

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ  
ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΒΑΣΕΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ  
ΠΡΟΤΥΠΩΝ (ΕΝ)**



**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:**

**ΠΑΝΤΑΖΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

**ΑΜ:5825**

**ΤΣΟΠΕΛΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ**

**ΑΜ:5819**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΖΗΣΙΜΑΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ, 2018**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε ως ομάδα να ευχαριστήσουμε θερμά τον εποπτεύοντα καθηγητή κ. Γιώργο Ζησιμάτο για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με το συγκεκριμένο θέμα. Η αμέριστη βοήθεια και η στήριξη του, σε συνδυασμό με τις πολύτιμες συμβουλές του αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες που συνέβαλλαν στη διεκπεραίωση αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Ακόμα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Ζαχαρία Χρήστου για την βοήθεια και τις γνώσεις του σε ο,τιδήποτε χρειαστήκαμε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κ. Ειρήνη Βγενοπούλου για την παροχή της χαλαζιακής άμμου που χρησιμοποιήσαμε κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών δοκιμών.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία μελετά εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής βάσει των Ευρωπαϊκών προτύπων. Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα αντιστοιχούνται με τα Ελληνικά όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα:

<b>ΔΟΚΙΜΕΣ</b>	<b>ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ</b>	<b>ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ</b>
ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	EN 16832	E105-86,παρ.4,ASTM D-854/83,AASHO T-100/75
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ	EN 933-4	E105-86,παρ.7,AASHO T-27/66,ASTM C-136
PROCTOR	EN 13286	E105-86,παρ.10.11,AASHO T-99/74,ASTM D-698/78
ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ	BS 1377	E105-86,παρ.17,E-13 USBR 5600-89

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο τις εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής βάσει των Ευρωπαϊκών προτύπων. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια: θεωρητικό και πειραματικό επίπεδο. Οι δοκιμές έγιναν στο Εργαστήριο της Εδαφομηχανικής στο χώρο του τμήματος των Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. Δυτικής Ελλάδας.

Η μελέτη αποτελείται από τέσσερα (4) κεφάλαια:

Στο πρώτο, έγινε δοκιμή για το Ειδικό Βάρος.

Στο δεύτερο, έγινε Κοκκομετρική Ανάλυση.

Στο τρίτο, έγινε δοκιμή Proctor.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, έγινε δοκιμή Διαπερατότητας.

Το πείραμα διεξάχθηκε με τη χρήση χαλαζιακής άμμου.

Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει:

- το σκοπό της δοκιμής
- τις συσκευές-υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια
- τη διαδικασία της δοκιμής
- τα αποτελέσματα-συμπεράσματα.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
<b>1. ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ.....</b>	<b>2</b>
1.1. ΣΚΟΠΟΣ.....	2
1.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ.....	2
1.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ.....	4
1.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	5
<b>2. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....</b>	<b>7</b>
2.1. ΣΚΟΠΟΣ.....	7
2.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ.....	7
2.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ.....	10
2.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	17
<b>3. ΔΟΚΙΜΗ PROCTOR (ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ).....</b>	<b>19</b>
3.1. ΣΚΟΠΟΣ.....	19
3.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ.....	19
3.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ.....	25
3.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	30
<b>4. ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ.....</b>	<b>31</b>
4.1. ΣΚΟΠΟΣ.....	31
4.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ.....	31
4.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ.....	36
4.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	37
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>38</b>



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΑΜΜΟΣ

### ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η χαλαζιακή άμμος και γενικά ο χαλαζίας είναι ορυκτό του πυριτίου  $\text{SiO}_2$ , συγκεκριμένα πολύ καθαρό οξείδιο πυριτίου το δεύτερο πιο διαδεδομένο ορυκτό στη φύση. Το σημαντικότερο ορυκτό της λιθόσφαιρας και συμμετέχει στα συστατικά της σε ποσοστό περίπου 12%. Επίσης είναι το μοναδικό ορυκτό που αποτελείται αποκλειστικά από πυρίτιο και οξυγόνο. Τα ιόντα του χαλαζία είναι πολύ ισχυρά συνδεδεμένα και για αυτό έχει μεγάλη σκληρότητα. Απαντάται σε πολλές και ποικίλες μορφές, έχοντας χρώμα από σκούρο καφέ-μαύρο (καπνιάς) έως τελείως διαφανές (ο καθαρός χαλαζίας είναι άχρωμος). Λιώνει σε εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία. Στα πετρώματα συναντάται σε κοκκώδη ή κρυσταλλική μορφή. Αποτελεί ορυκτολογικό συστατικό των όξινων εκρηξιγενών πετρωμάτων, όπως και μεταμορφωσιγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων. Είναι γνωστός διεθνώς με το όνομα "Quartz". Στην Ελλάδα υπάρχει κυρίως στις Κυκλάδες, στη Μάνη και στη Λέσβο.

Ο χαλαζίας είναι σχετικά φθηνός, χημικά ουδέτερος και έχει κογχοειδή θραυσμό. Παρουσιάζει υψηλή λευκότητα, χαμηλή απορροφητικότητα ελαίου και ικανότητα κονιοποίησης σε ειδικά μεγέθη κόκκων. Γι' αυτό η χαλαζιακή άμμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης, λείανσης ή διήθησης, καθώς και σε ποικίλες κατασκευές. Επίσης, παρουσιάζει πυριμαχότητα (σημείο τήξης  $1470^\circ\text{C}$ ) και χρησιμοποιείται ως άμμος χυτηρίων. Η χαλαζιακή άμμος θεωρείται προϊόν αποσάθρωσης και επεξεργασίας όλων των κατηγοριών των πετρωμάτων κυρίως από το νερό και τον άνεμο. Οι κύριες πηγές προέλευσης της χαλαζιακής άμμου είναι τα πλούσια σε χαλαζία πυριγενή ή μεταμορφωμένα πετρώματα.

### ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

$\text{SiO}_2 \rightarrow 95.0 \pm 1.0$

$\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2.0 \pm 0.5$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 0.12 \pm 0.03$

### ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ειδικό βάρος  $1,45 \pm 0,05\text{kg/l}$  ή 2,6 (χαλαζίας)

Πυκνότητα  $2,65\text{gr/cm}^3$

Σκληρότητα 7

$D_{\min} = 0.8\text{mm}$

$D_{\max} = 1.3\text{mm}$

$D_{50} = 0.82\text{mm}$

$C_u = 3.19$

$G_s = 2640\text{Mg/m}^3$

$e_{\min} = 0.56$

$e_{\max} = 0.83$

## 1. ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ (EN 16832)

### 1.1. ΣΚΟΠΟΣ

Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό του ειδικού βάρους εδαφών. Το ειδικό βάρος ενός εδάφους είναι ο λόγος του βάρους ορισμένων κόκκων εδάφους προς τον όγκο αποσταγμένου νερού θερμοκρασίας 4°C. Το ειδικό βάρος ενός εδάφους συνήθως χρησιμοποιείται για τον συσχετισμό του βάρους του εδάφους προς τον όγκο του.

### 1.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ

- Πυκνόμετρο χωρητικότητας 100 mL, είτε λήκυθος χωρητικότητας 50 mL.
- Αποσταγμένο νερό.
- Αντλία κενού (προαιρετικά).
- Ζυγός (ακριβείας 0,01g).
- Εστία θερμάνσεως.
- Κλίβανος.
- Ξηραντήρας.
- Θερμόμετρο (με ακρίβεια 0,1°C).
- Δοχεία ζέσεως.
- Σταγονόμετρο ή προχοϊδα.



Πυκνόμετρο χωρητικότητας



Θερμόμετρο (με ακρίβεια 0,1°C).





Μέτρηση της θερμοκρασίας



Κλίβανος



Διαδικασία βρασμού



Δοχεία ζέσεως

### 1.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

Το πυκνόμετρο καθαρίζεται, ξηραίνεται, ζυγίζεται και το βάρος αυτό αναγράφεται. Στη συνέχεια το πυκνόμετρο γεμίζεται με αποσταγμένο νερό πραγματικής θερμοκρασίας δωματίου. Προσδιορίζεται κατόπιν το βάρος του πυκνόμετρου με το νερό και καταγράφεται.

Στη συνέχεια βυθίζεται ένα θερμόμετρο μέσα στο νερό και προσδιορίζεται η θερμοκρασία του (T) με προσέγγιση ακέραιου βαθμού.

Από το βάρος που προσδιορίζεται στη θερμοκρασία T, συντάσσεται πίνακας διαφόρων βαρών, που αντιστοιχούν σε σειρά θερμοκρασιών, που είναι πιθανό να επικρατούν κατά τον προσδιορισμό των βαρών που ακολουθεί παρακάτω.

Το έδαφος που θα χρησιμοποιηθεί για τη 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 25g όταν χρησιμοποιείται ογκομετρική φιάλη και 10g όταν χρησιμοποιείται λήκυθος.

Το δείγμα τοποθετείται μέσα στο πυκνόμετρο αφού ληφθεί πρόνοια ώστε να μην υπάρχει απώλεια εδάφους στην περίπτωση που το δείγμα έχει ζυγισθεί. Προστίθεται αποσταγμένο νερό μέχρι που να γεμίσει η ογκομετρική φιάλη περίπου κατά τα 3/4 ή όταν πρόκειται για λήκυθους περίπου κατά το μισό.

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

Το πυκνόμετρο στη συνέχεια γεμίζεται με αποσταγμένο νερό καθαρίζεται και ξηραίνεται εξωτερικά με τη βοήθεια καθαρού στεγνού υφάσματος. Λαμβάνεται το βάρος του πυκνόμετρου με το περιεχόμενό του και η θερμοκρασία T του περιεχομένου σε °C.

Στον πίνακα I δίνονται διάφορες τιμές του K για την συνήθη περιοχή θερμοκρασιών.

Για την αναφορά της τιμής του ειδικού βάρους ως προς νερό 4°C, η τιμή αυτή μπορεί να υπολογισθεί δια πολλαπλασιασμού της τιμής του ειδικού βάρους σε θερμοκρασία T επί τη σχετική πυκνότητα του νερού σε θερμοκρασία T.

Όταν οποιοδήποτε τμήμα του αρχικού δείγματος του εδάφους έχει απομακρυνθεί κατά την προπαρασκευή του προς δοκιμή δείγματος, το μέρος όπου έγινε η δοκιμή είναι αναγκαίο να αναφέρεται.

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.

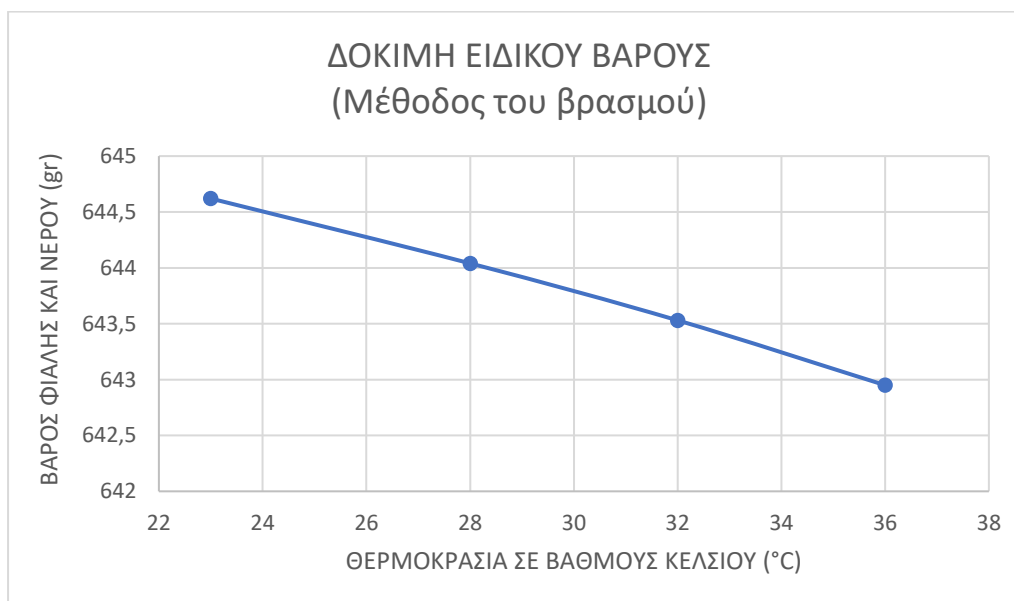
## ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Ειδικό βάρος νερού και συντελεστής αναγωγής K για διάφορες θερμοκρασίες

Θερμοκρασία °C	Ειδικό βάρος νερού	Συντελεστής διορθώσεως (αναγωγής) K
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	0,9968156	0,9986
27	0,9965451	0,9983
28	0,9962652	0,9980
29	0,9959761	0,9977
30	0,9956780	0,9974

### 1.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δοκιμές	Βάρος φιάλης και νερού (gr)	Θερμοκρασία (°C)
1η Δοκιμή	644,62	23
2η Δοκιμή	644,04	28
3η Δοκιμή	643,52	32
4η Δοκιμή	642,95	36



ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ

<b>ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΟΚΚΩΝ (ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΡΑΣΜΟΥ)</b>		<b>1<sup>η</sup> ΔΟΚΙΜΗ</b>	<b>2<sup>η</sup> ΔΟΚΙΜΗ</b>
ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΗΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΦΙΑΛΗΣ		A	Γ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ ΣΕ C°		28	32
<b>W<sub>1</sub></b>	ΒΑΡΟΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΦΙΑΛΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟΥ (gr)	706,32	705,80
<b>W<sub>2</sub></b>	ΒΑΡΟΣ ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΦΙΑΛΗΣ ΚΑΙ ΝΕΡΟΥ (gr)	644,04	643,52
ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ ΞΗΡΑΝΣΗΣ		A	Γ
ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ ΞΗΡΑΝΣΗΣ (gr)		191,21	199,22
ΒΑΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟΥ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (gr)		291,18	299,17
<b>W<sub>s</sub></b>	ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (gr)	99,97	99,95
<b>γ<sub>w</sub></b>	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ (ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ)	0,996232	0,9950302
<b>W<sub>w</sub></b>	ΒΑΡΟΣ ΕΚΤΟΠΙΖΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ $W_w = W_s + W_2 - W_1$	37,69	37,67
<b>V<sub>w</sub></b>	ΟΓΚΟΣ ΕΚΤΟΠΙΖΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	37,83	37,86
<b>V<sub>s</sub></b>	ΟΓΚΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΟΚΚΩΝ	37,83	37,86
<b>γ<sub>s</sub></b>	<b>ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2,64	2,64
<b>ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΔΟΚΙΜΩΝ (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2,64</b>	

Επομένως, σύμφωνα με το παραπάνω πίνακα η διαδικασία εφαρμόστηκε σε δύο δείγματα και ως τελικό ειδικό βάρος θεωρήθηκε ως ο μέσος όρος των δύο δοκιμών:

$$\gamma_s = 2,64 \text{ gr/cm}^3$$

## 2. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (EN 933-4)

### 2.1. ΣΚΟΠΟΣ

Το Ευρωπαϊκό πρότυπο αυτό καθορίζει μια μέθοδο για τον προσδιορισμό του σχήματος των χονδρόκοκκων αδρανών. Ισχύει για αδρανή υλικά φυσικής ή τεχνητής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των ελαφρά αδρανή.

Η μέθοδος δοκιμής που ορίζεται σε αυτό το Ευρωπαϊκό πρότυπο εφαρμόζεται σε σωματίδια μεγέθους κλάσμα  $d_1/D_1$  όπου  $D_1 < 63\text{mm}$  και  $d > 4\text{mm}$ .

### 2.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ

- Κόσκινα δοκιμών.
- Υποδοχέας και καπάκι για τα κόσκινα.
- Αερισμένο φούρνο, θερμοστατικά ελεγχόμενο για τη διατήρηση της θερμοκρασίας  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- Ισοροπίες ή κλίμακες, με κατάλληλη χωρητικότητα, ευανάγνωστο στο 0,1% της μάζας προς ζύγιση.
- Δίσκους.
- Μηχανή κοσκίνισματος.



Χαλαζιακή άμμος



Κόσκινα



Υποδοχέας



Μηχανή κοσκίνισματος







Κλίβανος



Ζυγός ακριβείας

## ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Το δείγμα θα πρέπει να μειώνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 932-2. Στεγνώστε το δείγμα σε  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  μέχρι σταθερό βάρος. Κοσκινίστε σε κατάλληλα κόσκινα με δύναμη για να εξασφαλιστεί ο πλήρης διαχωρισμός των σωματιδίων που είναι μεγαλύτερα από 4mm. Απορρίψτε τα σωματίδια που δεν διαπερνούν το κόσκινο των 63mm και εκείνων που περνούν το τεστ των 4mm. Αν χρειαστεί περαιτέρω μείωση του δείγματος σύμφωνα με το πρότυπο EN 932-2 να αναπαράγουν ένα μέρος της δοκιμής. Καταγράψτε τη μάζα του δείγματος της δοκιμής  $M_0$  όπως ορίζεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1.Μάζα των μερών δοκιμής

Ανώτερο μέγεθος D mm	Μάζα δοκιμής (ελάχιστο) kg
63	45
32	6
16	1
8	0.1

Σημείωση 1: Για μεγέθη άλλα από το ανώτερο συνολικό D, η ποσότητα της μάζας δοκιμής μπορεί να παρεμβληθεί από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 1.

Σημείωση 2: Για συγκεντρωτικά στοιχεία της πυκνότητας σωματιδίων λιγότερο από  $2.00\text{Mg}/\text{m}^3$  ή περισσότερο από  $3.00\text{Mg}/\text{m}^3$  σύμφωνα με pr EN 1097-6 κατάλληλη διόρθωση πρέπει να εφαρμόζεται στο τμήμα της δοκιμής μάζας που δίνονται στον πίνακα 1 με βάση την αναλογία πυκνότητας προκειμένου να παραχθεί μια ποσότητα ελέγχου περίπου με τον ίδιο όγκο με εκείνα για τα αδρανή υλικά της κανονικής πυκνότητας.

Μείωση δείγματος πρέπει να δώσει ένα μέρος της δοκιμής της μάζας μεγαλύτερο από το ελάχιστο όριο αλλά όχι μια ακριβή προκαθορισμένη τιμή.

## 2.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

### 1.Γενικά

Η δοκιμή πρέπει να διενεργείται σε κάθε κλάσμα μεγέθους σωματιδίων  $d_1/D_1$  όπου  $D_1 < 2d_1$ . Τμήματα δοκιμής από τα δείγματα για τα οποία  $D > 2d$  πρέπει να διαχωρίζονται σε κλάσματα μεγέθους σωματιδίων  $d_i/D_i$  όπου  $D_1 < 2d$  κατά την επακόλουθη διαδικασία δοκιμής.

### 2.Δοκιμή τμήματα όπου $D < 2d$

Διαχωρίστε το κυρίαρχο μέγεθος σωματιδίων κλάσμα  $d_1/D_1$  όπου  $D_1 < 2d$ . Το τμήμα των δοκιμών με κοσκίνισμα σύμφωνα με το πρότυπο EN 933-1.

Σημείωση 1: Δοκιμή με κόσκινα των κατάλληλων μεγεθών ανοίγματος από την ακόλουθη σειρά δηλ, 4mm, 5.6mm, 8mm, 11.2mm, 16mm, 22.4mm, 31.5mm, 45mm, 63mm και οι τιμές των  $d_1$  και  $D_1$  του κλάσματος μεγέθους που δοκιμάζονται πρέπει να καταγράφονται στην έκθεση δοκιμής.

Απορρίψτε τα σωματίδια μικρότερα από το  $d_i$  ή μεγαλύτερα από το  $D_i$ . Καταγράψτε τη μάζα των σωματιδίων κλάσμα μεγέθους  $d_1/D_1$  όπως  $M_1$ . Εκτιμήστε το μήκος  $L$  και πάχος του κάθε σωματιδίου χρησιμοποιώντας ένα μετρητή διαφάνεια σωματιδίων όπου είναι απαραίτητο και να αναιρέσει αυτά τα σωματίδια, τα οποία έχουν μια διαστατική αναλογία  $L/E > 3$ . Αυτά τα σωματίδια ταξινομούνται ως μη κυβικής.

Σημείωση 2: Ο αριθμός των σωματιδίων που απαιτούν επιμέρους κατάταξη, χρησιμοποιώντας τον μετρητή μπορεί να ελκύσει από ένα προκαταρκτικό διαχωρισμό του λόγου με  $L/E$  σημαντικά διαφορετικό από 3. Ζυγίστε τα μη κυβικής σωματίδια και καταγράψτε τη μάζα τους όπως  $M_2$ .

### 3.Δοκιμή τμήματα όπου $D > 2d$

Διαχωρίστε την ποσότητα της δοκιμής σε κλάσματα μεγέθους σωματιδίων  $d_1/D_1$  όπου  $D_1 < 2d$  με κοσκίνισμα σύμφωνα με το πρότυπο EN 933-1.

Σημείωση 1: Το κοσκίνισμα του κατάλληλου μεγέθους ανοίγματος από την ακόλουθη σειρά θα πρέπει να χρησιμοποιείται 4mm, 5.6mm, 8mm, 11.2mm, 16mm, 22.4mm, 31.5mm, 45mm, 63mm και οι τιμές των  $d_1$  και  $D_1$  του κάθε κλάσματος μεγέθους δοκιμής θα πρέπει να καταγράφονται στην έκθεση δοκιμής.

Καταγράψτε την τιμή του κάθε κλάσματος μεγέθους σωματιδίων ( $M_1$ ), υπολογίστε και να καταγράψετε το ποσοστό της μάζας του κάθε κλάσματος μεγέθους σωματιδίων  $d_1/D_1$  στο τμήμα της δοκιμής μάζας  $M_0$  ως  $M_1$ . Απορρίψτε κάθε κλάσμα μεγέθους  $d_1/D_1$  η οποία περιλαμβάνει λιγότερο από το 10% των  $M_0$ .

Σημείωση 2: Εάν οποιοδήποτε υπόλοιπο κλάσμα μεγέθους περιέχει λιγότερο από 100 σωματίδια θα πρέπει να απαιτείται να καταγράφεται στην έκθεση δοκιμής. Κάθε κλάσμα μεγέθους το οποίο περιέχει έναν υπερβολικό αριθμό σωματιδίων μπορεί να μειωθεί περαιτέρω σύμφωνα με το πρότυπο EN 932-2, αλλά μετά από μια τέτοια μείωση να παραμένουν τουλάχιστον 100 σωματίδια αυτού του κλάσματος μεγέθους.

Καταγράψτε την τιμή των σωματιδίων που πρόκειται να δοκιμαστούν σε κάθε κλάσμα μεγέθους σωματιδίων  $d_1/D_1$  ως  $M_1$ . Εκτιμήστε το μήκος  $L$  και το πάχος  $E$  του κάθε σωματιδίου χρησιμοποιώντας ένα μετρητή διαφάνειας σωματιδίων όπου είναι απαραίτητο και να αναιρέσει αυτά τα σωματίδια σε κάθε κλάσμα μεγέθους που έχουν διαστάσεις  $L/E > 3$ . Αυτά τα σωματίδια έχουν ταξινομηθεί ως μη κυβικής. Καταγράψτε την τιμή των μη κυβικής σωματιδίων καθενός από αυτά τα μεγέθη κλάσματα  $d_1/D_1$  ως  $M_2$ .

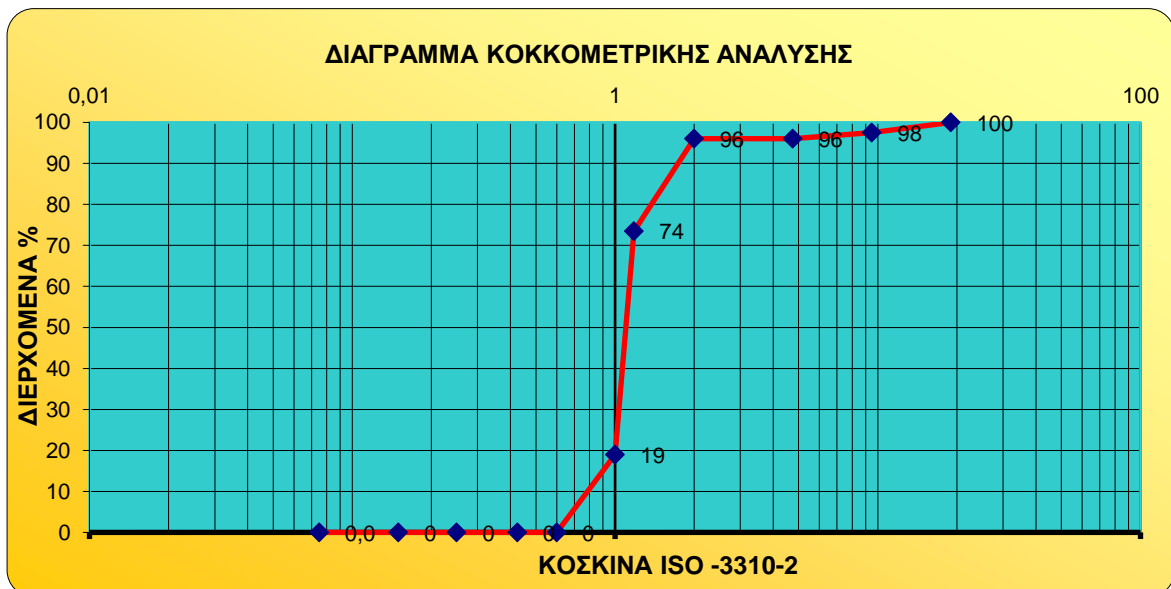


### ΔΟΚΙΜΗ 1

ΤΕΙ	ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΕΝ 933-1				
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	<b>ΑΜΜΟΣ</b>	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Kg)	200		
ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ d/D	0/4	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	9/5/2017	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ			
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	1	ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ			
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	<b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΟΚΗΣ ΤΕΙ Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ</b>				
Βάρος Υγρού δειγματος (g)	200,00	Ξηρό Βάρος παιπάλης μετά την πλύση (M1-M2) gr	0		
Βάρος ξηρού δειγματος M1 (gr)	200,00	Προσδιορισμός Φυσικής Υγρασίας %	0,0		
Βάρος ξηρού δειγματος μετά την πλύση M2 (gr)	200,00				
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΜΕΓΕ ΘΟΣ ΚΟΣΚΙ ΝΟΥ (mm)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ R <sub>i</sub> (gr)	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % (R <sub>i</sub> /M1)*100	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝ Ο ΠΟΣΟΣΤΟ % 100- (R <sub>i</sub> /M1)*100	
19	19	2	0	100	
9,5	9,5	5	2,5	98	
4,75	4,75	8	4	96	
2	2	8	4	96	
1,18	1,18	53	27	74	
1	1	162	81	19	
0,6	0,6	200	100	0	
0,425	0,425	200	100	0	
0,25	0,25	200	100	0	
0,15	0,15	200	100	0	
0,075	0,075	200	100,0	0,0	
Υλικό στον υποδοχέα, P	-				
Ποσοστό παιπάλης (f) Διερχόμενο στα 0,063 mm: [M2-(ΣR <sub>i</sub> + P)]/M1*100	0,0	ΣR <sub>i</sub> + P	20 0,0	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟ Σ {[M2-(ΣR <sub>i</sub> + P)]/M2}*100 <1%	0,0
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ d/D (mm)					

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ	ΟΡΙΑ			
63				
45		ΜΕΤΡΟ ΛΕΠΤΟΤΗΤΑ Σ		
31,5				
22,4				
16				
11,2				
8				
4				
0,063				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

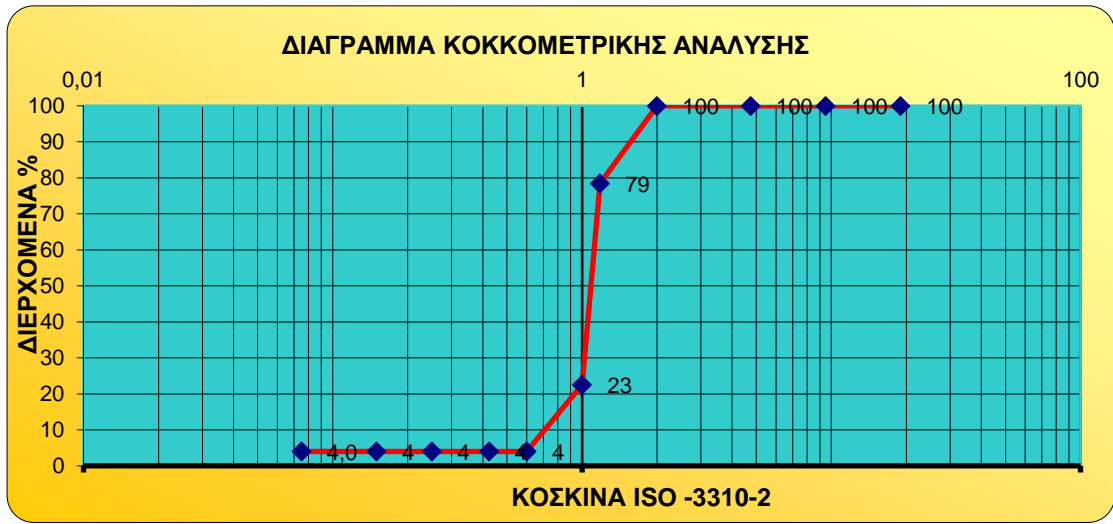


## ΔΟΚΙΜΗ 2

ΤΕΙ	ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ EN 933-1			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	<b>ΑΜΜΟΣ</b>		ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Kg)	200
ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ d/D	0/4		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	9/5/2017		ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	1		ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	<b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΟΚΗΣ ΤΕΙ Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ</b>			
Βάρος Υγρού δειγματος (g)	200,00		Ξηρό Βάρος παιπάλης μετά την πλύση (M1-M2) gr	0
Βάρος ξηρού δειγματος M1 (gr)	200,00		Προσδιορισμός Φυσικής Υγρασίας %	0,0
Βάρος ξηρού δειγματος μετά την πλύση M2 (gr)	200,00			
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ (mm)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ Ri, (gr)	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % (Ri/M1)*100	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % 100-(Ri/M1)*100
19	19	0	0	100
9,5	9,5	0	0	100
4,75	4,75	0	0	100
2	2	0	0	100
1,18	1,18	43	22	79
1	1	155	78	23
0,6	0,6	192	96	4
0,425	0,425	192	96	4
0,25	0,25	192	96	4
0,15	0,15	192	96	4
0,075	0,075	192	96,0	4,0
Υλικό στον υποδοχέα, P	8,00			
Ποσοστό παιπάλης (f) Διερχόμενο στα 0,063 mm: $\frac{[M1-M2]+P}{M1} \cdot 100$	4,0	$\Sigma Ri + P$	20 0,0	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟ $\Sigma \frac{[M2-(\Sigma Ri + P)]}{M2} \cdot 100 < 1\%$  0,0
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ d/D (mm)				

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ	ΟΡΙΑ				
63					
45		ΜΕΤΡΟ ΛΕΠΤΟΤΗΤΑ Σ			
31,5					
22,4					
16					
11,2					
8					
4					
0,063					

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

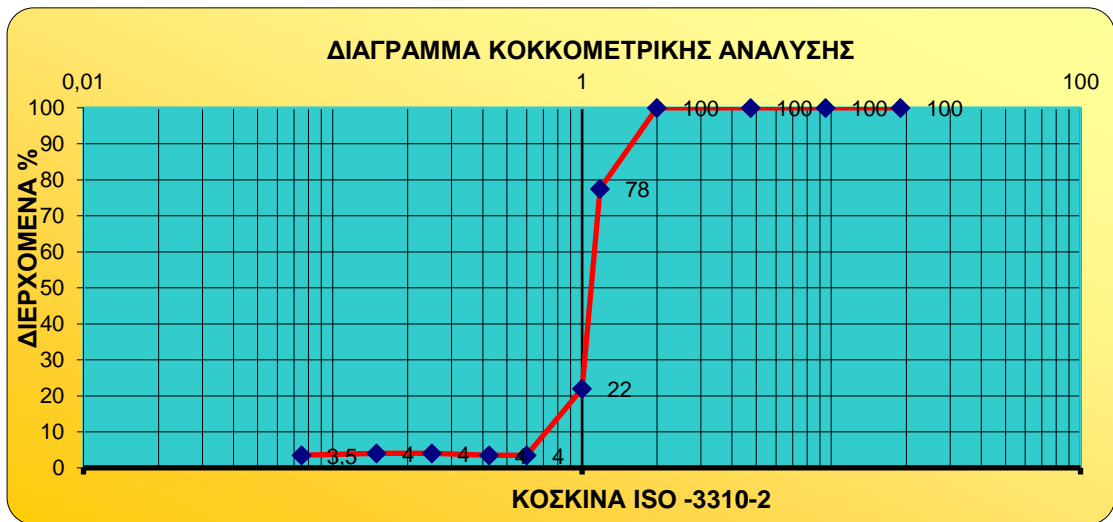


### ΔΟΚΙΜΗ 3

ΤΕΙ	ΔΕΛΤΙΟ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΕΝ 933-1			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ	<b>ΑΜΜΟΣ</b>	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (Kg)	200	
ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ d/D	0/4	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	9/5/2017	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	1	ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ		
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	<b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΟΚΗΣ ΤΕΙ Δ. ΕΛΛΑΔΑΣ</b>			
Βάρος Υγρού δειγματος (g)	200,00	Ξηρό Βάρος παιπάλης μετά την πλύση (M1-M2) gr	0	
Βάρος ξηρού δειγματος M1 (gr)	200,00	Προσδιορισμός Φυσικής Υγρασίας %	0,0	
Βάρος ξηρού δειγματος μετά την πλύση M2 (gr)	200,00			
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ (mm)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ Ri, (gr)	ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % (Ri/M1)*100	ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟΣΤΟ % 100-(Ri/M1)*100
19	19	0	0	100
9,5	9,5	0	0	100
4,75	4,75	0	0	100
2	2	0	0	100
1,18	1,18	45	23	78
1	1	156	78	22
0,6	0,6	193	97	4
0,425	0,425	193	97	4
0,25	0,25	193	97	4
0,15	0,15	193	97	4
0,075	0,075	193	96,5	3,5
Υλικό στον υποδοχέα, P	7,00			
Ποσοστό παιπάλης (f) Διερχόμενο στα 0,063 mm: $\frac{[M1-M2]+P}{M1} \cdot 100$	3,5	$\Sigma Ri + P$	20 0,0	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟ $\Sigma \frac{[M2-(\Sigma Ri + P)]}{M2} \cdot 100 < 1\%$  0,0
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΔΡΑΝΩΝ d/D (mm)				

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ	ΟΡΙΑ			
63				
45		ΜΕΤΡΟ ΛΕΠΤΟΤΗΤΑ Σ		
31,5				
22,4				
16				
11,2				
8				
4				
0,063				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:



## 2.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συντελεστής ομοιομορφίας  $C_u = D_{60} / D_{10}$

Συντελεστής καμπυλότητας  $C_c = D_{30}^2 / (D_{10} \cdot D_{60})$

1 <sup>η</sup> Δοκιμή
$D_{10} = 0.8$
$D_{30} = 1.1$
$D_{60} = 1.3$
Συντελεστής ομοιομορφίας $C_u = 1.625 < 4$
Συντελεστής καμπυλότητας $C_c = 1.16$

2 <sup>η</sup> Δοκιμή
$D_{10} = 0.7$
$D_{30} = 1.1$
$D_{60} = 1.2$
Συντελεστής ομοιομορφίας $C_u = 1.714 < 4$
Συντελεστής καμπυλότητας $C_c = 1.44$

3 <sup>η</sup> Δοκιμή
$D_{10} = 0.72$
$D_{30} = 1.1$
$D_{60} = 1.2$
Συντελεστής ομοιομορφίας $C_u = 1.667 < 4$
Συντελεστής καμπυλότητας $C_c = 1.40$

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Το έδαφος είναι κακής διαβάθμισης.  
Κυριαρχεί ένα συγκεκριμένο είδος κόκκων.

Ένα τέτοιο έδαφος:

- Δεν προσφέρεται για συμπύκνωση.
- Δεν είναι σταθερό και δεν μπορεί να παραλάβει μεγάλα φορτία.

Επομένως, σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα το έδαφος είναι ομοιόμορφο.

### ΤΙΜΕΣ $C_u$

Έδαφος με $C_u = 1$	Αποτελείται από κόκκους της ίδιας διαμέτρου
Έδαφος με $C_u < 4$ ή $5$	Ομοιόμορφο
Έδαφος με $C_u = 300$	Καλώς διαβαθμισμένο και μέγιστο μέγεθος κόκκων 25.4mm
Έδαφος με $C_u > 10$	Καλώς διαβαθμισμένο

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Τα κόσκινα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δοκιμή διαφοροποιούνται από τα αναφερόμενα ως εξής:

0.075mm, 0.150mm, 0.250mm, 0.425mm, 0.600mm, 1mm, 1.18mm, 2mm, 4.75mm, 9.5mm, 19mm.



### **3. ΔΟΚΙΜΗ PROCTOR (EN 13286)**

#### **3.1. ΣΚΟΠΟΣ**

Το πρότυπο αυτό καθορίζει μεθόδους δοκιμής για τον προσδιορισμό της σχέσης ανάμεσα στην περιεκτικότητα σε νερό και τη ξηρή πυκνότητα μετά από συμπίεση προσδιορίζεται υπό συνθήκες δοκιμής χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Proctor. Επιτρέπει μια εκτίμηση της πυκνότητας μείγματος η οποία μπορεί να επιτευχθεί σε εργοτάξιο και παρέχει μια παράμετρο αναφοράς για την εκτίμηση της πυκνότητας του συμπαγοποιημένου στρώματος του μείγματος.

Το παρόν έγγραφο ισχύει μόνο για μείγματα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή δρόμων και έργα πολιτικού μηχανικού. Δεν εφαρμόζεται σε εδάφη για χωματουργικές εργασίες. Τα αποτελέσματα από αυτή τη μέθοδο ελέγχου μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως βάση για τη σύγκριση μειγμάτων πριν από τη χρήση στην οδοποιία. Τα αποτελέσματα της δοκιμής επίσης επιτρέπουν ένα συμπέρασμα ως προς τη περιεκτικότητα σε νερό κατά την οποία μείγματα μπορούν να συμπιεστούν ικανοποιητικά προκειμένου να επιτευχθεί μια δεδομένη ξηρή πυκνότητα.

Αυτή η δοκιμή είναι κατάλληλη για μείγματα με διαφορετικές τιμές του ανωτέρου μεγέθους κόσκινου (D) 63mm και μια υπερμεγέθη έως 25% κατά μάζα.

#### **3.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ**

- Κυλινδρικά καλούπια δοκιμής, εξοπλισμένο με αφαιρούμενη προέκταση όχι μικρότερη από 50mm και μια αποσπώμενη πλάκα από χάλυβα.
- Συμπιεστής (κόπανος), που αποτελείται από ένα βραχίονα που αφήνεται να πέσει ελεύθερα πάνω σε ένα καθορισμένο τμήμα της άνω επιφάνειας του μίγματος στο καλούπι.
- Ατσάλινη πλάκα.
- Κόσκινα δοκιμών.
- Ζυγός, που μπορούν να αναγνωστούν σε 0,1% της μάζας του συμπιεσμένου δείγματος.
- Ανθεκτικό στη διάβρωση μεταλλικό ή πλαστικό δίσκο ανάμιξης, με πλευρές περίπου 80mm βαθιά, μεγέθους κατάλληλου για την ποσότητα υλικού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.
- Σπάτουλα, μιστρί ή παρόμοιο εργαλείο.
- Συσκευές για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε νερό. Μέτρηση βάθους βερνιέρου, ευανάγνωστο στο 0.02mm.
- Αναμικτής. Σκυρόδεμα (ελάχιστο 50kg), ως στήριγμα για τη συμπύκνωση μέσω χειροκίνητου βραχίονα.



Κυλινδρικό καλούπι



Κόπανος



Συνδεσμολογία καλουπιού πάνω στη βάση





Εφαρμογή χτυπημάτων



Οριζοντιοποίηση του δείγματος

## ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

### 1.Γενικά

Η συμπύεση του δείγματος του μείγματος γίνεται σε κυλινδρικό καλούπι, οι διαστάσεις των οποίων σε συνάρτηση του μεγέθους των σωματιδίων του δείγματος. Η ποσότητα του δείγματος που απαιτείται και το μέγεθος θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τον πίνακα:

Ποσοστό που περνά τα κόσκινα			Μάζα του δείγματος Kg	Καλούπι Proctor
15mm	31.5mm	63mm		
100	-	-	15	A
			40	B
75 έως 100	100	-	40	B
<75	75 έως 100	100	40	B
-	<75	75 έως 100	200	C

### 2.Δείγματα για συμπύεση δοκιμής

Η μέθοδος παρασκευής των δειγμάτων γι'αυτές τις δοκιμές και το υλικό που απαιτείται εξαρτάται από το μέγεθος των μεγάλων σωματιδίων. Η αξιολόγηση αυτών των παραγόντων που αναφέρονται στο σημείο 3. Για τη δοκιμή συμπύεσης παίρνουμε ξεχώριστες παρτίδες μείγματος οι οποίες πρέπει να είναι σε διαφορετικές περιεκτικότητες σε νερό. Κάθε παρτίδα πρέπει να συμπυκνωθεί μόνο μια φορά.

Σημείωση: Εάν η ίδια παρτίδα μείγματος χρησιμοποιείται σε διαφορετικές περιεκτικότητες σε νερό τα χαρακτηριστικά του υλικού θα αλλάξουν προοδευτικά μετά από κάθε στάδιο συμπύκνωσης ιδιαίτερα για μείγματα όπου τα σωματίδια είναι επιρρεπή σε θραύση.

### 3.Προκαταρκτική αξιολόγηση

3.1. Το αρχικό δείγμα για τη δοκιμή θα πρέπει να λαμβάνεται σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στο πρότυπο EN 13286-1. Η διαδικασία που πρέπει να χρησιμοποιείται για την προετοιμασία του δείγματος και για τη διενέργεια της δοκιμής συμπύεσης θα πρέπει να επιλέγονται με βάση την αξιολόγηση στο 3.2 και 3.3.

3.2. Καθορισμός των κατά προσέγγιση ποσοστά (με ακρίβεια 5%) κατά μάζα των σωματιδίων στο δείγμα που διέρχεται από τα 16mm, 31.5mm ή 63mm κόσκινα χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες κοσκίνισματος στο EN 933-1. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση αυτή δε πρέπει να χρησιμοποιείται για τη δοκιμή συμπύεσης.

3.3. Χρησιμοποιείστε αυτά τα ποσοστά να επιλέξετε τη μέθοδο προετοιμασίας του δείγματος, απαιτείται η ελάχιστη μάζα του μείγματος και ο τύπος του καλουπιού που θα χρησιμοποιηθεί για τη δοκιμή συμπύεσης όπως φαίνεται στον πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1** Διαστάσεις νέων κυλινδρικών δοκιμαστικών καλουπιών

Καλούπια Proctor	Διάμετρος $d_1$ (mm)	Ύψος $h_1$ (mm)	Πάχος	
			Τοιχώματος $w$ (mm)	Πλάκα βάσης $t$ (mm)
A	100,0±1,0	120,0±1,0	7,5±0,5	11,0±0,5
B	150,0±1,0	120,0±1,0	9,0±0,5	14,0±0,5
Γ	250,0±1,0	200,0±1,0	14,0±0,5	20,0±0,5

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2** Βασικές απαιτήσεις των νέων κοπανων

Κόπανοι	Βασικές απαιτήσεις		
	Μάζα κοπανου $m_R$ (kg)	Διάμετρος βάσης $d_2$ (mm)	Ύψος πτώσης $h_2$ (mm)
A	2,50±0,02	50,0±0,5	305±3
B	4,50±0,04	50,0±0,5	457±3
Γ	15,00±0,04	125,0±0,5	600±3

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3** Διαστάσεις ασάλινης πλάκας

Καλούπια Proctor	Διάμετρος $d_3$ (mm)	Πάχος $S_2$ (mm)
A	d1 - 0,5	10,0±0,1
B		
Γ		20,0±0,1

#### **4.Μείγματα που περνούν το κόσκινο των 16mm**

Υποδιαιρέστε το αρχικό δείγμα για να παράγει πέντε ή περισσότερα αντιπροσωπευτικά δείγματα κάθε ένα από αυτά 2.5kg για καλούπι Α και 6kg για καλούπι Β, σύμφωνα με EN 13286-1. Αναμείξτε καθένα καλά με διαφορετικές ποσότητες νερού για να δώσει μια σειρά από το κατάλληλο εύρος του περιεχόμενου νερού (Βλέπε σημείωση 1 έως 4).

Σημείωση 1: Η ποσότητα του νερού που πρέπει να αναμιχθεί με μείγμα κατά την έναρξη δοκιμής θα ποικίλουν με το είδος του μείγματος υπό δοκιμή. Σε γενικές γραμμές οι προσαιξήσεις του 4% έως 6% είναι κατάλληλες.

Σημείωση 2: Το νερό που προστίθεται σε κάθε δείγμα θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε μια σειρά από περιεχόμενα νερού επιτυγχάνεται η όποια περιλαμβάνει το βέλτιστο περιεχόμενο ύδατος. Σε γενικές γραμμές οι προσαιξήσεις του 1% έως 2% είναι κατάλληλα για αμμώδη και βαριά μείγματα. Για να αυξήσετε την ακρίβεια του τεστ θα μπορούσε να είναι επιθυμητή η παρασκευή δείγματος με μικρότερα διαστήματα του νερού στην περιοχή της βέλτιστης περιεκτικότητας σε νερό. Τρία ή τέσσερα περιεχόμενα νερού θα πρέπει να είναι σε εύρος 0.8 και 1.2 της περιεκτικότητας βέλτιστου νερού.

Σημείωση 3: Είναι σημαντικό ότι το νερό αναμειγνύεται πλήρως και επαρκώς ανάμειξη μπορεί να δώσει μεταβλητά αποτελέσματα.

Σημείωση 4: Ανακυκλώμενα και αδρανή υλικά και σκουριά είναι συχνά πιο πορώδη από φυσικά αδρανή. Μια υψηλότερη τιμή της περιεκτικότητας σε νερό και μεγαλύτερες αυξήσεις μπορεί να είναι κατάλληλη.

Αν το μείγμα περιέχει αρχικά πάρα πολύ νερό αφήστε το να στεγνώσει στον αέρα μερικώς, στη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νερό στην οποία το μείγμα πρέπει να συμπιεσθεί και αναμείξτε καλά. Εάν είναι απαραίτητο να μειώσει την περιεκτικότητα σε νερό του υλικού σε έναν φούρνο σε μια θερμοκρασία από 45°C έως 50°C για να ληφθεί η επιθυμητή περιεκτικότητα σε νερό για να αρχίσει η δοκιμή.

#### **5.Μείγματα που δεν περνούν εντελώς το κόσκινο των 16mm**

5.1. Μείγματα περνάνε εντελώς το κόσκινο 31.5mm. Υποδιαιρέστε το αρχικό δείγμα για να παράγει πέντε ή περισσότερα αντιπροσωπευτικά δείγματα το καθένα περίπου 6kg. Ακολουθήστε τη διαδικασία 4.

5.2. Μείγματα 75% έως 100% περνά το κόσκινο δοκιμής 31.5mm. Ζυγίζουμε το δείγμα του μείγματος. Αφαιρέστε και ζυγίστε το υλικό που διαιρείται στο 31.5mm κόσκινο (υπερμεγέθη υλικό). Προσδιορίστε τη περιεκτικότητα σε νερό του υπερμεγέθους υλικού  $W_0$  όπως περιγράφεται στο πρότυπο EN 1097-5. Η πυκνότητα των σωματιδίων του υπερμεγέθους υλικού  $\rho_{so}$  πρέπει επίσης να προσδιορίζεται με το EN 1097-6. Υποδιαίρεση του υλικού που διέρχεται από το κόσκινο 31.5mm για να παράγει πέντε ή περισσότερα 6kg δειγμάτων μείγματος. Διαφορετικά προχωρήστε όπως περιγράφεται στο 4.

5.3. Μείγματα υπερμεγέθη >25% κατά μάζα στο κόσκινο 31.5mm. Διαιρέστε το αρχικό δείγμα για να παράγει πέντε ή περισσότερα αντιπροσωπευτικά δείγματα το καθένα περίπου 25kg. Ακολουθήστε τη διαδικασία 4.

### 3.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

#### 1. Διαδικασία δοκιμής για μείγματα που συμπιέζονται με κόπανο 2.5kg (A) σε καλούπι Proctor (A).

1.1. Χρησιμοποιήστε ένα κόπανο 2.5kg (A) από ύψος 305mm για να συμπιεστεί το μείγμα στο καλούπι Proctor (A).

1.2. Το καλούπι Proctor (A) συνδέεται με πλάκα βάσης 1gr και καταγράφεται η μάζα ως  $m_1$ . Αν δεν είναι γνωστό μετράμε τις εσωτερικές διαστάσεις. Συνδέστε την επέκταση στο καλούπι και τοποθετήστε το συγκρότημα μήτρας σε μία σταθερή βάση π.χ. σε ένα τσιμεντένιο πάτωμα ή πλίνθο. Λιπάνεται την εσωτερική όψη της επέκτασης.

1.3. Για τα παρασκευασμένα δείγματα τοποθετήστε μια ποσότητα υγρού μείγματος, έτσι ώστε όταν το καλούπι καταλαμβάνει λίγο πάνω από το 1/3 του ύψους του καλουπιού. Εφαρμόστε 25 χτυπήματα από το κόπανο 2.5kg (A) όπου έπεσε από ύψος 305mm πάνω από το μείγμα, όπως ελέγχεται από τον οδηγό. Εφαρμόζονται τα χτυπήματα ομοιόμορφα πάνω από την επιφάνεια και να εξασφαλιστεί ότι ο κόπανος πέφτει πάντα ελεύθερα και δεν εμποδίζεται από μείγμα ή τον οδηγό.

Σημείωση: Μια μέθοδος για την εξασφάλιση ότι τα χτυπήματα εφαρμόζονται ομοιόμορφα πάνω από την επιφάνεια του στρώματος είναι η εφαρμογή σε 3 στρώσεις με 8 χτυπήματα, καλά κατανεμημένα σε όλη την επιφάνεια με ένα τελικό χτύπημα στο κέντρο.

1.4. Επαναλάβετε τη διαδικασία του 1.3. δυο φορές, έτσι ώστε η ποσότητα του δείγματος που χρησιμοποιείται να είναι επαρκής για το σώμα της μήτρας, με την επιφάνεια όχι περισσότερο από 10mm στο άνω άκρο του σώματος της μήτρας.

Σημείωση: Είναι απαραίτητο για τον έλεγχο του συνολικού όγκου των μειγμάτων να συμπιέζεται αφού έχει βρεθεί ότι εάν η ποσότητα του μείγματος που απομακρυνθεί μετά την αφαίρεση της επέκτασης είναι πολύ μεγάλη, τα αποτελέσματα της δοκιμής θα είναι ανακριβή.

Αφαιρέστε την επέκταση, απομακρύνετε την περίσσεια μείγματος και σταθεροποιείτε την επιφάνεια του συμπιεσμένου μείγματος προσεκτικά στην κορυφή του καλουπιού χρησιμοποιώντας μια επιπέδη επιφάνεια. Αντικαταστήσετε τυχόν χοντρά σωματίδια με λεπτότερα υλικά από το δείγμα και πιέστε καλά. Ζυγίστε το υλικό και το καλούπι με την πλάκα βάσης 1gr και καταγράφεται η μάζα ως  $m_2$ . Αφαιρέστε το συμπιεσμένο μείγμα από το καλούπι και τοποθετήστε το στο μεταλλικό δίσκο για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε νερό W, όπως περιγράφεται στο EN 1097-5.

1.5. Διεξάγετε δοκιμές συμπίεσης σε κάθε ένα από τα υπόλοιπα παρασκευασμένα δείγματα όπως περιγράφεται στο 1.3. και 1.4. για να δώσει συνολικά τουλάχιστον πέντε ή τουλάχιστον τρεις προσδιορισμούς, εάν τα μείγματα είναι γνωστά. Το περιεχόμενο του νερού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό, στην οποία επιτυγχάνεται η ξηρή εργαστηριακή πυκνότητα βρίσκεται κοντά στο μέσον του εύρους.

## **2. Διαδικασία δοκιμής για μείγματα που συμπιέζονται με κόπανο 2.5kg (A) σε μεγάλο καλούπι Proctor (B).**

2.1. Χρησιμοποιήστε ένα κόπανο 2.5kg (A) από ύψος 305mm για να συμπιέσει το μείγμα σε τρεις στρώσεις στο Proctor καλούπι (B).

Σημείωση: Αυτή η μέθοδος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τα λεπτότερα μείγματα που θα έπρεπε κανονικά να συμπυκνωθούν στο καλούπι Proctor όταν απαιτείται για να εκτελέσει μια αναλογία που φέρει Δοκιμή (CBR) για το συμπιεσμένο μείγμα σε κάθε περιεκτικότητα σε νερό.

2.2. Το καλούπι Proctor (B) συνδέεται με πλάκα βάσης 5gr και καταγράφεται η μάζα ως  $m_1$ . Αν δεν είναι γνωστό μετρήστε τις εσωτερικές διαστάσεις με ακρίβεια 0.5mm.

2.3. Για ένα από τα παρασκευασμένα δείγματα τοποθετήστε μια ποσότητα από το υγρό μείγμα στο καλούπι έτσι ώστε όταν συμπιέζεται καταλαμβάνει λίγο πάνω από το 1/3 του ύψους του σώματος της μήτρας. Εφαρμόστε 56 χτυπήματα από το 2.5kg κόπανο (A) όπου έπεσε από ύψος 305mm πάνω από το μείγμα, όπως ελέγχεται από τον οδηγό. Εφαρμόζονται τα χτυπήματα ομοιόμορφα πάνω από την επιφάνεια για να εξασφαλιστεί ότι ο κόπανος πεφτεί ελεύθερα και δεν θα εμποδίζεται από το μείγμα μέσα ή πάνω στον οδηγό.

Σημείωση: Μια μέθοδος για την διασφάλιση ότι τα χτυπήματα που εφαρμόζονται είναι ομοιόμορφα σε όλη την επιφάνεια του στρώματος είναι να εφαρμοστούν 8 σύνολα των 7 χτυπημάτων. Στο σύνολο 7 χτυπήματα, 6 καλά κατανεμημένα στην επιφάνεια και 1 τελικό χτύπημα στο κέντρο.

2.4. Επαναλάβετε τη διαδικασία 2.3. δυο φορές, έτσι ώστε η ποσότητα του μείγματος να είναι ικανοποιητική ώστε να γεμίσει το σώμα του καλουπιού όχι περισσότερο από 10mm του άνω ορίου του σώματος της μήτρας.

Σημείωση: Είναι απαραίτητο για τον έλεγχο του συνολικού όγκου των μειγμάτων να συμπιέζεται αφού έχει βρεθεί ότι εάν η ποσότητα του μείγματος που απομακρυνθεί μετά την αφαίρεση της επέκτασης είναι πολύ μεγάλη, τα αποτελέσματα της δοκιμής θα είναι ανακριβή.

Αφαιρέστε την επέκταση, απομακρύνετε την περίσσεια μείγματος και σταθεροποιείτε την επιφάνεια του συμπιεσμένου μείγματος προσεχτικά στην κορυφή του καλουπιού χρησιμοποιώντας μια επίπεδη επιφάνεια. Αντικαταστήστε τυχόν χοντρά σωματίδια με λεπτότερα από το δείγμα καθώς πιέζεται. Ζυγίστε το μείγμα και το καλούπι με πλάκα βάσης 5kg και καταγράψτε τη μάζα ως  $m_2$ . Αφαιρέστε το συμπιεσμένο μείγμα από το καλούπι και τοποθετήστε το στο μεταλλικό δίσκο για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε νερό W, όπως περιγράφεται στο EN 1097-5.

2.5. Διεξάγετε τη δοκιμή συμπίεσης σε κάθε ένα από τα υπόλοιπα παρασκευασμένα δείγματα όπως περιγράφεται στο 2.3 και 2.4 να δώσουν ένα σύνολο από τουλάχιστον 5 προσδιορισμούς ή τουλάχιστον 3, εάν το μείγμα είναι γνωστό. Το περιεχόμενο του νερού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό στην οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη ξηρή πυκνότητα βρίσκεται κοντά στο μέσον του εύρους.



### **3. Διαδικασία δοκιμής για μείγματα που συμπιέζονται με κόπανο 15kg (C) σε πολύ μεγάλο καλούπι Proctor (C).**

3.1 Χρησιμοποιήστε ένα κόπανο 15kg (C) από ύψος 600mm μέχρι να συμπίεσει το μείγμα σε τρεις στρώσεις εντός του καλουπιού Proctor (C).

3.2. Το καλούπι Proctor (C) συνδέεται με πλάκα βάσης 10 gr και καταγράφεται η μάζα ως  $m_1$ . Αν δεν είναι γνωστό, μετρήστε και καταγράψτε διαστάσεις με ακρίβεια 0.5mm. Συνδέστε την επέκταση στο καλούπι και τοποθετήστε το συγγρότημα της μήτρας σε μια στέρεη βάση π.χ. ένα τσιμεντένιο πάτωμα. Λιπάνετε την εσωτερική όψη της επέκτασης.

3.3. Για ένα από τα παρασκευασμένα δείγματα τοποθετήστε μία ποσότητα νερού στο καλούπι έτσι ώστε όταν συμπιέζεται να καταλαμβάνει λίγο πάνω από το 1/3 του ύψους του σώματος της μήτρας. Εφαρμόστε 22 χτυπήματα από τον κόπανο (C) 15kg όπου έπεσε από ένα ύψος 600mm πάνω από το μείγμα όπως ελέγχεται από τον οδηγό. Κατανέμετε τα χτυπήματα ομοιόμορφα πάνω στην επιφάνεια και εξασφαλίστε ότι ο κόπανος κινείται ελεύθερα και δεν παρεμποδίζεται από το μείγμα εντός και επί του οδηγού.

Σημείωση: Μια μέθοδος για την εξασφάλιση ότι τα χτυπήματα είναι σωστά, να εφαρμοστούν σε 3 στρώσεις από 7 χτυπήματα, με 6 χτυπήματα σε όλη την επιφάνεια και 1 στο κέντρο.

3.4. Επαναλάβετε τη διαδικασία 3.3 δύο φορές έτσι ώστε η ποσότητα του μείγματος να γεμίσει το καλούπι.

Σημείωση: Είναι απαραίτητο να ελέγξουμε το συνολικό όγκο του μείγματος που συμπιέζεται, δεδομένου ότι έχει βρεθεί εάν η ποσότητα του δείγματος που απομακρυνθεί μετά την αφαίρεση της επέκτασης είναι μεγάλη, τα αποτελέσματα των δοκιμών είναι ανακριβή.

Αφαιρέστε την επέκταση, απομακρύνετε την περίσσεια του μείγματος και σταθεροποιήστε την επιφάνεια του συμπιεσμένου μείγματος στην κορυφή του καλουπιού χρησιμοποιώντας μια επίπεδη πλάκα. Αντικαταστήστε τυχόν χόντρα σωματίδια που αφαιρούνται κατά τη διαδικασία με λεπτότερο υλικό από το δείγμα και συμπιέστε καλά. Ζυγίστε το υλικό και το καλούπι με την πλάκα βάσης 10gr και καταγράψτε την τιμή ως  $m_2$ . Αφαιρέστε το συμπιεσμένο μείγμα από το καλούπι και τοποθετήστε το πάνω στο μεταλλικό δίσκο για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε νερό όπως στο EN 1097-5.

3.5. Διεξάγετε τη δοκιμή συμπίεσης σε κάθε ένα από τα υπόλοιπα παρασκευασμένα δείγματα όπως περιγράφεται στο 3.3. και 3.4. για να δώσουν ένα σύνολο από 5 ή 3 τουλάχιστον προσδιορισμούς. Το περιεχόμενο του νερού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό στην οποία επιτυγχάνεται η ξηρή πυκνότητα βρίσκεται κοντά στο μέσον του εύρους.

#### **4. Τροποποιημένο τεστ Proctor για μείγματα που συμπιέζονται με κόπανο 4.5kg (B) σε καλούπι Proctor (A).**

4.1. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η προσπάθεια συμπίεσης είναι μεγαλύτερη από εκείνη που περιγράφεται στην αύξηση της μάζας του κόπανου (B) σε 4.5kg το ύψος πτώσης 457mm και ο αριθμός από 3 σε 5. Χρησιμοποιήστε το ίδιο καλούπι Proctor (A) όπως της δοκιμής 1.

4.2. Ζυγίστε το καλούπι Proctor (A) που συνδέεται με πλάκα βάσης 1kg και καταγράψτε τη μάζα ως  $m_1$ . Αν δεν είναι γνωστές οι διαστάσεις, μετρήστε τις εσωτερικές διαστάσεις με ακρίβεια 0.5mm. Συνδέστε την επέκταση στο καλούπι και τοποθετήστε το συγκρότημα της μήτρας σε μια σταθερή βάση. Λιπάνετε την εσωτερική όψη.

4.3. Για ένα από τα παρασκευασμένα δείγματα τοποθετήστε μια ποσότητα υγρού μείγματος στο καλούπι, έτσι ώστε όταν συμπιέζεται να καταλαμβάνει περίπου το 1/5 του ύψους του σώματος της μήτρας. Εφαρμόστε 25 χτυπήματα με τον κόπανο 4.5kg (B) όπου έπεσε από ύψος 457mm πάνω από το μείγμα, όπως ελέγχεται από τον οδηγό.

#### **5. Τροποποιημένο τεστ Proctor για μείγματα που συμπιέζονται με κόπανο 4.5kg (B) σε μεγάλο καλούπι Proctor (B).**

5.1. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η προσπάθεια συμπίεσης είναι μεγαλύτερη από εκείνη που περιγράφεται στο 2, αυξάνουμε τη μάζα του κόπανου (B) προς 4.5kg, το ύψος πτώσεως έως 457mm με τον αριθμό των στρώσεων από 3 σε 5. Συμπυκνώστε το μείγμα στο μεγάλο καλούπι Proctor (B).

Σημείωση: Αυτή η μέθοδος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για λεπτότερα μείγματα που θα έπρεπε κανονικά να συμπιεστούν στο καλούπι Proctor όταν απαιτείται για να εκτελεστεί μια αναλογία σε Δοκιμή (CBR) στο συμπαγές μείγμα σε κάθε περιεκτικότητα σε νερό.

5.2. Το καλούπι Proctor (B) συνδέεται με πλάκα βάσης 5gr και καταγράφεται η μάζα ως  $m_1$ . Αν δεν είναι γνωστό μετράμε τις εσωτερικές διαστάσεις με ακρίβεια 0.5mm. Συνδέστε την επέκταση στο καλούπι και τοποθετήστε το συγκρότημα μήτρας σε μια στέρεη βάση.

5.3. Για ένα από τα παρασκευασμένα δείγματα τοποθετήστε μια ποσότητα υγρού μείγματος στο καλούπι έτσι ώστε όταν συμπιέζεται να καταλαμβάνει λίγο πάνω από το 1/5 του ύψους του σώματος της μήτρας. Εφαρμόστε 56 χτυπήματα με κόπανο (B) 4.5kg στο μείγμα, όπως ελέγχεται από τον οδηγό. Προσέξτε τα χτυπήματα να είναι ομοιόμορφα πάνω από την επιφάνεια και να εξασφαλιστεί ότι, ο κόπανος πέφτει ελεύθερα και δεν εμποδίζεται από το μείγμα εντός ή πάνω στον οδηγό.

Σημείωση: Μια μέθοδος για την εξασφάλιση ότι τα χτυπήματα γίνονται ομοιόμορφα στην επιφάνεια είναι 8 στρώσεις από 7 χτυπήματα στο σύνολο, 6 σε όλη την επιφάνεια και 1 τελικό χτύπημα στο κέντρο.

5.4. Επαναλάβετε τη διαδικασία στο 5.3. τέσσερις φορές, έτσι ώστε η ποσότητα του μείγματος που χρησιμοποιείται να είναι επαρκής για να γεμίσει το σώμα του καλουπιού με την επιφάνειά του να μην υπερβαίνει τα 10mm από το πάνω άκρο της μήτρας.

Σημείωση: Είναι αναγκαίο να ελέγχεται ο συνολικός όγκος των μειγμάτων έτσι ώστε όταν συμπιέζεται δεδομένου ότι έχει βρεθεί η ποσότητα του μείγματος που απομακρυνθεί μετά την αφαίρεση της επέκτασης είναι πολύ μεγάλη, τα αποτελέσματα της δοκιμής θα είναι αναληθή.

Αφαιρέστε την επέκταση, απομακρύνετε την περίσσεια μείγματος από την επιφάνεια προσεκτικά στην κορυφή του καλουπιού χρησιμοποιώντας μια ευθεία πλάκα. Αντικαταστήστε τυχόν χοντρά σωματίδια με λεπτότερο υλικό από το δείγμα και πιέζεται καλά. Ζυγίστε το καλούπι με πλάκα βάσης 5gr και καταγράψτε την τιμή ως  $m_2$ .

Αφαιρέστε το συμπιεσμένο μείγμα από το καλούπι και τοποθετήστε το στο μεγάλο μεταλλικό δίσκο για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε νερό W, όπως περιγράφεται στο EN 1097-5.

5.5. Διεξάγετε έλεγχο συμπίεσης σε κάθε ένα από τα υπόλοιπα παρασκευασμένα δείγματα όπως περιγράφεται στο 5.3. και 5.4. για να δώσει συνολικά τουλάχιστον 5 ή 3 προσδιορισμούς, εάν το μείγμα είναι γνωστό. Το περιεχόμενο του νερού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό στην οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη πυκνότητα βρίσκεται κοντά στο μέσον του εύρους.

## **6. Τροποποιημένο τεστ Proctor για μείγματα που συμπιέζονται με κόπανο 15kg (C) σε πολύ μεγάλο καλούπι Proctor (C).**

6.1. Προκειμένου να διασφαλιστεί η προσπάθεια συμπίεσης είναι μεγαλύτερη από εκείνη που περιγράφεται στο 3. Χρησιμοποιήστε τις ίδιες τιμές για τη μάζα του κόπανου (C), το ύψος πτώσης και τις στρώσεις όπως στο 3, αλλά αύξηση των χτυπημάτων ανά στρώση από 22 έως 98. Συμπαγή το μείγμα μέσα καλούπι Proctor (C).

6.2. Το καλούπι (C) συνδέεται με πλάκα βάσης 10gr και καταγράφεται η μάζα ως  $m_1$ . Αν δεν είναι γνωστές οι εσωτερικές διαστάσεις μετράμε με ακρίβεια 0.5mm. Συνδέστε την επέκταση στο καλούπι και τοποθετήστε το συγκρότημα της μήτρας σε μια στέρεη βάση. Λιπάνετε την εσωτερική όψη της επέκτασης.

6.3. Για ένα από τα παρασκευασμένα δείγματα τοποθετήστε μια ποσότητα υγρού μείγματος στο καλούπι έτσι ώστε όταν συμπιέζεται να καταλαμβάνει λίγο πιο πάνω από το 1/3 του ύψους του σώματος της μήτρας. Εφαρμόστε 98 χτυπήματα από τον κόπανο 15kg που πέφτει από ύψος 600mm πάνω στο μείγμα, όπως ελέγχεται από τον οδηγό.

Σημείωση: Για να γίνουν ομοιόμορφα τα χτυπήματα στην επιφάνεια εφαρμόστε 14 στρώσεις με 7 χτυπήματα. Σε κάθε σετ των 7 χτυπημάτων, κάντε 6 σε όλη την επιφάνεια και 1 τελικό στο κέντρο.

6.4. Επαναλάβετε τη διαδικασία 6.3. δυο φορές έτσι ώστε η ποσότητα του μείγματος που χρησιμοποιείται να είναι επαρκής για να γεμίσει το σώμα του καλουπιού με την επιφάνεια να μην υπερβαίνει τα 10mm από την επιφάνεια.

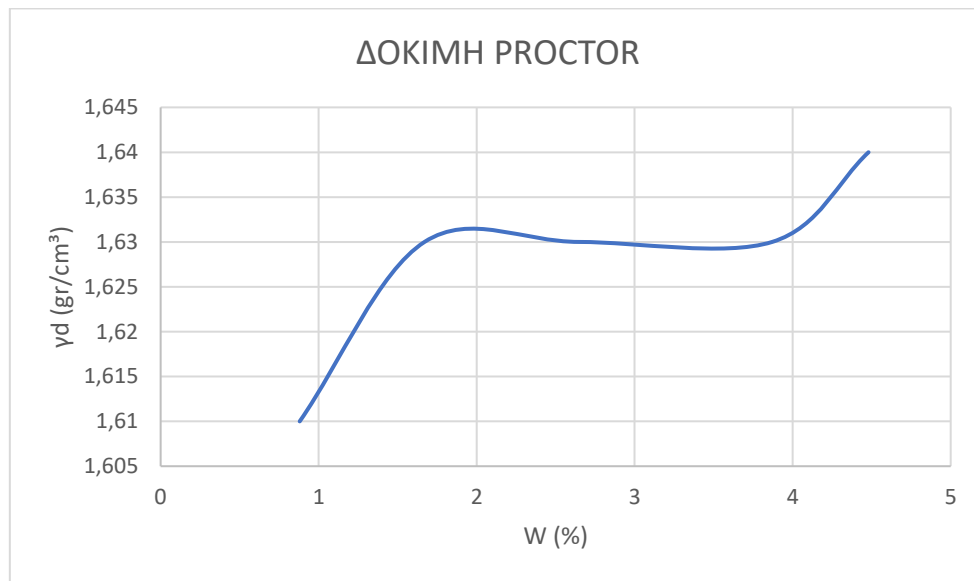
Σημείωση: Είναι απαραίτητο για τον έλεγχο του συνολικού όγκου του μείγματος να συμπιέζεται, αφού έχει βρεθεί ότι αν η ποσότητα του μείγματος που απομακρυνθεί μετά την αφαίρεση της επέκτασης είναι πολύ μεγάλη, τα αποτελέσματα θα είναι ανακριβή.

Αφαιρέστε την επέκταση, απομακρύνετε την περίσσεια του μείγματος προσεκτικά στην κορυφή του καλουπιού. Αντικαταστήστε τυχόν χοντρά σωματίδια που αφαιρούνται κατά τη διαδικασία μετακίνησης με λεπτότερο υλικό από το δείγμα και πιέζεται καλά. Ζυγίστε το μείγμα και το καλούπι με πλάκα βάσης έως 10gr και καταγράψτε την τιμή ως  $m_2$ . Αφαιρέστε το συμπιεσμένο μείγμα από το καλούπι και τοποθετήστε το στο μεγάλο μεταλλικό δίσκο για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε νερό W, όπως περιγράφεται στο EN 1097-5.

6.5. Διεξάγετε συμπίεση σε κάθε ένα από τα υπόλοιπα παρασκευασμένα δείγματα όπως περιγράφεται στο 6.3. και 6.4. για να δώσει συνολικά τουλάχιστον 5 ή 3 προσδιορισμούς. Το περιεχόμενο του νερού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η βέλτιστη περιεκτικότητα σε νερό στην οποία επιτυγχάνεται η ξηρή εργαστηριακή πυκνότητα.

### 3.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

$\gamma_d$	1.61	1.63	1.63	1.63	1.64
W	0.88	1.67	2.65	3.87	4.48



#### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:**

Δεν είναι το τυπικό διάγραμμα Proctor.

Το υλικό δεν επηρεάζεται από την υγρασία.

## **4. ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (BS 1377)**

### **4.1. ΣΚΟΠΟΣ**

Αυτό το πρότυπο περιγράφει μεθόδους δοκιμής για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών εδραίωσης των εδαφών όταν υποβάλλονται σε αλλαγές στην εφαρμοζόμενη αποτελεσματική τάση, τα χαρακτηριστικά διαπερατότητας της άμμου, την ευαισθησία των αργίλων στην εσωτερική διάβρωση από το νερό και την ευαισθησία των εδαφών να ανυψώνονται υπό συνθήκες κατάψυξης.

### **4.2. ΣΥΣΚΕΥΕΣ - ΥΛΙΚΑ**

#### **ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ**

Αρχική προετοιμασία της συσκευής.

Μετρήστε την εσωτερική διάμετρο του κυττάρου σε διάφορα σημεία και καταγράψτε τη μέση διάμετρο στο πλησιέστερο 1mm (D).

Μετρήστε την απόσταση μεταξύ κάθε μανόμετρου και το επόμενο κατά μήκος της ίδιας κάθετης γραμμής με ακρίβεια 1mm.

Βεβαιωθείτε ότι το διαπερατόμετρο, οι πορώδεις δίσκοι, οι διάτρητες πλάκες, οι αδένες και οι αρθρώσεις είναι καθαρές και απαλλαγμένες από παρεμπόδιση.

Συναρμολογήστε την πλάκα βάσης, με διάτρητη βάση, στο σώμα του κυττάρου.

Τοποθετήστε το ταξινομημένο φίλτρο στο κάτω μέρος του κυττάρου σε βάθος περίπου 50mm. Ισιώστε την επιφάνεια και τοποθετώ ένα πλέγμα καλωδίων ή πορώδεις δίσκους στην κορυφή. Τοποθέτηση του δείγματος δοκιμής. Τοποθετήστε το προς δοκιμή έδαφος στο διαπερατό με τέτοιο τρόπο ώστε να δώσετε ομοιογενή εναπόθεση στην απαιτούμενη αναλογία πυκνότητας ή κενών. Η τελική αναλογία ύψους/διάμετρος του δείγματος δοκιμής δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2:1.

Η τοποθέτηση και η συμπίκνωση πραγματοποιούνται με μία από τις ακόλουθες μεθόδους.

Σημείωση 1: Η ξηρή έκχυση του δείγματος δεν περιλαμβάνεται στη διαδικασία τοποθέτησης και η απομάκρυνση των φυσαλίδων αέρα μετά το κλείσιμο του διαπερατόμετρου μπορεί να είναι δύσκολη.

A) Με χέρι.

(1) Τοποθετήστε το έδαφος στο κύλινδρο σε τουλάχιστον τέσσερα (4) στρώματα, καθένα από τα οποία έχει πάχος ίσο με το ήμισυ της διαμέτρου. Τοποθετήστε το πρώτο στρώμα στη γάζα ή στους πορώδεις δίσκους και τα επόμενα στρώματα πάνω στο προηγούμενως ισοπεδωμένο στρώμα εδάφους.

(2) Αποφύγετε τον διαχωρισμό των σωματιδίων του εδάφους κατά την τοποθέτηση, όπως με τη χρήση μιας μικρής σέσουλας ή ενός δοχείου εφοδιασμένου με μια αρθρωτή βάση η οποία μπορεί να ελέγχεται από ένα μακρύ σύρμα. Σφραγίστε κάθε στρώμα με έναν ελεγχόμενο αριθμό τυποποιημένων χτυπημάτων με τη ράβδο γεμίσματος, εξασφαλίζοντας ότι τα χτυπήματα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα. Οριζοντιοποιήστε την επιφάνεια κάθε στρώματος πριν προσθέσετε το επόμενο.

Σημείωση 2: Τα υγρά αμμώδη εδάφη θα πρέπει πάντα να συμπιέζονται. Η χαλαρή πυκνότητα που προκύπτει από την έκχυση μόνο είναι συνήθως ασταθής όταν πλημμυρίζεται με νερό.

B) Τοποθέτηση κάτω από το νερό

(1) Αναμειγνύετε καλά το προετοιμασμένο έδαφος με απαερωμένο νερό και τοποθετήστε το μείγμα σε κατάλληλη χοάνη που είναι εφοδιασμένη με πώμα. Στηρίξτε τη χοάνη έτσι ώστε η ανάδευση να φτάνει περίπου 15mm πάνω από το κάτω καλώδιο ή το πορώδες δίσκο.

(2) Συνδέστε τη βαλβίδα ελέγχου στη βάση του διαπερατή με την αποστειρωμένη παροχή νερού και αφήστε το απαερωμένο νερό να εισέλθει στο κελί σε ύψος περίπου 15mm πάνω από το καλώδιο ή το πορώδες υλικό του δίσκου. Προσέχετε να μην παγιδεύονται φυσαλίδες αέρα.

(3) Απελευθερώνετε το μίγμα εδάφους και νερού στο κελί, ανυψώνοντας τη χοάνη έτσι ώστε το τέλος της ανάδευσης να βρίσκεται ακριβώς στην επιφάνεια του νερού, το οποίο πρέπει να διατηρείται περίπου 15mm πάνω από την επιφάνεια του τοποθετημένου υλικού, εισάγοντας περισσότερο νερό μέσω της βαλβίδας βάσης.

(4) Συνεχίζετε μέχρι να γεμίσει το κελί στο απαιτούμενο επίπεδο. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ένα κορεσμένο δείγμα ομοιόμορφης πυκνότητας σε χαλαρή κατάσταση. Αν πρέπει να διατηρηθεί αυτή η συνθήκη, δεν διαταράσσω το έδαφος ή δεν τρυπάω το κελί. Αν απαιτείται μεγαλύτερη πυκνότητα, σφίγγετε ή δονείτε το υλικό κατά την τοποθέτηση.

### **ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ**

Μετά την τοποθέτηση του δοκιμαστικού δείγματος είτε με την περίπτωση A είτε B, συναρμολογώ τη κυψέλη διαπερατότητας ως εξής.

(α) Τοποθετήστε το άνω σύρμα ή πορώδη δίσκο στην κορυφή του προετοιμασμένου δείγματος. Αποφεύγετε οποιαδήποτε διαταραχή του δείγματος εάν είναι χαμηλής πυκνότητας.

(β) Τοποθετήστε το φίλτρο στο πάνω μέρος του δίσκου σε βάθος τουλάχιστον 50mm.

(γ) Απελευθερώνετε το έμβολο στην επάνω πλάκα και τραβήξετε το στο πιο δυνατό βαθμό.

(δ) Τοποθετήστε την επάνω πλάκα στο διαπερατόμετρο και τη σφίγγετε προς τα κάτω.

(ε) Χαμηλώνετε προσεκτικά το έμβολο και στρώνετε την διάτρητη πλάκα στο υλικό φίλτρου.



Μανομετρικοί σωλήνες



Δεξαμενή νερού



Αρχική διαπότιση του δείγματος με νερό



Πλήρως διαποτισμένο δείγμα με νερό



## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Προσδιορίζεται το μέσο ύψος του δείγματος δοκιμής L σε mm, με μέτρηση έως 1mm, τις αποστάσεις μεταξύ του άνω και του κάτω σύρματος ή των πορωδών δίσκων σε τρία (3) ή περισσότερα σημεία γύρω από την περίμετρο.

Στεγνώνετε το έδαφος που έχει απομείνει και το ζυγίζετε στο πλησιέστερο 1gr ( $m_2$ ), έτσι ώστε η ξηρή μάζα του εδάφους που χρησιμοποιείται στο δείγμα δοκιμής να μπορεί να ληφθεί με τη διαφορά.

Κορεσμός. Γεμίζετε το κελί διαπερατότητας με νερό και έχω κορεσμό του δείγματος όπως ακολουθεί.

(α) Συνδέστε τη βαλβίδα ελέγχου στη βάση του διαπερατόμετρου ή με την απαερωμένη παροχή νερού. Ανοίξτε την επάνω σύνδεση και τη διαρροή αέρα στην ατμόσφαιρα, και κλείστε τις συνδέσεις με τους μανομετρικούς σωλήνες.

(β) Αφήστε το απαερωμένο νερό να εισέλθει στο κελί και σιγά-σιγά να διαπεράσει προς τα πάνω το δείγμα μέχρι να βγει πρώτα από την διαρροή του αέρα, που στη συνέχεια κλείνεται και μετά από την κορυφαία σύνδεση.

Σημείωση: Η στάθμη του νερού πρέπει να ανεβαίνει αρκετά αργά ώστε να μην προκαλείται διαταραχή του δείγματος ή των σωληνώσεων.

(γ) Μετρήστε και πάλι το μήκος του δείγματος και καταγράψτε τη μέση μέτρηση L σε mm.

(δ) Κλείστε τη βαλβίδα ελέγχου. Συνδέστε την παροχή νερού στην άνω σύνδεση του διαπερατόμετρου και συνδέστε τη βαλβίδα ελέγχου στη βάση με τη δεξαμενή εκκένωσης, χωρίς να παγιδεύσετε αέρα.

(ε) Ρυθμίστε τη δεξαμενή εισόδου σε ένα επίπεδο λίγο πάνω από την κορυφή της κυψέλης διαπερατότητας και ανοίξτε τη βαλβίδα παροχής. Ανοίξτε τις στρόφιγγες πιέσεων του μανομετρικού σωλήνα μία προς μία και βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει παγιδευμένος αέρας στην εύκαμπτη ολίσθηση καθώς ρέει νερό στους μανομετρικούς σωλήνες. Το νερό σε όλους τους σωλήνες πρέπει να φτάσει στο επίπεδο της επιφάνειας της δεξαμενής.

(ζ) Η κυψέλη διαπερατότητας είναι τώρα έτοιμη για δοκιμή υπό κανονικές συνθήκες ροής προς τα κάτω.

### 4.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΗΣ

#### ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ ΡΟΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

(1) Ρυθμίστε το ύψος της δεξαμενής εισόδου σε κατάλληλο επίπεδο σε σχέση με την υδραυλική κλίση που θα επιβληθεί στο δείγμα.

Σημείωση: Μια αρχική υδραυλική κλίση περίπου 0,2 είναι συχνά κατάλληλη, αν και μια ελαφρώς υψηλότερη τιμή μπορεί να είναι πιο κατάλληλη για δείγματα εδάφους με λεπτόκκοκο ή πιο πυκνό έδαφος.

(2) Ανοίξτε τη βαλβίδα ελέγχου στη βάση για να παράγετε ροή μέσω του δείγματος υπό υδραυλική κλίση αισθητά μικρότερη από την ενότητα. Αφήστε τα επίπεδα νερού στους μανομετρικούς σωλήνες να σταθεροποιηθούν πριν αρχίσετε τις μετρήσεις δοκιμών.

(3) Τοποθετήστε έναν κύλινδρο μέτρησης κατάλληλης χωρητικότητας κάτω από την έξοδο από τη δεξαμενή εκκένωσης και ταυτόχρονα ξεκινήστε το χρονοδιακόπτη.

(4) Μετρήστε την ποσότητα νερού που συλλέγεται στον κύλινδρο κατά τη διάρκεια συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος. Εναλλακτικά καταγράψτε τον απαιτούμενο χρόνο για την πλήρωση του κυλίνδρου μέχρι μια δεδομένη ένταση.

(5) Καταγράψτε τα επίπεδα νερού στους μανομετρικούς σωλήνες. Εάν τα τρία (3) (ή περισσότερα) επίπεδα υποδεικνύουν σημαντική ανομοιομορφία της υδραυλικής κλίσης, αφαιρέστε και αντικαταστήστε το δείγμα.

(6) Καταγράψτε τη θερμοκρασία του νερού στη δεξαμενή εκκένωσης.

(7) Επαναλάβετε τα βήματα (2) έως (6) τουλάχιστον τέσσερις (4) φορές, ή έως ότου ληφθούν συνεχείς μετρήσεις.

(8) Εάν απαιτείται σειρά δοκιμών με διαφορετική υδραυλική κλίση, επαναλάβετε τις έξι παραπάνω διαδικασίες κάτω από προοδευτικά αυξανόμενες υδραυλικές κλίσεις ανοίγοντας περαιτέρω τη βαλβίδα ελέγχου, ή αυξάνοντας το ύψος της δεξαμενής εισόδου ανάλογα με τις ανάγκες. Οι υδραυλικές κλίσεις πρέπει να καλύπτουν το εύρος ενδιαφέροντος εντός του εύρους της στρωτής ροής.

Σημείωση: Η στρωτή ροή υποδεικνύεται όταν η σχέση μεταξύ ρυθμού ροής και υδραυλικής κλίσης είναι γραμμική. Η απόκλιση από την ευθεία σε υψηλές κλίσεις υποδηλώνει τυρβώδη ροή.

(9) Εάν υπάρχει σχέση μεταξύ συντελεστή διαπερατότητας και λόγου κενών σε σχέση με το εύρος των ποσοστών κενών, επαναλάβετε ολόκληρο το τεστ από το βήμα (3) και μετά χρησιμοποιώντας διαφορετικά τμήματα του ίδιου εδάφους, αλλά τοποθετήστε και συμπιέστε σε διαφορετικές πυκνότητες.

#### 4.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Συντελεστής διαπερατότητας ή υδραυλική αγωγιμότητα (k) είναι:

$$k = \frac{Q*L}{A*t*h} = \frac{984.25*14.6}{45.34*30*2.3} = 4.59 > 1$$

Επομένως, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα το εδαφικό δείγμα είναι πολύ υψηλής διαπερατότητας.

#### (ΤΥΠΙΚΕΣ) ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (k)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	cm/sec	m/sec
Πολύ Υψηλής Υδροπερατότητας	>1	>10 <sup>-2</sup>
Υψηλής Υδροπερατότητας	1 - 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-4</sup>
Μέσης Υδροπερατότητας	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-5</sup>
Χαμηλής Υδροπερατότητας	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-7</sup>
Πολύ Χαμηλής Υδροπερατότητας	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-9</sup>
Πρακτικά Αδιαπέρατος	<10 <sup>-7</sup>	<10 <sup>-9</sup>

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Εργαστηριακές Δοκιμές Εδαφομηχανικής - εθνικό μετσόβιο πολυτεχνείο  
portal.survey.ntua.gr/main/labs/struct/LabTest.pdf

<https://el.wikipedia.org/wiki/Χαλαζίας>

ΕΛΑΦΡΑ ΑΔΡΑΝΗ ΚΑΙ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΑΜΜΟΣ:ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ-ΠΑΡΑΓΩΓΗ-ΕΙΔΗ,  
Α.Τσιραμπίδης

Σημειώσεις Εδαφομηχανικής

eclass.teipat.gr