

# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

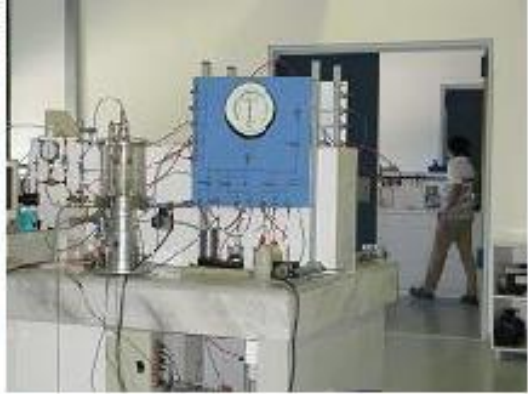
Διδάσκων: Β.Ν. Γεωργιάννου  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

---

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

<http://geolab.civil.ntua.gr>

2020-2021



# εργαστήριο



1. Δοκιμές κατάταξης εδαφών
2. Μέτρηση φυσικών χαρακτηριστικών



3. Προσδιορισμός ορίων Atterberg



4. Προσδιορισμός διαπερατότητας άμμου



5. Προσδιορισμός κοκκομετρικής σύνθεσης άμμου & αργίλου



6. Δοκιμή συμπίεσμέτρου

7. Δοκιμή απευθείας διάτμησης

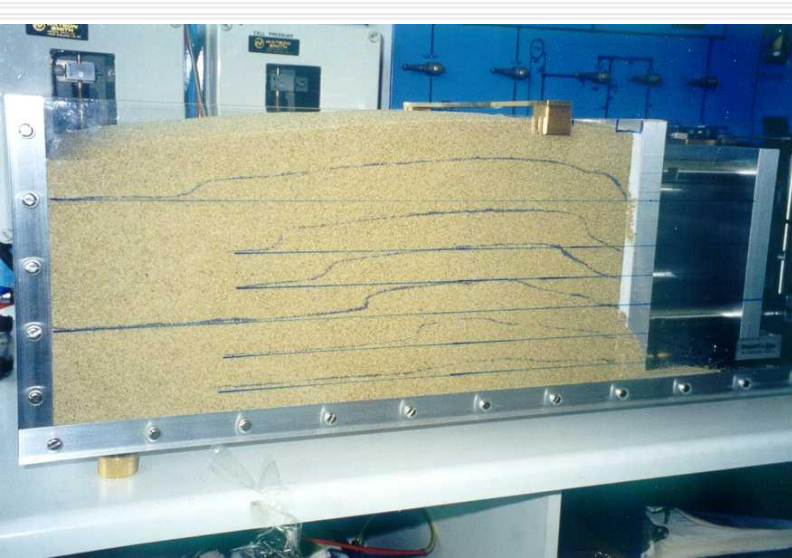


8. Τριαξονική δοκιμή

9. Δοκιμή στρέψης κοίλου δοκιμίου

10. Ενεργητική/παθητική ώθηση

11. Δοκιμή proctor



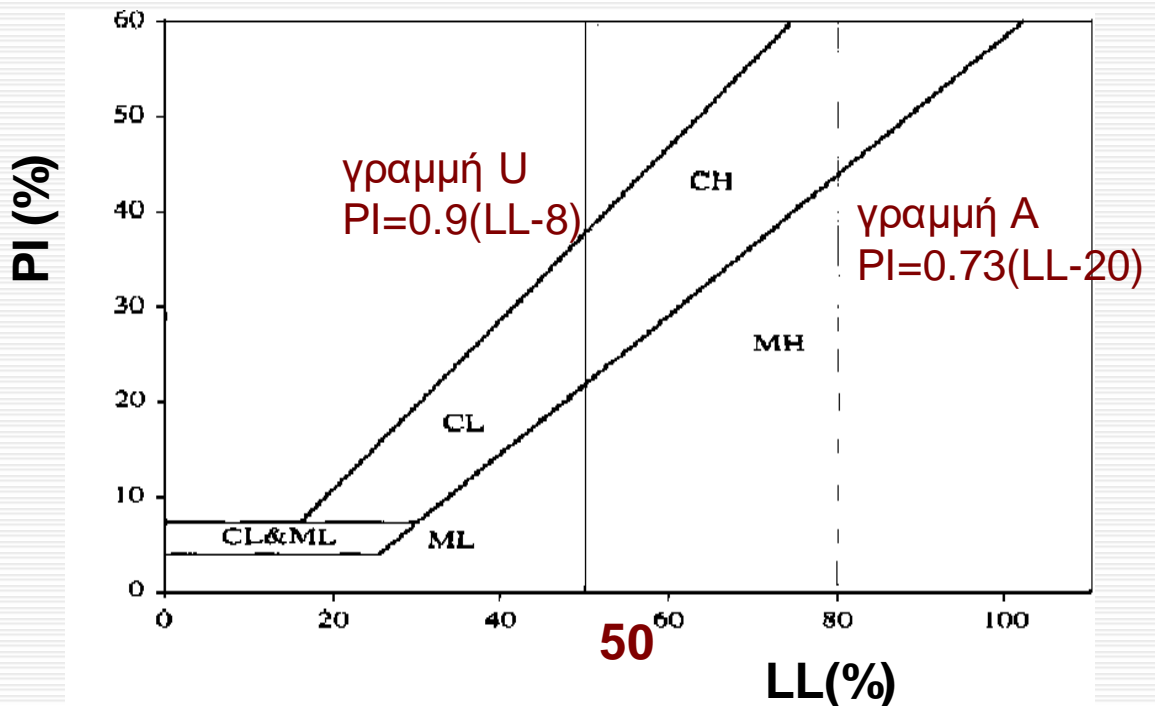
# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

## **1. Δοκιμές κατάταξης εδαφών**

---

περιγραφές δοκιμών από «Προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής» Ε105-86) Φ.Ε.Κ. 955/31-12-1986)

# Προσδιορισμός ορίων Atterberg



## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Χαρακτηρισμός εδάφους

Αρ. Δείγματος

Βάθος

Είδος

Ημερομηνία έναρξης

Ημερομηνία τέλους

Παρατηρήσεις

Αρ. Υποδοχέα					
Ολικό υγρό βάρος (gr)					
Ολικό ξηρό βάρος (gr)					
Απόβαρο (gr)					
Βάρος νερού (gr)					
Βάρος ξηρού εδαφικού υλικού (gr)					
Ποσοστό υγρασίας $w_c$ (%)					

## 5. Βιβλιογραφία

1. W. Lambe - E. Manual  
Αντίστοιχες ξένες προδιαγραφές
2. A.A.S.H.O. T. 100 - T85
3. A.S.T.M. D 854 - 83.

## 5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ

### 1. Εισαγωγή

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

### 2. Εργαστηριακός εξοπλισμός

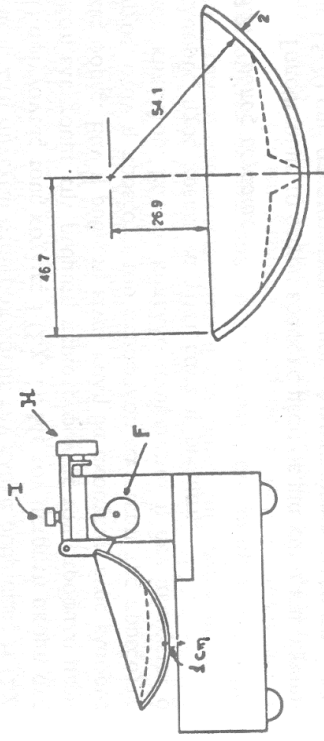
- 2.1. Κάβα από πορσελάνη διαμέτρου περίπου 120 mm.
- 2.2. Σπαθίδα ή μικρό μαχαίρι με λεπίδα μήκους περίπου 80 mm και πλάτους 20 mm.
- 2.3. Συσκευή ορίου υδαρότητας. Μηχανική συσκευή που συνίσταται από ένα ορειχάλκινο κύπελλο και μία βάση που είναι κατασκευασμένη σύμφωνα με το σχέδιο και τις διαστάσεις που φαίνονται στο Σχ. 1.
- 2.4. Όργανο χαράξεως συνδυασμένο με μετρητή στο πίσω μέρος σύμφωνα με τις εμφανιζόμενες στο Σχ. 1 διαστάσεις.
- 2.5. Υποδοχείς γυάλινοι που παρεμποδίζουν την απώλεια υγρασίας κατά την ζύγιση.
- 2.6. Ζυγός με ευαισθησία 0,01 g.

### 3. Μηχανική μέθοδος

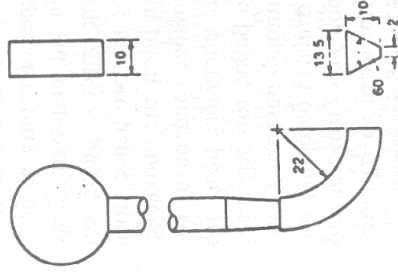
#### 3.1. Προκαταρκτικές εργασίες

Παίρνουμε δείγμα βάρους περίπου 100 g από το κλάσμα του υλικού, που έχει καλά αναμιχθεί και διέρχεται από το κόσκινο No 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 σφγι-



α) Μηχανική συσκευή ορίου υδαρότητας



ASTM

Carafande

Σημείωση: Οι παραπάνω διαστάσεις είναι σε mm.

Σχήμα 1

μένοι οι κοχλίες συνδέσεως του κυπέλλου και ότι δεν έχει χαράχθει το κύπελλο λόγω μακράς χρήσεως.

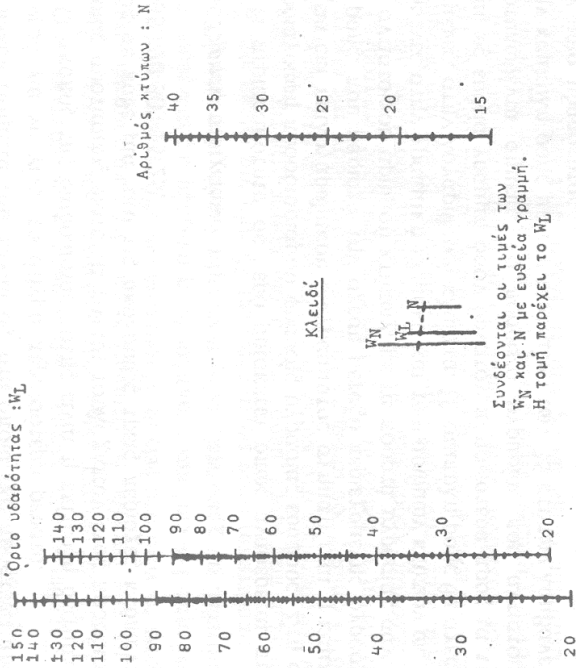
Με τον μετρητή που υπάρχει στο πίσω μέρος του οργάνου χαράξεως ρυθμίζουμε το ύψος στο οποίο θα ανυψώνεται το κύπελλο έτσι ώστε το σημείο του κυπέλλου που έρχεται σ' επαφή με την βάση της συσκευής να είναι ακριβώς 1 εκατ. πάνω από τη



σιμοποίηση του νομογραφήματος που αποτελεί την απεικόνιση της λύσεως της εξίσωσης.

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

Περιεχόμενη υγρασία σε Ν κτύπους:  $W_N$



Σχήμα 2. Νομογράφημα προσδιορισμού ορίου υδαρότητας.

Κατά την εκτέλεση δοκιμών ελέγχου ή διατησίας, πρέπει να χρησιμοποιείται η Μηχανική μέθοδος τριών σημείων.

### 5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων

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

### 6. Βιβλιογραφία

William Lambe - E. Manual  
*Αντίστοιχη ξένη προδιαγραφή:*  
 A.A.S.H.O. T 89/60  
 A.S.T.M. D 4318-83

## 6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

### 1. Εισαγωγή

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

### 2. Εξοπλισμός

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός θα αποτελείται:

- 2.1. Κάνα από πορσελάνη διαμέτρου περίπου 120 mm.
- 2.2. Σπαθίδα ή σπάτουλα με λεπίδα μήκους 80 mm περίπου και πλάτους 20 mm περίπου.
- 2.3. Επιφάνεια για την κυλίνδρωση: Γυάλινη πλάκα συμριωμένη ή κομμάτι ομαλού και αστάβωτου χαρτιού για κυλίνδρωση του δείγματος.
- 2.4. Υποδοχείς. Κατάλληλοι υποδοχείς, ώστε να προσταμίζονται, ύαλοι ωρολογίου για την πρόληψη απώλειας υγρασίας κατά την διάρκεια της ζυγίσεως.
- 2.5. Κλίβανος θερμοκρασίας 110°C.
- 2.6. Ζυγός ευαισθησίας 0,001 g.

### 3. Τρόπος εργασίας

Λαμβάνεται ποσότητα εδάφους περίπου 20 g από μέρος του υλικού που έχει αναμιχθεί καλά, του διερχομένου από το κόσκινο Νο 40 (425 μικρά).

Τοποθετείται το έδαφος, που έχει ξηραθεί στον αέρα, μέσα σε κάβα από πορσελάνη και αναμινύεται καλά με απεσταγμένο νε-

ΟΡΙΑ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΔΕΙΓΜΑ:

ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ

Πλήθος κτύπων					
Αρ. Υποδοχέα					
Υλικό υγρού βάρους Α					
Υλικό ξηρού βάρους Β					
Απόβαρο Γ					
A-B					
B-Γ					
$(A-B)/(B-Γ)$ $x100\%=W_{LL}$					

ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Αρ. Υποδοχέα					
Υλικό υγρού βάρους Α					
Υλικό ξηρού βάρους Β					
Απόβαρο Γ					
A-B					
B-Γ					
$(A-B)/(B-Γ)$ $x100\%=W_{PL}$					
Μέσος όρος					

ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ

$W_{LL} =$  %

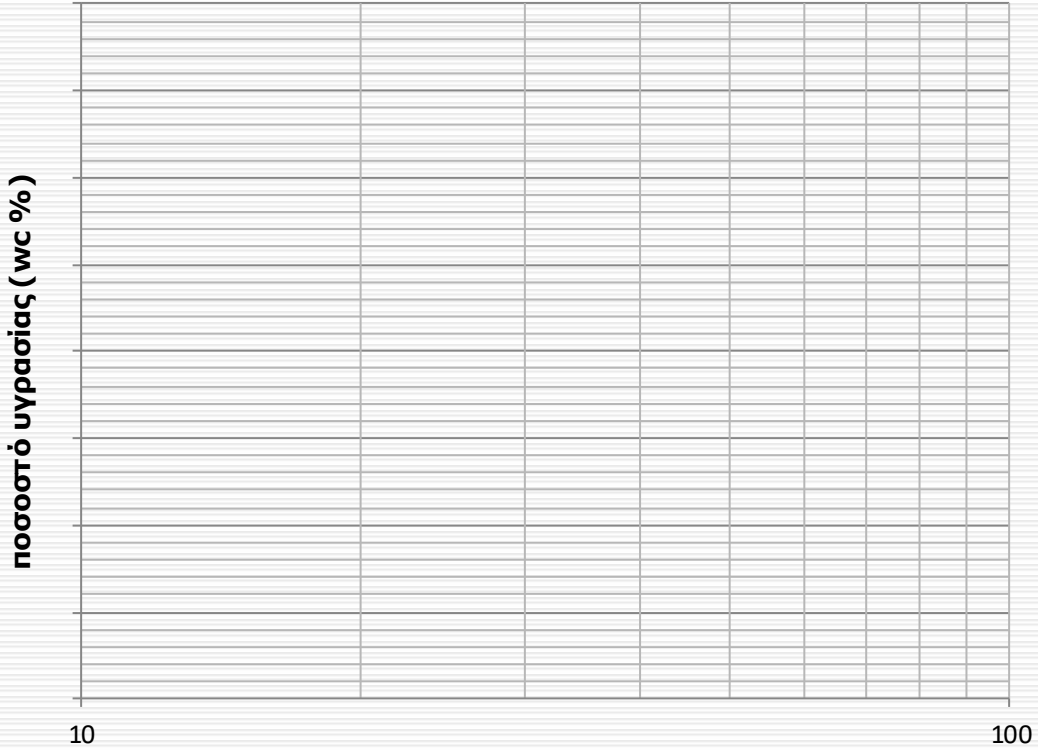
ΟΡΙΟ ΠΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

$W_{PL} =$  %

ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

$PI =$  %

# Πλήθος κτύπων



## 2. Κοκκομετρικές αναλύσεις με κόσκινα και αραιόμετρο

---

# 3. Προσδιορισμός φαινομένου ή ειδικού βάρους εδάφους και ειδικού βάρους στερεάς φάσης

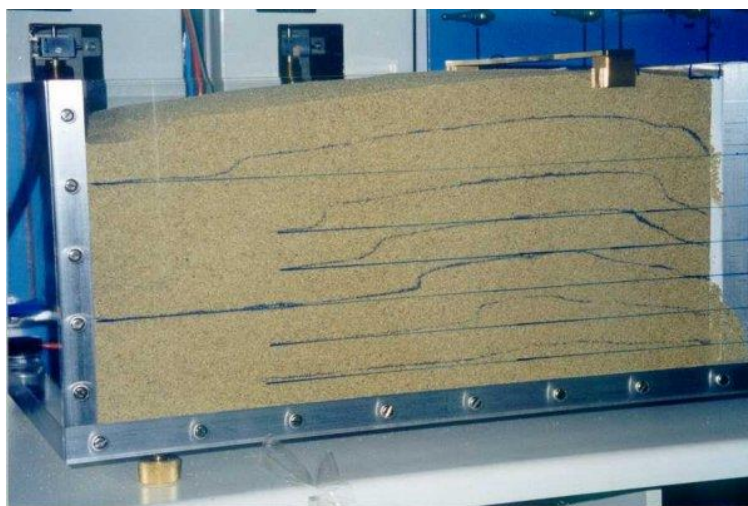
---

Περιγραφή δοκιμών από «Γεωτεχνική Μηχανική»  
Παπαχαρίσης, 2003

---

# 4. Οριζόντιες εδαφικές δράσεις και τοίχοι αντιστήριξης

---



# Πείραμα

---

## ΣΚΟΠΟΣ του ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η παρατήρηση του τρόπου ανάπτυξης των παραμορφώσεων και των γραμμών αστοχίας (Rankine, Coulomb) κατά τη διάρκεια μετατόπισης του τοίχου για συνθήκες:

- Ενεργητικής ώθησης
- Παθητικής αντίστασης

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Να τοποθετηθεί η αντιστηριζόμενη/ωθούμενη άμμος με έξι ενδιάμεσες στρώσεις χρωματισμένων κόκκων ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθηση της ανάπτυξης των παραμορφώσεων.
  2. Να καταγραφεί η δύναμη που ασκείται στα δυναμόμετρα μέσω της μεταλλικής επιφάνειας η οποία προσομοιώνει έναν τοίχο αντιστήριξης.
  3. Να καταγραφούν και να συγκριθούν οι μετατοπίσεις του τοίχου οι οποίες απαιτούνται για την ανάπτυξη της ενεργητικής και παθητικής κατάστασης αντίστοιχα.
  4. Να σχολιασθεί η συμπεριφορά της αντιστηριζόμενης άμμου του πειράματος
-

# 5. Πειραματικός προσδιορισμός διαπερατότητας

---



Νόμος Darcy:  $v = \frac{Q}{A} = -ki = -k \frac{\Delta h}{\Delta l}$   $u = \text{ταχύτητα ροής}$   
 $Q = \text{παροχή}$   
 $i = \text{υδραυλική κλίση}$



# Πείραμα

---

## ΣΚΟΠΟΣ του ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

- Μελέτη του νόμου του Darcy και του εύρους εφαρμογής του
- Προσδιορισμός του δείκτη διαπερατότητας  $k=(m/s)$
- Μελέτη του φαινομένου της υδραυλικής υποσκαφής και των συνθηκών εμφάνισής του

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Στο πείραμα θα χρησιμοποιηθούν 5.5kg άμμου που θα αποτεθούν χαλαρά στο περατόμετρο. Να θεωρηθεί ότι  $G_s=2.65$ .
2. Να μεταβληθεί το δυναμικό (με μετακίνηση του κινητού δοχείου νερού της συσκευής) ούτως ώστε η διαφορά δυναμικού μεταξύ των διαδοχικών πιεζομετρικών σωλήνων να είναι 5mm. Στη συνέχεια να μετρηθεί ο χρόνος που απαιτείται για να συγκεντρωθεί 1lt νερού σε δοκιμαστικό σωλήνα περιεκτικότητας 1.5lt.
3. Να επαναληφθούν οι μετρήσεις για διαδοχικές διαφορές δυναμικού 5mm μεταξύ των πιεζομετρικών σωλήνων έως ότου η υδραυλική κλίση αποκτήσει τιμή  $\sim 0.8$ . Στη συνέχεια να αυξηθεί σταδιακά η υδραυλική κλίση με ταυτόχρονη παρατήρηση του ύψους του νερού στους πιεζομετρικούς σωλήνες και της συμπεριφοράς της άμμου, έως την εκδήλωση του φαινομένου της υδραυλικής υποσκαφής.
4. Να επαναληφθεί η ανωτέρω διαδικασία για διαφορετικά ύψη άμμου που αποκτώνται με δόνηση του περατομέτρου. Αυτή τη φορά οι μετρήσεις της παροχής να γίνουν για  $i=0.5$ .
5. Να σχεδιαστεί η σχέση μεταξύ πορώδους,  $n=(V-V_s)/V$ , και διαπερατότητας και να σχολιασθούν τα αποτελέσματα.
6. Να σχεδιαστεί η μεταβολή της ταχύτητας ροής  $v=Q / A$  ως προς την υδραυλική κλίση

# 6. ΔΟΚΙΜΗ ΣΥΜΠΙΕΣΟΜΕΤΡΟΥ

---

Σημειώσεις μαθήματος

---

# 7. ΔΟΚΙΜΗ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

---

Να υπολογιστεί η διατμητική αντοχή της άμμου ΕΜΠ31 στη συσκευή απευθείας διάτμησης

1. για χαλαρή άμμο
2. για πυκνή άμμο

Σημ.  $G_s=2.65$

Διάμετρος δακτυλίου=60mm

Αντιστοιχία φορτίων τάσεων

Φορτίο (kg)	Ορθή τάση σν (kPa)
3	100
5	197
8	300

---

# 8. ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ

---

- Σημειώσεις μαθήματος
  - Προδιαγραφές E 105-86
-