



Τ.Ε.Ι. Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΤΑΜΗΛΟΤΗΤΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Βοσνιάκος Κωνσταντίνος, M.SC., Ph.D.
Γεωτεχνικός Μηχανικός

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Προσδιορισμός φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών της γεωμάζας.

Με κατάλληλες συσκευές σε βραχώδη ή εδαφικά δείγματα τα οποία έχουν αποληφθεί μέσω γεωτρήσεων ή εκσκαφών



ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

Διάκριση με βάση τη φύση των υπό δοκιμή υλικών:

- Εργαστηριακές δοκιμές Εδαφομηχανικής
- Εργαστηριακές δοκιμές Βραχομηχανικής

Διάκριση με βάση το είδος των παραμέτρων που προσδιορίζονται:

- Δοκιμές προσδιορισμού φυσικών χαρακτηριστικών (υγρασία, φαινόμενο βάρος, όρια Atterberg, κ.α.)
- Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών χαρακτηριστικών (συνοχή, γωνία εσωτερικής τριβής, μέτρο ελαστικότητας, κ.α.)
- Δοκιμές προσδιορισμού υδραυλικών χαρακτηριστικών (υδατοπερατότητα)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού φυσικών παραμέτρων ή δοκιμές ταξινόμησης

- Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας
- Προσδιορισμός φαινόμενου βάρους
- Προσδιορισμός ειδικού βάρους στερεών συστατικών
- Κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα
- Κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρα
- Προσδιορισμός ορίων Atterberg

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

- Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης
- Δοκιμή διάτμησης
- Τριαξονική δοκιμή
- Δοκιμή Proctor
- CBR
- Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης

Δοκιμές προσδιορισμού υδραυλικών παραμέτρων

- Δοκιμή υδατοπερατότητας

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας

Ποσότητα δείγματος ζυγίζεται πριν και μετά την ξήρανσή του σε φούρνο θερμοκρασίας 105-110°C. Η διαφορά βάρους αντιστοιχεί στην περιεχόμενη ποσότητα νερού (G_w).

$$w = G_w / G_d$$

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Προσδιορισμός φαινόμενου βάρους

Φαινόμενο βάρος (γ) είναι το βάρος της μονάδας του όγκου της στερεάς μάζας, μαζί με το περιεχόμενο των κενών. Είναι το πηλίκο του βάρους του εδάφους G , προς τον όγκο V .

$$\gamma = G / V$$

$$(\gamma_d < \gamma < \gamma_{sat})$$

Όταν το δείγμα είναι πλήρως κορεσμένο και υπό συνθήκες άνωσης τότε το φαινόμενο βάρος βυθισμένου εδάφους (γ'):

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \gamma_d (1 - \gamma_w / \gamma_s)$$

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Προσδιορισμός φαινόμενου βάρους

Για τον προσδιορισμό του βάρους, αδιατάρακτο κομμάτι δείγματος (περίπου 100 gr) ζυγίζεται με ακρίβεια.

Για τον προσδιορισμό του όγκου, το δείγμα καλύπτεται με παραφίνη, ζυγίζεται και βυθίζεται σε ογκομετρικό κύλινδρο. Από την διαφορά στάθμης του νερού προκύπτει ο όγκος του δείγματος.

Από την διαίρεση του όγκου με το βάρος προκύπτει το φαινόμενο βάρος.

Από την διαφορά βάρους αρχικού και παραφινωμένου δείγματος προκύπτει το βάρος και ο όγκος της παραφίνης όπου και αφαιρούνται.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Κοκκομετρική σύσταση εδαφών (κόσκινα)

Το δείγμα θερμαίνεται στους 105°C και τρίβεται ελαφριά σε γουδί με σκοπό την αποκόλληση των κόκκων και όχι την θραύση τους.

Το δείγμα ζυγίζεται και αδειάζεται σε σειρά κοσκίνων. Η στήλη με τα κόσκινα δονείται είτε μηχανικά είτε χειροκίνητα για μερικά λεπτά. Το υλικό που έχει μείνει σε κάθε κόσκινο ζυγίζεται. Στο τέλος ζυγίζεται το περιεχόμενο του δίσκου που περιέχει τα λεπτόκοκκα (ιλύς και άργιλος)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Κοκκομετρική σύσταση εδαφών (κόσκινα)

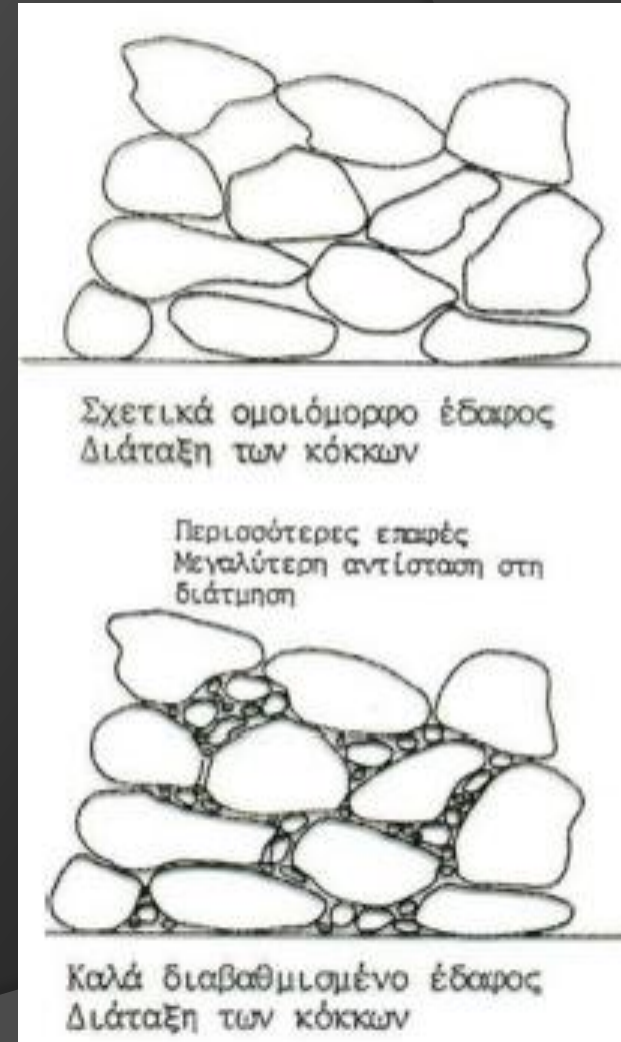
Εκφράζεται με την μορφή καμπύλων που παρουσιάζουν την ποσοστιαία αναλογία των επιμέρους διαμέτρων των κόκκων στη σύσταση των εδαφικών υλικών.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

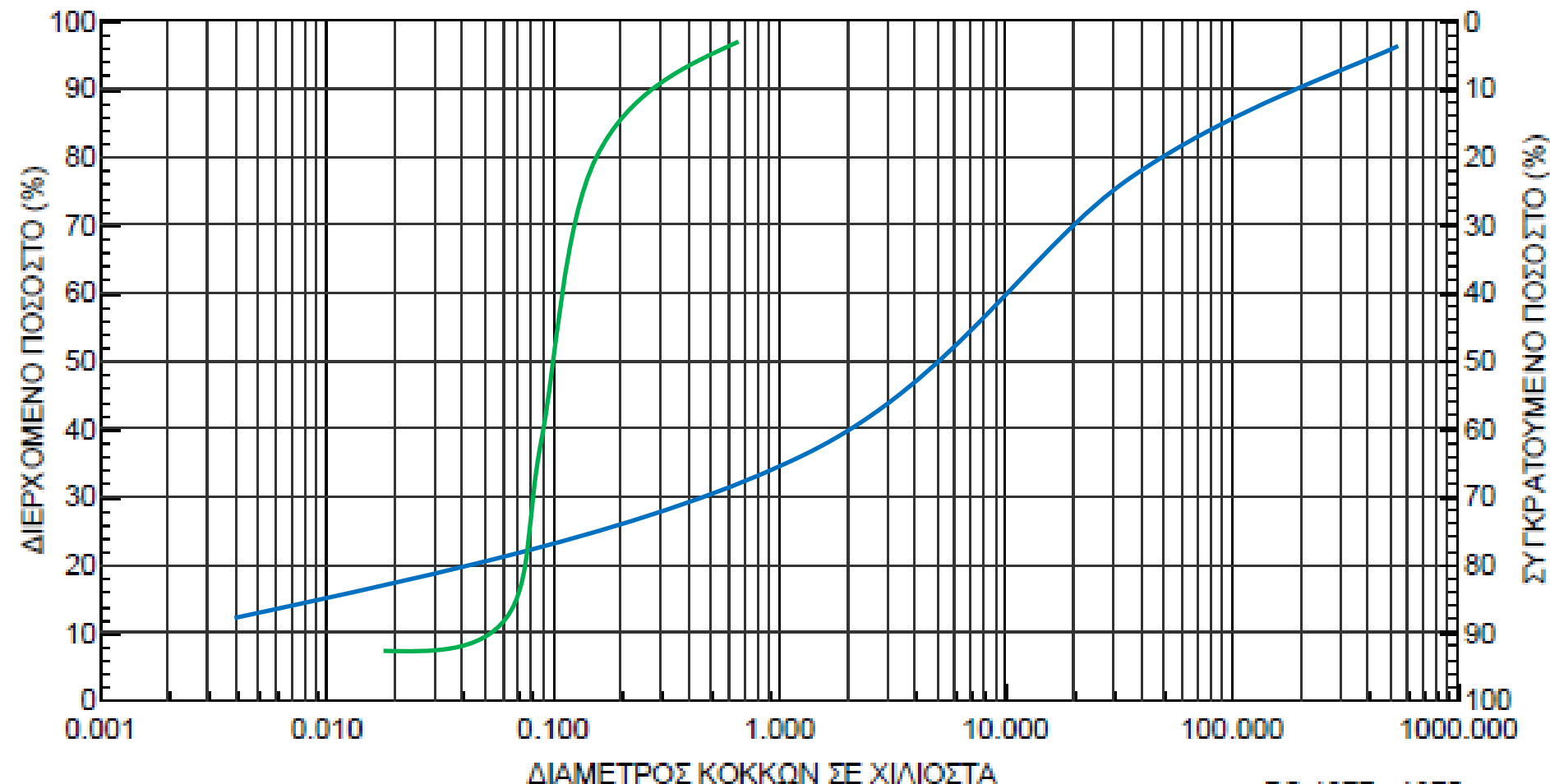
Κοκκομετρική σύσταση εδαφών (κόσκινα)

Καμπύλη με απότομη κλίση δείχνει έδαφος με ισομεγέθεις κόκκους (ομοιόμορφο έδαφος), ενώ καμπύλη με ομαλή κλίση δείχνει ευρύ φάσμα μεγέθους κόκκων (καλά διαβαθμισμένο έδαφος).



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

ΑΡΓΙΛΟΣ		ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ	ΧΑΛΙΚΙΑ	ΚΡΟΚΑΛΕΣ
	ΙΛΥΣ	ΑΜΜΟΣ				



ΑΡΓΙΛΟΣ	ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ	ΛΕΠΤΗ	ΜΕΣΗ	ΧΟΝΔΡΗ	ΛΕΠΤΑ	ΜΕΣΑ	ΧΟΝΔΡΑ	ΚΡΟΚΑΛΕΣ
	ΙΛΥΣ			ΑΜΜΟΣ			ΧΑΛΙΚΙΑ			

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Όρια Atterberg

Τα όρια των τιμών της υγρασίας των συνεκτικών εδαφών που ορίζουν τις περιοχές της υγρής, πλαστικής, ημιστερεής και στερεής συμπεριφοράς τους.

- όριο υδαρότητας LL (υγρή $\rightarrow$ πλαστική κατάσταση)
- όριο πλαστικότητας PL (πλαστική $\rightarrow$ ημιστερεή κατάσταση)
- όριο συρρίκνωσης SL (ημιστερεή $\rightarrow$ στερεή κατάσταση)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ



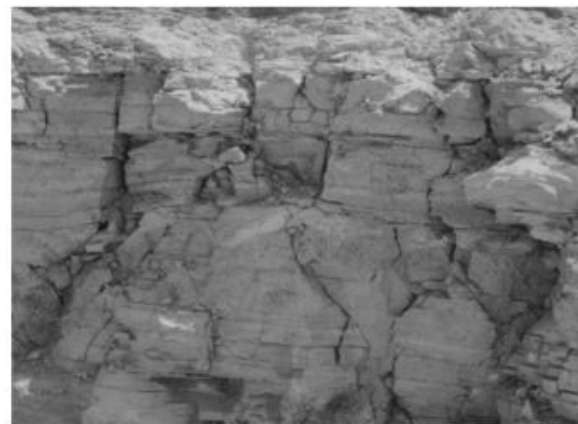
Ρευστή κατάσταση



Πλαστική κατάσταση



Ημιστερεή κατάσταση



Στερεή κατάσταση

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

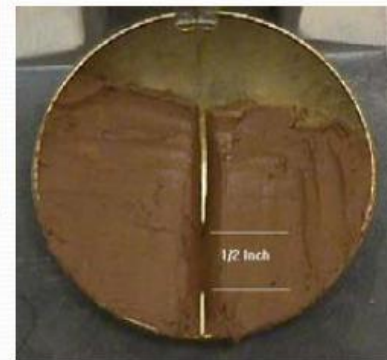
Προσδιορισμός ορίου υδαρότητας

- 100 gr δείγματος διερχόμενα από το κόσκινο Νο 40 ζυμώνονται με νερό ώστε να σχηματιστεί μια μαλακή-πλαστική μάζα.
- Τοποθετείται και επιπεδώνεται στο κέντρο κυπέλου της συσκευής CASAGRANDE. Το μεγαλύτερο βάθος του δείγματος πρέπει να είναι 1 cm.
- Το έδαφος διαιρείται με μια σταθερή διαδρομή του οργάνου χαράξεως
- Με την περιστροφή του στροφάλου της συσκευής η κάψα πέφτει ρυθμικά πάνω στο βάθρο του οργάνου μέχρι η χαραγή να κλείσει.
- Καταγράφεται ο αριθμός των κτύπων που χρειάστηκαν για να κλείσει η χαραγή καθώς και η υγρασία του δείγματος.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Προσδιορισμός ορίου υδαρότητας

Ο αριθμός των κτύπων πρέπει να κυμαίνεται από 10 ως 40 και το όριο υδαρότητας LL είναι η περιεκτικότητα σε νερό που αναλογεί στο 25 κτύπους.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Προσδιορισμός ορίου πλαστικότητας

- 20 gr δείγματος διερχόμενα από το κόσκινο Νο 40 ζυμώνονται με νερό ώστε να σχηματιστεί μια πλαστική μάζα που να μπορεί να μορφωθεί σε βώλο.
- Η μάζα κυλινδρώνεται μεταξύ των δακτύλων γυάλινης πλάκας ώστε να γίνει «μακαρόνι» ομοιόμορφης διαμέτρου.
- Όταν η διάμετρος γίνει 3 mm, ο ραβδίσκος θραύεται ξανά σε 6 με 8 τεμάχια. Γίνονται ένα και επαναλαμβάνεται η κυλίνδρωση.
- Η δοκιμή συνεχίζεται μέχρι ο ραβδίσκος να θρυμματίζεται και να μην μπορεί να κυλινδρωθεί.
- Το όριο πλαστικότητας υπολογίζεται σαν την περιεχόμενη υγρασία στους ραβδίσκους 3 mm.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Προσδιορισμός ορίου πλαστικότητας



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δείκτες ορίων Atterberg

- Δείκτης Πλαστικότητας: $I_p = LL - PL$
- Δείκτης Υδαρότητας: $I_L = (w - PL) / I_p$
- Δείκτης Συνεκτικότητας-Αντίστασης: $I_c = 1 - I_L$

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

- Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης
- Δοκιμή διάτμησης
- Τριαξονική δοκιμή
- Δοκιμή Proctor
- CBR
- Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

- Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης
- Δοκιμή διάτμησης
- Τριαξονική δοκιμή
- Δοκιμή Proctor
- CBR
- Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης

Βαθμιαία αξονική φόρτιση ενός κυλινδρικού αδιατάραχτου δοκιμίου χωρίς την επιβολή πλευρικής πίεσης, μέχρι την θραύση του.

Οι διαστάσεις του δοκιμίου είναι:

- Διάμετρος: 33-71 mm
- Ύψος: 2-3 φορές την διάμετρο.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης

Στο δοκίμιο εφαρμόζεται θλιπτικό αξονικό φορτίο το οποίο επιβάλλει παραμόρφωση με ρυθμό 1-2%/min. Η διάρκεια της δοκιμής δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10 min.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

- Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης
- Δοκιμή διάτμησης
- Τριαξονική δοκιμή
- Δοκιμή Proctor
- CBR
- Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Δοκιμή άμεσης διάτμησης

Βαθμιαία επιβολή διατμητικών μετακινήσεων σε εδαφικό δοκίμιο μέχρι την θραύση του κατά μήκος προδιαγεγραμμένης επιφάνειας.

Οι διαστάσεις του δοκιμίου είναι:

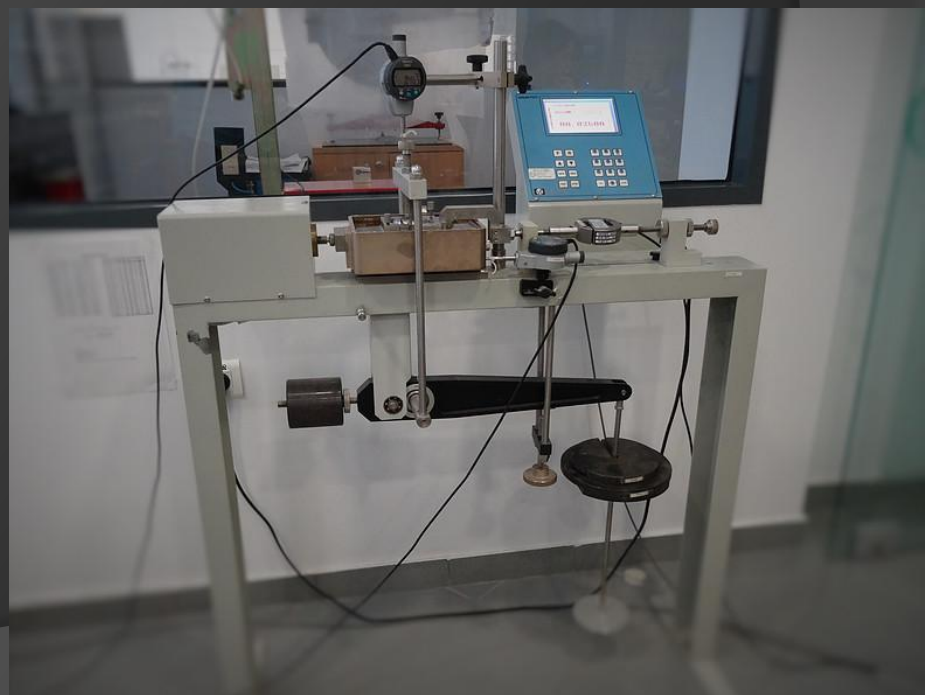
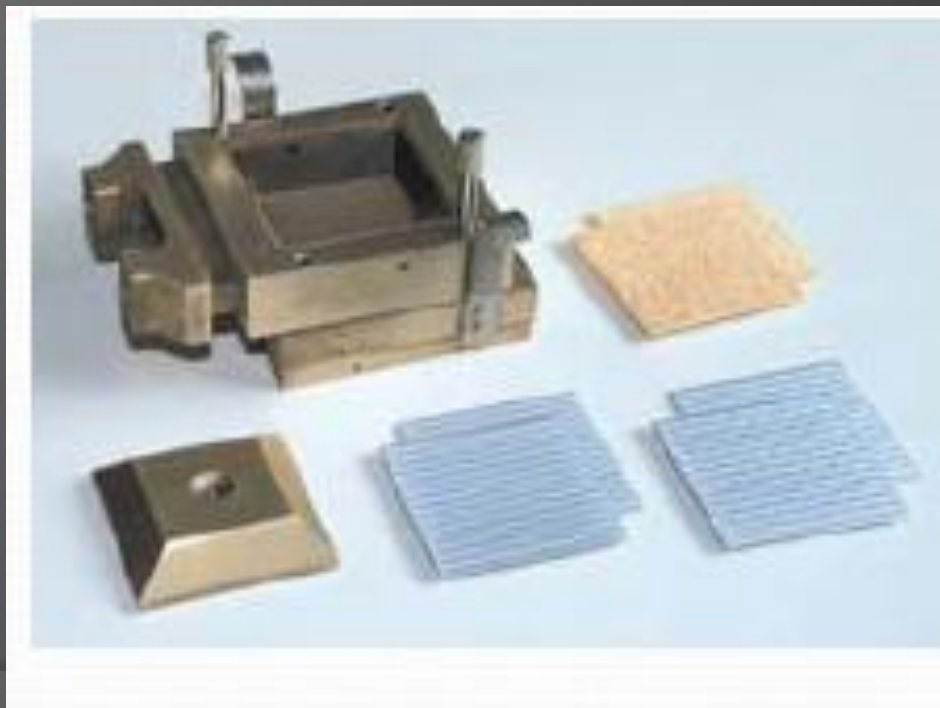
- Ελάχιστη πλευρά τετραγωνικής διατομής: 50 mm
- Ελάχιστο πάχος δοκιμίου: 25 mm

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Δοκιμή άμεσης διάτμησης

Διάρκεια δοκιμής 15-20 min.

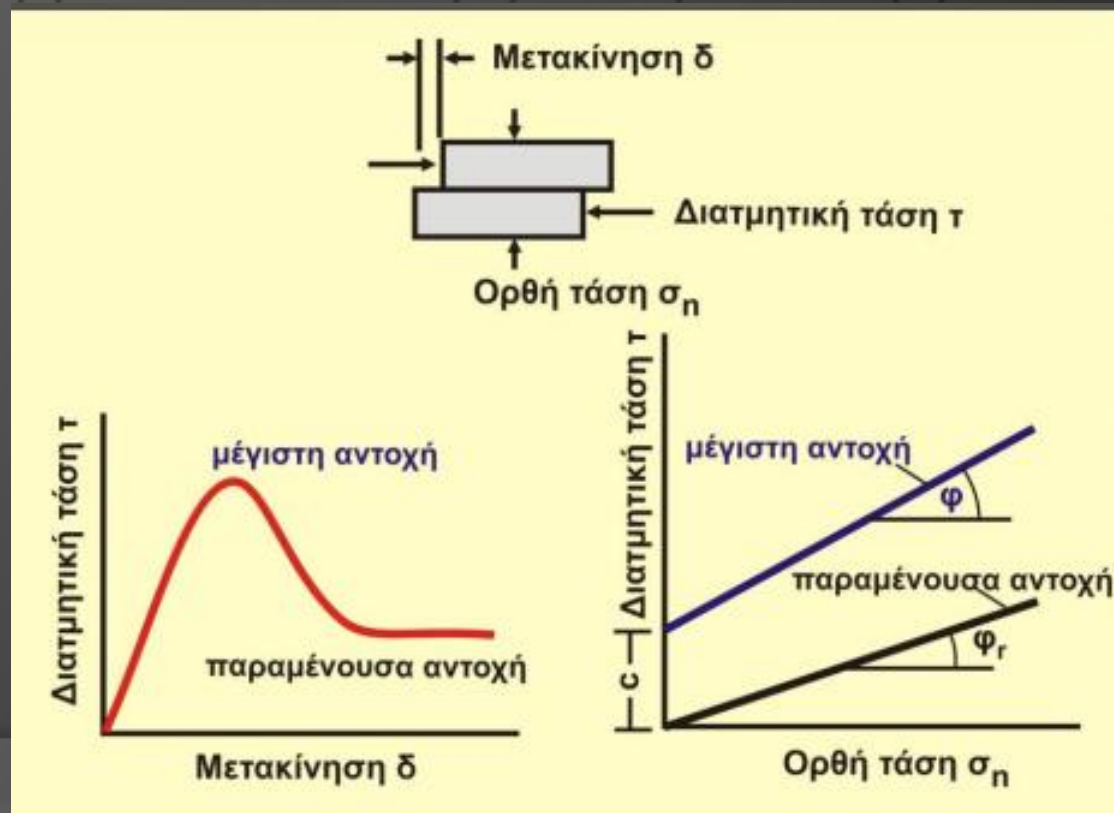


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Δοκιμή άμεσης διάτμησης

Από το διάγραμμα σ - τ υπολογίζεται η c και η ϕ .



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

- Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψης
- Δοκιμή διάτμησης
- Τριαξονική δοκιμή
- Δοκιμή Proctor
- CBR
- Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Τριαξονική δοκιμή

Υπολογισμός διατμητικής αντοχής (c , ϕ) του εδάφους.

Οι διαστάσεις του δοκιμίου είναι:

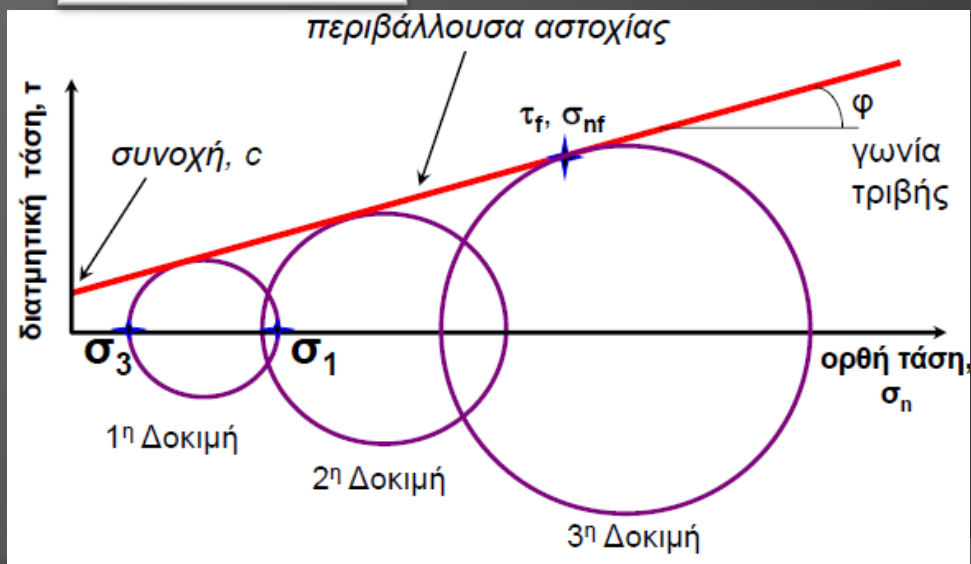
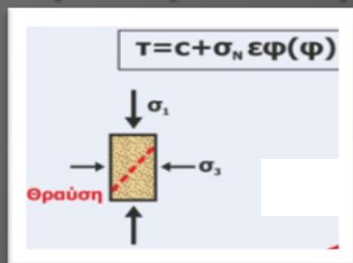
- Διάμετρος: 33-71 mm
- Ύψος: 2-3 φορές την διάμετρο.

Το δοκίμιο κατά τη διάρκεια της δοκιμής περιβάλλεται από ελαστική μεμβράνη που το απομονώνει από το νερό της κυψέλης

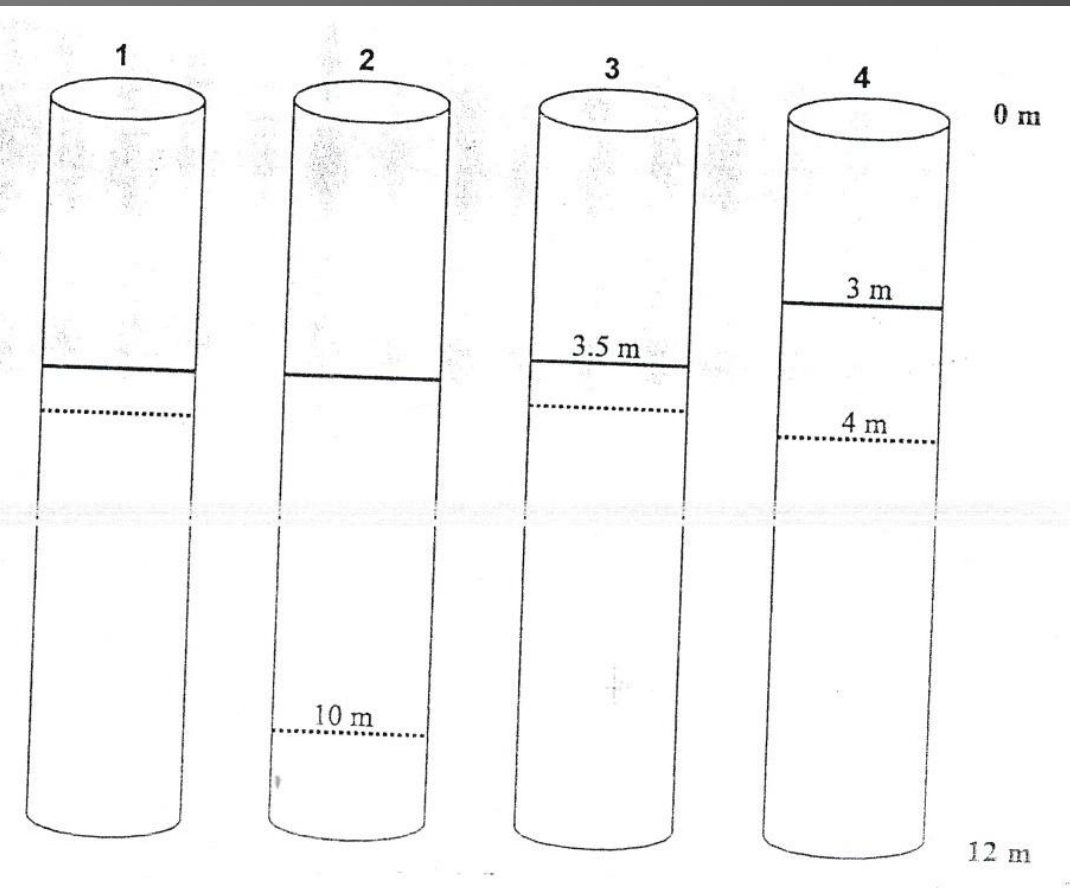
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

Δοκιμές προσδιορισμού μηχανικών παραμέτρων

➤ Τριαξονική δοκιμή



ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ



Αποτελέσματα στάθμης υδροφόρου ορίζοντα.

Με διακεκομμένη γραμμή η στάθμη κατά την διάρκεια διάνοιξης της γεώτρησης, ενώ την επόμενη μέρα, με συνεχή γραμμή το επίπεδο στάθμης

- Να αιτιολογηθεί η διαφορά στην στάθμη από την μια μέρα στην άλλη
- να εκτιμηθεί η τελική στάθμη του Υ.Ο.
- να προταθούν τρόποι υποβάθμισης του Υ.Ο.

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

ΒΑΘΟΣ (m)	ΕΛΑΦΟΣ	N	C_u (kN/m ²)	I_p	γ (t/m ³)	ϕ	Πορωδ (n) (%)	Λογος κενων E	Σχετικη Πυκνωτ.
0 - 4	Απορρίματα	---	---	---	---	---	---	---	---
4 - 4,5	Αργίλος	---							
4,5 - 10	Αμμος		---	---					
10 - 12	Αργίλος	---							---
12 - 15	Αμμος		---	---					
15 - 20	Αργίλος - Ιλος	---							---