | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 500 Lb > | 1800 Lb > |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 500 Lb > | 1800 Lb > |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | 500 Lb > | - |
| ΡΟΗ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 20 < | 16 < |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 20 < | 16 < |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | 20 < | - |
| ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΒΑΡΟΣ | - | ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ | ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΝΩΝ ΟΛΚΟ ΜΙΓΜΑ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 3-5 | 3-5 |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 4-6 | 5-7 |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | 5-7 | - |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΝΩΝ ΓΕΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΟ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 75-85 | 70-80 |
| | ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΣΤΡΩΣΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟΥ-ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ | 65-75 | 50-70 |
| | ΑΣΦΑΛΤΟΣ ΑΜΜΟΥ | 65-75 | - |

## 1.2.4.6. Βελτίωση του σταθεροποιημένου υλικού με ασφαλτικά υλικά

Άμμοι

Οι άμμοι κακής κοκκομετρικής διαβάθμισης έχουν στρογγυλούς και λείους κόκκους και παρέχουν μικρή ευστάθεια . Αυτή η έλλειψη ικανότητας για ευστάθεια μπορεί να διορθωθεί με την προσθήκη κατάλληλου φίλλερ. Το φίλλερ μπορεί να είναι λιθάλευρο , λεπτή άμμος , τσιμέντο ή οτιδήποτε άλλο αδρανές υλικό που όμως δεν πρέπει να έχει πλαστικότητα .

Ανάλογα με το είδος του φίλλερ και της μητρικής άμμου υπάρχει μία βέλτιστη αναλογία ανάμειξης που καθορίζεται με μέτρηση της ευστάθειας μιγμάτων με διάφορα ποσοστά φίλλερ .

Σε υγρές περιοχές με συχνές βροχοπτώσεις όπου η ξήρανση είναι προβληματική ή υγρή άμμος αναμιγνύεται με υδράσβεστο και στη συνέχεια προστίθεται ασφαλτικό διάλυμα 4-10% . Επειδή το ποσοστό του ασφαλτικού υλικού δεν είναι υψηλό το πλεονάζον νερό απομακρύνεται με την συμπύκνωση.

Έδαφος

Τα εδάφη στα οποία επικρατούν τα ανθρακικά και τα οξείδια είναι σχετικά υδρόφοβα και ως αποτέλεσμα αυτού είναι η ανάπτυξη καλύτερης πρόσφυσης της ασφάλτου επί των κόκκων του εδάφους . Όταν στο έδαφος περιέχονται και πυριτικά τα οποί τα παρουσιάζουν ένα υδρόφιλο χαρακτήρα και παρατηρείται να αναπτύσσεται μία κακή πρόσφυση ανάμεσα στην άσφαλτο και στους κόκκους του εδάφους.Είναι δυνατόν με την προσθήκη μικρών ποσοστήτων υδρόφοβων ουσιών να βελτιωθεί ο χαρακτήρας του εδάφους και επιπλέον να αυξηθεί η αναπτυσσόμενη πρόσφυση ανάμεσα στην άσφαλτο και στους κόκκους του εδάφους . Στα υλικά αυτά συγκαταλέγονται λιπαρές αμίνες άλατα αμινών κ.τ.λ. . Συνήθως προστίθενται στο έδαφος πριν την ανάμιξη ή μέσα στην μάζα του ασφαλτικού. Με την προσθήκη αυτών μεταβάλλεται το φορτίο στην επιφάνεια των εδαφικών κόκκων και έτσι βελτιώνεται η πρόσφυση του ασφαλτικού. Άλλα βελτιωτικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι οι εποξειδικές ρητίνες και οι γαλακτοποιητές .

## 1.2.4.7. Κατασκευή σταθεροποιημένου υλικού με ασφαλτικά υλικά.

Άμμος

Η παραγωγή του προς σταθεροποίηση μίγματος άμμου-ασφαλτικού υλικού γίνεται σε κεντρική εγκατάσταση παρασκευής θερμού ασφαλτομίγματος . Μετά την ξήρανση η άμμος αναμιγνύεται ακριβώς με το προκαθορισμένο εργαστηριακά ποσοστό ασφάλτου . Στην συνέχεια μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα στο εργοτάξιο όπου διαστρώνεται εν θερμό με διαστρωτήρες ασφαλτομίγματος και τελικά συμπυκνώνεται με την χρήση οδοστρωτήρων .Το πάχος κάθε στρώσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5 cm. Και ο βαθμός συμπύκνωσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 95% του αντίστοιχου εργαστηριακού.

Όταν η σταθεροποίηση της άμμου γίνεται με ασφαλτικό διάλυμα ακολουθείται διαφορετική τεχνική . Για να επιτυγχάνεται εύκολα ικανοποιητική κάλυψη των κόκκων της άμμου από το ασφαλτικό συνδετικό πρέπει να στεγνώνει η υγρή άμμος ώστε η υγρασία της να κατέρχεται κάτω από 5% . μετά το στάδιο της ανάμιξης το μίγμα της άμμου –ασφαλτικού διαλύματος υφίσταται αερισμό έτσι ώστε να μειωθούν τα περιεχόμενα πτητικά και η υγρασία και να αποκτήσει το μίγμα ευστάθεια και αντοχή με την συμπύκνωση. Κατά την συμπύκνωση το ποσοστό πτητικών και υγρασίας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5%

Έδαφος

Το προς σταθεροποίηση μίγμα εδάφους-ασφαλτικού υλικού παράγεται είτε σε κεντρική εγκατάσταση ανάμιξης είτε επί τόπου του έργου με διαμορφωτήρα είτε με αναμικτήρα.Τα καλύτερης ομογενείας μίγματα παράγονται στις κεντρικές εγκαταστάσεις όπου μπορεί να ελεγχθεί η ακριβής δοσολογία των υλικών. Η ανάμιξη με τον αναμικτήρα παρουσιάζει ικανοποιητικά αποτελέσματα και το κόστος της μεθόδου είναι αρκετά χαμηλότερο σε σχέση με την μέθοδο ανάμιξης σε κεντρική μονάδα.

Για την επιτυχή ανάμιξη του εδάφους με το ασφαλτικό διάλυμα θα πρέπει να ρυθμίζεται η περιεχόμενη στο έδαφος υγρασία . Με συνεχής διαβροχή του εδαφικού υλικού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είτε με αερισμό για την εξάτμιση μερικής ποσότητας νερού κατά τους χειμερινούς μήνες είτε την ανάμιξη το μίγμα εδάφους-ασφαλτικού υλικού περιέχει συστατικά (όπως νερό , και πτητικά ) που θα πρέπει να απομακρυνθούν διότι μειώνουν την ευστάθεια του. Οι κανονισμοί ορίζουν ότι δεν πρέπει να παραμένει στο μίγμα ποσότητα νερού και διαλυτών μεγαλύτερη του 40% του αρχικού εδαφικού υλικού .

Η συμπύκνωση του σταθεροποιημένου με ασφαλτικά εδαφικού υλικού πραγματοποιείται με οδοστρωτήρες με λείους ή ελαστικούς τροχούς καθώς και με οδοστρωτήρες με κατσικοπόδαρα.Η απαίτηση της συμπύκνωσης είναι το 95% της κατά την μέθοδο PROCTOR συμπύκνωσης .

Μετά την συμπύκνωση η στρώση αφήνεται για 2 εβδομάδες τουλάχιστον πριν εκτελεσθεί άλλη εργασία επικάλυψης για να αποκτήσει την απαιτούμενη αντοχή.

## 1.2.5 Σταθεροποίηση με ιπτάμενη τέφρα

### 1.2.5.1 Γενικά

Ως ιπτάμενη τέφρα ( I.T. ) ορίζεται κατά το ASTM-C618/84 το λεπτά διαμερισμένο υπόλειμμα που είναι αποτέλεσμα της καύσεως κονιοποιημένου άνθρακα " Στο BS-3892/82 ως pulverized-fuel ash (PFA) ορίζεται το στερεό υλικό που συλλέγεται με ηλεκτροστατικά και μηχανικά μέσα από τα αέρια καύσεως των εστιών που καίνε κονιοποιημένο άνθρακα .

Οι I.T περιλαμβάνονται συνήθως στην κατηγορία των τεχνητών ποζολάνων . Ως ποζολάνες χαρακτηρίζονται (κατά το ASTM –C219/82a ) τα πυριτικά ή πυριτικά και αργιλικά υλικά τα οποία από μόνα τους έχουν μικρές ή και καθόλου υδραυλικές ιδιότητες αλλά που σε λεπτά διαμερισμένη μορφή και παρουσία υγρασίας αντιδρούν χημικά με το υδροξείδιο του ασβεστίου σε συνήθεις θερμοκρασίες για να σχηματιστούν ενώσεις που να κατέχουν υδραυλικές κονίες.

Ο όρος τεχνητές ποζολάνες εισήχθη για να περιγράψει αυτά τα υλικά (ιπτάμενες τέφρες ) όπως και εκείνα που επιτυγχάνονται με την θερμική κατεργασία αργίλων και γαιών.Γενικά πρέπει να τονίσουμε ότι τα υλικά παρόλο που έχουν κοινή την ποζολανική δραστικότητα [δηλαδή να αντιδρούν με την άσβεστο ] παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στην προέλευση στο σχηματισμό και στην μικροδομή.

Οι λέβητες που χρησιμοποιούνται σημαιλεκτρικούς σταθμούς είναι συνήθως δύο τύπων. Ο μεν πρώτος τύπος είναι ο λέβητας τετηγμένης τέφρας (wet bottom ash ) . Στο λέβητα αυτό 85-99% του στερεού υπολείμματος συλλέγεται σε τετηγμένη κατάσταση λόγω της γρήγορης ψύξης του μέσα στο νερό.Η περιεκτικότητα σε άκαυστο άνθρακα είναι πολύ μικρή . Στη δεύτερη περίπτωση ανήκουν οι λέβητες ξηρής τέφρας . Ένα κλάσμα (10-15%) του στερεού υπολείμματος καταλήγει στον πυθμένα του θαλάμου καύσεως . Το κλάσμα αυτό απομακρύνεται μηχανικά και συνίσταται από μικρού μεγέθους κόκκους (30μm-3mm) . Το υπόλοιπο ποσοστό (85-90%) συλλέγεται και απομακρύνεται με ηλεκτροφίλτρα . Το τελευταίο κλάσμα είναι και η πραγματική ιπτάμενη τέφρα που διατίθεται είτε ξηρή είτε με μία υγρασία 8-12% .

Η σταθεροποίηση εδαφικών υλικών με ιπτάμενη τέφρα έχει τους εξής στόχους :

1. Την πρόσδοση αντοχής (θλιπτικής , εφελκυστικής κ.λ.π.) σε υλικά που στη φυσική τους κατάσταση δεν είχαν την αντοχή να φέρουν μεγάλα φορτία και επομένως αυξάνοντας την φέρουσα ικανότητα της στρώσης.
2. Στην χρησιμοποίηση περιθωριακών και απαπάλληλων υλικών που δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια χωρίς επεξεργασία σε στρώσεις οδοποιίας (κατόκοκκοι άμμοι, λυώδεις άμμοι αργιλούχα αμμοχάλικα)
3. Την βελτίωση της κοκκομετρικής διαβαθμίσεως του υλικού έτσι ώστε να συμπυκνωθεί σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερες τιμές ξηρής πυκνότητας και με τα λιγότερα κενά αέρος.
4. Την μεταβολή των ορίων Atterberg
5. Στην περίπτωση ελεύθερου ασβέστου στην ιπτάμενη τέφρα η άσβεστος με την ανάμιξη της απορροφά νερό σε ποσοστό 32% περίπου του βάρους της ( για την δημιουργία $Ca(OH)_2$ ) ενώ λόγω του έντονα εξώθερμου χαρακτήρα της αντίδρασης προκαλείται εξάτμιση του νερού σε ποσοστό περίπου 50% του βάρους της ασβέστου.
6. Προσπάθεια οικονομικής εκμετάλλευσης της παραγόμενη τέφρας που ανέρχεται σε 8 εκ. τόνους ετησίως.

## 1.2.5.2. Χημική σύνθεση Ι.Τ.

Σύμφωνα με την με την διεθνή βιβλιογραφία [29,30,31,32,33] οι τέφρες λιθανθράκων συνίστανται κυρίως από πυριτία και αλουμίνα (βλέπε πίνακα 1.19) και το άκαυστο υλικό κυμαίνεται μεταξύ του 1%-6%.Αυτές είναι συνεπώς αργιλοπυριτικά υλικά με υψηλό βαθμό υαλώδους φάσεως και λίγα κρυσταλλικά στοιχεία.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.19 :** *ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ*

| | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | CaO | MgO | $SO_3$ | $Na_2O$ | $K_2O$ | ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΥΡΩΣΗΣ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Η.Π.Α. | 44,11 | 20,81 | 17,49 | 4,75 | 1,12 | 1,19 | 0,73 | 1,97 | 7,83 |
| Μ.ΒΡΕΤΑΝΙΑ | 46,16 | 26,99 | 10,44 | 3,06 | 1,96 | 1,59 | 0,90 | 3,26 | 3,86 |
| ΓΑΛΛΙΑ | 48,45 | 25,89 | 8,07 | 5,95 | 2,36 | 1,01 | 0,64 | 3,94 | 3,72 |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ | 41,13 | 24,39 | 13,93 | 5,06 | 1,85 | 0,77 | - | - | 9,65 |
| ΡΩΣΙΑ | 55,08 | 25,97 | 7,83 | 5,08 | 1,81 | 1,83 | - | - | - |
| ΙΑΠΩΝΙΑ | 57,96 | 25,86 | 4,31 | 3,98 | 1,58 | 0,34 | 1,49 | 2,15 | 0,73 |

Η διερεύνηση με εξελιγμένες ηλεκτρονικές μεθόδους έχει αποκαλύψει μία μεγάλη διακύμανση και έκταση εκάστου των κόκκων. Η διακύμανση αυτή δεν έχει καμία επίδραση στην όλη χημική σύνθεση της τέφρας που παράγεται από ένα απλό καλά συντονισμένο ατμοηλεκτρικό σταθμό που καιει άνθρακα από ένα ορισμένο ορυχείο .Οι λιγνιτικές ή οι υδραυλικές τέφρες είναι πλουσιότερες σε άσβεστο και η σύνθεση τους κυμαίνεται μέσα στα ακόλουθα όρια : $SiO_2$ (23-50%) $Al_2O_3$ (8-14%) $Fe_2O_3$ (8-20%) CaO (18-50%) .Η υδραυλική τους δράση αυξάνει με την περιεκτικότητα τους σε άσβεστο. Σε τέφρες πλουσιότερες σε ασβέστιο οι νεοσχηματιζόμενες ενώσεις κατά την αντίδραση τους με το νερό είναι παρόμοιες με εκείνες που επιτυγχάνονται στο τσιμέντο πορτλαντ . Η αντίδραση τους αυτή συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας .

Η ποσότητα της άκαυστης ύλης ποικίλει με τον σχεδιασμό του λέβητα ρύθμιση της καύσης και του περιεχόμενου πτητικού υλικού στον άνθρακα και συνιστάται να βρίσκεται σε όσο το δυνατόν χαμηλότερα επίπεδα. Η άκαυστη ύλη βρίσκεται γενικά στα μικρότερα κλάσματα είναι αδρανής και μολονότι μπορεί να επιδράσει στο χρώμα της τέφρας δεν περικλείει κανένα κίνδυνο μέχρι τη μέγιστη περιεκτικότητα του 12%

Φτωχοί άνθρακες αφήνουν ένα ψηλότερο ποσοστό άκαυστης ύλης από τους πλούσιους άνθρακες. Αυτό το ποσοστό μπορεί να περιορισθεί με κοσκίνισμα , μηχανικό αεροδιαχωρισμό ή και με συνδυασμό και των δύο μεθόδων .

Οι Ελληνικές τέφρες μπορούν να διακριθούν σε δύο είδη :

1. Στις πλούσιες σε αργιλοπυριτικά συστατικά που έχουν ως επί το πλείστον ποζολανικές ιδιότητες (Ιπτάμενη τέφρα Μεγαλοπόλεως)
2. Στις πλούσιες σε άσβεστο όπως είναι οι τέφρες Πτολεμαΐδας Καρδιάς και Αλιβερίου που έχουν υδραυλικές ιδιότητες .

Επιπλέον με βάση τον τύπο του Jantige :

$$K = \frac{CaO + MgO + \text{Αλκάλια}}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

Οι ιπτάμενες τέφρες κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

1. Αν 1<K<2 το υλικό έχει υδραυλικές ιδιότητες
2. Αν 0,2<K<1 το υλικό έχει υδραυλικές και ποζολανικές ιδιότητες
3. Αν 0,05<K<1 το υλικό έχει ποζολανικές ιδιότητες

Σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM C618-85 ορίζονται τρεις κατηγορίες τρεις κατηγορίες ποζολάνων . Αυτές είναι :

1. **Κατηγορία N** – Ακατέργαστες ή φυσικές κονιοποιημένες ποζολάνες οι οποίες είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις που ορίζονται και κάποιες από αυτές μπορούν να υποστούν επεξεργασία με κονιο-

ποίηση για να καταλήξουν να έχουν ικανοποιητικές ιδιότητες όπως μερικά είδη αργίλων και σχιστολίθων.

2. **Κατηγορία F -** Ιπτάμενη τέφρα που συνήθως παράγεται από καύση ανθρακίτη ή ασφαλτούχου κάρβουνου που πληρούν τις συνήθεις απαιτήσεις . Η ιπτάμενη τέφρα της κατηγορίας αυτής έχει ποζολανικές ιδιότητες .

3. **Κατηγορία C –** Ιπτάμενη τέφρα που συνήθως παράγεται από λιγνίτη ή υποασφαλτούχο κάρβουνο . Η ιπτάμενη τεφρά της κατηγορίας αυτής εκτός από ποζολανικές ιδιότητες έχει και μερικές τσιμεντένιες ιδιότητες. Μερικές ιπτάμενες τέφρες κατηγορίας C μπορεί να περιέχουν άσβεστο σε ποσοστό μεγαλύτερο του 10%

Οι απαιτήσεις της χημικής συστάσεων των τριών κατηγοριών αναφέρονται στον πινάκα 1.20

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.20:** *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΕΩΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΖΟΛΑΝΩΝ*

| | Κατηγορία | | |
|---|---|---|---|
| | N | F | C |
| Min [$SiO_2$ +$Al_2O_3$ +$Fe_2O_3$ ] % | 70 | 70 | 50 |
| Max [$SO_3$]% | 4,0 | 5,0 | 5,0 |
| Max ποσοστό υγρασίας | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Απώλεια πύρωσης | 10,0 | 6,0 | 6,0 |

Σύμφωνα με τα Ελληνικά βιβλιογραφικά δεδομένα η χημική σύσταση των Ελληνικών ιπτάμενων τεφρών κυμαίνεται μέσα στα όρια που παρουσιάζονται στον πίνακα 1.20

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.20:** *ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ ΤΕΦΡΩΝ*

| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΟΞΕΙΔΙΑ | Ι.Τ. ΜΕΓΑΛΟΥΠΟΛΕΩΣ | Ι.Τ.ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ | Ι.Τ. ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 40-45 | 13-35 | 35 |
| $Al_2O_3$ | 15-25 | 9-20 | 15 |
| $Fe_2O_3$ | 6,5-10 | 3,5-7,0 | 8 |
| CaO | 12-18 | 30-50 | 25 |
| MgO | 1,8-2,8 | 1,5-4,5 | 2 |
| $SO_3$ | 1,5-3,5 | 4-11 | 2,5 |
| $Na_2O$ | 1,5-2 | 0,5-1,1 | 2 |
| $K_2O$ | ~ 0,5 | 0,6-0,8 | 0,5 |
| ΕΛΕΥΘΕΡΟ CaO | - | 9-15 | 3 |
| ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΥΡΩΣΗΣ | 0,9-2,8 | 1-7,5 | - |
| ΑΔΙΑΛΥΤΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ | 30-45 | 12-32 | 25-30 |

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 1.20 Η Ιπτάμενη Τέφρα της Πτολεμαΐδας παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στη χημική της σύσταση.

Σύμφωνα με τα Ελληνικά βιβλιογραφικά δεδομένα η χημική σύσταση των Ελληνικών ιπταμένων τεφρών κυμαίνεται μέσα στα όρια που παρουσιάζονται στον πίνακα 1.20 .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.20:** *ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΙΠΤΑΜΕΝΩΝ ΤΕΦΡΩΝ*

| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΟΞΕΙΔΙΑ | Ι.Τ. ΜΕΓΑΛΟΥΠΟΛΕΩΣ | Ι.Τ.ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ | Ι.Τ. ΑΛΙΒΕΡΙΟΥ |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 40-45 | 13-35 | 35 |
| $Al_2O_3$ | 15-25 | 9-20 | 15 |
| $Fe_2O_3$ | 6,5-10 | 3,5-7,0 | 8 |
| CaO | 12-18 | 30-50 | 25 |
| MgO | 1,8-2,8 | 1,5-4,5 | 2 |
| $SO_3$ | 1,5-3,5 | 4-11 | 2,5 |
| $Na_2O$ | 1,5-2 | 0,5-1,1 | 2 |
| $K_2O$ | ~ 0,5 | 0,6-0,8 | 0,5 |
| ΕΛΕΥΘΕΡΟ CaO | - | 9-15 | 3 |
| ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΥΡΩΣΗΣ | 0,9-2,8 | 1-7,5 | - |
| ΑΔΙΑΛΥΤΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ | 30-45 | 12-32 | 25-30 |

## 1.2.5.3 Φυσικές ιδιότητες των Ι.Τ.

**Λεπτότητα και βιβλιογραφικά δεδομένα για τις Ι.Τ.**

Η λεπτότητα είναι μία από τις ουσιώδεις παραμέτρους για να ορισθεί η ικανότητα της τέφρας να προστεθεί στο τσιμέντο αφού αυτή επιδρά στο ρυθμό ανάπτυξης των μηχανικών αντοχών και στις σχετικές τιμές που θα επιτευχθούν . Υπάρχει μία βέλτιστη λεπτότητα πάνω από την οποία η αύξηση της αντοχής γίνεται με μικρότερο βαθμό . Αυτό μπορεί ν αποδοθεί στην υπέρμετρη αύξηση της ειδικής επιφάνειας με συνέπεια την αύξηση Ν/Τ (νερού : τέφρας και άρα μείωση σχετικώς της αντοχής πρακειμένου το μίγμα να έχει την ίδια εργασιμότητα (όπως ακριβώς συμβαίνει και σκυρόδεμα )

Η λεπτότητα των τεφρών μπορεί να υπολογισθεί με την μέθοδο Blaine και ποικίλει από χώρα σε χώρα και ορυχείο από 2700 $cm^2/gr$ μέχρι 4250 $cm^2/gr$ .Λόγω της πορώδους φύσεως των κόκκων της τέφρας ο υπολογισμός της ειδικής επιφάνειας με της μεθόδους διαπεραιότητας με αέρα (Blaine) δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα .Για αυτό προτιμούνται μέθοδοι προσδιορισμού της κοκκομετρικής δια-

βάθμισης του υλικού ( αεροδιαχωριστές , Laser , με κόσκινα ) Εργαστηριακές μελέτες που έγιναν με ιπτάμενη τέφρα που περιείχαν ελαφρά δραστικούς τύπους MgO και CaO έχουν δείξει ότι διάρκεια άλεσης 10-15 λεπτά με κατάλληλες συνθήκες και σε ένα ειδικό μύλο (Planet Mill) αυξάνει τη χημική δραστικότητα που αποδίδεται σε ένα φαινόμενο συσσωμάτωσης και καταστροφής της μακροσκοπικής δομής που παράγει ένυδρα προϊόντα υψηλότερων μηχανικών αντοχών.

Για τις Ελληνικές ιπτάμενες τέφρες οι μελέτες έχουν γίνει σχετικά με τις φυσικές τους ιδιότητες μπορούν να συνοψισθούν στις παρακάτω αναφορές:

1. Διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς την λεπτότητα τους . Συγκεκριμένα η ιπτάμενη τέφρα Μεγαλοπόλεως έχει ειδική επιφάνεια της τάξεως 250-300 $M.^2$ /Kg και μία κοκκομετρία με $R_{90}$ = 10.5% και $R_{200}$ =3% . Για σύγκριση αναφέρεται ότι το τσιμέντο έχει μια ειδική επιφάνεια κατά Blaine 300 $M.^2$ /Kg.
2. Το απόλυτο ειδικό βάρος ποικίλει εξαρτώμενο και από την αρχική τους λεπτότητα .Αναφέρονται τιμές από 1,9-2,6 $gr/cm^3$ .Η Ι.Τ. Μεγαλοπόλεως εμφανίζει ελαφρά μικρότερες τιμές από την Ι.Τ. Πτολεμαΐδας .
3. Το φαινόμενο ειδικό βάρος τους εξαρτάται επίσης από την λεπτότητα τους (μειώνεται λίγο με την αύξηση της ). Κυμαίνεται από 0,5-0,7 $gr/cm^3$ [27]

## Δομή των Ι.Τ.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε τέφρας εξάγονται από την διερεύνηση της με σύγχρονες μεθόδους όπως είναι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σαρώσεως (SEM Scanning Electron Microscope ) και η περίθλαση ακτινών X (XRD X-Ray Diffraction ) . Η τέφρα φαίνεται ως σκόνη από λεπτούς σφαιρικούς κόκκους το μέγεθος των οποίων είναι μεταβλητό από 0,5mm.-200μm . Το σχήμα και το χρώμα είναι επίσης μεταβλητό . Οι κόκκοι δεν είναι συνήθως ομογενείς και διαφέρουν μεταξύ τους και στο σχήμα . Έχουν εξογκώματα κοιλότητες οπές και η υπόλοιπη επιφάνεια τους είναι λεία και στιλπνή.

Τα ορυκτά που δημιουργούνται κατά την καύση των λιγνιτών είναι αιματίτης ( $Fe_2O_3$ ) ανυδρίτης ( $CaSO_4$ ) γκελενίτης ($Ca_2AlSiO_7$) ακερμανίτης ($Ca_2MgSiO_7$) ελεύθερο CaO χατρουρίτης ($Ca_5SiO_5$ ) μπρουνμιλλερίτης ($Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$) πορτλανδίτης ($Ca(OH)_2$) περίκλαστο (MgO) μερβινίτης ($Ca_3Mg(SiO_4)$ ) καλσιοφερρίτης ($Ca_2Fe_2O_5$) μαγνησιοφερρίτης ($Mg_2Fe_2O_4$) . Ο αιματίτης μπορεί να δημιουργηθεί μαζί με τον αιματίτη ως αποτέλεσμα της αντιδράσεως μεταξύ σιδηροπυρίτη και ασβεστίτη . Με την διαβροχή της ιπτάμενης τέφρας είναι ετρινγκίτης( $Ca_6Al_2(So_4,SiO_4,CO_3)_3(OH)_{12}\cdot 26H_2O$) γύψος ( $CaSO_4\cdot 2H_2O$ ) μπασσανίτης ($CaSO_4\cdot 1/2H_2O$ )και τομπερμορίτης( $Ca_5Si_6O_{16}(OH)_2\cdot 4-8H_2O$) [38]

Από ορυκτολογική άποψη αυτέ συνίστανται κυρίως από υαλώδη φάση αργιλοπυριτικών με μικρές ποσότητες σιδήρου νατρίου καλίου ασβεστίου και τιτανίου .Οι άλλες εσωτερικές φάσεις είναι Μουλίτης χαλαζίας αιματίτης μαγνητίτης όπως επίσης και καύσιμη ύλη. Έτσι στην Ι.Τ. Μεγαλοπόλεως παρατηρείται ένα αρκετά υψηλό ποσοστό υαλώδους υποστρώματος μέσα στο οποίο τα κύρια κρυσταλλικά συστατικά παρατηρούνται είναι ως επί το πλείστον χαλαζίας πλαγιόκλαστα (κυρίως λαβραδορίτης )λίγο $CaSo_4$

(ανυδρίτης) και σε μικρότερα ποσοστά μοντμοριλονίτης μαγνητίτης ψευδοβολασπανίτης και αργιλικό τριασβέστιο ($C_3A$ ).

Στην Ι.Τ. Πτολεμαΐδας το υαλώδες υπόστρωμα εμφανίζεται σε πολύ χαμηλότερο ποσοστό από εκείνο της τέφρας της Μεγαλόπολης . Οι κυριότερες φάσεις είναι άσβεστος (CaO) Ανυδρο $CaSO_4$ , $CaCO_3$ λίγα πλαγιόκλαστα και δευτερευόντως πυριτικό δισασβέστιο κυρίως όμως της γ-μορφής που δεν έχει υδραυλικές ιδιότητες ασβεστοαργιλικές ενώσεις ( $Ca\ Al_4\ O_7$ ) και πυριτικό τρισασβέστιο σε πολύ μικρά ποσοστα [27] .

## 1.2.6.4. Μηχανισμός δράσης ιπτάμενης τέφρας

Η ποζολανική δραστικότητα είναι το φαινόμενο που προσδιορίζει τις νεοσχηματιζόμενες φάσεις λόγω των οποίων εμφανίζονται οι μηχανικές αντοχές με την σκλήρυνση.Αυτή η δραστικότητα συνιστάται στην αλκαλική επίδραση της υδρασβέστου ($Ca(OH)_2$ ) στους κόκκους της ποζολάνης και έχει ως αποτέλεσμα

1. Την μεταφορά των πυριτικών και αργιλικών συστατικών της τέφρας στο διάλυμα υπό μορφή συμπλοκών ιόντων.
2. Την δέσμευση τους στη συνέχεια από τα ιόντα ασβεστίου προς σχηματισμό ένυδρων ασβεστοπυριτικών και ασβεσταργιλικών ενώσεων

Οι ένυδρες αυτές φάσεις είναι όμοιες με εκείνες που σχηματίζονται κατά την ενυδάτωση του τσιμέντου Portland . Το φαινόμενο αυτό είναι πλεονεκτικό από πρακτική άποψη δεδομένου ότι οι ποζολάνες ή οι ιπτάμενες τέφρες περιέχουν αλουμίνα και πυριτία ενεργοποιημένη που είναι τα τυπικά χαρακτηριστικά της άμορφου δομής και ιδιαίτερα των όξινων υαλων Αυτό εξηγεί και γιατί τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ως δραστικές προσθήκες στο τσιμέντο[27]

Ο μηχανισμός της δράσης των ποζολανικών υλικών (ιπτάμενες τέφρες) είναι ένα φαινόμενο πολύπλοκο και είναι δύσκολο αν ληφθεί υπόψη η πληθώρα των συστατικών που συμμετέχουν στην ενυδάτωση.Το φαινόμενο αυτό γίνεται ακόμη δυσκολότερο καθόσον οι ενώσεις που σχηματίζονται μοιάζουν πολύ με εκείνες του τσιμέντου Portland παρά ταύτα έχουν γίνει διάφορες ερευνητικές προσπάθειες που έχουν αποδώσει μηχανισμούς ανάλογους με την κρυσταλλική σύσταση (δομή) και προέλευση των υλικών. Οι κυριότεροι από αυτούς αναφέρονται παρακάτω [27]:

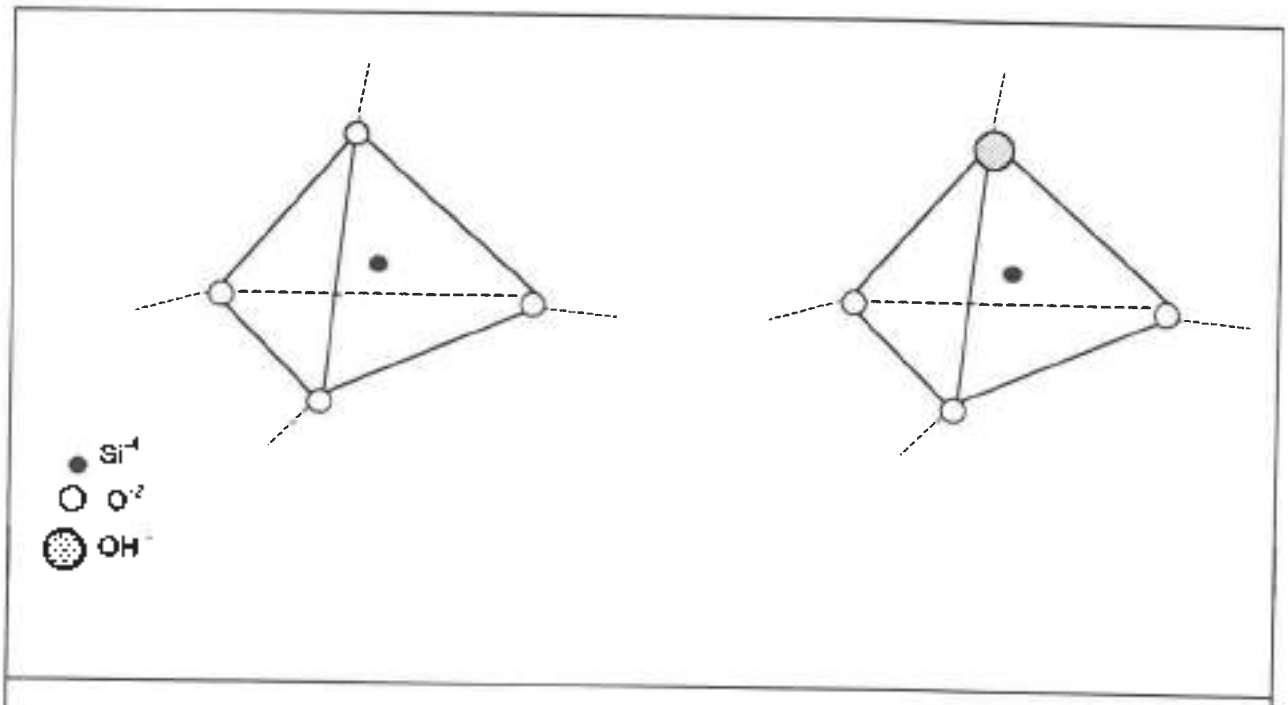
1. **ΔΟΜΗ ΖΕΟΛΙΘΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ.**

Στη περίπτωση δομών ζεολιθικού τύπου η δραστικότητα που μερικές φορές είναι μεγαλύτερη από εκείνη της υαλώδους φάσεως αποδίδεται πιθανώς στην ύπαρξη δομής με περισσότερους ανοιχτούς πόρους που προσβάλλονται ευκολότερα Πράγματι αυτοί οι πόροι επιτρέπουν στα ανιδρύοντα συστατικά να διεισδύσουν να προσβάλουν την κρυσταλλική δομή να την επαικοδομήσουν και να ελευ-

θερώσουν πυριτία αλουμίνα και αλκάλια εκ των οποίων τα δύο πρώτα συνδέονται με την άσβεστο. Σε ένα αλκαλικό μέσο τα ζεολιθικά ορυκτά όπως επίσης και η υαλώδης φάση προσφέρονται για μία διαδικασία υδρόλυσης που φέρει τα πυριτικά και αργιλικά ιόντα στο διάλυμα .Αυτά συνδέονται με τα ιόντα ασβεστίου ($Ca^{++}$)και μαγνησίου ($Mg^{++}$) και σχηματίζουν φάσεις πολύ μικρού γινομένου διαλυτότητας όπως οι ένυδρες ασβεστοπυριτικές και ασβεστοαργιλικές φάσεις .Η καταβύθιση τους διευκολύνει την κάθοδο άλλων πυριτικών και αργιλικών ιόντων στο διάλυμα έτσι ώστε η διαδικασία της υδρόλυσης μπορεί να συνεχιστεί διαφορετικά από το τι θα συνέβαινε αν το μέσο προσβολής ήταν μόνο νερό . Το σύστημα τείνει σε μία ισορροπία μετά από αρκετό χρόνο [27].

## 2. ΔΟΜΗ ΤΥΠΟΥ ΑΣΤΡΙΩΝ

Ένας μηχανισμός που ποζολανικής δράσης προτείνεται με αναφορά στην δομή των αστρίων .Είναι γνωστό ότι το ορθόκλαστο ( $KAlSi_3O_8$ ) συνίσταται από τρεις πυριτικές μονάδες και μία αργιλική που το φορτίο του αργιλικού ιόντος ($Al^{3+}$) εξουδετερώνεται από το ιόν του καλίου ( $K^+$ ) .Αυτές οι μονάδες είναι τετράεδρα . μέσα στη δομή του άστριου μία μονάδα $SiO_2$ μπορεί να αναπαρασταθεί όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 1.15 [27] .




ΣΧΗΜΑ 1.15 : Η δομή του ιόντος $SiO_2$ και η σταδιακή αντικατάσταση του $O^{-2}$ από $OH^{-1}$ [27]

Κάθε ένα από τα τέσσερα ιόντα του οξειδίου του $SiO_2$ ασκούνται μεταξύ τους τάσεις . Τα περιφερειακά ιόντα $O^{-2}$ συνδέονται μεταξύ τους αλλά και με το ιόν του $Si^{+4}$ . Όταν η υπάμενη τέφρα βρεθεί

σε υγρό περιβάλλον (υδατικό διάλυμα )τότε παρατηρείται η μετατροπή των ιόντων $O^{-2}$ προοδευτικά σε $OH^{-1}$. Οι δεσμοί στο τέλος στο τετράεδρο γίνονται όλο και ασθενέστεροι και σε μία δεδομένη στιγμή σπάνε ξεφεύγουν από την σχετική τους θέση περνάνε στο διάλυμα κυρίως ως σύμπλοκα ιόντα $HSiO_4^{-2}$. Εάν το διάλυμα περιέχει ιόντα $Ca^{+2}$ σχηματίζονται αδιάλυτες ένυδρες ασβεστοπυριτικές ενώσεις [27]

Η υαλώδης φάση των πυροκλαστικών υλικών έχει μεγαλύτερη τάση στην αντικατάσταση των ιόντων $O^{-2}$ και η εξασθένηση των δεσμών επιτρέπει την αποικοδόμηση των μονάδων από το τετράεδρο.

Οι αντιδράσεις που αναφέρονται στους παραπάνω μηχανισμούς δεν φαίνεται να είναι τοποχημικού χαρακτήρα διότι διαφορετικά θα έπρεπε οι ένυδρες φάσεις να εμφανίζονται μέσα στο σύνολο του αποικοδομημένου αργιλοπυριτικού πλέγματος της ύαλου.

Πολύ πιθανόν για σταθερές κρυσταλλικές δομές ( τέτοιες όπως των ασβεστίων ) η επιφανειακή προσβολή από το κεκορεσμένο διάλυμα ασβέστου να λαμβάνει χώρα με ένα μεθοδικό τρόπο από επίπεδο σε επίπεδο. Με πιο ασταθής κρυσταλλικές δομές (ζεολιθικού τύπου ) η προσβολή αρχίζει πάλι από την επιφάνεια που οι δεσμοί είναι λιγότερο σταθεροί και θα εισχωρούν πιο εύκολα μέσα οδηγώντας σε ζελατινοποίηση του κόκκου . Η προσβολή από το διάλυμα της ασβέστου διευκολύνεται με την κατάτμηση των κόκκων του στερεού ακόμη και αν αυτή είναι στο μοριακό επίπεδο και την αύξηση του πορώδους .[27]

Σε μικρές ηλικίες (3-28 ημέρες συντήρηση) Η ειδική επιφάνεια παίζει ρόλο στην κινητική της αντίδρασης . Σε μεγάλες όμως ηλικίες προέχει η χημική σύσταση δηλαδή οι άργιλοι και η πυριτία .Τα Δε υαλώδους και ζεολιθικής φύσεως συστατικά προσδιορίζουν την ποζολανική συμπεριφορά.

Έρευνες που αφορούν την κινητική και τον μηχανισμό της αντίδρασης κονιοποιημένων ζεολιθικών τόφων που αναφέρονται στην δέσμευση της ασβέστου σε υδατικά διαλύματα και σε θερμοκρασία 85 $^{o}$C φαίνεται να αποδεικνύουν ότι η προσβολή από το κεκορεσμένο σε άσβεστο διάλυμα επιφέρει επιφανειακή διαλύτοποίηση των κόκκων από την αρχή της αντίδρασης με γρήγορο τοπικό σχηματισμό CSH "ζελ" . Η διαλυτοποίηση της αρχικής ένωσης συνεχίζεται στη διεπιφάνεια CSH-στερεό/επιφάνεια κόκκου μέχρι να φτάσει σε επίπεδα υπερκορεσμού. Κατόπιν η ανάπτυξη του ζελατινώδους ένυδρου ασβεστοπυριτικού για σχηματισμό φάσης με μεγαλύτερη κρυσταλλικότητα ρυθμίζεται από μία διαδικασία που ελέγχεται από την διάχυση [27].

Χωρίς να ξεχνάμε ότι κάθε ποζολανικό υλικό έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και πρέπει να μελετάται ιδιαιτέρως για να ερμηνευθούν πολύπλοκα φυσικοχημικά φαινόμενα που οφείλονται στη ποζολανική δραστικότητα έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά με απλή δομή και κατάσταση .Έτσι έχει μελετηθεί η αντίδραση του πυριτικού "ζελ" (silicagel) με την άσβεστο υπολογίζοντας την δραστικότητα τους και τις σχετικές τροποποιήσεις στην δομή τους . Η χρησιμοποιούμενη θερμοκρασία και ο χρόνος επαφής και ήταν προφανώς οι συντελεστές προσδιορισμού της δραστικότητας του στερεού (πτάμενη τέφρα). [27]

Έρευνες επίσης έδειξαν ότι το silicagel συνδέεται εκλεκτικά με το κάλιο και γενικά με τα αλκάλια . Έτσι η συμπεριφορά μπορεί να προσομοιαστεί με μία ποζολάνη μόνο όταν δεν εμφανίζονται αλκάλια.Όπως έχει δείξει η βιομηχανική πρακτική το άμορφο πυριτικό συνδέεται με την άσβεστο αυξάνοντας την αντοχή των μιγμάτων πτάμενης τέφρας και « αδρανών » (έδαφος , άμμος , θραυστό αμμοχάλικο ) σε μικρές περιόδους συντήρησης .[27]

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω είναι φανερό ότι η δράση των ποζολανικών υλικών (πτάμενη τέφρα ) αρχίζει όταν έχει η ενυδάτωση τους οπότε θα έχει απελευθερωθεί ικανοποιητική ποσότητα ασβέστου ( τέφρες με υψηλό ποσοστό ασβέστου) . Η δράση αυτή συνιστάται στην προσβολή των συστατικών της ποζολάνης και λαμβάνει χώρα στους πόρους που έχουν σχηματοποιηθεί με την ενυδάτωση του μίγματος τέφρας – εδάφους (εφόσον θεωρούμε την μέθοδο σταθεροποίησης με πτάμενη τέφρα) .Αποτέλεσμα της προσβολής αυτής είναι ο σχηματισμός ένυδρων ασβεστοαργιλικών και ασβεστοπυριτικών ενώσεων μέσα στους πόρους με συνέπεια την πλήρωση τους Έτσι τα μίγματα εδάφους –πτάμενης τέφρας είναι υλικά μικρότερου πορώδους και πιο ανθεκτικά στη διάβρωση που προκαλεί η παρουσία του νερού. Η δραστικότητα των τεφρών ποικίλει με τον τύπο και την πηγή του άνθρακα την χημική και πάνω από όλα την ορυκτολογική σύσταση την ποσότητα της υαλώδους φάσεως τη θερμοκρασία καύσεως την λεπτότητα αλέσεως και την χαμηλή περιεκτικότητα του περιεχόμενου άκαυστου άνθρακα .[27]

Η λεπτότητα αλέσεως και ο περιεχόμενος άνθρακας επηρεάζουν την απαιτούμενη ποσότητα νερού ανά μονάδα όγκου κατά την ανάμειξη των υλικών ώστε να διατηρείται η επιθυμητή εργασιμότητα .

Η δραστικότητα γίνεται μεγαλύτερη μετά από μία περίοδο λανθάνουσας κατάστασης ακόμα και στις πιο δραστικές τέφρες . Ο ρυθμός ανάπτυξης των μηχανικών αντοχών των σταθεροποιημένων μιγμάτων εδάφους – τέφρας αυξάνει με την λεπτότητα αλέσεως και την μείωση του περιεχόμενου ποσοστού άνθρακα .Φαίνεται ότι οι κόκκοι της τέφρας που προσβάλλονται πιο εύκολα από την άσβεστο είναι εκείνοι που δεν είναι πλήρως υαλοποιημένοι και που περιέχουν εγκλείστες χαλαζία και μουλίτης . Ο χαλαζίας πάντως δεν δείχνει μεγάλη δράση Οι κόκκοι της τέφρας φαίνεται να καλύπτονται από ένα υαλώδη υμένα που ελαχιστοποιεί την επίδραση του νερού αλλά αυξάνει την ποζολανική δραστικότητα της τέφρας . Η διαδικασία της αλέσεως σπάει τον υμένα αυτό και επιταχύνει την αντίδραση με το νερό.[27]

Η χημική ανάλυση της τέφρας προσδιορίζει το ποσοστό του αδρανούς και δραστικού κλάσματος όπως επίσης εκείνο του διαλυτού πυριτικού (αλικό πυριτικό μείον το ποσοστό του αδρανούς κλάσματος ) και κάνει δυνατή τη ταξινόμηση του υλικού σύμφωνα με ένα συντελεστή δραστικότητας που προκύπτει από το άθροισμα : διαλυτά πυριτικά +αλουμίνα +άσβεστος+μαγνησία +θειϊκός ανυδρίτης .

Η δραστικότητας της τέφρας επηρεάζεται θετικά από την θερμοκρασία , από τους επιταχυντές πήξεως ( $NaSO_4$ , $Na_2CO_3$ , NaOH ) όπως επίσης και με την χρήση ελαφρά οξινισμένου ή αλκαλικού νερού .Η τέφρα μπορεί επίσης να ενεργοποιηθεί με διασπορά σε συμπυκνωμένο διάλυμα $Ca(OH)_2$ και ακολουθείται από πέψη η οποία προκαλεί αποσύνθεση στην υαλώδη επιφάνεια του κόκκου Η δραστικότητα δεσμεύσεως της άσβεστού αυξάνει αλλά δεν υπάρχει αντίστοιχη αύξηση στις μηχανικές αντοχές .

Ερευνητικές προσπάθειες που έγιναν σε συνθετικές αργιλικές και πυριτικές τέφρες ( μοντέλο προσομοίωσης ) δείχνουν ότι οι ιδιότητες της αντίδρασης με άσβεστο επηρεάζονται πολύ περισσότερο από την περιεκτικότητα της υαλώδους φάσεως παρά από τη λεπτότητα Η δυναμική κατάσταση φάσεως που οφείλεται στην απότομη ψύξη επηρεάζει τη δραστικότητα . Ο περιεχόμενος σίδηρος τη μειώνει και η περιεχόμενη άσβεστος την αυξάνει . Τα διαλυτά συστατικά στο HCl και HF δίνουν μία προσεγγιστική αξιολόγηση του δραστικού κλάσματος στις τέφρες . Φαίνεται επιπλέον ότι η ποζολανική δραστικότητα βρίσκεται σε άμεσο συσχετισμό με το περιεχόμενο $Al_2O_3$ .[27]

Η δραστικότητα της τέφρας στα μίγματα εδάφους-τέφρας αποδίδεται από μία επιφανειακή προσβολή των δραστικών κόκκων από την άσβεστο που ελευθερώνεται κατά την ενυδάτωση. Συνεπώς ο σχηματισμός των δεσμών με το υδροξείδιο προκαλεί μηχανικές αντοχές λόγω των νεοσχηματιζόμενων αδάλυ-

των στο νερό ένυδρων ασβεστοπυριτικών και ασβεστοαργιλικών ενώσεων . Ο αναγκαίος χρόνος για να επιτευχθεί μία κατάσταση ισορροπίας εξαρτάται από τη ποσότητα της τέφρας , τη δραστικότητας της , τη λεπτότητα της και από άλλους παράγοντες και εκτιμάται περίπου στους τρεις μήνες. Οι αντιδράσεις που εξελίσσονται είναι ταυτόσημες με εκείνες του τσιμέντου Portland στην αρχική περίοδο για τέφρες που α) έχουν μεγάλη αρχική μεγάλη λεπτότητα και δραστικότητα και β) αλέθονται περαιτέρω σε μεγάλες λεπτότητες .

Οι περισσότερες τέφρες με υψηλή περιεκτικότητα σε άσβεστο είναι αργιλοπυριτικές και μη καλά κρυσταλλωμένες.Η πρώτη επαφή με το νερό προκαλεί σχηματισμό κρυστάλλων πορτλαντίτου και ακολουθεί κανός σχηματισμός ettringite που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα του θειικού ασβεστίου. Το κλάσμα της υαλώδους φάσεως ελευθερώνει πυριτία και αλουμίνα αργά και αδιάκοπα και προκαλεί σχηματισμό CSH και ένυδρου γκελενίτου σε βάρος ενός μέρους του πορτλαντίτου.

Σύμφωνα με τον Kuhl οι πιο πολλές ιπτάμενες τέφρες συνδυάζουν τις ιδιότητες των τριών τυπικών κονιών (τσιμέντου , γύψου , ασβέστου ) καθότι στις διάφορες τεφρές επικρατεί άλλοτε το ένα και άλλοτε το άλλο είδος ανάπτυξης αντοχών. Υποστηρίζει επίσης ότι ο Kuhl ότι εξαιτίας των δυσκολιών που παρουσιάζονται στην εξήγηση των φαινομένων σκλήρυνσης των ιπτάμενων τεφρών δεν έχει ιδιαίτερη σημασία πόσο CaO MgO $Al_2O_3$ $Fe_2O_3$ και $SO_3$ περιέχεται στις τέφρες αλλά σε ποιες χημικές ενώσεις συμμετέχουν τα διάφορα οξείδια και ποιες είναι οι φυσικο-χημικές των ενώσεων [35].

## 1.2.5.5. Αποτελέσματα σταθεροποίησης με ιπτάμενη τέφρα

Μερικά αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα της σταθεροποίησης με ιπτάμενη τέφρα είναι τα παρακάτω:

Όρια Allamberg

Συνήθως με την προσθήκη ιπτάμενης τέφρας σε εδαφικό υλικό παρατηρείται αύξηση του ορίου πλαστικότητα με ταυτόχρονη μείωση του ορίου υδαρότητας.Ως συνέπεια αυτού έχουμε μείωση του δείκτη πλαστικότητας. Η μεταβολή του χαρακτήρα του εδαφικού υλικού οφείλεται στην προσθήκη της ιπτάμενης τέφρας ενός μη πλαστικού υλικού και με πιθανότητα μεγάλης περιεκτικότητα σε άσβεστο.Η αύξηση του ορίου πλαστικότητας υποδηλώνει ότι το υλικό βελτιώνεται διότι αυξάνει το όριο μετά το οποίο το υλικό αρχίζει να ζυμώνει. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από ανιστοιχες πειραματικές εργασίες τόσο με ιπτάμενης τέφρα Μεγαλοπόλεως όσο και Πτολεμαΐδας για την επίδραση της προσθήκης τέφρας στο εδαφικό υλικό παρουσιάζονται στον πίνακα 1.21: [34]

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.21: *ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΜΙΞΗΣ Ι.Τ. ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΕΩΣ ΣΤΑ ΟΡΙΑ ATTEMBERG***

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ | ΟΡΙΑ ATTEMBERG | | |
|---|---|---|---|
| | LL | PL | PI |
| 100% Άργιλος (Ίσιωμα Καρυών) | 56 | 18 | 38 |
| 75% Άργιλος+25%ΙΤ | 45 | 22 | 23 |
| 66% Άργιλος+33%ΙΤ | 42 | 23 | 19 |
| 60% Άργιλος+40%ΙΤ | 41 | 28 | 13 |
| 50% Άργιλος+50%ΙΤ | 41 | 31 | 10 |
| 100% Ορυκτό (Αργιλικός σχιστόλιθος) | 28 | 15 | 13 |
| 75% Ορυκτό +25% ΙΤ | Μη πλαστικό | | |
| Αμμοχάλικο Τριποτάμου | Μη πλαστικό | | |
| Ιπτάμενη Τέφρας Μεγαλοπόλεως | Μη πλαστικό | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.22: *ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΑΜΙΞΗΣ Ι.Τ.ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ ΣΤΑ ΟΡΙΑ ATTEMBERG***

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ | ΟΡΙΑ ATTEMBERG | | |
|---|---|---|---|
| | LL | PL | PI |
| Αμμοχάλικο Ορυχείου Ν. Πεδίου Ι | 24 | 16 | 8 |
| Αμμοχάλικο Ορυχείου Ν. Πεδίου ΙΙ | 32.4 | 20 | 12,4 |
| Καστανή Άργιλος | 44.6 | 17 | 27,6 |
| Ιπτάμενη Τέφρα Πτολεμαΐδας | Μη πλαστικό | | |

Μηχανικές αντοχές

Οι εργαστηριακές έρευνες που έχουν γίνει τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό έχουν δείξει αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα για την σταθεροποίηση αργιλικών εδαφών με την χρήση ιπτάμενης τέφρας. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα συνηγορούν στο ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη και η αντοχή σε κάμψη αυξάνονται σε σχέση με το ποσοστό χρησιμοποιούμενου σταθεροποιητού( ιπτάμενη τέφρα). Επιπλέον η αντοχή του σταθεροποιημένου υλικού αυξάνεται με το χρόνο . Μερικές έρευνες κυρίως στο εξωτερικό εξετάζουν την αντοχή ( κυρίως σε μονοαξονική θλίψη ) και μετά από ένα ή και δύο χρόνια από την κατασκευή των δοκιμίων.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των μιγμάτων ιπτάμενης τέφρας-εδάφους ή ιπτάμενης τέφρας –ασβέστου –εδάφους ( για χρησιμοποίηση Ι Τ με χαμηλό ποσοστό σε άσβεστο ) είναι η ικανότητα τους να "θεραπεύουν" , συγκολλούν της αναπτυσσόμενες ρωγμές μέσο ενός αυτογενούς μηχανισμού . Ο μηχανισμός αυτός δεν έχει διερευνηθεί ακόμα και πιθανολογείται ότι είναι αποτέλεσμα της συνεχιζόμενης ποζολανικής αντίδρασης . Το φαινόμενο αυτό εξαρτάται από πλήθος παραγόντων όπως :

1. Η ηλικία κατά την οποία θραύεται το σταθεροποιημένο υλικό
2. Ο βαθμός επαφής των θραυομένων επιφανειών
3. Οι συνθήκες συντήρησης
4. Η πιθανή διαθεσιμότητα του σταθεροποιητού
5. Οι συνθήκες υγρασίας

## 1.2.6. Ειδικές μέθοδοι σταθεροποίησης οδοστρωμάτων .

### 1.2.6.1. Γενικά

Εργαστηριακές μελέτες που είχαν σκοπό την αλλαγή των ιδιοτήτων του εδάφους και έρευνες για την αξιοποίηση βιομηχανικών απορριμμάτων οδήγησαν σε πολλές προτεινόμενες μεθόδους για την σταθεροποίηση των εδαφών .Προς το παρόν καμία δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις κλασσικές μεθόδους σταθεροποίησης . Οι ειδικές μέθοδοι σταθεροποίησης μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες :

1. **Χημικοί σταθεροποιητές** Τροποποιούν τις ιδιότητες του εδάφους ύστερα από την επίδραση υγρών και στερεών προσθέτων .

2. **Οι φυσικοί σταθεροποιητές**. Τροποποιούν τις ιδιότητες του εδάφους με την επίδραση θερμότητας ηλεκτρισμού.

3. **Μηχανικοί σταθεροποιητές** . Επιδιώκουν να βελτιώσουν το έδαφος με την χρησιμοποίηση άλλων υλικών(πλέγμα)

## 1.2.6.2. Χημικοί σταθεροποιητές

Οι χημικοί σταθεροποιητές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

1. Οργανικούς
2. Ανόργανους

Η δεύτερη κατηγορία βρίσκει μεγαλύτερη εφαρμογή και διακρίνεται στους αλκαλικούς συνδέτερους και όξινους .Οι αλκαλικοί και οι όξινοι τύποι σφε ·ουν την δράσ ; τους αρχικά στην προσβολή των συστατικών του εδάφους και μετέπειτα στην δημιουργία νέων και σταθέρων ορυκτών που ενισχύουν το έδαφος . Οι συνδέτεροι σταθεροποιητές δρουν προς την αλλαγή των ιδιοτήτων του εδάφους.

Χλωριούχο Νάτριο

Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι το φτηνό κόστος και η δραστικότητα του σε άλλους τύπους εδαφών .Βοηθάει στην συμπύκνωση παρέχοντας έτσι υψηλότερες πυκνότητες .Επιπλέον μειώνει την υδατοπερατότητα των διογκούμενων αργίλων .Το χλωριούχο νάτριο μειώνει το σημείο πήξης και αυξάνει το σημείο βρασμού βελτιώνοντας έτσι την αντίσταση του εδάφους στο παγετό Το βασικό μειονέκτημα της χρησιμοποίησης του ως σταθεροποιητού είναι η εύκολη και η ταχεία απόπλυση του από το έδαφος ύστερα από διαβροχή οπότε συχνή ανανέωση .

Φωσφορικό οξύ.

Η χρησιμοποίηση του συνεπάγεται υψηλό κόστος αφού οι ποσότητες που απαιτούνται είναι όμοιες με του τσιμέντου και της ασβέστου και η τιμή του πολύ μεγαλύτερη.
Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης Φωσφορικού οξέος είναι :

1. Η χλωριούχος άργιλος ή οποία είναι προβληματική κατά την επεξεργασία με τσιμέντο ή ασβέστο έχει ικανοποιητική συμπεριφορά με το Φωσφορικό οξύ.
2. Η αρχική δράση διασποράς του φωσφορικού ιόντος πάνω στις αργίλους αποτελεί σημαντικό βοήθημα για την συμπύκνωση του εδάφους .

Εκτός από το υψηλό κόστος της μεθόδους αυτής ,που μερικές φορές την απαγορευτική , η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε όξινα εδάφη και δεν επιδρά σε αλκαλικά σε ιλείς ή άμμους

Υδροξείδιο του Νατρίου.

Το βασικό πλεονέκτημα του μεθόδου αυτής είναι ότι το Υδροξείδιο του Νατρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα αφού αναμιχθεί με νερό και ότι βοηθάει σε μεγάλο βαθμό τη συμπύκνωση δίνο-

ντας υψηλότερες πυκνότητες με την ίδια ενέργεια συμπυκνώσεως . Η δράση του είναι αρκετά αποτελεσματική κυρίως με τους καολινίτες και μετά από μία αρχική περίοδο συντήρησης όπου εμφανίζονται χαμηλές αντοχές σημειώνεται σημαντική αύξηση στις αντοχές .Ένα σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η καυστικότητα του Υδροξειδίου του Νατρίου και η εύκολα και γρήγορα μετατρέπεται σε ανθρακικό άλας με την επίδραση του $CO_2$ της ατμόσφαιρας οπότε χάνεται η δραστικότητα του ..

Ρητίνες

Η χρησιμοποίηση των ρητινών αποσκοπεί κύρια στη στεγανότητα του εδάφους .Υπάρχουν όμως και ρητίνες που αυξάνουν την αντοχή του εδάφους .Η ποσότητα της ρητίνης που προστίθεται στο έδαφος εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους . Θεωρείται σαν βέλτιστη ποσότητα ρητίνης η από 1% έως 2% ενώ φαίνεται να είναι αποτελεσματική μόνο σε άξινα εδάφη . Ένα μειονέκτημα των φυσικών ρητινών είναι η προσβολή τους από μικροοργανισμούς που περιορίζει το χρόνο δράσης τους .

## 1.2.6.3. Φυσικοί σταθεροποιητές

Θερμική σταθεροποίηση

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην δυνατή θέρμανση των αργίλων οπότε μετατρέπονται σε πιο πλίνθους . Οι θερμοκρασίες που απαιτούνται φτάνουν τους 400°C ανάλογα με την φυσική δομή και την περιεχόμενη υγρασία του εδάφους . Φυσικά η επίτευξη τόσο υψηλών θερμοκρασιών απαιτεί μεγάλες ποσότητες καύσιμης ύλης . Το κόστος αυτών των ποσοτήτων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου. Η δράση της μεθόδου αυτής εντοπίζεται στην μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και του δείκτη πλαστικότητας

Σκλήρυνση με ηλεκτρισμό

Η μέθοδος της σκλήρυνσης με ηλεκτρισμό εφαρμόζεται σε περιοχές όπου υπάρχει ηλεκτρική ενέργεια με χαμηλό κόστος . Χρησιμοποιείται κύρια για βαθιά σταθεροποίηση σε αργίλους ιλύς οι οποίες βρίσκονται μέσα σε υδροφόρο ορίζοντα.

### 1.2.6.4. Μηχανικοί σταθεροποιητές

πλέγματα

Είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν είτε πλαστικά είτε μεταλλικά ώστε να περιορισθούν οι διαμηκικές δυνάμεις μέσα στο έδαφος. Το αποτέλεσμα τους εξαρτάται άμεσα από το μέτρο ελαστικότητας του πλέγματος.

Μεμβρανες και αφρώδη υλικά

Σκοπός της χρησιμοποίησης των μεμβρανών είναι να σταματήσουν την ροή του νερού μέσα στο έδαφος. Με τον τρόπο αυτό και αν επιτευχθεί ξηραθεί λαμβάνονται κάποιες σημαντικές αντοχές. Υπάρχουν βασικά προβλήματα στη χρήση των μεμβρανών όπως είναι η δυσκαμψία τους και η αντοχή τους. Οι λεπτές μεμβράνες και τα αφρώδη υλικά δεν αντέχουν σε υψηλές τάσεις και οποιαδήποτε ρωγμή μπορεί να καταστρέψει όλη την κατασκευή. Τα βασικά πλεονεκτήματα είναι ότι η εφαρμογή τους είναι πολύ εύκολη και είναι δυνατόν να σπομονώσουν μεγάλους όγκους εδάφους με μικρό κόστος.

## 1.3. Κατασκευή.

### 1.3.1 Γενικά

Η σταθεροποίηση με ιπτάμενη τέφρα φέρει κοινά σημεία στην κατασκευή της σταθεροποιημένης στρώσης με την σταθεροποίηση με τσιμέντο. Γενικά η κατασκευή περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

**Αρχική προετοιμασία**. Περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες :α) **Μόρφωση** της στέψης της υπόβασης. β) Εάν είναι αναγκαίο αναμόχλευση θρυμματισμό και προδιαβροχή του εδάφους. γ) Επαναμόρφωση της στέψης.

**Κυρίως εργασία**. Περιλαμβάνει τις ακόλουθες εργασίες : α) Διασπορά του σταθεροποιητού β) Ανάμιξη αρχικά εδάφους και σταθεροποιητού και μετέπειτα ήγματος με νερό γ) Συμπύκνωση δ) Διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας ε) Συντήρηση.

### 1.3.2. Μέθοδος επί τόπου αναμίξεως

Στην μέθοδο αυτή η ανάμιξη του εδαφικού υλικού και του σταθεροποιητού γίνεται επί τόπου. Οι εργασίες κατά σειρά διαδοχής είναι :

**Αρχικής προετοιμασίας .** Απομάκρυνση χλόης μεγάλων αντικειμένων (ριζών , λίθων , κορμών , οργανικών ουσιών ) και διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας της υπόβασης με ισοπέδωση στα υψόμετρα της μελέτης.

**Αναμόχλευση και θρυμματισμός του εδάφους .** Περιλαμβάνει αναμόχλευση του εδάφους μέχρι το απαιτούμενο βάθος και τον θρυμματισμό του σε βαθμό που να είναι κατάλληλο για την ανάμιξη του με το σταθεροποιητή . Μεγαλύτερο βάθος αναμόχλευσης έχει ως αποτέλεσμα μικρότερο ποσοστό ιπτάμενης τέφρας κατά ξηρό βάρος εδαφικό υλικού με αποτέλεσμα την ανάπτυξη μικρότερης φέρουσας ικανότητας από την προβλεπόμενη.. Ακολουθεί ισοπέδωση με το Grader για να έχουμε εν'ιο πάχος .

**Διασκορπισμός σταθεροποιητού.** Ο σταθεροποιητής πρέπει να διασκορπίζεται ομοιόμορφα και στις προκαθορισμένες ποσότητες . Ο διασκορπισμός γίνεται είτε μηχανικά οπότε έχουμε μεγαλύτερη ομοιομορφία και απόδοση είτε με τα χέρια .

**Ανάμιξη και προσθήκη νερού.** Με την εργασία αυτή πρέπει να εξασφαλίζεται η πλήρης και η ομοιόμορφη ανάμιξη των υλικών . Ενδεικτικό της παραπάνω απαίτησης είναι το ομοιόμορφο χρώμα σε όλο το ύψος της στρώσης και σε όλη την επιφάνεια .Το νερό πρέπει να προστίθεται ομοιόμορφα .Για αυτό χρησιμοποιούνται διανομείς με ακροφύσια και μετρητές νερού . Οι υδροφόρες πρέπει να κινούνται με σταθερή ταχύτητα .

**Συμπύκνωση** . Μετά τις παραπάνω εργασίες ακολουθεί η συμπύκνωση έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη ξηρή πυκνότητα .Τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι οδοστρωτήρες με ελαστικούς ή σιδερένιους τροχούς.Η συμπύκνωση συνδυάζεται με την διαμόρφωση της τελική επιφάνειας της στρώσης χωρίς ρωγμές εξογκώματα και ίχνη από τα κινηθέντα οχήματα.

**Συντήρηση .** Η τελική κατασκευή πρέπει να προστατευτεί κύρια από την απώλεια της υγρασίας που είναι απαραίτητη για την ενυδάτωση του σταθεροποιητή Για αυτό η επιφάνεια της στρώσης καλύπτεται για να διατηρεί την υγρασία του ( ασφαλτική επικάλυψη )

## 1.3.3. Κατασκευή σε σταθερή εγκατάσταση

Η μέθοδος αυτή διαφέρει με την προηγούμενη μόνο στο ότι το μίγμα εδάφους σταθεροποιητή και νερού προετοιμάζεται σε μία κεντρική μονάδα.Μετά τις απαιτούμενες εργαστηριακές δοκιμές το έδαφος και ο σταθεροποιητής αναμιγνύονται σε προκαθορισμένες αναλογίες μέσα σε κατάλληλους αναμικτήρες με παροχή καθορισμένης ποσότητας νερού και μετά το μίγμα μεταφέρεται στο έργο όπου διαστρώνεται και συμπυκνώνεται.Στην μέθοδο αυτή μπορούμε να έχουμε τέλειες αναλογίες των υλικών και μία ομοιομορφία του μίγματος . Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι υψηλό κόστος αγοράς της μονάδας και το κόστος μεταφοράς της από τοποθεσία σε τοποθεσία .

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## 2.1. Υλικά.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της μελέτης αυτής είναι :

1. **Έδαφος** . Χρησιμοποιήθηκαν δύο εδαφικά δείγματα από τις περιοχές Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και του κόμβου Θήβας (ΠΑΘΕ). Τα δύο αυτά εδαφικά δείγματα πήραν την ονομασία Άργιλος I και Άργιλος II αντίστοιχα. Τα εδαφικά αυτά δείγματα επιλέχθηκαν για τους εξής λόγους :
   - Επιλογή δύο εδαφικών υλικών με διαφορετικές ιδιότητες ( Όρια Attemberg κοκκομετρική ανάλυση κ.λ.π.)
   - Ανίχνευση και παρατήρηση των επιπτώσεων προσθήκης ιπτάμενης τέφρας σε δύο διαφορετικό εδάφή ( σύμφωνα με τα γνωστά συστήματα κατάταξης εδαφών).

2. ***Ιπτάμενη τέφρα.*** Η ιπτάμενη τέφρα που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη αυτή παράχθηκε στον "ΑΗΣ Καρδιάς" και αντιπροσωπεύει την παραγωγή τέφρας του σταθμού κατά την διάρκεια μίας τυπικής εβδομάδας από 16-7-1997 έως 23-7-1997 . Τα δείγματα τέφρας ανά ημέρα που συλλέχθηκαν αναμίχθηκαν καλά με την βοήθεια διαχωριστού και στο τέλος δημιουργήθηκε ένα υλικό που στο εξής θα καλείται ως τέφρα.

   Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της τέφρας αυτής είναι η υψηλή περιεκτικότητα σε άσβεστο .

   Η χημική σύσταση της τέφρας παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1

   Σημειώνεται επίσης ότι η ιπτάμενη τέφρα που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε υποστεί καμία περαιτέρω κατεργασία .

| ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Χημική ανάλυση ιπτάμενης τέφρας | |
|---|---|
| **ΟΞΕΙΔΙΟ** | **ΠΟΣΟΣΤΟ** |
| $SiO_2$ | 19,9 |
| $Fe_2O_3$ | 5,72 |
| MgO | 3,65 |
| CaO | 48,97 |
| $Na_2O$ | 0,26 |
| $K_2O$ | 0,45 |
| $Al_2O_3$ | 9,26 |
| $SO_3$ | 7,25 |
| Απώλεια πύρωσης : 3,01% | |
| Ελεύθερη Ασβέστος : 18,31% | |
| Φαινόμενο ειδικό βάρος : 0,5-0,7 gr/cm$^3$ | |

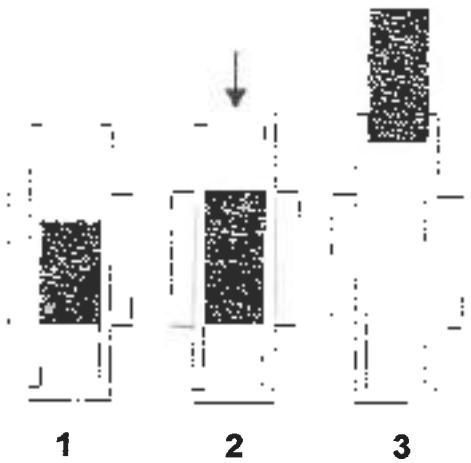
3. Υδράσβεστος ($Ca(OH)_2$ ) . Υδράσβεστος σε μορφή ξηρής κόνεως .
4. Τσιμέντο Π35( εμπορική ονομασία Π35 )
5. Νερό.

## 2.2. Παρασκευή – Συντήρηση δοκιμίων

Για την κατασκευή των δοκιμίων ( για την μονοαξονική θλίψη , συνδιαμετρική θλίψη C.B.R.) είναι απαραίτητη να ακολουθηθεί μία συγκεκριμένη διαδικασία για την επεξεργασία του εδαφικού υλικού και κατασκευή των δοκιμών . Η διαδικασία αυτή μπορεί να διακριθεί στα εξής στάδια:

1. Ξήρανση εδαφικού υλικού με την βοήθεια κλιβάνου.

2. Θρυμματισμός των δημιουργηθέντων συσσωματωμάτων.
3. Κοσκίνισμα του θραυσθέντος υλικού με το κόσκινο No 4 . Το συγκρατούμενο υλικό στο κόσκινο No 4 αποβάλλεται
4. Καθορισμός των αναγκαίων ποσοτήτων των υλικών ( έδαφος , πτάμενη τέφρα , τσιμέντο , υδράσβεστος , νερό )
5. Ξηρή ανάμιξη των υλικών (πτάμενη τέφρα , υδράσβεστος έδαφος )
6. Προσθήκη νερού.
7. Αναμονή 24-ωρών για την πρώτη χημική δράση της πτάμενης τέφρας μέσα στο μίγμα
8. Τελική ανάμιξη του μίγματος και σύνθλιψη ( με τα χέρια ) των σβώλων έτσι ώστε το δοκίμιο να έχει την προκαθορισμένη πυκνότητα.
9. Ζύγιση της αναγκαίας ποσότητας μίγματος
10. Εισαγωγή του μίγματος μέσα στον τύπο ( σχήμα 2.1 )
11. Συμπύκνωση με ηλεκτρόσφυρα ( σχήμα 2.1)
12. Εξαγωγή δοκιμίου από τον τύπο με την χρήση εξολκέα ( σχήμα 2.1)




1. Εισαγωγή ορισμένου βάρους μίγματος στον τύπο .
2. Συμπύκνωση μίγματος ( προκαθορισμένη πυκνότητα ).
3. Εξαγωγή μίγματος .

**Σχήμα 2.1:** Γραφική απεικόνιση κατασκευής δοκιμίων .

Τα δοκίμια κατασκευάστηκαν με την βέλτιστη υγρασία και την μέγιστη ξηρή πυκνότητα που υπολογίστηκαν με την δοκιμή Proctor . Έχουν προϋπολογισθεί όλες οι αναγκαίες ποσότητες των μιγμάτων για

την κατασκευή των δοκιμίων. Οι αναλογίες (των υλικών) που επιλέχθηκαν για να εξεταστούν για τις δύο αργίλους είναι :

1. Εδαφικό υλικό + 5% Ιπτάμενη τέφρα
2. Εδαφικό υλικό + 10% Ιπτάμενη τέφρα
3. Εδαφικό υλικό + 20% Ιπτάμενη τέφρα
4. Εδαφικό υλικό + 5% Ιπτάμενη τέφρα + 2% Τσιμέντο Π35
5. Εδαφικό υλικό + 5% Ιπτάμενη τέφρα + 4% Τσιμέντο Π35
6. Εδαφικό υλικό + 10% Ιπτάμενη τέφρα + 2% Τσιμέντο Π35
7. Εδαφικό υλικό + 10% Ιπτάμενη τέφρα + 4% Τσιμέντο Π35
8. Εδαφικό υλικό + 0,92% Υδράσβεστος ($Ca(OH)_2$)
9. Εδαφικό υλικό + 1,83% Υδράσβεστος ($Ca(OH)_2$)
10. Εδαφικό υλικό + 3,67% Υδράσβεστος ($Ca(OH)_2$)

Η συντήρηση των δοκιμίων έγινε με δύο φάσεις. Πρώτα με την περιτύλιξη τους με πλαστική μεμβράνη (μαγειρική) και έπειτα με την εισαγωγή των δοκιμίων μέσα στον θάλαμο συντηρήσεως όπου οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας είναι σταθερές (80-95% και 20-23 °C).

Για τον έλεγχο της αντοχής των δοκιμίων και την μεταβολή της με το χρόνο επιλέχθηκαν οι 7, 28 και οι 90 ημέρες. Το ανώτερο όριο των 90 ημερών επιλέχθηκε διότι στο χρόνο αναμένετε να έχει συντελεστεί στο μεγαλύτερο ποσοστό η χημική δραστηριότητα που αναπτύσσεται μέσα στο μίγμα λόγω της ποζολανικής αντίδρασης και της ύπαρξης ασβέστου. Τα χρονικά αυτά όρια αρχίζουν ευθύς αμέσως μετά την ανάμιξη του μίγματος εδάφους-ιπτάμενης τέφρας με το νερό.

## 2.2. Εργαστηριακά αποτελέσματα ειδικού βάρους

Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για την εύρεση του ειδικού βάρους λεπτόκοκκου υλικού για τα δύο εδαφικά δείγματα (Πολυτεχνειούπολης, Θήβας) παρουσιάζονται στον πίνακα 2.2 και πίνακα 2.3. Η διαδικασία εύρεσης του ειδικού βάρους παρουσιάζεται στο παράρτημα Α

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2:** *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι (18°C)*

| ΦΙΑΛΗ | ΑΠΟΒΑΡΟ | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΒΑΡΟΣ $H_2O$+ΕΔΑΦΟΣ | ΒΑΡΟΣ $H_2O$ | ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ $T_x$ | ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ $T_{20}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 65,75 | 26,07 | 265,41 | 249,00 | 2,698 | 2,696 |
| ΕΜΠ 1 | 65,68 | 25,88 | 351,02 | 334,77 | 2,687 | 2,688 |
| ΕΜΠ 2 | 65,82 | 25,90 | 352,08 | 335,76 | 2,703 | 2,702 |
| | | | | | ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ : | 2,695 |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2:** *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΑΡΓΙΛΟΥ II (18°C)*

| ΦΙΑΛΗ | ΑΠΟΒΑΡΟ | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΒΑΡΟΣ $H_2O$+ΕΔΑΦΟΣ | ΒΑΡΟΣ $H_2O$ | ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ $T_T$ | ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ $T_{20}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 85.55 | 25.84 | 351.24 | 335.38 | 2.589 | 2.590 |
| 2 | 85.16 | 25.13 | 350.98 | 335.49 | 2.608 | 2.607 |
| 3 | 84.88 | 25.50 | 350.09 | 334.27 | 2.634 | 2.635 |
| | | | | | ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ : | 2,611 |

## 2.3. Εργαστηριακά αποτελέσματα ορίων ATTEMBERG

### 2.3.1.Όρια ATTEMBERG εδαφικών δειγμάτων

Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για την εύρεση των ορίων Attemberg για τα δύο εδαφικά δείγματα (Πολυτεχνειούπολης ,Θήβας ) παρουσιάζονται στους πίνακες 2.4 ,2.5,2.6,2.7 . Η μέθοδος προσδιορισμού των ορίων Attemberg παρουσιάζεται αναλυτικά στο παράρτημα Β

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4 :** *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ*

| ΔΟΚΙΜΙΟ | ΑΠΟΒΑΡΟ (g) | ΜΕΙΚΤΟ ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΜΕΙΚΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΝΕΡΟ (g) | ΥΓΡΑΣΙΑ % | ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΤΑΣ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 96 | 14,04 | 18,78 | 17,97 | 4,74 | 3,93 | 0,81 | 20,61 | 20,61 |
| 20 | 14,52 | 19,59 | 18,75 | 5,07 | 4,23 | 0,84 | 19,86 | 19,86 |
| 93 | 14,03 | 19,52 | 18,67 | 5,09 | 4,240 | 0,85 | 20,05 | 20,05 |
| | | | | | | | Μ.Τ.: 20,17 | |
| | | | | | | | PL : 20 | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6 :** *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ*

| ΔΟΚΙΜΙΟ | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΥΠΩΝ | ΒΑΡΟΣ ΥΠΧΕΑ | ΜΕΙΚΤΟ ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΜΕΙΚΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΝΕΡΟ | ΥΓΡΑΣΙΑ | ΠΕΡΙΟΧΗ | ΟΡΙΟ ΥΔ/ΤΑΣ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 19 | 14.75 | 38.70 | 32.10 | 23.94 | 17.34 | 6.60 | 38.08 | 15-25 | 38.82 |
| 74 | 34 | 14.40 | 40.72 | 33.59 | 28.32 | 19.19 | 7.13 | 37.15 | 25-35 | 38.58 |
| 65 | 22 | 14.23 | 40.05 | 32.76 | 25.82 | 18.53 | 7.29 | 39.34 | 30-30 | 38.74 |
| | | | | | | | | | M.T: 38.04 | |
| | | | | | | | | | P.L.: 38 | |

***ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ***

P.I.=L.L-P.L⇒ P.I.=38-20=18⇒P.I.=18

**ΑΡΓΙΛΟΣ ΙΙ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6 :** *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ*

| ΔΟΚΙΜΙΟ | ΑΠΟΒΑΡΟ (g) | ΜΕΙΚΤΟ ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΜΕΙΚΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ (g) | ΝΕΡΟ (g) | ΥΓΡΑΣΙΑ % | ΟΡΙΟ ΠΛΑΣ/ΤΑΣ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T4 | 44,82 | 47.87 | 47,29 | 3.05 | 2.47 | 0,58 | 23.48 | 23,48 |
| T5 | 45,48 | 46.85 | 46,61 | 1.37 | 1,13 | 0,24 | 21,24 | 21.24 |
| T6 | 43,68 | 47,54 | 46,80 | 3.86 | 3,12 | 0.74 | 23.72 | 23.72 |
| T7 | 43.01 | 45,42 | 45.76 | 3,41 | 2.75 | 0,66 | 24.00 | 24,00 |
| | | | | | | | M.T. 23,11 | |
| | | | | | | | P.L. 23 | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7 :** *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ*

| ΔΟΚΙΜΙΟ | ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΥΠΩΝ | ΒΑΡΟΣ ΥΠΧΕΑ | ΜΕΙΚΤΟ ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΜΕΙΚΤΟ ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΝΕΡΟ | ΥΓΡΑΣΙΑ | ΠΕΡΙΟΧΗ | ΟΡΙΟ ΥΔ/ΤΑΣ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 17 | 42,63 | 74,07 | 63,25 | 31,44 | 20,62 | 10,82 | 52,47 | 15-25 | 50,08 |
| T2 | 28 | 43,42 | 74.20 | 63,60 | 30,78 | 20,18 | 10,60 | 52,53 | 25-35 | 53,25 |
| T3 | 35 | 44,42 | 80,00 | 67,48 | 36,69 | 23,04 | 12,54 | 54,43 | 30-30 | 58,69 |
| | | | | | | | | | M.T: 53,34 | |
| | | | | | | | | | P.L. 53 | |

*ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ*

P.I.=L.L.-P.L ⇒ P.I.=53-23=30⇒P.I.=30

## 2.3.1.Όρια ATTEMBERG των μιγμάτων των αργίλων μετά την προσθήκη ιπτάμενης τέφρας.

Εκτός των δοκιμίων προσδιορισμού των ορίων Attemberg στα δείγματα στην φυσική τους κατάσταση έγιναν και δοκιμές με την προσθήκη ιπτάμενης τέφρας στις δύο αργίλους με περιεχόμενα ποσοστά 5 ,10 και 20% και μελέτησαν τις δύο πλαστικές αργίλους ( Αργιλος I και Αργιλος II ) κατά την διάρκεια 24 ωρών σε μη πλαστικά εδαφικά υλικά .

## 2.4. Εργαστηριακά αποτελέσματα κοκκομετρικής αναλύσεως

Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για την κοκκομετρική ανάλυση για τα δύο εδαφικά δείγματα (Πολυτεχνειούπολης ,Θήβας ) παρουσιάζονται στους πίνακες 2.8 & 2.9 και στα διαγράμματα 2.1 & 2.2. Η περιγραφή των μεθόδων κοκκομετρικής αναλύσεως εδαφικού υλικού παρουσιάζεται στο παράρτημα Γ.

Από τις κοκκομετρικές αναλύσεις των δύο υλικών προκύπτει ότι το εδαφικό υλικό " Αργιλος II " έχει λεπτότερη διαβάθμιση σε σχέση με το εδαφικό υλικό " Αργιλος I " τόσο σε μακροσκοπική ( ξηρή μέθοδος ) όσο και σε μικροσκοπική κλίμακα (κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο ).

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6:** *ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ*

| T Min. | ΜΕΤΡΗ-ΣΗ | η Poises | L cm | G gr/cm^3 | G1 gr/cm^3 | Θ oC | d mm | KL | KG | Kη | d' mm | a | ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ | W gr | R | P % | P(συγ.) % | P' % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.25 | 34.5 | 0.01006 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.1142 | 0.81 | 0.99 | 0.950 | 0.0867 | 0.99 | -5.6 | 50 | 29 | 57.26 | 25.95 | 42.42 |
| 0.50 | 32.6 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0808 | 0.82 | 0.99 | 0.950 | 0.0622 | 0.99 | -5.6 | 50 | 27 | 53.32 | 25.95 | 39.48 |
| 0.75 | 31 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0660 | 0.83 | 0.99 | 0.950 | 0.0513 | 0.99 | -5.6 | 50 | 25 | 50.34 | 25.95 | 37.28 |
| 1.00 | 30 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0571 | 0.84 | 0.99 | 0.950 | 0.0447 | 0.99 | -5.6 | 50 | 24 | 48.38 | 25.95 | 35.81 |
| 2.00 | 26 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0404 | 0.86 | 0.99 | 0.950 | 0.0325 | 0.99 | -5.6 | 50 | 20 | 40.43 | 25.95 | 29.94 |
| 5.00 | 24 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0255 | 0.87 | 0.99 | 0.950 | 0.0209 | 0.99 | -5.6 | 50 | 18 | 36.47 | 25.95 | 27.01 |
| 15.00 | 23 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0147 | 0.88 | 0.99 | 0.950 | 0.0121 | 0.99 | -5.6 | 50 | 17 | 34.49 | 25.95 | 25.54 |
| 30.00 | 21 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0104 | 0.89 | 0.99 | 0.950 | 0.0087 | 0.99 | -5.6 | 50 | 15 | 30.52 | 25.95 | 22.60 |
| 60.00 | 19 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0074 | 0.9 | 0.99 | 0.950 | 0.0062 | 0.99 | -5.6 | 50 | 13 | 26.56 | 25.95 | 19.67 |
| 240.00 | 16 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 23.5 | 0.0037 | 0.92 | 0.99 | 0.950 | 0.0032 | 0.99 | -5.6 | 50 | 10 | 20.61 | 25.95 | 15.26 |

T : Χρόνος περιόδου καθίζησεως (min.).

η : Ο συντελεστής ιξώδους στους 20α C ( Poises).

L : Η απόσταση που διαγρέχουν οι κόκκοι .

G : Ειδικό βάρος των κόκκων του εδάφους.

G1 : Ειδικό βάρος του μέσου διασποράς

Θ : Θερμοκρασία

d : Η μέγιστη διάμετρος των κόκκων

KL : Συντελεστής διορθώσεως για την ανύψωση του πυκνομέτρου εντός του αιωρήματος.

KG : Συντελεστής διορθώσεως για την μεταβολή του ειδικού βάρους.

Kη : Συντελεστής διορθώσεως για την μεταβολή του ιξώδους του μέσου διασποράς.

d' : Διορθωμένη διάμετρος κόκκων .

a : Σταθερά που εξαρτάται από την πυκνότητα του αιωρήματος.

W : Βάρος ξηρού δείγματος

R : Διορθωμένη ένδειξη του υδρόμετρου.

P : Ποσοστό του αρχικού δείγματος εδάφους που αναμίχθηκε και παραμένει ως αιώρημα

P(συγ.) : Ποσοστό συγκρατούμενο επί του κοσκίνου Νο 10

P' : Ποσοστό επί του ολικού δείγματος εδάφους

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.9:** *ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ*

| T min | ΜΕΤΡΗΣΗ | n Poises | L cm. | G gr/cm^3 | G1 gr/cm^3 | Θ oC | d mm. | KL | KG | Kn | d' mm. | a | ΔΙΟΡΘΩΣΗ | W gr. | R | P % | P(συγ.) % | P' % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.25 | 43 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.1142 | 0.759 | 1.013 | 0.962 | 0.0844 | 0.991 | -5.95 | 50 | 37 | 73.43 | 2.53 | 71.58 |
| 0.50 | 42 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0808 | 0.764 | 1.013 | 0.962 | 0.0601 | 0.991 | -5.95 | 50 | 36 | 71.45 | 2.53 | 69.64 |
| 0.75 | 42 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0660 | 0.764 | 1.013 | 0.962 | 0.0491 | 0.991 | -5.95 | 50 | 36 | 71.45 | 2.53 | 69.64 |
| 1.00 | 41 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0571 | 0.770 | 1.013 | 0.962 | 0.0429 | 0.991 | -5.95 | 50 | 35 | 69.47 | 2.53 | 67.71 |
| 2.00 | 40 | 0.01005 | 17.6 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0404 | 0.778 | 1.013 | 0.962 | 0.0306 | 0.991 | -5.95 | 50 | 34 | 67.49 | 2.53 | 65.78 |
| 5.00 | 40 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0255 | 0.778 | 1.013 | 0.962 | 0.0194 | 0.991 | -5.95 | 50 | 34 | 67.49 | 2.53 | 65.78 |
| 15.00 | 39.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0147 | 0.776 | 1.013 | 0.962 | 0.0112 | 0.991 | -5.95 | 50 | 34 | 68.50 | 2.53 | 64.81 |
| 30.00 | 36.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0104 | 0.797 | 1.013 | 0.962 | 0.0081 | 0.991 | -5.95 | 50 | 31 | 60.55 | 2.53 | 59.02 |
| 60.00 | 33.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0074 | 0.817 | 1.013 | 0.962 | 0.0059 | 0.991 | -5.95 | 50 | 28 | 54.60 | 2.53 | 53.22 |
| 120.00 | 30.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0052 | 0.834 | 1.013 | 0.962 | 0.0042 | 0.991 | -5.95 | 50 | 25 | 48.66 | 2.53 | 47.43 |
| 180.00 | 28.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0043 | 0.852 | 1.013 | 0.962 | 0.0035 | 0.991 | -5.95 | 50 | 23 | 44.69 | 2.53 | 43.58 |
| 240.00 | 27.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0037 | 0.859 | 1.013 | 0.962 | 0.0031 | 0.991 | -5.95 | 50 | 22 | 42.71 | 2.53 | 41.63 |
| 300.00 | 26.5 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0033 | 0.882 | 1.013 | 0.962 | 0.0028 | 0.991 | -5.95 | 50 | 21 | 40.73 | 2.53 | 39.70 |
| 1440.00 | 21 | 0.01005 | 17.5 | 2.65 | 1.00 | 22.5 | 0.0015 | 0.890 | 1.013 | 0.962 | 0.0013 | 0.991 | -5.95 | 50 | 15 | 29.83 | 2.53 | 29.07 |

T : Χρόνος περιόδου καθίζησης (min.)

n : Ο συντελεστής ιξώδους στους 20o C ( Poises).

L : Η απόσταση που διατρέχουν οι κόκκοι

G : Ειδικό βάρος των κόκκων του εδάφους.

G1 : Ειδικό βάρος του μέσου διασποράς.

Θ : Θερμοκρασία.

d : Η μέγιστη διάμετρος των κόκκων .

KL : Συντελεστής διορθώσεως για την ανύψωση του πυκνομέτρου εντός του φορήματος.

KG : Συντελεστής διορθώσεως για την μεταβολή του ειδικού βάρους.

Kn : Συντελεστής διορθώσεως για την μεταβολή του ιξώδους του μέσου διασποράς.

d' : Διορθωμένη διάμετρος κόκκων .

a : Σταθερά που εξαρτάται από την πυκνότητα του φορήματος

W : Βάρος ξηρού δείγματος

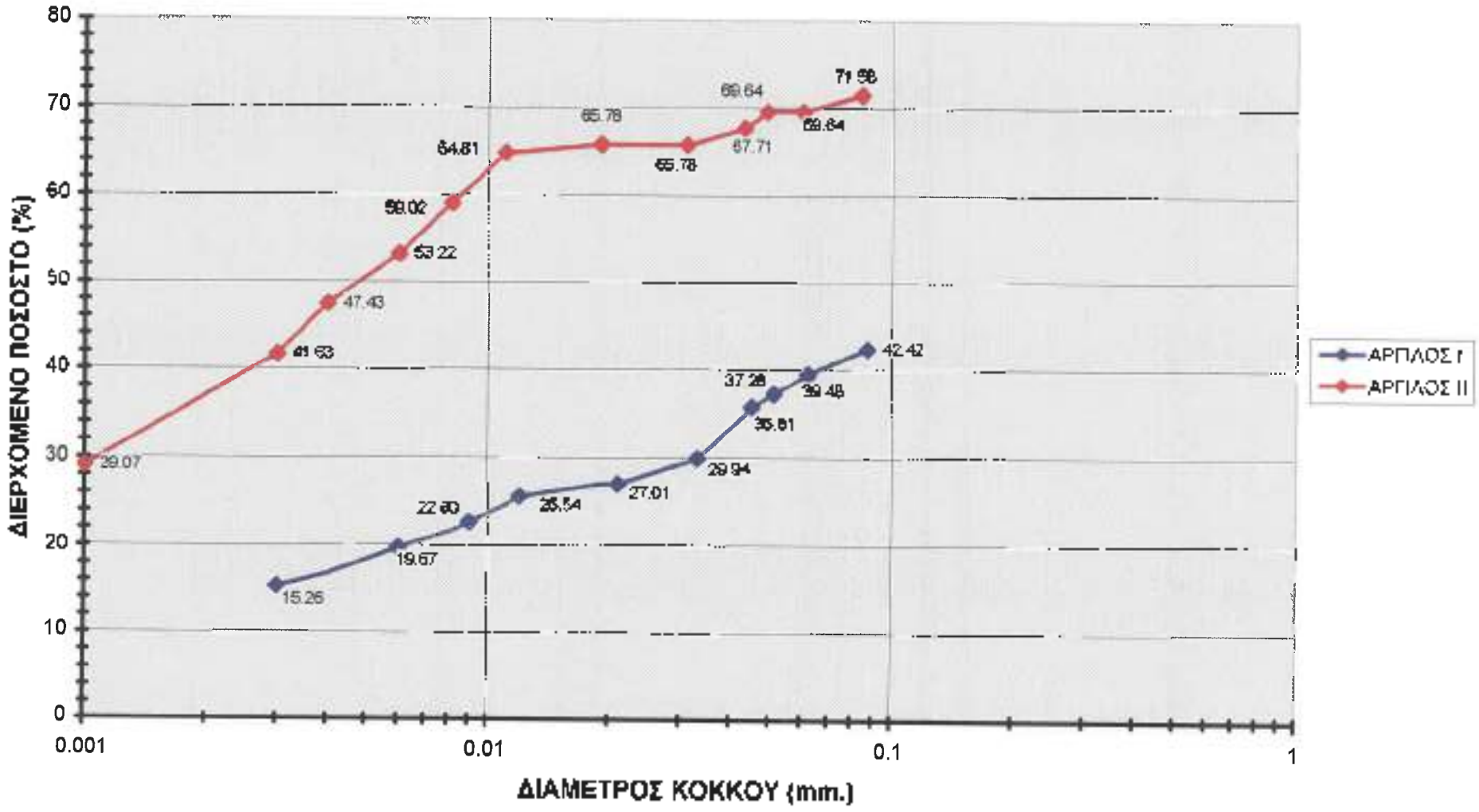
R : Διορθωμένη ένδειξη του υδρομέτρου.

P : Ποσοστό του αρχικού δείγματος εδάφους που ανακιχθήκε και παραμένει ως φόρημα

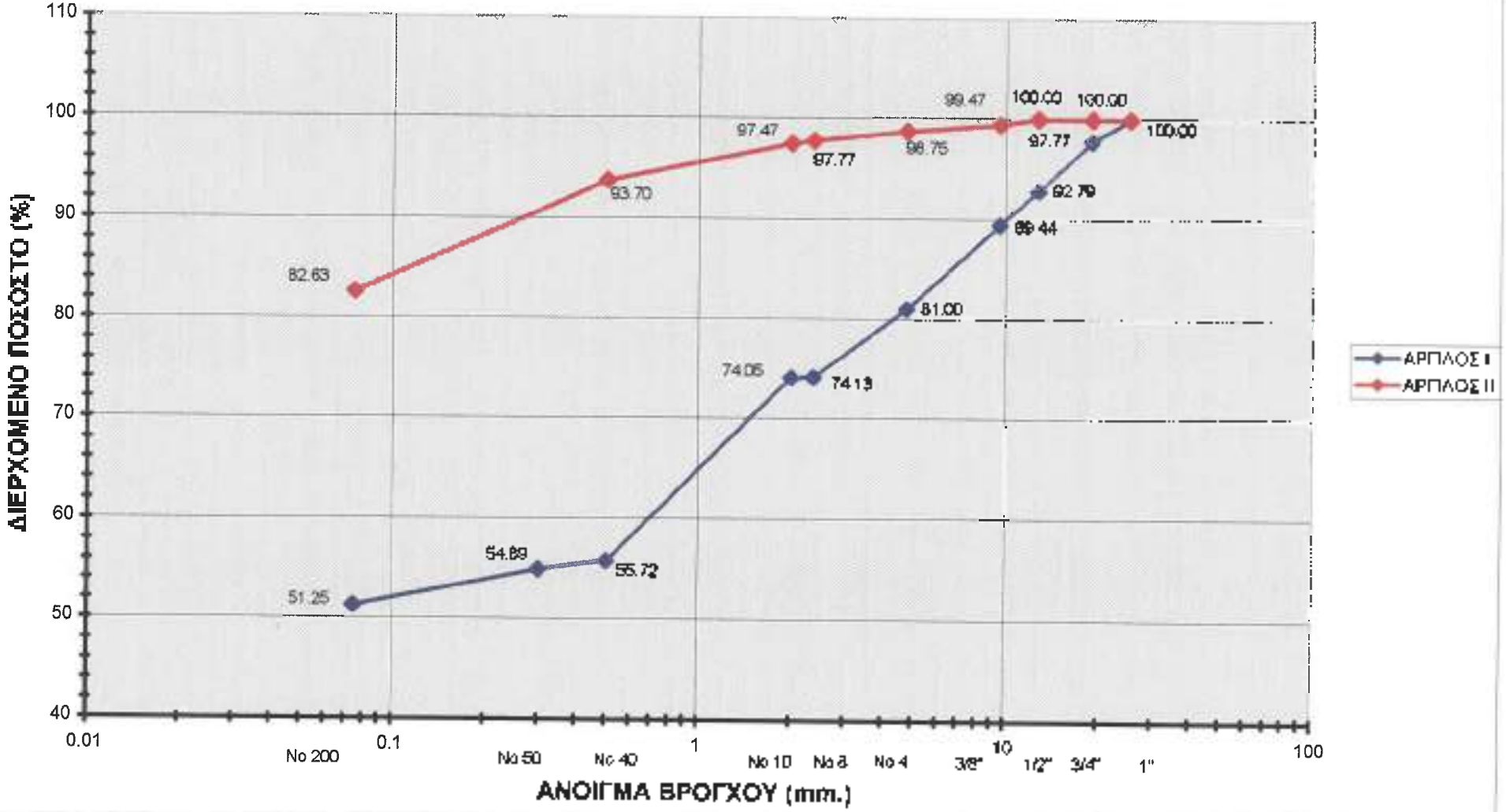
P(συγ.) : Ποσοστό συγκριτούμενο επί του κοσκινού Νο 10

P' : Ποσοστό επί του ολικού δείγματος εδάφους.

## ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΛΕΠΤΟΚΚΟΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ



# ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ



## 2.5. Κατάταξη εδαφικών δειγμάτων .

Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για την κατάταξη των δύο εδαφικών δειγμάτων ανά σύστημα κατάξης παρουσιάζονται στους πίνακες 2.10 2.11 2.12 .

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.10:** ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ

| ΔΕΙΓΜΑ | ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚ-ΚΟΥ | MIT | BUREAU OF SOILS | ATTEMBERG |
|---|---|---|---|---|
| ΑΡΓΙΛΟΣ I | 0,0032 | ΙΛΥΣ | ΑΡΓΙΛΟΣ | ΙΛΥΣ |
| ΑΡΓΙΛΟΣ II | 0,0013 | ΑΡΓΙΛΟΣ | ΑΡΓΙΛΟΣ | ΑΡΓΙΛΟΣ |

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΤΑ AASHTO

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.11:** ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ AASHTO

| ΔΕΙΓΜΑ | PL | LL | ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΣΚΙΝΟ No200 | GI | ΟΜΑΔΑ |
|---|---|---|---|---|---|
| ΑΡΓΙΛΟΣ I | 20 | 38 | 51,25 | 3 | A-7-6 |
| ΑΡΓΙΛΟΣ II | 23 | 53 | 82,63 | 10 | A-7-5 |

ΕΝΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ

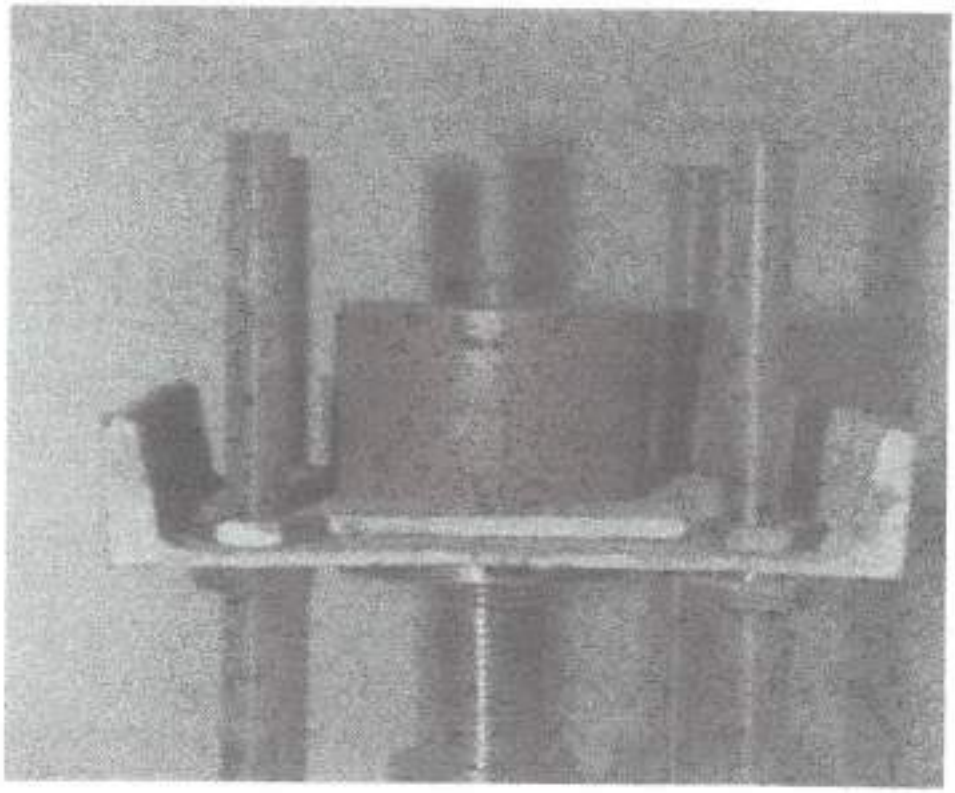
**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.12:** ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΝΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΕΔΑΦΩΝ

| ΔΕΙΓΜΑ | PL | LL | PI | ΟΜΑΔΑ | ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ |
|---|---|---|---|---|---|
| ΑΡΓΙΛΟΣ I | 20 | 38 | 18 | CL | ΑΜΜΩΔΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ |
| ΑΡΓΙΛΟΣ II | 23 | 53 | 30 | CH | ΠΑΧΕΙΑ ΑΡΓΙΛΟΣ |

## 2.6. Δοκιμή Proctor – Βέλτιστη υγρασία – Ξηρή πυκνότητα

Τα αποτελέσματα της δοκιμής Proctor για την Άργιλο I παρουσιάζονται στους πίνακες 2.13 2.14 2.15 , 2.16 , 2.17 , 2.18 ,2.19 , 2 20 και στα διαγράμματα 2.3 , 2 4 ενώ για την Άργιλο II στους πίνακες 2.21 2.22 2.23 , 2.24 , 2.25 , 2.26 ,2.27 , 2.28 και στα διαγράμματα 2.4 ,2.5ενώ η περιγραφή της μεθόδου και η διαδικασία των υπολογισμών παρουσιάζονται στο παράρτημα Δ.

**ΣΧΗΜΑ 2.2 :** Δοκιμή PROCTOR.



**ΣΧΗΜΑ 2.3 :** Δοκιμή PROCTOR

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.13 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 0% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ. 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑΣ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 49 | 55 | 17.60 | 17.10 | 192.00 | 179.00 | 173.50 | 163.00 | 18.50 | 16.00 | 10.66 | 9.82 | 10.24 |
| 12 | 28 | 71 | 16.90 | 16.90 | 174.00 | 162.00 | 155.70 | 144.80 | 18.30 | 17.20 | 11.75 | 11.88 | 11.82 |
| 13 | 93 | 43 | 17.24 | 17.80 | 241.00 | 203.00 | 213.50 | 179.50 | 27.50 | 23.50 | 12.88 | 13.09 | 12.99 |
| 14 | 21 | 64 | 17.70 | 16.50 | 189.00 | 182.00 | 166.25 | 142.08 | 22.75 | 19.92 | 13.68 | 14.02 | 13.85 |
| 15 | 58 | 81 | 16.90 | 17.30 | 217.00 | 221.50 | 189.50 | 196.00 | 27.50 | 25.50 | 14.51 | 13.01 | 13.76 |
| 16 | 43 | 103 | 17.80 | 17.30 | 218.00 | 188.00 | 185.50 | 162.50 | 32.50 | 25.50 | 17.52 | 16.31 | 16.91 |
| 17 | 58 | 32 | 16.90 | 17.50 | 205.00 | 227.00 | 174.60 | 193.50 | 30.50 | 33.50 | 17.48 | 17.31 | 17.40 |
| 18 | 105 | 104 | 16.80 | 17.30 | 216.00 | 210.00 | 184.50 | 178.50 | 31.50 | 31.50 | 17.07 | 17.65 | 17.36 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.14 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 5% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑΣ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 56 | 31 | 17.70 | 17 30 | 158.00 | 165 00 | 142.00 | 150.00 | 14 00 | 15.00 | 9.86 | 10.00 | 9.93 |
| 12 | 78 | 100 | 16.60 | 17.60 | 161.00 | 163 00 | 146.50 | 146 50 | 14.50 | 16.50 | 9.90 | 11.26 | 10 58 |
| 14 | 97 | 88 | 17.10 | 16.82 | 154.00 | 181.00 | 138 50 | 160 50 | 17.50 | 20 60 | 12.82 | 12.77 | 12 80 |
| 16 | 81 | 98 | 17.30 | 17 50 | 170 00 | 174 00 | 148 00 | 151.50 | 22.00 | 22.50 | 14.86 | 14,85 | 14.86 |
| 17 | 56 | 100 | 17 70 | 17 60 | 204.00 | 170 50 | 177 50 | 148.50 | 26.50 | 22.00 | 14,93 | 14.81 | 14.87 |
| 18 | 41 | 79 | 16.80 | 16.60 | 188,50 | 188.10 | 167 50 | 157.00 | 31.00 | 29 10 | 18.51 | 18.54 | 18,52 |
| 19 | 104 | 49 | 17.30 | 17 60 | 176.50 | 199.50 | 151 00 | 170.50 | 25.50 | 29 00 | 16.89 | 17 01 | 16.95 |
| 20 | 90 | 93 | 17 01 | 17.24 | 145.00 | 180.00 | 123 50 | 152.50 | 21.50 | 27.50 | 17.41 | 18.03 | 17.72 |
| 22 | 36 | 102 | 17 90 | 17.80 | 137.00 | 156.00 | 114 50 | 130.00 | 22 50 | 26.00 | 19 65 | 20 00 | 19.83 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.15 :PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 10% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑΣ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 90 | 49 | 17.01 | 17.60 | 197.50 | 180.50 | 176.50 | 160.50 | 22.00 | 20.00 | 12.54 | 12.46 | 12.50 |
| 16 | 81 | 41 | 17.30 | 16.80 | 170.50 | 204.50 | 149.00 | 177.50 | 21.50 | 27.00 | 14.43 | 15.21 | 14.82 |
| 18 | 55 | 38 | 17.10 | 17.90 | 187.00 | 195.50 | 161.00 | 168.50 | 26.00 | 27.00 | 16.15 | 16.02 | 16.09 |
| 20 | 58 | 43 | 16.90 | 17.30 | 206.50 | 187.00 | 175.00 | 158.50 | 31.50 | 28.50 | 18.00 | 17.98 | 17.99 |
| 22 | 93 | 100 | 17.24 | 17.50 | 170.00 | 171.00 | 142.00 | 143.00 | 28.00 | 28.00 | 19.72 | 19.58 | 19.65 |
| 23 | 58 | 104 | 17.70 | 17.30 | 191.50 | 179.00 | 159.50 | 149.00 | 32.00 | 30.00 | 20.06 | 20.13 | 20.10 |
| 24 | 98 | 78 | 18.60 | 17.30 | 198.50 | 201.00 | 163.50 | 165.50 | 35.00 | 35.50 | 21.41 | 21.45 | 21.43 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.16 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 20% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΠΑΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ 1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑΣ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 98 | 55 | 17 50 | 17 10 | 155.00 | 167.50 | 137.35 | 148.92 | 17.65 | 18.58 | 12 85 | 12 48 | 12 66 |
| 20 | 104 | 93 | 17 30 | 17 24 | 204 00 | 203.50 | 175 27 | 174.90 | 28.73 | 28.60 | 16.39 | 16 35 | 16.37 |
| 22 | 90 | 78 | 17 01 | 16 60 | 178 00 | 178.50 | 151 01 | 152.11 | 26.99 | 27.39 | 17.87 | 18.01 | 17.94 |
| 24 | 36 | 81 | 17 90 | 17 30 | 183.00 | 200 50 | 153 38 | 167.98 | 31.50 | 32.52 | 20.54 | 19.36 | 19.95 |
| 25 | 41 | 59 | 16 60 | 16 90 | 205.50 | 212 50 | 169 82 | 176.05 | 35.68 | 36 45 | 21.01 | 20.70 | 20.86 |
| 26 | 58 | 43 | 17 70 | 17 80 | 184.00 | 206.00 | 150 91 | 169.09 | 33.09 | 36 91 | 21 93 | 21 83 | 21.88 |
| 27 | 49 | 100 | 17 80 | 17 60 | 165.00 | 179.00 | 134 61 | 146.56 | 30.39 | 33 44 | 22 58 | 22 97 | 22.77 |
| | | | | | | | | | | | | | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.17 : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΓΙΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 0% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΕΝΣ (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. (gr) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (cm^3) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. (gr) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 300.00 | 10.24 | 6153.00 | 4375.00 | 1778.00 | 952.00 | 1612.84 | 1867.65 | 1694.16 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 12.00 | 360.00 | 11.82 | 6289.00 | 4375.00 | 1914.00 | 952.00 | 1711.68 | 2010.50 | 1797.98 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 13.00 | 390.00 | 12.99 | 6340.00 | 4375.00 | 1965.00 | 952.00 | 1739.09 | 2064.08 | 1826.78 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 14.00 | 420.00 | 13.85 | 6365.00 | 4375.00 | 1990.00 | 952.00 | 1747.91 | 2080.34 | 1836.04 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 450.00 | 13.76 | 6375.00 | 4375.00 | 2000.00 | 952.00 | 1758.09 | 2100.84 | 1846.73 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 16.00 | 480.00 | 16.91 | 6335.00 | 4375.00 | 1960.00 | 952.00 | 1676.50 | 2058.82 | 1761.03 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 17.00 | 510.00 | 17.40 | 6338.00 | 4375.00 | 1961.00 | 952.00 | 1670.36 | 2059.87 | 1754.58 |
| 3000.00 | 0.00 | 0.00 | 18.00 | 540.00 | 17.36 | 6308.00 | 4375.00 | 1931.00 | 952.00 | 1645.36 | 2028.38 | 1728.32 |
| | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.18 :** PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΓΙΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΠΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 5% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΠΛΟΥ

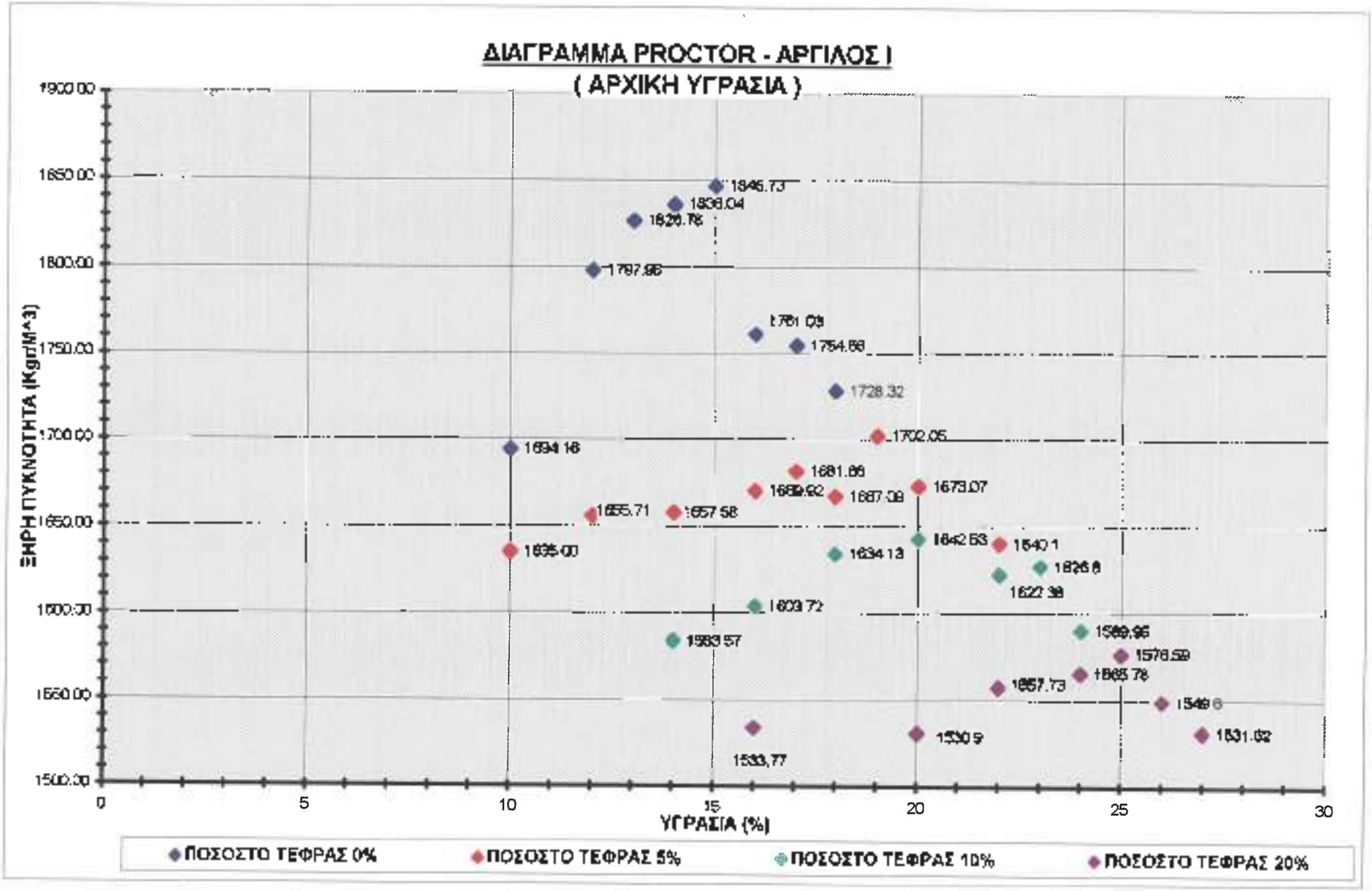
| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. (gr) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (cm^3) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. (gr) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 10.00 | 315.00 | 9.93 | 6087.00 | 4375.00 | 1712.00 | 952.00 | 1557.35 | 1799.32 | 1635.68 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 12.00 | 378.00 | 10.58 | 6118.00 | 4375.00 | 1743.00 | 952.00 | 1576.23 | 1830.88 | 1655.71 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 14.00 | 441.00 | 12.80 | 6155.00 | 4375.00 | 1780.00 | 952.00 | 1578.01 | 1869.75 | 1657.58 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 16.00 | 504.00 | 14.86 | 6201.00 | 4375.00 | 1826.00 | 952.00 | 1589.76 | 1918.07 | 1669.92 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 17.00 | 536.00 | 14.87 | 6214.00 | 4375.00 | 1839.00 | 952.00 | 1600.94 | 1931.72 | 1681.66 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 18.00 | 567.00 | 16.52 | 6256.00 | 4375.00 | 1881.00 | 952.00 | 1587.07 | 1975.84 | 1667.09 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 19.00 | 599.00 | 16.95 | 6270.00 | 4375.00 | 1895.00 | 952.00 | 1620.35 | 1990.55 | 1702.05 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 20.00 | 630.00 | 17.72 | 6250.00 | 4375.00 | 1875.00 | 952.00 | 1592.76 | 1969.54 | 1673.07 |
| 3000.00 | 5.00 | 150.00 | 22.00 | 693.00 | 19.83 | 6246.00 | 4375.00 | 1871.00 | 952.00 | 1561.38 | 1965.34 | 1640.10 |
| | | | | | | | | | | | | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.19 : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΠΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 10% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

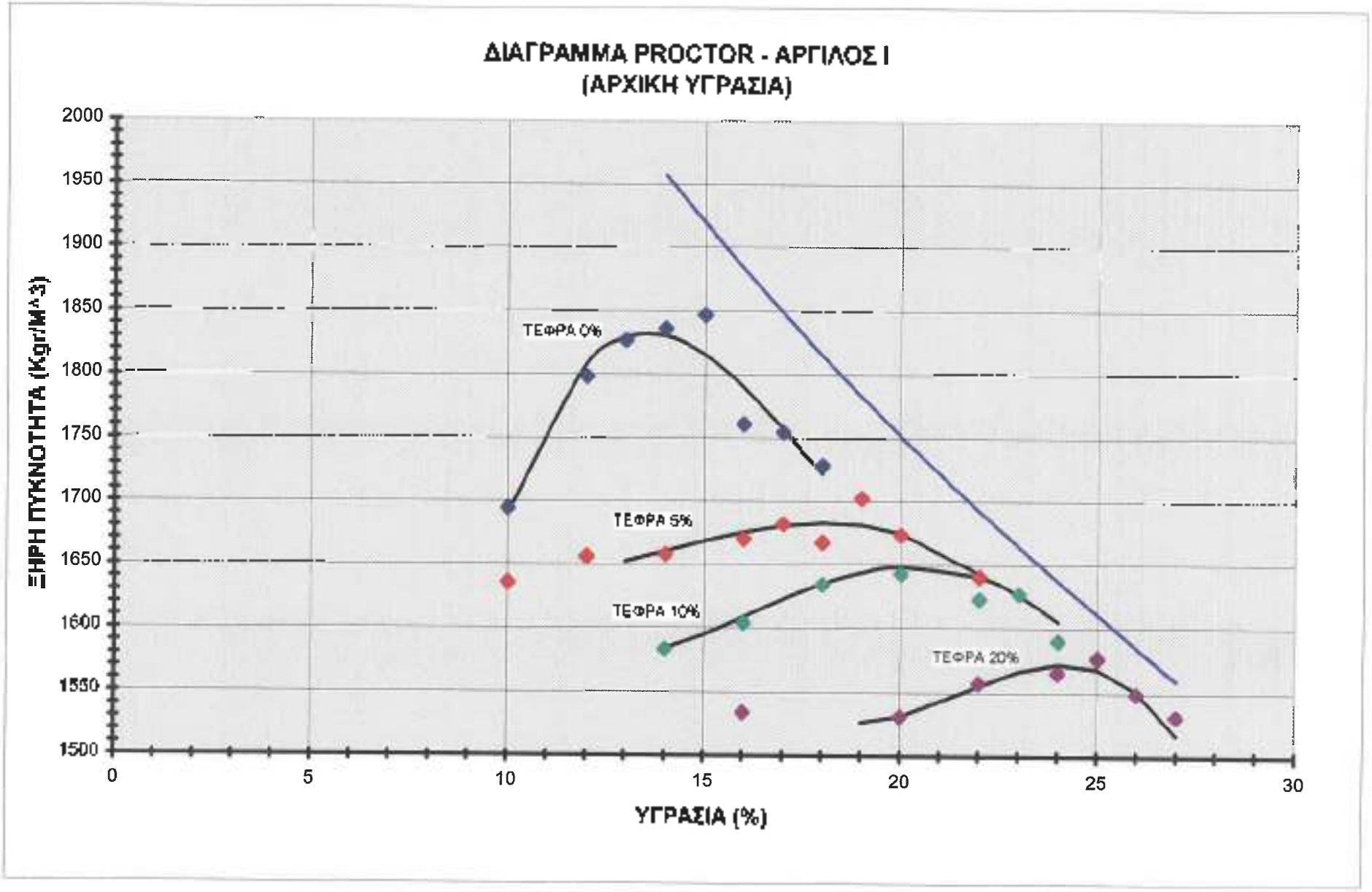
| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑ-ΦΟΥΣ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. (gr) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (cm^3) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. (gr) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 3000.00 | 10.00 | 300.00 | 14.00 | 462.00 | 12.50 | 6071.00 | 4375.00 | 1696.00 | 952.00 | 1507,56 | 1781.51 | 1583.57 |
| 3000.00 | 10.00 | 300.00 | 16.00 | 528.00 | 14.82 | 6128.00 | 4375.00 | 1753.00 | 952.00 | 1526,74 | 1841.39 | 1603.72 |
| 3000.00 | 10.00 | 300.00 | 18.00 | 594.00 | 16.09 | 6181.00 | 4375.00 | 1806.00 | 952.00 | 1555.69 | 1897.06 | 1634.13 |
| 3000.00 | 10.00 | 300.00 | 20.00 | 660 00 | 17.99 | 6220.00 | 4375.00 | 1845.00 | 952.00 | 1563,69 | 1936.03 | 1642.53 |
| 3000.00 | 10.00 | 300.00 | 22.00 | 726.00 | 19.65 | 6223.00 | 4375.00 | 1848.00 | 952 00 | 1544,50 | 1941.16 | 1622.38 |
| 3000.00 | 10.00 | 300.00 | 23.00 | 759 00 | 20.10 | 6235.00 | 4375.00 | 1860 00 | 952 00 | 1548.71 | 1953.78 | 1626.80 |
| 3000 00 | 10.00 | 300.00 | 24.00 | 792.00 | 21.43 | 6213.00 | 4375.00 | 1838.00 | 952.00 | 1513.63 | 1930.67 | 1589,95 |
| | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.20** : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΠΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 20% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

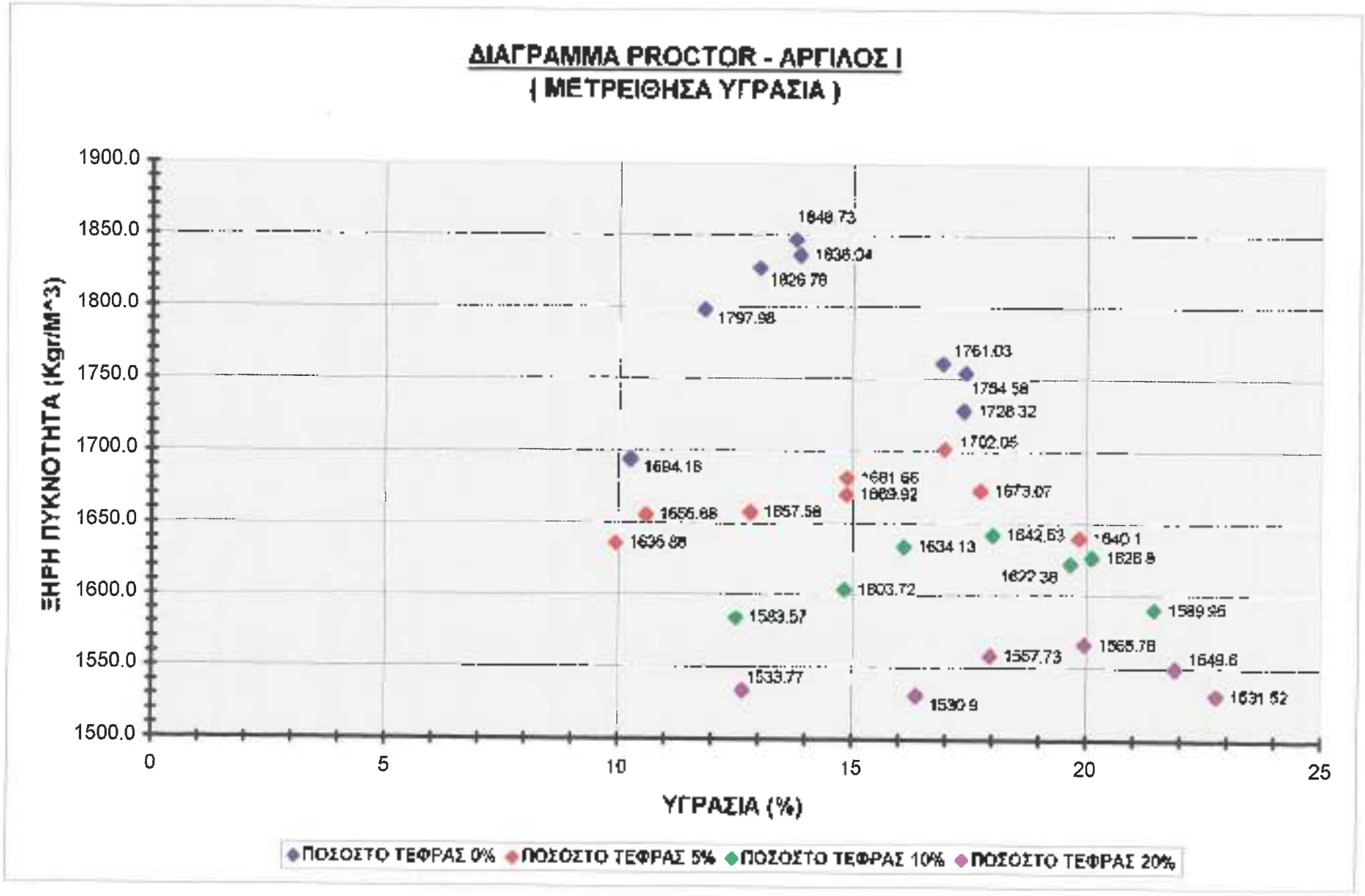
| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑ-ΦΟΥΣ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. (gr) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (cm^3) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. (gr) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 2500.00 | 20.00 | 500.00 | 16.00 | 480.00 | 12.66 | 6020.00 | 4375.00 | 1645.00 | 952.00 | 1460.15 | 1727.94 | 1533.77 |
| 3000.00 | 20.00 | 300.00 | 20.00 | 600.00 | 16.37 | 6071.00 | 4375.00 | 1696.00 | 952.00 | 1457.42 | 1781.51 | 1530.90 |
| 3000.00 | 20.00 | 300.00 | 22.00 | 660.00 | 17.94 | 6124.00 | 4375.00 | 1749.00 | 952.00 | 1482.96 | 1837.18 | 1557.73 |
| 3000.00 | 20.00 | 300.00 | 24.00 | 720.00 | 19.95 | 6163.00 | 4375.00 | 1788.00 | 952.00 | 1490.62 | 1878.15 | 1565.78 |
| 3000.00 | 20.00 | 300.00 | 25.00 | 750.00 | 20.86 | 6189.00 | 4375.00 | 1814.00 | 952.00 | 1500.91 | 1905.46 | 1576.59 |
| 3000.00 | 20.00 | 300.00 | 26.00 | 780.00 | 21.88 | 6173.00 | 4375.00 | 1798.00 | 952.00 | 1475.22 | 1888.68 | 1549.60 |
| 3000.00 | 20.00 | 300.00 | 27.00 | 810.00 | 22.77 | 6165.00 | 4375.00 | 1790.00 | 952.00 | 1458.01 | 1880.25 | 1531.52 |
| | | | | | | | | | | | | |



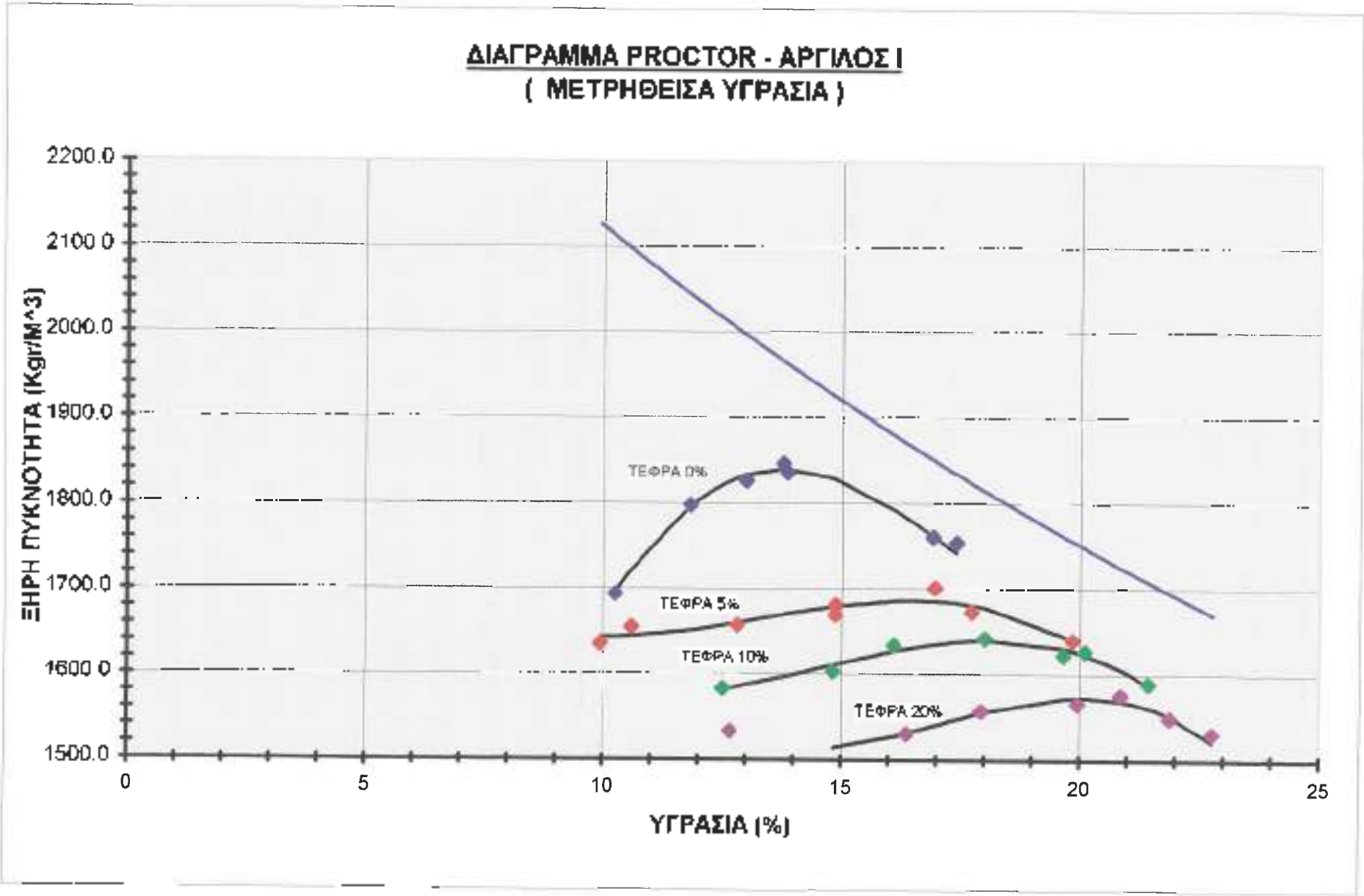

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3** : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5,10 20 % ( ΑΡΧΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ )




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4** : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5 10 20 % ( ΑΡΧΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ )




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.5** : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5,10 % 20% ( ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΥΓΡΑΣΙΑ )




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5,10 % 20% ( ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΥΓΡΑΣΙΑ )

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι Ι**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.21 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 0% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ. 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 71 | 64 | 16.9 | 16.5 | 143.50 | 188.00 | 124.50 | 161.00 | 19.00 | 27.00 | 15.26 | 16.77 | 16.02 |
| 18 | 21 | 28 | 17.7 | 16.9 | 141.00 | 161.50 | 121.00 | 138.00 | 20.00 | 23.50 | 16.53 | 17.03 | 16.78 |
| 20 | 97 | 93 | 17.1 | 17.2 | 139.00 | 142.50 | 118.00 | 120.50 | 21.00 | 22.00 | 17.80 | 18.26 | 18.03 |
| 22 | 40 | 103 | 18.2 | 17.3 | 209.50 | 196.50 | 174.50 | 162.50 | 35.00 | 34.00 | 20.06 | 20.92 | 20.49 |
| 23 | 98 | 81 | 17.5 | 17.3 | 163.00 | 160.00 | 134.50 | 132.50 | 28.50 | 27.50 | 21.19 | 20.75 | 20.97 |
| 25 | 64(B) | 36 | 16.5 | 17.9 | 148.50 | 129.00 | 120.50 | 106.00 | 28.00 | 23.00 | 23.24 | 21.70 | 22.47 |
| 27 | 88 | 45 | 16.4 | 17.5 | 180.00 | 173.00 | 127.50 | 138.50 | 32.50 | 34.50 | 25.49 | 24.91 | 25.20 |
| 29 | 58 | 21 | 17.7 | 17.7 | 238.00 | 221.00 | 188.00 | 174.50 | 51.00 | 46.50 | 27.13 | 26.65 | 26.89 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.22 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 5% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ. 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 43 | 42 | 17.8 | 17.1 | 165.50 | 167.00 | 137.50 | 138.50 | 28.00 | 28.50 | 20.36 | 20.58 | 20.47 |
| 26 | 58 | 103 | 16.9 | 17.3 | 178.00 | 157.50 | 146.50 | 129.00 | 32.50 | 28.50 | 22.18 | 22.09 | 22.14 |
| 28 | 12 | 55 | 17.6 | 17.1 | 206.00 | 213.00 | 165.00 | 170.50 | 41.00 | 42.50 | 24.85 | 24.93 | 24.89 |
| 30 | 43 | 49 | 17.8 | 17.8 | 210.50 | 199.00 | 165.50 | 157.00 | 45.00 | 42.00 | 27.19 | 26.75 | 26.97 |
| 32 | 58 | 36 | 16.9 | 17.8 | 224.00 | 204.50 | 173.50 | 159.50 | 50.50 | 45.00 | 29.11 | 28.21 | 28.66 |
| 34 | 42 | 78 | 17.1 | 16.6 | 187.00 | 188.00 | 144.00 | 142.50 | 43.00 | 43.50 | 29.86 | 30.53 | 30.19 |
| 36 | 102 | 86 | 17.8 | 16.8 | 187.00 | 161.50 | 141.50 | 123.00 | 45.50 | 38.50 | 32.16 | 31.30 | 31.73 |
| 38 | 31 | 32 | 17.3 | 17.5 | 212.00 | 212.50 | 158.00 | 159.00 | 54.00 | 53.50 | 34.18 | 33.65 | 33.91 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.23 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 10% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙ-ΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ. 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1 | 8 | 18.4 | 19.1 | 167.70 | 161.40 | 142.52 | 137.37 | 25.18 | 24.03 | 17.67 | 17.49 | 17.58 |
| 24 | 3 | 2 | 19.5 | 18.8 | 136.82 | 143.67 | 113.96 | 119.52 | 22.86 | 24.15 | 20.06 | 20.21 | 20.13 |
| 26 | 64 | 78 | 16.5 | 18.6 | 169.00 | 165.50 | 140.50 | 137.50 | 28.50 | 28.00 | 20.28 | 20.36 | 20.32 |
| 28 | 27 | 10 | 17.1 | 17.6 | 166.00 | 144.00 | 134.00 | 117.50 | 32.00 | 26.50 | 23.88 | 22.55 | 23.22 |
| 30 | 105 | 29 | 16.9 | 17.4 | 171.50 | 169.50 | 136.00 | 150.50 | 35.50 | 38.00 | 26.10 | 25.91 | 26.01 |
| 32 | 104 | 45 | 17.3 | 17.5 | 160.00 | 148.00 | 126.50 | 118.00 | 33.50 | 30.00 | 26.48 | 25.86 | 26.17 |
| 34 | 80 | 59 | 16.7 | 16.2 | 175.00 | 183.00 | 135.00 | 140.50 | 40.00 | 42.50 | 29.63 | 30.25 | 29.94 |
| 36 | 99 | 69 | 16.4 | 17.3 | 172.00 | 164.50 | 131.00 | 125.50 | 41.00 | 39.00 | 31.30 | 31.08 | 31.19 |
| 38 | 105 | 104 | 16.9 | 17.3 | 184.50 | 169.00 | 138.50 | 123.50 | 46.00 | 38.50 | 33.21 | 31.98 | 32.60 |
| 40 | 27 | 29 | 17.1 | 17.4 | 187.00 | 171.50 | 138.50 | 127.50 | 48.50 | 44.00 | 35.02 | 34.51 | 34.76 |
| 42 | 25 | 10 | 17.8 | 17.6 | 167.00 | 158.50 | 123.00 | 117.00 | 44.00 | 41.50 | 35.77 | 35.47 | 35.62 |
| 44 | 45 | 64 | 17.5 | 16.5 | 176.50 | 199.00 | 129.00 | 144.00 | 47.50 | 55.00 | 36.82 | 38.19 | 37.51 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.24 : PROCTOR ΣΕ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ 20% ΤΕΦΡΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ-ΕΥΡΕΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΔΟΚΙΜΙΑ PROCTOR**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 1 | ΥΠΟΔΟΧΕΑΣ 2 | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 1 (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ 2 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 1 (gr) | ΝΕΡΟ ΔΟΚΙΜΙΟΥ 2 (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ.1 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜ. 2 (%) | ΥΓΡΑΣΙΑ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 5 | 7 | 19.4 | 21.3 | 171.90 | 142 92 | 146 12 | 121.89 | 26.78 | 21.23 | 18.45 | 17.45 | 17 85 |
| 25 | 4 | 8 | 18.8 | 18.0 | 149.62 | 156 83 | 124 00 | 129.87 | 25.52 | 26.96 | 20.58 | 20.79 | 20 68 |
| 29 | 32 | 68 | 17.5 | 17 3 | 159 50 | 168 50 | 129 50 | 135.00 | 30.00 | 31.50 | 23.17 | 23.33 | 23 25 |
| 30 | 31 | 69 | 17.3 | 16.2 | 145.50 | 143.50 | 117.00 | 115.50 | 28.50 | 28.00 | 24.36 | 24.24 | 24 30 |
| 32 | 80 | 98 | 16.7 | 17.5 | 157.00 | 167.00 | 124.00 | 132.00 | 33.00 | 35.00 | 26.61 | 26.52 | 26 56 |
| 34 | 49 | 12 | 17 8 | 17.6 | 145.00 | 157 00 | 113.50 | 122.50 | 31.50 | 34 50 | 27.75 | 28 16 | 27 96 |
| 38 | 40 | 56 | 18.2 | 17.7 | 127.00 | 124 50 | 98 33 | 96 41 | 28 67 | 28 0[illegible] | 29.16 | 29.14 | 29 15 |
| 39 | 71 | 91 | 17 3 | 16.4 | 155.50 | 119 00 | 116 83 | 81 94 | 38 67 | 27 06 | 33.10 | 29.43 | 31.27 |
| 40 | 100 | 28 | 17 8 | 16 9 | 158 00 | 147 00 | 117 45 | 109.40 | 40.55 | 37.60 | 34.53 | 34.37 | 34 45 |
| 41 | 97 | 41 | 17.1 | 16.8 | 162.50 | 149 50 | 121.05 | 111.91 | 41.45 | 37 59 | 34.24 | 33 59 | 33 92 |
| 42 | 90 | 93 | 17.0 | 17.2 | 148.00 | 125 50 | 110 32 | 94 19 | 37.68 | 31.31 | 34.16 | 33.24 | 33.70 |
| 43 | 21 | 81 | 17.7 | 17.3 | 154.50 | 146 50 | 114 92 | 106.36 | 39.58 | 37 5[illegible] | 34.44 | 34.45 | 34 45 |
| | | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.25 : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΓΙΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΠΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 0% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΠΛΟΥ**

| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. ( gr ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ( % ) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ ( gr ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ ( % ) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ ( gr ) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ( % ) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΔ ΥΓΡΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ( gr ) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ ( gr ) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. ( gr ) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ ( cm^3 ) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. ( gr ) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ ( Kgr/M^3 ) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ ( Kgr/M^3 ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 17.00 | 340.00 | 16.02 | 5975.00 | 4375.00 | 1600.00 | 952.00 | 1379.12 | 1680.67 | 1448.66 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 18.00 | 360.00 | 18.76 | 6002.50 | 4375.00 | 1627.50 | 952.00 | 1393.66 | 1709.56 | 1463.93 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 400.00 | 18.03 | 6030.50 | 4375.00 | 1655.50 | 952.00 | 1402.65 | 1738.97 | 1473.37 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 22.00 | 440.00 | 20.49 | 6088.00 | 4375.00 | 1711.00 | 952.00 | 1420.03 | 1797.27 | 1491.63 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 23.00 | 460.00 | 20.97 | 6106.50 | 4375.00 | 1731.50 | 952.00 | 1431.32 | 1818.80 | 1503.49 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 25.00 | 500.00 | 22.47 | 6135.50 | 4375.00 | 1760.50 | 952.00 | 1437.53 | 1849.28 | 1510.01 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 27.00 | 540.00 | 25.20 | 6149.00 | 4375.00 | 1774.00 | 952.00 | 1416.93 | 1863.45 | 1488.38 |
| 2000.00 | 0.00 | 0.00 | 29.00 | 580.00 | 26.89 | 6138.50 | 4375.00 | 1763.50 | 952.00 | 1388.41 | 1852.42 | 1459.89 |
| | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.26 : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΓΙΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 5% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ**

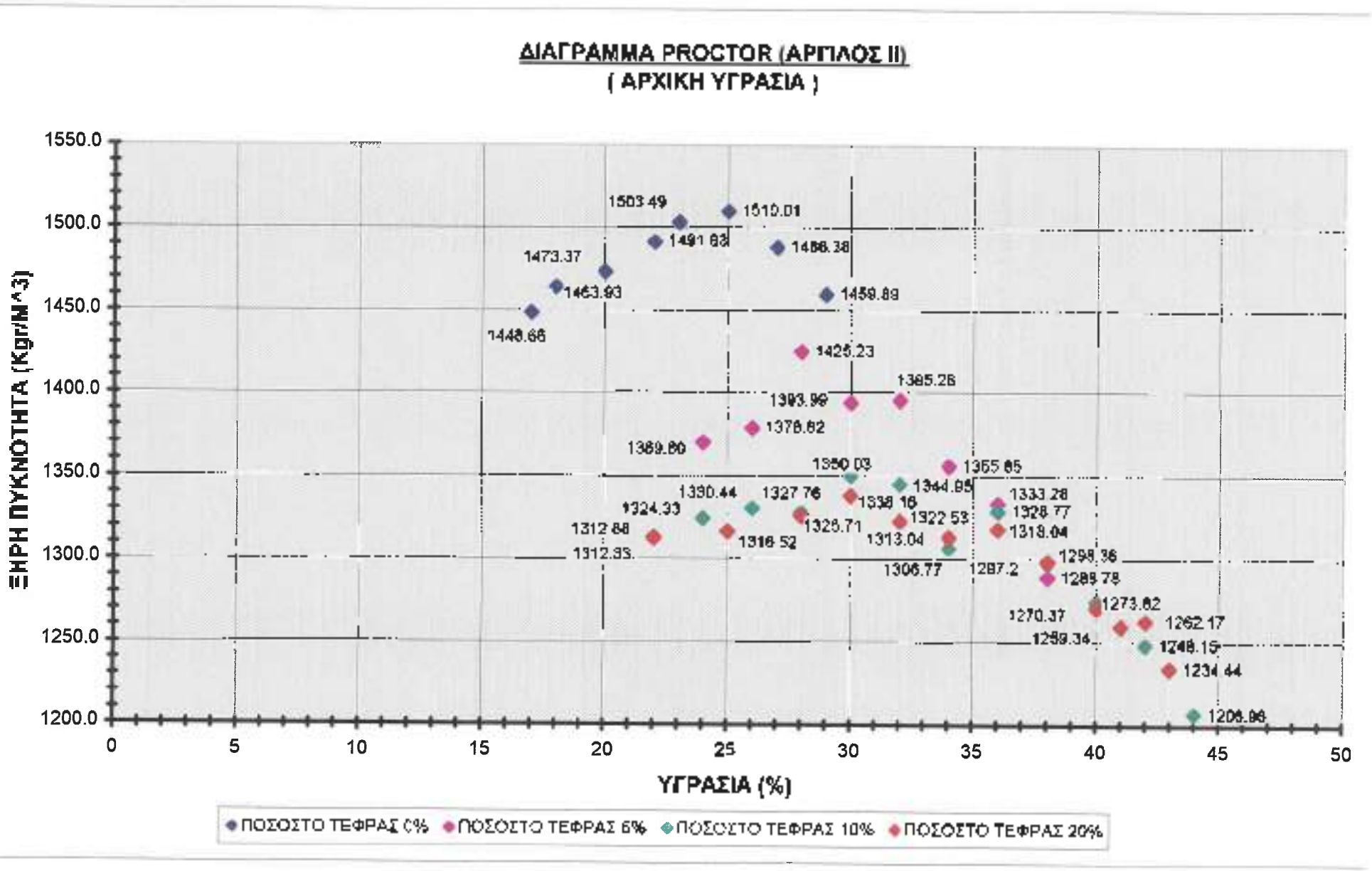
| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. (gr) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (cm^3) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. (gr) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 24.00 | 504.00 | 20.47 | 5848.00 | 4375.00 | 1571.00 | 952.00 | 1304.05 | 1650.21 | 1369.80 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 26.00 | 546.00 | 22.14 | 5978.00 | 4375.00 | 1603.00 | 952.00 | 1312.44 | 1683.82 | 1378.82 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 28.00 | 588.00 | 24.69 | 6069.50 | 4375.00 | 1694.50 | 952.00 | 1358.82 | 1779.94 | 1425.23 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 30.00 | 630.00 | 26.97 | 6060.00 | 4375.00 | 1685.00 | 952.00 | 1327.08 | 1769.96 | 1393.99 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 32.00 | 672.00 | 28.88 | 6084.00 | 4375.00 | 1709.00 | 952.00 | 1328.31 | 1795.17 | 1395.28 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 34.00 | 714.00 | 30.19 | 6055.50 | 4375.00 | 1680.50 | 952.00 | 1290.77 | 1765.23 | 1355.85 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 36.00 | 756.00 | 31.73 | 6047.00 | 4375.00 | 1672.00 | 952.00 | 1269.28 | 1756.30 | 1333.28 |
| 2000.00 | 5.00 | 100.00 | 38.00 | 798.00 | 33.91 | 6018.00 | 4375.00 | 1643.00 | 952.00 | 1226.92 | 1725.94 | 1288.78 |
| | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.28 : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΠΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΠΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 20% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ**

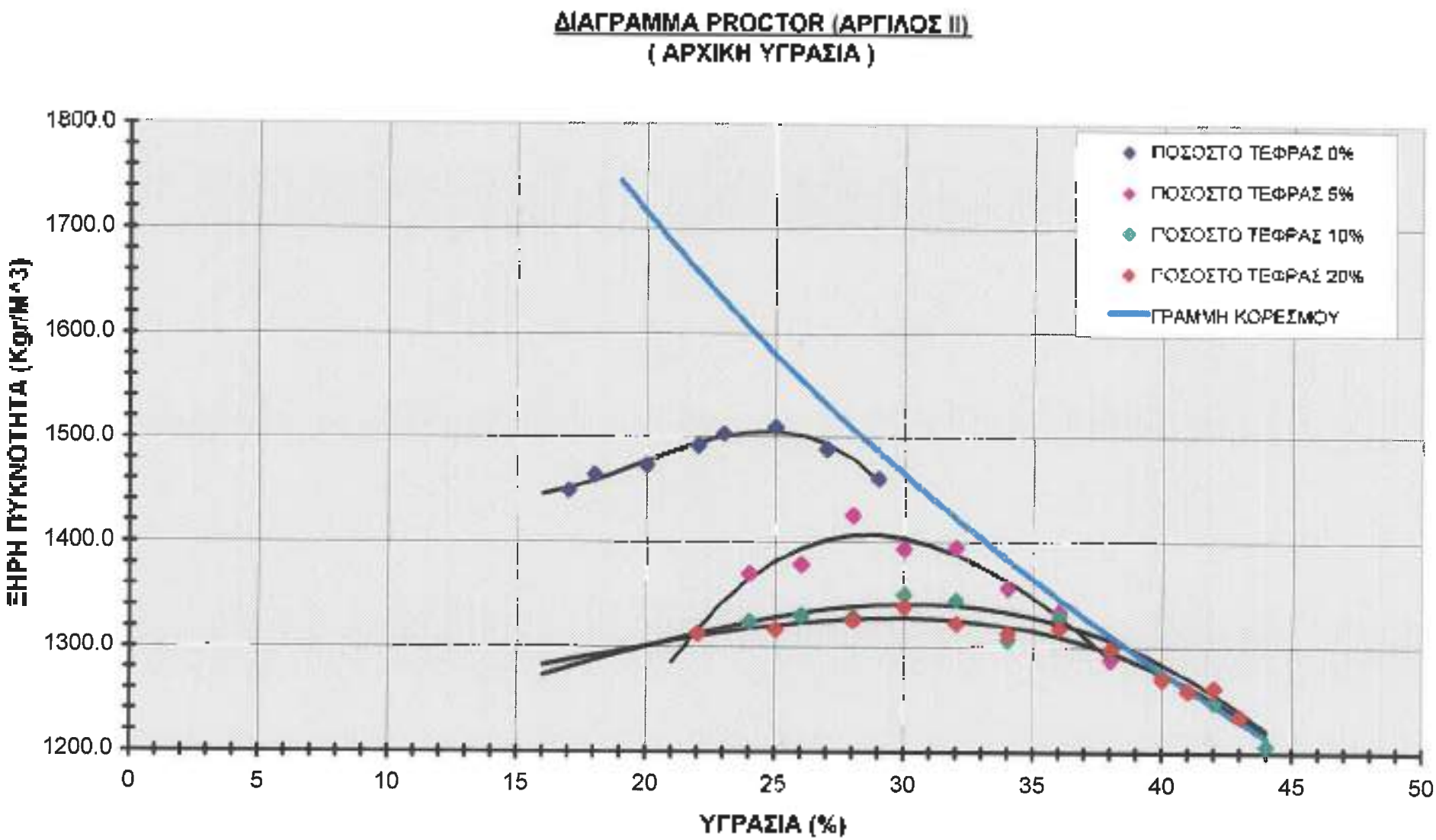
| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΛΙΚ. (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ (gr) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ (%) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ (gr) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (gr) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. (gr) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ (cm^3) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. (gr) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ (Kgr/M^3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 22.00 | 528.00 | 17.95 | 5952.50 | 4482.00 | 1470.50 | 950.00 | 1246.72 | 1547.69 | 1312.33 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 25.00 | 600.00 | 20.69 | 5993.00 | 4482.00 | 1511.00 | 951.00 | 1252.01 | 1588.85 | 1316.52 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 28.00 | 672.00 | 23.25 | 5930.50 | 4375.00 | 1555.50 | 952.00 | 1262.07 | 1633.93 | 1325.71 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 30.00 | 720.00 | 24.30 | 5958.50 | 4375.00 | 1583.50 | 952.00 | 1273.93 | 1663.34 | 1338.16 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 32.00 | 768.00 | 26.56 | 5968.50 | 4375.00 | 1593.50 | 952.00 | 1259.05 | 1673.84 | 1322.53 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 34.00 | 816.00 | 27.96 | 6974.50 | 4376.00 | 1599.50 | 952.00 | 1250.02 | 1680.15 | 1313.04 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 36.00 | 864.00 | 29.15 | 5995.50 | 4375.00 | 1620.50 | 952.00 | 1254.78 | 1702.21 | 1318.04 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 38.00 | 912.00 | 31.27 | 5997.50 | 4375.00 | 1622.50 | 952.00 | 1236.04 | 1704.31 | 1298.36 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 40.00 | 960.00 | 34.45 | 6001.00 | 4375.00 | 1626.00 | 952.00 | 1209.40 | 1707.98 | 1270.37 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 41.00 | 984.00 | 33.92 | 5980.50 | 4375.00 | 1605.50 | 952.00 | 1198.69 | 1686.45 | 1259.34 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 42.00 | 1008.00 | 33.70 | 5981.50 | 4375.00 | 1606.50 | 952.00 | 1201.59 | 1687.50 | 1262.17 |
| 2000.00 | 20.00 | 400.00 | 43.00 | 1032.00 | 34.45 | 5955.00 | 4375.00 | 1580.00 | 952.00 | 1175.18 | 1659.66 | 1234.44 |
| | | | | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.27 : PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ-ΠΑ ΜΙΓΜΑ ΑΡΠΛΟΥ ΚΑΙ ΤΕΦΡΑΣ ΜΕ ΠΟΣΟΣΤΟ 10% ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ**

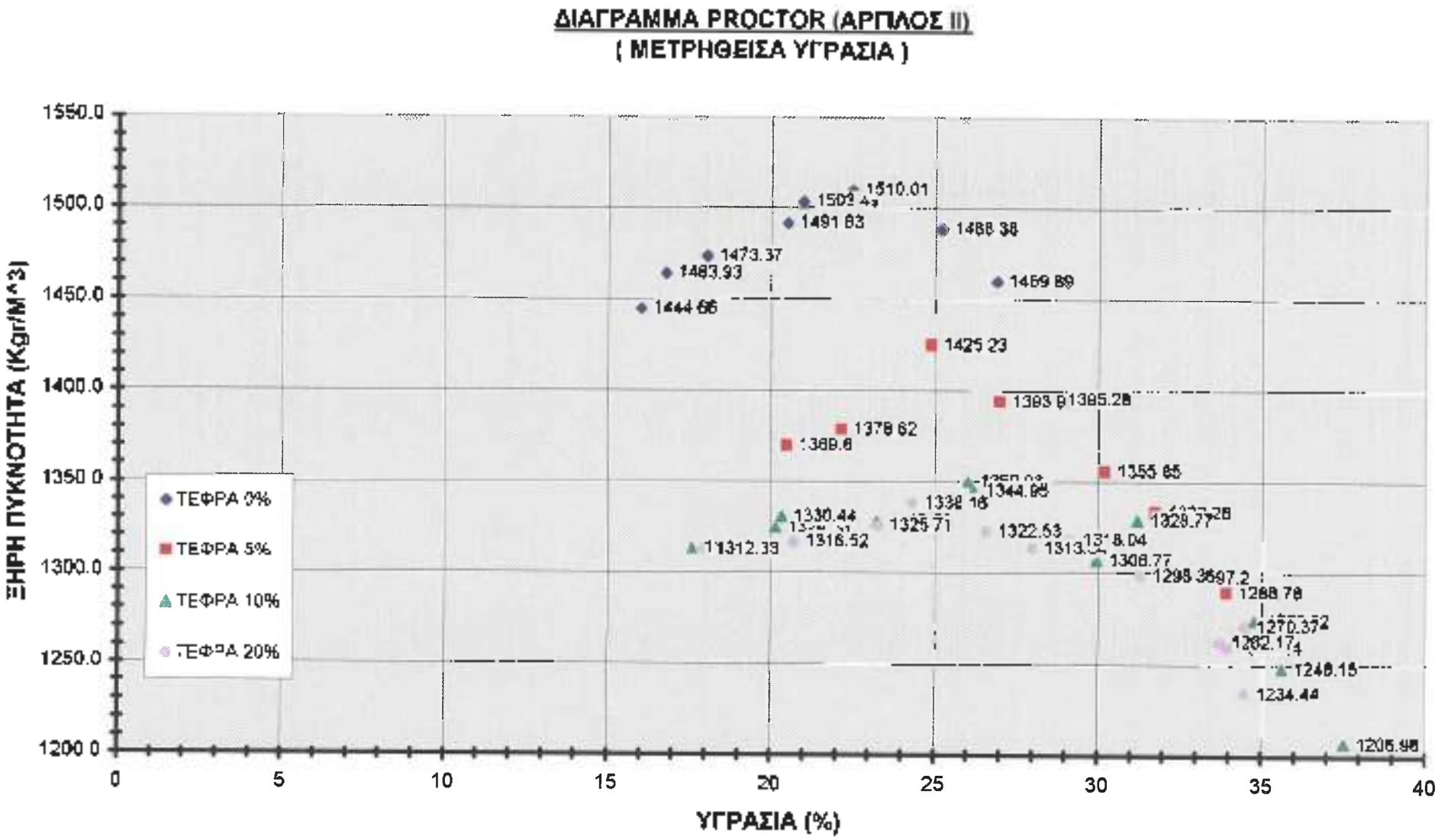
| ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΔΑΦ. ΥΑΙΚ. ( gr ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ( % ) | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΕΦΡΑΣ ( gr ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΝΕΡΟΥ ( % ) | ΝΕΡΟ ΑΝΑΜΙΞΗΣ ( gr ) | ΥΓΡΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ( % ) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔ.& ΥΓΡΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ( gr ) | ΒΑΡΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ ( gr ) | ΒΑΡΟΣ ΥΓΡ. ΕΔ. ( gr ) | ΟΓΚΟΣ ΥΠΟΔΟΧΕΑ ( cm^3 ) | ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔ. ( gr ) | ΥΓΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ ( Kgr/M^3 ) | ΞΗΡΟ ΦΑΙΝ.ΒΑΡΟΣ ( Kgr/M^3 ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 22.00 | 484.00 | 17.58 | 5948.50 | 4462.00 | 1486.50 | 950.00 | 1247.23 | 1543.68 | 1312.86 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 24.00 | 528.00 | 20.19 | 5995.00 | 4482.00 | 1513.00 | 951.00 | 1259.44 | 1590.96 | 1324.33 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 26.00 | 572.00 | 20.32 | 5899.00 | 4375.00 | 1524.00 | 952.00 | 1266.58 | 1600.84 | 1330.44 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 28.00 | 616.00 | 23.22 | 5932.50 | 4375.00 | 1557.50 | 952.00 | 1284.03 | 1636.03 | 1327.76 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 30.00 | 660.00 | 26.01 | 5994.50 | 4375.00 | 1619.50 | 952.00 | 1285.23 | 1701.16 | 1350.03 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 32.00 | 704.00 | 26.17 | 5990.50 | 4375.00 | 1615.50 | 952.00 | 1280.39 | 1696.95 | 1344.95 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 34.00 | 748.00 | 29.94 | 5991.50 | 4375.00 | 1616.50 | 952.00 | 1244.04 | 1698.00 | 1306.77 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 36.00 | 792.00 | 31.19 | 6034.50 | 4375.00 | 1659.50 | 952.00 | 1264.99 | 1743.17 | 1328.77 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 38.00 | 836.00 | 32.60 | 6012.50 | 4375.00 | 1637.50 | 952.00 | 1234.93 | 1720.05 | 1297.20 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 40.00 | 880.00 | 34.76 | 6009.00 | 4375.00 | 1634.00 | 952.00 | 1212.49 | 1716.39 | 1273.62 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 42.00 | 924.00 | 35.62 | 5986.50 | 4375.00 | 1611.50 | 952.00 | 1188.24 | 1692.75 | 1248.15 |
| 2000.00 | 10.00 | 200.00 | 44.00 | 968.00 | 37.51 | 5955.00 | 4375.00 | 1580.00 | 952.00 | 1149.02 | 1659.66 | 1206.96 |
| | | | | | | | | | | | | |



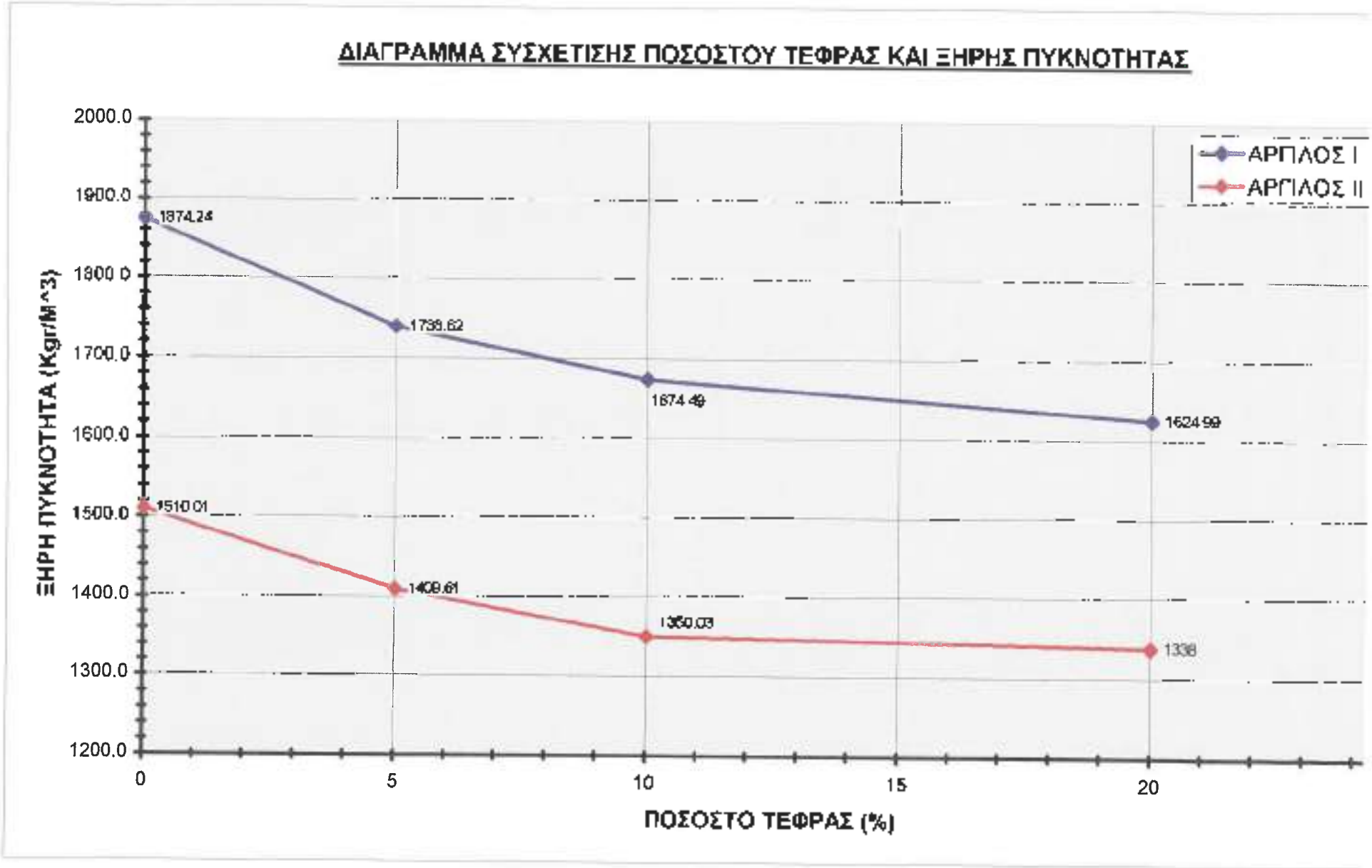

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.7:** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5,10,20% (ΑΡΧΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8:** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5,10,20% (ΑΡΧΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ)




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8:** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PROCTOR ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΕΦΡΑΣ 0,5,10,20% (ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΥΓΡΑΣΙΑ)

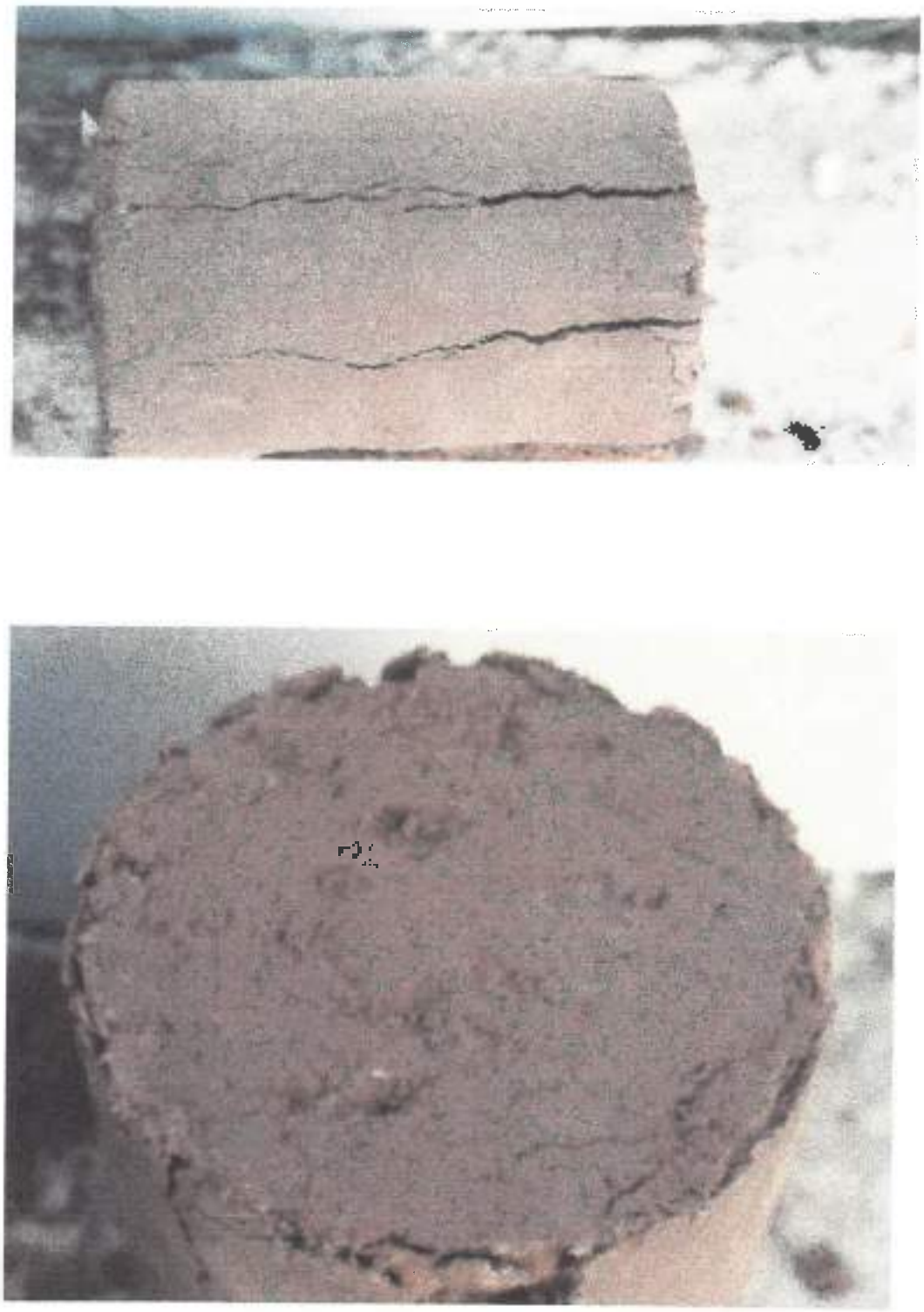



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.10 : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΞΗΡΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΤΕΦΡΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΓΙΛΟ ΙΙ

## 2.7. Αντοχή σε μονοαξονική ( ανεμπόδιστη ) θλίψη

Τα αποτελέσματα της μονοαξονικής θλίψης παρουσιάζονται στους πίνακες 2.29 2.30 2.31 και αναλυτικά στο παράρτημα Ι

**ΣΧΗΜΑ 2.6 :** *Θραύση δοκιμίων μονοαξονικής θλίψης .*



**ΣΧΗΜΑ 2.7 :** *Θραύση δοκιμίων μονοαξονικής θλίψης.*

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.29 : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ (α)**

| ΜΙΓΜΑ | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ | | | | | | | | | | | | ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ | | | ΑΝΤΙΔΚΗ ΘΛΙΨΗ | | | ΠΡΟΣΡΟΦΗΣ Η ΝΕΡΟΥ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | 14 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | 28 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | 90 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | ΑΝΤΟΧΗ | | ΑΠΩΛΕΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ | (MPα) | | | (%) | | |
| Άργιλος I | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | 0,03 | | | - | | |
| | 5 | 0,17 | 7,6 | | | | | | | | | | | | | 4 | 0,001 | 5,6 | | | |
| Άργιλος I +5% Τέφρα | 0,50 | | | - | | | 0,78 | | | 1,16 | | | 0,95 | | 81,9 | 0,15 | | | 5,08 | | |
| | 5 | 0,01 | 2,5 | | | | 5 | 0,02 | 2,8 | 4 | 0,05 | 4,8 | 3 | 0,03 | 3,1 | 4 | 0,01 | 9,7 | 3 | 0 | 1,7 |
| Άργιλος I +10% Τέφρα | 0,55 | | | - | | | 1,12 | | | 1,91 | | | 1,79 | | 93,7 | 0,26 | | | 4,38 | | |
| | 5 | 0,02 | 4,5 | | | | 5 | 0,07 | 5,8 | 4 | 0,07 | 3,8 | 3 | 0,03 | 1,7 | 4 | 0,02 | 6,1 | 3 | 0 | 3,4 |
| Άργιλος I +20% Τέφρα | 0,58 | | | - | | | 1,79 | | | 3,03 | | | 2,79 | | 92,1 | 0,41 | | | 2,61 | | |
| | 5 | 0,04 | 6,7 | | | | 5 | 0,07 | 3,6 | 3 | 0,01 | 0,3 | 3 | 0,09 | 3,2 | 4 | 0,02 | 6 | 3 | 0 | 6,1 |
| Άργιλος II | 0,08 | | | - | | | - | | | - | | | - | | - | - | | | - | | |
| | 5 | 0,01 | 10,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Άργιλος II+5% Τέφρα | 0,21 | | | - | | | 0,25 | | | 0,34 | | | 0,18 | | 47,1 | 0,05 | | | 4,04 | | |
| | 5 | 0,03 | 14,2 | | | | 5 | 0,02 | 8,9 | 3 | 0,03 | 8,8 | 3 | 0,01 | 8,6 | 3 | 0,01 | 14 | 3 | 0,01 | 5,4 |
| Άργιλος II+10% Τέφρα | 0,47 | | | - | | | 0,54 | | | 0,71 | | | 0,54 | | 78,1 | 0,09 | | | 13,63 | | |
| | 5 | 0,05 | 10,2 | | | | 5 | 0,04 | 7,9 | 4 | 0,04 | 8,3 | 3 | 0,04 | 6,8 | 4 | 0,01 | 8,6 | 3 | 0,01 | 8,9 |
| Άργιλος II+20% Τέφρα | 0,92 | | | - | | | 1,24 | | | 1,75 | | | 1,42 | | 83,0 | 0,17 | | | 11,85 | | |
| | 5 | 0,8 | 8,5 | | | | 5 | 0,07 | 5,9 | 4 | 0,07 | 4,1 | 4 | 0,08 | 5,3 | 5 | 0,01 | 6,5 | 4 | 0 | 11,6 |

**ΚΛΕΙΔΙ ΑΝΑΓΝΩΣΕΩΣ ΠΙΝΑΚΑ**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | 3 | 4 |

1. Τιμή ιδιότητας
2. Αριθμός δοκιμίων
3. Τυπική απόκλιση
4. Συντελεστής μεταβλητότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.30 : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ (β)**

| ΜΙΓΜΑ | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ | | | | | | | | | | | | ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ | | ΑΝΤΙΔΛΚΗ ΘΛΙΨΗ | ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 ΗΜΕΡΕΣ (MPa) | | | 14 ΗΜΕΡΕΣ (MPa) | | | 28 ΗΜΕΡΕΣ (MPa) | | | 90 ΗΜΕΡΕΣ (MPa) | | | ΑΝΤΟΧΗ | ΑΠΩΛΕΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ | (MPa) | (%) |
| Άργιλος I +0.92 % $Ca(OH)_2$ | 0,16 | | | | | | 0,26 | | | 0,26 | | | - | - | - | - |
| | 4 | 0.01 | 6.6 | | | | 5 | 0.02 | 5.8 | 5 | 0.05 | 7.0 | | | | |
| Άργιλος I +1.83 % $Ca(OH)_2$ | 0,16 | | | | | | 0,32 | | | 0,57 | | | - | - | - | - |
| | 5 | 0,01 | 6,3 | | | | 5 | 0,02 | 5,5 | 5 | 0,03 | 5,8 | | | | |
| Άργιλος I +3.66 % $Ca(OH)_2$ | 0,10 | | | | | | 0,25 | | | 0,65 | | | - | - | - | - |
| | 5 | 0 | 4,6 | | | | 5 | 0,01 | 4,7 | 5 | 0,02 | 6,1 | | | | |
| Άργιλος II+0,92% $Ca(OH)_2$ | 0,007 | | | | | | 0,09 | | | 0,10 | | | - | - | - | - |
| | 4 | 0.01 | 6.8 | | | | 5 | 0.01 | 8.3 | 5 | 0 | 4.6 | | | | |

**ΚΛΕΙΔΙ ΑΝΑΓΝΩΣΕΩΣ ΠΙΝΑΚΑ**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | 3 | 4 |

1. Τιμή ιδιότητας
2. Αριθμός δοκιμίων
3. Τυπική απόκλιση
4. Συντελεστής μεταβλητότητας

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.31 : ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ (γ)**

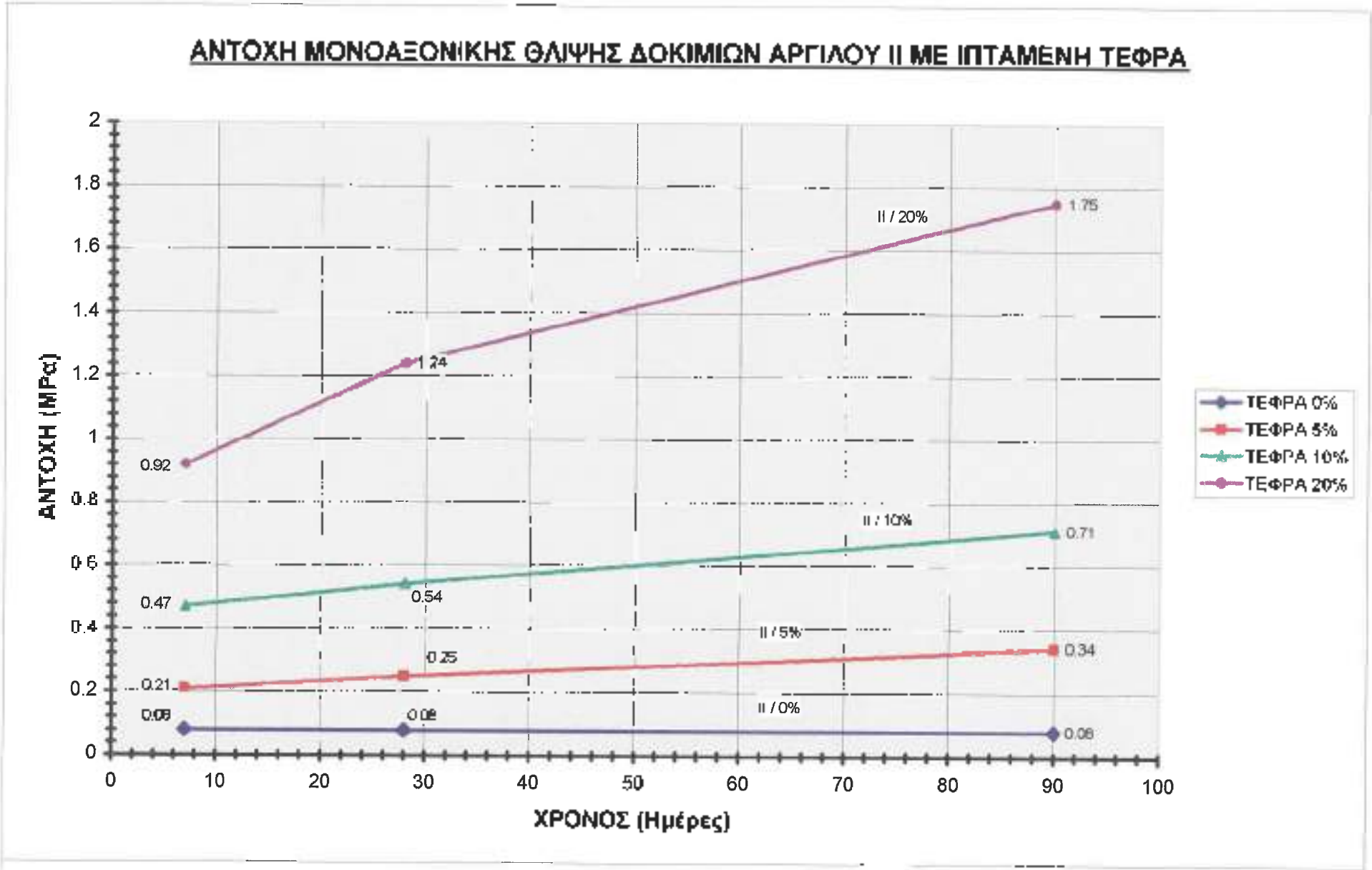
| ΜΙΓΜΑ | ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ | | | | | | | | | | | | ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ | | ΑΝΤΙΔ/ΚΗ ΘΛΙΨΗ | | | ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | 14 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | 28 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | 90 ΗΜΕΡΕΣ (MPα) | | | ΑΝΤΟΧΗ (MPα) | | ΑΠΩΛΕΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ (%) | (MPα) | | | (%) | |
| Άργιλος I +5% Τέφρα +2% ιαιμεντο | 0,77 | | | 1,00 | | | 1,37 | | | 1,87 | | | 1,65 | | 88,2 | 0,35 | | | 4,19 | |
| | 5 | 0,04 | 5,3 | 5 | 0,06 | 5,5 | 5 | 0,06 | 4,0 | 5 | 0,08 | 4,3 | 5 | 0,07 | 4,3 | 5 | 0,04 | 12,7 | 5 | 0,01 | 15,7 |
| Άργιλος I +5% Τέφρα+ 4% ιαιμεντο | 0,95 | | | 1,29 | | | 1,70 | | | 2,39 | | | 2,07 | | 86,6 | 0,35 | | | 3,37 | |
| | 5 | 0,03 | 3,3 | 5 | 0,09 | 7,2 | 5 | 0,10 | 5,8 | 5 | 0,10 | 4,0 | 5 | 0,17 | 8,0 | 5 | 0,02 | 6,9 | 5 | 0,01 | 25,9 |
| Άργιλος I +10% Τέφρα +2% ιαιμεντο | 0,78 | | | 0,96 | | | 1,28 | | | 2,07 | | | 1,77 | | 85,5 | 0,38 | | | 4,95 | |
| | 5 | 0,03 | 3,4 | 5 | 0,06 | 6,6 | 5 | 0,04 | 3,1 | 5 | 0,13 | 6,3 | 4 | 0,11 | 6,4 | 5 | 0,03 | 7,2 | 4 | 0,01 | 16,8 |
| Άργιλος I +10% Τέφρα +4% ιαιμεντο | 0,91 | | | 1,22 | | | 1,60 | | | 2,50 | | | 2,35 | | 94,0 | 0,41 | | | 2,49 | |
| | 5 | 0,03 | 2,8 | 5 | 0,06 | 5,1 | 5 | 0,03 | 1,8 | 5 | 0,08 | 3,4 | 4 | 0,08 | 3,3 | 4 | 0,02 | 6,0 | 4 | 0,01 | 20,6 |
| Άργιλος II+5% Τέφρα +2% ιαιμεντο | 0,34 | | | 0,45 | | | 0,46 | | | 0,49 | | | 0,39 | | 86,2 | 0,12 | | | 11,41 | |
| | 5 | 0,03 | 8,1 | 5 | 0,03 | 6,0 | 5 | 0,04 | 7,7 | 5 | 0,04 | 8,3 | 5 | 0,01 | 3,7 | 5 | 0,01 | 8,3 | 5 | 0,01 | 4,4 |
| Άργιλος II+5% Τέφρα+ 4% ιαιμεντο | 0,48 | | | 0,59 | | | 0,66 | | | 0,80 | | | 0,68 | | 86,6 | 0,35 | | | 9,97 | |
| | 5 | 0,04 | 9,0 | 5 | 0,05 | 8,1 | 5 | 0,04 | 5,7 | 5 | 0,06 | 7,6 | 4 | 0,02 | 3,7 | 5 | 0,02 | 6,9 | 4 | 0,01 | 11,9 |
| Άργιλος II+10% Τέφρα +2% ιαιμεντο | 0,58 | | | 0,68 | | | 0,84 | | | 0,96 | | | 0,80 | | 85,5 | 0,14 | | | 10,84 | |
| | 5 | 0,02 | 3,7 | 5 | 0,04 | 5,3 | 5 | 0,03 | 3,3 | 5 | 0,24 | 22,9 | 5 | 0,07 | 8,7 | 5 | 0,02 | 13,2 | 5 | 0,01 | 12,9 |
| Άργιλος II+10% Τέφρα +4% ιαιμεντο | 0,68 | | | 0,86 | | | 0,87 | | | 1,08 | | | 0,99 | | 94,0 | 0,17 | | | 9,76 | |
| | 5 | 0,06 | 8,7 | 5 | 0,03 | 6,0 | 5 | 0,03 | 3,4 | 5 | 0,04 | 3,9 | 4 | 0,02 | 1,6 | 5 | 0,01 | 7,0 | 4 | 0,02 | 16,0 |

**ΚΛΕΙΔΙ ΑΝΑΓΝΩΣΕΩΣ ΠΙΝΑΚΑ**

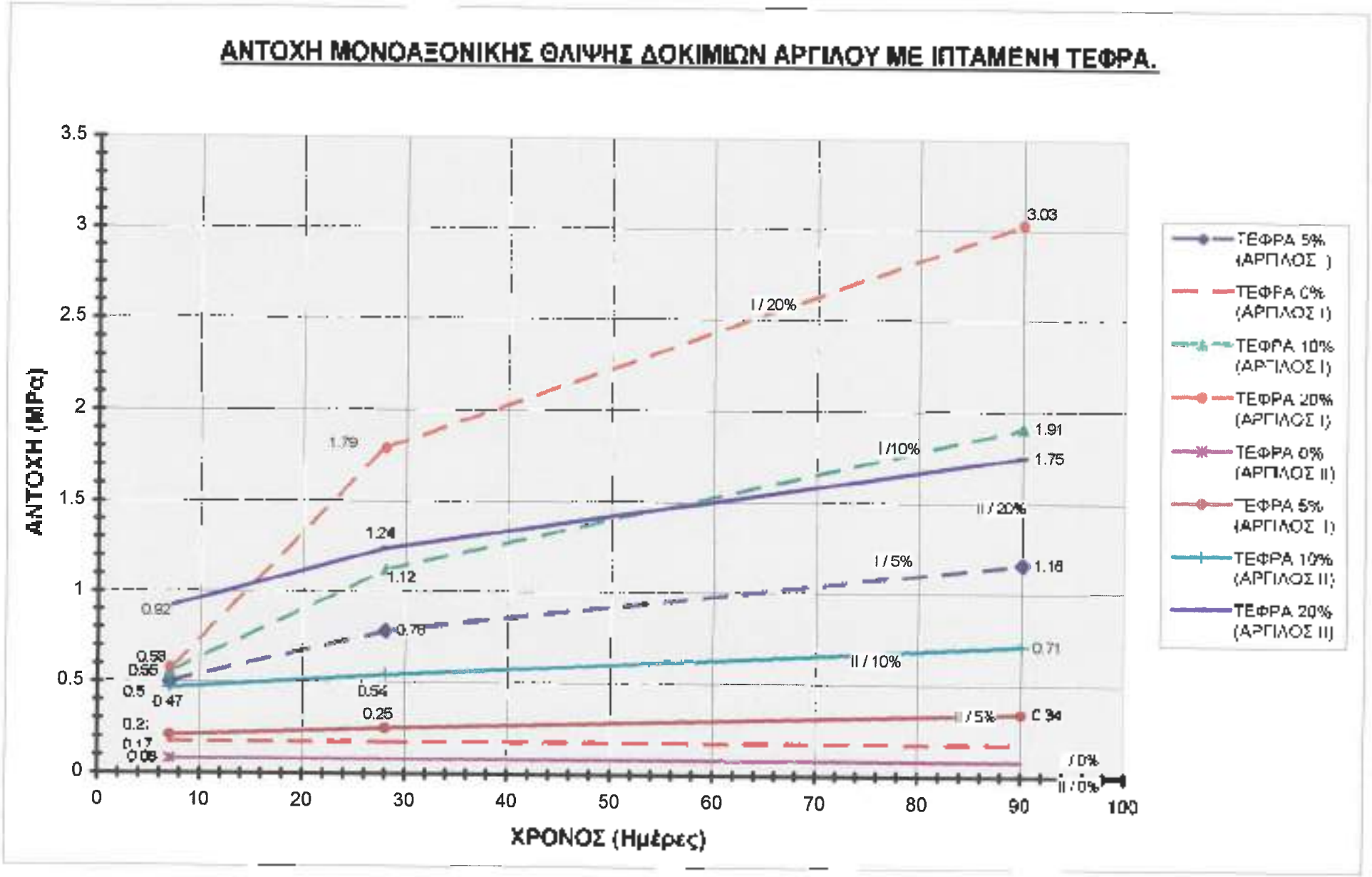
| | | |
|---|---|---|
| 1 | | |
| 2 | 3 | 4 |

1. Τιμή ιδιότητος
2. Αριθμός δοκιμίων
3. Τυπική απόκλιση
4. Συντελεστής μεταβλητότητας

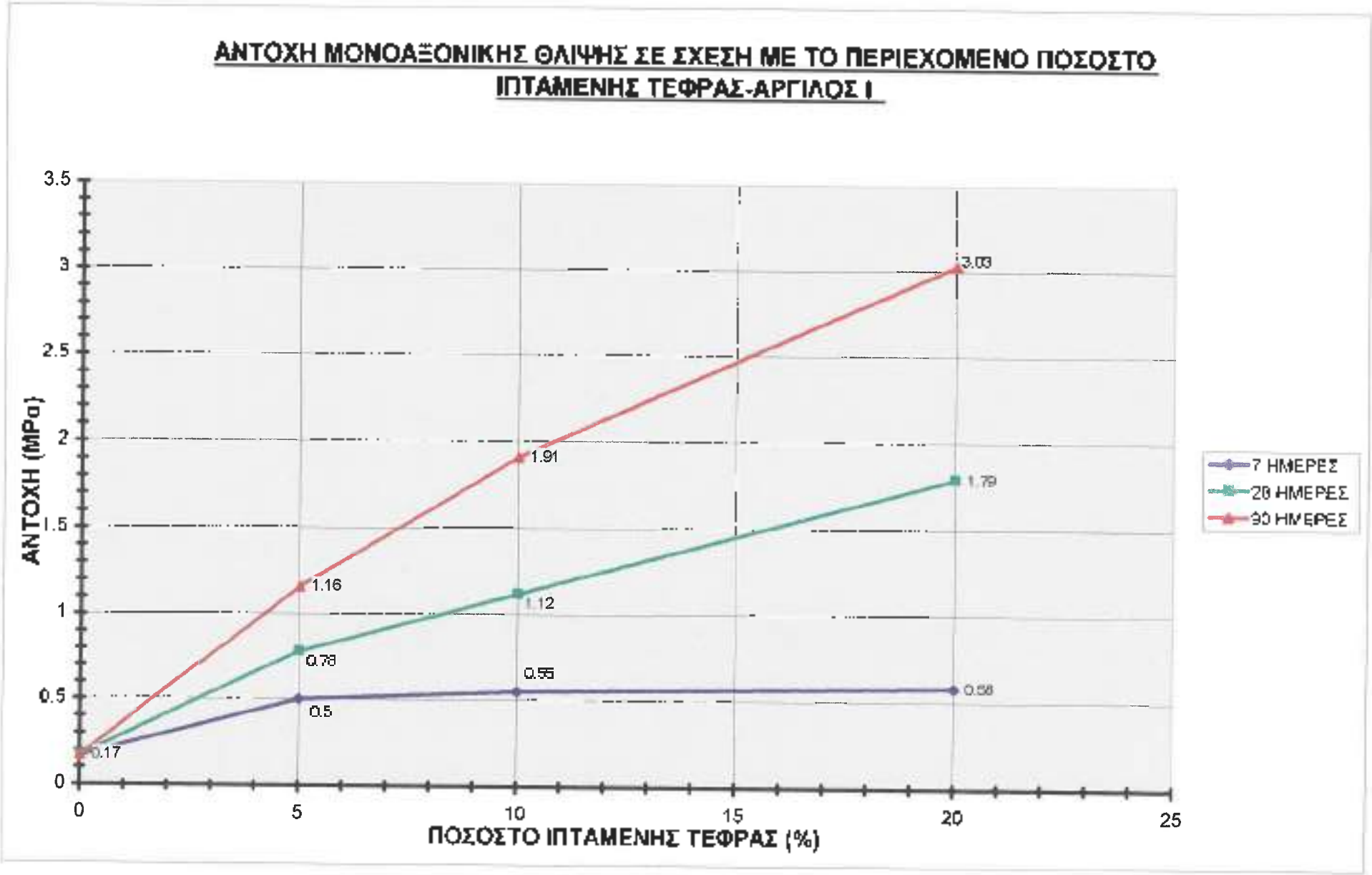
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.11**: ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ



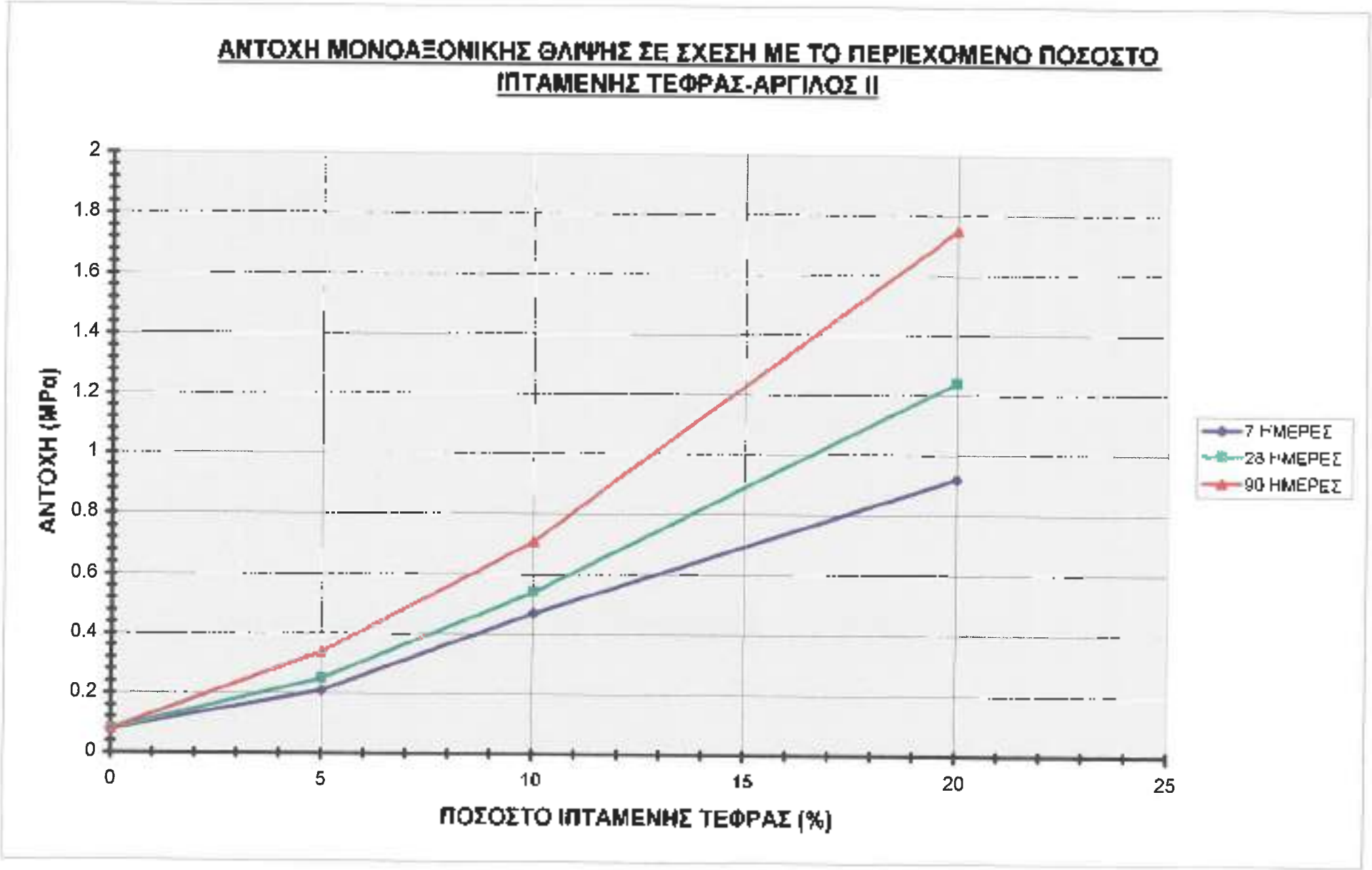

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.12:** ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ



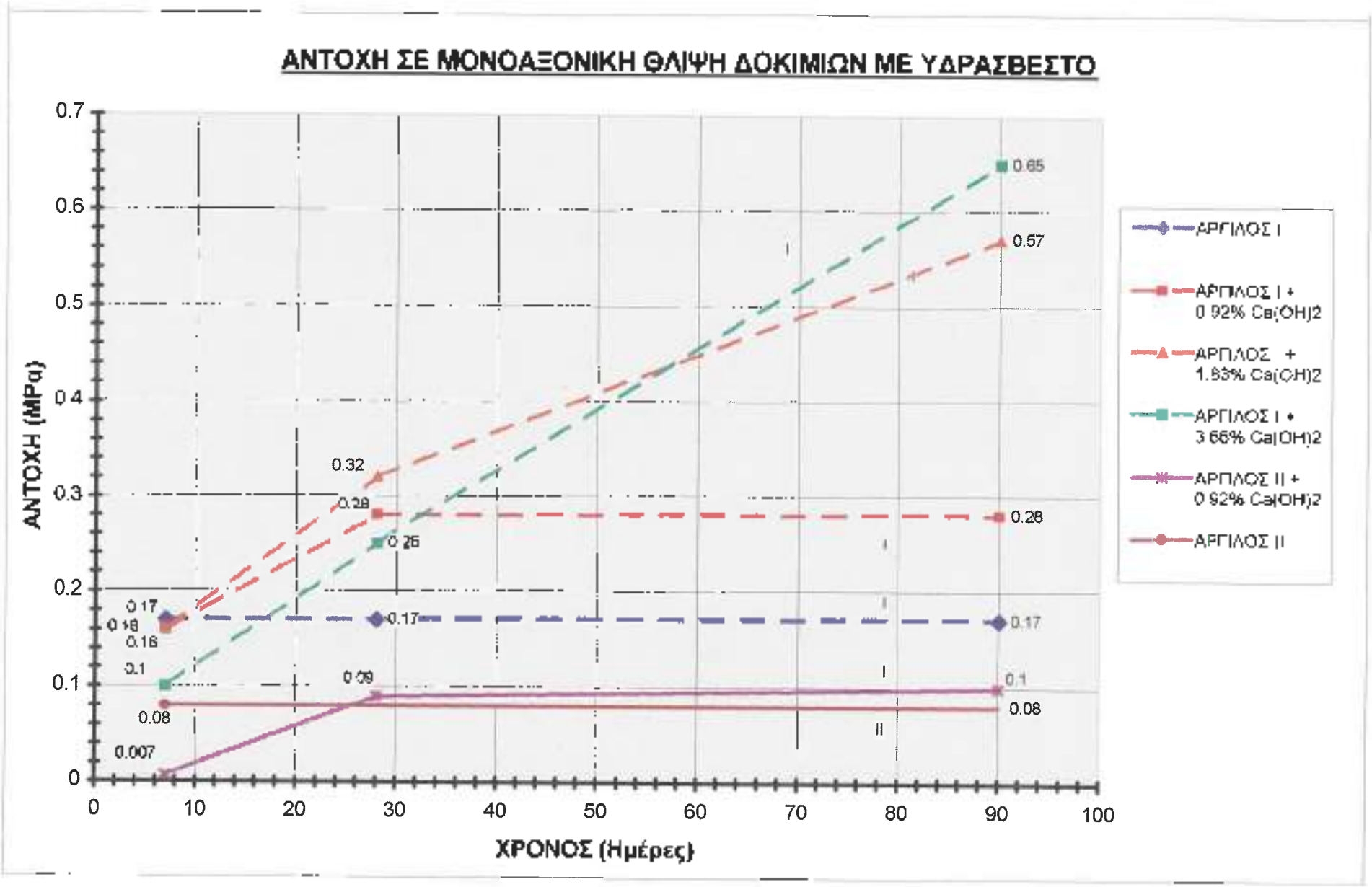

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.13:** ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ (Ι) ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ



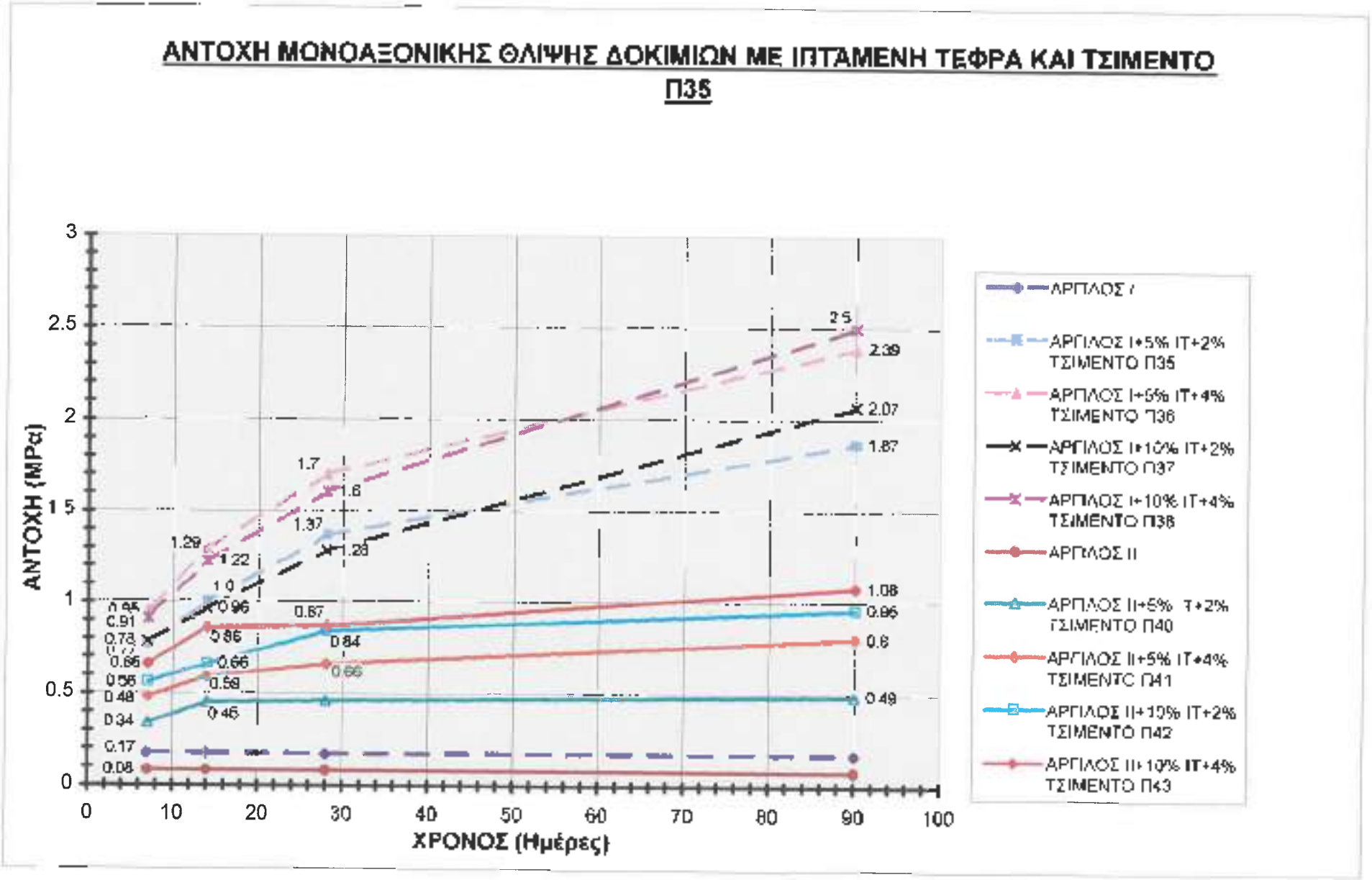

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.14**: ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.16:** ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.16:** ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΥΕΔΡΑΣΒΕΣΤΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.17:** ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΜΕ ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ

## 2.8 Μετρο ελαστικότητας

Τα αποτελέσματα των δοκιμών προσδιορισμού του μέτρου ελαστικότητας των δοκιμίων παρουσιάζονται στους πίνακες :2.32 2.33 2.34 2.35 2.26 2.37 2.38 2.39 2.40 2.41 2.42 2.43 2.44 2.45 2.46.

Ο προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας πραγματοποιήθηκε με 4 μεθόδους .

ΜΕΘΟΔΟΣ 1 -TEST 1 (T1)

***Μεγάλη ταχύτητα επιβολής φορτίου*** . Η επιβολή του φορτίου πραγματοποιείται μέχρι το επιβαλλόμενο φορτίο να φτάσει την τιμή P/3 (όπου P η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη ) σε χρόνο 0,30 sec . Η επιλογή του χρόνου φόρτισης έγινε με βάση το σχήμα 2.8 και στο χρόνο φόρτισης αποφόρτισης που προκαλείται από την κίνηση ενός οχήματος κινούμενο με 18 km/h .

ΜΕΘΟΔΟΣ 2-TEST 2 (T2)

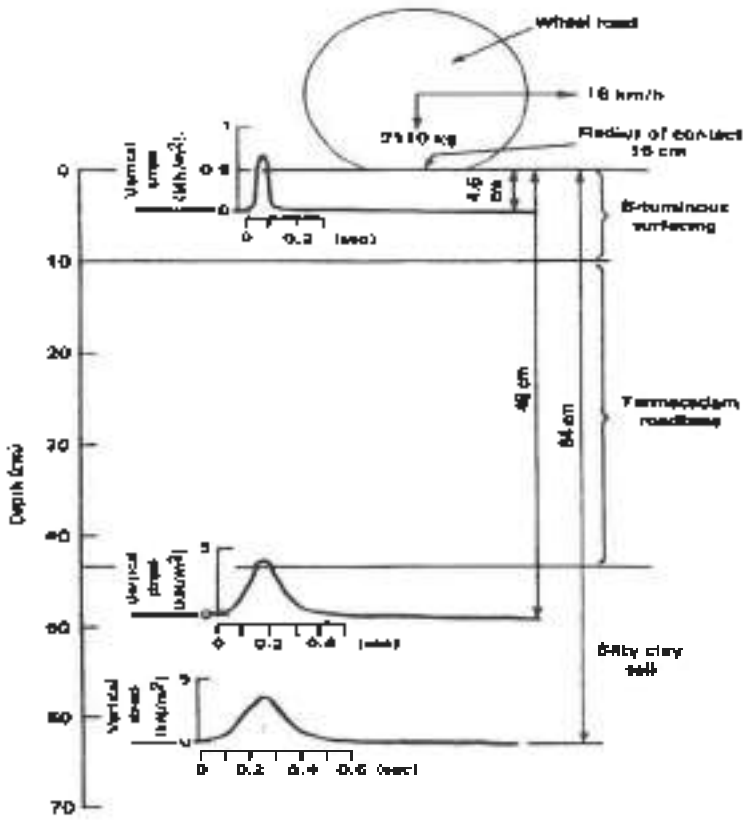
***Μικρή ταχύτητα επιβολής φορτίου*** . Η επιβολή του φορτίου πραγματοποιείται μέχρι το επιβαλλόμενο φορτίο να φτάσει την τιμή P/3 (όπου P η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη ) και με ταχύτητα επιβολής φορτίου 0.2 N/mm$^2$/sec όπως προβλέπεται από τα πρότυπα προσδιορισμού μέτρου ελαστικότητας σκυροδέματος .

ΜΕΘΟΔΟΣ 3 – TEST 3 (T3)

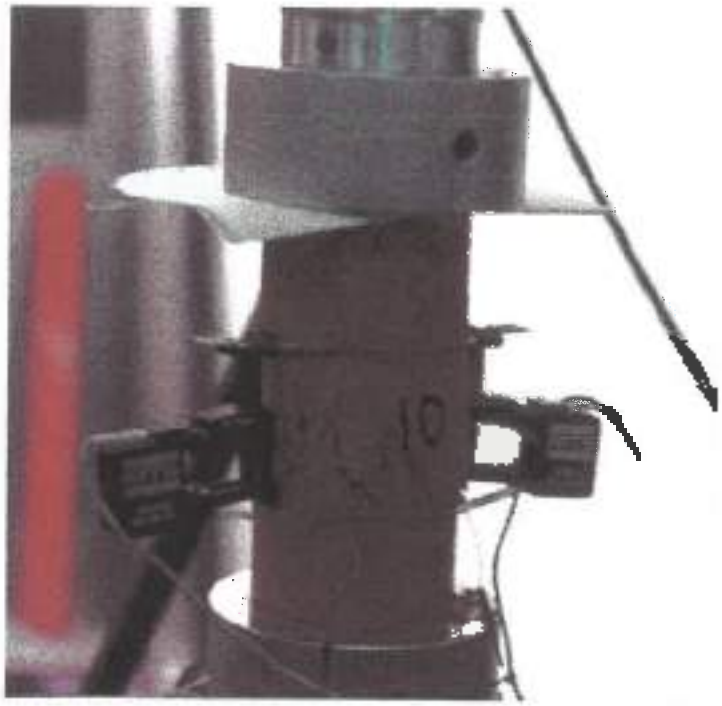
***Σταθερή ταχύτητα παραμόρφωσης*** . Η επιβολή του φορτίου πραγματοποιείται έτσι ώστε να παραμένει σταθερή η παραμόρφωση του δοκιμίου μέχρι θραύσεως του δοκιμίου.

ΜΕΘΟΔΟΣ 4 -TEST 4 (4)

***Δυναμική φόρτιση*** . Η επιβολή του φορτίου πραγματοποιείται με συνεχείς κύκλους φορτίσεων έτσι ώστε η περίοδος της φόρτισης (φόρτιση –αποφόρτιση ) να διαρκεί 0.60 sec




**ΣΧΗΜΑ 2.8** : *Χρόνος φόρτισης οδοστρώματος σε σχέση με το βάθος συνάφειας*



**ΣΧΗΜΑ 2.9 :** *Εύρεση μέτρου ελαστικότητας*

ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.32 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .**

| | T1 | | | | T2 | | | | T3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΦΟΡΤΙΟ KN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa | ΦΟΡΤΙΟ KN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa | ΦΟΡΤΙΟ KN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| 5 | 1.171 | 304.504 | 0.00025 | 1.218 | 1.172 | 304.504 | 0.00020 | 1.523 | 1.172 | 304.504 | 0.00021 | 1.450 |
| 5 | 1.172 | 304.504 | 0.00020 | 1.523 | 1.172 | 304.504 | 0.00021 | 1.450 | 1.172 | 304.504 | 0.00016 | 1.903 |
| 5 | 1.172 | 304.504 | 0.00021 | 1.450 | 1.172 | 304.504 | 0.00024 | 1.269 | 1.172 | 304.504 | 0.00021 | 1.450 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.172 | 304.504 | 0.00022 | 1.397 | 1.172 | 304.504 | 0.00022 | 1.414 | 1.172 | 304.504 | 0.00019 | 1.601 |
| 10 | 2.198 | 570.947 | 0.00015 | 3.806 | 2.148 | 558.261 | 0.00015 | 3.722 | 2.148 | 558.261 | 0.00016 | 3.489 |
| 10 | 2.197 | 570.947 | 0.00020 | 2.855 | 2.002 | 520.196 | 0.00020 | 2.601 | 2.197 | 570.947 | 0.00023 | 2.482 |
| 10 | 2.240 | 583.635 | 0.00018 | 3.242 | 2.148 | 558.261 | 0.00017 | 3.284 | 2.197 | 570.947 | 0.00021 | 2.719 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.212 | 575.178 | 0.00018 | 3.301 | 2.099 | 545.573 | 0.00017 | 3.202 | 2.181 | 566.718 | 0.00020 | 2.897 |
| 20 | 3.467 | 900.830 | 0.00018 | 5.005 | 3.467 | 900.830 | 0.00021 | 4.290 | 3.565 | 926.204 | 0.00023 | 4.027 |
| 20 | 3.467 | 900.830 | 0.00020 | 4.504 | 3.467 | 900.830 | 0.00020 | 4.504 | 3.516 | 913.516 | 0.00016 | 5.709 |
| 20 | 3.467 | 875.454 | 0.00020 | 4.377 | 3.418 | 888.142 | 0.00021 | 4.229 | 3.418 | 888.142 | 0.00020 | 4.441 |
| 20 | 3.467 | 875.454 | 0.00020 | 4.377 | 3.692 | 875.454 | 0.00020 | 4.377 | 3.467 | 900.830 | 0.00016 | 5.630 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 3.467 | 888.142 | 0.00020 | 4.566 | 3.511 | 891.314 | 0.00021 | 4.350 | 3.492 | 907.173 | 0.000 | 4.952 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.33 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

**T4**

| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ KN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| 5 | 4 | 1 | 1.131 | 293.812 | 0.000239 | 1.230 |
| 5 | 5 | 1 | 1.113 | 289.271 | 0.000238 | 1.210 |
| 5 | 6 | 1 | 1.120 | 291.015 | 0.000239 | 1.210 |
| 5 | 7 | 1 | 1.269 | 292.793 | 0.000242 | 1.210 |
| 5 | 8 | 1 | 1.128 | 293.230 | 0.000240 | 1.220 |
| 5 | 9 | 1 | 1.133 | 294.289 | 0.000240 | 1.220 |
| | | | | | | |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 1.149 | 292.402 | 0.000240 | 1.217 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 5 | 4 | 2 | 1.465 | 297.922 | 0.000256 | 1.164 |
| 5 | 5 | 2 | 1.153 | 299.639 | 0.000256 | 1.170 |
| 5 | 6 | 2 | 1.134 | 294.696 | 0.000255 | 1.150 |
| 5 | 7 | 2 | 1.139 | 295.966 | 0.000257 | 1.150 |
| 5 | 8 | 2 | 1.139 | 296.080 | 0.000257 | 1.150 |
| 5 | 9 | 2 | 1.144 | 297.263 | 0.000259 | 1.148 |
| | | | | | | |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 1.196 | 296.928 | 0.000257 | 1.155 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 5 | 1 | 3 | 1.119 | 290.791 | 0.000326 | 0.892 |
| 5 | 21 | 3 | 1.108 | 287.853 | 0.000339 | 0.849 |
| 5 | 41 | 3 | 1.113 | 289.229 | 0.000343 | 0.843 |
| 5 | 61 | 3 | 1.098 | 285.230 | 0.000340 | 0.839 |
| 5 | 81 | 3 | 1.106 | 287.274 | 0.000342 | 0.840 |
| 5 | 101 | 3 | 1.119 | 290.619 | 0.000345 | 0.843 |
| 5 | 121 | 3 | 1.104 | 286.750 | 0.000343 | 0.836 |
| 5 | 141 | 3 | 1.103 | 286.529 | 0.000350 | 0.819 |
| 5 | 161 | 3 | 1.128 | 293.003 | 0.000350 | 0.837 |
| 5 | 181 | 3 | 1.111 | 288.655 | 0.000350 | 0.825 |
| 5 | 201 | 3 | 1.128 | 293.205 | 0.000350 | 0.838 |
| 5 | 221 | 3 | 1.125 | 292.495 | 0.000350 | 0.836 |
| 5 | 241 | 3 | 1.119 | 291.011 | 0.000346 | 0.841 |
| | | | | | | |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 1.114 | 289.450 | 0.000344 | 0.841 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.34 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ KN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| 10 | 0 | 4 | 2.039 | 529.924 | 0.000175 | 3.028 |
| 10 | 5 | 4 | 2.152 | 559.122 | 0.000190 | 2.943 |
| 10 | 10 | 4 | 2.138 | 555.496 | 0.000190 | 2.924 |
| 10 | 15 | 4 | 2.174 | 564.789 | 0.000192 | 2.942 |
| 10 | 20 | 4 | 2.147 | 557.865 | 0.000191 | 2.921 |
| 10 | 25 | 4 | 2.154 | 559.686 | 0.000192 | 2.915 |
| 10 | 30 | 4 | 2.145 | 557.353 | 0.000190 | 2.933 |
| 10 | 35 | 4 | 2.142 | 556.597 | 0.000192 | 2.899 |
| 10 | 40 | 4 | 2.140 | 556.120 | 0.000192 | 2.896 |
| 10 | 45 | 4 | 2.129 | 553.080 | 0.000191 | 2.896 |
| 10 | 50 | 4 | 2.157 | 560.433 | 0.000192 | 2.919 |
| 10 | 55 | 4 | 2.148 | 558.085 | 0.000191 | 2.922 |
| 10 | 60 | 4 | 2.145 | 557.387 | 0.000190 | 2.934 |
| 10 | 65 | 4 | 2.148 | 558.167 | 0.000190 | 2.938 |
| 10 | 70 | 4 | 2.147 | 557.824 | 0.000191 | 2.921 |
| 10 | 75 | 4 | 2.150 | 558.746 | 0.000192 | 2.910 |
| 10 | 80 | 4 | 2.155 | 560.014 | 0.000193 | 2.902 |
| 10 | 85 | 4 | 2.135 | 554.064 | 0.000190 | 2.916 |
| 10 | 90 | 4 | 2.140 | 555.985 | 0.000191 | 2.911 |
| 10 | 95 | 4 | 2.139 | 555.794 | 0.000192 | 2.896 |
| 10 | 99 | 4 | 2.157 | 560.381 | 0.000190 | 2.949 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 2.142 | 556.520 | 0.000190 | 2.924 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.35 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

T4

| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ KN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0 | 1 | 3.271 | 850.133 | 0.000196 | 4.337 |
| 20 | 2 | 1 | 3.427 | 890.503 | 0.000221 | 4.035 |
| 20 | 4 | 1 | 3.435 | 892.439 | 0.000206 | 4.343 |
| 20 | 6 | 1 | 3.432 | 891.892 | 0.000208 | 4.288 |
| 20 | 8 | 1 | 3.436 | 892.851 | 0.000211 | 4.232 |
| 20 | 90 | 1 | 3.434 | 892.282 | 0.000209 | 4.269 |
| 20 | 92 | 1 | 3.424 | 889.659 | 0.000209 | 4.257 |
| 20 | 94 | 1 | 3.429 | 890.958 | 0.000210 | 4.243 |
| 20 | 96 | 1 | 3.413 | 886.917 | 0.000209 | 4.244 |
| 20 | 98 | 1 | 3.422 | 889.271 | 0.000210 | 4.235 |
| 20 | 99 | 1 | 3.438 | 893.421 | 0.000210 | 4.254 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 3.415 | 887.302 | 0.000209 | 4.249 |
| | | | | | | |
| 20 | 0 | 2 | 3.338 | 867.285 | 0.000199 | 4.358 |
| 20 | 2 | 2 | 3.434 | 892.232 | 0.000210 | 4.249 |
| 20 | 4 | 2 | 3.443 | 894.517 | 0.000210 | 4.263 |
| 20 | 6 | 2 | 3.442 | 894.482 | 0.000209 | 4.280 |
| 20 | 8 | 2 | 3.430 | 891.324 | 0.000210 | 4.244 |
| 20 | 90 | 2 | 3.428 | 890.176 | 0.000210 | 4.239 |
| 20 | 92 | 2 | 3.432 | 891.912 | 0.000211 | 4.227 |
| 20 | 94 | 2 | 3.428 | 890.702 | 0.000211 | 4.221 |
| 20 | 96 | 2 | 3.425 | 889.991 | 0.000211 | 4.218 |
| 20 | 98 | 2 | 3.425 | 889.982 | 0.000210 | 4.238 |
| 20 | 99 | 2 | 3.430 | 891.240 | 0.000210 | 4.244 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 3.423 | 889.440 | 0.000209 | 4.253 |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.36 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .**

| | T1 | | | | T2 | | | | T3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΦΟΡΤΙΟ *KN* | ΤΑΣΗ *KPa* | ΠΑΡ/ΣΗ | Ε *GPa* | ΦΟΡΤΙΟ *KN* | ΤΑΣΗ *KPa* | ΠΑΡ/ΣΗ | Ε *GPa* | ΦΟΡΤΙΟ *KN* | ΤΑΣΗ *KPa* | ΠΑΡ/ΣΗ | Ε *GPa* |
| 5 | 0.483 | 125.608 | 0.000539 | **0.233** | 0.435 | 112.921 | 0.000540 | **0.209** | 0.483 | 125.608 | 0.000630 | **0.199** |
| 5 | 0.493 | 126.146 | 0.000550 | **0.233** | 0.386 | 100.233 | 0.000410 | **0.244** | - | - | - | - |
| 5 | 0.488 | 126.877 | 0.000510 | **0.249** | 0.317 | 82.470 | 0.000340 | **0.243** | 0.486 | 126.877 | 0.000660 | **0.192** |
| **ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ** | 0.486 | 126.877 | 0.000533 | **0.238** | 0.379 | 98.541 | 0.000430 | **0.232** | 0.486 | 126.243 | 0.000645 | **0.196** |
| 10 | 0.894 | 232.185 | 0.000390 | **0.595** | 0.884 | 229.848 | 0.000440 | **0.522** | 0.884 | 229.735 | 0.000469 | **0.490** |
| 10 | 0.889 | 230.917 | 0.000280 | **0.888** | 0.889 | 230.917 | 0.000780 | **0.296** | 0.898 | 233.454 | 0.000270 | **0.865** |
| 10 | 0.889 | 230.917 | 0.000410 | **0.563** | 0.889 | 230.917 | 0.000440 | **0.525** | 0.884 | 229.848 | 0.000520 | **0.442** |
| 10 | 0.894 | 232.185 | 0.000270 | **0.860** | 0.889 | 230.917 | 0.000290 | **0.795** | 0.879 | 228.379 | 0.000270 | **0.846** |
| **ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ** | 0.891 | 231.551 | 0.000333 | **0.727** | 0.887 | 230.600 | 0.000488 | **0.535** | 0.886 | 230.304 | 0.000382 | 0.660 |
| 20 | 2.100 | 545.573 | 0.000160 | **3.031** | 2.100 | 545.573 | 0.000570 | **0.957** | 2.100 | 545.573 | 0.000740 | **0.737** |
| 20 | 2.100 | 545.573 | 0.000200 | **2.726** | 2.146 | 558.261 | 0.000540 | **1.034** | 2.100 | 545.573 | 0.000630 | **0.866** |
| 20 | 2.100 | 545.573 | 0.000200 | **2.728** | 2.100 | 545.573 | 0.000550 | **0.992** | - | - | - | - |
| 20 | 2.051 | 532.885 | 0.000200 | **2.664** | 2.148 | 558.261 | 0.000590 | **0.946** | 2.100 | 545.573 | 0.000600 | **0.909** |
| **ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ** | 2.087 | 542.401 | 0.000195 | **2.788** | 2.124 | 551.917 | 0.000563 | **0.982** | 2.100 | 545.573 | 0.000657 | **0.838** |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.37 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .**

**T4**

| ΠΟΣΟΣΤΟ L.T. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0 | 1 | 0.348 | 90.523 | 0.000383 | 0.235 |
| 5 | 1 | 1 | 0.391 | 101.608 | 0.000464 | 0.218 |
| 5 | 2 | 1 | 0.394 | 102.500 | 0.000477 | 0.213 |
| 5 | 3 | 1 | 0.403 | 104.793 | 0.000492 | 0.211 |
| 5 | 4 | 1 | 0.409 | 106.239 | 0.000502 | 0.210 |
| 5 | 5 | 1 | 0.415 | 107.838 | 0.000514 | 0.208 |
| 5 | 6 | 1 | 0.421 | 109.507 | 0.000523 | 0.208 |
| 5 | 7 | 1 | 0.424 | 110.257 | 0.000530 | 0.206 |
| 5 | 8 | 1 | 0.428 | 111.104 | 0.000537 | 0.205 |
| 5 | 9 | 1 | 0.431 | 111.966 | 0.000544 | 0.204 |
| 5 | 89 | 1 | 0.443 | 115.050 | 0.000574 | 0.199 |
| 5 | 90 | 1 | 0.441 | 114.716 | 0.000573 | 0.198 |
| 5 | 91 | 1 | 0.441 | 114.669 | 0.000573 | 0.199 |
| 5 | 92 | 1 | 0.441 | 114.535 | 0.000573 | 0.198 |
| 5 | 93 | 1 | 0.442 | 114.745 | 0.000574 | 0.198 |
| 5 | 94 | 1 | 0.441 | 114.546 | 0.000572 | 0.199 |
| 5 | 95 | 1 | 0.439 | 114.087 | 0.000573 | 0.197 |
| 5 | 96 | 1 | 0.441 | 114.695 | 0.000574 | 0.198 |
| 5 | 97 | 1 | 0.442 | 114.787 | 0.000574 | 0.198 |
| 5 | 98 | 1 | 0.442 | 114.742 | 0.000575 | 0.198 |
| 5 | 99 | 1 | 0.443 | 115.004 | 0.000574 | 0.199 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 0.425 | 110.377 | 0.000537 | 0.205 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.38 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| | | | | | | |
| 5 | 1 | 2 | 0.373 | 96.931 | 0.000394 | 0.244 |
| 5 | 2 | 2 | 0.414 | 107.466 | 0.000476 | 0.223 |
| 5 | 3 | 2 | 0.415 | 107.897 | 0.000489 | 0.218 |
| 5 | 4 | 2 | 0.419 | 108.879 | 0.000499 | 0.215 |
| 5 | 5 | 2 | 0.425 | 110.340 | 0.000506 | 0.215 |
| 5 | 6 | 2 | 0.430 | 111.761 | 0.000520 | 0.212 |
| 5 | 7 | 2 | 0.433 | 112.610 | 0.000527 | 0.211 |
| 5 | 8 | 2 | 0.439 | 114.165 | 0.000534 | 0.211 |
| 5 | 9 | 2 | 0.437 | 113.629 | 0.000535 | 0.210 |
| 5 | 89 | 2 | 0.439 | 114.057 | 0.000536 | 0.210 |
| 5 | 90 | 2 | 0.439 | 114.053 | 0.000558 | 0.202 |
| 5 | 91 | 2 | 0.440 | 114.385 | 0.000557 | 0.203 |
| 5 | 92 | 2 | 0.439 | 114.094 | 0.000557 | 0.202 |
| 5 | 93 | 2 | 0.439 | 114.171 | 0.000556 | 0.203 |
| 5 | 94 | 2 | 0.439 | 114.083 | 0.000555 | 0.203 |
| 5 | 95 | 2 | 0.441 | 114.474 | 0.000555 | 0.204 |
| 5 | 96 | 2 | 0.440 | 114.235 | 0.000556 | 0.203 |
| 5 | 97 | 2 | 0.439 | 114.036 | 0.000556 | 0.203 |
| 5 | 98 | 2 | 0.440 | 114.244 | 0.000556 | 0.203 |
| 5 | 99 | 2 | 0.440 | 114.268 | 0.000557 | 0.203 |
| | | | | | | |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 0.440 | 114.219 | 0.000556 | 0.203 |
| | | | | | | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.39 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

T4

| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 0 | 1 | 0.767 | 204.452 | 0.000355 | 0.572 |
| 10 | 1 | 1 | 0.832 | 216.263 | 0.000382 | 0.549 |
| 10 | 2 | 1 | 0.825 | 214.252 | 0.000381 | 0.546 |
| 10 | 3 | 1 | 0.825 | 214.486 | 0.000382 | 0.544 |
| 10 | 4 | 1 | 0.825 | 214.320 | 0.000383 | 0.543 |
| 10 | 5 | 1 | 0.823 | 213.748 | 0.000382 | 0.542 |
| 10 | 6 | 1 | 0.825 | 214.373 | 0.000383 | 0.542 |
| 10 | 7 | 1 | 0.825 | 214.270 | 0.000384 | 0.540 |
| 10 | 8 | 1 | 0.823 | 213.935 | 0.000385 | 0.538 |
| 10 | 9 | 1 | 0.823 | 213.948 | 0.000385 | 0.538 |
| 10 | 89 | 1 | 0.823 | 213.882 | 0.000401 | 0.530 |
| 10 | 90 | 1 | 0.822 | 213.561 | 0.000401 | 0.530 |
| 10 | 91 | 1 | 0.821 | 213.356 | 0.000400 | 0.530 |
| 10 | 92 | 1 | 0.826 | 214.632 | 0.000404 | 0.529 |
| 10 | 93 | 1 | 0.825 | 214.271 | 0.000403 | 0.528 |
| 10 | 94 | 1 | 0.826 | 214.688 | 0.000403 | 0.530 |
| 10 | 95 | 1 | 0.822 | 213.714 | 0.000402 | 0.529 |
| 10 | 96 | 1 | 0.821 | 213.405 | 0.000402 | 0.529 |
| 10 | 97 | 1 | 0.823 | 213.801 | 0.000402 | 0.528 |
| 10 | 98 | 1 | 0.824 | 213.985 | 0.000403 | 0.528 |
| 10 | 99 | 1 | 0.823 | 213.939 | 0.000402 | 0.529 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 0.822 | 213.660 | 0.000396 | 0.537 |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.40 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .**

**T4**

| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 0 | 2 | 0.815 | 211.809 | 0.000258 | 0.820 |
| 10 | 1 | 2 | 0.858 | 222.894 | 0.000277 | 0.804 |
| 10 | 2 | 2 | 0.855 | 222.049 | 0.000276 | 0.803 |
| 10 | 3 | 2 | 0.852 | 221.305 | 0.000276 | 0.799 |
| 10 | 4 | 2 | 0.855 | 222.098 | 0.000277 | 0.801 |
| 10 | 5 | 2 | 0.856 | 222.298 | 0.000277 | 0.802 |
| 10 | 6 | 2 | 0.854 | 221.763 | 0.000278 | 0.796 |
| 10 | 7 | 2 | 0.851 | 221.140 | 0.000277 | 0.798 |
| 10 | 8 | 2 | 0.852 | 221.482 | 0.000279 | 0.792 |
| 10 | 9 | 2 | 0.851 | 221.072 | 0.000277 | 0.796 |
| 10 | 89 | 2 | 0.851 | 221.203 | 0.000283 | 0.781 |
| 10 | 90 | 2 | 0.853 | 221.557 | 0.000284 | 0.778 |
| 10 | 91 | 2 | 0.852 | 221.340 | 0.000282 | 0.784 |
| 10 | 92 | 2 | 0.853 | 221.694 | 0.000284 | 0.778 |
| 10 | 93 | 2 | 0.850 | 220.870 | 0.000283 | 0.779 |
| 10 | 94 | 2 | 0.848 | 220.239 | 0.000281 | 0.781 |
| 10 | 95 | 2 | 0.850 | 220.997 | 0.000282 | 0.781 |
| 10 | 96 | 2 | 0.853 | 221.706 | 0.000284 | 0.779 |
| 10 | 97 | 2 | 0.849 | 220.713 | 0.000281 | 0.784 |
| 10 | 98 | 2 | 0.853 | 221.537 | 0.000282 | 0.783 |
| 10 | 99 | 2 | 0.849 | 220.706 | 0.000284 | 0.776 |
| **ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ** | | | 0.850 | 220.976 | 0.000279 | 0.790 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.41 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| 10 | 0 | 3 | 0.764 | 203.703 | 0.000371 | 0.547 |
| 10 | 1 | 3 | 0.843 | 219.104 | 0.000418 | 0.522 |
| 10 | 2 | 3 | 0.836 | 217.264 | 0.000417 | 0.519 |
| 10 | 3 | 3 | 0.832 | 216.202 | 0.000419 | 0.513 |
| 10 | 4 | 3 | 0.835 | 216.943 | 0.000419 | 0.516 |
| 10 | 5 | 3 | 0.835 | 216.869 | 0.000418 | 0.515 |
| 10 | 6 | 3 | 0.831 | 215.908 | 0.000418 | 0.514 |
| 10 | 7 | 3 | 0.831 | 215.805 | 0.000419 | 0.512 |
| 10 | 8 | 3 | 0.831 | 216.021 | 0.000420 | 0.512 |
| 10 | 9 | 3 | 0.831 | 215.835 | 0.000419 | 0.512 |
| 10 | 89 | 3 | 0.827 | 214.976 | 0.000427 | 0.501 |
| 10 | 90 | 3 | 0.824 | 214.180 | 0.000424 | 0.503 |
| 10 | 91 | 3 | 0.827 | 214.978 | 0.000425 | 0.504 |
| 10 | 92 | 3 | 0.827 | 214.847 | 0.000427 | 0.501 |
| 10 | 93 | 3 | 0.825 | 214.261 | 0.000424 | 0.502 |
| 10 | 94 | 3 | 0.827 | 214.967 | 0.000427 | 0.501 |
| 10 | 95 | 3 | 0.826 | 214.689 | 0.000425 | 0.503 |
| 10 | 96 | 3 | 0.828 | 215.239 | 0.000428 | 0.501 |
| 10 | 97 | 3 | 0.828 | 215.166 | 0.000425 | 0.503 |
| 10 | 98 | 3 | 0.829 | 215.329 | 0.000425 | 0.504 |
| 10 | 99 | 3 | 0.823 | 213.841 | 0.000424 | 0.502 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 0.828 | 215.054 | 0.000420 | 0.510 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.42 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| 10 | 0 | 4 | 0.816 | 21[illegible].989 | 0.000262 | 0.807 |
| 10 | 1 | 4 | 0.857 | 222.582 | 0.000283 | 0.783 |
| 10 | 2 | 4 | 0.858 | 223.065 | 0.000285 | 0.781 |
| 10 | 3 | 4 | 0.856 | 222.380 | 0.000284 | 0.780 |
| 10 | 4 | 4 | 0.854 | 221.798 | 0.000285 | 0.777 |
| 10 | 5 | 4 | 0.854 | 221.818 | 0.000285 | 0.777 |
| 10 | 6 | 4 | 0.854 | 221.894 | 0.000285 | 0.775 |
| 10 | 7 | 4 | 0.855 | 222.242 | 0.000285 | 0.777 |
| 10 | 8 | 4 | 0.852 | 221.380 | 0.000287 | 0.770 |
| 10 | 9 | 4 | 0.854 | 221.819 | 0.000286 | 0.773 |
| 10 | 89 | 4 | 0.848 | 220.362 | 0.000289 | 0.759 |
| 10 | 90 | 4 | 0.849 | 220.641 | 0.000288 | 0.763 |
| 10 | 91 | 4 | 0.847 | 220.033 | 0.000289 | 0.759 |
| 10 | 92 | 4 | 0.847 | 220.135 | 0.000287 | 0.764 |
| 10 | 93 | 4 | 0.849 | 220.532 | 0.000287 | 0.766 |
| 10 | 94 | 4 | 0.847 | 220.149 | 0.000289 | 0.759 |
| 10 | 95 | 4 | 0.845 | 219.549 | 0.000288 | 0.761 |
| 10 | 96 | 4 | 0.850 | 220.831 | 0.000288 | 0.763 |
| 10 | 97 | 4 | 0.848 | 220.478 | 0.000290 | 0.759 |
| 10 | 98 | 4 | 0.845 | 219.690 | 0.000289 | 0.759 |
| 10 | 99 | 4 | 0.852 | 221.427 | 0.000289 | 0.763 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 0.849 | 220.704 | 0.000286 | 0.770 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.43 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| 20 | 0 | 1 | 1.851 | 481.012 | 0.000514 | 0.935 |
| 20 | 1 | 1 | 2.037 | 529.306 | 0.000562 | 0.906 |
| 20 | 2 | 1 | 2.030 | 527.511 | 0.000586 | 0.897 |
| 20 | 3 | 1 | 2.024 | 525.866 | 0.000587 | 0.893 |
| 20 | 4 | 1 | 2.021 | 525.262 | 0.000591 | 0.888 |
| 20 | 5 | 1 | 2.030 | 527.534 | 0.000592 | 0.888 |
| 20 | 6 | 1 | 2.017 | 524.030 | 0.000591 | 0.885 |
| 20 | 7 | 1 | 2.024 | 525.842 | 0.000595 | 0.882 |
| 20 | 8 | 1 | 2.007 | 521.545 | 0.000592 | 0.878 |
| 20 | 9 | 1 | 2.013 | 523.122 | 0.000593 | 0.879 |
| 20 | 89 | 1 | 2.011 | 522.469 | 0.000618 | 0.843 |
| 20 | 90 | 1 | 2.012 | 522.883 | 0.000619 | 0.843 |
| 20 | 91 | 1 | 2.010 | 522.393 | 0.000616 | 0.845 |
| 20 | 92 | 1 | 2.006 | 521.347 | 0.000620 | 0.839 |
| 20 | 93 | 1 | 2.008 | 521.758 | 0.000619 | 0.841 |
| 20 | 94 | 1 | 2.019 | 524.887 | 0.000621 | 0.843 |
| 20 | 95 | 1 | 2.032 | 528.098 | 0.000620 | 0.849 |
| 20 | 96 | 1 | 2.014 | 523.255 | 0.000622 | 0.838 |
| 20 | 97 | 1 | 2.006 | 521.272 | 0.000621 | 0.837 |
| 20 | 98 | 1 | 2.004 | 520.616 | 0.000619 | 0.839 |
| 20 | 99 | 1 | 2.005 | 520.932 | 0.000619 | 0.839 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 2.009 | 521.940 | 0.000602 | 0.866 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.44 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

**T4**

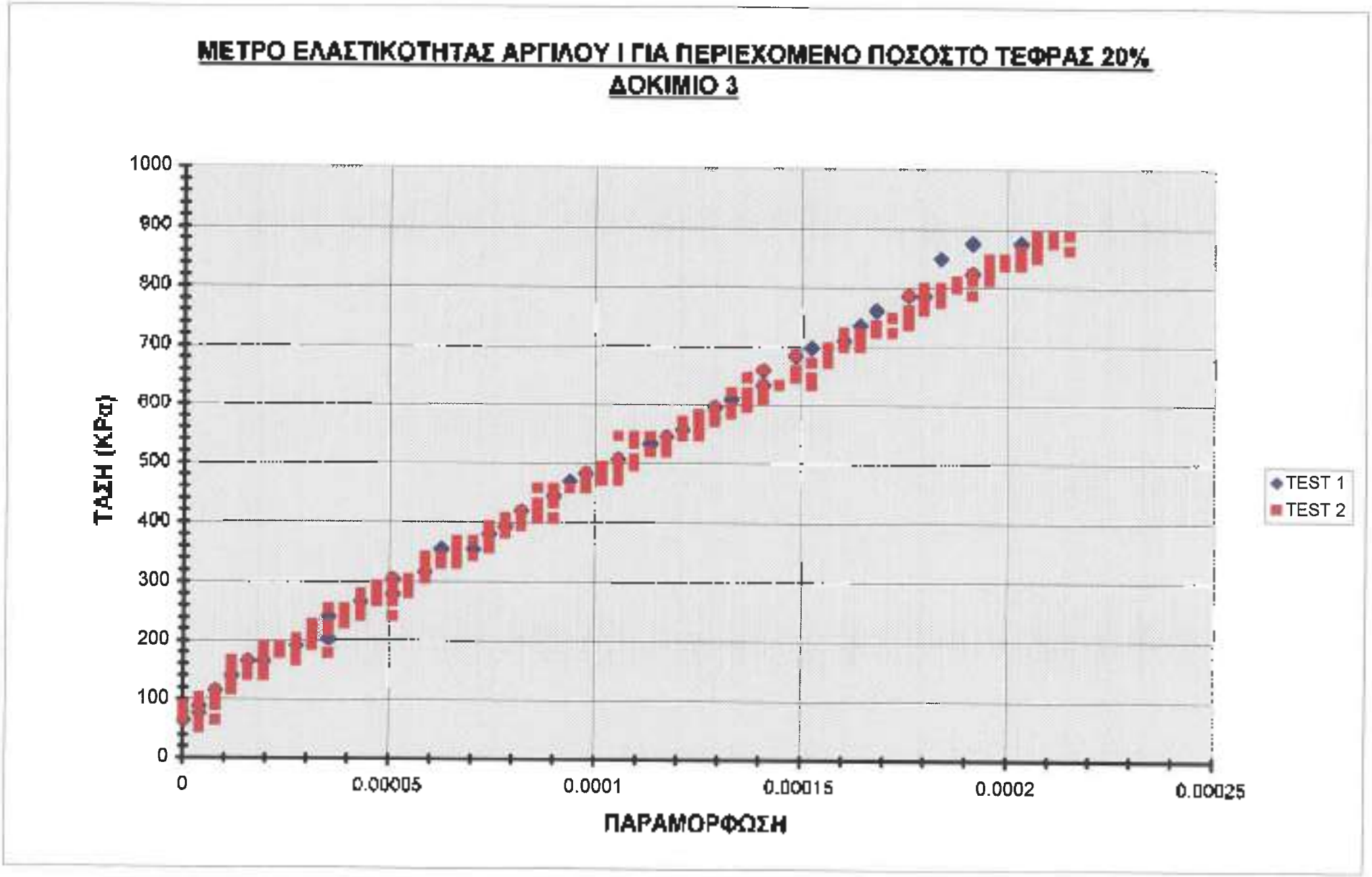
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0 | 2 | 1.761 | 457.596 | 0.000457 | 0.996 |
| 20 | 1 | 2 | 1.946 | 505.758 | 0.000533 | 0.944 |
| 20 | 2 | 2 | 1.943 | 504.797 | 0.000535 | 0.940 |
| 20 | 3 | 2 | 1.934 | 502.567 | 0.000535 | 0.936 |
| 20 | 4 | 2 | 1.938 | 503.484 | 0.000537 | 0.935 |
| 20 | 5 | 2 | 1.945 | 505.313 | 0.000538 | 0.935 |
| 20 | 6 | 2 | 1.933 | 502.278 | 0.000538 | 0.930 |
| 20 | 7 | 2 | 1.952 | 507.285 | 0.000540 | 0.938 |
| 20 | 8 | 2 | 1.942 | 504.628 | 0.000541 | 0.929 |
| 20 | 9 | 2 | 1.948 | 506.110 | 0.000541 | 0.931 |
| 20 | 89 | 2 | 1.933 | 502.332 | 0.000560 | 0.894 |
| 20 | 90 | 2 | 1.934 | 502.619 | 0.000557 | 0.899 |
| 20 | 91 | 2 | 1.953 | 507.527 | 0.000558 | 0.905 |
| 20 | 92 | 2 | 1.937 | 503.340 | 0.000556 | 0.902 |
| 20 | 93 | 2 | 1.944 | 505.116 | 0.000558 | 0.902 |
| 20 | 94 | 2 | 1.939 | 503.788 | 0.000555 | 0.905 |
| 20 | 95 | 2 | 1.930 | 501.431 | 0.000557 | 0.898 |
| 20 | 96 | 2 | 1.944 | 505.009 | 0.000556 | 0.905 |
| 20 | 97 | 2 | 1.942 | 504.596 | 0.000558 | 0.901 |
| 20 | 98 | 2 | 1.948 | 506.049 | 0.000557 | 0.906 |
| 20 | 99 | 2 | 1.927 | 500.759 | 0.000558 | 0.895 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 1.932 | 502.018 | 0.000544 | 0.920 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.45 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

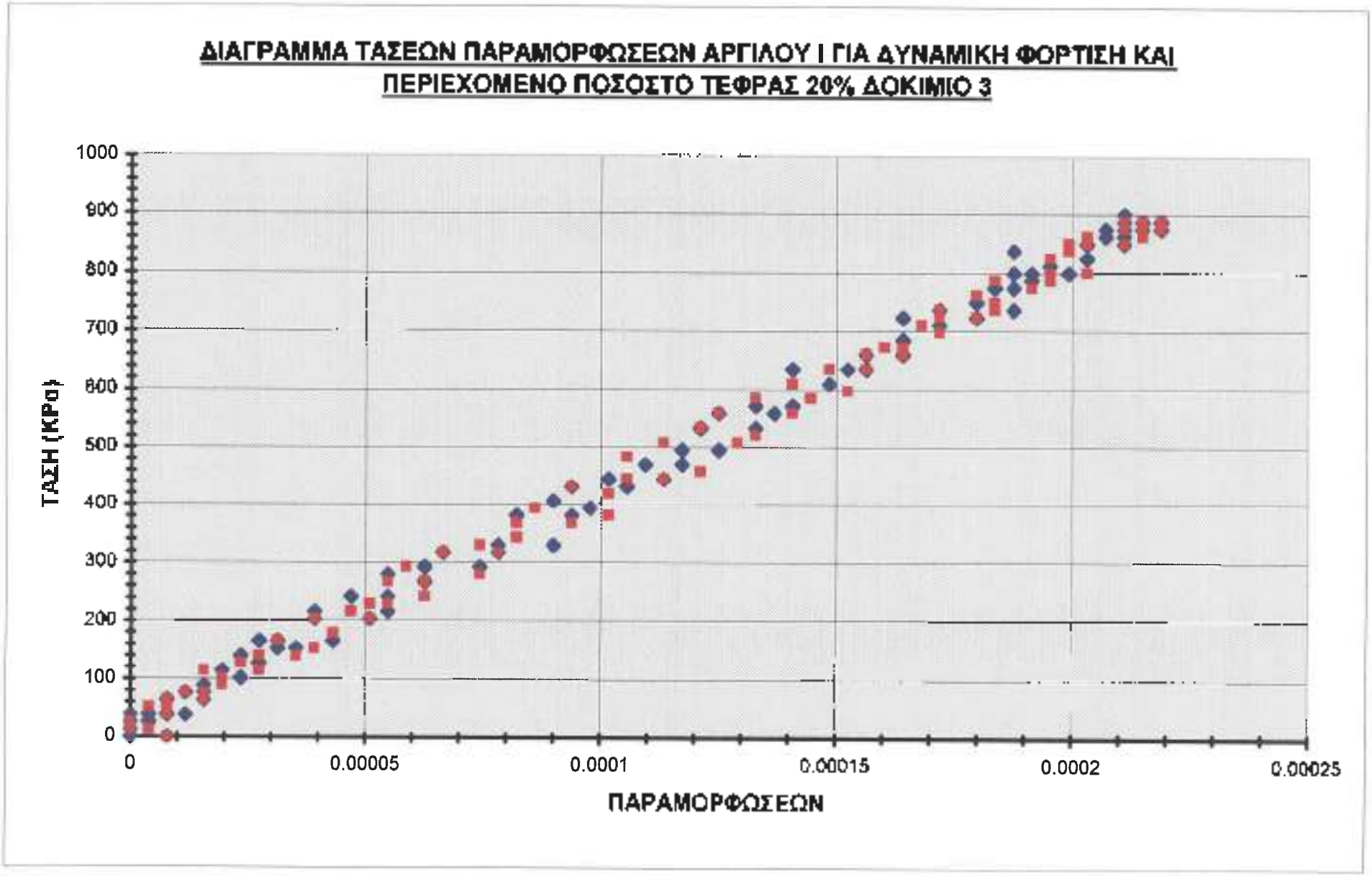
| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ kN | ΤΑΣΗ KPa | ΠΑΡ/ΣΗ | E GPa |
| 20 | 0 | 3 | 1.814 | 471.462 | 0.000528 | 0.888 |
| 20 | 1 | 3 | 1.997 | 518.901 | 0.000612 | 0.844 |
| 20 | 2 | 3 | 1.988 | 516.561 | 0.000617 | 0.834 |
| 20 | 3 | 3 | 1.981 | 514.859 | 0.000620 | 0.828 |
| 20 | 4 | 3 | 1.984 | 515.460 | 0.000621 | 0.826 |
| 20 | 5 | 3 | 1.990 | 517.041 | 0.000622 | 0.828 |
| 20 | 6 | 3 | 1.981 | 514.681 | 0.000619 | 0.827 |
| 20 | 7 | 3 | 1.993 | 517.919 | 0.000622 | 0.829 |
| 20 | 8 | 3 | 1.991 | 517.364 | 0.000623 | 0.826 |
| 20 | 9 | 3 | 1.975 | 513.167 | 0.000624 | 0.819 |
| 20 | 89 | 3 | 1.981 | 514.763 | 0.000643 | 0.798 |
| 20 | 90 | 3 | 1.989 | 516.729 | 0.000643 | 0.800 |
| 20 | 91 | 3 | 2.001 | 519.829 | 0.000645 | 0.804 |
| 20 | 92 | 3 | 1.986 | 516.094 | 0.000642 | 0.800 |
| 20 | 93 | 3 | 2.000 | 519.668 | 0.000642 | 0.806 |
| 20 | 94 | 3 | 1.988 | 516.487 | 0.000642 | 0.801 |
| 20 | 95 | 3 | 1.995 | 518.504 | 0.000642 | 0.804 |
| 20 | 96 | 3 | 1.996 | 518.749 | 0.000642 | 0.805 |
| 20 | 97 | 3 | 2.000 | 519.701 | 0.000643 | 0.804 |
| 20 | 98 | 3 | 1.987 | 516.396 | 0.000644 | 0.798 |
| 20 | 99 | 3 | 1.995 | 518.359 | 0.000643 | 0.804 |
| | | | | | | |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 1.982 | 514.890 | 0.000626 | 0.818 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.46 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .

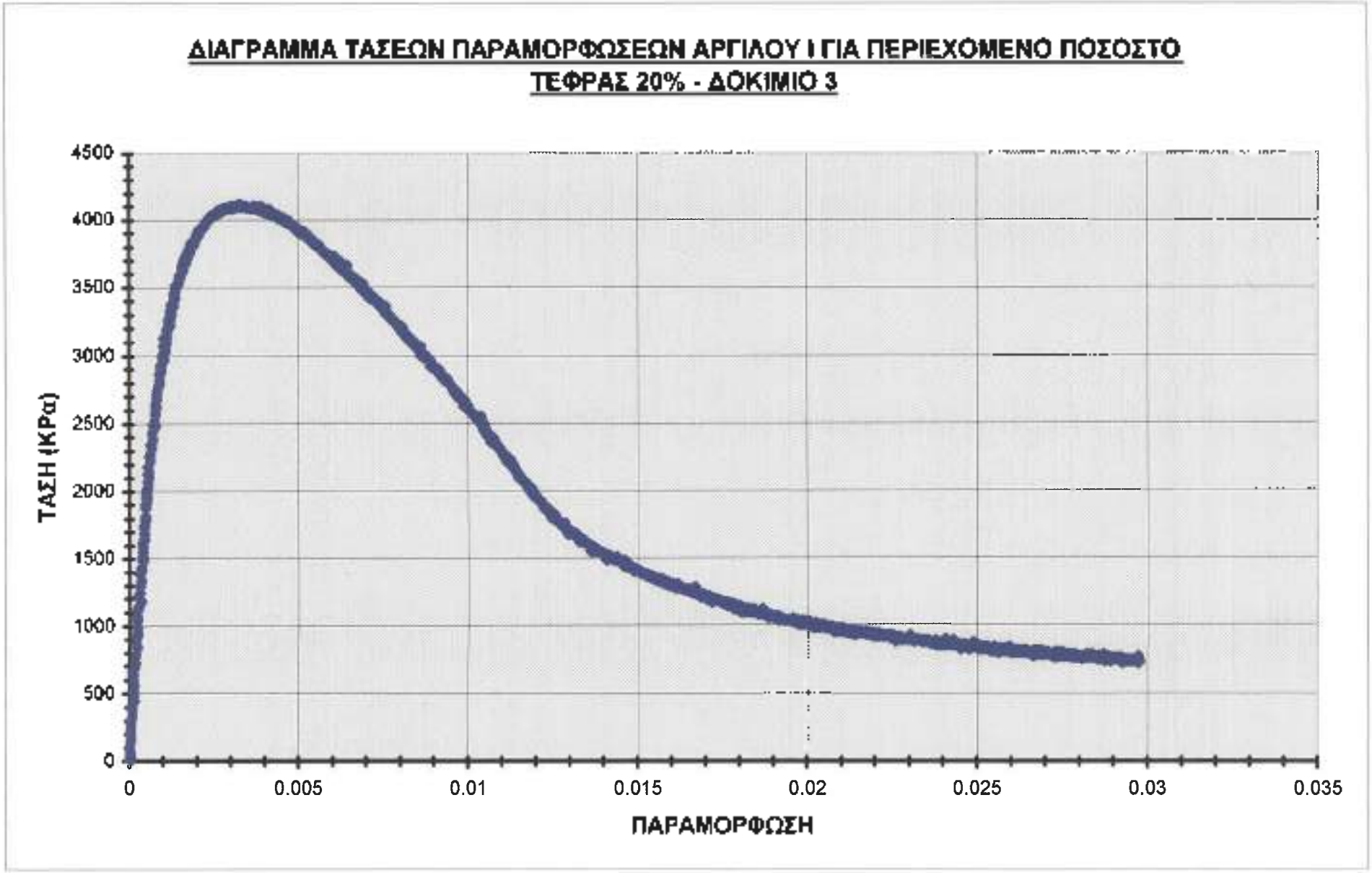
| T4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ LT. | ΠΕΡΙΟΔΟΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΦΟΡΤΙΟ *kN* | ΤΑΣΗ *KPa* | ΠΑΡ/ΣΗ | E *GPa* |
| 20 | 0 | 4 | 1.791 | 465.434 | 0.000558 | 0.830 |
| 20 | 1 | 4 | 1.993 | 517.942 | 0.000650 | 0.793 |
| 20 | 2 | 4 | 1.991 | 517.422 | 0.000653 | 0.789 |
| 20 | 3 | 4 | 1.986 | 515.986 | 0.000655 | 0.784 |
| 20 | 4 | 4 | 1.970 | 511.865 | 0.000657 | 0.776 |
| 20 | 5 | 4 | 1.994 | 518.193 | 0.000659 | 0.782 |
| 20 | 6 | 4 | 1.974 | 512.831 | 0.000657 | 0.777 |
| 20 | 7 | 4 | 1.998 | 519.085 | 0.000659 | 0.783 |
| 20 | 8 | 4 | 1.987 | 516.194 | 0.000658 | 0.781 |
| 20 | 9 | 4 | 1.984 | 515.564 | 0.000662 | 0.774 |
| 20 | 89 | 4 | 1.981 | 514.636 | 0.000680 | 0.753 |
| 20 | 90 | 4 | 1.978 | 514.079 | 0.000679 | 0.753 |
| 20 | 91 | 4 | 1.975 | 513.242 | 0.000681 | 0.751 |
| 20 | 92 | 4 | 1.973 | 512.634 | 0.000681 | 0.750 |
| 20 | 93 | 4 | 1.985 | 515.834 | 0.000681 | 0.754 |
| 20 | 94 | 4 | 1.979 | 514.277 | 0.000680 | 0.753 |
| 20 | 95 | 4 | 1.970 | 511.883 | 0.000681 | 0.748 |
| 20 | 96 | 4 | 1.990 | 517.127 | 0.000683 | 0.753 |
| 20 | 97 | 4 | 1.987 | 516.327 | 0.000683 | 0.753 |
| 20 | 98 | 4 | 1.947 | 505.839 | 0.000676 | 0.745 |
| 20 | 99 | 4 | 1.972 | 512.324 | 0.000682 | 0.749 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | | | 1.972 | 512.319 | 0.000664 | 0.768 |



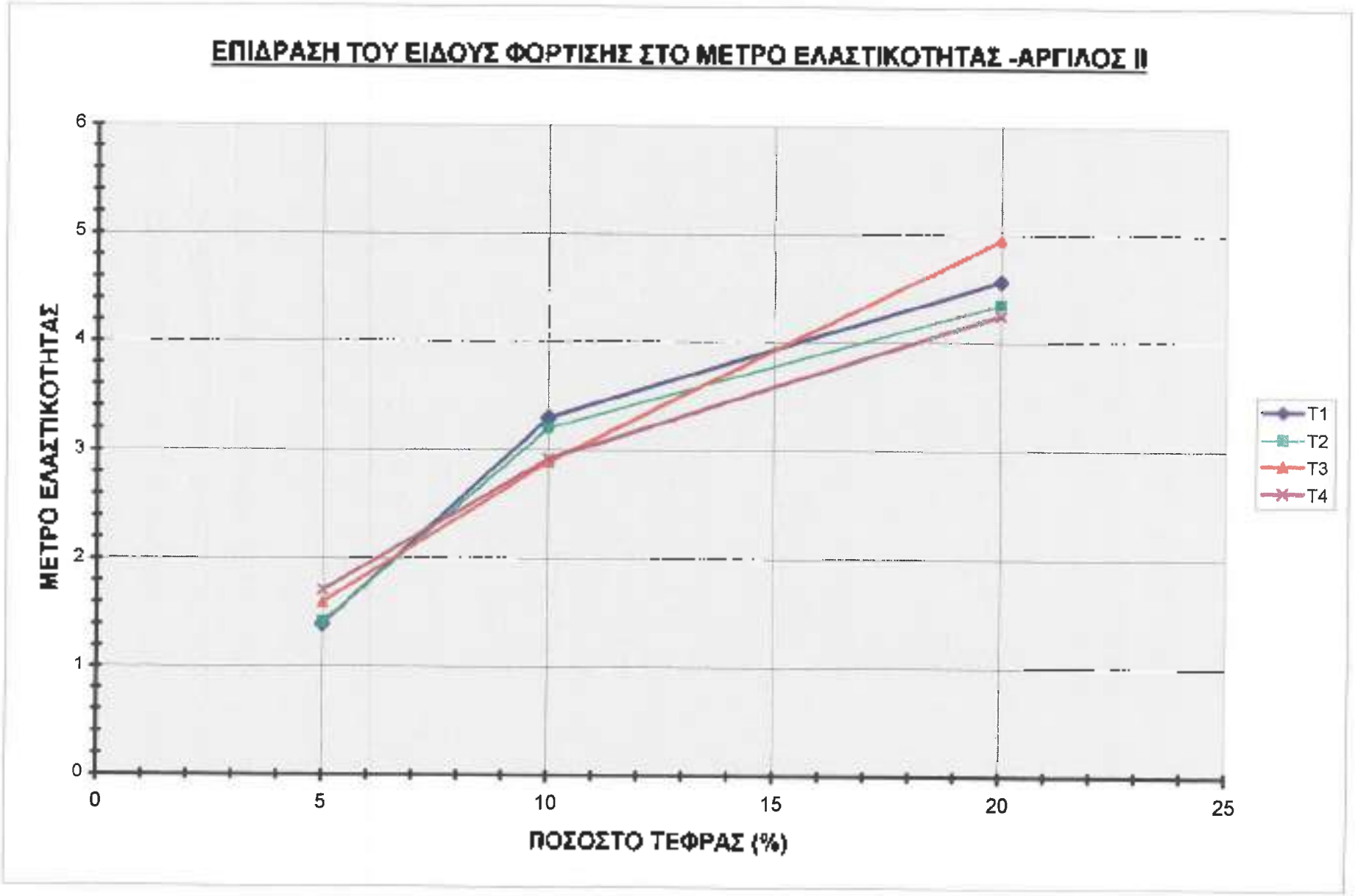

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.18:** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΣΕΩΝ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%



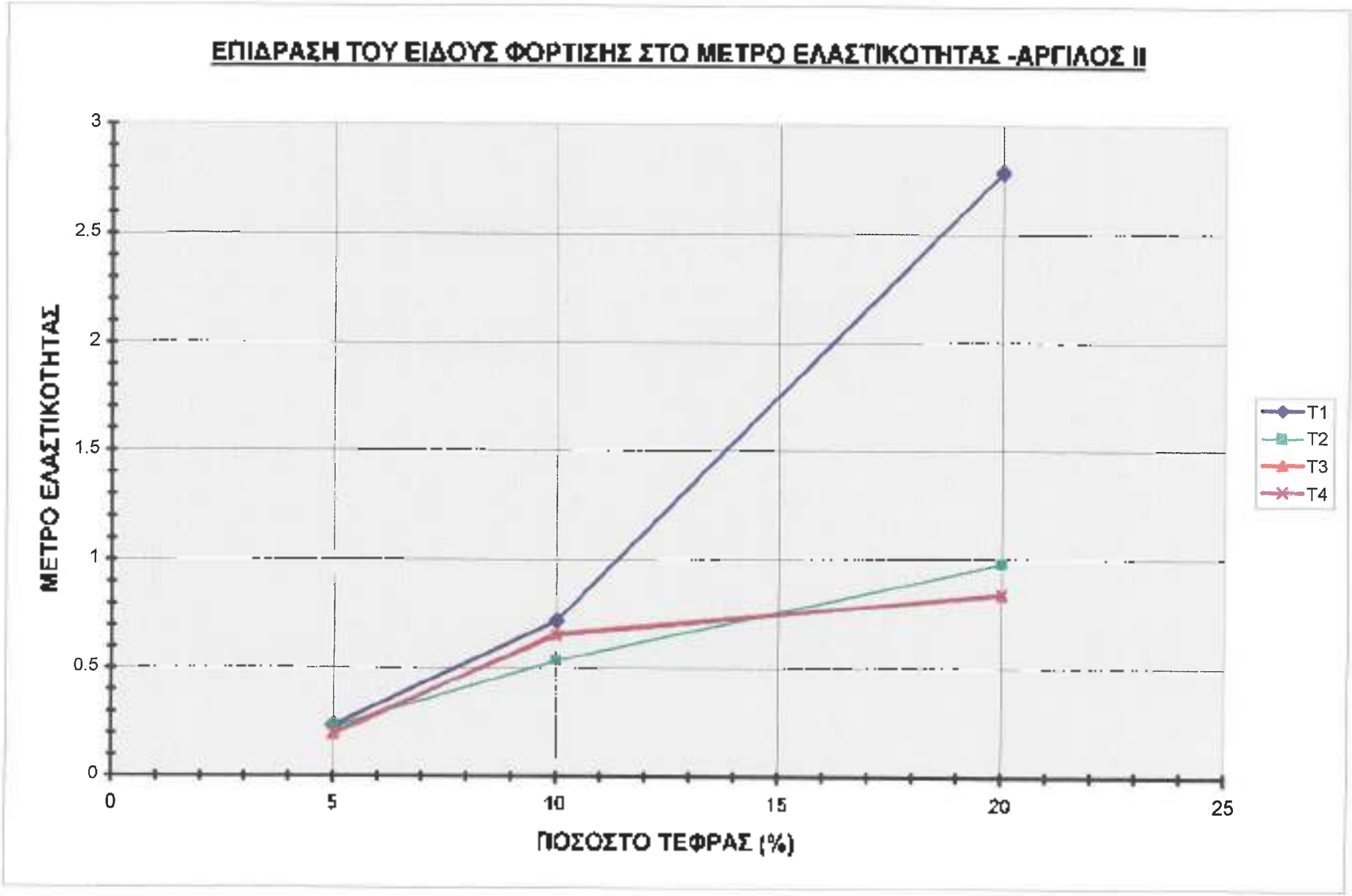

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.19:** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΣΕΩΝ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΟΡΙΣΗ ΚΑΙ ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.20** ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΣΕΩΝ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 20%




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.21** : ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.22** : ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΣΤΟ ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

## 2.9. C.B.R.

Τα αποτελέσματα υπολογισμού του CBR παρουσιάζονται στους πίνακες 2.47 2.48 2.49 2.50 2.51 2.52 2.53 2.54 2.55 .

**ΣΧΗΜΑ 2.10:** Υπολόγισμός C.B.R.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.47 : Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ | ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ | ΚΑΘΑΡΟ ΥΓ.ΒΑΡΟΣ | ΑΠΟΡ/ΝΟ ΝΕΡΟ | ΥΓΡΑΣΙΑ | ΥΓΡΑΣΙΑ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| I | 0 | 23 | 1199.57 | 7185 | 5965.43 | 7230.00 | 6030.43 | 45.00 | 0.63 | |
| I | 0 | 7 | 1140.43 | 7210 | 6069.57 | 7265.00 | 6124.57 | 55.00 | 1.02 | |
| I | 0 | 22 | 1119.36 | 7190 | 6070.64 | 7250.00 | 6130.64 | 60.00 | 1.11 | 0.99 |
| I | 5 | 12 | 1106.83 | 6850 | 5743.17 | 6970.00 | 5863.17 | 120.00 | 2.22 | |
| I | 5 | 16 | 1174.13 | 6920 | 5745.87 | 6950.00 | 5775.87 | 30.00 | 0.56 | |
| I | 5 | 17 | 1118.19 | 6885 | 5766.81 | 6910.00 | 5791.81 | 25.00 | 0.46 | 1.08 |
| I | 10 | 18 | 1109.08 | 6570 | 5460.92 | 6600.00 | 5490.92 | 30.00 | 0.56 | |
| I | 10 | 24 | 1103.23 | 6695 | 5591.77 | 6710.00 | 5606.77 | 15.00 | 0.28 | |
| I | 10 | 5 | 1121.11 | 6700 | 5578.89 | 6740.00 | 5618.89 | 40.00 | 0.74 | 0.52 |
| I | 20 | 9 | 1111.94 | 6565 | 5453.06 | 6710.00 | 5598.06 | 145.00 | 2.69 | |
| I | 20 | 3 | 1116.68 | 6550 | 5433.32 | 6650.00 | 5533.32 | 100.00 | 1.85 | |
| I | 20 | 8 | 1112.89 | 6460 | 5347.11 | 6630.00 | 5517.11 | 170.00 | 3.15 | 2.56 |
| II | 0 | 10 | 1106.24 | 6410 | 5303.76 | 6650.00 | 5443.76 | 140.00 | 2.59 | |
| II | 0 | 11 | 1106.00 | 6420 | 5314.00 | 6575.00 | 5469.00 | 155.00 | 2.87 | |
| II | 0 | 13 | 1127.47 | 6400 | 5272.53 | 6530.00 | 5402.53 | 130.00 | 2.41 | 2.62 |
| II | 5 | 20 | 1204.81 | 6260 | 5055.19 | 6350.00 | 5145.19 | 90.00 | 1.67 | |
| II | 5 | 21 | 1099.87 | 6200 | 5100.13 | 6350.00 | 5250.13 | 150.00 | 2.78 | |
| II | 5 | 2 | 1124.09 | 6195 | 5070.91 | 6400.00 | 5275.91 | 205.00 | 3.80 | 2.75 |
| II | 10 | 6 | 1109.59 | 5950 | 4840.41 | 6165.00 | 5055.41 | 215.00 | 3.98 | |
| II | 10 | 15 | 1113.97 | 5950 | 4836.03 | 6160.00 | 5046.03 | 210.00 | 3.89 | |
| II | 10 | 19 | 1117.74 | 6010 | 4892.26 | 6210.00 | 5092.26 | 200.00 | 3.70 | 3.86 |
| II | 20 | 1 | 1113.52 | 5880 | 4766.48 | 6020.00 | 4906.48 | 140.00 | 2.59 | |
| II | 20 | 4 | 1129.68 | 5900 | 4770.32 | 5970.00 | 4840.32 | 70.00 | 1.30 | |
| II | 20 | 14 | 1122.99 | 5915 | 4792.01 | 6090.00 | 4967.01 | 175.00 | 3.24 | 2.38 |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.48 :** Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡ/ΦΩΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 0 | 23 | 1199.57 | 7185 | 0.64 | 10.00 | 100.83 | 23.00 | 231.92 | 0.24 | 0.54 | | | |
| | | | | | 1.27 | 19.00 | 191.58 | 33.00 | 332.75 | 0.45 | 0.78 | | | |
| | | | | | 1.91 | 29.00 | 292.42 | 40.00 | 403.33 | 0.69 | 0.95 | | | |
| | | | | | 2.54 | 36.00 | 363.00 | 45.00 | 463.75 | 0.85 | 1.08 | 12.33 | 15.42 | 13.87 |
| | | | | | 5.08 | 56.00 | 564.67 | 56.00 | 564.67 | 1.32 | 1.32 | 19.18 | 19.18 | |
| I | 0 | 7 | 1140.43 | 7210 | 0.64 | 12.00 | 121.00 | 12.00 | 121.00 | 0.28 | 0.28 | | | |
| | | | | | 1.27 | 19.00 | 191.58 | 18.00 | 181.50 | 0.45 | 0.43 | | | |
| | | | | | 1.91 | 27.00 | 272.25 | 22.00 | 221.83 | 0.64 | 0.52 | | | |
| | | | | | 2.54 | 32.00 | 322.67 | 28.00 | 282.33 | 0.76 | 0.66 | 10.98 | 9.59 | 10.28 |
| | | | | | 5.08 | 42.00 | 423.50 | 37.00 | 373.08 | 0.99 | 0.87 | 14.39 | 12.67 | |
| I | 0 | 22 | 1119.38 | 7190 | 0.64 | 10.00 | 100.83 | 10.00 | 100.83 | 0.24 | 0.24 | | | |
| | | | | | 1.27 | 20.00 | 201.67 | 14.00 | 141.17 | 0.47 | 0.33 | | | |
| | | | | | 1.91 | 27.00 | 272.25 | 18.00 | 181.50 | 0.64 | 0.43 | | | |
| | | | | | 2.54 | 31.00 | 312.58 | 27.00 | 272.25 | 0.73 | 0.64 | 10.62 | 9.25 | 9.93 |
| | | | | | 5.08 | 40.00 | 403.33 | 38.00 | 383.17 | 0.85 | 0.90 | 13.70 | 13.02 | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ : 11

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.49 : Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡΛΦΩΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 5 | 12 | 1106.83 | 6850 | 0.64 | 38.00 | 383.17 | 36.00 | 383.00 | 0.90 | 0.85 | | | |
| | | | | | 1.27 | 125.00 | 1260.42 | 144.00 | 1452.00 | 2.95 | 3.40 | | | |
| | | | | | 1.91 | 175.00 | 1764.58 | 201.00 | 2026.75 | 4.14 | 4.75 | | | |
| | | | | | 2.54 | 205.00 | 2067.08 | 222.00 | 2238.50 | 4.85 | 5.25 | 70.23 | 78.05 | 73.14 |
| | | | | | 5.08 | 375.00 | 3781.25 | 344.00 | 3468.67 | 8.86 | 8.13 | 128.46 | 117.84 | |
| I | 5 | 16 | 1174.13 | 6920 | 0.64 | 12.00 | 121.00 | 126.00 | 1270.50 | 0.28 | 2.98 | | | |
| | | | | | 1.27 | 52.00 | 524.33 | 160.00 | 1613.33 | 1.23 | 3.78 | | | |
| | | | | | 1.91 | 121.00 | 1220.08 | 174.00 | 1754.50 | 2.86 | 4.11 | | | |
| | | | | | 2.54 | 189.00 | 1905.75 | 207.00 | 2087.25 | 4.47 | 4.89 | 64.74 | 70.91 | 67.83 |
| | | | | | 5.08 | 394.00 | 3972.83 | 425.00 | 4285.42 | 9.31 | 10.05 | 134.97 | 145.59 | |
| I | 5 | 17 | 1118.19 | 6885 | 0.64 | 34.00 | 342.83 | 23.00 | 231.92 | 0.80 | 0.54 | | | |
| | | | | | 1.27 | 93.00 | 937.75 | 49.00 | 494.08 | 2.20 | 1.16 | | | |
| | | | | | 1.91 | 160.00 | 1613.33 | 144.00 | 1452.00 | 3.78 | 3.40 | | | |
| | | | | | 2.54 | 243.00 | 2450.25 | 191.00 | 1925.92 | 5.74 | 4.51 | 83.24 | 65.43 | 74.34 |
| | | | | | 5.08 | 405.00 | 4083.75 | 367.00 | 3700.58 | 9.57 | 8.67 | 138.74 | 125.72 | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ : 72

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.50 :** Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡΛΦΩΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| I | 10 | 18 | 1109.08 | 6570 | 0.64 | 180.00 | 1815.00 | | | 4.25 | | | | |
| | | | | | 1.27 | 282.00 | 2843.50 | | | 6.67 | | | | |
| | | | | | 1.91 | 360.00 | 3630.00 | | | 8.51 | | | | |
| | | | | | 2.54 | 425.00 | 4285.42 | | | 10.05 | | 145.59 | | 145.59 |
| | | | | | 5.08 | 568.00 | 5727.33 | | | 13.43 | | 194.58 | | |
| I | 10 | 24 | 1103.23 | 6695 | 0.64 | 68.00 | 685.67 | 30.00 | 302.50 | 1.61 | 0.71 | | | |
| | | | | | 1.27 | 180.00 | 1815.00 | 68.00 | 685.67 | 4.25 | 1.61 | | | |
| | | | | | 1.91 | 425.00 | 4285.42 | 157.00 | 1583.08 | 10.05 | 3.71 | | | |
| | | | | | 2.54 | 410.00 | 4134.17 | 380.00 | 3831.67 | 9.69 | 8.98 | 140.45 | 130.17 | 135.31 |
| | | | | | 5.08 | 585.00 | 5898.75 | 580.00 | 5848.67 | 13.83 | 13.24 | 200.40 | 191.83 | |
| I | 10 | 5 | 1121.11 | 6700 | 0.64 | 12.00 | 121.00 | 140.00 | 1411.67 | 0.28 | 3.31 | | | |
| | | | | | 1.27 | 72.00 | 726.00 | 298.00 | 3004.83 | 1.70 | 7.04 | | | |
| | | | | | 1.91 | 222.00 | 2238.50 | 370.00 | 3730.83 | 5.25 | 8.75 | | | |
| | | | | | 2.54 | 383.00 | 3860.25 | 413.00 | 4164.42 | 8.58 | 9.76 | 124.35 | 141.48 | 132.91 |
| | | | | | 5.08 | 535.00 | 5394.58 | 542.00 | 5465.17 | 12.65 | 12.81 | 183.27 | 185.67 | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ 138

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.51 :** Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡ/ΦΩΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 20 | 9 | 1111.94 | 6565 | 0.64 | 270.00 | 2722.50 | 190.00 | 1915.83 | 6.38 | 4.49 | | | |
| | | | | | 1.27 | 388.00 | 3912.33 | 260.00 | 2621.67 | 9.17 | 6.15 | | | |
| | | | | | 1.91 | 451.00 | 4547.58 | 334.00 | 3367.83 | 10.66 | 7.89 | | | |
| | | | | | 2.54 | 487.00 | 4910.58 | 455.00 | 4587.92 | 11.51 | 10.75 | 166.83 | 155.87 | 161.35 |
| | | | | | 5.08 | 707.00 | 7129.92 | 675.00 | 6806.25 | 16.71 | 15.95 | 242.19 | 231.23 | |
| I | 20 | 3 | 1118.68 | 6550 | 0.64 | 150.00 | 1512.50 | 205.00 | 2067.08 | 3.56 | 4.85 | | | |
| | | | | | 1.27 | 290.00 | 2924.17 | 265.00 | 2673.75 | 6.85 | 6.74 | | | |
| | | | | | 1.91 | 410.00 | 4134.17 | 385.00 | 3880.42 | 9.69 | 8.63 | | | |
| | | | | | 2.54 | 505.00 | 5092.08 | 476.00 | 4819.83 | 11.94 | 11.30 | 172.99 | 163.74 | 168.37 |
| | | | | | 5.08 | 680.00 | 6856.67 | 667.00 | 6725.58 | 16.07 | 15.77 | 232.94 | 228.49 | |
| I | 20 | 8 | 1112.89 | 6460 | 0.64 | 160.00 | 1613.33 | 330.00 | 3327.50 | 3.78 | 7.80 | | | |
| | | | | | 1.27 | 225.00 | 2268.75 | 418.00 | 4214.83 | 5.32 | 9.88 | | | |
| | | | | | 1.91 | 435.00 | 4386.25 | 463.00 | 4668.58 | 10.28 | 10.94 | | | |
| | | | | | 2.54 | 685.00 | 6907.08 | 660.00 | 6655.00 | 16.19 | 15.60 | 234.66 | 226.09 | 230.37 |
| | | | | | 5.08 | 757.00 | 7633.08 | 698.00 | 7038.17 | 17.89 | 16.50 | 259.32 | 239.11 | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ : 167

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.52 :** Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡΙΦΩΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | 0 | 10 | 1106.24 | 6410 | 0.64 | 5.00 | 50.42 | | | 0.12 | | | | |
| | | | | | 1.27 | 7.00 | 70.58 | | | 0.17 | | | | |
| | | | | | 1.91 | 10.00 | 100.83 | | | 0.24 | | | | |
| | | | | | 2.54 | 12.00 | 121.00 | | | 0.28 | | 4.11 | | 4.11 |
| | | | | | 5.08 | 17.00 | 171.42 | | | 0.40 | | 5.82 | | |
| II | 0 | 11 | 1106 | 6420 | 0.64 | | | 15.00 | 151.25 | | 0.35 | | | |
| | | | | | 1.27 | | | 21.00 | 211.75 | | 0.50 | | | |
| | | | | | 1.91 | | | 24.00 | 242.00 | | 0.57 | | | |
| | | | | | 2.54 | | | 28.00 | 282.17 | | 0.61 | | 6.91 | 6.91 |
| | | | | | 5.08 | | | 32.00 | 322.67 | | 0.76 | | 10.96 | |
| II | 0 | 13 | 1127.47 | 6400 | 0.64 | 10.00 | 100.83 | 10.00 | 100.83 | 0.24 | 0.24 | | | |
| | | | | | 1.27 | 10.00 | 100.83 | 19.00 | 191.58 | 0.24 | 0.45 | | | |
| | | | | | 1.91 | 11.00 | 110.92 | 27.00 | 272.25 | 0.26 | 0.64 | | | |
| | | | | | 2.54 | 12.00 | 121.00 | 35.00 | 352.92 | 0.28 | 0.83 | 4.11 | 11.99 | 8.05 |
| | | | | | 5.08 | 12.00 | 121.00 | 37.00 | 373.08 | 0.28 | 0.87 | 4.11 | 12.67 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ : 9

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.53 :** Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡΑΦΟΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | 5 | 20 | 1204.81 | 6260 | 0.64 | 22.00 | 221.83 | 32.00 | 322.67 | 0.52 | 0.78 | | | |
| | | | | | 1.27 | 32.00 | 322.67 | 45.00 | 453.75 | 0.78 | 1.08 | | | |
| | | | | | 1.91 | 45.00 | 453.75 | 65.00 | 655.42 | 1.08 | 1.54 | | | |
| | | | | | 2.54 | 78.00 | 786.50 | 71.00 | 715.92 | 1.84 | 1.68 | 26.72 | 24.32 | 25.52 |
| | | | | | 5.08 | 90.00 | 907.50 | 98.00 | 988.17 | 2.13 | 2.32 | 30.83 | 33.57 | |
| II | 5 | 21 | 1099.87 | 6200 | 0.64 | 15.00 | 151.25 | 17.00 | 171.42 | 0.35 | 0.40 | | | |
| | | | | | 1.27 | 24.00 | 242.00 | 34.00 | 342.83 | 0.57 | 0.80 | | | |
| | | | | | 1.91 | 32.00 | 322.67 | 44.00 | 443.67 | 0.76 | 1.04 | | | |
| | | | | | 2.54 | 39.00 | 393.25 | 56.00 | 564.67 | 0.92 | 1.32 | 13.36 | 19.18 | 16.27 |
| | | | | | 5.08 | 65.00 | 655.42 | 77.00 | 776.42 | 1.54 | 1.82 | 22.27 | 26.38 | |
| II | 5 | 2 | 1124.08 | 6195 | 0.64 | 15.00 | 151.25 | 15.00 | 151.25 | 0.35 | 0.35 | | | |
| | | | | | 1.27 | 33.00 | 332.75 | 32.00 | 322.67 | 0.78 | 0.76 | | | |
| | | | | | 1.91 | 66.00 | 655.42 | 71.00 | 715.92 | 1.54 | 1.68 | | | |
| | | | | | 2.54 | 85.00 | 857.08 | 92.00 | 927.67 | 2.01 | 2.17 | 29.12 | 31.52 | 30.32 |
| | | | | | 5.08 | 102.00 | 1028.50 | 118.00 | 1189.83 | 2.41 | 2.79 | 34.94 | 40.42 | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ . 24

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.54 :** Υπολογισμός C.B.R.

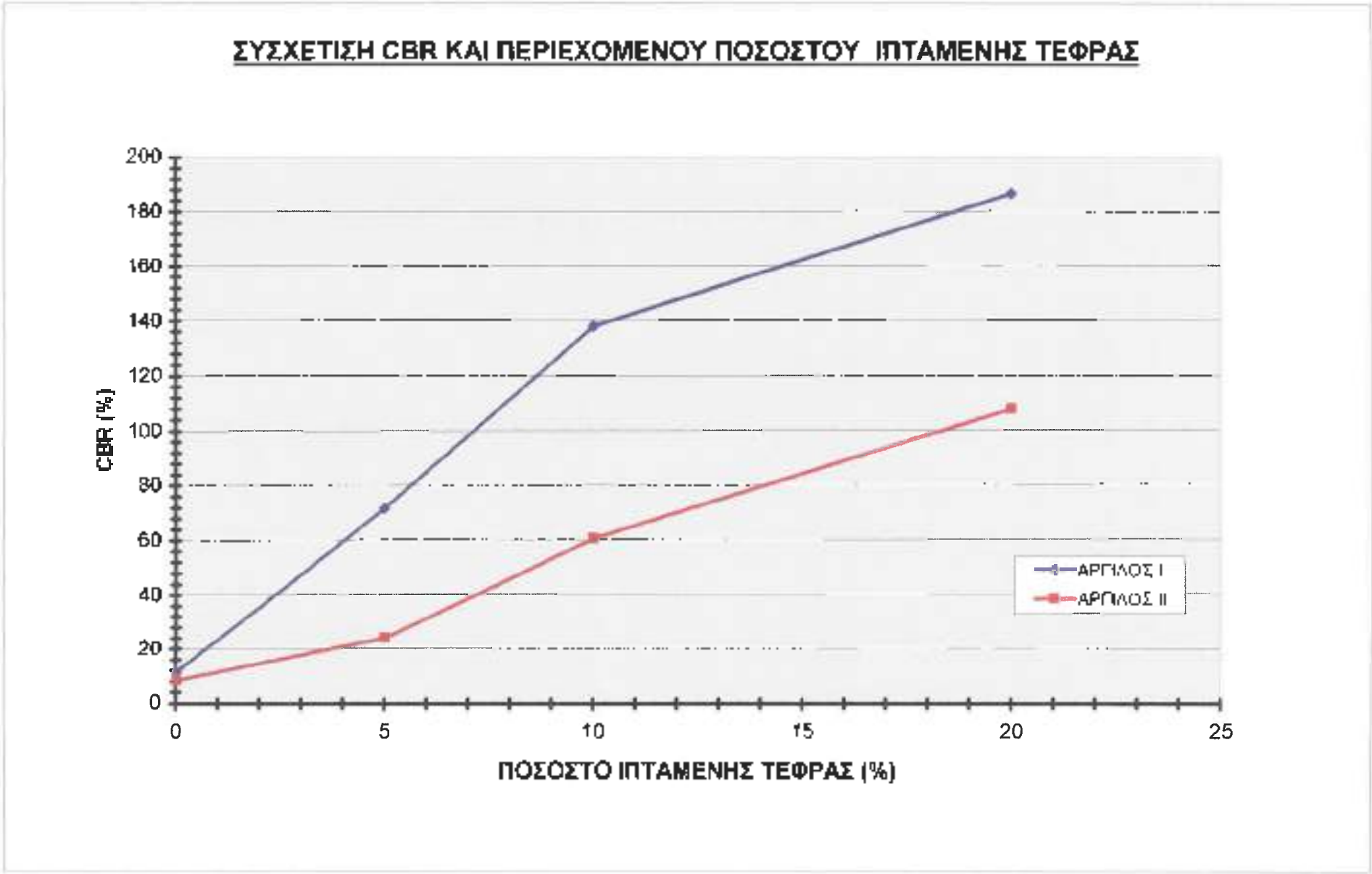
| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡΑΦΟΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | 10 | 6 | 1109.59 | 5950 | 0.64 | 87.00 | 877 25 | 52 00 | 524.33 | 2.06 | 1.23 | | | |
| | | | | | 1 27 | 121 00 | 1220.08 | 61 00 | 615 08 | 2 88 | 1.44 | | | |
| | | | | | 1 91 | 151 00 | 1522.58 | 90 00 | 907 50 | 3 57 | 2.13 | | | |
| | | | | | 2 54 | 178.00 | 1794.83 | 158.00 | 1593 17 | 4 21 | 3.73 | 80.98 | 54 12 | 57 55 |
| | | | | | 5 08 | 241 00 | 2430.08 | 268 00 | 2702.33 | 5.70 | 6.33 | 82.56 | 91 81 | |
| II | 10 | 15 | 1113.97 | 5950 | 0.64 | 39.00 | 393 25 | 43 00 | 433 58 | 0.92 | 1.02 | | | |
| | | | | | 1 27 | 102 00 | 1028.50 | 104 00 | 1048.67 | 2.41 | 2.46 | | | |
| | | | | | 1.91 | 158.00 | 1593.17 | 178.00 | 1794.83 | 3.73 | 4,21 | | | |
| | | | | | 2 54 | 197 00 | 1986 42 | 203 00 | 2046.92 | 4.66 | 4.80 | 67.48 | 88 54 | 66 51 |
| | | | | | 5 08 | 287 00 | 2893.92 | 291.00 | 2934.25 | 6.78 | 6.88 | 98 32 | 99 69 | |
| II | 10 | 19 | 1117.74 | 6010 | 0.64 | 51.00 | 514 25 | 73 00 | 736 08 | 1 21 | 1.73 | | | |
| | | | | | 1 27 | 143 00 | 1441.92 | 130.00 | 1310.83 | 3.38 | 3.07 | | | |
| | | | | | 1.91 | 153.00 | 1542.75 | 154.00 | 1552.83 | 3.62 | 3.64 | | | |
| | | | | | 2 54 | 169 00 | 1603.25 | 168.00 | 1694.00 | 3.76 | 3.97 | 54 47 | 57 55 | 56 01 |
| | | | | | 5.08 | 277 00 | 2793 08 | 265 00 | 2672.08 | 6.55 | 6.26 | 94.89 | 90.78 | |

ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ. 61

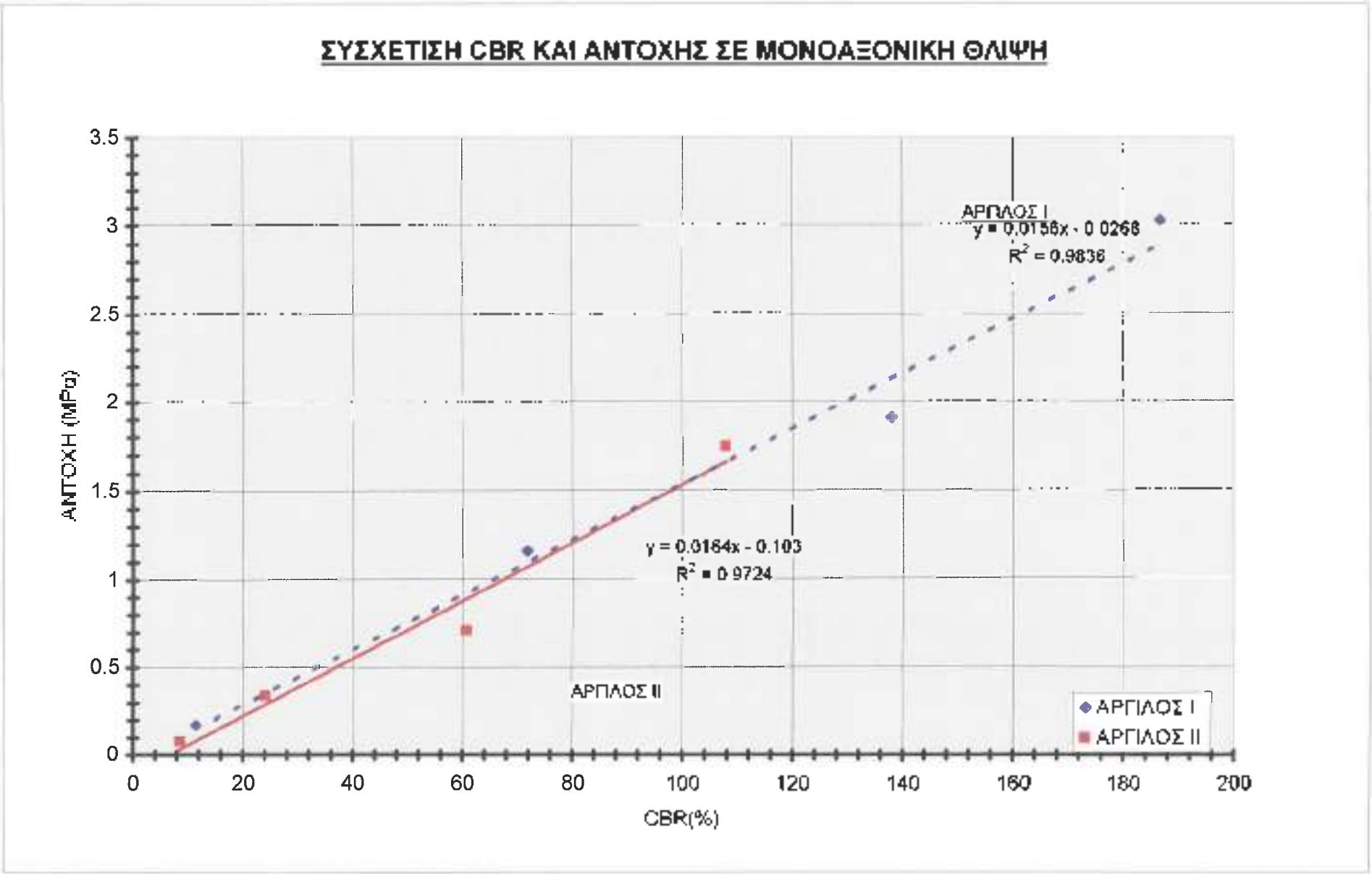
**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.86 :** Υπολογισμός C.B.R.

| ΑΡΓΙΛΟΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΔΟΚΙΜΙΟ | ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΡΑΣ gr. | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ gr. | ΠΑΡ/ΦΩΣΗ | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ I mm. | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΟΡΤΙΟΥ II | ΔΥΝΑΜΗ Lb | ΤΑΣΗ I Mpa | ΤΑΣΗ II Mpa | CBR I % | CBR II % | CBR % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| II | 20 | 1 | 1113.52 | 5880 | 0.64 | 31.00 | 312.58 | 85 00 | 857.08 | 0 73 | 2.01 | | | |
| | | | | | 1 27 | 92.50 | 932 71 | 195.00 | 1966.25 | 2.19 | 4.61 | | | |
| | | | | | 1.91 | 225.00 | 2268.75 | 288.00 | 2904.00 | 5 32 | 6.81 | | | |
| | | | | | 2 54 | 330 00 | 3327.50 | 333.00 | 3357.75 | 7.80 | 7.87 | 113.05 | 114.07 | 113.56 |
| | | | | | 5 08 | 455 00 | 4587 92 | 423 00 | 4265 25 | 10.75 | 10 00 | 156 87 | 144.90 | |
| II | 20 | 4 | 1129.88 | 5900 | 0.64 | 61.00 | 615.08 | | | 1.44 | | | | |
| | | | | | 1 27 | 92 00 | 927 87 | | | 2.17 | | | | |
| | | | | | 1.91 | 155 00 | 1562.92 | | | 3.66 | | | | |
| | | | | | 2 54 | 303 00 | 3055 25 | | | 7 16 | | 103 80 | | 103 80 |
| | | | | | 5 08 | 461 00 | 4648.42 | | | 10.90 | | 157.92 | | |
| II | 20 | 14 | 1122 89 | 5815 | 0 64 | 40.00 | 403 33 | | | 0 95 | | | | |
| | | | | | 1.27 | 138 00 | 1391.50 | | | 3.26 | | | | |
| | | | | | 1 91 | 211 00 | 2127.58 | | | 4 98 | | | | |
| | | | | | 2 54 | 310 00 | 3125 83 | | | 7 33 | | 106 19 | | 106.19 |
| | | | | | 5 08 | 420 00 | 4235.00 | | | 9.93 | | 143 86 | | |

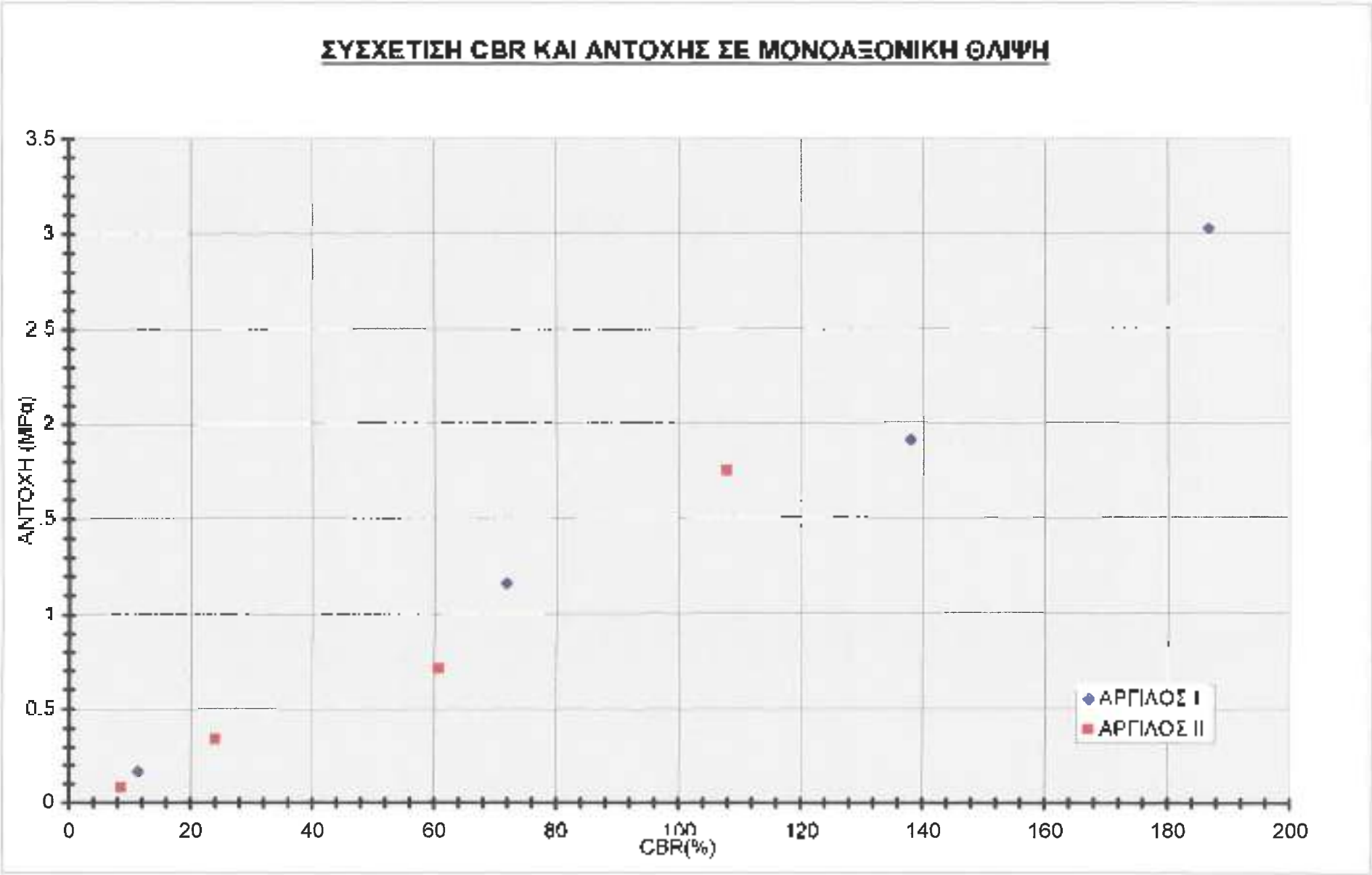
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ . 106



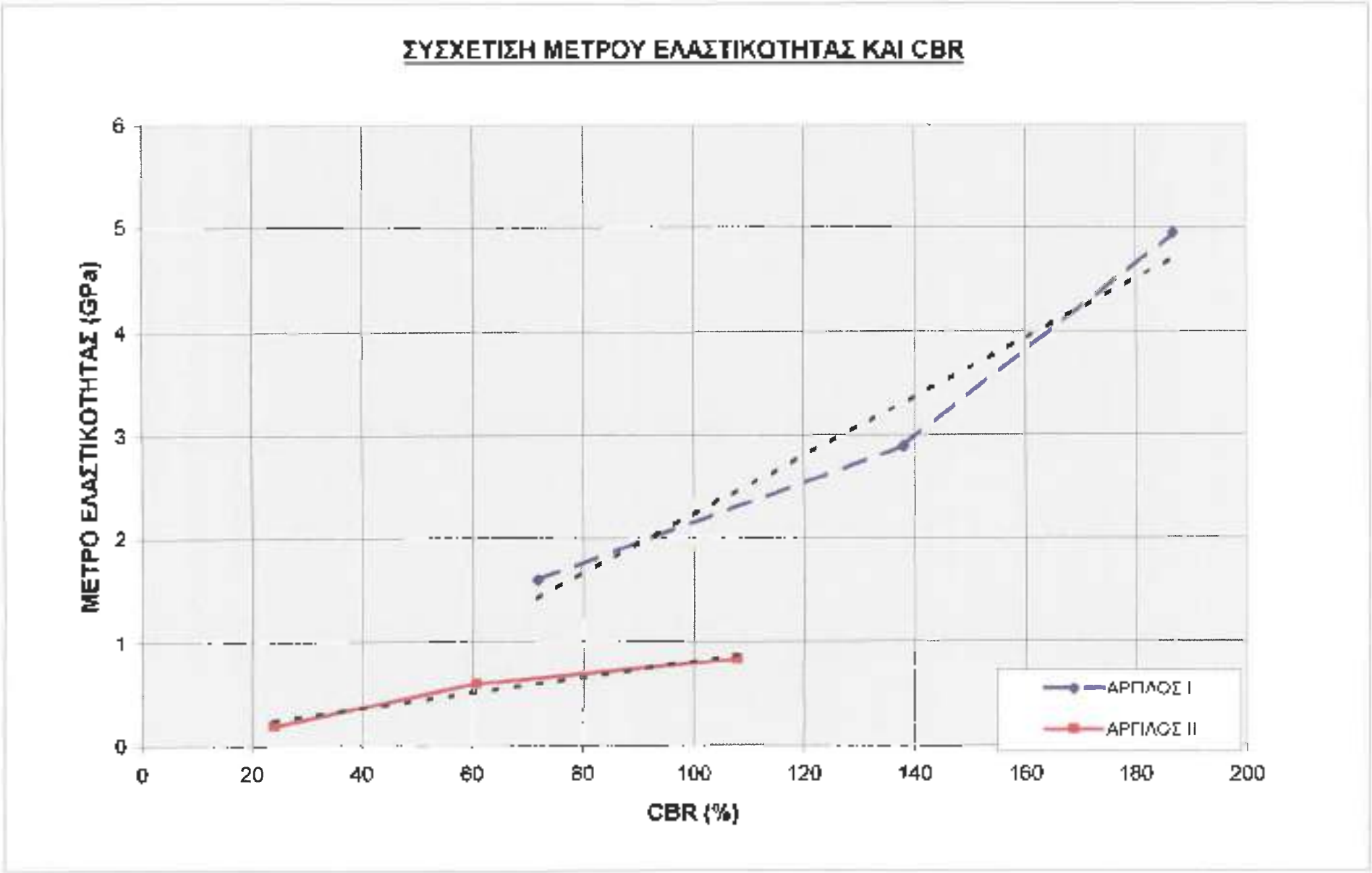

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.23:** ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ CBR ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.24:** ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ CBR ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ

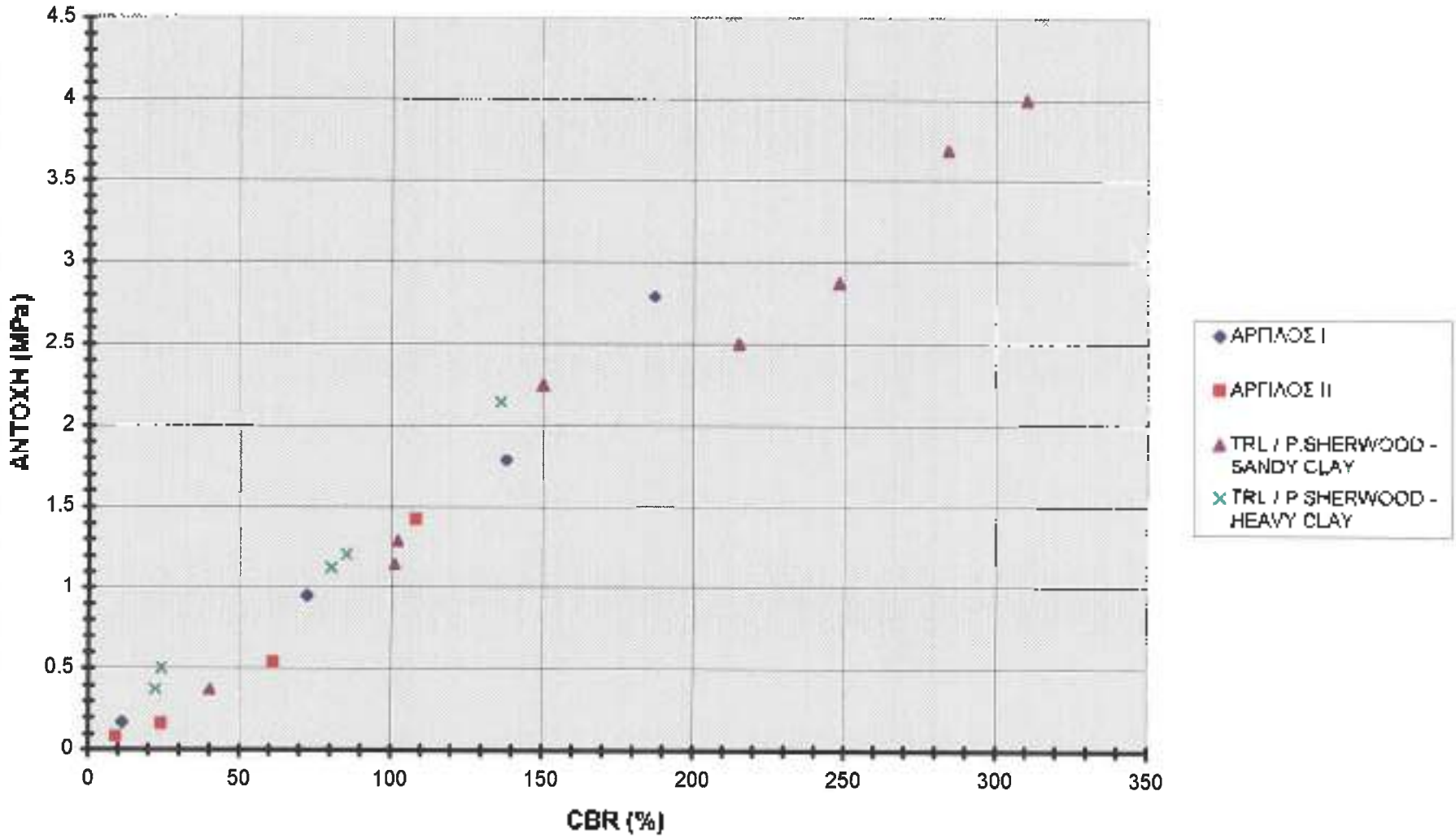



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.25:** ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ CBR ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ



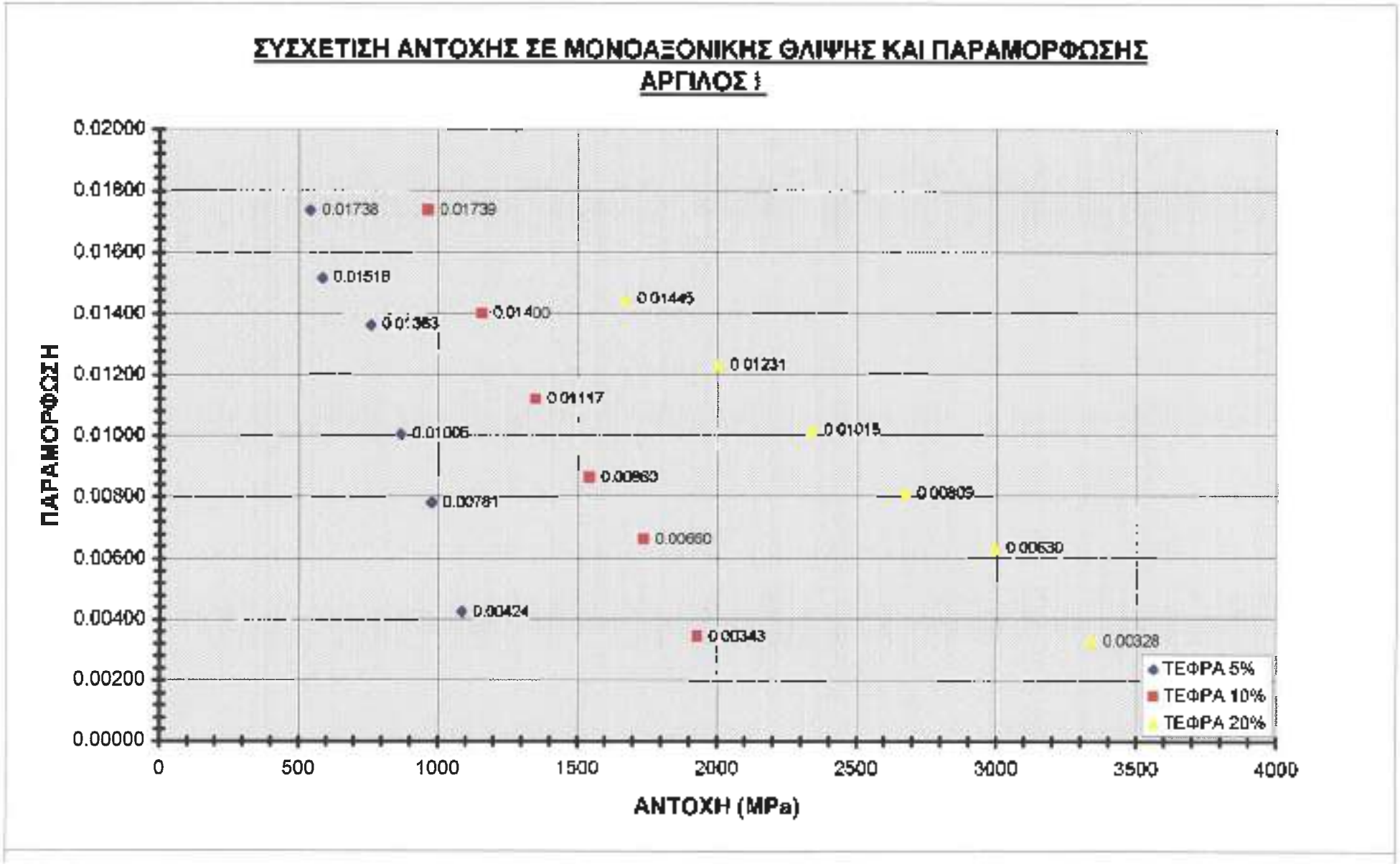

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.26:** ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ CBR ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΔΙΕΘΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

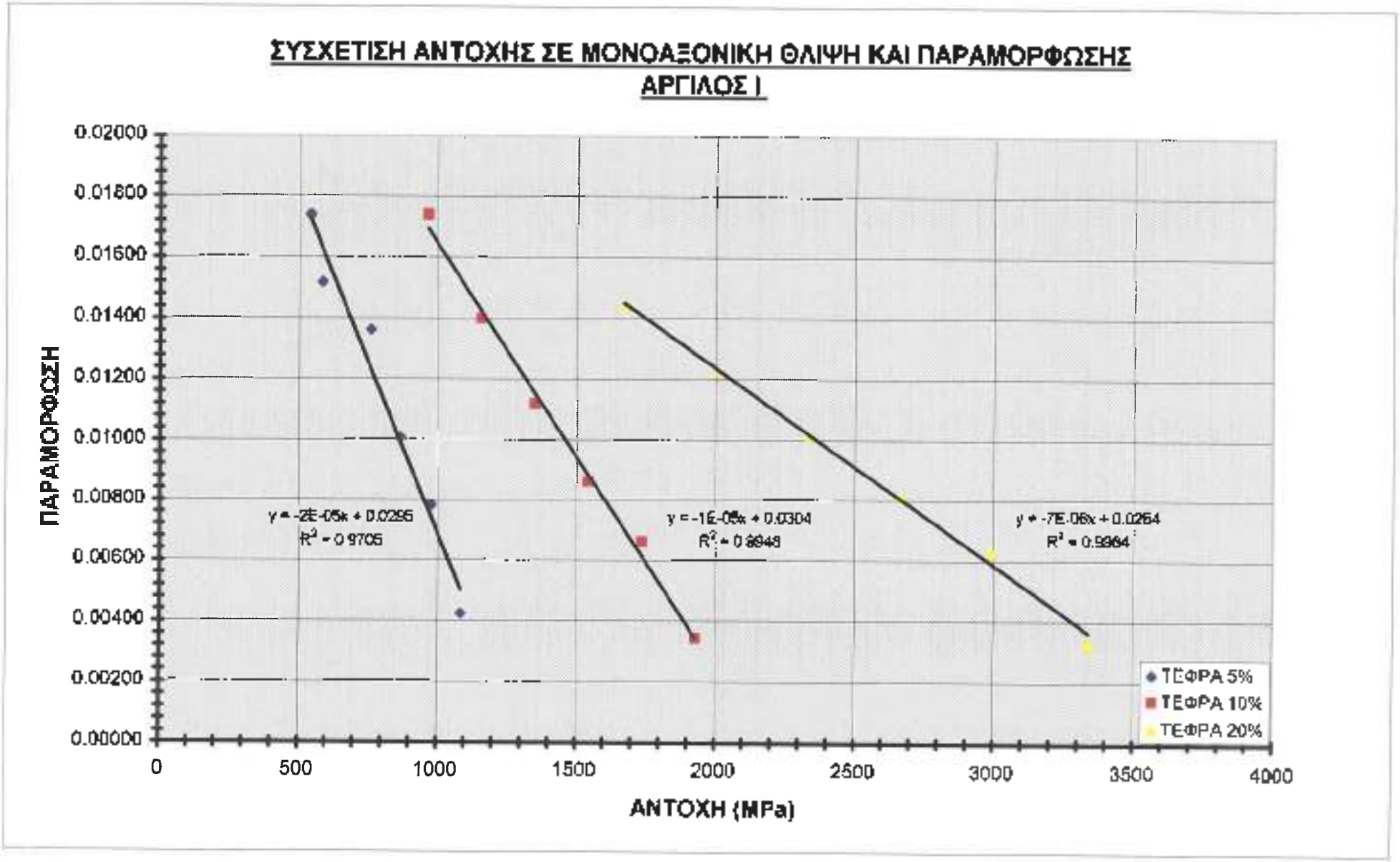


**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.56 :** Πίνακας τάσεων παραμορφώσεων για ποσοστό φορτίου (ΑΡΓΙΛΟΣ Ι)

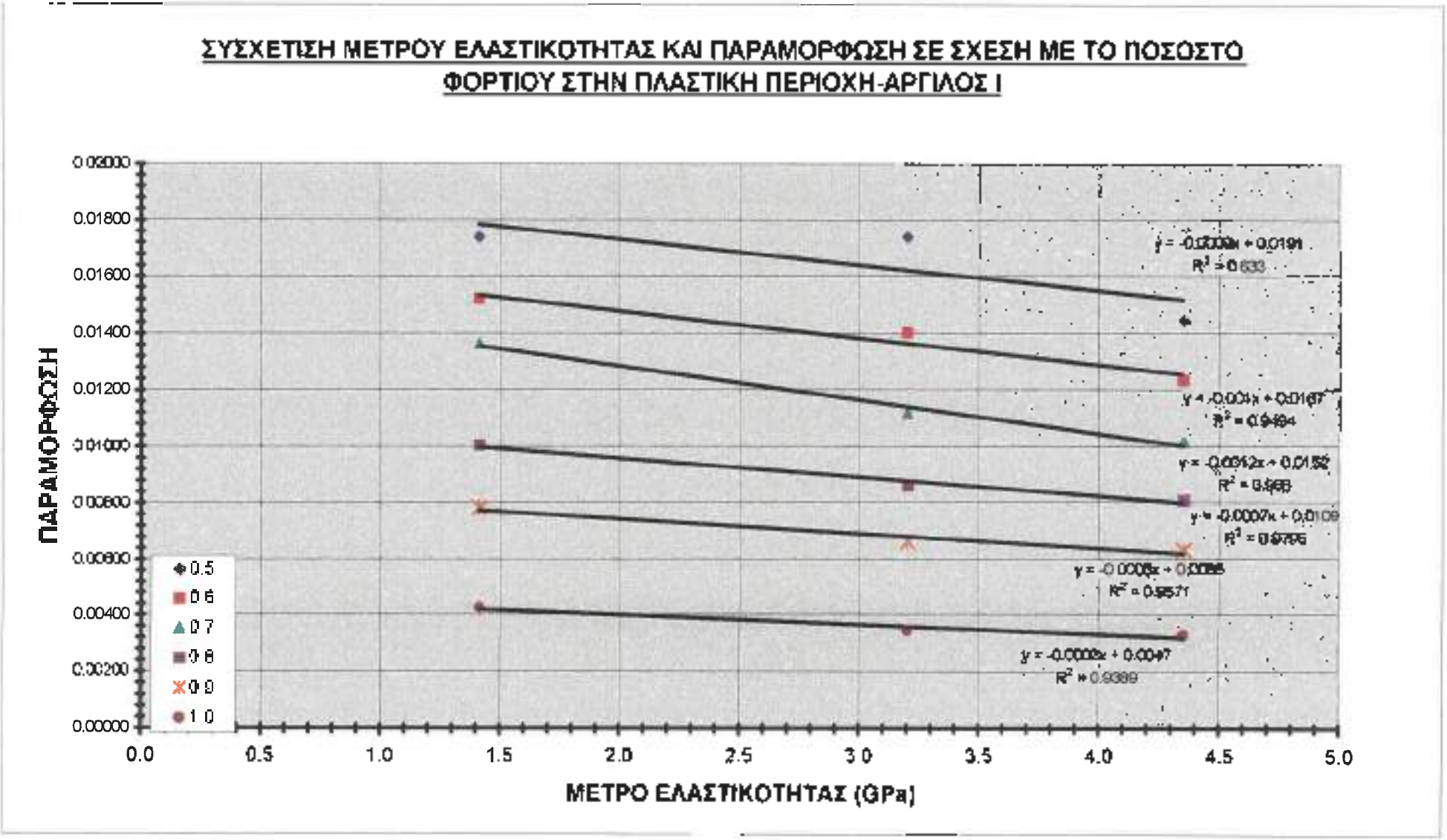
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΚΛΑΣΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ | ΦΟΡΤΙΟ | | | | | ΤΑΣΗ Mpa | ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ΔΟΚΙΜΙΟ 1 KN | ΔΟΚΙΜΙΟ2 KN | ΔΟΚΙΜΙΟ 3 KN | ΔΟΚΙΜΙΟ 4 KN | Μ.Τ. KN | | ΔΟΚΙΜΙΟ 1 | ΔΟΚΙΜΙΟ2 | ΔΟΚΙΜΙΟ 3 | ΔΟΚΙΜΙΟ 4 | Μ.Τ. |
| 5 | 0.5 | 2.612 | 2.637 | 2 588 | - | 2.612 | 679 14 | 0 01444 | 0 02070 | 0.01700 | - | 0.01738 |
| | 0.6 | 3.135 | 2.164 | 3 105 | - | 2.801 | 728.31 | 0 01238 | 0 01616 | 0.01700 | - | 0.01518 |
| | 0.7 | 3.857 | 3.691 | 3 623 | - | 3 657 | 950.79 | 0.01043 | 0 01277 | 0.01770 | - | 0.01363 |
| | 0.8 | 4.176 | 4.219 | 4.141 | - | 4 178 | 1086.27 | 0.00880 | 0 00982 | 0 01152 | - | 0.01005 |
| | 0 9 | 4 702 | 4.746 | 4.658 | - | 4.702 | 1222.45 | 0 00688 | 0 00754 | 0.00900 | - | 0.00791 |
| | 1.0 | 5.225 | 5.273 | 5 176 | | 5.225 | 1358.27 | 0 00414 | 0 00414 | 0.00445 | - | 0.00424 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0 5 | 4 834 | 4.637 | 4.856 | - | 4 778 | 1241 52 | 0 01676 | 0.01938 | 0.01802 | - | 0.01739 |
| | 0 6 | 5 801 | 5.560 | 5.827 | - | 5 728 | 1489 51 | 0 01307 | 0.01582 | 0.01310 | - | 0.01400 |
| | 0 7 | 6 788 | 6.491 | 6.802 | - | 6.687 | 1738 42 | 0 01003 | 0 01297 | 0.01051 | - | 0 01117 |
| | 0.8 | 7.734 | 7.418 | 7 773 | - | 7.642 | 1988.79 | 0 00755 | 0.00970 | 0 00856 | - | 0.00860 |
| | 0 9 | 8.701 | 8.348 | 8.745 | - | 8 597 | 2235.13 | 0.00584 | 0.00719 | 0.00678 | - | 0.00680 |
| | 1 0 | 9.668 | 9.277 | 9.717 | - | 9 554 | 2483 82 | 0.00319 | 0.00391 | 0.00320 | - | 0 00343 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 0 5 | 7 959 | 7 788 | 7 935 | 7.959 | 7 894 | 2052 22 | 0 01164 | 0 01133 | 0.01938 | 0.01543 | 0 01445 |
| | 0.6 | 9.521 | 9.348 | 9 521 | 9.551 | 9.463 | 2460.12 | 0.01047 | 0.01008 | 0.01570 | 0.01297 | 0.01231 |
| | 0.7 | 11.108 | 10 903 | 11.108 | 11 143 | 11 040 | 2870.16 | 0.00922 | 0.00832 | 0.01220 | 0.01086 | 0.01015 |
| | 0.8 | 12 896 | 12 461 | 12.695 | 12.734 | 12 717 | 3280.16 | 0.00770 | 0 00880 | 0.00926 | 0 00879 | 0.00809 |
| | 0.9 | 14.282 | 14 019 | 14 019 | 14.326 | 14.106 | 3667 34 | 0.00603 | 0.00520 | 0.00711 | 0 00684 | 0.00630 |
| | 1 0 | 15.969 | 15.578 | 15 888 | 15 918 | 15.771 | 4100.21 | 0.00324 | 0.00270 | 0.00369 | 0.00359 | 0.00328 |




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.27** : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ



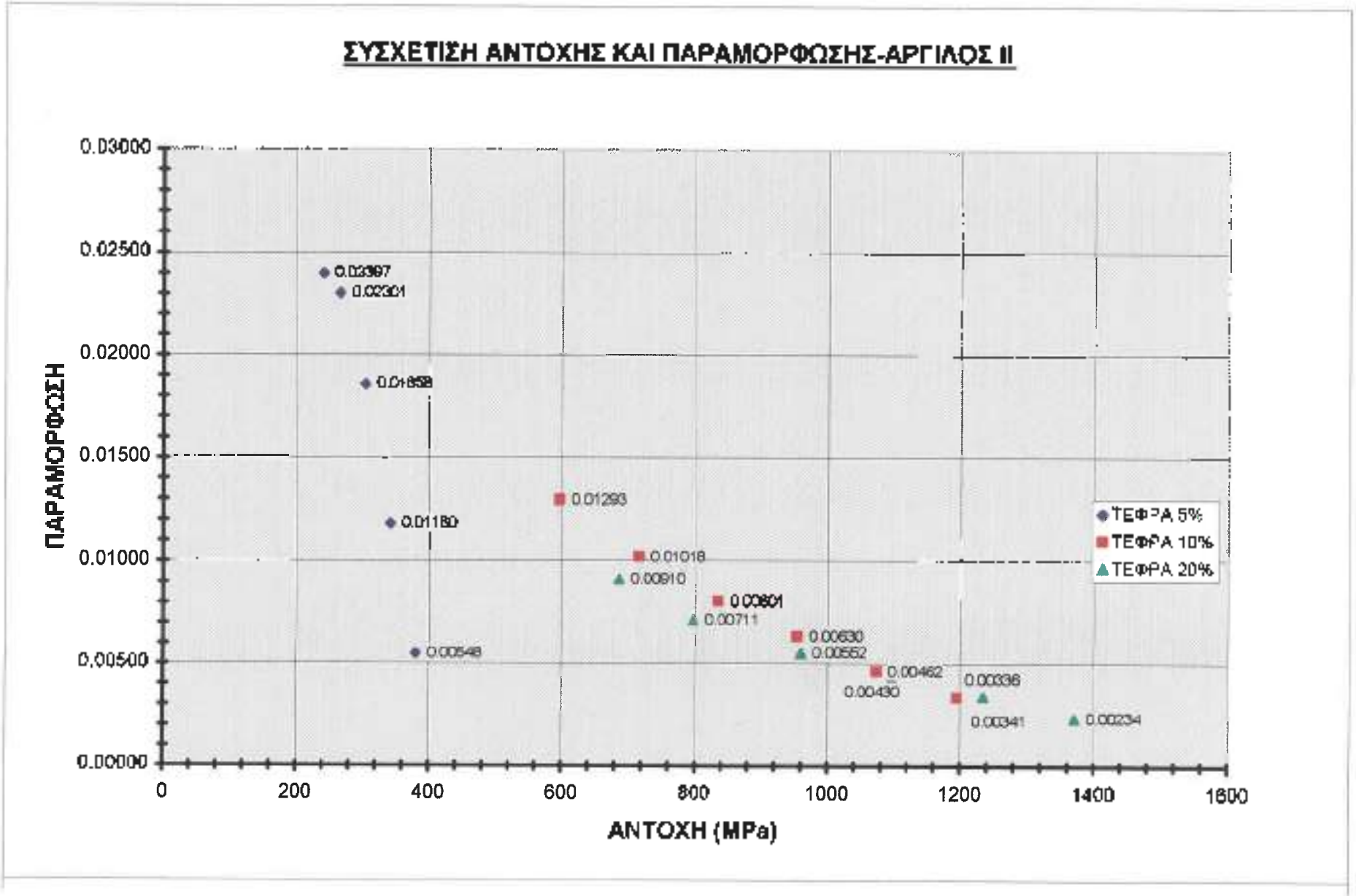

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.28** : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ



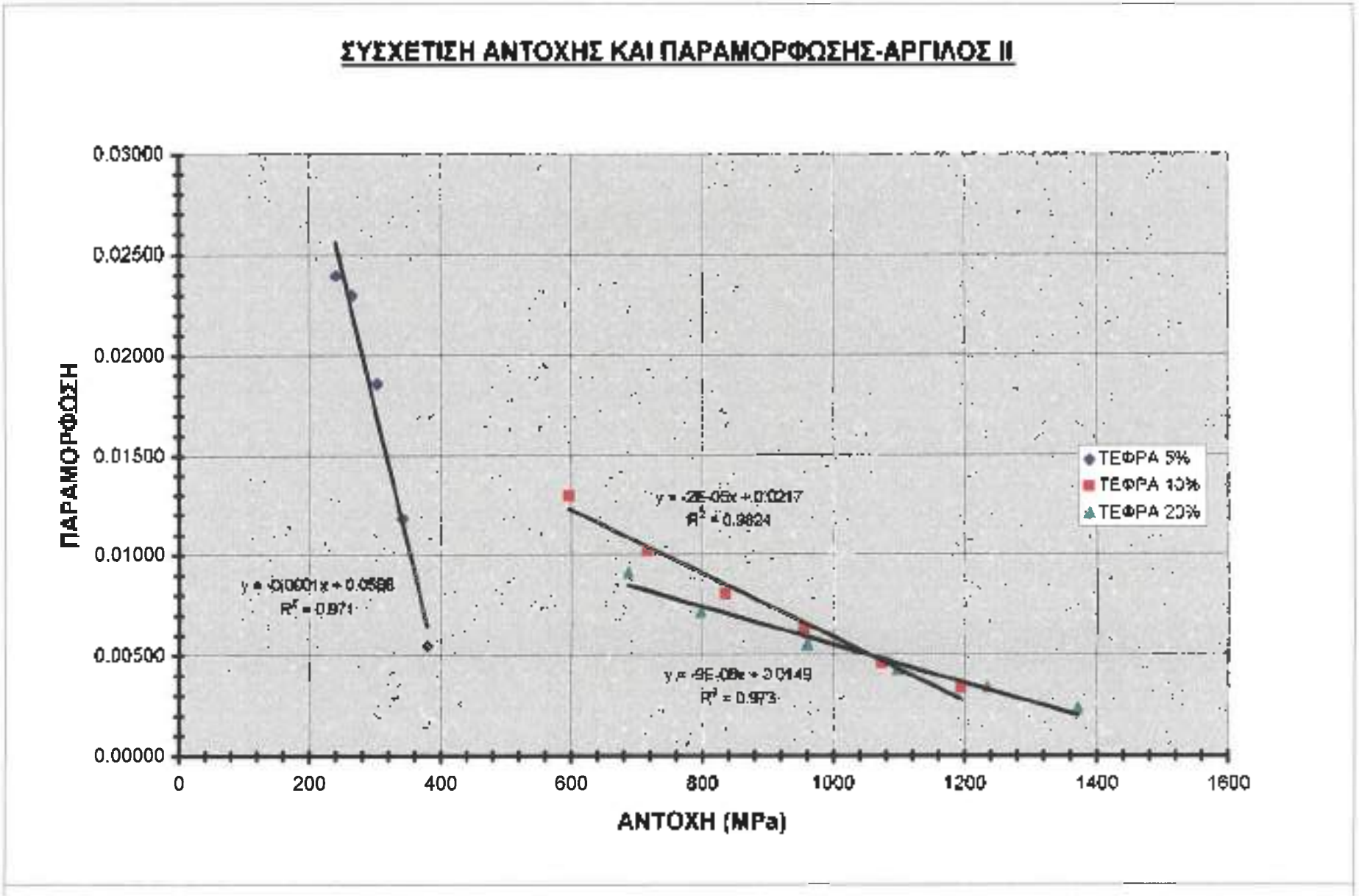

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.29** : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.57 : Πίνακας τάσεων παραμορφώσεων για ποσοστό φορτίου (ΑΡΠΛΟΣ ΙΙ )**

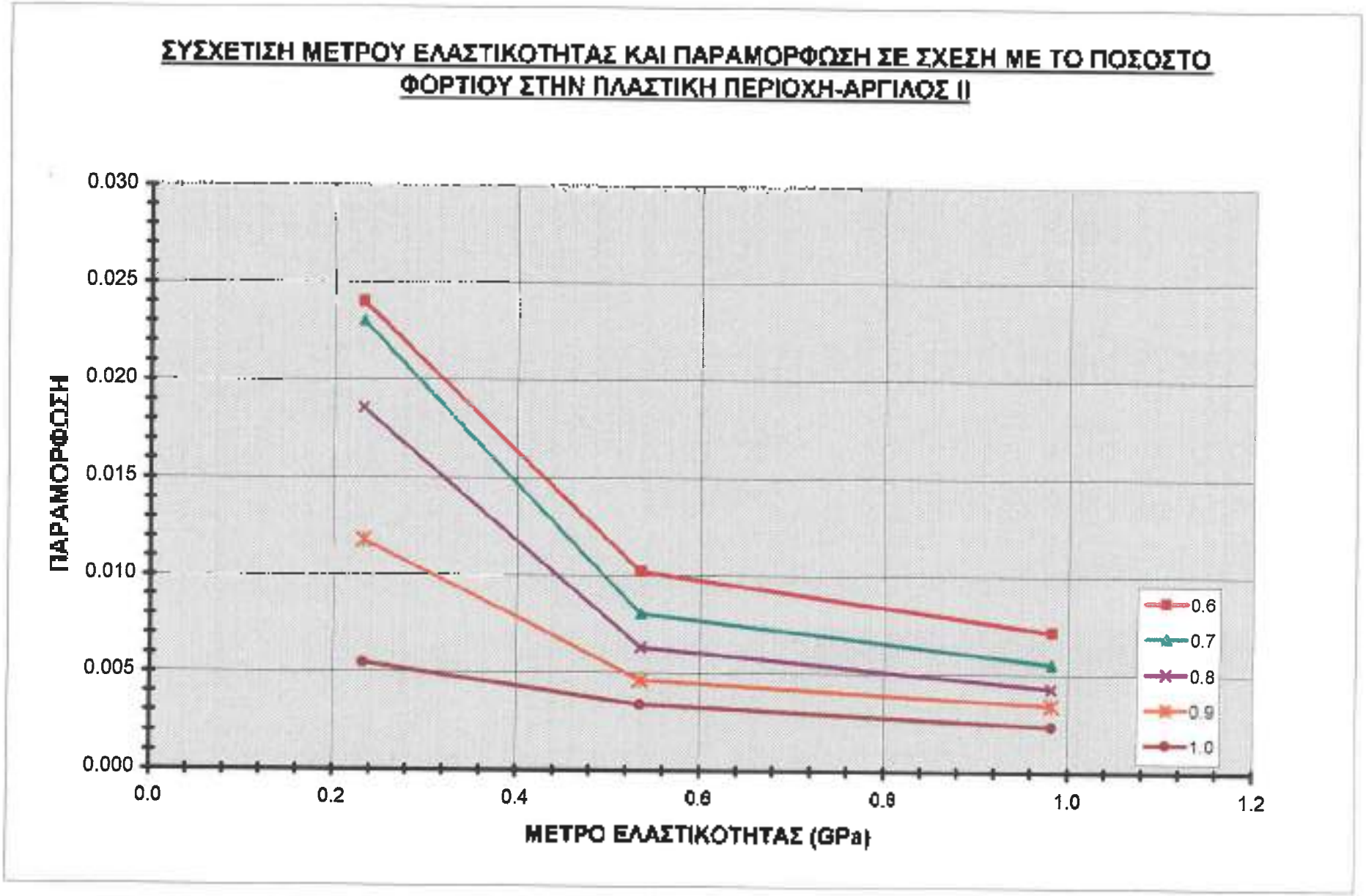
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ % | ΚΛΑΣΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ | ΦΟΡΤΙΟ | | | | | ΤΑΣΗ Μρα | ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ΔΟΚΙΜΙΟ 1 KN | ΔΟΚΙΜΙΟ2 KN | ΔΟΚΙΜΙΟ 3 KN | ΔΟΚΙΜΙΟ 4 KN | Μ Τ. KN | | ΔΟΚΙΜΙΟ 1 | ΔΟΚΙΜΙΟ2 | ΔΟΚΙΜΙΟ 3 | ΔΟΚΙΜΙΟ 4 | Μ Τ |
| 5 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.01738 |
| | 0.6 | - | 0.926 | - | 0.928 | 240.68 | - | 0.02397 | - | 0.02397 | - | 0.01516 |
| | 0.7 | 0.964 | 1.080 | - | 1.022 | 265.69 | 0.02758 | 0.01844 | - | 0.02301 | - | 0.01363 |
| | 0.8 | 1.102 | 1.235 | - | 1.168 | 303.69 | 0.02320 | 0.01395 | - | 0.01858 | - | 0.01005 |
| | 0.9 | 1.239 | 1.389 | - | 1.314 | 341.60 | 0.01388 | 0.00862 | - | 0.01160 | - | 0.00781 |
| | 1.0 | 1.377 | 1.543 | - | 1.460 | 379.56 | 0.00555 | 0.00540 | - | 0.00548 | - | 0.00424 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.5 | 2.234 | 2.354 | - | 2.294 | 596.30 | 0.01293 | 0.01352 | - | 0.01293 | - | 0.01739 |
| | 0.6 | 2.881 | 2.824 | - | 2.752 | 715.56 | 0.01000 | 0.01035 | - | 0.01018 | - | 0.01400 |
| | 0.7 | 3.127 | 3.295 | - | 3.211 | 834.82 | 0.00808 | 0.00793 | - | 0.00801 | - | 0.01117 |
| | 0.8 | 3.574 | 3.766 | - | 3.670 | 954.08 | 0.00630 | 0.00629 | - | 0.00630 | - | 0.00880 |
| | 0.9 | 4.021 | 4.236 | - | 4.129 | 1073.34 | 0.00423 | 0.00500 | - | 0.00462 | - | 0.00660 |
| | 1.0 | 4.478 | 4.707 | - | 4.592 | 1193.90 | 0.00340 | 0.00332 | - | 0.00336 | - | 0.00343 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.5 | 2.486 | 2.734 | 2.710 | 2.637 | 885.46 | 0.00852 | 0.00934 | 0.00943 | 0.00910 | - | 0.01445 |
| | 0.6 | 2.659 | 3.281 | 3.252 | 3.064 | 796.58 | 0.00650 | 0.00719 | 0.00764 | 0.00711 | - | 0.01231 |
| | 0.7 | 3.452 | 3.828 | 3.794 | 3.691 | 969.67 | 0.00510 | 0.00543 | 0.00602 | 0.00552 | | 0.01015 |
| | 0.8 | 3.945 | 4.375 | 4.336 | 4.218 | 1096.77 | 0.00418 | 0.00410 | 0.00461 | 0.00430 | - | 0.00809 |
| | 0.9 | 4.438 | 4.922 | 4.878 | 4.746 | 1233.87 | 0.00360 | 0.00309 | 0.00355 | 0.00341 | - | 0.00630 |
| | 1.0 | 4.932 | 5.469 | 5.420 | 5.273 | 1370.97 | 0.00211 | 0.00227 | 0.00265 | 0.00234 | - | 0.00328 |
| | | | | | | | | | | | | |




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.30** : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.31** : ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.31 :** ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕΤΡΟΥ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

### 3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Τα εδαφικα υλικά που εξετάστηκαν ήταν μόνο δύο λόγω πρακτικών και χρονικών περιορισμών .Εν τούτοις οι δύο άργιλοι που επιλέχθηκαν ήταν διαφορετικές τόσο στο δείκτη πλαστικότητας (PI) όσο και στην κοκκομετρική διαβάθμιση γεγονός που μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε τις δυνατότητες σταθεροποίησης με ιπτάμενη για ένα μεγάλο εύρος εδαφικών υλικών.

### 3.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Η χρησιμοποίηση της ιπτάμενης τέφρας ως σταθεροποιητού μπορεί να μετατρέψει τις ιδιότητες του εδαφικού υλικού στους ακόλουθους τομείς :

#### ΟΡΙΑ ATTEMBERG

Τα αποτελέσματα προσδιορισμού των ορίων Attemberg παρουσιάζονται στους πίνακες 2.4 2.5 2,6 2.7. . Και τα δύο υλικά που ήταν μεγάλης πλαστικότητας η επίδραση της ιπτάμενης τέφρας ακόμα και σε ποσοστό 5% είχε ως αποτέλεσμα τα πλαστικά αυτά υλικά σε μη πλαστικά.

#### ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα εργαστηριακά αποτελέσματα για την κοκκομετρική ανάλυση για τα δύο εδαφικά δείγματα ( Πολυτεχνειούπολης ,Θήβας ) παρουσιάζονται στους πίνακες 2.8 & 2.9 και στα διαγράμματα 2.1 & 2.2 . Από τις κοκκομετρικές αναλύσεις των δύο εδαφικών υλικών προκύπτει ότι το εδαφικό υλικό Άργιλος II έχει λεπτότερη διαβάθμιση σε σχέση με το εδαφικό υλικό Άργιλος I τόσο σε μακροσκοπική ( ξήρη μέθοδος ) όσο και σε μικροσκοπική κλίμακα (κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο)

#### ΔΟΚΙΜΗ PROCTOR – ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ – ΜΕΓΙΣΤΗ ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Όπως αναμένεται λόγω της ύπαρξης σημαντικής ποσότητας ελεύθερης ασβέστου ( CaO / 18.31%) η ανάμιξη με εδαφικά υλικά προκαλεί αύξηση αύξηση της βέλτιστης υγρασίας και μείωση της ξηρής πυκνό-

τησας . ( βλέπε πίνακες και διαγράμματα ) Η συμπεριφορά αυτή μπορεί να αποδοθεί στη φυσικοχημική δράση του CaO και στο μικρότερο ειδικό βάρος της τέφρας .Θεωρείται ενδιαφέρον να τονιστεί η σημαντική διαφορά που βρέθηκε μεταξύ της υγρασίας που είχε αρχικά το μίγμα πριν την έναρξη της δοκιμής και της υγρασίας που μετρήθηκε από δείγματα που λήφθηκαναπό τα συμπυκνωθέντα δοκίμια .Η τελική υγρασία ήταν σημαντικά μικρότερη της αρχικής . Η διαφορά αυτή μπορεί να αποδοθεί α) στην μερική δέσμευση του νερού κατά την πραγματοποίηση των φυσικοχημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μέσα στο μίγμα εδαφικού υλικού-ιπτάμενης τέφρας κατά το πρώτο 24-ωρο της αποθήκευσης ( το μίγμα εδάφους-ιπτάμενης τέφρας μετά την προσθήκη φυλάσσεται για 24 ώρες μέσα σε πλαστικές σακούλες για να αποφευχθεί πιθανόν εξάτμιση νερού η οποία επαυξάνεται λόγω του εξώθερμου χαρακτήρα της αντίδρασης της ενυδατώσεως της ασβέστου ) και της 24ωρης ξήρανσης για τον προσδιορισμό της τελικής μετρηθείσας υγρασίας β) Στην εξάτμιση του νερού κατά την εκτέλεση της δοκιμής Proctor.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι κατά την εκτέλεση έργων σταθεροποίησης με ιπτάμενη τέφρα θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα να αντιμετωπισθούν πρακτικά οι συνέπειες του εξώθερμου χαρακτήρα της αντιδράσεως της ενυδατώσεως της ασβέστου Κατά την αντίδραση αυτή και λόγω της μεγάλης αναπτυσσόμενης θερμοκρασίας (πάνω από 60 °C ) μία ποσότητα ύδατος εξατμίζεται και μία άλλη δεσμεύεται χημικά από το CaO για σχηματισμό $Ca(OH)_2$ .Επομένως στην εφαρμογή στην πράξη θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι απαιτούμενες ποσότητες νερού είναι σημαντικές διότι αυτές είναι οι ποσότητες που θα πρέπει να εξασφαλιστεί η ύπαρξη τους στο χώρο του εργοταξίου. Επίσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες πρέπει να επιτυγχάνεται η διατήρηση της περιεχόμενης υγρασίας με συνεχείς διαβροχές όσο το δυνατόν πιο κοντά στην βέλτιστη. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η συνεχής και ανελλιπής δειγματοληπτικού ελέγχου για την εύρεση υγρασίας Επιπλέον ο μελετητής μηχανικός θα πρέπει να λαμβάνει πάντα υπόψη του στις κλιματολογικές συνθήκες της εκάστοτε τοποθεσίας του έργου για υπολογίζει των αριθμό των διαβροχών ανάλογα και γενικότερα την επιπλέον ποσότητα νερού που πρέπει να προστεθεί έτσι να η συμπύκνωση να πραγματοποιηθεί στην βέλτιστη υγρασία και στην μέγιστη ξηρή πυκνότητα .

## ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ (ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ) ΘΛΙΨΗ

Όπως ήδη έχει προαναφερθεί οι δοκιμές για τονιπροσδιορισμό της αντοχής των δοκιμίων και της μεταβολής της με το χρόνο επιλέχθησαν οι 7, 28 και 90 ημέρες για μίγματα της Αργίλου I με ιπτάμενη τέφρα ( 5 , 10 και 20%) και υδράσβεστο ισότιμης ποσότητας με την ποσότητα ελευθέρου ασβεστίου που περιέχεται μέσα στην τέφρα και της αργίλου II με τα ίδια ποσοστά ιπτάμενης τέφρας και υδρασβέστου. Επίσης επιλέχθησαν οι ημερες 7 , 14 , 28 , 90 για μίγματα εδαφικού υλικού (Αργιλος I , Αργιλος II ) ιπτάμενης τέφρας και τσιμέντου II 35 ( εμπορική ονομασία Π35 ( κοινό τσιμέντο) ΚΤΣ 97 ) . Η συνιήρηση των δοκιμίων έγινε αρχικά με την περιτύλιξη τους με πλαστική μεμβράνη (μαγειρική ) και έπειτα με την εισαγωγή των δοκιμίων μέσα στο θάλαμο συντηρήσεως όπου οι συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας είναι σταθερές. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι οι αντοχές αυτές είναι στις 90 ημέρες. Ο λόγος που το επέβαλε αυτό είναι στις 90 ημέρες αναμένετε να έχει συντελεστεί το μεγαλύτερο ποσοστό της χημικής δραστηριότητος που αναπτύσσεται μέσα στο μίγμα λόγω της ποζολανικής αντίδρασης και της ύπαρξης ασβέστου. Επιπλέον η ανάπτυξη των αντοχών γίνεται με μικρότερο ρυθμό σε σχέση με την ανάπτυξη α-

ντοχών στο τσιμέντο. Για το λόγο αυτό θεωρήσαμε σκόπιμο την εξέταση των αντοχών σε μονοαξονική θλίψη να εκτελεστεί κατά την διάρκεια των 90 ημερών.

*ΕΔΑΦΟΣ + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ*

Παρατηρείται αύξηση της αντοχής με το χρόνο και με το ποσοστό της ιπτάμενης τέφρας. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα που αφορούν ιπτάμενη τέφρα Μεγαλόπολης [37]. Επίσης συμφωνούν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών που έχουν γίνει στο εξωτερικό για τέφρες από λιθάνθρακες με λίγο ποσοστό CaO [32]. Οι χρονικοί περιορισμοί που υπήρχαν για την έρευνα αυτή δεν επέτρεψαν τον έλεγχο των αντοχών σε μεγαλύτερο από 90 ημέρες χρόνο και πιστεύεται ότι αυτό το θέμα θα πρέπει να εξεταστεί περισσότερο. Επίσης θεωρήσαμε ότι το όριο 20% ( κ.β.) ιπτάμενης τέφρας αποτελεί πρακτικό και για οικονομικούς λόγους (κόστος μεταφοράς) ένα άνω όριο. Η έρευνα δεν έδειξε ότι υπάρχει βέλτιστο ποσοστό παρόλο που στην Αργιλο Ι υπάρχει τάση για οριζοντιοποίηση ( βλέπε διάγραμμα 2.14 ). Ενώ στην Αργιλο ΙΙ τέτοια τάση δεν παρουσιάστηκε. Οι αναπτυσσόμενες αντοχές για την Αργιλο Ι με περιεχόμενα ποσοστά τέφρας 10% και 20% (1,91 MPa και 3,03 MPa αντίστοιχα ) καλύπτουν το όριο των 1,7 MPa που ορίζει η PCA ( 1971a ) καθώς και τις απαιτήσεις που ορίζουν οι Βρετανικές προδιαγραφές κατασκευήσεών ( Road Note 31) για βάση σταθεροποιημένης με τσιμέντο που ορίζουν ότι η αντοχή σε μονοαξονική θλίψη πρέπει να βρίσκεται μέσα στα όρια των 1,5-3,0 MPa στις 7 ημέρες. Επίσης καλύπτουν και τις απαιτήσεις που ορίζουν οι ίδιοι κανονισμοί (ακόμη και για τα μίγματα Αργίλου Ι και 5% ιπτάμενη τέφρα ) για υπόβαση και ισχύει ότι η αντοχή πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των ορίων 0,75-1,5 MPa . Όσον αφορά την άργιλο ΙΙ (άργιλος μεγάλης πλαστικότητας ) η αντοχή αυξάνεται αλλά μόνο το μίγμα Αργίλου ΙΙ και 20% ιπτάμενης τέφρας ικανοποιεί τις απαιτήσεις των Βρετανικών κανονισμών για σταθεροποιημένη υπόβαση (0,75-1,5 MPa ). Προτείνουμε το χρονικό αυτό όριο συντήρησης των δοκιμίων να ακολουθηθεί και σε άλλες ερευνητικές προσπάθειες του ιδίου χαρακτήρα. Λόγω των χρονικών περιορισμών η έρευνα αυτή περιλάμβανε μόνο 2 είδη αργίλων και θεωρείται σκόπιμο να επεκταθεί και σε άλλα είδη αργίλων και εδαφικών υλικών και ιδιαίτερα φυσικών αμμοχαλίκων μεγάλης πλαστικότητας . Λόγω του ακατέργαστου της ιπτάμενης τέφρας και της μεγάλης περιεκτικότητας σε CaO δεν θεωρείται σκόπιμη η επέκταση της έρευνας σε θραυστά υλικά λατομείου.

*ΕΔΑΦΟΣ +$Ca(OH)_2$*

Η δευτερεύουσα αυτή έρευνα είχε σκοπό την πρώτη διερεύνηση των δράσεων της ιπτάμενης τέφρας μέσα στα μίγματα. Οι δράσεις αυτές θεωρούνται ότι κατά κύριο λόγο είναι πρώτον φυσικοχημική δράση CaO και δεύτερον ανάπτυξη συνδέσμων μεταξύ των κόκκων λόγω των υδραυλικών ιδιοτήτων της ιπτάμενης τέφρας . Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των μιγμάτων με $Ca(OH)_2$ παρέχει την δυνατότητα μιας πρώτης εκτίμησης της υδραυλικής δράσης της ιπτάμενης τέφρας . Πράγματι η σημαντικά μικρότερη αντοχή σε θλίψη που παρατηρείται σε μίγματα με $Ca(OH)_2$ υποδεικνύει ότι η υδραυλική – ποζολανική δράση της ιπτάμενης τέφρας είναι σημαντική. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι μια σωστότερη σύγκριση των αποτελεσμάτων θα ήταν αν είχαμε χρησιμοποιήσει CaO αντί

$Ca(OH)_2$ Θα πρέπει στη δράση της ιπτάμενης τέφρας να θεωρηθεί ότι πιθανόν υπάρχει και κάποια μηχανική δράση λόγω της μεγάλης ποσότητας της ιπτάμενης τέφρας που αναμιγνύεται με την άργιλο. Δεδομένο ότι το μέγεθος των κόκκων της ιπτάμενης τέφρας δεν διαφέρει σημαντικά από εκείνα των αργίλο η δράση αυτή δεν θεωρείται ότι είναι σημαντική

*ΕΔΑΦΟΣ + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ.*

Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα τα δύο μεγάλα κέντρα παραγωγής ιπτάμενης τέφρας βρίσκονται στις περιοχές Πτολεμαΐδας και Μεγαλόπολης Τέθηκε το θέμα του κόστους μεταφοράς σε περιοχές οι οποίες βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από τα κέντρα αυτά . Σε περιπτώσεις μεγάλων αποστάσεων θα είναι πιθανόν οικονομικότερο ένα μέρος του σταθεροποιητού αυτού να αντικατασταθεί από έναν άλλο σταθεροποιητή με τις ίδιες σχεδόν ιδιότητες ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικρότερες ποσότητες και με μεγαλύτερο σχετικά οικονομικό πλεονέκτημα. Το τσιμέντο τέθηκε ως ο μοναδικός εκείνος σταθεροποιητής που εκπλείρωνε τις σχετικές απαιτήσεις. Οι επιλεγόμενες ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν στα μίγματα εδάφους ιπτάμενης τέφρας και τσιμέντου ήταν το 2% και 4% επί του ξηρού βάρους του εδαφικού υλικού. Από το διάγραμμα 2.17 φαίνεται ότι το τσιμέντο αυξάνει γενικώς την αντοχή αλλά στις 90 ημέρες ( αντοχή υπολογισμού ) η αύξηση της αντοχής δεν είναι τόσο σημαντική ιδιαίτερα αν η σύγκριση γίνει με την αντίστοιχη αντοχή του ποσοστού του 20% ιπτάμενης τέφρας . Οι αντοχές που αναπτύχθηκαν στην Άργιλο Ι ικανοποιούσαν τις αντοχές για υπόβαση σύμφωνα με τις Η Βρετανικές προδιαγραφές ενώ τις προδιαγραφές για βάση τόσο της PCA όσο και Βρετανικών προδιγραφών ικανοποιήθηκαν την 90-ημέρα . Για την Άργιλο ΙΙ τα αποτελέσματα είχαν και εδώ ρυθμό αύξησης αλλά ήταν πολύ μικρότερη σε σχέση με την Άργιλο Ι . Οι μόνες προδιαγραφές που ικανοποιήθηκαν ήταν οι προδιαγραφές για υπόβαση των Βρετανικών Οργανισμών.

## ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ

Είναι γνωστό ότι η δράση του νερού ένανση των υλικών και ειδικότερα των στρώσεων του οδοστρώματος έχει χαρακτήρα αποσύνθεσης . Εκτός αυτού η ύπαρξη νερού ευνοεί την δημιουργία χημικών ουσιών οι οποίες είναι υπεύθυνες για φαινόμενα διόγκωσης των υλικών και μερικές φορές της καταστροφής των κατασκευών . Οι κανονισμοί ορίζουν ότι το μόνο κριτήριο για την ανίχνευση της καταλληλότητας των υλικών για την χρησιμοποίηση τους ως υλικά οδοστρωσίας και υπό συνθήκες κορεσμού είναι ο λόγος των αντοχών σε μονοαξονική θλίψη. Ο λόγος δεν θα πρέπει να είναι μικρότερος του του 80% . Τα εργαστηριακά αποτελέσματα καλύπτουν το όριο αυτό με εξαίρεση την Άργιλο ΙΙ και με περιεχόμενα ποσοστά τέφρας 5 % και 10% αντίστοιχα Πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι οι λόγοι των αντοχών είναι πολύ μεγαλύτεροι στην χρησιμοποίησης ιπτάμενης τέφρας και τσιμέντου.

## ΑΝΤΙΔΙΑΜΕΤΡΙΚΗ ΘΛΙΨΗ-ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

Όπως θα ήταν αναμενόμενο έτσι και στη δοκιμή της αντιδιαμετρικής θλίψης παρατηρήθηκε αύξηση της αντοχής με το περιχόμενο ποσοστό ιπτάμενης τέφρας. Η γνώση της αντοχής σε αντιδιαμετρική θλίψη είναι μία έμεση πληροφορία για την αντοχή του σταεροποιημένου υλικού σε εφελκυσμό ιδιότητα σημαντική για τον υπολογισμό του απαιτούμενου πάχους οδοστρώματος

## ΜΕΤΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεθόδων προσδιορισμού του μέτρου ελαστικότητας που περιλαμβάνουν φορτίσεις διαφόρων ειδών. Επιπλέον παρατηρήθηκε αύξηση του μέτρου ελαστικότητας με την αύξηση του περιεχόμενου ποσοστού ιπτάμενης τέφρας .Οι τιμές του μέτρου ελαστικότητας κυμάνθηκαν από 0.2 Gpa ( Αργιλος II – ιπτάμενη τέφρα 5% ) έως 4.3 Gpa ( Αργιλος I – ιπτάμενη τέφρα 20% ) Τα μέτρα αυτά ελαστικότητας είναι σημαντικά βελτιωμένα εκείνων των μέτρων ελαστικότητας που εκτιμούνται για τις αργίλους στην φυσική τους κατάσταση από την σχέση:

$$E=10*CBR \ (Mpa)$$

Το γεγονός αυτό καταδεικνύει την σημαντική βελτίωση και των δύο υλικών με την σταθεροποίηση τους με τέφρα και υποδηλώνει και την σημαντική μείωση του πάχους του οδοστώματος . Θα ήταν σκόπιμο μια οικονομική διερεύνηση για να βρεθεί πότε η σταθεροποίηση με ιπτάμενη τέφρα είναι οικονομικά πρασφορότερη. Επιπλέον με την αύξηση του μέτρου ελαστικότητας παρατηρήθηκε μείωση των παραμορφώσεων σε όλα τα περιεχόμενα ποσοστά ιπτάμενης τέφρας .

## CBR

Τα αποτελέσματα και σε αυτή την δοκιμή ήταν ανάλογα με τις άλλες μηχανικές ιδιότητες . Το CBR αυξάνεται με την αύξηση του περιεχόμενου ποσοστού ιπτάμενης τέφρας γεγονός αναμενόμενο αφού με την αυξηση του ποσοστού ιπτάμενης δημιουργείται πιο ισχυρό κρυσταλλικό πλέγμα πράγμα το οποίο αυξάνει την τιμή του CBR και ως αποτέλεσμα αυτού είναι ότι αποκτάει τιμές μεγαλύτερες του 100% (π.χ. 187 %). Επιπλέον το CBR παρουσιάζει μία γραμμική σχέση με με την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη .ο γεγονός αυτό ισχύει σε πειραματικά αποτελέσματα τόσο στην Ελλάδα όσο και στο Εξωτερικό (Sherwood)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρησιμοποίηση της κατάμενης τέφρας ως σταθεροποιητού οδήγησε στα εξής αποτέσματα :

1. Μετατροπή των πλαστικών αργίλων σε μη πλαστικά εδαφικά υλικα σε 24 ώρες
2. Αύξηση της βέλτιστης υγρασίας
3. Μείωση της ξηρής πυκνότητας
4. Αύξηση της αντοχής σε μονοαξονική θλίψη
5. Αύξηση της αντοχής σε ανιδιαμετρική θλίψη
6. Αύξηση του CBR
7. Αύξηση του μέτρου ελαστικότητας

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

## Προπαρασκευή σε ξηρή κατάσταση διαταραγμένων δειγμάτων εδάφους για εργαστηριακές δοκιμές

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την προπαρασκευή των δειγμάτων εδάφους όπως αυτά λαμβάνονται από τον τόπο προελεύσεως τους για μηχανική ανάλυση για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους και την δοκιμή συμπυκνώσεως .

Οι ποσότητες του υλικού που χρειάζονται για την εκτέλεση μίας από τις δοκιμές έχουν ως εξής :

1. Κοκκομετρική μηχανική ανάλυση Για την μηχανική ανάλυση απαιτείται υλικό διερχόμενο από το κόσκινο Νο 10 ( βροχίδα 2mm. ) σε ποσότητα ίση προς 115 gr. για αμμώδη εδάφη και 65 gr. για ιλυώδη ή αργιλλώδη εδάφη.
2. Φυσικές δοκιμές . Για τον προσδιορισμό φυσικών σταθερών απαιτείται συνολικό υλικό διερχόμενο από το κόσκινο Νο 40 ίσα προς 290 gr

**ΔΟΚΙΜΗ**

| | |
|---|---|
| Όριο Υδαρότητας | 100 |
| Όριο πλαστικότητας | 15 |
| Ισοδύναμο φυσικής υγρασίας | 50 |
| Συρρίκνωση όγκου | 30 |
| Δοκιμές ελέγχου | 95 |

3. Δόκιμη συμπυκνώσεως . Για τη στατική δοκιμή συμπυκνώσεως οι ακόλουθες ποσότητες υλικού κατά προσέγγιση

| | |
|---|---|
| Μέθοδος Α | 3180 gr. |
| Μέθοδος Β | 7260 gr. |
| Μέθοδος Γ | 5450 gr. |
| Μέθοδος Δ | 11350 gr. |

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να συνιστάται από τα ακόλουθα :

1. Ζυγός .Ζυγός ευαισθησίας 0.1 gr.
2. Μέσο ξηράνσεως. Κλίβανος θερμάνσεως λυχνίες υπέρυθρες ή άλλες κατάλληλες συσκευές για την ξήρανση των δειγμάτων
3. Κόσκινα.Σειρά κόσκινων των εξής μεγεθών : Νο 4 Νο10 Νο40 . Τα κόσκινα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις πρότυπες προδιαγραφές για κόσκινα δοκιμών (AASHTO M92)

4. Συσκευή κονιοποιήσεως . Για την κονιοποίηση των υλικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί γουδί με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό κατάλληλη για τον θρυμματισμό των συσσωματωμάτων των εδαφικών τεμαχιδίων χωρίς μείωση του μεγέθους των κόκκων.
5. Δειγματολήπτης Σωληνωτός δειγματολήπτης ή συσκευή διαχωρισμού δειγμάτων για τον τετραμερισμό αυτών.

Το δείγμα του εδάφους όπως λαμβάνεται από την ύπαιθρο ξηραίνεται καλά είτε με την χρησιμοποίηση συσκευής ξηράνσεως τέτοιας ώστε η θερμοκρασία του εδάφους να μην υπερβεί τους 60 °C εκτός και προηγούμενη εμπειρία έχει αποδείξει ότι υψηλότερη θερμοκρασία δεν πρόκειται να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του εδάφους . Στη συνέχεια τα συσσωματώματα θραύονται καλά με το γουδί και το γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η μείωση του φυσικού μεγέθους των κόκκων

Στην συνέχεια εκλέγεται αντιπροσωπευτικό δείγμα δοκιμής στην ποσότητα που απαιτείται για την εκτέλεση των επιθυμητών δοκιμών με την μέθοδο του τετραμερισμού ή με την χρησιμοποίηση δειγματολήπτου.

Το μέρος του δείγματος που έχει ξηραθεί στον αέρα και προορίζεται για μηχανική ανάλυση και φυσικές δοκιμές ζυγίζεται και το βάρος του καταγράφεται ως το ολικό βάρος του δείγματος χωρίς διόρθωση για το περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας . Έπειτα το δείγμα χωρίζεται σε δύο μέρη δια κοσκινού No 10 . Το συγκρατούμενο κλάσμα τρίβεται σε γουδί με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή μέχρις ότου τα συσσωματώματα θρυμματισθούν και χωρισθούν πλήρως σε μεμονωμένους κόκκους . Στη συνέχεια το υλικό χωρίζεται σε δύο κλάσματα με το κόσκινο No 10

ΔΕΙΓΜΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το συγκρατούμενο κλάσμα στο κόσκινο No 10 μετά την δεύτερη κοσκίνιση τίθεται κατά μέρος για να χρησιμοποιηθεί στη μηχανική ανάλυση του χονδρόκοκκου υλικού. Τα διερχόμενα κλάσματα από το κόσκινο No 10 των δύο κοσκινίσεων που περιγράφονται παραπάνω αναμιγνύονται καλά και λαμβάνεται για μηχανική ανάλυση με την μέθοδο του τετραμερισμού ή με την μέθοδο του δειγματολήπτη μέρος το οποίο είναι τουλάχιστον ίσο και μεγαλύτερο του βάρους που απαιτείται για την δοκιμή.

ΔΕΙΓΜΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

Στη συνέχεια το υπόλοιπο μέρος του διερχόμενου από το κόσκινο No 10 υλικό χωρίζεται σε δύο μέρη με το κόσκινο No 40 . Το συγκρατούμενο στο κόσκινο No 40 κλάσμα τρίβεται στο γουδί με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή με τρόπο ώστε να θρυμματισθούν τα συσσωματώματα των εδαφικών τεμαχιδίων χωρίς να επέλθει θραύση των κόκκων . Αν το δείγμα περιέχει εύθραυστα τεμάχια όπως φυλλίδια μαρμαρυγία , θαλάσσια όστρακα κ.λ.π. η κονιοποίηση πρέπει να γίνεται προσεκτικά με πίεση επαρκή μόνο για την απαλλαγή των τεμαχίων από τους συγκολλημένους κόκκους του λεπτότερου υλικού.Στη συνέχεια το έδαφος που λειοτριβήθηκε χωρίζεται σε δύο κλάσματα με το κόσκινο No 40 και το συγκρατούμενο στο κόσκινο No 40 υλικό επανακονιοποιείται όπως και το προηγούμε-

να . Όταν διαδοχικές κονιοποιήσεις παράγουν μικρή μόνο ποσότητα εδάφους που να διέρχεται από το κόσκινο Νο 40 το συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 40 υλικό απορρίπτεται.

Τα διάφορα κλάσματα που διέρχονται από το κόσκινου Νο 40 που λαμβάνονται με την επεξεργασία κονιοποιήσεως και κοσκινίσεως όπως έχει περιγραφεί αναμιγνύονται καλά και τοποθετούνται κατά μέρος για να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των φυσικών σταθερών του εδάφους.

ΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΩΣ

Το μέρος του εδάφους που ξηράθηκε στον αέρα και έχει επιλεγεί για τη δοκιμή συμπυκνώσεως χωρίζεται με το κόσκινο Νο 4 σε δύο κλάσματα . Το συγκρατούμενο στο Νο 4 κλάσμα ιρίβεται με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή μέχρι ότου όλα τα συσσωματώματα των εδαφικών τεμαχιδίων συντρίβουν σε χωριστούς κόκκους . Στη συνέχεια το έδαφος που έχει λειοτριβηθεί χωρίζεται σε δύο κλάσματα με το κόσκινο Νο 4 . Το κλάσμα που συγκρατήθηκε μετά την κοσκίνιση απορρίπτεται . Το κλάσμα που διήλθαν από το κόσκινο Νο 4 κατά τις δύο επεξεργασίες κοσκινίσεως αναμιγνύονται καλά και χρησιμοποιούνται για τη δοκιμή συμπυκνώσεως .

## Δειγματοληψία εδαφικού υλικού

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας ήταν αναγκαίο η συλλογή δειγμάτων εδαφικών υλικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες (κοκκομετρική διαβάθμιση , όρια Attemberg κ.λ.π.) . Τελικά επιλέχθηκαν τα εδαφικά δείγματα από τις περιοχές Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και Ανισόπεδου Κόμβου Θήβας (Π.Α.Θ.Ε) . Η συλλογή των δειγμάτων για την κάθε περίπτωση έγινε με την μέθοδο " Της τυχαίας δειγματοληψίας κατά στρώματα" κατά την οποία ο πληθυσμός χωρίστηκε σε επιμέρους υποπληθυσμούς . Με το όρο αυτό εννοούμε ότι η συγκεκριμένη περιοχή (αγροτεμάχιο) χωρίστηκε περίπου σε κοσεμβαδικές υποπεριοχές και συλλέχθηκαν ίσες ποσότητες εδαφικού υλικού από την κάθε περιοχή. Στην συνέχεια τα εδαφικά δείγματα ανακατεύτηκαν καλά και τελικά δημιουργήθηκε ένα ομογενές εδαφικό υλικό .Το τελικό αυτό εδαφικό υλικό αποτέλεσε το προϊόν στο οποίο ελέχθησαν οι φυσικές ιδιότητες (κοκκομετρική διαβάθμιση , όρια Attemberg κ.λ.π.) Τα τελικά εδαφικά υλικά ονομάστηκαν ως " Άργιλος Ι " και " Άργιλος ΙΙ " τα εδαφικά υλικά της Πολυτεχνειούπολης και του κόμβου Θήβας αντίστοιχα και από εδώ και πέρα θα καλούνται με την παραπάνω κωδική ονομασία..

Όμοια διαδικασία χρησιμοποιήθηκε και στη συλλογή των δειγμάτων της ιπτάμενης τέφρας. Η ιπτάμενη τέφρα που χρησιμοποιήθηκε στην διάρκεια της μελέτης αυτής έχει παραχθεί στον Α.Η.Σ Καρδιάς και αντιπροσωπεύει μια τυπική βδομάδα παραγωγής ιπτάμενης τέφρας στον Α.Η.Σ. Καρδιάς από 16-10-1997 έως 23-10-1997.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

## Προπαρασκευή σε ξηρή κατάσταση διαταραγμένων δειγμάτων εδάφους για εργαστηριακές δοκιμές

Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την προπαρασκευή των δειγμάτων εδάφους όπως αυτά λαμβάνονται από τον τόπο προελεύσεως τους για μηχανική ανάλυση για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους και την δοκιμή συμπυκνώσεως .

Οι ποσότητες του υλικού που χρειάζονται για την εκτέλεση μιάς από τις δοκιμές έχουν ως εξής :

1. Κοκκομετρική μηχανική ανάλυση . Για την μηχανική ανάλυση απαιτείται υλικό διερχόμενο από το κόσκινο Νο 10 ( βροχίδα 2mm. ) σε ποσότητα ίση προς 115 gr. για αμμώδη εδάφη και 65 gr. για ιλυώδη ή αργιλώδη εδάφη.
2. Φυσικές δοκιμές . Για τον προσδιορισμό φυσικών σταθερών απαιτείται συνολικό υλικό διερχόμενο από το κόσκινο Νο 40 ίσο προς 290 gr.

**ΔΟΚΙΜΗ**

| | |
|---|---|
| Όριο Υδαρότητας | 100 |
| Όριο πλαστικότητας | 15 |
| Ισοδύναμο φυσικής υγρασίας | 50 |
| Συρρίκνωση όγκου | 30 |
| Δοκιμές ελέγχου | 95 |

3. Δόκιμη συμπυκνώσεως . Για τη στατική δοκιμή συμπυκνώσεως οι ακόλουθες ποσότητες υλικού κατά προσέγγιση

| | |
|---|---|
| Μέθοδος Α | 3180 gr |
| Μέθοδος Β | 7260 gr. |
| Μέθοδος Γ | 5450 gr. |
| Μέθοδος Δ | 11350 gr. |

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να συνιστάται από τα ακόλουθα :

1. Ζυγός .Ζυγός ευαισθησίας 0 1 gr.
2. Μέσο ξηράνσεως. Κλίβανος θερμάνσεως λυχνίες υπέρυθρες ή άλλες κατάλληλες συσκευές για την ξήρανση των δειγμάτων
3. Κόσκινα.Σειρά κόσκινων των εξής μεγεθών : Νο 4 Νο10 Νο40 . Τα κόσκινα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις πρότυπες προδιαγραφές για κόσκινα δοκιμών (AASHTO M92)

4 Συσκευή κονιοποιήσεως . Για την κονιοποίηση των υλικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί γουδί με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό κατάλληλη για τον θρυμματισμό των συσσωματωμάτων των εδαφικών τεμαχιδίων χωρίς μείωση του μεγέθους των κόκκων

5. Δειγματολήπτης . Σωληνωτός δειγματολήπτης ή συσκευή διαχωρισμού δειγμάτων για τον τετραμερισμό αυτών.

Το δείγμα του εδάφους όπως λαμβάνεται από την ύπαιθρο ξηραίνεται καλά είτε με την χρησιμοποίηση συσκευής ξηράνσεως τέτοιας ώστε η θερμοκρασία του εδάφους να μην υπερβεί τους 60 $^{o}$C εκτός και προηγούμενη εμπειρία έχει αποδείξει ότι υψηλότερη θερμοκρασία δεν πρόκειται να μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του εδάφους . Στη συνέχεια τα συσσωματώματα θραύονται καλά με το γουδί και το γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η μείωση του φυσικού μεγέθους των κόκκων.

Στην συνέχεια εκλέγεται αντιπροσωπευτικό δείγμα δοκιμής στην ποσότητα που απαιτείται για την εκτέλεση των επιθυμητών δοκιμών με την μέθοδο του τετραμερισμού ή με την χρησιμοποίηση δειγματολήπτου.

Το μέρος του δείγματος που έχει ξηραθεί στον αέρα και προορίζεται για μηχανική ανάλυση και φυσικές δοκιμές ζυγίζεται και το βάρος του καταγράφεται ως το ολικό βάρος του δείγματος χωρίς διόρθωση για το περιεχόμενο ποσοστό υγρασίας . Έπειτα το δείγμα χωρίζεται σε δύο μέρη δια κοσκινού Νο 10 . Το συγκρατούμενο κλάσμα τρίβεται σε γουδί με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή μέχρις ότου τα συσσωματώματα θρυμματισθούν και χωρισθούν πλήρως σε μεμονωμένους κόκκους . Στη συνέχεια το υλικό χωρίζεται σε δύο κλάσματα με το κόσκινο Νο 10

## ΔΕΙΓΜΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Το συγκρατούμενο κλάσμα στο κόσκινο Νο 10 μετά την δεύτερη κοσκίνιση τίθεται κατά μέρος για να χρησιμοποιηθεί στη μηχανική ανάλυση του χονδρόκοκκου υλικού. Τα διερχόμενα κλάσματα από το κόσκινο Νο 10 των δύο κοσκινίσεων που περιγράφονται παραπάνω αναμιγνύονται καλά και λαμβάνεται για μηχανική ανάλυση με την μέθοδο του τετραμερισμού ή με την μέθοδο του δειγματολήπτη μέρος το οποίο είναι τουλάχιστον ίσο και μεγαλύτερο του βάρους που απαιτείται για την δοκιμή.

## ΔΕΙΓΜΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

Στη συνέχεια το υπόλοιπο μέρος του διερχόμενου από το κόσκινο Νο 10 υλικό χωρίζεται σε δύο μέρη με το κόσκινο Νο 40 . Το συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 40 κλάσμα τρίβεται στα γουδί με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή με τρόπο ώστε να θρυμματισθούν τα συσσωματώματα των εδαφικών τεμαχιδίων χωρίς να επέλθει θραύση των κόκκων . Αν το δείγμα περιέχει εύθραυστα τεμάχια όπως φυλλίδια μαρμαρυγία , θαλάσσια όστρακα κ.λ.π. η κονιοποίηση πρέπει να γίνεται προσεκτικά με πίεση επαρκή μόνο για την απαλλαγή των τεμαχίων από τους συγκολλημένους κόκκους του λεπτόκοκκου υλικού.Στη συνέχεια το έδαφος που λειοτριβήθηκε χωρίζεται σε δύο κλάσματα με το κόσκινο Νο 40 και το συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 40 υλικό επανακονιοποιείται όπως και το προηγούμε-

νο . Όταν διαδοχικές κονιοποιήσεις παράγουν μικρή μόνο ποσότητα εδάφους που να διέρχεται από το κόσκινο No 40 το συγκρατούμενο στο κόσκινο No 40 υλικό απορρίπτεται.

Τα διάφορα κλάσματα που διέρχονται από το κόσκινου No 40 που λαμβάνονται με την επεξεργασία κονιοποιήσεως και κοσκινίσεως όπως έχει περιγραφεί αναμιγνύονται καλά και τοποθετούνται κατά μέρος για να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των φυσικών σταθερών του εδάφους.

ΔΕΙΓΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΩΣ

Το μέρος του εδάφους που ξηράθηκε στον αέρα και έχει επιλεγεί για τη δοκιμή συμπυκνώσεως χωρίζεται με το κόσκινο No 4 σε δύο κλάσματα . Το συγκρατούμενο στο No 4 κλάσμα τρίβεται με γουδοχέρι καλυμμένο με ελαστικό ή με κατάλληλη μηχανική συσκευή μέχρι ότου όλα τα συσσωματώματα των εδαφικών τεμαχιδίων συντρίβουν σε χωριστούς κόκκους . Στη συνέχεια το έδαφος που έχει λειοτριβηθεί χωρίζεται σε δύο κλάσματα με το κόσκινο No 4 . Το κλάσμα που συγκρατήθηκε μετά την κοσκίνιση απορρίπτεται . Το κλάσμα που διήλθαν από το κόσκινο No 4 κατά τις δύο επεξεργασίες κοσκινίσεως αναμιγνύονται καλά και χρησιμοποιούνται για τη δοκιμή συμπυκνώσεως .

## Δειγματοληψία εδαφικού υλικού

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας ήταν αναγκαίο η συλλογή δειγμάτων εδαφικών υλικών με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες (κοκκομετρική διαβάθμιση , όρια Atterberg κ.λ.π.) . Τελικά επιλέχθηκαν τα εδαφικά δείγματα από τις περιοχές Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου και Ανισόπεδου Κόμβου Θήβας (Π.Α.ΘΕ) . Η συλλογή των δειγμάτων για την κάθε περίπτωση έγινε με την μέθοδο " Της τυχαίας δειγματοληψίας κατά στρώματα" κατά την οποία ο πληθυσμός χωρίστηκε σε επιμέρους υποπληθυσμούς . Με το όρο αυτό εννοούμε ότι η συγκεκριμένη περιοχή (αγροτεμάχιο) χωρίστηκε περίπου σε ισοεμβαδικές υποπεριοχές και συλλέχθηκαν ίσες ποσότητες εδαφικού υλικού από την κάθε περιοχή. Στην συνέχεια τα εδαφικά δείγματα ανακατεύτηκαν καλά και τελικά δημιουργήθηκε ένα ομογενές εδαφικό υλικό .Το τελικό αυτό εδαφικό υλικό αποτέλεσε το προϊόν στο οποίο ελέχθησαν οι φυσικές ιδιότητες (κοκκομετρική διαβάθμιση , όρια Atterberg κ.λ.π.) Τα τελικά εδαφικά υλικά ονομάστηκαν ως " Άργιλος Ι " και " Άργιλος ΙΙ " το εδαφικά υλικά της Πολυτεχνειούπολης και του κόμβου Θήβας αντίστοιχα και από εδώ και πέρα θα καλούνται με την παραπάνω κωδική ονομασία..

Όμοια διαδικασία χρησιμοποιήθηκε και στη συλλογή των δειγμάτων της ιπτάμενης τέφρας. Η ιπτάμενη τέφρα που χρησιμοποιήθηκε στην διάρκεια της μελέτης αυτής έχει παραχθεί στον Α.Η.Σ Καρδιάς και αντιπροσωπεύει μια τυπική βδομάδα παραγωγής ιπτάμενης τέφρας στον Α.Η.Σ. Καρδιάς από 16-10-1997 έως 23-10-1997.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

## ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (ΜΕΘΟΔΟΣ Ι)

Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό του ειδικού βάρους εδαφών. Το ειδικό βάρος ενός εδάφους είναι ο λόγος του βάρους ορισμένου όγκου κόκκων εδάφους προς το βάρος ίσου όγκου απεσταγμένου νερού θερμοκρασίας 4 °C . Το ειδικό βάρος ενός εδάφους προς τον όγκο του .

Ο αναγκαίος εξοπλισμός για τον υπολογισμό είναι :

1. Πυκνόμετρο χωρητικότητας 100 ml είτε λήκυθος χωρητικότητας 50 ml.
2. Απεσταγμένο νερό.
3. Αντλία κενού.
4. Ζυγός (ακριβείας 0.01 gr.).
5. Εστία θερμάνσεως
6. Κλίβανος
7. Ξηραντήρας
8. Θερμόμετρο (με ακρίβεια 0,1 °C )
9. Δοχείο ζέσεως
10. Σταγονόμετρο ή προχοΐδα

Το πυκνόμετρο καθαρίζεται ξηραίνεται ζυγίζεται και το βάρος αναγράφεται. Στη συνέχεια το πυκνόμετρο γεμίζεται με απεσταγμένο νερό πραγματικής θερμοκρασίας δωματίου Προσδιορίζεται κατόπιν το βάρος του πυκνομέτρου με το νερό (Wa) και καταγράφεται.

Στη συνέχεια βυθίζεται ένα θερμόμετρο μέσα στο νερό και προσδιορίζεται η θερμοκρασία Τι με προσέγγιση ακέραιου βαθμού . Από το βάρος Wa που προσδιορίζεται στην θερμοκρασία Τi συντάσσεται πίνακας διάφορων βαρών Wa που προσδιορίζεται στην θερμοκρασία Τi συντάσσεται πίνακας διαφόρων βαρών Wa που αντιστοιχούν σε σειρά θερμοκρασιών που είναι πιθανόν να επικρατούν κατά τον προσδιορισμό βαρών WB που ακολουθεί παρακάτω.

Το έδαφος που θα χρησιμοποιηθεί για την δοκιμή του ειδικού βάρους μπορεί ή να περιέχει την φυσική του υγρασία ή να έχει ξηρανθεί σε κλίβανο . Το βάρος του δείγματος με βάση αυτό που προκύπτει από την ξήρανση σε κλίβανο πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 g όταν χρησιμοποιείται ογκομετρική φιάλη και 10 g όταν χρησιμοποιείται λήκυθος. Το δείγμα τοποθετείται μέσα στο πυκνόμετρο αφού ληφθεί πρόνοια ώστε να μην υπάρχει απώλεια εδάφους στην περίπτωση που έχει ζυγιστεί. Προστίθεται απεσταγμένο νερό μέχρι που να γεμίσει η ογκομετρική φιάλη κατά τα ¾ ή όταν πρόκειται για ληκύθους περίπου κατά το

μισό. Ο αέρας που έχει κατά τύχη παγιδευτεί απομακρύνεται με εφαρμογή στο περιεχόμενο μερικού κενού ή με ελαφρό βρασμό για τουλάχιστον 10min.

Το πυκνόμετρο στη συνέχεια γεμίζεται με απεσταγμένο νερό καθαρίζεται και ξηραίνεται εξωτερικά με τη βοήθεια καθαρού στεγνού υφάσματος . Λαμβάνεται το βάρος WB του πυκνομέτρου με το περιεχόμενο του και η θερμοκρασία Τχ του περιεχόμενου σε °C

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και ο υπολογισμός του ειδικού βάρους εδάφους ως προς νερό θερμοκρασίας Τχ παρουσιάζεται με τον ακόλουθο τρόπο :

$$\text{Ειδικό Βάρος } T_x / T_x \ ^{o}C = \frac{W_O}{W_O + (W_\alpha - W_\beta)}$$

Όπου:

$W_o$ = Το βάρος του ξηρού σε κλίβανο δείγματος εδάφους σε gr.

$W_\alpha$ = Το βάρος του πυκνομέτρου γεμάτου με νερό σε θερμοκρασίας Τχ σε gr.

$W_\beta$ = Το βάρος του πυκνομέτρου γεμάτου με νερό και έδαφος σε θερμοκρασίας Τχ σε gr.

Τχ = Η θερμοκρασία του περιεχομένου του πυκνομέτρου κατά την μέτρηση του βάρους $W_\beta$ σε °C

Οι τιμές του ειδικού βάρους αναφέρονται ως προς νερό 20 °C εκτός και αν υπάρχει διαφορετική απαίτηση . Η τιμή ως προς νερό 20 °C υπολογίζεται από την τιμή για το νερό στην θερμοκρασία Τχ που μετρήθηκε με τον ακόλουθο τρόπο :

$$\text{(Ειδικό Βάρος) } T_x / 20^{o}C = K^{T} \text{ (Ειδικό Βάρος) } T_x / T_x \ ^{o}C$$

Όπου :

Κ= Αριθμός που προκύπτει από την διαίρεση της σχετικής πυκνότητας του νερού θερμοκρασίας Τχ δια της σχετικής πυκνότητας του νερού στους 20 °C .Στον πίνακα 2.1 δίνονται διάφορες τιμές του Κ για την συνήθη περιοχή θερμοκρασιών .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1** : *ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΑΓΩΓΗΣ Κ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ*

| ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ | ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΩΣ Κ |
|---|---|---|
| 18 | 0,9986244 | 1,0004 |
| 19 | 0,9984347 | 1,0002 |
| 20 | 0,9982343 | 1,0000 |
| 21 | 0,9980233 | 0,9998 |
| 22 | 0,9978019 | 0,9996 |
| 23 | 0,9975702 | 0,9993 |
| 24 | 0,9973286 | 0,9991 |
| 25 | 0,9970770 | 0,9989 |
| 26 | 0,9968158 | 0,9986 |
| 27 | 0,9965451 | 0,9983 |
| 28 | 0,9962652 | 0,9980 |
| 29 | 0,9959761 | 0,9977 |
| 30 | 0,9956780 | 0,9974 |

Για την αναφορά της τιμής του ειδικού βάρους ως προς το νερό 4 °C η τιμή αυτή μπορεί να υπολογισθεί δια πολλ/σμού της τιμής του ειδικού βάρους σε θερμοκρασία Τχ επί τη σχετική πυκνότητα του νερού σε θερμοκρασία Τχ

Η δοκιμή εκτελείται σε δύο δοκίμια από το ίδιο δείγμα . Τα αποτελέσματα εκφράζονται με ακρίβεια 0,01 .Αν τα αποτελέσματα διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 0.03 η δοκιμή επαναλαμβάνεται.

## Ειδικό βάρος χονδρόκοκκου υλικού χωρίς τρίψιμο του υλικού

Ο αναγκαίος εξοπλισμός για την εύρεση του ειδικού βάρους χονδρόκοκκου υλικού είναι :

1. Ζυγός ικανότητας 5 Kg. ή και περισσότερο και ευαισθησίας 0.5 g
2. Συρμάτινα καλάθια με πλέγμα χωρητικότητας τουλάχιστον 5 Kg.
3. Κατάλληλο δοχείο για την εμβάπτιση του συρμάτινου καλαθιού μέσα σε νερό με κατάλληλο εξάρτημα
4. αναρτήσεως του από το δίσκο του ζυγού.

Λαμβάνεται δείγμα βάρους περίπου 5 Kg. και πλένεται καλά μέχρι να φύγει η σκόνη από τους κόκκους. Ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία του περιβάλλοντος . Στη συνέχεια αφού ζυγιστεί βαπτίζεται στο νερό και παραμένει τουλάχιστον 15 ώρες . Βγάζουμε το υλικό από το νερό το τοποθετούμε σε ένα απορροφητικό ύφασμα και το σκουπίζουμε δια κυλίσεως ή ένα ένα τους μεγαλύτερους κόκκους μέχρι να απομακρυνθεί το επιφανειακό νερό των κόκκων Παίρνουμε το βάρος του δείγματος σε

κορεσμένη και επιφανειακή ξηρή κατάσταση. Κατόπιν το τοποθετούμε στο συρμάτινο καλάθι και προσδιορίζουμε το βάρος του δείγματος μέσα σε νερό θερμοκρασίας 23±1 °C αφού αφαιρέσουμε το ήδη γνωστό βάρος του καλαθιού άδειου μέσα στο νερό . Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην απομάκρυνση του αέρα που πιθανόν να έχει εγκλωβισθεί με την ανάρτηση του καλαθιού . Το καλάθι βυθίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να καλυφθεί μαζί με το δείγμα από το νερό .

Ο υπολογισμός του ειδικού βάρους χονδρόκοκκου γίνεται με τον ακόλουθο τύπο και εκφράζεται ως αδιάστατος αριθμός με προσέγγιση εκατοστού:

$$(\text{Ειδικό Βάρος}) = \frac{A}{B - \Gamma}$$

Όπου :

Α: Το βάρος στον αέρα του εντός φούρνου ξηραθέντος δείγματος σε g.

Β. Το βάρος στον αέρα του κορεσμένου και επιφανειακά ξηρού δείγματος σε g.

Γ: Το βάρος μέσα σε νερό του κεκορεσμένου δείγματος σε g. Η διαφορά Β-Γ είναι η άνωση που υπέστη το υλικό και επομένως ο όγκος του.

Στην περίπτωση εδαφικού υλικού που περιέχει λεπτόκοκκο και λεπτόκοκκο βρίσκουμε χωριστά τα ειδικά βάρη λεπτόκοκκου και χονδρόκοκκου σύμφωνα με την μέθοδο I & II αντίστοιχα και παίρνουμε ως ειδικό βάρος την μεσοβαρική τους τιμή.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

## ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΩΝ ATTEMBERG

## ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ

Ως όριο υδαρότητας αντιστοιχεί εξ ορισμού στην υγρασία στην οποία το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην υδαρή κατάσταση όπως αυτή προσδιορίζεται από την δοκιμή του ορίου υδαρότητας .

Ο αναγκαίος εξοπλισμός για τον προσδιορισμό του ορίου υδαρότητας είναι :

1. Κάψα από πορσελάνη διαμέτρου περίπου 120 mm.
2. Σπαθίδα ή μικρό μαχαίρι με λεπίδα με μήκους περίπου 80mm. και πλάτους 20mm.
3. Συσκευή ορίου υδαρότητας .Μηχανική συσκευή που συνιστάται από ένα ορείχαλκο κύπελλο και μία βάση που είναι κατασκευασμένη σύμφωνα με το σχέδιο και τις διαστάσεις που ορίζονται από τους κανονισμούς.
4. Όργανο χαράξεως συνδυασμένο με μετρητή στο πίσω μέρος
5. Υποδοχείς γυάλινοι που παρεμποδίζουν την υγρασίας κατά την ζύγιση
6. Ζυγός με ευαισθησία 0,01g.

Παίρνουμε δείγμα βάρους περίπου 100g από το κλάσμα του υλικού που έχει καλά αναμιχθεί και διέρχεται από το κόσκινο Νο 40 Η συσκευή του ορίου υδαρότητας πρέπει να επιθεωρείται για να διαπιστωθεί η καλή κατάσταση λειτουργίας ότι δεν έχει επέλθει φθορά στον πείρο που συγκρατεί το κύπελλο ότι είναι σφιγμένοι οι κοχλίες συνδέσεως του κυπέλλου και ότι δεν έχει χαραχθεί το κύπελλο λόγω της μεγάλης χρήσης . Με το μετρητή που υπάρχει στο πίσω μέρος του οργάνου χαράξεως ρυθμίζουμε το ύψος στο οποίο θα ανυψώνεται το κύπελλο έτσι ώστε το σημείο του κυπέλλου που έρχεται σε επαφή με την βάση της συσκευής να είναι ακριβώς 1 εκατ. πάνω από τη βάση . Στη συνέχεια σταθεροποιούμε την πλάκα ρυθμίσεως σφίγγοντας τους κοχλίες . Με τον μετρητή ακόμη στη θέση ελέγχουμε την ρύθμιση περιστρέφοντας τον στρόφαλο μερικές φορές . Εάν η ρύθμιση είναι καλή θα ακούγεται ένας ελαφρύς ήχος όταν η προεξοχή του στρόφαλου ανυψώνεται ή δεν ακούγεται ο ελαφρύς ήχος πρέπει να γίνει ξανά η ρύθμιση.

Τοποθετούμε το δείγμα εδάφους μέσα σε μία κάψα και ρίχνουμε 15-20 $cm^3$ απεσταγμένου .Ανακατεύουμε πάρα πολύ καλά με την σπαθίδα μέχρι να κατανεμηθεί ομοιόμορφα το νερό στο δείγμα . Παραπάνω προσθήκη νερού γίνεται σε ποσότητα 1-3 $cm^3$ και επακολουθεί μία νέα ανάμιξη .Κατόπιν το

δείγμα τοποθετείται στον υγραντήρα επί 30 min για ωρίμανση .Στην συνέχεια παίρνουμε μέρος της ομοιόμορφης πηκτής μάζας και την τοποθετούμε στο κύπελλο της συσκευής . Απλώνεται το υλικό με την βοήθεια της σπάτουλας καταβάλλοντας προσπάθεια να μην εγκλείσουμε φυσαλίδες μέσα στο δείγμα. Μετά την καταπέδωση το μεγαλύτερο βάθος του δείγματος πρέπει να είναι 1cm. Το επί πλέον έδαφος απομακρύνεται . Το εντός του κυπέλλου έδαφος διαιρείται με μία σταθερή διαδρομή του οργάνου χαράξεως κατά μήκους της διαμέτρου που διέρχεται από το μέσο του στηρίγματος του κυπέλλου έτσι ώστε να σχηματιστεί καθαρή χαραγή κατάλληλων διαστάσεων .

Με την περιστροφή του στροφάλου με ταχύτητα δύο στροφών ανά δευτερόλεπτο ανυψώνεται και πέφτει το κύπελλο με το παρασκεύασμα μέχρι οι δύο πλευρές του δείγματος ενωθούν στο πυθμένα της χαραγής και σε μήκος 12,7 χιλιοστά περίπου Αναγράφεται ο αριθμός των κτύπων που χρειάστηκαν για να κλείσει η χαραγή . Όταν περιστρέφεται ο στράφαλος η συσκευή πρέπει να κρατιέται με το άλλο χέρι.

Τμήμα εδάφους ίσο περίπου με το πλάτος της σπαθίδος εκτεινόμενο από άκρο σε άκρο του πλακούντος του εδάφους κάθετα προς την χαραγή τοποθετείται σε κατάλληλο γυάλινο υποδοχέα ζυγίζεται και ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους σε κλίβανο θερμοκρασίας 110 $^{0}$ C και ζυγίζεται πάλι . Καταγράφεται το ξηρό βάρος ως επίσης και το νερό που έχασε κατά την ξήρανση . Η πιο πάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται σε δύο επί πλέον τμήματα του δείγματος στα οποία έχει προστεθεί αρκετό νερό για να γίνει το δείγμα περισσότερο ρευστό .

Ο σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι η επίτευξη δειγμάτων τέτοιας συστάσεως ώστε να γίνεται τουλάχιστον ένας προσδιορισμός σε κάθε μία από τις ακόλουθες τρεις περιοχές κτύπων : 25-35 20-30 15-25

Η περιεκτικότητα σε νερό βρίσκεται σύμφωνα με την προδιαγραφή προσδιορισμού φυσικής υγρασίας . Στη συνέχεια επί λογαριθμικού διαγράμματος σχηματίζεται η καμπύλη ροής που παριστά την σχέση μεταξύ περιεχόμενης υγρασίας και αντίστοιχου αριθμού κτύπων με τα ποσοστά υγρασίας και αντίστοιχου αριθμού κτύπων με τα ποσοστά υγρασίας ως τεταγμένες στην γραμμική κλίμακα και των αριθμών κτύπων ως τεταγμένες στην λογαριθμική κλίμακα . Η καμπύλη ροής θα σχεδιάζεται ως ευθεία γραμμή όσον το δυνατόν πλησιέστερα προς τα τρία σημειωθέντα σημεία . Το ποσοστό υγρασίας που αντιστοιχεί στην καμπύλη ροής με την τεταγμένη των 25 κτύπων λαμβάνεται ως όριο υδαρότητας .

Εκτός της μηχανικής μεθόδου υπολογισμού του ορίου υδαρότητας υπάρχει υπάρχει και η εναλλακτική μηχανική μέθοδος. Στην μέθοδο αυτή το δείγμα και ο τρόπος εργασίας είναι ο ίδιος με την απλή μηχανική εκτός του ότι το υγρό δείγμα που παίρνουμε για ζύγιση πρέπει να λαμβάνεται μόνο από μία αποδεκτή δοκιμή . Δύο τουλάχιστον κλεισίματα χαραγής προτού ένα από αυτά γίνει αποδεκτό Για ακρίβεια ίση με αυτή που έχουμε ίση με αυτή που έχουμε με την μέθοδο των τριών σημείων ο αποδεκτό αριθμός κτύπων για κλείσιμο χαραγής πρέπει να περιορίζεται μεταξύ 20 και 30 κτύπων.

Για τον προσδιορισμό του ορίου υδαρότητας χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση:

$$W_L = W_N \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Το όριο υδαρότητας αναφέρεται σε ακέραιες μονάδες (στρογγυλεμένο στο πλησιέστερο ακέραιο αριθμό) . Για υλικά με δείκτη πλαστικότητα μικρότερο του 10 το όριο υδαρότητας εκφράζεται με ακρίβεια 0.1

## ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το όριο πλαστικότητας εδάφους αντιστοιχεί εξ' ορισμού στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας στο οποίο το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην ημιστερεή κατάσταση και μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο διαμέτρου 3 mm. χωρίς ο ραβδίσκος να θραύεται .

Ο αναγκαίος εξοπλισμός για τον υπολογισμό του ορίου πλαστικότητας είναι :

1. Κάψα από πορσελάνη διαμέτρου περίπου 120 mm.
2. Σπαθίδα ή μικρό μαχαίρι με λεπίδα με μήκους περίπου 80mm. και πλάτους 20mm.
3. Επιφάνεια για την κυλίνδρωση : Γυάλινη πλάκα σμυριδωμένη ή κομμάτι ομαλού και αστίλβωτου χαρτιού για κυλίνδρωση του δείγματος.
4. Υποδοχείς .Κατάλληλοι υποδοχείς ώστε να προσαρμόζονται ύαλοι ωρολογίου για την πρόληψη απώλειας υγρασίας κατά την διάρκεια της ζυγίσεως .
5. Κλίβανος θερμοκρασίας 110°C
6. Ζυγός ευαισθησίας 0,001g

Λαμβάνεται ποσότητα εδάφους περίπου 20g από μέρος του υλικού που έχει αναμιχθεί καλά του διερχόμενου από το κόσκινο Νο 40 (425 μικρά ). Τοποθετείται το έδαφος που έχει ξηραθεί στον αέρα μέσα σε κάψα από πορσελάνη και αναμιγνύεται καλά με απεσταγμένο νερό μέχρι που η μάζα καταστεί αρκετά πλαστική ώστε να μορφώνεται εύκολα σε βώλο . Ως δείγμα δοκιμής λαμβάνεται μέρος του βώλου 8g περίπου. Συμπιέζεται και μορφώνεται το δείγμα δοκιμής των 8 g σε μία μάζα ελλειψοειδούς σχήματος Η μάζα αυτή κυλινδρώνεται μεταξύ των δακτύλων και της σμυριδωμένης πλάκας ή του κομματιού χαρτιού που βρίσκεται πάνω σε ομαλή οριζοντια επιφάνεια με την ακριβώς απαιτούμενη πίεση ώστε να κυλινδρωθεί η μάζα σε ραβδίσκο ομοιόμορφου διαμέτρου σε όλο το μήκος του . Ο αριθμός κυλινδρώσεως πρέπει να είναι 80-90 κινήσεων ανά λεπτό υπολογιζόμενης της κινήσεως σαν μία πλήρη κίνηση του χεριού προς τα εμπρός και προς τα πίσω στη θέση εκκινήσεως .

Όταν η διάμετρος του ραβδίσκου καταστεί 3 mm ραβδίσκος θραύεται . Συμπιέζονται τα τεμάχια μαζί μεταξύ του αντίχειρα και των δακτύλων προς ομοιόμορφη μάζα χονδρικά ελλειψοειδούς σχήματος.και επαναλαμβάνεται η κυλίνδρωση. Η εναλλαγή συνεχίζεται με κυλίνδρωση σε ραβδίσκο διαμέτρου 3 mm. με συλλογή με αναζύμωση και επανακυλίνδρωση μέχρι που ο ραβδίσκος θρυμματισθεί με την απαιτούμενη για την κυλίνδρωση πίεση και το έδαφος δεν μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο .Ο θρυμματισμός μπορεί να επέλθει όταν ο ραβδίσκος έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 3mm. Αυτό πρέπει να θεωρηθεί ικα-

νοητοιητικό σημείο περαιώσεως μ τον όρο ότι το έδαφος κυλινδρώθηκε προηγουμένως σε ραβδίσκο 3mm. Συγκεντρώνονται μαζί τα μέρη του θραυσθέντος εδάφους και τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλο προζυγισμένο υποδοχέα .Ο υποδοχέας με το έδαφος ζυγίζεται και καταγράφεται το βάρος .Το έδαφος που είναι μέσα στον υποδοχέα ,ξηραίνεται σε κλίβανο μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία 110$^0$C και ζυγίζεται . Το βάρος αυτό καταγράφεται . Η απώλεια βάρους αναφέρεται στο βάρος ύδατος .Ο προσδιορισμός του ορίου υδαρότητας προκύπτει ως ο μέσος όρος τριών δοκιμών.

Το όριο πλαστικότητας υπολογίζεται ως το ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νερού καιά βάρος που περιέχεται στους ραβδίσκους των 3mm που ξηράθηκαν στιαν κλίβανο μέχρι σταθερού βάρους δηλαδή :

$$PL = \frac{W_W}{W_S} * 100$$

Ο δείκτης πλαστικότητας εδάφους υπολογίζεται σαν η διαφορά του ορίου υδαρότητας και του ορίου πλαστικότητας .ο υπολογισμός του δείκτη πλαστικότητας δεν υπολογίζεται στις εξής περιπτώσεις :

1. Όταν το όριο πλαστικότητας ή το όριο υδαρότητας δεν μπορούν να προσδιοριστούν .Τότε ο δείκτης πλαστικότητας αναφέρεται ως NP (μη πλαστικό )
2. Όταν το έδαφος είναι εξαιρετικά αμμώδες ή δοκιμή για το όριο πλαστικότητας πρέπει να εκτελείται πριν το όριο υδαρότητας . Αν το όριο πλαστικότητας δεν μπορεί να προσδιοριστεί τότε το όριο υδαρότητας και το όριο πλαστικότητας αναφέρονται ως NP (μη πλαστικό)
3. Όταν το όριο πλαστικότητας είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το όριο υδαρότητας αναφέρεται ο δείκτης πλαστικότητας ως NP (μη πλαστικό ).

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

## ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

## ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΚΑΙ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την διαδικασία για τον προσδιορισμό της κατανομής των διάφορων κόκκων σε λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα αδρανή με τη χρησιμοποίηση κόσκινων τετραγωνικών οπών . Επίσης η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη και για την χρησιμοποίηση κόσκινων κυκλικών οπών. Η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κοκκομετρική ανάλυση αδρανών υλικών που ανακτήθηκαν από ασφαλτικά μίγματα ή για κοκκομετρική ανάλυση ορυκτής ιταιπάλης.

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω.

1. Ζυγός . Ο ζυγός πρέπει να είναι ευαισθησίας 0,1% του βάρους του δείγματος που εξετάζεται .
2. Κόσκινα.Τα πλέγματα των κόσκινων τετραγωνικών οπών πρέπει να είναι προσαρμοσμένα σε στερεά πλαίσια κατασκευασμένα κατά τρόπο που να αποφεύγεται απώλεια υλικού κατά τα κοσκίνισμα .Πρέπει επίσης να εκλέγονται κόσκινα καταλλήλων διαστάσεων για την παροχή των πληροφοριών που απαιτούνται από τις προδιαγραφές που αναφέρονται στο υλικό που εξετάζεται . Τα κόσκινα με συρμάτινο πλέγμα πρέπει είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές κόσκινων για δοκιμές (AASHTO M-92 για τετραγωνικές οπές και AASHTO L-92 για κυκλικές οπές)
3. Κλίβανος .Ο κλίβανος πρέπει να διατηρεί σταθερή θερμοκρασία 110 °C

Τα δείγματα για κοκκομετρική ανάλυση πρέπει να παίρνονται από τα προς εξέταση υλικά με την χρησιμοποίηση υλικά με την χρησιμοποίηση συσκευή διαχωρισμού δειγμάτων ή με την μέθοδο του τετραμερισμού. Λεπτόκοκκο αδρανές υλικό που παίρνεται σαν δείγμα με τη μέθοδο του τετραμερισμού πρέπει να αναμιγνύεται καλά και να είναι ελαφρώς υγρό Το δείγμα που εξετάζεται πρέπει να έχει κατά προσέγγιση το επιθυμητό βάρος και να είναι το τελικό αποτέλεσμα εφαρμογής της μεθόδου δειγματοληψίας Η εκλογή δειγμάτων με το βάρος που να καθορίζεται με ακρίβεια από τα προηγούμενα πρέπει να αποφεύγεται.

Τα δείγματα λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού για κοκκομετρική ανάλυση πρέπει μετά την ξήρανση να έχουν κατά προσέγγιση τα βάρη που αναγράφονται πιο κάτω:

- Υλικό με και' ελάχιστο 90% διερχόμενο του κοσκινού No 8 → Ελάχιστο βάρος δείγματος 500 g
- Υλικό με και' ελάχιστο 90% διερχόμενο του κοσκινού No 4 → Ελάχιστο βάρος δείγματος 500 g

Τα δείγματα χονδρόκοκκων αδρανούς υλικού για κοκκομετρική ανάλυση πρέπει να έχουν βάρη μετά την ξήρανση όχι μικρότερα αυτών που φαίνονται στον πίνακα 2.8

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8:** *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΒΑΡΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ*

| ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚΚΟΥ (cm) | ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (g) |
|---|---|
| 0.965 | 1000 |
| 1.270 | 2500 |
| 1.930 | 5000 |
| 2.540 | 10000 |
| 3.810 | 15000 |
| 5.080 | 20000 |
| 6.350 | 25000 |
| 7.620 | 30000 |
| 8.89 | 35000 |

Στην περίπτωση μιγμάτων λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων αδρανών πρέπει το υλικό να διαχωρίζεται με το κόσκινο No 4 σε δύο μεγέθη και τα δείγματα λεπτοκόκκων και χονδρόκοκκων αδρανών υλικών πρέπει να προετοιμάζονται σύμφωνα με τα προαναφερόμενα.

Την περίπτωση λεπτόκοκκου αδρανούς υλικού το υλικό που είναι λεπτότερο του κόσκινου No 200 πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο προσδιορισμού της ποσότητας υλικού λεπτότερου του κοσκίνου No 200 σε αδρανή υλικά και η κοκκομετρική ανάλυση να εκτελείται στο υλικό που είναι χονδρότερο του κοσκίνου No 200 .

Τα δείγματα πρέπει καθ'αρχήν να εξετάζονται σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο προσδιορισμό υλικού λεπτότερου του κοσκίνου No 200 στα αδρανή με πλύση . Η διαδικασία αυτή μπορεί να παραληφθεί με την προϋπόθεση ότι δεν απαιτείται η συνολική ποσότητα του υλικού του λεπτότερου του κοσκίνου No 200 και ότι απαιτήσεις ακριβείας της κοκκομετρικής αναλύσεως δεν απαιτούν πλύση των κόκκων Όλα τα δείγματα πρέπει να ξηραίνονται ουσιαστικά μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία που να μην υπερβαίνει τους 110 °C .

Το δείγμα πρέπει να να διαχωρίζεται σε σειρά μεγεθών με την χρησιμοποίηση εκείνων των κόσκινων τα οποία είναι αναγκαία για να διαπιστωθεί κατά πόσο το υλικό που εξετάζεται είναι μέσα στις προδιαγραφές . Το κοσκίνισμα πρέπει να γίνεται με πλευρικές και κατακόρυφες κινήσεις του κοσκινού και να συνοδεύεται από τραντάγματα ώστε το δείγμα να είναι σε συνεχή κίνηση πάνω σε μία επιφάνεια του κοσκινού. Σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται τεμάχια του δείγματος να περιστρέφονται ή να πιέζονται στο κόσκινο με τα χέρια Το βάρος κάθε κλάσματος πρέπει να προσδιορίζεται με ζυγό σύμφωνα τις προδιαγραφές Αν ζητείται η συνολική ποσότητα του υλικού του λεπτότερου του κοσκινού No 200 αυτή πρέπει

να προσδιορίζεται και με την πρόσθεση του βάρους του υλικού που διέρχεται από το κόσκινο Ν 200 κατά το ξηρό κοσκίνισμα στο ποσοστό που διέρχεται με την πλύση όπως προσδιορίζεται με την υγρή μέθοδο.

Τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής αναλύσεως πρέπει να αναφέρονται ως εξής :

1. Με τα υλικά % ποσοστά που διέρχονται από κάθε κόσκινο .
2. Με τα υλικά % ποσοστά που συγκρατούνται σε κάθε κόσκινο.
3. Με τα % ποσοστά που συγκρατούνται μεταξύ των διαδοχικών κόσκινων ανάλογα με τον τύπο των προδιαγραφών για την χρησιμοποίηση του υλικού που εξετάζεται .

Τα ποσοστά πρέπει να αναφέρονται στρογγυλεμένα με τον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό με εξαίρεση το ποσοστό που διέρχεται από το κόσκινο Νο 200 το οποίο πρέπει να αναφέρεται με προσέγγιση 0,1%.Τα ποσοστά πρέπει να υπολογίζονται με βάση το υλικό βάρος του δείγματος συμπεριλαμβανόμενου και του υλικού του λεπτότερου από το κόσκινο Νο 200 .

## ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΛΕΠΤΟΤΕΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΣΚΙΝΟΥ Νο 200 ΣΕ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Η μέθοδος αυτή περιγράφει την διαδικασία προσδιορισμού της ολικής ποσότητας υλικού λεπτότερου του πρότυπου κοσκινού Νο 200 σε αδρανή υλικά.Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ολική ποσότητα του υλικού λεπτότερου του κόσκινου Νο 200 μπορεί να μην προσδιορισθεί με την διαδικασία αυτή. Τέτοιος προσδιορισμός μπορεί να εκτελεσθεί με τον συνδυασμό υγρού και ξηρού κοσκινίσματος

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω:

1. Κόσκινα Συνδυασμός δύο κόσκινων εκ των οποίων το κατώτερο είναι κόσκινο Νο 200 και το ανώτερο το κόσκινο Νο 16 ή παραπλήσιο και τα δύο πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της πρότυπης προδιαγραφής κόσκινων για δοκιμές .
2. Υποδοχέας .Υποδοχέας ικανού μεγέθους ώστε να χωράει το δείγμα βυθισμένο όλο στο νερό και να επιτρέπει δυνατή αναταράξη χωρίς απώλειες από απροσεξία.
3. Ζυγός .Ο ζυγός πρέπει να είναι ευαισθησίας μέχρι 0,1% του βάρους του δείγματος που εξετάζεται.
4. Κλίβανος . Ο κλίβανος πρέπει να διατηρεί σταθερή θερμοκρασία 110 °C

Το δείγμα της δοκιμής πρέπει να προέρχεται από υλικό που αναμίχθηκε καλά και το οποίο περιέχει αρκετή υγρασία ώστε να αποφεύγεται ο διαχωρισμός . Πρέπει να λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα αρκετά για να δώσει ξηρό βάρος υλικού όχι λιγότερο από εκείνου που απαιτείται για την δοκιμή όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2.9

| ΠΙΝΑΚΑΣ 2.9 : *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΒΑΡΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ* | |
|---|---|
| **ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΙΣΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ** | **ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Kg)** |
| 4.75 mm. | 0.5 |
| 9.50 mm. | 1.0 |
| 19.00 mm. | 2.5 |
| 37.50 mm. | 5.0 |

Το δείγμα για τη δοκιμή ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 110°C ζυγίζεται με προσέγγιση 0,1% .Το δείγμα μετά την ξήρανση και τη ζύγιση τοποθετείται μέσα στον υποδοχέα και καλύπτεται με αρκετό νερό ώστε να εξασφαλίζεται ο πλήρης διαχωρισμός του υλικού του λεπτότερου του κοσκινού No 200 από τα χονδρότερα τεμάχια . Το περιεχόμενο του υποδοχέα ανατα-ράσσεται ισχυρά και το νερό πλύσεως χύνεται αμέσως μέσα στα συνδυασμένα δύο κόσκινα διευθετημένα με το χονδρότερο κόσκινο επάνω. Η χρησιμοποίηση κουτάλας για την ανατάραξη του υλικού μέσα στο νερό πλύσεως αποδείχθηκε ικανοποιητική

Η ανατάραξη πρέπει να είναι αρκετά ισχυρή ώστε να επιτυγχάνεται ο πλήρης διαχωρισμός των κόκκων που διέρχονται από το κόσκινο No 200 από τους χονδρότερους και να προκαλεί αιώρηση του λεπτού υλικού για να απομακρύνεται με στράγγιση του νερού πλύσεως να γίνει διαυγές Όλο το υλικό που συγκρατήθηκε στα κόσκινα επαναφέρεται στο δείγμα που πλύθηκε . Το πλυμένο αδρανές υλικό ξηραίνεται μέχρι σταθερού βάρους σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 100°C και ζυγίζεται με προσέγγιση 0,1%.

Τα υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

$$A = \frac{B \cdot \Gamma}{B} * 100$$

Όπου :

A: Το ποσοστό υλικού λεπτότερου του κοσκινού No 200

B: Αρχικό ξηρό βάρος

Γ:Ξηρό βάρος με πλύση

Όταν είναι επιθυμητή η εκτέλεση προσδιορισμού επαληθεύσεως το νερό πλύσεως είτε εξαιμίζεται μέχρι ξηρού είτε διηθείται σε προζυγισμένο διηθητικό χαρτί το οποίο στη συνέχεια ξηραίνεται το υπόλειμμα ζυγίζεται και το % ποσοστό υπολογίζεται από την σχέση:

$$\alpha = \frac{\Gamma}{B}$$

# ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ

Η μέθοδος αυτή περιγράφει τον τρόπο εργασίας για τον ποσοτικό προσδιορισμό της κατά μέγεθος κατανομής των κόκκων στα λεπτόκοκκο εδάφη.

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός πρέπει να αποτελείται από τα παρακάτω:

1. Ζυγός ακριβείας 0,1g
2. Συσκευή αναδεύσεως . Μηχανική συσκευή αναδεύσεως που αποτελείται από ένα ηλεκτρικό κινητήρα κατάλληλα προσαρμοσμένο ώστε να περιστρέφει κατακόρυφο άξονα με ταχύτητα όχι μικρότερη από 10000 στροφές το λεπτό χωρίς φορτίο από ένα πτερύγιο αναδεύσεως από μέταλλο ή σκληρό ελαστικό που να μπορεί να αντικατασταθεί και από ένα κύπελλο διασποράς.
3. Υδρόμετρο (πυκνόμετρο). Υπάρχουν δύο τύποι υδρομέτρων . Αυτά που φέρουν την κλίμακα Α και αυτά που φέρουν κλίμακα Β . Η κλίμακα Α έχει υποδιαιρέσεις από 0 έως 60 g/l . Τα υγρόμετρα που φέρουν την κλίμακα αυτή χαρακτηρίζονται τύπου 152 H .Η βαθμονόμηση γίνεται με βάση την παραδοχή ότι το απεσταγμένο νερό έχει ειδικό βάρος 1,000 στους 20° C και ότι το ειδικό βάρος του εδάφους που βρίσκεται σε διασπορά είναι 2,65 . Η κλίμακα Β έχει υποδιαιρέσεις από ειδικό βάρος από 0,995 μέχρι 1,038 και η βαθμολόγηση γίνεται έτσι ώστε να δείχνει 1,000 μέσα σε απεσταγμένο νερό 20° C . Υδρόμετρα Που φέρουν την κλίμακα αυτή είναι χαρακτηρίζονται τύπου 151 H .
4. Γυάλινοι ογκομετρικοί κύλινδροι των 1000ml ύψους 45,72 cm και διαμέτρου 6,35cm.
5. Θερμόμετρο ακριβείας 0,5 ° C .
6. Κόσκινο Νο 10 τετραγωνικών οπών με συρμάτινο πλέγμα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πρότυπων προδιαγραφών για κόσκινα δοκιμών.
7. Υδατόλουτρο ή χώρος σταθερής θερμοκρασίας για την διατήρηση σε σταθερή σε σταθερή θερμοκρασία του εδαφικού σωρήματος κατά την διάρκεια της εκτελέσεως της δοκιμής. Ικανοποιητικό υδατόλουτρο αποτελεί μία μικρή δεξαμενή νερού καλά μονωμένη που να διατηρεί το σώρημα σε κατάλληλη σταθερή θερμοκρασία όσο το δυνατόν πιο κοντά στους 20°C
8. Γυάλινο ποτήρι χωρητικότητας 250ml.

Το δείγμα που χρησιμοποιείται για την δοκιμή αυτή περιλαμβάνει : όλο το υλικό που συγκρατείται στο κόσκινο Νο 10 και αντιπροσωπευτική ποσότητα περίπου 100g από το κλάσμα του υλικού που διέρχεται από το κόσκινο Νο 10 . Εάν το κλάσμα αυτό είναι πολύ αμμώδες τότε προστίθεται μεγαλύτερη ποσότητα από το διερχόμενο του κόσκινου Νο 10 Τα δείγματα αυτά λαμβάνονται σύμφωνα με την μέθοδο κόκκομετρικής αναλύσεως εδαφών με κόσκινα . Για τον προσδιορισμό της φυσικής υγρασίας χρησιμοποιείται ποσότητα περίπου 50gr από το κλάσμα του υλικού που διέρχεται από το κόσκινο Νο 10 λαμβάνονται με σωληνωτό δείγματολήπτη περίπου 50g για τα περισσότερα εδάφη ή 100g για τα αμμώδη εδάφη ζυγίζονται τοποθετούνται μέσα σε ποτήρια των 250ml καλύπτονται με 125 ml από το έτοιμο διάλυμα του παράγοντα διασποράς που έχει επιλεγεί αναδεύονται καλά με γυάλινη ράβδο και αφήνονται να διαβρέχουν επί 12 τουλάχιστον ώρες.

Ως παράγοντες διασποράς μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε από τους τέσσερις που δίνονται στον πίνακα 2.10 .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.10:** *ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ*

| ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ | ΑΝΑΓΚΑΙΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑ | ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ |
|---|---|---|
| Εξεμεταφωσφορικο Νάτριο με Ανθρακικό Νάτριο ως ρυθμιστικό (1) | 45,7 | $NaPO_3$ ή $(NaPO_3)$ |
| Πολυφωσφορικό Νάτριο | 21,6 | $Na_{12}P_{10}O_{31}$ |
| Τριφωσφορικό Νάτριο | 18,8 | $Na_5P_3O_{10}$ |
| Τετραφωσφορικό Νάτριο (2) | 35,1 | $Na_6P_4O_{13}$ |

(1) Εμπορική ονομασία " Calgon"

(2) Εμπορική ονομασία " Quadrofos"

Το έτοιμο διάλυμα παρασκευάζεται με διάλυση της καθορισμένης ποσότητας άλατος όπως δίνεται στον πίνακα 2.10 σε απεσταγμένο νερό ώστε να παρασκευασθεί ένα λίτρο διαλύματος .Μετά την διαβροχή το περιεχόμενο του ποτηριού μεταφέρεται με επίπλυση μέσα σε ένα κύπελλο διασποράς προστίθεται απεσταγμένο νερό μέχρι ότου πληρωθεί το κύπελλο περισσότερο από το μισό και το περιεχόμενο αναδεύεται με την μηχανική συσκευή αναδεύσεως επί 1 min ώστε να επιτευχθεί διασπορά στη συνέχεια το μίγμα μεταφέρεται στο γυάλινο ογκομετρικό κύλινδρο όπου προστίθεται απεσταγμένο νερό της ιδίας θερμοκρασίας με αυτή του υδατόλουτρου μέχρι τελικού όγκου 1000ml. Τότε ο ογκομετρικός κύλινδρος τοποθετείται μέσα στο υδατόλουτρο σταθερής θερμοκρασίας .Όταν το εδαφικό αιώρημα αποκτήσει την θερμοκρασία του υδατόλουτρου εξάγεται ο κύλινδρος και το περιεχόμενο του αναταράσσεται επί 1 min .Σαν πώμα του στόμιου του ογκομετρικού κυλίνδρου χρησιμοποιείται η παλάμη . Σημειώνεται ο χρόνος περατώσεως της αναταράξεως τοποθετείται ο ογκομετρικός κύλινδρος μέσα στο υδατόλουτρο και διαβάζονται οι ενδείξεις του υδατόλουτρου στο τέλος των 2min. Η ένδειξη του υδρομέτρου πρέπει να διαβάζεται στην κορυφή του μηνίσκου του αιωρήματος γύρω από το στέλεχος του υδρομέτρου . Εάν χρησιμοποιείται υδρόμετρο με την κλίμακα Α η ανάγνωση πρέπει να γίνεται με προσέγγιση 0.5 g/l .Η κλίμακα Β πρέπει να διαβάζεται με προσέγγιση 0,0005 του ειδικού βάρους . Οι μετέπειτα ενδείξεις λαμβάνονται κατά χρονικά διαστήματα 5,15, 30,60,250,1440 min από την έναρξη της καταβύθισεως . Αμέσως μετά από κάθε ανά-

γνωση του υδρομέτρου μετράται και σημειώνεται η θερμοκρασία του εδαφικού αιωρήματος με την χρήση του θερμομέτρου.

Μετά το τέλος κάθε αναγνώσεως το υδρόμετρο απομακρύνεται προσεκτικά από το εδαφικό αιώρημα και τοποθετείται με περιστροφική κίνηση μέσα σε ογκομετρικό κύλινδρο γεμάτο καθαρό νερό .Περίπου 25 ή 30 sec πριν την επόμενη ανάγνωση το υδρόμετρο από το καθαρό νερό βυθίζεται αργά μέσα στο εδαφικό αιώρημα έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η ακινητοποίηση του πριν από τον καθορισμένο χρόνο αναγνώσεως .

Ο προσδιορισμός υγροσκοπικής υγρασίας του κλάσματος :

$$c = \frac{W - W_1}{W_1} * 100$$

Όπου :

W . Βάρος του εδάφους που έχει ξηραθεί στον αέρα

$W_1$: Βάρος του εδάφους που έχει ξηραθεί στον κλίβανο

Η διόρθωση του βάρους του ξηραθέντος στον αέρα εδάφους για υγροσκοπική υγρασία γίνεται πολλαπλασιάζοντας το δεδομένο βάρος με την τιμή:

$$\beta = \frac{100}{100 - c}$$

Το ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού υπολογίζεται από τα βάρη των κλασμάτων όπως προέκυψαν κατά το κοσκίνισμα του υλικού του συγκρατούμενου στο κόσκινο Νο 10 και από τα συνολικά βάρη που προέκυψαν κατά την διάρκεια της προετοιμασίας του δείγματος σύμφωνα με την μέθοδο κοκκομετρικής αναλύσεως.

Το ποσοστό του χονδρόκοκκου υλικού που συγκρατείται στο κόσκινο Νο 10 υπολογίζεται ως εξής:

Από το ολικό βάρος του δείγματος που έχει ξηραθεί στον αέρα αφαιρούμενου του κλάσματος του υλικού που συγκρατείται στο κόσκινο Νο10 που έχει ξηραθεί στον κλίβανο . Η διαφορά αυτή θεωρείται ότι είναι ίση προς το βάρος του κλάσματος που έχει ξηραθεί στον αέρα και που διέρχεται από το κόσκινο Νο 10.Σύμφωνα με την παραδοχή αυτή οι κόκκοι του συγκρατούμενου στο κόσκινο Νο 10 κλάσματος που έχουν ξηραθεί στον αέρα δεν περιέχουν υγρασία . Στην πραγματικότητα είναι δυνατόν να υπάρχει στο κλάσμα αυτό ένα μικρό ποσοστό υγρασίας . Η ποσότητα όμως της υγρασίας αυτής είναι σχετικά μικρή αν συγκριθεί με αυτή που συγκρατείται στους πόρους του κλάσματος που διέρχεται από το κόσκινο Νο 10 .Έτσι το λάθος από την παραδοχή αυτή μπορεί να θεωρείται αμελητέο.

Το βάρος του διερχόμενου από το κόσκινο Νο 10 κλάσματος διορθώνεται για υγροσκοπική υγρασία . Στην τιμή αυτή προστίθεται το βάρος του κλάσματος που έχει ξηραθεί στον κλίβανο Νο

10 για να ληφθεί το συνολικό βάρος του εξεταζομένου δείγματος διορθωμένο ως προς την υγροσκοπική υγρασία .Τα συγκρατούμενα στο κόσκινο Νο 10 και στα μεγαλύτερα κόσκινα θα πρέπει να εκφράζονται σαν ποσοστά του διορθωμένου αυτού βάρους.Οι ενδείξεις του υδρομέτρου που διαβάζονται σε θερμοκρασία διάφορη των 20 °C διορθώνονται με την κατάλληλη διόρθωση των 20 °C διορθώνονται με την κατάλληλη σύνθετη διόρθωση από τους πίνακες 2.12 και 2.13.

Το ποσοστό του εδάφους που βρίσκεται σε μορφή αιωρήματος και παρέχεται από τις διάφορες αναγνώσεις του υδρομέτρου εξαρτάται από την ποσότητα και από το ειδικό βάρος του εδάφους που βρίσκεται σε διασπορά .Το ποσοστό του εδάφους που παραμένει ως αιώρημα υπολογίζεται από τους τύπους :

Για υδρόμετρο 15 2 H

$$P = \frac{R_a}{W} * 100$$

Για υδρόμετρο 151 H

$$P = \frac{1606 * (R - 1) * a}{W} * 100$$

Όπου :

P: Ποσοστό του αρχικού δείγματος εδάφους που αναμίχθηκε και παραμένει ως αιώρημα .

R. Διορθωμένη τιμή του υδρομέτρου.

W: Βάρος σε (g) του αρχικού δείγματος του εδάφους ελαττωμένο κατά την υγροσκοπική υγρασία

α: Σταθερά που εξαρτάται από την πυκνότητα του αιωρήματος

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.11:** *ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ α*

| ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ | a |
|---|---|
| 2,95 | 0,94 |
| 2,90 | 0,95 |
| 2,85 | 0,96 |
| 2,80 | 0,97 |
| 2,75 | 0,98 |
| 2,70 | 0,99 |
| 2,65 | 1.00 |
| 2,60 | 1.01 |
| 2,55 | 1.02 |
| 2,50 | 1.03 |
| 2,45 | 1.05 |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.12 : *ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (151 Η)***

| ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ | ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΔΕΙΞΕΩΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΜΕΤΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $NaPO_3$ | $Na_{12}P_{10}O_{31}$ | $Na_5P_3O_{10}$ | $Na_6P_4O_{13}$ |
| 19 | -0,00456 | -0,00214 | -0,00214 | -0,00342 |
| 19,5 | -0,00443 | -0,00204 | -0,00204 | -0,00330 |
| 20 | -0,00430 | -0,00193 | -0,00193 | -0,00318 |
| 20,5 | -0,00416 | -0,00183 | -0,00183 | -0,00308 |
| 21 | -0,00404 | -0,00173 | -0,00173 | -0,00298 |
| 21,5 | -0,00392 | -0,00162 | -0,00162 | -0,00288 |
| 22 | -0,00399 | -0,00151 | -0,00151 | -0,00278 |
| 22,5 | -0,00367 | -0,00141 | -0,00141 | -0,00265 |
| 23 | -0,00354 | -0,00131 | -0,00131 | -0,00254 |
| 23,5 | -0,00342 | -0,00120 | -0,00120 | -0,00243 |
| 24 | -0,00329 | -0,00110 | -0,00110 | -0,00232 |
| 24,5 | -0,00316 | -0,00100 | 0,00100 | -0,00222 |
| 25 | -0,00304 | -0,00089 | -0,00089 | -0,00211 |
| 25,5 | -0,00292 | -0,00079 | -0,00079 | -0,00200 |
| 26 | -0,00280 | -0,00068 | -0,00068 | -0,00190 |
| 26,5 | -0,00267 | -0,00058 | -0,00058 | -0,00179 |
| 27 | -0,00255 | -0,00067 | -0,00067 | -0,00168 |
| 27,5 | -0,00244 | -0,00037 | -0,00037 | -0,00158 |
| 28 | -0,00232 | -0,00027 | -0,00027 | -0,00148 |
| 28,5 | -0,00220 | -0,00017 | -0,00017 | -0,00137 |
| 29 | -0,00207 | -0,00006 | -0,00006 | -0,00125 |
| 29,5 | -0,00195 | 0,00004 | 0,00004 | -0,00115 |
| 30 | -0,00184 | 0,00014 | 0,00014 | -0,00106 |
| 30,5 | -0,00171 | 0,00025 | 0,00025 | -0,00094 |
| 31 | -0,00158 | 0,00035 | 0,00035 | -0,00083 |
| 31,5 | -0,00146 | 0,00046 | 0,00046 | 0,00073 |
| 32 | -0,00134 | 0,00057 | 0,00057 | -0,00062 |
| 32,5 | -0,00122 | 0,00068 | 0,00068 | 0,00051 |
| 33 | -0,00110 | 0,00078 | 0,00079 | -0,00040 |
| 33,5 | -0,00097 | 0,00088 | 0,00089 | -0,00030 |
| 34 | -0,00085 | 0,00099 | 0,00099 | -0,00019 |
| 34,5 | -0,00073 | 0,00110 | 0,00110 | -0,00009 |
| 35 | -0,00061 | 0,00121 | 0,00121 | -0,00002 |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.13 :** *ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (152 Η)*

| ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ | ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΔΕΙΞΕΩΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΜΕΤΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $NaPO_3$ | $Na_{12}P_{10}O_{31}$ | $Na_5P_3O_{10}$ | $Na_6P_4O_{13}$ |
| 19 | -7,4 | -3,5 | -3,5 | -6,5 |
| 19,5 | -7,2 | -3,3 | -3,3 | -5,3 |
| 20 | -6,9 | -3,1 | -3,1 | -5,1 |
| 20,5 | -6,7 | -2,9 | -2,9 | -4,9 |
| 21 | -6,5 | -2,7 | -2,7 | -4,7 |
| 21,5 | -6,3 | -2,6 | -2,6 | -4,6 |
| 22 | -6,1 | -2,4 | -2,4 | -4,4 |
| 23 | -5,8 | -2,2 | -2,2 | -4,2 |
| 23,5 | -5,6 | -2,0 | -2,0 | -4,0 |
| 24 | -5,4 | -1,8 | -1,8 | -3,8 |
| 24,5 | -5,2 | -1,6 | -1,6 | -3,6 |
| 25 | -4,9 | -1,4 | -1,4 | -3,4 |
| 25,5 | -4,7 | -1,2 | -1,2 | -3,2 |
| 26 | -4,5 | -1,1 | -1,1 | -3,0 |
| 26,5 | -4,3 | -0,9 | -0,9 | -2,8 |
| 27 | -4,7 | -0,7 | -0,7 | -2,6 |
| 28 | -3,8 | -0,5 | -0,5 | -2,4 |
| 28,5 | -3,6 | -0,3 | -0,3 | -2,2 |
| 29 | -3,6 | -0,1 | -0,1 | -2,1 |
| 29,5 | -3,4 | 0,1 | 0,1 | -1,9 |
| 30 | -3,2 | 0,2 | 0,2 | -1,7 |
| 30,5 | -3,0 | 0,4 | 0,4 | -1,6 |
| 31 | -2,7 | 0,6 | 0,6 | -1,3 |
| 31,5 | -2,5 | 0,8 | 0,8 | -1,1 |
| 32 | -2,3 | 1,0 | 1,0 | -0,9 |
| 33 | -2,1 | 1,2 | 1,2 | -0,7 |
| 33,5 | -1,9 | 1,4 | 1,4 | -0,5 |
| 34 | -1,7 | 1,6 | 1,6 | -0,4 |
| 34,5 | -1,4 | ,1 8 | ,1,8 | -0,2 |
| 35 | -1,2 | 2,0 | 2,0 | -0 |

Για τις τρέχουσες μετρήσεις έχουμε ικανοποιητική ακρίβεια διαλέγοντας τη σταθερά α για το ειδικό βάρος το πλησιέστερο προς το ειδικό βάρος του προς εξέταση δείγματος.Για την μετατροπή των ποσοστών του «εν ακαρήσει» εδάφους σε ποσοστό του ολικού προς εξέταση δείγματος που περιλαμβάνει και

το συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 10 κλάσμα το ποσοστό του αρχικού δείγματος που παραμένει σε μορφή αιωρήματος πολλαπλασιάζεται επί την έκφραση :

$$\delta = \frac{100 - \text{ποσοστό συγκρατούμενο επί του κοσκίνου No 10}}{100}$$

Η μέγιστη διάμετρος d των κόκκων που βρίσκονται σε αιώρημα που αντιστοιχεί σε κάποιο ποσοστό παρεχόμενο από αναγνώσεις του υδρομέτρου υπολογίζεται με την εφαρμογή του νόμου του Stokes. Σύμφωνα προς το νόμο του Stokes έχουμε:

$$d = \sqrt{\frac{30 * n * L}{980 * (G - G_1) * T}}$$

Όπου:

d: Η μέγιστη διάμετρος σε mm,

n: Συντελεστής ιξώδους σε poises του μέσου διασποράς (στην περίπτωση αυτή το νερό ) . Μεταβλητός ανάλογα με την θερμοκρασία του αιωρήματος

L: Απόσταση σε cm.που διατρέχουν κατά την καθίζηση του οι κόκκοι του εδάφους σε μία ορισμένη χρονική περίοδο

T: Χρόνος σε min περιόδου καθιζήσεως

G: Ειδικό βάρος των κόκκων του εδάφους

$G_1$ : Ειδικό βάρος του μέσου διασποράς (για το νερό κατά προσέγγιση = 1.0

Οι μέγιστες διάμετροι κόκκων στο αιώρημα κάτω από δεδομένες συνθήκες που αντιστοιχούν σε καθορισμένες περιόδους καθιζήσεων δίνονται στον πίνακα 2.14.Οι διάμετροι αυτές διορθώνονται για τις συνθήκες της δοκιμής με τη χρησιμοποίηση των κατάλληλων συντελεστών διορθώσεως όπως εξηγείται πιο κάτω.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.14 :** ***ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΚΚΩΝ ΣΕ ΑΙΩΡΗΜΑ ΥΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ***

| ΧΡΟΝΟΣ (MIN) | ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ |
|---|---|
| 2 | 0,041 |
| 5 | 0,026 |
| 15 | 0,015 |
| 30 | 0,011 |
| 60 | 0,0074 |
| 250 | 0,0037 |
| 1440 | 0,0015 |

Οι διάμετροι των κόκκων που δίνονται στον πίνακα 2.14 υπολογίσθηκαν σύμφωνα με τις εξής παραδοχές :

1. L είναι η απόσταση που διατρέχουν οι κόκκοι είναι σταθερή και ίση προς 17,5 cm.
2. η είναι ο συντελεστής ιξώδους είναι ίσος προς τον του νερού στους 20°C δηλαδή 0,01005 Poisses
3. G είναι το ειδικό βάρος του εδάφους ίσο με 2,65

Οι διάμετροι των κόκκων διορθώνονται για συνθήκες διάφορες των παραδοχών σύμφωνα με τον τύπο:

$$d = d' * K_L * K_\Phi * K_n$$

Όπου :

d : Διορθωμένη διάμετρος σε mm.

d' : Διάμετρος κόκκων λαμβανομένη από τον πίνακα 2.14

$K_L$ : Συντελεστής διορθώσεως λαμβανόμενος από τους πίνακες 2.15 και 2.16 ανάλογα το είδος του υδρομέτρου.

$K_\Phi$ : Συντελεστής διορθώσεως όπως λαμβάνεται από τον πίνακα 2.17

$K_n$ : Συντελεστής διορθώσεως όπως λαμβάνεται από τον πίνακα 2.18

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.15:ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ $K_L$ ΓΙΑ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 151 H**

| ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ | ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ | ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ | ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1065 | 0,408 | 1048 | 0,562 | 1031 | 0,718 | 1014 | 0,868 |
| 1064 | 0,415 | 1047 | 0,572 | 1030 | 0,728 | 1013 | 0,878 |
| 1063 | 0,424 | 1046 | 0,581 | 1029 | 0,737 | 1012 | 0,888 |
| 1062 | 0,433 | 1045 | 0,590 | 1028 | 0,743 | 1011 | 0,896 |
| 1061 | 0,442 | 1044 | 0,600 | 1027 | 0,752 | 1010 | 0,907 |
| 1060 | 0,450 | 1043 | 0,608 | 1026 | 0,760 | 1009 | 0,918 |
| 1059 | 0,459 | 1042 | 0,619 | 1025 | 0,770 | 1008 | 0,927 |
| 1058 | 0,467 | 1041 | 0,628 | 1024 | 0,778 | 1007 | 0,938 |
| 1057 | 0,478 | 1040 | 0,637 | 1023 | 0,788 | 1006 | 0,946 |
| 1056 | 0,489 | 1039 | 0,643 | 1022 | 0,796 | 1005 | 0,955 |
| 1055 | 0,500 | 1038 | 0,652 | 1021 | 0,805 | 1004 | 0,962 |
| 1054 | 0,510 | 1037 | 0,662 | 1020 | 0,817 | 1003 | 0,971 |
| 1053 | 0,518 | 1036 | 0,672 | 1019 | 0,825 | 1002 | 0,980 |
| 1052 | 0,526 | 1035 | 0,680 | 1018 | 0,833 | 1001 | 0,990 |
| 1051 | 0,535 | 1034 | 0,690 | 1017 | 0,841 | 1000 | 1,000 |
| 1050 | 0,544 | 1033 | 0,699 | 1016 | 0,850 | | |
| 1049 | 0,552 | 1032 | 0,708 | 1015 | 0,860 | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.16:** *ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ $K_L$ ΓΙΑ ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΟ 152 Η*

| ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ | ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ | ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ | ΠΥΚ/ΤΑ | $K_L$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 29 | 841 | 56 | 674 | 84 | 508 |
| 2 | | 30 | 835 | 57 | 669 | 85 | 500 |
| 3 | | 31 | 830 | 58 | 662 | 86 | 492 |
| 4 | 996 | 32 | 825 | 59 | 655 | 87 | 455 |
| 5 | 990 | 33 | 819 | 60 | 650 | 88 | 479 |
| 6 | 985 | 34 | 814 | 61 | 643 | 89 | 472 |
| 7 | 979 | 35 | 805 | 62 | 636 | 90 | |
| 8 | 971 | 36 | 800 | 63 | 639 | 91 | 465 |
| 9 | 987 | 37 | 794 | 64 | 625 | 92 | 459 |
| 10 | 962 | 38 | 789 | 65 | 621 | 93 | 453 |
| 11 | 955 | 39 | 773 | 66 | 614 | 94 | 448 |
| 12 | 950 | 40 | 778 | 67 | 608 | 95 | 442 |
| 13 | 944 | 41 | 770 | 68 | 601 | 96 | 437 |
| 14 | 938 | 42 | 764 | 69 | 596 | 97 | 429 |
| 15 | 931 | 43 | 758 | 70 | 590 | 98 | 424 |
| 16 | 924 | 44 | 752 | 71 | 584 | 99 | 418 |
| 17 | 918 | 45 | 746 | 72 | 579 | 100 | 413 |
| 18 | 911 | 46 | 743 | 73 | 572 | 101 | 406 |
| 19 | 904 | 47 | 737 | 74 | 656 | 102 | 403 |
| 20 | 897 | 48 | 731 | 75 | 560 | 103 | 398 |
| 21 | 890 | 49 | 725 | 76 | 552 | 104 | 394 |
| 22 | 884 | 50 | 718 | 77 | 547 | 105 | 390 |
| 23 | 878 | 51 | 712 | 78 | 542 | | |
| 24 | 872 | 52 | 705 | 79 | 535 | | |
| 25 | 867 | 53 | 692 | 80 | 529 | | |
| 26 | 860 | 54 | 683 | 81 | 523 | | |
| 27 | 855 | 55 | 686 | 82 | 518 | | |
| 28 | 849 | 56 | 680 | 83 | 513 | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.17 :** *ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ* $K_G$ & $K_n$

| ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ | $K_G$ | $C^{\circ}$ | $K_n$ |
|---|---|---|---|
| 2,60 | 1,016 | 15,0 | 1,053 |
| 2,61 | 1,013 | 15,5 | 1,046 |
| 2,62 | 1,010 | 16,0 | 1,043 |
| 26,3 | 1,007 | 16,5 | 1,034 |
| 2,64 | 1,003 | 17,0 | 1,028 |
| 2,65 | 1,000 | 17,5 | 1,020 |
| 2,66 | 0998 | 18,0 | 1,014 |
| 2,67 | 0,995 | 18,5 | 1,008 |
| 2,68 | 0,990 | 19,0 | 1,000 |
| 2,69 | 0,987 | 19,5 | 0,995 |
| 2,70 | 0,985 | 20,0 | 0,988 |
| 2,71 | 0,983 | 20,5 | 0,984 |
| 2,72 | 0,980 | 21,0 | 0,980 |
| 2,73 | 0,978 | 21,5 | 0,975 |
| 2,74 | 0,975 | 22,0 | 0,987 |
| 2,75 | 0,972 | 22,5 | 0,962 |
| | | 23,0 | 0,956 |
| | | 23,5 | 0,950 |
| | | 24,0 | 0,946 |
| | | 24,5 | 0,940 |
| | | 25,0 | 0,935 |
| | | 25,5 | 0,930 |
| | | 26,0 | 0,925 |
| | | 26,5 | 0,920 |

Κατά την κοκκομετρική ανάλυση του υλικού που πλύθηκε στο κόσκινο Νο 200 τα ποσοστά % του δείγματος που συγκρατούνται πάνω σε κάθε κόσκινο υπολογίζονται δια διαιρέσεως του βάρους αυτών με το βάρος του εδάφους που υποβλήθηκε σε διασπορά και έχει ξηραθεί σε κλίβανο και πολλαπλασιασμού επί 100. Το ποσοστό επί του συνολικού δείγματος δοκιμής που περιλαμβάνει και το συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 10 κλάσμα υπολογίζεται δια πολλαπλασιασμού των πιο πάνω τιμών επί την έκφραση:

$$\delta = \frac{100 - \text{το ποσοστό \% το συγκρατούμενο στο κόσκινο No 10}}{100}$$

Η κοκκομετρική καμπύλη δίνεται σε ημιλογαριθμικό κοκκομετρικό διάγραμμα στο οποίο πρέπει να φαίνονται οι θέσεις μετρήσεως με ευκρινεί σημεία .

Το κοκκομετρικό διάγραμμα θα πρέπει να καλύπτει την περιοχή από το κόσκινο Νο 10 μέχρι την διάμετρο 1μ.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

## Κατάταξη εδαφών

### Γενικά

Αφ' ότου η τεχνική των κατασκευών άρχισε να ενδιαφέρεται για τις φυσικές ιδιότητες των εδαφών κατεβλήθησαν προσπάθειες δια των συσχετισμό των αποτελεσμάτων των απλών δοκιμών κατατάξεως με τις εδαφικές σταθερές των οποίων η γνώση είναι αναγκαία για την αντιμετώπιση εμφανιζομένων προβλημάτων στη πράξη. Οι περισσότερες από τις ιδιότητες αυτές αναφέρονται στην κοκκομετρική ανάλυση των εδαφών . Έτσι μπορούμε να αναφέρουμε ότι στα λεπτόκοκκα εδάφη είναι δυνατόν να συσχετισθούν με την πλαστικότητα των υλικών. Συνεπώς η κατάταξη των εδαφών γίνεται με κριτήριο τα όρια Attemberg και όχι του μεγέθους των κόκκων . Τα ανάμικτα εδάφη περιλαμβάνουν τόσο χονδρόκοκκα όσο και λεπτόκοκκα συστατικά. Ως εκ τούτου η κατάταξη των εδαφικών υλικών πρέπει να στηρίζεται όχι μόνο επί των κοκκομετρικών χαρακτηριστικών των χονδρόκοκκων συστατικών αλλά και επί της πλαστικότητας των λεπτόκοκκων και λίαν λεπτόκοκκων συστατικών.

### Κατάταξη με βάση το μέγεθος

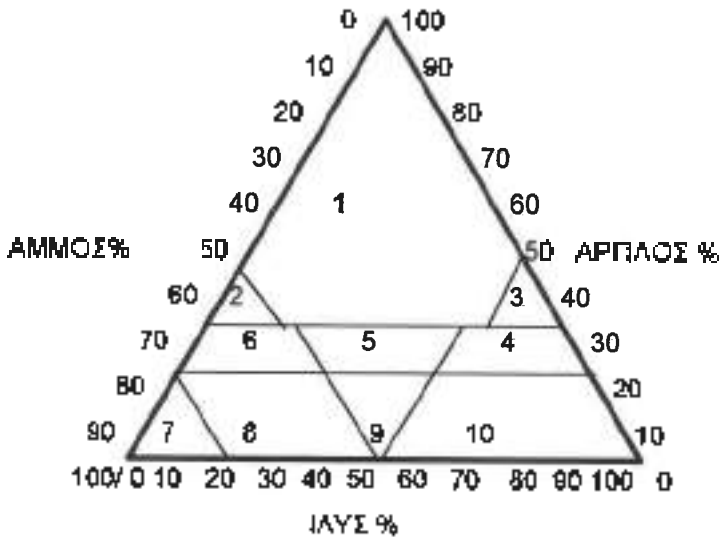
Παρά τα μειονεκτήματα της η κατάταξη των εδαφών με βάση το μέγεθος των κόκκων εφαρμόζεται ευρέως και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις συντάξεως τεχνικών εκθέσεων περί των εδαφικών συνθηκών. Στην κατάταξη αυτή οι γενικές ονομασίες των εδαφών ( ιλύς , άργιλος , κ.λ.π.) αποδίδονται σε ομάδες κόκκων οι οποίες βρίσκονται εντός συγκεκριμένων ορίων μεγέθους Οι πρότυπες κατατάξεις με βάση το μέγεθος παρουσιάζονται στο πίνακα 2.20 . Από πλευράς εδαφομηχανικής η κατάταξη του MIT είναι προτιμότερη

Πάντως τα συστήματα κατατάξεως των εδαφών τα οποία βασίζονται εις το μέγεθος των κόκκων μόνο δύνατοι να οδηγήσουν πιθανώς σε παρερμηνείες διότι οι φυσικές ιδιότητες των λεπτότερων συστατικών εξαρτώνται από το μέγεθος των κόκκων και από πλήθος άλλων ιδιοτήτων . Ένα παράδειγμα αυτού του γεγονότος μπορεί να θεωρηθεί ένα έδαφος αποτελούμενο από κόκκους χαλαζία με μέγεθος κολλοειδούς πρέπει να καταταγεί ως άργιλος το οποίο είναι άτοπο. Έτσι μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι όροι ιλύς ή άργιλος χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό του μεγέθους των κόκκων πρέπει να γίνεται η αναγκαία διαφοροποίηση με την έκφραση κατάλληλων εκφράσεων όπως σωματίδια μεγέθους αργίλου.Ο

χαρακτηρισμός αυτός θα πρέπει να συνοδεύεται και από το μέγεθος του κόκκου( ονομαστική διάμετρος του κόκκου ).

Μερικές φορές τα φυσικά εδάφη αποτελούνται από ένα μίγμα δύο ή και περισσοτέρων κοκκομετρικών ομάδων.Έτσι τα εδάφη μπορούν να προσδιορισθούν συναρτήσει των κυριοτέρων συστατικών τους με χαρακτηρισμούς όπως ιλυώδης άργιλος ή αμμώδης ιλύς. Επίσης είναι δυνατόν να γίνει χρήση κατάλληλων συμβόλων για την ταυτοποίηση των εδαφών και να υποδηλώνουν την αντίστοιχη κοκκομετρική ομάδα.

Ο χαρακτηρισμός των εδαφών συναρτήσει των κυριοτέρων συστατικών διευκολύνεται από την χρησιμοποίηση κατάλληλων διαγραμμάτων Στο διάγραμμα 2.3 παρουσιάζεται το διάγραμμα που έχει καταρτισθεί από την Υπηρεσία Δημοσίων Δρόμων ( Bureau of Public Roaads ) των Η.Π.Α. .Ο κάθ' ένας από τους τρεις άξονες του διαγράμματος αντιστοιχεί σε μία από τις τρεις κοκκομετρικές ομάδες οι οποίες χαρακτηρίζονται ως άμμος ιλύς άργιλος . Οι τρεις συντεταγμένες τυχαίου σημείου του διαγράμματος εκφράζουν τα ποσοστά από τις τρείς κατηγορίες που περιέχονται στο εδαφικό υλικό.




Όπου :

1 Άργιλος
2. Αμμώδης Άργιλος
3. Ιλυώδης Άργιλος
4. Ιλυώδης Αργιλοπηλός
5. Αργιλοπηλός
6. Αμμώδης Αργιλοπηλός
7. Άμμος
8. Αμμώδης πηλός
9. Πηλός
10. Ιλυώδης πηλός

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4:** *Διάγραμμα κατατάξεως εδαφών σύμφωνα με την δημόσια υπηρεσία δημόσιων οδών των Η.Π.Α*

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.20:** *ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΩΝ ΚΟΚΚΩΝ.*

| ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚΚΩΝ | ΧΙΛΙΟΣΤΑ mm. | | | ΜΙΚΡΑ 1 μ=10$^{-3}$ mm | | | | ΧΙΛΙΟΣΤΟΜΙΚΡΑ, 1mμ =10$^{-6}$ mm | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 10 | 1 | 1000 | 100 | 10 | 1 | 1000 | 100 | 10 | 1 |
| Bureau of Soils 189085 | Χάλικες | | | Άμμος | | ιλυς | | Άργιλος | | | |
| | | | 1 | | 0.05 | | 0.005 | | | | |
| Atemberg 1905 | Χάλικες | | Χονδρή άμμος | Λεπτή άμμος | | Ιλύς | | Αργιλος | | | |
| | | 2.0 | | 0.2 | | 0.02 | | 0.002 | | | |
| MIT 1931 | Χάλικες | | Άμμος | | | ιλυς | | Άργιλος | | | |
| | | 2.0 | | | 0.06 | | | 0.002 | | | |
| | ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΩΣ | | | ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΩΣ | | | | ΥΠΟΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΩΣ ΚΟΛΛΟΕΙΔΕΣ | | | |
| | ΛΕΙΑΝ ΧΟΝ/ΚΚΟ | | ΧΟΝ/ΚΚΟ | ΛΕΠ/ΚΚΟ | | ΛΕΙΑΝ ΛΕΠ/ΚΚΟ | | | | | |
| Log D | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | | -4 | -5 | -6 | | |

Το ανώτερο όριο μεγέθους της αργίλου μειοβλήθη κατά το 1935 από το Υπουργείο Γεωργίας των Η.Π.Α. από 0,005 mm σε 0.002 mm. Ορισμένοι οργανισμοί ανά τον κόσμο εφαρμόζουν ακόμη το παλαιό όριο των 0.005 mm.

## Καταταξη εδαφών κατά AASHTO .

Το σύστημα καταξης εδαφών της διεύθυνσης δημοσιών οδών αναθεωρήθηκε το 1945 από το γρα-φείο Δημοσίων Οδών . ΤΟ σύστημα αυτό είναι η γνωστότερη και πιο χρησιμοποιημένη μέθοδος κατάτα-ξης εδαφών στην οδοποιία . Το σύστημα αυτό παρουσιάζεται στον πίνακα 2.21 και στο διάγραμμα 2.4 .

Τα εδάφη διαιρούνται σε δύο κύριες ομάδες κοκκώδη υλικά με περιεκτικότητα υλικού που περνάει από το κόσκινο Νο 200 όχι μεγαλύτερη από 35% και άργιλο και ιλύ με περιεκτικότητα υλικών που περ-νούν από το κόσκινο Νο 200 μεγαλύτερη από 35% .Τα συστατικά του εδάφους όπως αναγνωρίζονται από το σύστημα είναι :

Χαλίκι : Υλικό που περνάει από κόσκινο 3" αλλά όχι από το κόσκινο Νο 10

Χονδρόκοκκη άμμος : Υλικό που περνάει από το κόσκινο Νο 10 αλλάόχι από το κ"όσκινο Νο 40

Λεπτόκοκκη άμμος: Υλικό που περνάει από το κόσκινο Νο 40 αλλά όχι από το κόσκινο Νο 200

Ανάμικτα ιλύς και άργιλος : υλικό που περνάει από το κόσκινο Νο 200

Ο δείκτης ομάδας ενός εδάφους παρέχεται από την εξίσωση .

$$Gi=0.2\,a + 0.005\,ac + 0.1\,bd$$

Όπου :

a = Τμήμα του ποσοστού που περνάει από το κόσκινο Νο 200 μεταξύ 35% και 75% εκφρασμένο σαν ακέραιος θετικός αριθμός ( από 0 έως 40 )

b = Τμήμα του ποσοστού που περνάει από το κόσκινο Νο 200 μεταξύ 15% και 55% εκφρασμένο σαν ακέραιος θετικός αριθμός ( από 0 έως 40 )

d =Τιμές του ορίου υδαρότητας που είναι μεταξύ 40 και 60 εκφρασμένο σαν ακέραιος αριθμός (από 0 έως 20 )

c = Τιμές του ορίου υδαρότητας που είναι μεταξύ 10 και 30 εκφρασμένο σαν ακέραιος αριθμός (από 0 έως 20 )

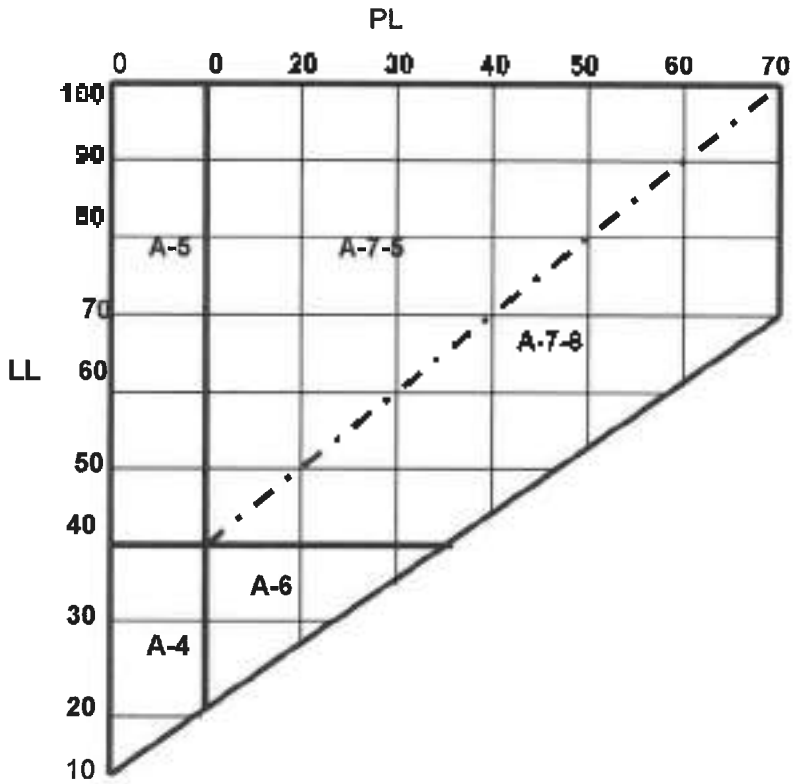
Η τιμή του δείκτη ομάδας είναι χρήσιμη για συσχετισμούς .Γράφεται σε παρένθεση μετά από το σύμβολο κατάταξης . Για παράδειγμα ένα έδαφος A-6 με δείκτη ομάδας 8 γράφεται A-6(8) . Το διά-γραμμα 2.4 αποτελεί λύση της παραπάνω εξίσωσης .

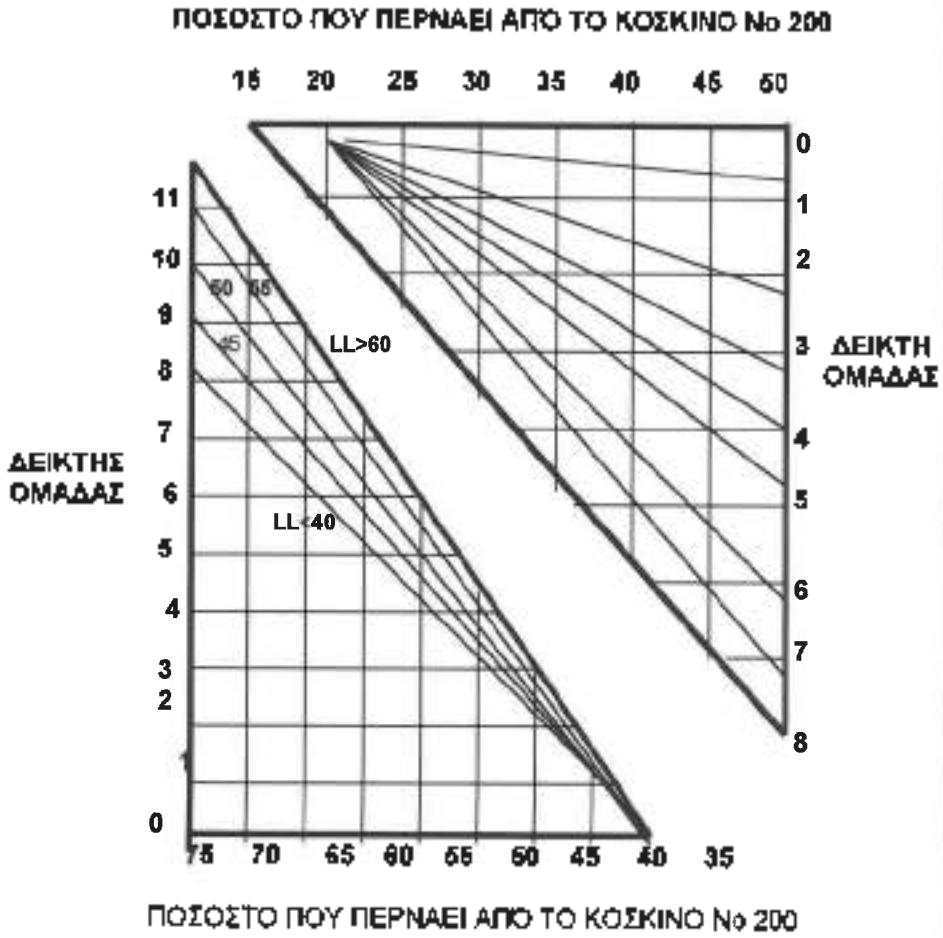
**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.21:** *ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΤΑ AASHTO (ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΛΙΚΩΝ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ ΟΔΩΝ)*

| ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ | ΚΟΚΚΩΔΗ ΥΛΙΚΑ (Περισσότερο από 35% περνούν το No200) | | | ΙΛΥΩΔΗ – ΑΡΓΙΛΩΔΗ ΥΛΙΚΑ (Περισσότερο από 35% περνούν το No200) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΟΜΑΔΑΣ | A-1 | A-3 | A-2 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΚΚΩΝ ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΠΕΡΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΣΚΙΝΟ | | | | | | | |
| No 10 | | | | | | | |
| No 40 | 50 max | 51 min | | | | | |
| No 200 | 25 max | 10 max | 35 max | 36 min | | 36 min | 36 min |
| ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ | | | | 40 max | 41 min | 40 max | 41 min |
| ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | 6 max | NP | | 10 max | 10 max | 11 min | 11 min |
| ΔΕΙΚΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ | | | 4 max | 8 max | 12 max | 16 max | 20 max |
| ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΩΣ ΥΠΕΔΑΦΟΣ | ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΕΩΣ ΚΑΛΟ | | | ΜΕΤΡΙΟ ΕΩΣ ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟ | | | |

ΥΠΟΟΜΑΔΕΣ

| ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΟΜΑΔΑΣ | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5 | A-7-5 |
| ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΚΚΩΝ ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΟΥ ΠΕΡΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΣΚΙΝΟ | | | | | | | | | | | | |
| No 10 | 50 max | | | | | | | | | | | |
| No 40 | 30 max | 50 max | 51 min | | | | | | | | | |
| No 200 | 15 max | 25 max | 10max | 35 max | 35 max | 35 max | 35 max | 36 min | 36 min | 36 min | 36 min | 36min |
| ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ | | | | 40 max | 41 min | 40 max | 41 min | 40 max | 41 min | 40 max | 41 min | 41min |
| ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | 6 max | 6 max | NP | 10 max | 10 max | 11 min | 11 min | 10 max | 10 max | 11 min | 11 min | 11 min |
| ΔΕΙΚΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ | 6 max | 6max | 0 | 0 | 0 | 4 max | 4 max | 8 max | 12 max | 16 max | 20 max | 20 max |
| ΜΟΡΦΗ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ | ΠΕΤΡΕΣ ΧΑΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΜΜΟΣ | | ΛΕΠΤΗ ΑΜΜΟΣ | ΙΛΥΩΔΕΣ Η ΑΡΓΙΛΙΚΟ ΧΑΛΙΚΙ ΚΑΙ ΑΜΜΟΣ | | | | Ιλύς | | Αργιλος | | |
| ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΩΣ ΥΠΕΔΑΦΟΣ | ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΟ ΕΩΣ ΚΑΛΟ | | | | | | | ΜΕΤΡΙΟ ΕΩΣ ΜΕΤΡΙΟΤΑΤΟ | | | | |




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ2.4 :** *Προσδιορισμός του δείκτη ομάδας*

## Καταταξη ομοσπονδιακής διευθυνσης αεροπορίας

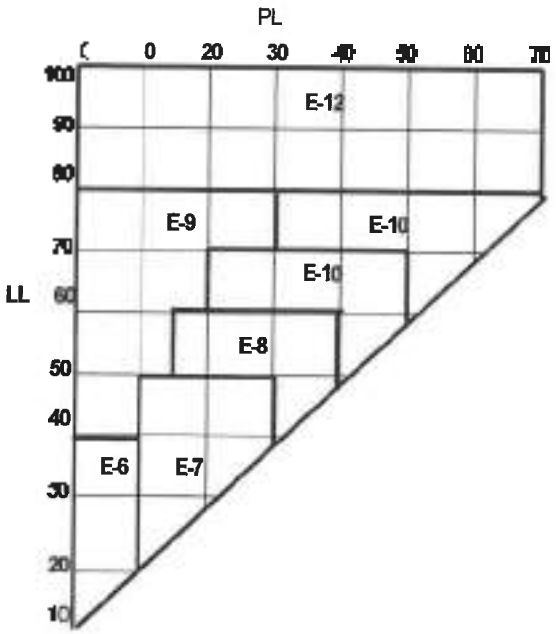
Το σύστημα της Ομοσπονδιακής Διευθυνσης Αεροπορίας παρέχεται από τον πίνακα 2.22 και το διάγραμμα 2.5 .Τα εδάφη σύμφωνα με το σύστημα αυτό χαρακτηρίζονται από 1 έως 13 και συμβολίζονται Ε-1 έως Ε-13 . Η κατάταξη αυτή βασίζεται σε ανάλυση του τμήματος του δείγματος που περνάει από το κόσκινο Νο 10 .Επιπλέον το κόσκινο Νο 200 χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των λεπτών από τα χοντρά υλικά .

Τα συστατικά του εδάφους χαρακτηρίζονται ως:

1. Χοντρή Άμμος : περνάει από το κόσκινο Νο 10 αλλα όχι από το κόσκινο Νο 40
2. Λεπτή Άμμος : περνάει από το κόσκινο Νο 40 αλλα όχι από το κόσκινο Νο 200
3. Ιλύς και Άργιλος : περνάει από το κόσκινο Νο 200

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.22 : ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΩΝ ΠΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ**

| ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (Υλικό λεπτότερο από το κόσκινο Νο 10 ) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ΟΜΑΔΑ ΕΔΑΦΟΥΣ | ΔΕΝ ΠΕΡΝΑΕΙ ΚΟΣΚΙΝΟ Νο 10 | ΧΟΝΔΡΗ ΑΜΜΟΣ ΠΕΡΝΑΕΙ ΚΟΣΚΙΝΟ No10 No200 | ΛΕΠΤΗ ΑΜΜΟΣ ΠΕΡΝΑΕΙ ΚΟΣΚΙΝΟ No40 No200 | ΑΝΑΜΙΚΤΑ ΙΛΥΣ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΟΣ ΠΕΡΝΑΕΙ No 200 | PL | LL |
| Ε-1 | 0-45 | 40+ | 60- | 15- | 25- | 6- |
| Ε-2 | 0-45 | 15+ | 85- | 25- | 25- | 6- |
| Ε-3 | 0-45 | - | - | 25- | 25- | 6- |
| Ε-4 | 0-55 | - | - | 35- | 35- | 10- |
| Ε-5 | 0-55 | - | - | 45- | 40- | 15- |
| Ε-6 | 0-55 | - | - | 45+ | 40- | 10- |
| Ε-7 | 0-55 | - | - | 45+ | 50- | 10-30 |
| Ε-8 | 0-55 | - | - | 45+ | 60- | 15-40 |
| Ε-9 | 0-55 | - | - | 45+ | 40+ | 30- |
| Ε-10 | 0-55 | - | - | 45+ | 70- | 20-50 |
| Ε-11 | 0-55 | - | - | 45+ | 80- | 30+ |
| Ε-12 | 0-55 | - | - | 45+ | 80+ | - |
| Ε-13 | ΛΑΣΠΗ ΚΑΙ ΤΥΡΦΗ (Εξέταση επιτόπου) | | | | | |




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.8:** *Διάγραμμα κατάταξης της αμποστανδιακής διευθυνσης αεροπορίας για λεπτόκοκκα υλικά*

## Ενιαία κατάταξη εδαφών.

Η ανεπάρκεια των περισσοτέρων εκ των συστημάτων κατάταξεως των εδαφών κατέστησαν επιβεβλημένη την καθιέρωση του Ενιαίου Συστήματος Κατάταξεως Εδαφών( A.Casagrande 1948 ). Το σύστημα αυτό υιοθετήθηκε από το Σώμα Στρατιωτικών Μηχανικών ( U.S Corps of Engineers ) και της Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων των Η.Π.Α. ( U.S. Burea of Reclamation ).

Σύμφωνα προς το σύστημα αυτό τα εδάφη διαιρούνται σε τρεις ομάδες . Αυτές είναι :

1. Χονδρόκοκκα
2. Λεπτόκοκκα
3. Έντονως Οργανικά ( τυρφώδη)

Το όριο μεταξύ των λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων υλικών λαμβάνεται το άνοιγμα του κοσκίνου No 200 (0,075 mm.) .Τα χονδρόκοκκα εδάφη κατατάσσονται ως χαλικώδη (G) όταν οι όροποι κόκκοι βρίσκονται μέσα στο εδαφικό υλικό σε ποσοστό ίσο 50% με και είναι μεγαλύτεροι των οπών του κοσκίνου No 4 (3/16 της ίντσας ) .Όταν το ποσοστό είναι μικρότερο του 50% τα χονδρόκοκκα εδάφη θεωρούνται ως αμμώδη (S) .Τόσο τα χαλικώδη όσο και τα αμμώδη εδάφη υποδιαιρούνται περαιτέρω στις εξής κατηγορίες:

W: Καλώς διαβαθμισμένο υλικό ( συντελεστής ομοιομορφίας U>4) μετρίως καθαρό (<5% λεπτότερα των 0,074mm.)

**B**: Ατελώς διαβαθμισμένο υλικό ( συνεχή κοκκομετρική καμπύλη U<4 για τα χαλικώδη ενώU<6 για τα αμμώδη υλικά ) μετρίως καθαρό ( <5% λεπτότερα των 0,074 mm. )

C: Καλώς διαβαθμισμένο με προσμίξεις (>12% λεπτότερα των 0,074 mm.) και με πλαστικά (αργιλώδη) λεπτά συστατικά ($I_p$ >4 , το χαρακτηριστικό σημείο βρίσκεται πάνω από την γραμμή A του διαγράμματος πλαστικότητας)

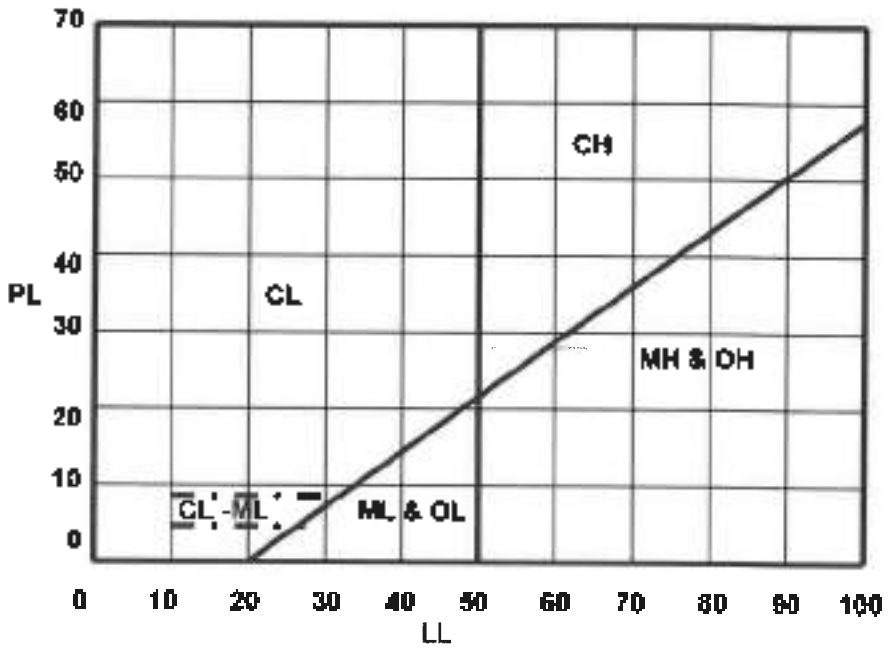
F. ατελώς διαβαθμισμένο με προσμίξεις (>12% λεπτότερα των 0,074 mm.) και με μη πλαστικά (αργιλώδη) ή ιλυώδη λεπτά συστατικά ($I_p$ <4 , το χαρακτηριστικό σημείο βρίσκεται κάτω από την γραμμή A του διαγράμματος πλαστικότητας).

Τα εδάφη μπορούν να χαρακτηριστούν ως GW ή SP .Τα εδάφη τα οποία ευρίσκονται παρά το όριο μεταξύ δύο ομάδων (οριακά εδάφη ) χαρακτηρίζονται με διπλό σύμβολο π.χ. GW-GP.

Τα λεπτόκοκκα εδάφη χωρίζονται στις εξής τρεις κατηγορίες :

1. Ανόργανοι ιλείς (M)
2. Ανόργανοι Άργιλοι (C)
3. Οργανικές Άργιλοι και Ιλείς (O).

Τα εδάφη διακρίνονται περαιτέρω σε αυτά που έχουν όριο υδαρότητας μικρότερο του 50 (L) και σε αυτά που έχουν όριο υδαρότητας μεγαλύτερο από την τιμή αυτή. Η διάκριση μεταξύ των ανόργανων αργίλων (C) ιλύων (M) και οργανικών εδαφών (O) γίνεται με την χρήση του διαγράμματος 2.6 το οποίο είναι τροποποιημένο το διάγραμμα πλαστικότητας.




**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6 :** *Τροποποιημένο διάγραμμα πλαστικότητας χρησιμοποιούμενο για την κατάταξη εδαφών κατά το ενιαίο σύστημα*

Τα εδάφη CH και CL παρίστανται με σημεία πάνω από την γραμμή A και αντίστοιχα τα εδάφη OH OL MH αντιστοιχούν με σημεία κάτω από την γραμμή A του διαγράμματος . Στον πίνακα 2.23 παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες εδαφών και τις ιδιότητες τους .

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.23( α ) : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ**

| Υποδιρέπτης | Σύμβολο | Ονομασία | Καταλληλότητα βελτίωση | Καταλληλότητα βάση | Επιδράση παγετού | Συμπιεστότητα διόγκωση | Αποστράγγιση | Μηχανήματα συμπυκνώσεως | Μονοδιάστατο ξηρό βάρος (pcf) | CBR (επιπέδου) | Μέτρο K υπεδάφους |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Χαλίκια και χαλικώδη εδάφη | GW | Χαλίκια - αμμώδη χαλίκια | Εξαιρετικό | Καλό | Καθόλου έως ελάχιστη | Σχεδόν Καθόλου | Εξαιρετική | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς , με χαλύβδινους κυλίνδρους | 125-140 | 60-80 | >300 |
| | GP | Χαλίκια - αμμώδη χαλίκια | Καλό έως εξαιρετικό | Μετριότατο έως μέτριο | Καθόλου έως ελάχιστη | Σχεδόν Καθόλου | Εξαιρετική | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς , με χαλύβδινους κυλίνδρους | 120-130 | 35-60 | >300 |
| | GU | Χαλίκια - αμμώδη χαλίκια | Καλό | Μετριότατο | Καθόλου έως ελάχιστη | Σχεδόν Καθόλου | Εξαιρετική | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς , με χαλύβδινους κυλίνδρους | 115-125 | 25-50 | >300 |
| | GM | Ιλυώδη χαλίκια ή αμμοχάλικα | Καλό έως εξαιρετικό | Μέτριο έως καλό | Ελάχιστη έως μέτρια | Πολύ μικρή | Μέτριο έως μετριότατο | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς , με χαλύβδινους κυλίνδρους | 130-140 | 40-80 | >300 |
| | GC | Αργιλώδη χαλίκια ή αμμοχάλικα | Καλό | Μετριότατο | Ελάχιστη έως μέτρια | Πολύ μικρή | Μέτριο έως μετριότατο | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς , με χαλύβδινους κυλίνδρους | 120-140 | 20-40 | 200-300 |
| Άμμος και αμμώδη εδάφη | SW | Άμμος ή χαλικώδης άμμος | Καλό | Μετριότατο | Καθόλου έως ελάχιστη | Σχεδόν Καθόλου | Εξαιρετική | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς | 110-130 | 20-40 | 200-300 |
| | SP | Άμμος ή χαλικώδης άμμος | Μέτριο έως καλό | Μετριότατο έως ακατάλληλο | Καθόλου έως ελάχιστη | Σχεδόν Καθόλου | Εξαιρετική | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς | 105-120 | 15-25 | 200-300 |
| | SU | Άμμος ή χαλικώδης άμμος | Μέτριο έως καλό | Ακατάλληλο | Καθόλου έως ελάχιστη | Σχεδόν Καθόλου | Εξαιρετική | Ερπυστριοφόρα με ελαστικούς τροχούς | 100-115 | 10-20 | 200-300 |
| | SM | Ιλυώδης άμμος ή ιλυοχαλικώδης άμμος | Καλό | Μετριότατο | Μικρή έως μεγάλη | Πολύ μικρή | Μέτριο έως μετριότατο | Με ελαστικούς Τροχούς ή με κοπτικοπόδαρα | 120-135 | 20-40 | 200-300 |
| | SC | Αργιλώδης άμμος ή αργιλοχαλικώδης άμμος | Μέτριο έως καλό | Ακατάλληλο | Μικρή έως μεγάλη | Μικρή έως μέτρια | Μέτριο έως μετριότατο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κοπτικοπόδαρα | 105-130 | 10-20 | 200-300 |

## ΠΙΝΑΚΑΣ 2.23( β ) : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΓΙΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ

| Υποδιρόσεις | Σύμβολα | Ονομασία | Κατάλληλα ως θεμέλιωση | Κατάλληλα ως βάση | Επίδραση παγετού | Συμπιεστότητα διόγκωση | Αποστράγγιση | Μηχανήματα συμπυκνώσεως | Μονάδιαία ξηρό βάρος (pcf) | CBR (επιτόπου) | Μέτρο K υποδάφους |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Μικρή συμπιεστότητα LL<50 | ML | Ιλείς αμμώδεις ιλείς χαλικώδεις ιλείς | Μέτριο έως μετριόταρο | Ακατάλληλο | Μικρή έως μέτριο | Μέτριο έως μετριόταρο | Μέτριο έως μετριόταρο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κατσικοπόδαρα | | | |
| | CL | Ισχνές άργιλοι αμμώδεις άργιλοι | Μέτριο έως μετριόταρο | Ακατάλληλο | Μέτριο | Αδιαπέραστο | Αδιαπέραστο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κατσικοπόδαρα | | | |
| | OL | Οργανικές ιλείς ή ισχνές οργανικές άργιλοι | Μετριόταρο | Ακατάλληλο | Μέτριο έως μεγάλη | Μετριόταρο | Αδιαπέραστο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κατσικοπόδαρα | | | |
| Μεγάλη συμπιεστότητα LL>50 | MH | Μαρμαρυγιακές άργιλοι ή γη διατομών | Μετριόταρο | Ακατάλληλο | Μεγάλη | Μέτριο έως μετριόταρο | Μέτριο έως μετριόταρο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κατσικοπόδαρα | | | |
| | CH | Παχύρρευστες άργιλοι | Μετριόταρο έως πολύ μέτριο | Ακατάλληλο | Μεγάλη | Αδιαπέραστο | Αδιαπέραστο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κατσικοπόδαρα | | | |
| | OH | Παχύρρευστες οργανικές άργιλοι | Μετριόταρο έως πολύ μέτριο | Ακατάλληλο | Μεγάλη | Αδιαπέραστο | Αδιαπέραστο | Με ελαστικούς τροχούς ή με κατσικοπόδαρα | | | |
| Τύρφη και άλλα ειδικά οργανικά εδάφη | Pt | Τύρφη και άλλα εδάφη | Ακατάλληλο | Ακατάλληλο | Πολύ μεγάλη | Μέτριο έως μετριόταρο | Η συμπίεσιμότητα είναι αδύνατη | - | - | - | - |

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

## ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΧΕΣΕΩΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ-ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΠΑΝΟΥ ΒΑΡΟΥΣ 2,5 Kgr ΚΑΙ ΥΨΟΣ ΠΤΩΣΕΩΣ 305 mm . (PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ )

Οι δοκιμές αυτές έχουν σαν σκοπό τον προσδιορισμό της σχέσεως μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της πυκνότητας των εδαφών με συμπυκνώσει αυτών μέσα σε τύπο ορισμένου μεγέθους με κόπανο βάρους 2.49 Kgr που πέφτει από ύψος 304.8 mm.

Από τον κανονισμό προβλέπονται τέσσερις διαφορετικές διαδικασίες :

ΜΕΘΟΔΟΣ Α . Τύπος διαμέτρου 101.6 mm.
Το εδαφικό υλικό διέρχεται από το κόσκινο No 4 (4.75 mm)
ΜΕΘΟΔΟΣ Α . Τύπος διαμέτρου 152.4 mm.
Το εδαφικό υλικό διέρχεται από το κόσκινο No 4 (4.75 mm)
ΜΕΘΟΔΟΣ Α . Τύπος διαμέτρου 101,6 mm.
Το εδαφικό υλικό διέρχεται από το κόσκινο με βρόχο 19.0 mm.
ΜΕΘΟΔΟΣ Α . Τύπος διαμέτρου 152,4 mm.
Το εδαφικό υλικό διέρχεται από το κόσκινο με βρόχο 19.0 mm.

Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος θα πρέπει να καθορίζεται στις προδιαγραφές για το προς δοκιμή υλικό. Αν δεν προδιαγράφεται μέθοδος θα εφαρμόζεται η μέθοδος Α

Ο αναγκαίος εξοπλισμός για την εκτέλεση της δοκιμής Proctor και την εύρεση της βέλτιστης υγρασίας είναι .

1. Τύποι . Οι τύποι θα είναι κυλινδρικού σχήματος κατασκευασμένοι από μέταλλο και θα έχουν χωρητικότητα και διαστάσεις που δίνονται παρακάτω. Αυτοί θα έχουν ένα πρόσθετο δακτύλιο ύψους 60,3 mm. Ο τύπος και ο πρόσθετος δακτύλιος συνδέονται μεταξύ τους σταθερά και με την ανεξάρτητη πλάκα βάσεως . Η χωρητικότητα και οι διαστάσεις των τύπων θα είναι οι ακόλουθες
   α. Τύπος με χωρητικότητα 943±8 $10^3$ $mm^3$ ,εσωτερικής διαμέτρου 101,6±0,406mm και ύψους 116,4±0,127 mm.
   β. Τύπος με χωρητικότητα 2124±21 $10^3$ $mm^3$ ,εσωτερικής διαμέτρου 152,4±0,66mm και ύψους 116,4±0,127 mm.
2. Κόπανος : Ένας μεταλλικός κόπανος με κυκλική διατομή διαμέτρου 50,8±0,127mm. και βάρους 2,49 ± 0,01 Kgr. Ο κόπανος θα είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο οδηγό (δικάταξη ) για τον έλεγχο του ύψους πτώσεως ώστε να πέφτει ελεύθερα από ύψος 304,8±1,524 mm. από την στάθμη του εδαφικού δοκιμίου .
3. Εξολκέας δείγματος (προαιρετικά ) : Μία κατάλληλη συσκευή για την εξαγωγή των συμπηκνωθέντων δοκιμίων από τον τύπο.
4. Ζυγοί : Ένας ζυγός ικανότητας τουλάχιστον 10 Kg και ακρίβειας ως 5 g και ένας ζυγός ικανότητας τουλάχιστον 1 Kg και ακρίβειας 0,1 Kg.
5. Κλίβανος ξηράνσεως : Ένας θερμοστατικά ελεγχόμενος κλίβανος ξηράνσεως ικανός για τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε 110±5 °C για την ξήρανση των υγρών δειγμάτων.
6. Κανάνας : Ένας χαλύβδινος κανόνας μήκους περίπου 300 mm. που έχει τη μία πλευρά λοξά κομμένη
7. Κόσκινα : Κόσκινα 50 mm 19 mm και No 4 (4.75 mm )
8. Εργαλεία ανάμιξεως : Διάφορα εργαλεία όπως λεκάνη ανάμιξεως κουτάλα μυστρί ή κατάλληλη μηχανική συσκευή για την καλή ανάμιξη του δείγματος του εδάφους με τα προστιθέμενα ποσοστά του ύδατος.

Η εργασία διαφέρει από μέθοδο σε μέθοδο ( προσδιορισμού βέλτιστης υγρασίας ) και ο τρόπος υγρασίας περιγράφεται παρακάτω.

## ΜΕΘΟΔΟΣ Α

Εάν το δείγμα του εδάφους όταν λαμβάνεται από το έργο είναι υγρό ξηραίνεται μέχρι που να γίνει εύθρυπτο .Η ξήρανση μπορεί να γίνει στον αέρα ή μέσα σε συσκευή ξηράνσεως τέτοια ώστε η θερμοκρασία του δείγματος να μην υπερβαίνει τους 60 °C . Μετά θραύονται καλά τα συσσωματώματα με τρόπο που επιτρέπει να αποφευχθεί η ελάττωση του φυσικού μεγέθους (θραύση ) των κόκκων .

Κοσκινίζεται επαρκής ποσότητα αντιπροσωπευτικού κονοποιηθέντος εδάφους με το κόσκινο No 4. Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό που συγκρατήθηκε στο κόσκινο No 4 αν υπάρχει.Σε περίπτωση που το ποσοστό του υλικού που συγκρατείται στο κόσκινο No 4 είναι μεγαλύτερο από 7% τότε συνιστάται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Γ.

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα βάρους περίπου 3 Kg ή και περισσότερο από το έδαφος που παρασκευάστηκε . Το αντιπροσωπευτικό δείγμα που πάρθηκε αναμιγνύεται καλά με επαρκή ποσότητα νερού για να υγρανθεί κατά 4 περίπου μονάδες κάτω από την βέλτιστη υγρασία .

Σχηματίζεται ένα δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασθέντος εδάφους μέσα στον τύπο των 101,6 mm. ( με το δακτύλιο προσαρμοσμένο ) σε τρεις ίσες στρώσεις για την Παρασκευή ενός υλικού συμπηκνωμένου βάθους περίπου 127 mm Συμπυκνώνεται κάθε στρώση με 25 ομοιόμορφα διανεμημένους κτύπους με τον κόπανο . Μετά την συμπυκνώσει απομακρύνεται από τον τύπο ο δακτύλιος περικόπτεται με τον κανόνα με προσοχή το συμπυκνωμένο έδαφος μέχρι τα χείλη του τύπου και ζυγίζεται . Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπυκνωμένου δοκιμίου μαζί με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου επί 1059 Αναφέρεται το αποτέλεσμα ως υγρό φαινόμενο βάρος συμπηκνωμένου εδάφους σε $Kg/m^3$ .

Εξάγεται το δοκίμιο από τον τύπο και αποκόπτεται κάθετα με ένα επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο του.Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα του υλικού από μία από τις δύο επιφάνειες της τομής .Ζυγίζεται αμέσως και ξηραίνεται μέσα σε κλίβανο σε θερμοκρασία 110±5°C επί δώδεκα τουλάχιστον ώρες ή μέχρι σταθερού βάρους για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας . Το βάρος του υγρού δείγματος δεν πρέπει να μικρότερο των 100 g.

Το υπόλοιπο υλικό θραύεται τελείως μέχρι να διέρχεται από το κόσκινο No 4 .Προστίθεται νερό σε επαρκή ποσότητα ώστε να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία του δείγματος του εδάφους κατά μία ή δύο μονάδες επί τοις % και επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία για κάθε νέα αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας . Συνεχίζεται η σειρά αυτή των προσδιορισμών μέχρι που να ελαττωθεί ή δεν μεταβληθεί το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπυκνωθέντος εδάφους

Στις περιπτώσεις που το εδαφικό υλικό είναι εύθραυστο και θα ελαττωθεί σημαντικά το μέγεθος των κόκκων λόγω των επαναλαμβανόμενων συμπυκνώσεων και στις περιπτώσεις όπου το έδαφος είναι αργιλώδες υλικό εντός του οποίου εντός του οποίου είναι δύσκολο να ενσωματωθεί το νερό θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα ξεχωριστό και νέο δείγμα για κάθε δοκιμή συμπύκνωσης . Στις περιπτώσεις αυτές ξεχωριστά δείγματα αναμιγνύονται καλά με επαρκή ποσά νερού για να προσδώσουν περιεχόμενες υγρασίες στα δείγματα που διαφέρουν κατά περίπου 2 μονάδες επί τοις %

Για τα μίγματα πτάμενης τέφρας εδάφους νερού ακολουθήθηκε διαφορετική μεθοδολογία . Στην περίπτωση αυτή για το κάθε ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας και τέφρας έγινε ξεχωριστό μίγμα και ξεχωριστό δείγμα Με τον τρόπο εξασφαλίστηκε η πιθανόν διαφορετική δράση της τέφρας στα διάφορα ποσοστά υγρασίας μιγμάτων στην αντίστοιχη χρονικής στιγμή που πραγματοποιείται η προσθήκη τέφρας και η πιθανότητα λάθους στην προσθήκη επιπλέον ποσοτήτων τέφρας στα μίγματα ( όπως ορίζουν οι προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών Εδαφομηχανικής ) .Μετά το τέλος της δοκιμής Proctor το υπόλοιπο υλικό από κάθε δείγμα ήταν άχρηστο για οποιαδήποτε άλλη εργαστηριακή δοκιμή και κατέληγε στα σκουπίδια .

Επιπλέον ότι η κατασκευή των μιγμάτων (τέφρας—εδάφους—νερού ) για όλα τα δείγματα έγινε με την εξής διαδικασία:

1. Ζύγισμα των αναγκαίων ποσοτήτων πτάμενης τέφρας εδάφους νερού.
2. Ξηρή ανάμιξη πτάμενης τέφρας και εδάφους .
3. Προσθήκη νερού στο σχεδόν ομογενές μίγμα εδάφους-τέφρας
4. Προ-ανάμιξη του τελικού μίγματος .
5. Εγκλεισμός του μίγματος μέσα σε σακουλές PVC για 24 ώρες για την πλήρη ενυδάτωση των κόκκων του υλικού.

6. Τελική ανάμιξη του μίγματος και θραύση των συσσωματωμάτων που η δημιουργία τους οφείλεται τόσο στην ενυδάτωση των κόκκων της αργίλου και στην εξουδετέρωση του αρνητικού φορτίου που αναπτύσσεται στην επιφάνεια των κόκκων όσο και στην δράση της τέφρας ( το φαινόμενο αυτό εξηγήθηκε πλήρως στο κεφάλαιο 1) .
7. Κατασκευή δοκιμίων Proctor.

ΜΕΘΟΔΟΣ Β

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα σύμφωνα προς τα ανωτέρω με την διαφορά ότι αυτό θα πρέπει να έχει βάρος περίπου 7 Kg . Ακολουθείται ή ίδια διαδικασία όπως περιγράφτηκε στην μέθοδο Α εκτός από τα ακόλουθα : Σχηματίζεται δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασθέντος εδάφους στον τύπο των 152,4 mm. ( με τον δακτύλιο προσαρμοσμένο ) σε τρεις ίσες στρώσεις για απόκτηση ενός συμπυκνωθέντος υλικού βάθους περίπου 127 mm. με κάθε στρώση να συμπυκνώνεται με 56 ομοιόμορφες διανεμημένες κρούσεις με τον κόπανο . Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπηκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου επί 471 Αναφέρεται το αποτέλεσμα ως το υγρό φαινόμενο βάρος του συμπηκνωμένου εδάφους σε $Kg/M^3$ .

Σε περίπτωση που ποσοστό μεγαλύτερο από 7% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο Νο 4 Τότε συνιστάται να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Δ

ΜΕΘΟΔΟΣ Γ

Εάν το δείγμα του εδάφους είναι υγρό ξηραίνεται όπως στην Μέθοδο Α . Κοσκινίζεται μια επαρκής ποσότητα αντιπροσωπευτικού κονιοποιημένου εδάφους με το κόσκινο 19 mm. Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό το συγκρατούμενο στο κόσκινο αν υπάρχει .

Σε περίπτωση που περισσότερο από 10% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο 19 mm τότε είναι σκόπιμο να διατηρηθεί το ίδιο ποσοστό % χονδρόκοκκου υλικού ( διερχόμενου από το κόσκινο 50 mm. και συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 4 ) στο δείγμα υγρασίας – πυκνότητας όπως στο αρχικά ληφθέν από το έργο δείγμα . Το υλικό το συγκρατούμενο στο κόσκινο 19 mm. θα πρέπει να αντικατασταθεί με τον ακόλουθο τρόπο : κοσκινίζεται επαρκής ποσότητα από το αντιπροσωπευτικό κονιοποιημένο έδαφος με τα κόσκινα 50 mm και 19 mm. Απορρίπτεται το χονδρόκοκκο υλικό που συγκρατείται στο κόσκινο 50 mm. Ζυγίζεται το υλικό το διερχόμενο από το κόσκινο 50 mm και συγκρατούμενο στο κόσκινο 50 mm,και συγκρατούμενο στο κόσκινο Νο 4 . Το προς αντικατάσταση υλικό λαμβάνεται από το υπόλοιπο μέρος του δείγματος .

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα βάρους περίπου 5,5 Kg ή περισσότερο από το έδαφος που παρασκευάσθηκε όπως περιγράφεται παραπάνω.Το αντιπροσωπευτικό δείγμα που έχει ληφθεί αναμιγνύεται καλά με αρκετό νερό για να υγρανθεί κατά 4% ( κατά βάρος ) κάτω από την βέλτιστη υγρασία .

Σχηματίζεται ένα δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασθέντος εδάφους μέσα στον τύπο των 101,6 mm. ( με τον δακτύλιο προσαρμοσμένο )σε τρεις στρώσεις ίσες για την Παρασκευή ενός υλικού συμπυκνωμένου βάθους περίπου 127 mm. Συμπυκνώνεται κάθε στρώση με 25 ομοιόμορφα διανεμημένους κτύπους με τον κόπανο .Κατά την διάρκεια της συμπύκνωσης ο τύπος θα πρέπει να στηρίζεται σε σταθερό βάθρο . Μετά την συμπύκνωση απομακρύνεται από τον τύπο ο δακτύλιος και περικόπτεται με τον κανόνα με προσοχή το συμπυκνωμένο έδαφος μέχρι το χείλη του τύπου . Οι σχηματιζόμενες οπές στην επιφάνεια λόγω της απομάκρυνσης χονδρών κόκκων συμπληρώνονται με λεπτότερο υλικό . Ζυγίζεται ο τύπος με το υγρό έδαφος . Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπηκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου επί 1059 και αναφέρεται το αποτέλεσμα ως υγρό φαινόμενο βάρος του συμπηκνωμένου εδάφους σε $Kg/M^3$ . Ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως περιγράφεται στην Μέθοδο Α

ΜΕΘΟΔΟΣ Δ

Λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα, τούτο θα πρέπει να ζυγίζει περίπου 11,50 Kg. Ακολουθείται ή ίδια διαδικασία που περιγράφεται για την Μέθοδο Γ εκτός από τα ακόλουθα : Σχηματίζεται δοκίμιο με συμπύκνωση του παρασκευασμένου εδάφους στον τύπο των 152,4 mm, σε 3 ίσες στρώσεις προς απόκτηση ενός υλικού συμπηκνωμένου βάθους περίπου 127 mm.κάθε στρώσης συμπυκνωμένης για 58 ομοιόμορφα διανεμημένων κρούσεων με τον κόπανο. Πολλαπλασιάζεται το βάρος του συμπηκνωμένου δοκιμίου με τον τύπο μείον το βάρος του τύπου, επί 471. Αναφέρεται το αποτέλεσμα ως υγρό φαινόμενο βάρος του συμπηκνωμένου εδάφους σε $Kg/M^3$.

Εάν παραπάνω από 30% του υλικού συγκρατείται στο κόσκινο 19mm τότε συνιστάται να μην ακολουθείται καμία από τις παραπάνω μεθόδους για τον προσδιορισμό της μέγιστης πυκνότητας και της βέλτιστης υγρασίας . Υπολογίζεται η περιεχόμενη υγρασία και το ξηρό βάρος του εδάφους όπως αυτό συμπυκνώθηκε για κάθε δοκιμή με τον ακόλουθο τρόπο

$$W = \frac{A \quad B}{B \quad \Gamma} * 100$$

Και

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{W + 100} * 100$$

Όπου :
W = % περιεχόμενη υγρασία στο δοκίμιο βασιζόμενη στα βάρος εδάφους που ξηράθηκε σε κλίβανο
A = Βάρος υποδοχέα και υγρού εδάφους .
B = Βάρος υποδοχέα και ξηρού εδάφους .
Γ = Βάρος υποδοχέα .
$\gamma_d$ = Ξηρό φαινόμενο βάρος σε $Kg/M^3$ συμπηκνωμένου εδάφους
γ = Υγρό φαινόμενο βάρος σε $Kg/M^3$ συμπηκνωμένου εδάφους

Οι υπολογισμοί θα γίνονται για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας και του ξηρού φαινόμενου βάρους που αντιστοιχεί σε αυτή σε κλίβανο για κάθε από ένα από τα συμπυκνωμένα δείγματα εδάφους .Τα σε κλίβανο ξηρά βάρη ανά κυβικό μέτρο του εδάφους θα σημειώνονται σε σχετικό διάγραμμα σαν τεταγμένες και οι αντίστοιχες περιεχόμενες υγρασίες σαν τετμημένες .

Όταν έχουν προσδιοριστεί και σχεδιαστεί παρατηρείται ότι με σύνδεση των σχεδιασμένων σημείων με ομαλή γραμμή σχηματίζεται μία καμπύλη .Η περιεχόμενη υγρασία που αντιστοιχεί στο ανώτατο σημείο της καμπύλης ορίζεται ως βέλτιστη υγρασία του εδάφους για την ανωτέρω συμπύκνωση .

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η

## Μέθοδος Δοκιμής του Καλιφορνιακού λόγου φέρουσας ικανότητας

Με την δοκιμή αυτή Επιδιώκεται ο καθορισμός της τιμής της φέρουσας ικανότητας εδαφών και μιγμάτων εδαφών - αδρανών όταν συμπυκνωθούν στο εργαστήριο στη βέλτιστη υγρασία και σε διάφορους βαθμούς πυκνότητας με χρησιμοποίηση σφύρας βάρους 2.49 Kg και πτώση ύψους 304.8 mm. (πρότυπη μέθοδος ) .Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να γίνει και η τροποποιημένη μέθοδος συμπύκνωσης με χρησιμοποίηση σφύρας βάρους 4.54 Kg . και πτώσεως ύψους 457.2 mm.

Ο αναγκαίος εργαστηριακός εξοπλισμός αποτελείται από τα ακόλουθα :

1. Μήτρες . Οι μήτρες πρέπει να είναι κυλινδρικού σχήματος μεταλλικές εσωτερικής διαμέτρου C και με διάτρητη βάση ή οποία μπορεί να προσαρμόζεται και στα δύο άκρα του δοχείου .Είναι επιθυμητό να έχουμε τουλάχιστο τρεις μήτρες για κάθε δοκιμή.
2. Παρέμβλημα . ένας κυκλικός μεταλλικός δίσκος διαμέτρου 150.8+-0.8 mm.και ύψους 61.37+-0.13 mm.
3. Κόπανος .Ένας κόπανος βάρους 2.49 Kg. με επιφάνεια κρούσης κυκλική διαμέτρου 50.8 mm. Αυτός φέρει διάταξη για το έλεγχο του ύψους πτώσεως για ελεύθερη πτώση 304.8 mm. πάνω από την επιφάνεια του δοκιμίου.
4. Συσκευή για την μέτρηση της διόγκωσης .Αποτελείται από την πλάκα διόγκωσης με στέλεχος μέτρησης και τρίποδα υποστήριξης με μηκυνσιόμετρο . Η πλάκα διόγκωσης είναι μεταλλική κυκλική διαμέτρου 149.2 mm. διάτρητη με οπές διαμέτρου 1.6 mm . Ο τρίποδας που χρησιμοποιείται για να υποστηρίζει το μηκυνσιόμετρο και είναι διαρθρωμένος ώστε να προσαρμόζεται στο δακτύλιο προέντασης της μήτρας .
5. Μηκυνσιόμετρα . Δύο μηκυνσιόμετρα που έχει καθένα ικανότητα μέτρησης μέχρι 25.4 mm.και με προσέγγιση 0.02 mm
6. Βάρη επιφόρτισης Ένα δακτυλιοειδές μεταλλικό φορτίο με κυκλική οπή στο μέσο διαμέτρου 54 mm μερικά μεταλλικά φορτία με εγκοπή ή διαρούμενα όλα διαμέτρου 149.2 mm. και βάρους το καθένα 2.27 +- 0.04 Kg
7. Έμβολο διείσδυσης .Μεταλλικό έμβολο κυκλικής διατομής με διάμετρο 49.63 mm +-0.13 mm εμβαδού διατομής 1935 $cm^2$ μήκους όχι μικρότερο από 102 mm.
8. Συσκευή φόρτισης. Μία συσκευή θλίψης που έχει την ικανότητα να εξασκεί φόρτιση ομοιόμορφα αυξανόμενου φορτίου μέχρι 44.5 KN και με ταχύτητα φόρτισης 1 mm/min Η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται για να εξαναγκάσει το έμβολο να διεισδύσει στο δοκίμιο .

9. Δοχείο υδρεμποτισμού . Ένα δοχείο υδρεμποτισμού κατάλληλο ώστε να διατηρείται η στάθμη του νερού 25.4 mm πάνω από τα δοκίμια .
10. Κλίβανος ξήρανσης ικανό να διατηρεί θερμοκρασία 110+- 5 $^{o}$C για την ξήρανση των δειγμάτων .
11. Διάφορα . Διάφορα εργαλεία όπως δοχεία ανάμιξης σπάτουλες διηθητικό χαρτί ζυγοί.

Ετοιμάζεται δείγμα σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο Proctor ( Μέθοδος Γ ) με την διαφορά ότι θα ζυγίζει 35 Kg ή και περισσότερο . Υλικό που διέρχεται από το κόσκινο ανοίγματος 50mm και που συγκρατείται από το κόσκινο 19mm θα αντικαθίσταται με υλικό που διέρχεται από το κόσκινο ανοίγματος 19mmκαι συγκρατείται στο κόσκινο No 4 . Εκλέγεται αντιπροσωπευτική ποσότητα βάρους περίπου 11 Kg για να έλεγχο υγρασίας - πυκνότητας και διαχωρίζεται το υπόλοιπο του δείγματος ώστε να ληφθούν τρεις αντιπροσωπευτικές ποσότητες βάρους περίπου 6.8 Kg η κάθε μία .

Η ποσότητα των 11Kg χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της βέλτιστης υγρασίας και της μέγιστης ξηρής πυκνότητας σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο Proctor.

Κανονικά πρέπει να συμπυκνωθούν τρία δείγματα κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι πυκνότητες που θα προκύψουν από την συμπύκνωση να κυμαίνονται από 95% έως 100% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας .

Γενικά θεωρούνται κατάλληλοι περίπου 10,30,και 65 κτύποι κατά στρώση για την συμπύκνωση αντιστοίχως των δοκιμίων 1,2 και 3 . Απαιτούνται γενικά περισσότεροι των 56 κτύπων κατά στρώση για την παρασκευή του δοκιμίου CBR μέχρι του 100% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας γιατί το δείγμα για την παρασκευή του δοκιμίου CBR αναμιγνύεται και συμπυκνώνεται μία φορά μόνο.Ορισμένα εργαστήρια προτιμούν να ελέγχουν μόνο ένα δοκίμιο που συμπυκνώνεται στη μέγιστη ξηρή πυκνότητα και στη βέλτιστη υγρασία όπως καθορίζεται από την πρότυπη μέθοδο Proctor .Είναι δυνατή η εκτέλεση της δοκιμής CBR και με την τροποποιημένη μέθοδο συμπύκνωσης (Proctor) σε ένα μόνο δοκίμιο σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφεται στη μέθοδο ελέγχου ASTM-D1883/1978 και για δοκίμια που θα συμπυκνωθεί με την μέθοδο ASTM-D1557.Συνδέεται η μήτρα στο δίσκο της βάσης σπερεώνεται ο δακτύλιος και ζυγίζεται με προσέγγιση 5g.Εισάγεται το παρέμβλημα στη μήτρα και τοποθετείται τραχύς διηθητικός χάρτης στην επάνω επιφάνεια του δίσκου.Αναμιγνύεται κάθε μία από τις ποσότητες των 6.8 Kg που έχουν παρασκευασθεί σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω με αρκετό νερό ώστε να ληφθεί η βέλτιστη υγρασία .Συμπυκνώνεται μία από τις ποσότητες του μίγματος του εδάφους -νερού ( τέφρας ) μέσα στην μήτρα σε τρεις ίσες στρώσεις και λαμβάνεται συμπυκνωμένο δοκίμιο πάχους περίπου 127 mm. Κάθε στρώση συμπυκνώνεται με τον ελάχιστο αριθμό κτύπων που έχει εκλεγεί ώστε να ληφθεί από την συμπύκνωση πυκνότητα 95% ή λιγότερη της μέγιστης πυκνότητας

Προσδιορίζεται ή περιεχόμενη υγρασία του υλικού στην αρχή και στο τέλος της συμπύκνωσης . Κάθε δείγμα για τον προσδιορισμό της υγρασίας πρέπει τουλάχιστον να ζυγίζει 100 g για τα λεπτόκοκκα υλικά και 500 g για τα χονδρόκοκκα υλικά . Εξάγεται ο δακτύλιος επιπεδώνεται το έδαφος που συμπυκνώθηκε στο ύψος των χειλιών της μήτρας . Επιφανειακές ανωμαλίες γεμίζουν με λεπτόκοκκο υλικό . Απομακρύνεται το μεταλλικό παρέμβλημα τοποθετείται τραχύ διηθητικό χαρτί στο διάτρητο δίσκο της βάσης αντιστρέφεται η μήτρα και το συμπυκνωμένο δοκίμιο και το συμπυκνωμένο δοκίμιο εδάφους τοποθετείται πάνω σε διηθητικό χαρτί .Σπερεώνεται η διάτρητη πλάκα της βάσης στη μήτρα και προσαρμόζεται ο δακτύλιος προέκτασης . Ζυγίζεται η μήτρα και το δοκίμιο με προσέγγιση 5 g .Οι δύο άλλες ποσότητες των 6.8 Kg συμπυκνώνονται με μόνη διαφορά ότι ένας ενδιάμεσος αριθμός κτύπων κατά στρώση χρησιμο-

ποιείται για την συμπύκνωση του τρίτου δοκιμίου. Τοποθετείται πάνω στο εδαφικό δείγμα μέσα στη μήτρα πλάκα με στέλεχος ρύθμισης της διόγκωσης και τοποθετούνται επαρκή δακτυλιοειδή βάρη για την πραγματοποίηση φόρτισης ίσης προς την πραγματοποιούμενη από το βάρος των στρώσεων υπόβασης - βάσης και στρώσης κυκλοφορίας πάνω από το προς δοκιμή υλικό με απόκλιση ± 2,26 Kg από αυτό . Σε καμία περίπτωση τα φορτία αυτά δεν θα είναι συνολικά μικρότερα από 4,5 Kg .Τοποθετείται ο τρίποδας με το μηκυνσόμετρο στην κορυφή της μήτρας και λαμβάνεται μία αρχική ανάγνωση .Εμβαπτίζεται η μήτρα στο νερό ώστε και το επάνω μέρος του δοκιμίου να βρίσκεται σε ελεύθερη επαφή με το νερό Κατά τη διάρκεια του υδρεμποτισμού διατηρείται σταθερή η στάθμη του νερού στη μήτρα και στο δοχείο υδρεμποτισμού περίπου 25,4mm επάνω από την κορυφή του δοκιμίου . Η διαδικασία του υδρεμποτισμού διαρκεί 96 .ωρες .Μετά τις 96 ώρες εκτελείται μία τελευταία ανάγνωση στα δοκίμια που βρίσκονται μέσα στο νερό και υπολογίζεται η διόγκωση σαν ποσοστό του αρχικού μήκους του δείγματος. Δηλαδή :

Ποσοστό διόγκωσης = Μεταβολή του μήκους (mm) / 116.4 *100

Εξάγονται τα δοκίμια από το δοχείο υδρεμποτισμού απομακρύνεται το νερό από την άνω βάση των δοκιμίων και αφήνονται 15 min να στραγγίσουν με την βαρύτητα Πρέπει να καταβάλλεται προσοχή ώστε να αποφεύγεται η διαταραχή της επιφανείας των δοκιμίων κατά την απομάκρυνση τους από το νερό τα βάρη επιφορτίσεως και οι διάτρητες πλάκες αφαιρούνται μετά την αποστράγγιση .

Προκαλείται επιφόρτιση πάνω στο δοκίμιο με δύο δακτυλοειδή φορτία χρησιμοποιείθηκαν κατά τον υδρεμποτισμό.Μόλις η τοποθέτηση ενός φορτίου επάνω στο δοκίμιο και για να αποφευχθεί διαρροή μαλακού υλικού κατά την έναρξη της φορτίσεως αφήνεται να επικαθήσει επάνω στο δοκίμιο το έμβολο διεισδύσεως .Μετά την επικάθηση του εμβόλου διεισδύσεως τοποθετούνται τα υπόλοιπα βάρη φορτίσεως γύρω από το έμβολο. Το έμβολο διεισδύσεως με φορτίο 44.5N αφήνεται να επικαθήσει επάνω στο δοκίμιο και στη συνέχεια μηδενίζονται οι ενδείξεις των οργάνων μετρήσεως της διεισδύσεως και του φορτίου. Τα φορτία εξασκούνται πάνω στο έμβολο διεισδύσεως έτσι ώστε να είναι ομοιόμορφη και με ταχύτητα 1,3 mm/min .Λαμβάνονται οι ενδείξεις του φορτίου για διεισδύσεις 0,64-1,27-1,91-2,54-5,08-7,62 mm . Επίσης εάν χρειάζεται μπορεί να ληφθούν αναγνώσεις για διεισδύσεις 10,16 και 12,70 mm.

Η καμπύλη τάσεων παραμορφώσεων σχεδιάζεται για κάθε δοκίμιο . Σε ορισμένες περιπτώσεις η αρχική διείσδυση λαμβάνει χώρα χωρίς αναλογική αύξηση της αντιδράσεως σε διείσδυση και η καμπύλη πιθανόν να είναι κοίλη προς τα άνω . Για να λάβουμε την πραγματική σχέση τάσεων παραμορφώσεων διορθώνουμε την καμπύλη που έχει τα κοίλα προς τα άνω ειδικά στο τμήμα της κοντά στην αρχή των συντεταγμένων αναπροσαρμόζοντας την θέση της αρχής των συντεταγμένων καθορίζεται με προέκταση του ευθύγραμμου τμήματος καμπύλης τάσεων παραμορφώσεων μέχρις ότου αυτό τμήσει τον άξονα των τεταγμένων.

Οι διορθωμένες τιμές πιέσεως θα καθορισθούν για κάθε δοκιμή μία από τις διεισδύσεις 2,54 και 5,08 mm. Οι λόγοι Καλιφορνιακού δείκτη φέρουσας ικανότητας λαμβάνονται σε ποσοστό % με διαίρεση των διορθωμένων τιμών πιέσεων που αντιστοιχούν στις διεισδύσεις των 2,54 και 5,08 2mm. Δια των αντιστοίχων προτύπων πιέσεων 6,9 MPa και 10,35 MPa . Ο λόγος αυτός πρέπει να πολλαπλασιάζεται επί 100.

$$CBR = \frac{\text{Διορθωμένη τιμή πίεσεως}}{\text{Προτυπη πίεση}} * 100$$

Σαν τιμή του Καλιφορνιακού λόγου φέρουσας ικανότητας δεκλέγεται αυτή που αντιστοιχεί σε διείσδυση 2,54 mm. Εάν ο λόγος της φέρουσας ικανότητας που αντιστοιχεί σε διείσδυση 5,08 mm. είναι μεγαλύτερος η δοκιμή θα επαναληφθεί . Εάν η δοκιμή επαληθεύσεως δώσει όμοια αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθεί ο λόγος που αντιστοιχεί σε διείσδυση 5.08 mm.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ

## Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης

Η μέθοδος αφορά τον ταχύ προσδιορισμό της ανεμπόδιστης αντοχής συνεκτικού εδάφους οδοστρώματος ή αναζυμωμένου δείγματος. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συνεκτικότητα του εδάφους να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει τη διατήρηση της γεωμετρίας του δοκιμίου χωρίς την εφαρμογή πλευρικής πίεσεως.

Είναι η δοκιμή κατά την οποία εφαρμόζεται στο δοκίμιο ελεύθερα από πλευρική πίεση ένα αξονικό φορτίο. Σαν αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη ορίζεται η τάση στην οποία το δοκίμιο εμφανίζει 2 από τις ακόλουθες καταστάσεις :

1. Αρχίζει να παρουσιάζει επιφάνεια θραύσεως
2. Η παραμόρφωση συνεχίζεται χωρίς την αύξηση του φορτίου.

Εάν καμία από τις παραπάνω καταστάσεις δεν συμβαίνει τότε σαν αντοχή λαμβάνεται η τάση που αντιστοιχεί σε ανηγμένη παραμόρφωση 20%.

Ο αναγκαίος εξοπλισμός για την εύρεση της αντοχής σε μονοαξονική παραμόρφωση αποτελείται από τα ακόλουθα .

1. Συσκευή θλίψεως
2. Μετρητής παραμόρφωσης
3. Διαστημόμετρο τύπου Vernier
4. Χρονόμετρο ακριβείας
5. Μορφωτής δοκιμίων
6. Εξολκέας δείγματος
7. Κύλινδρος αναζυμώσεως και έμβολο
8. Κλίβανος ξηράνσεως
9. Ζυγοί ακριβείας
10. Συσκευές γενικής χρήσεως.

Το δοκίμιο πρέπει να έχει διάμετρο μικρότερη από 33mm ενώ η μέγιστη διάμετρος των κόκκων θα πρέπει να είναι μικρότερη από το 1/10 της διαμέτρου του δοκιμίου . Για δοκίμια που έχουν διάμετρο ίση με ή μεγαλύτερη από 71,1 mm η μέγιστη διάμετρος των κόκκων θα πρέπει να είναι μικρότερη από το 1/6

της διαμέτρου του δοκιμίου. Εάν μετά την δοκιμή αδιαπάρακτου δοκιμίου διαπιστωθεί ότι η μέγιστη διάμετρος των περιεχόμενων κόκκων δεν ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις θα πρέπει να μειώνεται στο έντυπο χάρτι της δοκιμής. Ο λόγος ύψος προς τη διάμετρο θα πρέπει να είναι 2 προς 3. Η μέτρηση των διαστάσεων του δοκιμίου θα πρέπει να γίνεται με το διαστημόμετρο τύπου Vernier με ακρίβεια 0,25 mm. Η προπαρασκευή των αναζυμωθέντων δοκιμίων γίνεται είτε χρησιμοποιώντας θραυσμένο αδιατάρακτο δοκίμιο είτε διαταραγμένο δείγμα. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται θραυσμένο αδιατάρακτο δοκίμιο το υλικό τυλίγεται σε αεροστεγή μεμβράνη και δουλεύεται εξωτερικά με τα δάκτυλα ώστε να εξασφαλιστεί πλήρης αναζύμωση του υλικού. Μετά την αναζύμωση το υλικό επανασυμπηκνώνεται μέσα σε κυλινδρικά δοκίμια με επιθυμητές διαστάσεις. Μετά την εξαγωγή του δοκιμίου από το καλούπι γίνεται μόρφωση των ακραίων διατομών και προσδιορίζεται το βάρος του.

Το δοκίμιο τοποθετείται στη συσκευή φορτίσεως στο κέντρο της κάτω πλάκας. Η συσκευή ρυθμίζεται έτσι ώστε η άνω πλάκα να βρίσκεται σε επαφή με την άνω επιφάνεια του δοκιμίου και μηδενίζεται ο μετρητής των παραμορφώσεων. Στο δοκίμιο εφαρμόζεται θλιπτικό αξονικό φορτίο τέτοιο ώστε η παραμόρφωση που θα επιτυγχάνεται να είναι της τάξεως των ½ έως 2% ανά λεπτό και γίνεται η καταγραφή των αξονικών φορτίων και παραμορφώσεων ανά 30 sec. Η ταχύτητα των επιβαλλόμενων παραμορφώσεων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η ολική διάρκεια της δοκιμής να μην ξεπερνά 10 λεπτά προκειμένου που δεν προστατεύονται με αεροστεγή μεμβράνη. Η επιβολή του θλιπτικού φορτίου συνεχίζεται μέχρι να παρατηρηθεί μείωση του φορτίου με αυξανόμενες παραμορφώσεις ή μέχρι να φθάσει η παραμόρφωση την τιμή του 20%. Στην περίπτωση που τα δοκίμια προστατεύονται με αεροστεγή μεμβράνη η ταχύτητα των επιβαλλομένων παραμορφώσεων μπορεί να είναι μικρότερη και συνεπώς η ολική διάρκεια της δοκιμής μεγαλύτερη για καλύτερα αποτελέσματα της δοκιμής. Η ταχύτητα αυτή αναγράφεται στα αποτελέσματα της δοκιμής. Όλα γενικώς τα στοιχεία του δοκιμίου οι ενδείξεις παραμόρφωσης και φορτίου καθώς και ο τρόπος θραύσεως του δοκιμίου.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

## Εργαστηριακά αποτελέσματα

**ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ**

ΑΡΠΛΟΣ Ι ( ΖΩΓΡΑΦΟΥ) + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ – 7 ΗΜΕΡΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ Ι & ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 0%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 0 | 410.49 | 196.25 | 2091.67 | 19.63 | 46.50 | 2.84 | 32.19 | 35.03 | 0.18 |
| 0 | 412.55 | 196.25 | 2102.17 | 19.63 | 46.00 | 2.84 | 31.88 | 34.72 | 0.18 |
| 0 | 412.52 | 196.25 | 2102.01 | 19.63 | 47.00 | 2.84 | 31.25 | 34.09 | 0.17 |
| 0 | 411.03 | 196.25 | 2094.42 | 19.63 | 42.00 | 2.84 | 28.00 | 30.84 | 0.16 |
| 0 | 412.49 | 196.25 | 2101.86 | 19.63 | 40.00 | 2.84 | 26.67 | 29.51 | 0.15 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.17 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0002 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.6% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι & ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 391.00 | 196.25 | 1992.36 | 19.63 | 148.00 | 2.84 | 95.51 | 98.35 | 0.50 |
| 5 | 391.00 | 196.25 | 1992.36 | 19.63 | 144.50 | 2.84 | 93.27 | 96.11 | 0.49 |
| 5 | 391.00 | 196.25 | 1992.36 | 19.63 | 149.00 | 2.84 | 96.15 | 98.99 | 0.50 |
| 5 | 391.00 | 196.25 | 1992.36 | 19.63 | 154.00 | 2.84 | 99.36 | 102.20 | 0.52 |
| 5 | 391.00 | 196.25 | 1992.36 | 19.63 | - | 2.84 | - | - | |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.50 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0002 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 2.5% |
| | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ Ι & ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 379.47 | 196.25 | 1933.61 | 19.63 | 153.50 | 2.84 | 99.03 | 101.87 | 0.52 |
| 10 | 379.47 | 196.25 | 1933.61 | 19.63 | 161.50 | 2.84 | 104.16 | 107.00 | 0.55 |
| 10 | 378.29 | 196.25 | 1927.59 | 19.63 | 167.50 | 2.84 | 108.10 | 110.94 | 0.57 |
| 10 | 375.52 | 196.25 | 1913.48 | 19.63 | 155.00 | 2.84 | 100.00 | 102.84 | 0.52 |
| 10 | 379.61 | 196.25 | 1934.32 | 19.63 | 170.50 | 2.84 | 109.93 | 112.77 | 0.57 |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.55 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.5% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 :ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ I & ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 371.65 | 196.25 | 1893.76 | 19.63 | 167.50 | 2.84 | 108.10 | 110.94 | 0.57 |
| 20 | 371.65 | 196.25 | 1893.76 | 19.63 | 170.00 | 2.84 | 109.61 | 112.45 | 0.57 |
| 20 | 372.75 | 196.25 | 1899.36 | 19.63 | 193.50 | 2.84 | 124.67 | 127.51 | 0.65 |
| 20 | 371.66 | 196.25 | 1893.81 | 19.63 | 163.00 | 2.84 | 105.12 | 107.96 | 0.55 |
| 20 | 371.30 | 196.25 | 1891.97 | 19.63 | 169.00 | 2.84 | 108.97 | 111.81 | 0.57 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.59 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.002 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.7% |
| | |

**28 ΗΜΕΡΕΣ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5:** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ | ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 389.59 | 196.25 | 1985.17 | 19.63 | 239.00 | 2.84 | 153.83 | 156.67 | 0.80 |
| 5 | 389.20 | 196.25 | 1983.18 | 19.63 | 226.50 | 2.84 | 145.82 | 148.66 | 0.76 |
| 5 | 389.44 | 196.25 | 1984.41 | 19.63 | 229.00 | 2.84 | 147.42 | 150.26 | 0.77 |
| 5 | 390.53 | 196.25 | 1989.96 | 19.63 | 239.50 | 2.84 | 154.15 | 156.99 | 0.80 |
| 5 | 388.47 | 196.25 | 1979.46 | 19.63 | 248.50 | 2.84 | 159.92 | 162.76 | 0.83 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.78 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 2.8% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 381.53 | 196.25 | 1944.10 | 19.63 | 350.00 | 2.84 | 225.00 | 227.84 | 1.16 |
| 10 | 378.61 | 196.25 | 1929.22 | 19.63 | 344.50 | 2.84 | 221.48 | 224.32 | 1.14 |
| 10 | 376.57 | 196.25 | 1918.83 | 19.63 | 347.50 | 2.84 | 223.40 | 226.24 | 1.15 |
| 10 | 376.87 | 196.25 | 1930.55 | 19.63 | 346.50 | 2.84 | 224.04 | 226.88 | 1.16 |
| 10 | 378.78 | 196.25 | 1930.09 | 19.63 | 303.50 | 2.84 | 194.85 | 197.69 | 1.01 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.12 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.8% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0.002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 371.38 | 196.25 | 1892.38 | 19.63 | 543.50 | 2.84 | 348.40 | 351.24 | 1.79 |
| 20 | 371.60 | 196.25 | 1893.50 | 19.63 | 554.00 | 2.84 | 355.13 | 357.97 | 1.82 |
| 20 | 371.00 | 196.25 | 1890.45 | 19.63 | 530.50 | 2.84 | 340.06 | 342.90 | 1.75 |
| 20 | 372.46 | 196.25 | 1897.89 | 19.63 | 572.00 | 2.84 | 366.67 | 369.51 | 1.88 |
| 20 | 370.07 | 196.25 | 1885.71 | 19.63 | 521.00 | 2.84 | 333.97 | 336.81 | 1.72 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.79 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.8% |

90 ΗΜΕΡΕΣ

| ΠΙΝΑΚΑΣ 8 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΑΡΠΙΛΟΥ \| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5% | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
| | | | | | | | | | |
| 5 | 390.63 | 196.25 | 1990.47 | 19.63 | 328.00 | 2.84 | 210.90 | 213.74 | 1.09 |
| 5 | 389.51 | 196.25 | 1984.76 | 19.63 | 350.00 | 2.84 | 225.00 | 227.84 | 1.16 |
| 5 | 389.12 | 196.25 | 1982.76 | 19.63 | 353.00 | 2.84 | 226.93 | 229.77 | 1.17 |
| 5 | 388.66 | 196.25 | 1980.43 | 19.63 | 366.00 | 2.84 | 236.54 | 239.38 | 1.22 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.16 |
| | | | | | | | | ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.05 |
| | | | | | | | | ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.003 |
| | | | | | | | | ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4,3% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 378.04 | 196.25 | 1928.32 | 19.63 | 578.00 | 2.84 | 369.23 | 372.07 | 1.90 |
| 10 | 377.80 | 196.25 | 1925.10 | 19.63 | 586.00 | 2.84 | 375.64 | 378.48 | 1.93 |
| 10 | 378.40 | 196.25 | 1928.15 | 19.63 | 556.00 | 2.84 | 356.41 | 359.25 | 1.83 |
| 10 | 378.60 | 196.25 | 1929.17 | 19.63 | 607.00 | 2.84 | 389.10 | 391.94 | 2.00 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.91 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.005 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.6% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=6/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 60 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΑΡΓΙΛΟΥ I ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ

20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 372.79 | 196.25 | 1899.57 | 19.63 | 925.00 | 2.84 | 593.01 | 595.85 | 3 04 |
| 20 | 370.03 | 196.25 | 1885.50 | 19.63 | 920.00 | 2.84 | 589.82 | 592.66 | 3.02 |
| 20 | 370.01 | 196.25 | 1885.40 | 19.63 | 922.00 | 2.84 | 591.09 | 593.93 | 3.03 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 3.03 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 0.3% |
| | |

ΑΡΓΙΛΟΣ Ι Ι ( ΖΩΓΡΑΦΟΥ) + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ – 7 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 11** :ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ιι ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 0%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 0 | 362.11 | 196.25 | 1845.15 | 19.83 | 18.00 | 2.84 | 12.00 | 14.84 | 0.08 |
| 0 | 362.39 | 196.25 | 1846.57 | 19.83 | 20.50 | 2.84 | 13.67 | 16.51 | 0.08 |
| 0 | 362.08 | 196.25 | 1844.99 | 19.83 | 15.50 | 2.84 | 10.33 | 13.17 | 0.07 |
| 0 | 362.90 | 196.25 | 1849.17 | 19.83 | 18.00 | 2.84 | 12.00 | 14.84 | 0.08 |
| 0 | 362.47 | 196.25 | 1846.98 | 19.83 | 21.50 | 2.84 | 14.33 | 17.17 | 0.09 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.08 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 10.3% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 346.62 | 196.25 | 1766.22 | 19.63 | 51.00 | 2.84 | 33.75 | 36.59 | 0.19 |
| 5 | 346.34 | 196.25 | 1764.79 | 19.63 | 54.00 | 2.84 | 35.63 | 38.47 | 0.20 |
| 5 | 346.84 | 196.25 | 1767.34 | 19.63 | 70.50 | 2.84 | 45.94 | 48.78 | 0.25 |
| 5 | 346.08 | 196.25 | 1763.46 | 19.63 | 52.00 | 2.84 | 34.38 | 37.22 | 0.19 |
| 5 | 347.54 | 196.25 | 1770.90 | 19.63 | 73.00 | 2.84 | 47.50 | 50.34 | 0.26 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.21 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΤΑΣ | 14.2% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 13** : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Μρα) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 332.62 | 196.25 | 1694.68 | 19.63 | 134.50 | 2.84 | 88.88 | 89.70 | 0.46 |
| 10 | 333.00 | 196.25 | 1696.82 | 19.63 | 154.00 | 2.84 | 99.38 | 102.20 | 0.52 |
| 10 | 332.49 | 196.25 | 1694.22 | 19.63 | 150.00 | 2.84 | 96.79 | 99.63 | 0.51 |
| 10 | 332.10 | 196.25 | 1692.23 | 19.63 | 121.00 | 2.84 | 78.21 | 81.05 | 0.41 |
| 10 | 332.42 | 196.25 | 1693.86 | 19.63 | 126.00 | 2.84 | 81.41 | 84.25 | 0.43 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.47 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.05 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 10.2% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 14 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ II ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Μρα) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 323.94 | 196.25 | 1650.85 | 19.63 | 278.00 | 2.84 | 178.51 | 181.35 | 0.92 |
| 20 | 325.17 | 196.25 | 1656.92 | 19.63 | 243.00 | 2.84 | 156.40 | 159.24 | 0.81 |
| 20 | 325.55 | 196.25 | 1658.85 | 19.63 | 296.00 | 2.84 | 190.05 | 192.89 | 0.98 |
| 20 | 325.83 | 196.25 | 1660.28 | 19.63 | 293.00 | 2.84 | 188.12 | 190.96 | 0.97 |
| 20 | 323.36 | 196.25 | 1647.69 | 19.63 | - | - | - | - | - |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.92 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.08 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.01 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.5% |

28 ΗΜΕΡΕΣ

| ΠΙΝΑΚΑΣ 15 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5% | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Μρα) |
| | | | | | | | | | |
| 5 | 346.25 | 196.25 | 1764.33 | 19.63 | 74.50 | 2.84 | 48.44 | 51.28 | 0.26 |
| 5 | 346.23 | 196.25 | 1764.23 | 19.63 | 82.00 | 2.84 | 53.53 | 56.37 | 0.29 |
| 5 | 346.59 | 196.25 | 1766.06 | 19.63 | 69.50 | 2.84 | 45.32 | 48.16 | 0.25 |
| 5 | 346.92 | 196.25 | 1767.75 | 19.63 | 68.00 | 2.84 | 44.38 | 47.22 | 0.24 |
| 5 | 346.20 | 196.25 | 1764.08 | 19.63 | 64.50 | 2.84 | 42.19 | 45.03 | 0.23 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.25 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.9% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Μρα) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 331.79 | 196.25 | 1690.65 | 19.63 | 144.50 | 2.84 | 93.27 | 96.11 | 0.49 |
| 10 | 331.40 | 196.25 | 1688.66 | 19.63 | 159.50 | 2.84 | 102.88 | 105.72 | 0.54 |
| 10 | 331.57 | 196.25 | 1689.53 | 19.63 | 158.00 | 2.84 | 101.92 | 104.76 | 0.53 |
| 10 | 332.25 | 196.25 | 1692.99 | 19.63 | 163.00 | 2.84 | 105.12 | 107.96 | 0.55 |
| 10 | 332.14 | 196.25 | 1692.43 | 19.63 | 181.00 | 2.84 | 116.66 | 119.50 | 0.61 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.54 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.9% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Μρα) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 325.63 | 196.25 | 1659.26 | 19.63 | 410.00 | 2.84 | 263.47 | 266.31 | 1.36 |
| 20 | 325.69 | 196.25 | 1660.58 | 19.63 | 370.00 | 2.84 | 237.82 | 240.66 | 1.23 |
| 20 | 325.92 | 196.25 | 1657.68 | 19.63 | 350.00 | 2.84 | 225.00 | 227.84 | 1.16 |
| 20 | 324.96 | 196.25 | 1655.85 | 19.63 | 371.00 | 2.84 | 238.46 | 241.30 | 1.23 |
| 20 | 325.76 | 196.25 | 1659.92 | 19.63 | 364.50 | 2.84 | 234.30 | 237.14 | 1.21 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.24 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.01 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.9% |

90 ΗΜΕΡΕΣ

| ΠΙΝΑΚΑΣ 18 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ Ή ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5% | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
| | | | | | | | | | |
| 5 | 344.86 | 196.25 | 1757.25 | 19.63 | 95.00 | 2.84 | 61.54 | 64.38 | 0.33 |
| 5 | 345.78 | 196.25 | 1761.94 | 19.63 | 107.50 | 2.84 | 69.56 | 72.40 | 0.37 |
| 5 | 331.93 | 196.25 | 1691.38 | 19.63 | 90.00 | 2.84 | 58.34 | 61.18 | 0.31 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.34 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8,8% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 19 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ || ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Μρα) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 331.93 | 196.25 | 1691.36 | 19.63 | 220.00 | 2.84 | 141.65 | 144.49 | 0.74 |
| 10 | 331.64 | 196.25 | 1689.89 | 19.63 | 222.50 | 2.84 | 143.26 | 146.10 | 0.74 |
| 10 | 331.30 | 196.25 | 1688.15 | 19.63 | 192.50 | 2.84 | 124.03 | 126.87 | 0.65 |
| 10 | 331.29 | 196.25 | 1688.10 | 19.63 | 213.50 | 2.84 | 137.49 | 140.33 | 0.72 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.71 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΤΑΣ | 6.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 20 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (5 cm.-10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 324.80 | 196.25 | 1655.03 | 19.63 | 550.00 | 2.84 | 352.56 | 355.40 | 1.81 |
| 20 | 325.72 | 196.25 | 1659.72 | 19.63 | 535.00 | 2.84 | 343.27 | 346.11 | 1.76 |
| 20 | 324.76 | 196.25 | 1654.83 | 19.63 | 536.50 | 2.84 | 343.59 | 346.43 | 1.77 |
| 20 | 324.36 | 196.25 | 1652.79 | 19.63 | 498.00 | 2.84 | 319.55 | 322.39 | 1.64 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.75 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.01 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.1% |

**ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ**

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 21 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 390.20 | 406.26 | 196.25 | 1988.28 | 19.63 | 293.00 | 2.84 | 188.12 | 190.96 | 0.97 |
| 5 | 389.85 | 405.82 | 196.25 | 1986.50 | 19.63 | 266.00 | 2.84 | 183.64 | 186.48 | 0.95 |
| 5 | 389.95 | 405.51 | 196.25 | 1987.01 | 19.63 | 275.00 | 2.84 | 176.58 | 179.42 | 0.91 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.95 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.1% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 22 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΣΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 380.17 | 392.73 | 196.25 | 1937.17 | 19.63 | 551.00 | 2.84 | 353.20 | 356.04 | 1.81 |
| 10 | 380.44 | 393.28 | 196.25 | 1938.55 | 19.63 | 545.50 | 2.84 | 349.36 | 352.20 | 1.79 |
| 10 | 379.75 | 391.73 | 196.25 | 1935.03 | 19.63 | 533.50 | 2.84 | 341.67 | 344.51 | 1.76 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.79 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0,001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 1.7% |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 23 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%**

**(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0.002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 373.25 | 380.06 | 196.25 | 1901.91 | 19.63 | 862.00 | 2.84 | 565.61 | 568.45 | 2.90 |
| 20 | 372.88 | 378.93 | 196.25 | 1900.03 | 19.63 | 840.50 | 2.84 | 539.49 | 542.33 | 2.76 |
| 20 | 373.01 | 379.85 | 196.25 | 1900.69 | 19.63 | 828.50 | 2.84 | 531.57 | 534.41 | 2.72 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.79 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.09 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.008 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.2% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 24 : ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΨΗ ΛΟΓΩ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ - ΑΡΠΛΟΣ Ι

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚ. (g) | ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3 | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (ΜΕ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟ) (Mpa) | ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ( ΜΕΙΩΣΗ ) (Mpa) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ (%) | ΛΟΓΟΣ ΑΝΤΟΧΩΝ (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 391 | 1702.05 | 1930.55 | 15.87 | 1.18 | 0.95 | 0.21 | 18.10% | 81.9% |
| 10 | 361 | 1624.5 | 1938.03 | 12.46 | 1.91 | 1.79 | 0.12 | 6.28% | 93.7% |
| 20 | 374 | 1576.59 | 1905.48 | 8.5 | 3.03 | 2.79 | 0.24 | 7.92% | 92.1% |
| | | | | | | | | | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 28 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 5%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 390.20 | 406.28 | 196.25 | 1986.28 | 19.63 | 80.03 | 312.28 | 16.08 | 5.15% |
| 5 | 389.85 | 405.82 | 196.25 | 1986.50 | 19.63 | 80.03 | 312.00 | 15.97 | 5.12% |
| 5 | 389.95 | 405.51 | 196.25 | 1987.01 | 19.63 | 80.03 | 312.08 | 15.56 | 4.99% |
| | | | | | | | | | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 5.08% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.00 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 1.7% |
| | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 26 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 380.17 | 392.73 | 196.25 | 1937.17 | 19.63 | 75.13 | 285.82 | 12.56 | 4.40% |
| 10 | 380.44 | 393.28 | 196.25 | 1938.55 | 19.63 | 75.13 | 285.82 | 12.84 | 4.49% |
| 10 | 379.75 | 391.73 | 196.25 | 1935.03 | 19.63 | 75.13 | 285.31 | 11.98 | 4.20% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 4.36% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.00 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.4% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 27 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 373.25 | 380.06 | 196.25 | 1901.91 | 19.63 | 86.65 | 248.77 | 6.81 | 2.74% |
| 20 | 372.88 | 378.93 | 196.25 | 1900.03 | 19.63 | 86.65 | 248.52 | 6.05 | 2.43% |
| 20 | 373.01 | 379.65 | 196.25 | 1900.69 | 19.63 | 86.65 | 248.61 | 6.64 | 2.67% |
| | | | | | | | | | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.61% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0,00 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.1% |
| | |

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι +ΨΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 28 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (gr) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kgr/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kgr) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 348.96 | 375.78 | 196.25 | 1767.95 | 19.63 | 45.00 | 2.84 | 30.00 | 32.84 | 0.17 |
| 5 | 345.85 | 375.95 | 196.25 | 1762.29 | 19.63 | 47.00 | 2.84 | 31.25 | 34.09 | 0.17 |
| 5 | 345.80 | 377.55 | 196.25 | 1761.02 | 19.63 | 39.00 | 2.84 | 26.00 | 28.84 | 0.15 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.16 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.8% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 29 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΟΥ (**) (gr) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kgr/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kgr) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 330.17 | 358.52 | 196.25 | 1682.39 | 19.63 | 170.00 | 2.84 | 109.61 | 112.45 | 0.57 |
| 10 | 330.06 | 363.62 | 196.25 | 1681.83 | 19.63 | 148.50 | 2.84 | 95.83 | 98.67 | 0.50 |
| 10 | 332.01 | 364.46 | 196.25 | 1691.77 | 19.63 | 162.50 | 2.84 | 104.80 | 107.64 | 0.55 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.54 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.6% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 30 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ !! ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (gr) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (gr) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kgr/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kgr) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kgr) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 324.08 | 332.75 | 196.25 | 1651.38 | 19.63 | 400.50 | 2.84 | 257.38 | 260.22 | 1.33 |
| 20 | 324.49 | 332.30 | 196.25 | 1653.45 | 19.63 | 429.50 | 2.84 | 275.97 | 278.81 | 1.42 |
| 20 | 324.10 | 331.57 | 196.25 | 1651.46 | 19.63 | 435.00 | 2.84 | 279.49 | 282.33 | 1.44 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.42 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.006 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.3% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 31 : ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΛΟΓΩ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ - ΑΡΓΙΛΟΣ ( )

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ | ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚ. | ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (ΜΕ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟ) | ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ( ΜΕΙΩΣΗ ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ | ΛΟΓΟΣ ΑΝΤΟΧΩΝ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | g | kg/M^3 | kg/M^3 | g | Mpa | Mpa | Mpa | % | % |
| | | | | | | | | | |
| 5 | 347.75 | 1409.12 | 1771.95 | 11.85 | 0.34 | 0.16 | 0.18 | 52.94% | 47.1% |
| 10 | 333.85 | 1350.03 | 1701.16 | 12.28 | 0.71 | 0.54 | 0.17 | 23.94% | 76.1% |
| 20 | 326.43 | 1338.16 | 1863.34 | 4.04 | 1.71 | 1.42 | 0.29 | 16.96% | 83.0% |
| | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 32 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 5%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 346.96 | 375.78 | 196.25 | 1767.95 | 19.63 | 73.83 | 256.16 | 28.82 | 11.25% |
| 5 | 345.85 | 375.95 | 196.25 | 1762.29 | 19.63 | 73.83 | 255.34 | 30.10 | 11.79% |
| 5 | 345.80 | 377.55 | 196.25 | 1761.02 | 19.63 | 73.83 | 255.16 | 31.95 | 12.52% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 11.85% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΤΑΣ | 5.4% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 33 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 330.17 | 358.52 | 196.25 | 1682.39 | 19.63 | 69.93 | 230.89 | 28.35 | 12.28% |
| 10 | 330.06 | 363.62 | 196.25 | 1681.83 | 19.63 | 69.93 | 230.81 | 33.78 | 14.63% |
| 10 | 332.01 | 364.46 | 196.25 | 1691.77 | 19.63 | 69.93 | 232.17 | 32.45 | 13.98% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 13.63% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.9% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 34 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 324.08 | 332.75 | 196.25 | 1651.38 | 19.63 | 64.10 | 207.74 | 8.67 | 4.17% |
| 20 | 324.49 | 332.30 | 196.25 | 1653.45 | 19.63 | 64.10 | 208.00 | 7.81 | 3.75% |
| 20 | 324.10 | 331.57 | 196.25 | 1651.46 | 19.63 | 64.10 | 207.75 | 7.47 | 3.60% |
| 20 | 324.47 | 334.13 | 196.25 | 1653.35 | 19.63 | 64.10 | 207.99 | 9.66 | 4.64% |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 4.04% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.00 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 11.6% |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΔΙΑΡΡΗΞΗ**

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 38 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ** (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 0%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 0 | 412.23 | 196.25 | 2100.54 | 19.63 | 27.00 | 2.84 | 18.00 | 20.84 | 0.03 |
| 0 | 412.20 | 196.25 | 2100.38 | 19.63 | 24.00 | 2.84 | 16.00 | 18.84 | 0.02 |
| 0 | 411.60 | 196.25 | 2097.32 | 19.63 | 26.00 | 2.84 | 17.33 | 20.17 | 0.03 |
| 0 | 412.52 | 196.25 | 2102.01 | 19.63 | 28.00 | 2.84 | 18.67 | 21.51 | 0.03 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.03 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.001 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.6% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 36 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΙΘΜΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 389.33 | 196.25 | 1983.85 | 19.63 | 165.00 | 2.84 | 106.41 | 109.25 | 0.14 |
| 5 | 389.86 | 196.25 | 1985.53 | 19.63 | 203.00 | 2.84 | 130.76 | 133.60 | 0.17 |
| 5 | 390.97 | 196.25 | 1992.20 | 19.63 | 167.00 | 2.84 | 107.69 | 110.53 | 0.14 |
| 5 | 390.67 | 196.25 | 1990.66 | 19.63 | 173.00 | 2.84 | 111.53 | 114.37 | 0.15 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.15 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 9.7% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 37 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ I ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 379.61 | 196.25 | 1934.32 | 19.63 | 285.00 | 2.84 | 182.99 | 185.83 | 0.24 |
| 10 | 380.15 | 196.25 | 1937.07 | 19.63 | 310.00 | 2.84 | 198.02 | 201.86 | 0.26 |
| 10 | 380.99 | 196.25 | 1941.35 | 19.63 | 307.00 | 2.84 | 197.10 | 199.94 | 0.25 |
| 10 | 379.65 | 196.25 | 1934.52 | 19.63 | 331.00 | 2.84 | 212.82 | 215.66 | 0.27 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.26 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.1% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 38 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 370.23 | 196.25 | 1888.52 | 19.63 | 461.00 | 2.84 | 296.16 | 299.00 | 0.38 |
| 20 | 371.30 | 196.25 | 1891.97 | 19.63 | 475.00 | 2.84 | 304.80 | 307.64 | 0.39 |
| 20 | 370.69 | 196.25 | 1888.87 | 19.63 | 501.00 | 2.84 | 321.15 | 323.99 | 0.41 |
| 20 | 371.89 | 196.25 | 1894.98 | 19.63 | 530.00 | 2.84 | 339.74 | 342.58 | 0.44 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.41 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.0% |

ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + ΚΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 39 :ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 5%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5 | 345.05 | 196.25 | 1758.22 | 19.63 | 59.00 | 2.84 | 38.75 | 41.59 | 0.05 |
| 5 | 343.99 | 196.25 | 1752.82 | 19.63 | 43.00 | 2.84 | 28.67 | 31.51 | 0.04 |
| 5 | 343.61 | 196.25 | 1750.88 | 19.63 | 55.00 | 2.84 | 36.25 | 39.09 | 0.05 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.05 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 14.0% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 40** :ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 10%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10 | 332.42 | 196.25 | 1693.86 | 19.63 | 91.00 | 2.84 | 58.98 | 61.82 | 0.08 |
| 10 | 330.39 | 196.25 | 1683.52 | 19.63 | 107.00 | 2.84 | 69.24 | 72.08 | 0.09 |
| 10 | 331.76 | 196.25 | 1690.50 | 19.63 | 110.00 | 2.84 | 71.16 | 74.00 | 0.09 |
| 10 | 331.02 | 196.25 | 1686.73 | 19.63 | 95.00 | 2.84 | 61.54 | 64.38 | 0.08 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.09 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.8% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 41 :ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ II ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ 20%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 20 | 324.30 | 196.25 | 1652.48 | 19.63 | 210.00 | 2.84 | 135.25 | 138.09 | 0.18 |
| 20 | 322.24 | 196.25 | 1641.99 | 19.63 | 207.00 | 2.84 | 133.33 | 136.17 | 0.17 |
| 20 | 324.86 | 196.25 | 1655.34 | 19.63 | 185.00 | 2.84 | 119.22 | 122.06 | 0.16 |
| 20 | 323.92 | 196.25 | 1650.55 | 19.63 | 223.00 | 2.84 | 143.58 | 146.42 | 0.19 |
| 20 | 324.82 | 196.25 | 1655.13 | 19.63 | 202.00 | 2.84 | 130.12 | 132.96 | 0.17 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.17 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.5% |

**ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ**

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + $Ca(OH)_2$**

7 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 42 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.916 | 390.51 | 196.25 | 1989.88 | 19.63 | 40.50 | 2.84 | 27.00 | 29.84 | 0.15 |
| 5 | 0.916 | 390.21 | 196.25 | 1988.33 | 19.63 | 46.50 | 2.84 | 30.94 | 33.78 | 0.17 |
| 5 | 0.916 | 390.70 | 196.25 | 1990.83 | 19.63 | 42.00 | 2.84 | 28.00 | 30.84 | 0.16 |
| 5 | 0.916 | 389.85 | 196.25 | 1986.50 | 19.63 | 47.00 | 2.84 | 31.25 | 34.09 | 0.17 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.16 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.6% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 43 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.832 | 380.58 | 196.25 | 1939.16 | 19.63 | 46.00 | 2.84 | 30.83 | 33.47 | 0.17 |
| 10 | 1.832 | 380.38 | 196.25 | 1938.24 | 19.63 | 36.00 | 2.84 | 24.00 | 26.84 | 0.14 |
| 10 | 1.832 | 380.74 | 196.25 | 1940.06 | 19.63 | 42.00 | 2.84 | 28.00 | 30.84 | 0.16 |
| 10 | 1.832 | 380.31 | 196.25 | 1937.89 | 19.63 | 45.00 | 2.84 | 30.00 | 32.84 | 0.17 |
| 10 | 1.832 | 380.45 | 196.25 | 1938.60 | 19.63 | 42.50 | 2.84 | 28.33 | 31.17 | 0.16 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.16 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0002 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 43 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0.002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 3.664 | 372.44 | 196.25 | 1897.78 | 19.63 | 23.00 | 2.84 | 15.33 | 18.17 | 0.09 |
| 20 | 3.664 | 373.57 | 196.25 | 1903.54 | 19.63 | 26.00 | 2.84 | 17.33 | 20.17 | 0.10 |
| 20 | 3.664 | 372.84 | 196.25 | 1899.82 | 19.63 | 26.00 | 2.84 | 17.33 | 20.17 | 0.10 |
| 20 | 3.664 | 372.81 | 196.25 | 1899.67 | 19.63 | 24.00 | 2.84 | 16.00 | 18.84 | 0.10 |
| 20 | 3.664 | 372.98 | 196.25 | 1900.43 | 19.63 | 25.50 | 2.84 | 17.00 | 19.84 | 0.10 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.10 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.00 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.6% |

28 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 45 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΑΟΥ ( d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ $Ca(OH)_2$ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.916 | 390.20 | 196.25 | 1988.28 | 19.63 | 85.00 | 2.84 | 55.13 | 57.97 | 0.30 |
| 5 | 0.916 | 389.72 | 196.25 | 1985.83 | 19.63 | 74.50 | 2.84 | 48.44 | 51.28 | 0.26 |
| 5 | 0.916 | 389.66 | 196.25 | 1985.53 | 19.63 | 74.00 | 2.84 | 48.13 | 50.97 | 0.26 |
| 5 | 0.916 | 391.53 | 196.25 | 1995.06 | 19.63 | 80.50 | 2.84 | 52.25 | 55.09 | 0.28 |
| 5 | 0.916 | 390.79 | 196.25 | 1991.29 | 19.63 | 83.00 | 2.84 | 53.85 | 56.69 | 0.29 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.28 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.8% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 46 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η I.T. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ I T**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0.002mm/n. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.832 | 379.50 | 196.25 | 1933.76 | 19.63 | 84.00 | 2.84 | 54.49 | 57.33 | 0.29 |
| 10 | 1.832 | 380.88 | 196.25 | 1940.79 | 19.63 | 96.50 | 2.84 | 62.50 | 65.34 | 0.33 |
| 10 | 1.832 | 380.61 | 196.25 | 1940.43 | 19.63 | 97.50 | 2.84 | 63.15 | 65.99 | 0.34 |
| 10 | 1.832 | 380.18 | 196.25 | 1937.22 | 19.63 | 90.50 | 2.84 | 58.68 | 61.50 | 0.31 |
| 10 | 1.832 | 380.18 | 196.25 | 1937.22 | 19.63 | 92.00 | 2.84 | 59.62 | 62.46 | 0.32 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.32 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0003 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.5% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 47 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ I (d/h=5/10 cm ) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 3.664 | 372.82 | 196.25 | 1898.72 | 19.63 | 71.00 | 2.84 | 46.25 | 49.09 | 0.25 |
| 20 | 3.664 | 373.78 | 196.25 | 1904.61 | 19.63 | 77.00 | 2.84 | 50.00 | 52.84 | 0.27 |
| 20 | 3.664 | 373.24 | 196.25 | 1901.86 | 19.63 | 68.50 | 2.84 | 44.69 | 47.53 | 0.24 |
| 20 | 3.664 | 372.72 | 196.25 | 1899.21 | 19.63 | 67.50 | 2.84 | 44.07 | 46.91 | 0.24 |
| 20 | 3.664 | 372.22 | 196.25 | 1896.66 | 19.63 | 71.50 | 2.84 | 46.57 | 49.41 | 0.25 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.25 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.7% |

90 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 48** : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.916 | 390.48 | 196.25 | 1989.81 | 19.63 | 89.00 | 2.84 | 57.70 | 60.54 | 0.31 |
| 5 | 0.916 | 389.80 | 196.25 | 1986.24 | 19.63 | 78.00 | 2.84 | 50.64 | 53.48 | 0.27 |
| 5 | 0.916 | 391.26 | 196.25 | 1993.68 | 19.63 | 75.00 | 2.84 | 48.75 | 51.59 | 0.26 |
| 5 | 0.916 | 389.51 | 196.25 | 1984.76 | 19.63 | 81.00 | 2.84 | 52.57 | 55.41 | 0.28 |
| 5 | 0.916 | 390.33 | 196.25 | 1988.94 | 19.63 | 79.00 | 2.84 | 51.28 | 54.12 | 0.28 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.28 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.00 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.1% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 49 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η I.T. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ I.T.**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΛΥΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.832 | 379.76 | 196.25 | 1935.08 | 19.63 | 176.00 | 2.84 | 113.48 | 116.30 | 0.59 |
| 10 | 1.832 | 379.66 | 196.25 | 1934.57 | 19.63 | 157.00 | 2.84 | 101.28 | 104.12 | 0.53 |
| 10 | 1.832 | 379.42 | 196.25 | 1933.35 | 19.63 | 175.00 | 2.84 | 112.82 | 115.66 | 0.59 |
| 10 | 1.832 | 380.04 | 196.25 | 1936.51 | 19.63 | 160.00 | 2.84 | 103.20 | 106.04 | 0.54 |
| 10 | 1.832 | 379.82 | 196.25 | 1934.37 | 19.63 | 179.00 | 2.84 | 115.38 | 118.22 | 0.60 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.57 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0011 |
| ΣΥΝΤ ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.8% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 50 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 3.664 | 372.85 | 196.25 | 1899.87 | 19.63 | 185.00 | 2.84 | 119.22 | 122.06 | 0.62 |
| 20 | 3.664 | 372.80 | 196.25 | 1899.62 | 19.63 | 206.00 | 2.84 | 132.68 | 135.52 | 0.69 |
| 20 | 3.664 | 372.13 | 196.25 | 1896.20 | 19.63 | 193.00 | 2.84 | 124.35 | 127.19 | 0.65 |
| 20 | 3.664 | 372.51 | 196.25 | 1898.14 | 19.63 | 175.00 | 2.84 | 112.82 | 115.66 | 0.59 |
| 20 | 3.664 | 372.93 | 196.25 | 1900.28 | 19.63 | 208.00 | 2.84 | 133.97 | 136.81 | 0.70 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.65 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.05 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0021 |
| ΣΥΝΤ ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.0% |

**ΑΡΓΙΛΟΣ ΙΙ + $Ca(OH)_2$**

7 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 51 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0.002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.916 | 346.67 | 196.25 | 1766.47 | 19.63 | 15.00 | 2.84 | 10.00 | 12.84 | 0.07 |
| 5 | 0.916 | 347.70 | 196.25 | 1771.72 | 19.63 | 17.00 | 2.84 | 11.33 | 14.17 | 0.07 |
| 5 | 0.916 | 346.86 | 196.25 | 1767.44 | 19.63 | 17.50 | 2.84 | 11.67 | 14.51 | 0.07 |
| 5 | 0.916 | 347.41 | 196.25 | 1770.24 | 19.63 | 15.00 | 2.84 | 10.00 | 12.84 | 0.07 |
| 5 | 0.916 | 347.00 | 196.25 | 1768.15 | 19.63 | 15.50 | 2.84 | 10.33 | 13.17 | 0.07 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.07 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.00 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.6% |

28 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.916 | 346.43 | 196.25 | 1765.25 | 19.63 | 24.50 | 2.84 | 16.33 | 19.17 | 0.10 |
| 5 | 0.916 | 346.10 | 196.25 | 1763.57 | 19.63 | 20.50 | 2.84 | 13.67 | 16.51 | 0.08 |
| 5 | 0.916 | 346.74 | 196.25 | 1766.83 | 19.63 | 24.00 | 2.84 | 16.00 | 18.84 | 0.10 |
| 5 | 0.916 | 346.30 | 196.25 | 1764.59 | 19.63 | 21.00 | 2.84 | 14.00 | 16.84 | 0.09 |
| 5 | 0.916 | 345.98 | 196.25 | 1762.96 | 19.63 | 27.00 | 2.84 | 18.00 | 20.84 | 0.11 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.09 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 9.7% |

90 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 53 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΕΧΕΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΕΙ Η Ι.Τ. ΑΠΟ Ca(OH)2 ΜΕ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΙΣΟΠΟΣΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΤΗΝ Ι.Τ.

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ Ca(OH)2 (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.916 | 345.25 | 196.25 | 1759.24 | 19.63 | 22.00 | 2.84 | 14.67 | 17.51 | 0.09 |
| 5 | 0.916 | 348.44 | 196.25 | 1765.30 | 19.63 | 26.00 | 2.84 | 17.33 | 20.17 | 0.10 |
| 5 | 0.916 | 346.59 | 196.25 | 1766.06 | 19.63 | 25.00 | 2.84 | 16.67 | 19.51 | 0.10 |
| 5 | 0.916 | 345.10 | 196.25 | 1758.47 | 19.63 | 25.50 | 2.84 | 17.00 | 19.84 | 0.10 |
| 5 | 0.916 | 347.00 | 196.25 | 1768.15 | 19.63 | 27.50 | 2.84 | 18.33 | 21.17 | 0.11 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.10 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.8% |

**ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ**

**ΑΡΓΙΛΟΣ +ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ Π35**

**7 ΗΜΕΡΕΣ**

ΠΙΝΑΚΑΣ 54 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 389.98 | 196.25 | 1987.16 | 19.63 | 226.00 | 2.84 | 145.50 | 148.34 | 0.76 |
| 5 | 2 | 390.06 | 196.25 | 1987.57 | 19.63 | 246.50 | 2.84 | 158.32 | 161.16 | 0.82 |
| 5 | 2 | 390.34 | 196.25 | 1988.99 | 19.63 | 212.50 | 2.84 | 136.85 | 139.69 | 0.71 |
| 5 | 2 | 390.55 | 196.25 | 1990.06 | 19.63 | 234.50 | 2.84 | 150.63 | 153.47 | 0.78 |
| 5 | 2 | 390.22 | 196.25 | 1988.38 | 19.63 | 225.50 | 2.84 | 145.18 | 148.02 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.77 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0018 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 55 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0.002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 390.65 | 196.25 | 1990.57 | 19.63 | 298.00 | 2.84 | 191.33 | 194.17 | 0.99 |
| 5 | 4 | 390.73 | 196.25 | 1990.98 | 19.63 | 286.50 | 2.84 | 183.96 | 186.80 | 0.95 |
| 5 | 4 | 389.72 | 196.25 | 1985.83 | 19.63 | 283.00 | 2.84 | 181.71 | 184.55 | 0.94 |
| 5 | 4 | 391.07 | 196.25 | 1992.71 | 19.63 | 271.50 | 2.84 | 174.02 | 176.86 | 0.90 |
| 5 | 4 | 390.57 | 196.25 | 1990.17 | 19.63 | 285.00 | 2.84 | 182.99 | 185.83 | 0.95 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.95 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0010 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 56 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm ) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 380.01 | 196.25 | 1936.36 | 19.63 | 245.50 | 2.84 | 156.00 | 160.84 | 0.82 |
| 10 | 2 | 381.60 | 196.25 | 1944.46 | 19.63 | 235.50 | 2.84 | 151.59 | 154.43 | 0.79 |
| 10 | 2 | 380.83 | 196.25 | 1940.54 | 19.63 | 236.00 | 2.84 | 151.59 | 154.43 | 0.79 |
| 10 | 2 | 380.44 | 196.25 | 1938.55 | 19.63 | 229.00 | 2.84 | 147.42 | 150.26 | 0.77 |
| 10 | 2 | 380.86 | 196.25 | 1939.67 | 19.63 | 224.00 | 2.84 | 144.22 | 147.06 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.78 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0007 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.4% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 57 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 379.03 | 196.25 | 1931,36 | 19.63 | 279.00 | 2.84 | 179.15 | 181.99 | 0.93 |
| 10 | 4 | 380.13 | 196.25 | 1936,97 | 19.63 | 265.50 | 2.84 | 170.82 | 173.66 | 0.88 |
| 10 | 4 | 379.72 | 196.25 | 1934.88 | 19.63 | 263.00 | 2.84 | 181.71 | 184.55 | 0.94 |
| 10 | 4 | 379.17 | 196.25 | 1932.08 | 19.63 | 267.00 | 2.84 | 171.78 | 174.62 | 0.89 |
| 10 | 4 | 379.78 | 196.25 | 1935.18 | 19.63 | 266,50 | 2.84 | 171.46 | 174.30 | 0.89 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.91 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0007 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 2.8% |

14 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 58 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 390.35 | 196.25 | 1989.04 | 19.63 | 301.00 | 2.84 | 193.25 | 196.09 | 1.00 |
| 5 | 2 | 389.98 | 196.25 | 1987.21 | 19.63 | 297.00 | 2.84 | 190.69 | 193.53 | 0.99 |
| 5 | 2 | 389.57 | 196.25 | 1985.07 | 19.63 | 330.00 | 2.84 | 212.18 | 215.02 | 1.10 |
| 5 | 2 | 389.61 | 196.25 | 1985.27 | 19.63 | 298.00 | 2.84 | 191.33 | 194.17 | 0.99 |
| 5 | 2 | 390.16 | 196.25 | 1988.08 | 19.63 | 285.00 | 2.84 | 182.99 | 185.83 | 0.95 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.00 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0031 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.5% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 59 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ I.T. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002m/h. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 387.51 | 196.25 | 1974.57 | 19.63 | 367.50 | 2.84 | 235.90 | 238.74 | 1.22 |
| 5 | 4 | 390.37 | 196.25 | 1989.15 | 19.63 | 430.50 | 2.84 | 276.29 | 279.13 | 1.42 |
| 5 | 4 | 391.40 | 196.25 | 1994.39 | 19.63 | 373.50 | 2.84 | 240.07 | 242.91 | 1.24 |
| 5 | 4 | 390.32 | 196.25 | 1988.89 | 19.63 | 410.50 | 2.84 | 263.79 | 266.63 | 1.36 |
| 5 | 4 | 390.96 | 196.25 | 1992.15 | 19.63 | 368.50 | 2.84 | 236.86 | 239.70 | 1.22 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.29 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.09 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0066 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.2% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 60 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ **14 ΗΜΕΡΩΝ** ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 379.30 | 196.25 | 1932.74 | 19.63 | 265.00 | 2.84 | 170.50 | 173.34 | 0.88 |
| 10 | 2 | 380.98 | 196.25 | 1941.30 | 19.63 | 275.00 | 2.84 | 176.58 | 179.42 | 0.91 |
| 10 | 2 | 380.25 | 196.25 | 1937.58 | 19.63 | 307.00 | 2.84 | 197.10 | 199.94 | 1.02 |
| 10 | 2 | 380.27 | 196.25 | 1937.68 | 19.63 | 293.00 | 2.84 | 188.12 | 190.96 | 0.97 |
| 10 | 2 | 380.99 | 196.25 | 1941.35 | 19.63 | 310.00 | 2.84 | 199.02 | 201.86 | 1.03 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.96 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0041 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.6% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 61 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 378.81 | 196.25 | 1929.22 | 19.63 | 362.00 | 2.84 | 232.70 | 235.54 | 1.20 |
| 10 | 4 | 379.93 | 196.25 | 1935.95 | 19.63 | 381.00 | 2.84 | 244.88 | 247.72 | 1.26 |
| 10 | 4 | 380.37 | 196.25 | 1938.19 | 19.63 | 395.00 | 2.84 | 253.85 | 256.69 | 1.31 |
| 10 | 4 | 380.32 | 196.25 | 1937.94 | 19.63 | 355.00 | 2.84 | 228.11 | 230.95 | 1.18 |
| 10 | 4 | 378.65 | 196.25 | 1929.43 | 19.63 | 349.00 | 2.84 | 224.36 | 227.20 | 1.16 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.22 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0039 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.1% |

28 ΗΜΕΡΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ #2 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0.002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 389.77 | 196.25 | 1986.09 | 19.63 | 427.50 | 2.84 | 274.50 | 277.34 | 1.41 |
| 5 | 2 | 389.31 | 196.25 | 1983.75 | 19.63 | 410.50 | 2.84 | 263.79 | 266.63 | 1.36 |
| 5 | 2 | 390.24 | 196.25 | 1988.48 | 19.63 | 389.50 | 2.84 | 250.32 | 253.16 | 1.29 |
| 5 | 2 | 388.83 | 196.25 | 1981.30 | 19.63 | 413.00 | 2.84 | 265.39 | 268.23 | 1.37 |
| 5 | 2 | 390.69 | 196.25 | 1990.78 | 19.63 | 433.00 | 2.84 | 278.21 | 281.05 | 1.43 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.37 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0031 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.0% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 63 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4 % ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 389.67 | 196.25 | 1985.58 | 19.63 | 482.00 | 2.84 | 309.29 | 312.13 | 1.59 |
| 5 | 4 | 389.76 | 196.25 | 1986.04 | 19.63 | 495.50 | 2.84 | 317.63 | 320.47 | 1.63 |
| 5 | 4 | 390.38 | 196.25 | 1989.10 | 19.63 | 535.00 | 2.84 | 342.95 | 345.79 | 1.76 |
| 5 | 4 | 390.26 | 196.25 | 1988.59 | 19.63 | 519.50 | 2.84 | 332.69 | 335.53 | 1.71 |
| 5 | 4 | 391.04 | 196.25 | 1992.56 | 19.63 | 555.00 | 2.84 | 355.77 | 358.61 | 1.83 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.70 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.10 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0091 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.6% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 64 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002/mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 381.00 | 196.25 | 1941.40 | 19.63 | 405.00 | 2.84 | 260.26 | 263.10 | 1.34 |
| 10 | 2 | 379.87 | 196.25 | 1936.15 | 19.63 | 393.00 | 2.84 | 252.57 | 255.41 | 1.30 |
| 10 | 2 | 379.14 | 196.25 | 1931.92 | 19.63 | 385.00 | 2.84 | 247.44 | 250.28 | 1.28 |
| 10 | 2 | 379.58 | 196.25 | 1934.17 | 19.63 | 375.00 | 2.84 | 241.03 | 243.87 | 1.24 |
| 10 | 2 | 380.04 | 196.25 | 1936.51 | 19.63 | 378.00 | 2.84 | 242.95 | 245.79 | 1.25 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.28 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0016 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.1% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 65 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0.002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 380.04 | 196.25 | 1936.51 | 19.63 | 465.00 | 2.84 | 311.21 | 314.05 | 1.60 |
| 10 | 4 | 378.81 | 196.25 | 1929.22 | 19.63 | 472.00 | 2.84 | 302.88 | 305.72 | 1.56 |
| 10 | 4 | 379.35 | 196.25 | 1932.99 | 19.63 | 496.00 | 2.84 | 318.27 | 321.11 | 1.64 |
| 10 | 4 | 380.03 | 196.25 | 1936.46 | 19.63 | 480.00 | 2.84 | 308.21 | 311.05 | 1.58 |
| 10 | 4 | 380.06 | 196.25 | 1936.61 | 19.63 | 488.00 | 2.84 | 313.14 | 315.98 | 1.61 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.60 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0008 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 1.8% |

90 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 65 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 389.15 | 196.25 | 1982.93 | 19.63 | 562.00 | 2.84 | 360.26 | 363.10 | 1.85 |
| 5 | 2 | 388.12 | 196.25 | 1977.68 | 19.63 | 572.00 | 2.84 | 366.67 | 369.51 | 1.88 |
| 5 | 2 | 388.39 | 196.25 | 1979.06 | 19.63 | 550.00 | 2.84 | 352.24 | 355.08 | 1.81 |
| 5 | 2 | 390.00 | 196.25 | 1987.26 | 19.63 | 611.00 | 2.84 | 391.67 | 394.51 | 2.01 |
| 5 | 2 | 389.06 | 196.25 | 1982.47 | 19.63 | 553.00 | 2.84 | 354.49 | 357.33 | 1.82 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.87 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.08 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0086 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.3% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 67 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (Φ/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 389.03 | 196.25 | 1982.32 | 19.63 | 737.00 | 2.84 | 471 60 | 474.84 | 2.42 |
| 5 | 4 | 389.97 | 196.25 | 1987.11 | 19.63 | 684.00 | 2.84 | 438 66 | 441.70 | 2.25 |
| 5 | 4 | 389.84 | 196.25 | 1986.45 | 19.63 | 736.00 | 2.84 | 471 16 | 474.00 | 2 42 |
| 5 | 4 | 390.98 | 196.25 | 1992.25 | 19.63 | 767.00 | 2 84 | 491 03 | 493.87 | 2.52 |
| 5 | 4 | 389.69 | 196.25 | 1985.68 | 19.63 | 720.00 | 2.84 | 461.22 | 464.06 | 2 36 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.39 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0 10 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0094 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.0% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 56 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 380.06 | 196.25 | 1936.61 | 19.63 | 662.00 | 2.84 | 424.68 | 427.52 | 2.18 |
| 10 | 2 | 379.75 | 196.25 | 1935.03 | 19.63 | 575.00 | 2.84 | 368.59 | 371.43 | 1.89 |
| 10 | 2 | 379.89 | 196.25 | 1935.75 | 19.63 | 622.00 | 2.84 | 398.40 | 401.24 | 2.04 |
| 10 | 2 | 379.49 | 196.25 | 1933.71 | 19.63 | 611.00 | 2.84 | 391.67 | 394.51 | 2.01 |
| 10 | 2 | 379.04 | 196.25 | 1931.41 | 19.63 | 672.00 | 2.84 | 430.77 | 433.61 | 2.21 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.07 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.13 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0167 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 69 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ I (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 379.46 | 196.25 | 1933.55 | 19.63 | 750.00 | 2.84 | 480.13 | 482.97 | 2.46 |
| 10 | 4 | 377.32 | 196.25 | 1922.85 | 19.63 | 770.00 | 2.84 | 480.13 | 482.97 | 2.46 |
| 10 | 4 | 379.97 | 196.25 | 1936.15 | 19.63 | 740.00 | 2.84 | 473.72 | 476.56 | 2.43 |
| 10 | 4 | 380.39 | 196.25 | 1938.29 | 19.63 | 745.00 | 2.84 | 476.93 | 479.77 | 2.44 |
| 10 | 4 | 379.46 | 196.25 | 1933.55 | 19.63 | 801.00 | 2.84 | 514.02 | 516.86 | 2.63 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.49 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.08 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0070 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.4% |

**ΑΡΓΙΛΟΣ ΙΙ +ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ Π35**

**7 ΗΜΕΡΕΣ**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 70 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 2 | 347.85 | 196.25 | 1772.48 | 19.63 | 90.00 | 2.84 | 58.34 | 61.18 | 0.31 |
| 5 | 2 | 348.27 | 196.25 | 1774.62 | 19.63 | 92.50 | 2.84 | 59.94 | 62.78 | 0.32 |
| 5 | 2 | 348.18 | 196.25 | 1774.06 | 19.63 | 111.50 | 2.84 | 72.12 | 74.96 | 0.38 |
| 5 | 2 | 347.82 | 196.25 | 1772.33 | 19.63 | 102.00 | 2.84 | 66.03 | 68.87 | 0.35 |
| 5 | 2 | 347.83 | 196.25 | 1772.38 | 19.63 | 100.50 | 2.84 | 65.07 | 67.91 | 0.35 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.34 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0008 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.1% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 71 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 347.79 | 196.25 | 1772.18 | 19.63 | 153.00 | 2.84 | 96.71 | 101.55 | 0.52 |
| 5 | 4 | 347.01 | 196.25 | 1768.20 | 19.63 | 126.50 | 2.84 | 81.09 | 83.93 | 0.43 |
| 5 | 4 | 348.31 | 196.25 | 1774.83 | 19.63 | 145.50 | 2.84 | 93.91 | 96.75 | 0.49 |
| 5 | 4 | 347.02 | 196.25 | 1768.25 | 19.63 | 133.00 | 2.84 | 85.90 | 88.74 | 0.45 |
| 5 | 4 | 346.62 | 196.25 | 1766.22 | 19.63 | 157.50 | 2.84 | 101.28 | 104.12 | 0.53 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.48 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0019 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 9.0% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 72 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 2 | 331.70 | 196.25 | 1690.19 | 19.63 | 169.50 | 2.84 | 109.29 | 112.13 | 0.57 |
| 10 | 2 | 333.05 | 196.25 | 1697.07 | 19.63 | 178.00 | 2.84 | 113.46 | 116.30 | 0.59 |
| 10 | 2 | 332.41 | 196.25 | 1693.81 | 19.63 | 162.50 | 2.84 | 104.80 | 107.64 | 0.55 |
| 10 | 2 | 332.75 | 196.25 | 1695.54 | 19.63 | 160.00 | 2.84 | 103.20 | 106.04 | 0.54 |
| 10 | 2 | 332.96 | 196.25 | 1696.61 | 19.63 | 169.00 | 2.84 | 108.97 | 111.81 | 0.57 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.56 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0004 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.7% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 73 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 7 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 331.87 | 196.25 | 1691.06 | 19.63 | 201.00 | 2.84 | 129.48 | 132.32 | 0.67 |
| 10 | 4 | 333.60 | 196.25 | 1699.87 | 19.63 | 185.50 | 2.84 | 119.22 | 122.06 | 0.62 |
| 10 | 4 | 333.40 | 196.25 | 1698.85 | 19.63 | 203.00 | 2.84 | 130.76 | 133.60 | 0.68 |
| 10 | 4 | 331.93 | 196.25 | 1691.36 | 19.63 | 175.00 | 2.84 | 112.82 | 115.66 | 0.59 |
| 10 | 4 | 333.93 | 196.25 | 1701.55 | 19.63 | 220.50 | 2.84 | 141.97 | 144.81 | 0.74 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.66 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0033 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.7% |

14 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 74 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 348.82 | 196.25 | 1767.24 | 19.63 | 127.00 | 2.84 | 82.05 | 84.89 | 0.43 |
| 5 | 2 | 348.34 | 196.25 | 1774.98 | 19.63 | 135.00 | 2.84 | 87.18 | 90.02 | 0.46 |
| 5 | 2 | 349.25 | 196.25 | 1779.62 | 19.63 | 145.00 | 2.84 | 93.59 | 96.43 | 0.49 |
| 5 | 2 | 347.25 | 196.25 | 1769.43 | 19.63 | 125.00 | 2.84 | 80.77 | 83.61 | 0.43 |
| 5 | 2 | 347.75 | 196.25 | 1771.97 | 19.63 | 128.00 | 2.84 | 82.69 | 85.53 | 0.44 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.45 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0007 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.0% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 75 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΙΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 348.69 | 196.25 | 1766.57 | 19.63 | 154.50 | 2.84 | 99.68 | 102.52 | 0.52 |
| 5 | 4 | 348.30 | 196.25 | 1774.78 | 19.63 | 185.00 | 2.84 | 119.22 | 122.06 | 0.62 |
| 5 | 4 | 347.76 | 196.25 | 1772.03 | 19.63 | 191.00 | 2.84 | 123.07 | 125.91 | 0.64 |
| 5 | 4 | 347.87 | 196.25 | 1772.59 | 19.63 | 165.50 | 2.84 | 107.37 | 110.21 | 0.56 |
| 5 | 4 | 347.81 | 196.25 | 1772.28 | 19.63 | 178.00 | 2.84 | 114.74 | 117.58 | 0.60 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.59 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.05 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0023 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.1% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 76 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 332.17 | 196.25 | 1692.59 | 19.63 | 182.00 | 2.84 | 117.30 | 120.14 | 0.61 |
| 10 | 2 | 333.08 | 196.25 | 1697.22 | 19.63 | 193.50 | 2.84 | 124.67 | 127.51 | 0.65 |
| 10 | 2 | 334.38 | 196.25 | 1703.75 | 19.63 | 198.00 | 2.84 | 127.56 | 130.40 | 0.66 |
| 10 | 2 | 334.38 | 196.25 | 1703.85 | 19.63 | 211.50 | 2.84 | 136.21 | 139.05 | 0.71 |
| 10 | 2 | 334.10 | 196.25 | 1702.42 | 19.63 | 201.00 | 2.84 | 129.81 | 132.65 | 0.68 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.66 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0012 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.3% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 77 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 14 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 4 | 332.19 | 196.25 | 1692.69 | 19.63 | 240.50 | 2.84 | 154.80 | 157.64 | 0.80 |
| 10 | 4 | 332.96 | 196.25 | 1696.61 | 19.63 | 239.50 | 2.84 | 154.15 | 156.99 | 0.80 |
| 10 | 4 | 332.51 | 196.25 | 1694.32 | 19.63 | 262.00 | 2.84 | 168.57 | 171.41 | 0.87 |
| 10 | 4 | 332.42 | 196.25 | 1693.86 | 19.63 | 270.50 | 2.84 | 174.02 | 176.86 | 0.90 |
| 10 | 4 | 332.37 | 196.25 | 1693.61 | 19.63 | 280.50 | 2.84 | 180.11 | 182.95 | 0.93 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.86 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0035 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.8% |

28 ΗΜΕΡΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 76 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 347.12 | 196.25 | 1768.78 | 19.63 | 122.50 | 2.84 | 79.17 | 82.01 | 0.42 |
| 5 | 2 | 347.59 | 196.25 | 1771.16 | 19.63 | 133.00 | 2.84 | 85.90 | 88.74 | 0.45 |
| 5 | 2 | 348.69 | 196.25 | 1776.78 | 19.63 | 145.00 | 2.84 | 93.59 | 96.43 | 0.49 |
| 5 | 2 | 347.57 | 196.25 | 1771.06 | 19.63 | 125.50 | 2.84 | 81.09 | 83.93 | 0.43 |
| 5 | 2 | 348.88 | 196.25 | 1776.71 | 19.63 | 146.00 | 2.84 | 94.23 | 97.07 | 0.49 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.46 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0013 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.7% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 78 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4 % ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 348.05 | 196.25 | 1773.50 | 19.63 | 203.50 | 2.84 | 131.08 | 133.92 | 0.68 |
| 5 | 4 | 346.95 | 196.25 | 1767.90 | 19.63 | 188.50 | 2.84 | 121.47 | 124.31 | 0.63 |
| 5 | 4 | 347.84 | 196.25 | 1772.43 | 19.63 | 212.50 | 2.84 | 136.85 | 139.69 | 0.71 |
| 5 | 4 | 348.12 | 196.25 | 1773.86 | 19.63 | 199.50 | 2.84 | 128.52 | 131.36 | 0.67 |
| 5 | 4 | 346.83 | 196.25 | 1767.28 | 19.63 | 184.00 | 2.84 | 118.58 | 121.42 | 0.62 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.66 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0014 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 5.7% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 50** : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0.002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 332.13 | 196.25 | 1692.38 | 19.63 | 240.00 | 2.84 | 154.47 | 157.31 | 0.80 |
| 10 | 2 | 332.49 | 196.25 | 1694.22 | 19.63 | 249.50 | 2.84 | 160.58 | 163.40 | 0.83 |
| 10 | 2 | 332.74 | 196.25 | 1695.49 | 19.63 | 260.00 | 2.84 | 166.20 | 167.29 | 0.85 |
| 10 | 2 | 333.23 | 196.25 | 1697.99 | 19.63 | 263.00 | 2.84 | 169.21 | 172.05 | 0.88 |
| 10 | 2 | 332.87 | 196.25 | 1696.15 | 19.63 | 251.00 | 2.84 | 161.52 | 164.36 | 0.84 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.84 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0008 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 81 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΓΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 28 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 332.47 | 196.25 | 1694.11 | 19.63 | 265.00 | 2.84 | 170.50 | 173.34 | 0.88 |
| 10 | 4 | 332.67 | 196.25 | 1695.13 | 19.63 | 255.00 | 2.84 | 164.09 | 166.93 | 0.85 |
| 10 | 4 | 332.61 | 196.25 | 1694.83 | 19.63 | 252.00 | 2.84 | 162.16 | 165.00 | 0.84 |
| 10 | 4 | 332.28 | 196.25 | 1693.04 | 19.63 | 265.50 | 2.84 | 170.82 | 173.66 | 0.86 |
| 10 | 4 | 332.93 | 196.25 | 1696.46 | 19.63 | 275.00 | 2.84 | 176.68 | 179.52 | 0.91 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.87 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0009 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΤΑΣ | 3.4% |

90 ΗΜΕΡΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 82 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 2 | 347.11 | 196.25 | 1768.71 | 19.63 | 142.00 | 2.84 | 91.67 | 94.51 | 0.48 |
| 5 | 2 | 347.32 | 196.25 | 1769.78 | 19.63 | 143.00 | 2.84 | 92.31 | 95.15 | 0.48 |
| 5 | 2 | 347.08 | 196.25 | 1768.56 | 19.63 | 167.00 | 2.84 | 107.69 | 110.53 | 0.56 |
| 5 | 2 | 346.62 | 196.25 | 1766.22 | 19.63 | 138.00 | 2.84 | 89.10 | 91.94 | 0.47 |
| 5 | 2 | 347.30 | 196.25 | 1769.68 | 19.63 | 136.00 | 2.84 | 87.82 | 90.66 | 0.46 |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.49 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0017 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.3% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 83 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΑΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5 | 4 | 347.03 | 196.25 | 1768.31 | 19.63 | 225.00 | 2.84 | 144.86 | 147.70 | 0.75 |
| 5 | 4 | 346.01 | 196.25 | 1763.11 | 19.63 | 245.00 | 2.84 | 157.68 | 160.52 | 0.82 |
| 5 | 4 | 347.82 | 196.25 | 1772.33 | 19.63 | 266.00 | 2.84 | 172.42 | 175.26 | 0.89 |
| 5 | 4 | 346.80 | 196.25 | 1767.13 | 19.63 | 229.00 | 2.84 | 147.42 | 150.26 | 0.77 |
| 5 | 4 | 346.57 | 196.25 | 1765.96 | 19.63 | 223.00 | 2.84 | 143.58 | 146.42 | 0.75 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.80 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.06 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0038 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.8% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 84 :** ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 331.56 | 196.25 | 1689.48 | 19.63 | 300.00 | 2.84 | 192.61 | 195.45 | 1.00 |
| 10 | 2 | 333.13 | 196.25 | 1697.48 | 19.63 | 297.00 | 2.84 | 190.69 | 193.53 | 0.99 |
| 10 | 2 | 332.06 | 196.25 | 1692.03 | 19.63 | 271.00 | 2.84 | 174.02 | 176.86 | 0.90 |
| 10 | 2 | 333.62 | 196.25 | 1699.97 | 19.63 | 293.00 | 2.84 | 188.12 | 190.96 | 0.97 |
| 10 | 2 | 331.87 | 196.25 | 1691.06 | 19.63 | 287.00 | 2.84 | 184.28 | 187.12 | 0.95 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.96 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.04 |
| Δ.ΣΠΟΡΑ | 0.0014 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.9% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 86 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΑΡΠΛΟΥ II (d/h=5/10 cm.) ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ Ι.Τ. ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4% ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10 | 4 | 330.96 | 196.25 | 1686.42 | 19.63 | 322.00 | 2.84 | 207.37 | 210.21 | 1.07 |
| 10 | 4 | 331.04 | 196.25 | 1686.83 | 19.63 | 304.00 | 2.84 | 195.17 | 198.01 | 1.01 |
| 10 | 4 | 332.49 | 196.25 | 1694.22 | 19.63 | 345.00 | 2.84 | 221.80 | 224.64 | 1.14 |
| 10 | 4 | 330.02 | 196.25 | 1681.63 | 19.63 | 297.00 | 2.84 | 190.69 | 193.53 | 0.99 |
| 10 | 4 | 332.05 | 196.25 | 1691.97 | 19.63 | 360.00 | 2.84 | 231.41 | 234.25 | 1.19 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.06 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.09 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.0078 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.1% |

**ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΣ**

**ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ Π35**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 86 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+2%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΙΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5+2 | 389.84 | 402.89 | 196.25 | 1986.45 | 19.63 | 475.00 | 2.84 | 304.48 | 307.32 | 1.57 |
| 5+2 | 389.61 | 403.50 | 196.25 | 1985.27 | 19.63 | 485.00 | 2.84 | 311.21 | 314.05 | 1.60 |
| 5+2 | 389.98 | 403.33 | 196.25 | 1987.16 | 19.63 | 518.00 | 2.84 | 332.05 | 334.89 | 1.71 |
| 5+2 | 390.15 | 405.15 | 196.25 | 1988.03 | 19.63 | 505.00 | 2.84 | 323.72 | 326.56 | 1.66 |
| 5+2 | 389.63 | 399.40 | 196.25 | 1986.39 | 19.63 | 528.00 | 2.84 | 338.14 | 340.98 | 1.74 |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.65 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.005 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.3% |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 67 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+4%

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5+4 | 389.04 | 396.00 | 196.25 | 1982.37 | 19.63 | 648.00 | 2.84 | 415.71 | 418.55 | 2.13 |
| 5+4 | 388.67 | 401.60 | 196.25 | 1980.48 | 19.63 | 630.00 | 2.84 | 404.49 | 407.33 | 2.08 |
| 5+4 | 390.62 | 399.50 | 196.25 | 1990.42 | 19.63 | 705.00 | 2.84 | 451.61 | 454.45 | 2.32 |
| 5+4 | 389.45 | 402.33 | 196.25 | 1984.46 | 19.63 | 598.00 | 2.84 | 383.33 | 386.17 | 1.97 |
| 5+4 | 389.05 | 398.87 | 196.25 | 1982.42 | 19.63 | 571.00 | 2.84 | 366.03 | 368.87 | 1.88 |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.07 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.17 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.028 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.0% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 88 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm ) ΑΡΠΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+2%**

**(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΙΚΛΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10+2 | 379.88 | 394.16 | 196.25 | 1935.69 | 19.63 | 535.00 | 2.84 | 342.95 | 345.79 | 1.76 |
| 10+2 | 380.06 | 391.07 | 196.25 | 1936.61 | 19.63 | 526.00 | 2.84 | 337.18 | 340.02 | 1.73 |
| 10+2 | 380.16 | 394.72 | 196.25 | 1937.12 | 19.63 | 565.00 | 2.84 | 375.00 | 377.84 | 1.93 |
| 10+2 | 380.47 | 397.27 | 196.25 | 1938.70 | 19.63 | 503.00 | 2.84 | 322.43 | 325.27 | 1.66 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 1.77 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.11 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.013 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.4% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 89 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+4%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΥΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10+4 | 379.87 | 385.59 | 196.25 | 1935.64 | 19.63 | 695.00 | 2.84 | 445.52 | 448.36 | 2.28 |
| 10+4 | 379.76 | 385.94 | 196.25 | 1935.08 | 19.63 | 738.00 | 2.84 | 472.44 | 475.28 | 2.42 |
| 10+4 | 379.87 | 388.98 | 196.25 | 1935.64 | 19.63 | 695.00 | 2.84 | 445.52 | 448.36 | 2.28 |
| 10+4 | 380.00 | 388.98 | 196.25 | 1936.31 | 19.63 | 735.00 | 2.84 | 470.52 | 473.36 | 2.41 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.35 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.08 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.006 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΗΤΑΣ | 3.3% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 90 : ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΛΟΓΩ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ - ΑΡΓΙΛΟΣ Ι**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ | ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚ. | ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (ΜΕ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟ) | ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ( ΜΕΙΩΣΗ ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ | ΛΟΓΟΣ ΑΝΤΟΧΩΝ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | g | Kg/M^3 | Kg/M^3 | g | Mpa | Mpa | Mpa | % | % |
| | | | | | | | | | |
| 5+2 | 390.65 | 1702.05 | 1930.55 | 12.97 | 1.67 | 1.65 | 0.22 | 11.76% | 88.2% |
| 5+4 | 390.65 | 1702.05 | 1930.55 | 10.27 | 2.39 | 2.07 | 0.32 | 13.39% | 86.6% |
| 10+2 | 380.91 | 1842.53 | 1938.03 | 14.16 | 2.07 | 1.77 | 0.3 | 14.49% | 85.5% |
| 10+4 | 380.91 | 1842.53 | 1938.03 | 6.99 | 2.5 | 2.35 | 0.15 | 6.00% | 94.0% |
| | | | | | | | | | |

ΠΙΝΑΚΑΣ 91 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+2 | 389.84 | 402.89 | 196.25 | 1986.45 | 19.63 | 79.37 | 309.42 | 13.05 | 4.22% |
| 5+2 | 389.61 | 403.50 | 196.25 | 1985.27 | 19.63 | 79.37 | 309.23 | 13.89 | 4.49% |
| 5+2 | 389.98 | 403.33 | 196.25 | 1987.16 | 19.63 | 79.37 | 309.53 | 13.35 | 4.31% |
| 5+2 | 390.15 | 405.15 | 196.25 | 1988.03 | 19.63 | 79.37 | 309.66 | 15.00 | 4.84% |
| 5+2 | 389.63 | 399.40 | 196.25 | 1986.39 | 19.63 | 79.37 | 309.41 | 9.57 | 3.09% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 4.19% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ ΜΕΤΑΒΛΗΤΑΣ | 15.7% |
| | |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 52 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+4 | 390.04 | 396.86 | 196.25 | 1987.46 | 19.63 | 78.13 | 304.74 | 6.82 | 2.24% |
| 5+4 | 386.87 | 401.60 | 196.25 | 1980.46 | 19.63 | 78.13 | 303.67 | 12.93 | 4.26% |
| 5+4 | 390.62 | 399.50 | 196.25 | 1990.42 | 19.63 | 78.13 | 305.19 | 8.88 | 2.91% |
| 5+4 | 389.45 | 402.33 | 196.25 | 1984.46 | 19.63 | 78.13 | 304.28 | 12.88 | 4.23% |
| 5+4 | 389.05 | 398.87 | 196.25 | 1982.42 | 19.63 | 78.13 | 303.96 | 9.82 | 3.23% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 3.37% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ ΜΕΤΑΒΥΤΑΣ | 25.9% |
| | |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 53 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ( ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+2 | 379.88 | 394.16 | 196.25 | 1935.89 | 19.63 | 75.19 | 285.63 | 14.28 | 5.00% |
| 10+2 | 380.06 | 391.07 | 196.25 | 1936.61 | 19.63 | 75.19 | 285.77 | 11.01 | 3.85% |
| 10+2 | 380.16 | 394.72 | 196.25 | 1937.12 | 19.63 | 75.19 | 285.84 | 14.56 | 5.09% |
| 10+2 | 380.47 | 397.27 | 196.25 | 1938.70 | 19.63 | 75.19 | 288.08 | 16.80 | 5.87% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 4.95% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 18.8% |
| | |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 94 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10+4 | 379.87 | 385.59 | 196.25 | 1935.64 | 19.63 | 74.07 | 281.37 | 5.72 | 2.03% |
| 10+4 | 379.78 | 385.94 | 196.25 | 1935.08 | 19.63 | 74.07 | 281.29 | 6.16 | 2.20% |
| 10+4 | 379.87 | 386.96 | 196.25 | 1935.64 | 19.63 | 74.07 | 281.37 | 7.09 | 2.52% |
| 10+4 | 380.00 | 388.98 | 196.25 | 1936.31 | 19.63 | 74.07 | 281.47 | 8.98 | 3.19% |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 2.48% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 20.6% |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΑΡΓΙΛΟΣ ΙΙ + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ Π35**

ΠΙΝΑΚΑΣ 95 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+2%

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5+2 | 348.19 | 373.67 | 196.25 | 1764.03 | 19.63 | 115.00 | 2.84 | 74.36 | 77.20 | 0.39 |
| 5+2 | 347.94 | 374.64 | 196.25 | 1772.94 | 19.63 | 109.00 | 2.84 | 70.52 | 73.36 | 0.37 |
| 5+2 | 347.55 | 376.29 | 196.25 | 1770.96 | 19.63 | 110.00 | 2.84 | 71.16 | 74.00 | 0.38 |
| 5+2 | 347.18 | 373.03 | 196.25 | 1769.07 | 19.63 | 120.00 | 2.84 | 77.56 | 80.40 | 0.41 |
| 5+2 | 347.04 | 375.48 | 196.25 | 1768.38 | 19.63 | 113.00 | 2.84 | 73.08 | 75.92 | 0.39 |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.39 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.7% |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 96 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+4%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 5+4 | 348.73 | 373.49 | 196.25 | 1766.78 | 19.63 | 208.00 | 2.84 | 133.97 | 136.81 | 0.70 |
| 5+4 | 347.16 | 367.53 | 196.25 | 1768.97 | 19.63 | 198.00 | 2.84 | 127.56 | 130.40 | 0.66 |
| 5+4 | 347.24 | 371.88 | 196.25 | 1769.38 | 19.63 | 195.00 | 2.84 | 125.63 | 128.47 | 0.65 |
| 5+4 | 345.02 | 367.20 | 196.25 | 1758.08 | 19.63 | 190.00 | 2.84 | 122.43 | 125.27 | 0.64 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.66 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 3.7% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 97 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ II ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+2%**

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΛΤΡΟΥ 0,002mm | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10+2 | 332.62 | 354.63 | 196.25 | 1694.88 | 19.63 | 275.00 | 2.84 | 176.58 | 179.42 | 0.91 |
| 10+2 | 332.03 | 357.60 | 196.25 | 1691.87 | 19.63 | 229.00 | 2.84 | 147.42 | 150.26 | 0.77 |
| 10+2 | 330.53 | 357.63 | 196.25 | 1684.23 | 19.63 | 219.00 | 2.84 | 141 01 | 143.85 | 0.73 |
| 10+3 | 332.40 | 352.40 | 196.25 | 1693.78 | 19.63 | 247.00 | 2.84 | 158 96 | 161.80 | 0.82 |
| 10+2 | 331 33 | 357.80 | 196.25 | 1693.78 | 19.63 | 233 00 | 2.84 | 149.99 | 152.83 | 0.78 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.80 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.07 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.005 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.7% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 98 : ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ II ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+4%

(ΔΟΚΙΜΗ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ)

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ+ ΤΣΙΜΕΝΤΟ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (Kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (Kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |
| 10+4 | 332.50 | 350.64 | 196.25 | 1694 27 | 19.63 | 298.00 | 2.84 | 190.05 | 192.89 | 0 98 |
| 10+4 | 331.84 | 358.09 | 196.25 | 1690.90 | 19.63 | 299.00 | 2.84 | 191.97 | 194.81 | 0.99 |
| 10+4 | 332.57 | 355.44 | 196.25 | 1694,62 | 19.63 | 294.00 | 2.84 | 188.76 | 191.60 | 0.98 |
| 10+4 | 332.50 | 352.82 | 196.25 | 1694.27 | 19.63 | 305.00 | 2.84 | 195.82 | 198.66 | 1.01 |
| | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.99 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0,000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 1.6% |
| | |

* Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 99 : ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΛΟΓΩ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟΥ - ΑΡΓΙΛΟΣ II

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ | ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚ. | ΞΗΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (ΜΕ ΥΔΡΕΜΠΟΤΙΣΜΟ) | ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ( ΜΕΙΩΣΗ ) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ | ΛΟΓΟΣ ΑΝΤΟΧΩΝ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | g | Kg/M^3 | Kg/M^3 | g | Mpa | Mpa | Mpa | % | % |
| | | | | | | | | | |
| 5+2 | 390.85 | 1702.05 | 1930.55 | 12.97 | 1.87 | 1.65 | 0.22 | 11.76% | 88.2% |
| 5+4 | 390.85 | 1702.05 | 1930.55 | 10.27 | 2.39 | 2.07 | 0.32 | 13.39% | 86.6% |
| 10+2 | 380.91 | 1842.53 | 1938.03 | 14.16 | 2.07 | 1.77 | 0.3 | 14.49% | 85.5% |
| 10+4 | 380.91 | 1842.53 | 1938.03 | 8.99 | 2.5 | 2.35 | 0.15 | 6.00% | 94.0% |
| | | | | | | | | | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 100 :** ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+2 | 348.19 | 373.67 | 196.25 | 1764.03 | 19.63 | 69.26 | 239.77 | 27.48 | 11.46% |
| 5+2 | 347.94 | 374.64 | 196.25 | 1772.94 | 19.63 | 69.26 | 240.96 | 26.70 | 11.08% |
| 5+2 | 347.55 | 376.29 | 196.25 | 1770.96 | 19.63 | 69.26 | 240.71 | 28.74 | 11.94% |
| 5+2 | 347.16 | 373.03 | 196.25 | 1769.07 | 19.63 | 69.26 | 240.46 | 25.85 | 10.75% |
| 5+2 | 347.04 | 375.49 | 196.25 | 1768.36 | 19.63 | 69.26 | 240.36 | 26.45 | 11.64% |
| | | | | | | | | | |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 11.41% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 4.4% |
| | |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 101 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ II ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5% ΚΑΙ 4%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5+4 | 346.73 | 373.49 | 196.25 | 1766.78 | 19.63 | 67.99 | 235.74 | 26.76 | 11.35% |
| 5+4 | 347.16 | 367.53 | 196.25 | 1768.97 | 19.63 | 67.99 | 236.03 | 20.37 | 8.63% |
| 5+4 | 347.24 | 371.88 | 196.25 | 1769.38 | 19.63 | 67.99 | 236.09 | 24.64 | 10.44% |
| 5+4 | 345.02 | 367.20 | 196.25 | 1758.06 | 19.63 | 67.99 | 234.58 | 22.18 | 9.46% |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 9.97% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΤΑΣ | 11.9% |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 102 : ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+2 | 332.62 | 354.83 | 196.25 | 1694.88 | 19.63 | 68.68 | 228.44 | 22.01 | 9.63% |
| 10+3 | 332.03 | 357.60 | 196.25 | 1691.87 | 19.63 | 68.68 | 228.04 | 25.57 | 11.21% |
| 10+2 | 330.53 | 357.63 | 196.25 | 1684.23 | 19.63 | 68.68 | 227.01 | 27.10 | 11.94% |
| 10+2 | 332.40 | 352.40 | 196.25 | 1693.76 | 19.63 | 68.68 | 228.29 | 20.00 | 8.76% |
| 10+2 | 331.33 | 357.80 | 196.25 | 1688.31 | 19.63 | 68.68 | 227.58 | 26.47 | 11.63% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 10.64% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒΛΤΑΣ | 12.9% |
| | |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 103 :** ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΔΟΚΙΜΙΑ ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΜΕ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10% ΚΑΙ 4%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (*) (g) | ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΟΥ (**) (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (***) (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΟΚ. (%) | ΒΑΡΟΣ ΑΡΓΙΛΟΥ (g) | ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΝΕΡΟΥ (g) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΡ. ΝΕΡΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛ. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+4 | 332.50 | 350.64 | 196.25 | 1694.27 | 19.63 | 67.48 | 224.37 | 18.14 | 8.08% |
| 10+4 | 331.84 | 358.09 | 196.25 | 1690.90 | 19.63 | 67.48 | 223.93 | 26.25 | 11.72% |
| 10+4 | 332.57 | 355.44 | 196.25 | 1694.62 | 19.63 | 67.48 | 224.42 | 22.87 | 10.19% |
| 10+4 | 332.50 | 352.82 | 196.25 | 1694.27 | 19.63 | 67.48 | 224.37 | 20.32 | 9.06% |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 9.76% |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 16.0% |
| | |

* ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
*** Ο ΟΡΟΣ ΑΥΤΟΣ ΥΠΟΔΗΛΩΝΕΙ ΤΗΝ ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ ΤΟΥΣΤΟ ΝΕΡΟ

ΑΡΓΙΛΟΣ Ι + ΨΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 104 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ Ι ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+2%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+2 | 389.60 | 196.25 | 1985.22 | 19.63 | 420.00 | 2.84 | 269.86 | 272.72 | 0.35 |
| 5+2 | 389.19 | 196.25 | 1983.13 | 19.63 | 473.00 | 2.84 | 303.52 | 306.36 | 0.39 |
| 5+2 | 389.61 | 196.25 | 1985.27 | 19.63 | 477.00 | 2.84 | 306.09 | 308.93 | 0.39 |
| 5+2 | 389.35 | 196.25 | 1984.10 | 19.63 | 345.00 | 2.84 | 221.60 | 224.64 | 0.29 |
| 5+2 | 388.10 | 196.25 | 1977.58 | 19.63 | 403.00 | 2.84 | 258.98 | 261.82 | 0.33 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.35 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.044 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.002 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 12.7% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 105 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+4%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+4 | 390.02 | 196.25 | 1987.36 | 19.63 | 398.00 | 2.84 | 106.41 | 255.77 | 0.33 |
| 5+4 | 390.21 | 196.25 | 1988.33 | 19.63 | 450.00 | 2.84 | 130.76 | 269.11 | 0.37 |
| 5+4 | 388.36 | 196.25 | 1984.00 | 19.63 | 415.00 | 2.84 | 107.89 | 266.67 | 0.34 |
| 5+4 | 388.86 | 196.25 | 1985.53 | 19.63 | 398.00 | 2.84 | 107.69 | 255.77 | 0.33 |
| 5+4 | 390.04 | 196.25 | 1987.46 | 19.63 | 460.00 | 2.84 | 111.53 | 295.52 | 0.38 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.35 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.9% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 106** : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ I ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+2 | 380.88 | 196.25 | 1940.79 | 19.63 | 380.00 | 2.84 | 244.23 | 247.07 | 0.31 |
| 10+2 | 380.25 | 196.25 | 1937.58 | 19.63 | 430.00 | 2.84 | 276.29 | 279.13 | 0.38 |
| 10+2 | 380.22 | 196.25 | 1937.43 | 19.63 | 430.00 | 2.84 | 276.29 | 279.13 | 0.36 |
| 10+2 | 380.15 | 196.25 | 1937.07 | 19.63 | 450.00 | 2.84 | 289.11 | 291.95 | 0.37 |
| 10+2 | 380.00 | 196.25 | 1936.31 | 19.63 | 462.00 | 2.84 | 296.80 | 299.64 | 0.36 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.36 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.03 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.2% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 107 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+4%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+4 | 370.23 | 196.25 | 1886.52 | 19.63 | 461.00 | 2.84 | 296.16 | 299.00 | 0.38 |
| 10+4 | 371.30 | 196.25 | 1891.97 | 19.63 | 475.00 | 2.84 | 304.80 | 307.64 | 0.39 |
| 10+4 | 370.69 | 196.25 | 1888.87 | 19.63 | 501.00 | 2.84 | 321.15 | 323.99 | 0.41 |
| 10+4 | 371.89 | 196.25 | 1894.98 | 19.63 | 530.00 | 2.84 | 339.74 | 342.58 | 0.44 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.41 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.0% |

ΔΙΑΡΡΗΞΗ

ΑΡΓΙΛΟΣ ΙΙ + ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΤΕΦΡΑ + ΤΣΙΜΕΝΤΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 108 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΓΙΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚΛΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+2 | 347.11 | 196.25 | 1768,71 | 19.63 | 142.00 | 2.84 | 91.67 | 94.51 | 0.12 |
| 5+2 | 347.32 | 196.25 | 1769,76 | 19.63 | 143.00 | 2.84 | 92.31 | 95.15 | 0.12 |
| 5+2 | 347.08 | 196.25 | 1768.56 | 19.63 | 167.00 | 2.84 | 107.69 | 110.53 | 0.14 |
| 5+2 | 346.62 | 196.25 | 1766.22 | 19.63 | 136.00 | 2.84 | 89,10 | 91.94 | 0,12 |
| 5+2 | 347.30 | 196.25 | 1769.68 | 19.63 | 136.00 | 2.84 | 87.82 | 90.66 | 0.12 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.12 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.010 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 8.3% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 109 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 5%+4%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 5+4 | 347.03 | 196.25 | 1768.31 | 19.63 | 225.00 | 2.84 | 144.88 | 255.77 | 0.33 |
| 5+4 | 346.01 | 196.25 | 1763.11 | 19.63 | 245.00 | 2.84 | 157.68 | 289.11 | 0.37 |
| 5+4 | 347.82 | 196.25 | 1772.33 | 19.63 | 268.00 | 2.84 | 172.42 | 266.67 | 0.34 |
| 5+4 | 346.80 | 196.25 | 1767.13 | 19.63 | 229.00 | 2.84 | 147.42 | 255.77 | 0.33 |
| 5+4 | 346.57 | 196.25 | 1765.96 | 19.63 | 223.00 | 2.84 | 143.58 | 295.52 | 0.38 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.35 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.001 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 6.9% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 110 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+2%

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+2 | 331.90 | 196.25 | 1691.21 | 19.63 | 183.00 | 2.84 | 117.94 | 120.78 | 0.15 |
| 10+2 | 332.84 | 196.25 | 1696.00 | 19.63 | 181.00 | 2.84 | 116.66 | 119.50 | 0.15 |
| 10+2 | 332.37 | 196.25 | 1693.61 | 19.63 | 138.00 | 2.84 | 89.10 | 91.94 | 0.12 |
| 10+2 | 332.36 | 196.25 | 1693.55 | 19.63 | 145.00 | 2.84 | 93.59 | 96.43 | 0.12 |
| 10+2 | 332.80 | 196.25 | 1695.80 | 19.63 | 184.00 | 2.84 | 118.58 | 121.42 | 0.15 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.14 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.02 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 13.2% |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 111 : ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ (d/h=5/10 cm.) ΑΡΠΛΟΥ ΙΙ ΗΛΙΚΙΑΣ 90 ΗΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ 10%+4%**

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΕΦΡΑΣ + ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (%) | ΒΑΡΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (g) | ΟΓΚΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ (cm^3) | ΥΓΡΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/M^3) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (cm^2) | ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΗΚ/ΤΡΟΥ 0,002mm. | ΠΡΟΦΟΡΤΙΣΗ (kg) | ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΕΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (kg) | ΤΑΣΗ ΘΡΑΥΣΕΩΣ (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 10+4 | 330.18 | 196.25 | 1682.45 | 19.63 | 197.00 | 2.84 | 126.91 | 129.75 | 0.17 |
| 10+4 | 332.99 | 196.25 | 1696.76 | 19.63 | 218.00 | 2.84 | 140.37 | 143.21 | 0.18 |
| 10+4 | 333.16 | 196.25 | 1697.63 | 19.63 | 226.00 | 2.84 | 145.50 | 148.34 | 0.19 |
| 10+4 | 331.90 | 196.25 | 1691.21 | 19.63 | 213.00 | 2.84 | 137.17 | 140.01 | 0.18 |
| 10+4 | 333.00 | 196.25 | 1696.82 | 19.63 | 190.00 | 2.84 | 122.43 | 125.27 | 0.16 |
| | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ | 0.17 |
| ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ | 0.01 |
| ΔΙΑΣΠΟΡΑ | 0.000 |
| ΣΥΝΤ. ΜΕΤΑΒ/ΤΑΣ | 7.0% |

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ


1. Σ.Κόλλιος , "Σταθεροποίηση εδαφών : Κατασκευή και ιδιότητες των σταθεροποιημένων στρώσεων υπολογισμός πάχους στρώσεων , υπολογισμός πάχους οδοστρωμάτων με σταθεροποιημένες στρώσεις" , (1979) , Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος , Αθήνα .
2. Γ.Λέκκα , " Η σταθεροποίησις των εδαφών δια κατασκευάς έργων οδοποιίας" (1981 ), Υπουργείο
   Δημοσίων Έργων – Κεντρικό εργαστήριο Δημοσίων Έργων ( Κ.Ε.Δ.Ε. ) ,Τεύχος 3 , Αθήνα .
   Γ.Κοπεάκου , "Περί σταθεροποιήσεως εδάφους δια τσιμέντου ή ασβέστου " (1968) , Δελτίο Κεντρικού Εργαστηρίου Δημοσίων Έργων ( Κ.Ε.Δ.Ε ) , Τεύχη 1-2 ,Αθήνα .
3. Π.Τ.Π. Ο 150
4. Π.Τ.Π. Ο155
5. Π.Τ.Π. Ο 164 : "Κατασκευή σταθεροποιημένης με τσιμέντο εδαφικής στρώσεως σε έργα οδοποιίας"
6. Yoder-Witczak , "Principles of pavement design " , Copyright by John Wiley &Sons , Inc , 1975
7. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ( T.R.B. ) – NATIONAL RESEARCH COUNCIL
   TRANSPORTATION RECEARCH RECORD 501 " Soil Stabilization "
9. "Procedure for economic development of soil-cement mix design"
   H.H Duval . Duval and Associates , Inc. . Dallas
   J. H. Alexander , Southwestern Laboratories , Inc. , Fort Worth
   Washington , D.C. , 1979
10. O.G. Ingles , "Bonding forces in soils " Part II ,Stabilised soils , The Chemical and Physical reactions responsible for strength development . Proceedings Australian road research board , vol. 1 , 1962
11. M.R.Thompson ," Suggested method for mixture design procedure for lime-treated soils " , A.S.T.M. S.T.P. 479 , 1970
12. Γ.Παπαδόπουλος . " Έρευνα επί της δυνατότητας σταθεροποιήσης των Ελληνικών εδαφών δι 'ασβέστου και τσιμέντου." Διδακτορική διατριβή , Α.Π.Θ (Τ.Χ. τεύχος 9° ) , 1972.
13. Χ.Μ.Οικονόμου , Καθηγητή Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης , Τεχνολογία του Σκυροδέματος, Έκδοση Δεύτερη.
14. Θ.Π.Τάσιος-Κ.Αλιγιζάκη , ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ένανι περιβαλλοντικών δράσεων , ΑΘΗΝΑ 1993.
15. Γ.Παρισάκης-Β.Κασελούρη-Σ.Τσίμας-Χ.Φτικός , Χημεία και Τεχνολογία Τσιμέντου , Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων , ΑΘΗΝΑ 1991.

16. Σ1. Κ. Κάλιο, Έρευνα σταθεροποιήσεως δι'υδροασβέστου τμήματος οδού Κρεστοίνων-Ανδρίτσαινης , Ένωσις Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος . Αθήνα 1966.
17. P.T.Sherwood . Soil Stabilization with Cement and Lime , Transport Recearch Laboratory – Department of Transport - State of the Art Review , HMSO Publications Centre , London 1993
18. Π.Ο6.Σακελλαρίδη , Γενική Χημεία – τόμος 1 Γενικό Μέρος , Έκδοση 1 , Αθήνα 1991
19. M.R.Thompson , Lime Reactivity of Illinois Soils , Journal of the Soil Mechanics and Foundation -Division ASCE Vol 92.No S.M. 5
20. Soil stabilization in pavement structures a user's manual - Volume II : Mixture design considerations, U.S.Department of Transportation-Federal Highway Administration [Office of Development Implementation Division] Washington D.C. 20590 . October 1979
21. AASHTO : Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing.
22. TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 501 – Soil Stabilization – TRB TRANSPORTATION RESEARCH BOARD , NATIONAL RESEARCH COUNCIL Washington D.C 1974
23. Robnett , Q.L. and M.R.Thompson , Stabilization of Illinois Materials – Development of Guidelines and criteria , Illinois Cooperative Highway Research Program Project IHR-94 , September 1969
24. Soil stabilization in pavement structures a user's manual - Volume I :Pavement Design and construction considerations, U.S.Department of Transportation-Federal Highway Administration [Office of Development Implementation Division] Washington D.C. 20590 , October 1979
25. Anday M.C. , A Laboratory and Field Investigation of Some Virginia Soils for Lime Stabilization , ASTM Soil Testing Symposium June 1967
26. Σ.Κόλιος- Α.Λοΐζος , Σημειώσεις οδοστρωμάτων , Ε.Μ.Π ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ , Τομέας μεταφορών και συγκοινωνιακής υποδομής. ΑΘΗΝΑ 1992
27. Μελέτη των δυνατοτήτων αξιοποίησης των Ελληνικών ιπτάμενων τεφρών ,Φτίκος Τσίμος Μαρσέλος Κολός Μπατζάς Ιορδάνης ΤΕΕ-Τμήμα Χημικών Μηχανικών-Επιστημονική Επιτροπή Δομικών Υλικών και Στοιχείων , Αθήνα 1985
28. Ιπτάμενες Τέφρες – Πρακτικό ημερίδας , ΕΜΠ – Τμήμα Χημικών Μηχανικών ,Εργαστήριο Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, Αθήνα 1985
29. Mumtaz A. Usmen , John J. Bowders Jr. ,Stabilization Characteristics of Class F Fly Ash , Transportation Research Record 1288
30. Joanna Papayianni , An Investigation of The Pozzolanicity and Hydraulic Reactivity of High – lime Fly Ash , Magazine of Concrete Research vol 39 No 136 Thessaloniki 1987
31. D.Andrew Church , Lutfi Raad , Mark Tumeo , Experimental Study of Leaching of Fly Ash , Transportation Research Record 1486
32. Dave Ta Teh Chang , Resilient Properties and Microstructure of Modified Fly Ash-Stabilized Fine –Gained Soils , Transportation Research Record 1486

33. R. L Day , R.C. Joshi , B. W. Langan , M. A. Ward ,Examination of The Use of High Proportions of High Lime Content Fly Ash in Construction .

34. Ν.Μαρσέλου , Σ.Χριστούλα Σ Κόλια , ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΠΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΦΡΑΣ ΣΤΗΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑ , Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων . Ανάτυπο από το ΔΕΛΤΙΟΝ Κέντρου Ερευνών Δημοσίων Έργων , Τεύχος 3-4/1986 , ΑΘΗΝΑ 1986

35. Ν. Αιάρης Ο.Henning , Θειική διέγερση των ιπτάμενων Τεφρών , Τεχνικά χρονικά Γ 1987 Τόμος 7 Τεύχος 1.

36. Α.Γεωργακόπουλος Α.Φιλιππίδης Α.Κασώλη-Φουρναράκη , Ορυκτολογία χημεία και μορφολογία τέφρας από εργαστηριακή καύση σε 1000 $^{0}$C και ιπτάμενης τέφρας του λιγνίτη πτολεμαΐδας – Αξιοποίηση και περιβάλλον. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης , Τομέας Ορυκτολογίας – Πετρολογίας – Κοιτασματολογίας .

37. P.Tsonis ,S Christoulas , S. Kolias . Soil improvement with coal ash in road construction , Proceedings of the eighth European confererence on soil mechanics and foundation engineering , Helsinki 23-26 May 1983