

Εδαφομηχανική I

6 πρώτες εβδομάδες

Μαθησιακά αποτελέσματα & Μάζεμα ιδεών

Περιεχόμενα μαθήματος – κύριες ενότητες

- Εισαγωγή
- Η σωματιδιακή φύση του εδάφους – τα χαρακτηριστικά με τα οποία το περιγράφουμε
- Τάσεις στο έδαφος από το ίδιο βάρος (γεωστατικές τάσεις), ενεργός τάση (τι νιώθει ο εδαφικός σκελετός), τάσεις από εξωτερικά φορτία

1^η-6^η
εβδομάδα



- Σχέσεις τάσεων – παραμορφώσεων
- Μηχανική συμπεριφορά εδάφους σε μονοδιάστατη συμπίεση (απλές περιπτώσεις επιφανειακών θεμελιώσεων)
- Μηχανική συμπεριφορά σε διάτμηση, διατμητική αντοχή, αστοχία
- Μηχανική συμπεριφορά κορεσμένων αργίλων σε αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης



Μαθησιακά αποτελέσματα – ΕΝΝΟΙΕΣ

- Με τις έως τώρα γνώσεις, οι φοιτητές είναι σε θέση να:
 - συνδέουν μια καλή μηχανική συμπεριφορά του εδάφους με κάποιο μέτρο αυξημένης πυκνότητας (μεγάλη σχετική πυκνότητα για άμμους, μικρή φυσική υγρασία για κορεσμένες αργίλους)
 - δίνουν ένα-δυο παραδείγματα από τι εξαρτάται η αντίσταση των κόκκων σε σχετική μετακίνηση
 - αναφέρουν παραδείγματα που τεκμηριώνουν πόσο σημαντική είναι η ενεργός τάση και εξηγούν γιατί τα συγκεκριμένα παραδείγματα καταδεικνύουν τη σημασία της
 - δίνουν ένα-δυο παραδείγματα για τα μεγέθη που εξαρτώνται ή καθορίζονται από την ενεργό τάση (ιδίως στο τέλος του μαθήματος)
 - εξηγούν με πραγματικά παραδείγματα ή ρεαλιστικά μοντέλα τη διαφορά στραγγισμένων – αστράγγιστων συνθηκών (πολύ καλύτερα στο τέλος του μαθήματος)

Μαθησιακά αποτελέσματα – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- Με τις έως τώρα γνώσεις, οι φοιτητές είναι σε θέση να:
 - **E1.** υπολογίζουν τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους e , n , ρ , γ , S , w , D_r , LI από πειραματικά δεδομένα ή όταν αλλάζουν οι συνθήκες συμπύκνωσης του εδάφους
 - **E2.** έχουν μια αίσθηση για τις τιμές των ρ , γ
 - **E3.** υπολογίζουν γεωστατικές τάσεις, ολικές και ενεργές, κατακόρυφες και οριζόντιες (κατανομές για υδροστατική πίεση νερού)
 - **E4.** υπολογίζουν επιφορτικές τάσεις από εξωτερικά φορτία (σε επιλεγμένα σημεία)
 - **E5.** υπολογίζουν τάσεις από συνδυασμούς φορτίσεων χρησιμοποιώντας επαλληλία
 - **E6.** κατασκευάζουν κύκλους Mohr (σημαντικό στην Εδαφομηχανική επειδή δίνει εποπτεία στην κατανόηση της διατμητικής αντοχής)
 - **E7.** υπολογίζουν παραμορφώσεις λόγω μεταβολής τάσεων

Σημερινό μάθημα, 30/3/2022

1^η-6^η
εβδομάδα

- Εισαγωγή
- Η σωματιδιακή φύση του εδάφους – τα χαρακτηριστικά με τα οποία το περιγράφουμε
- Τάσεις στο έδαφος από το ίδιο βάρος (γεωστατικές τάσεις), ενεργός τάση (τι νοιώθει ο εδαφικός σκελετός), τάσεις από εξωτερικά φορτία
- Σχέσεις τάσεων – παραμορφώσεων

Στο πρώτο μάθημα ρωτήσαμε:

- Πώς διαφέρει το έδαφος από τα άλλα υλικά του Πολ. Μηχανικού;
- Θα χρησιμοποιήσω τη Μηχανική που έχω μάθει;

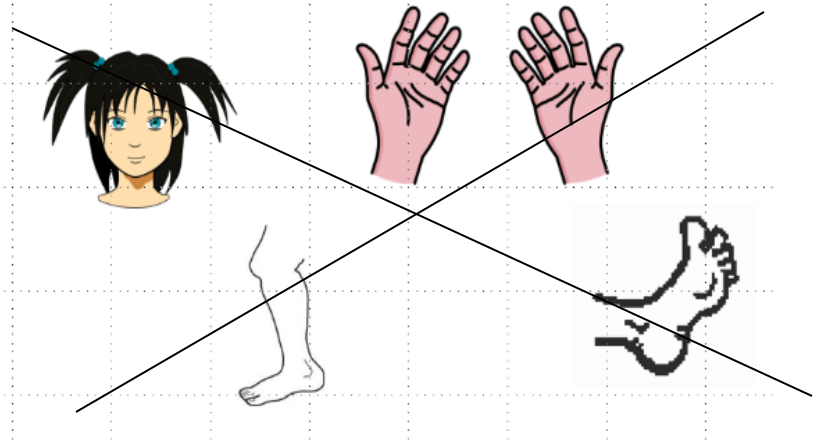
Θα απαντήσουμε στις πιο πάνω ερωτήσεις με μια σύνθεση των έως τώρα γνώσεων με κάποιες επιπλέον πινελιές, και θα τονίσουμε σχέση με ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



Σύνθεση ≠ Παράθεση



- Τι θέλουμε να αποφύγουμε



Τα σημαντικά επιγραμματικά

- **A.** Η σωματιδιακή φύση του εδάφους: επιπτώσεις
- **B.** Έδαφος = υλικό μη ελεγχόμενης σύστασης → ανάγκη περιγραφής με φυσικά χαρακτηριστικά
- **Γ.** Στο έδαφος δεν έχουμε φορείς προκαθορισμένης γεωμετρίας, εμείς αποφασίζουμε ποια η έκταση του εντατικού πεδίου που ενδιαφέρει
- **Δ.** Από τη Μηχανική, τι πρέπει να ξέρω;
- **E.** Οι εμπειρίες με το χώμα από την καθημερινή ζωή μπορεί να βοηθήσουν ή να εμποδίσουν την κατανόηση της συμπεριφοράς του εδάφους

A. Οι επιπτώσεις της σωματιδιακής φύσης του εδάφους

A1. Ενδιαφέρει κυρίως η αναλογία κόκκων - πόρων

- Ενδιαφέρει η αναλογία πόρων/κόκκων σε όρους όγκου (πχ δείκτης πόρων, e) ή μάζας (πχ φυσική υγρασία, w)
- Έμμεσα αυτή η αναλογία εκφράζεται και με την πυκνότητα, ρ , ή το ειδικό βάρος, γ , του εδάφους
- Πού εστιάζουμε: ποιο το ποσοστό του εδαφικού δείγματος που αντιστοιχεί στους κόκκους (αμετάβλητο στο παραμορφωμένο εδαφικό στοιχείο)

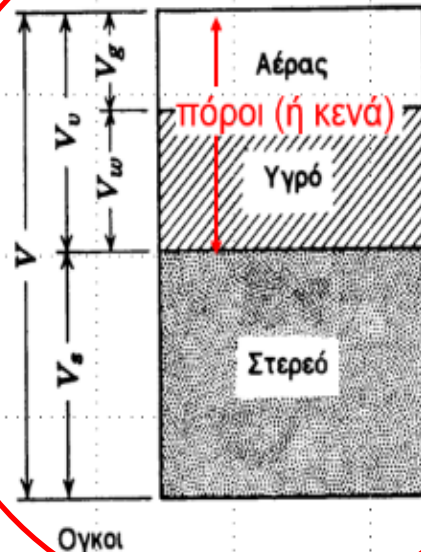
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ E1, E2

A1. Ενδιαφέρει κυρίως η αναλογία κόκκων – πόρων (συνέχεια)

Απλοποιημένο εδαφικό στοιχείο

- Για κάθε έδαφος με ενδιαφέρει πόσο έχω συνολικά από την κάθε φάση: πόσα τα σωματίδια (εδαφικά στερεά), πόσοι οι πόροι, πόσο το νερό

$$V_v = \text{Κενά (πόροι)} = \text{νερό} + \text{αέρας}$$
$$V_s = \text{κόκκοι (στερεό)}$$
$$V = V_v + V_s$$



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε1

A2. Παραμόρφωση & κόκκοι εδάφους

- Η παραμόρφωση του εδάφους οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στη **σχετική μετακίνηση των κόκκων**, η οποία είναι **μη ελαστική**.
 - Είδαμε ότι η σχετική μετακίνηση επηρεάζεται από την κατανομή του μεγέθους των κόκκων και το σχήμα τους
- Γι' αυτό, το έδαφος συμπεριφέρεται γραμμικώς ελαστικά σε ένα σχετικά μικρό εύρος παραμορφώσεων (I).



Ζουμάρω στους κόκκους

- Η στιβαρότητα και η αντοχή του εδάφους εξαρτώνται από το πώς αλληλεπιδρούν οι κόκκοι
- **ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΚΚΩΝ**
- (1) Ελαστική παραμόρφωση στα σημεία επαφής των εδαφικών κόκκων
- (2) Κάμψη των αργιλικών πλακιδίων
- (3) Συνθλιβή (τοπική) κόκκων στα σημεία επαφής μεταξύ κόκκων
- (4) Θραύση κόκκων
- **ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΚΟΚΚΩΝ = ιδιομορφία σωματιδιακών υλικών!!**
- (5) Ολίσθηση και κύλιση κόκκων



A3. Έχουν σημασία όχι μόνο οι κόκκοι αλλά και οι πόροι και το περιεχόμενό τους: **ΝΕΡΟ!!!**

- Ιδίως όταν οι πόροι είναι γεμάτοι με νερό (=κορεσμένο έδαφος), για να καταλάβουμε τη συμπεριφορά του εδάφους, πρέπει να παρακολουθούμε ΚΑΙ το τι κάνει το νερό. **ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΑΣΗ**
- Η **ενεργός τάση, σ'** , εκφράζει τα φορτία που αναλαμβάνει ο εδαφικός σκελετός και υπολογίζεται ως η διαφορά «ολική τάση»
 - «πίεση πόρων», $\sigma' = \sigma - u$ **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε3**
 - Αν αλλάξει η πίεση πόρων, αλλάζει η καταπόνηση του εδάφους
 - Επίσης, $\Delta\sigma' = \Delta\sigma - \Delta u$, άρα αν $\Delta u = 0 \rightarrow \Delta\sigma' = \Delta\sigma$ **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε7**
- Προϋπόθεση για να παραμορφωθεί το έδαφος είναι να μεταβληθεί η ενεργός τάση (II)
- Το συνδυασμένο αποτέλεσμα των (I: μη ελαστική συμπεριφορά) και (II) είναι ότι στην Εδαφομηχανική οι καταστατικές σχέσεις συνδέουν παραμορφώσεις με μεταβολές ενεργών τάσεων

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε7

A3. Έχουν σημασία όχι μόνο οι κόκκοι αλλά και οι πόροι και το περιεχόμενό τους: **ΝΕΡΟ!!! (συν.)**

- Ακόρεστο έδαφος ($S < 100\%$) & τριχοειδείς δυνάμεις:
 $\Delta u \downarrow$ άρα $\Delta \sigma' \uparrow$



όχι μόνο παλάτια από άμμο, αλλά και γέφυρες...

A3. Έχουν σημασία όχι μόνο οι κόκκοι αλλά και οι πόροι και το περιεχόμενό τους: **ΝΕΡΟ!!! (συν.)**

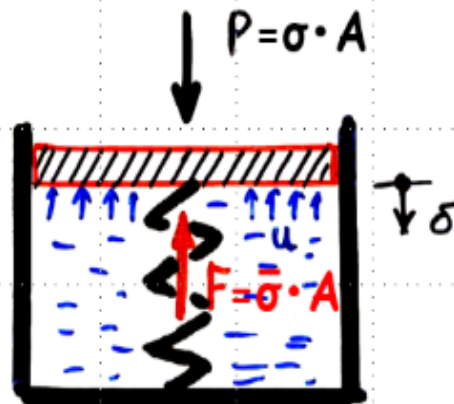
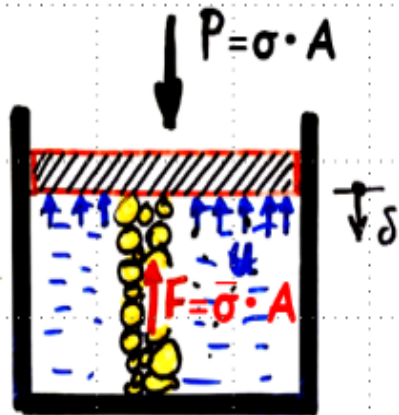
- Αν οι πόροι είναι γεμάτοι με νερό (=κορεσμένο έδαφος), για να καταλάβουμε τη συμπεριφορά του εδάφους, πρέπει να παρακολουθούμε ΚΑΙ το τι κάνει το νερό.

ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΕΝΕΣ – ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

- Αλλαγές της πίεσης του νερού των πόρων, Δu , εξ αιτίας φόρτισης θα προκαλέσουν αλλαγή του υδραυλικού φορτίου (= μέτρο μηχανικής ενέργειας) και, ως αποτέλεσμα, το νερό θα θέλει να κινηθεί (Εδαφομηχανική II)
 - Αν το νερό είναι ελεύθερο να κινηθεί, οι αλλαγές της πίεσης του νερού των πόρων θα αποτονωθούν γρήγορα: **ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**
 - Σε χαμηλής περατότητας εδάφη (άργιοι, αργιλοϊλύες), απαιτείται αρκετός χρόνος μέχρι να ρεύσει μια μη αμελητέα ποσότητα νερού – έως τότε: (ΠΡΑΚΤΙΚΩΣ) **ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**



Μηχανικό μοντέλο κορεσμένου εδάφους
= ελατήριο σε πιστόνι



- Δεν είναι δυνατόν να έχω μετατόπιση της πλάκας χωρίς να μεταβληθεί το μήκος του ελατηρίου που αντιπροσωπεύει τον εδαφικό σκελετό
- Αν δεν παραμορφωθεί το έδαφος, η ενεργός τάση δεν αλλάζει $\Delta\sigma' = 0 \rightarrow \Delta\sigma = \Delta u$

Βελτίωση μοντέλου: προσομοίωση περατότητας αργίλου με πιστόνι με μικρά ανοίγματα. Για κάποιο αρχικό διάστημα:
ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

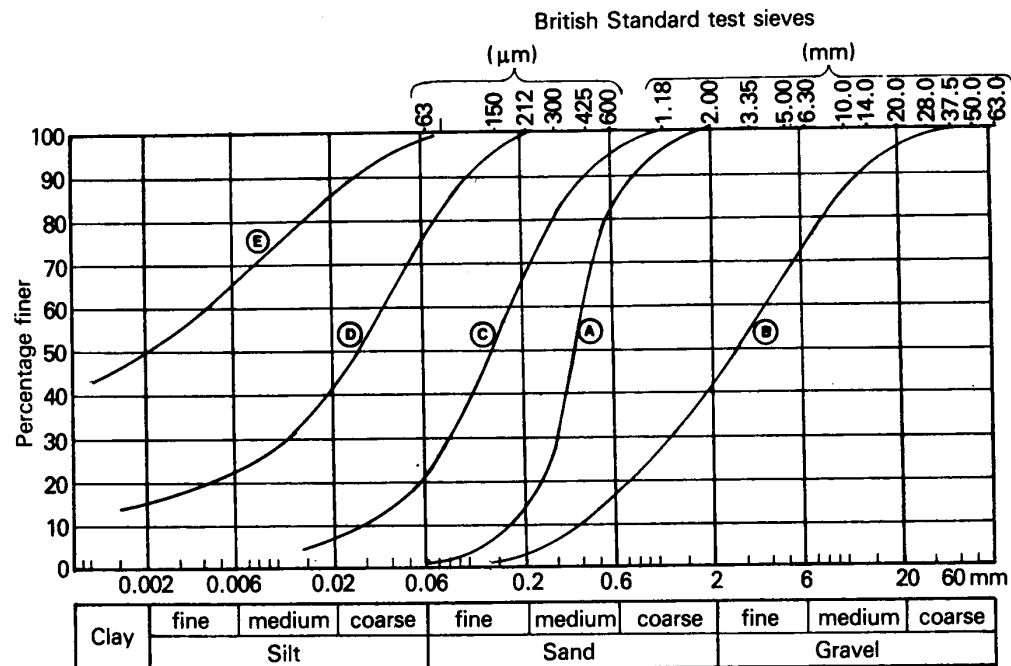
**B. Έδαφος = υλικό μη ελεγχόμενης σύστασης →
ανάγκη περιγραφής με φυσικά χαρακτηριστικά**

B1. Ποια τα φυσικά χαρακτηριστικά με τα οποία περιγράφουμε το έδαφος; - Κατάταξη εδαφών

- Μια πρώτη κατάταξη του εδάφους γίνεται με βάση το μέγεθος των κόκκων του: $d > 0.06\text{mm}$ = χονδρόκοκκα (χάλικες, άμμοι) και $d < 0.06\text{mm}$ = λεπτόκοκκα (ιλύες, άργιλοι)
- Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά των **χονδρόκοκκων** είναι η σχετική πυκνότητα D_r και η κατανομή του μεγέθους των κόκκων (κοκκομετρική διαβάθμιση).

Διαφορετική D_r ,
διαφορετική
μηχανική
συμπεριφορά
⇒ «και ίδιο και
άλλο υλικό!»

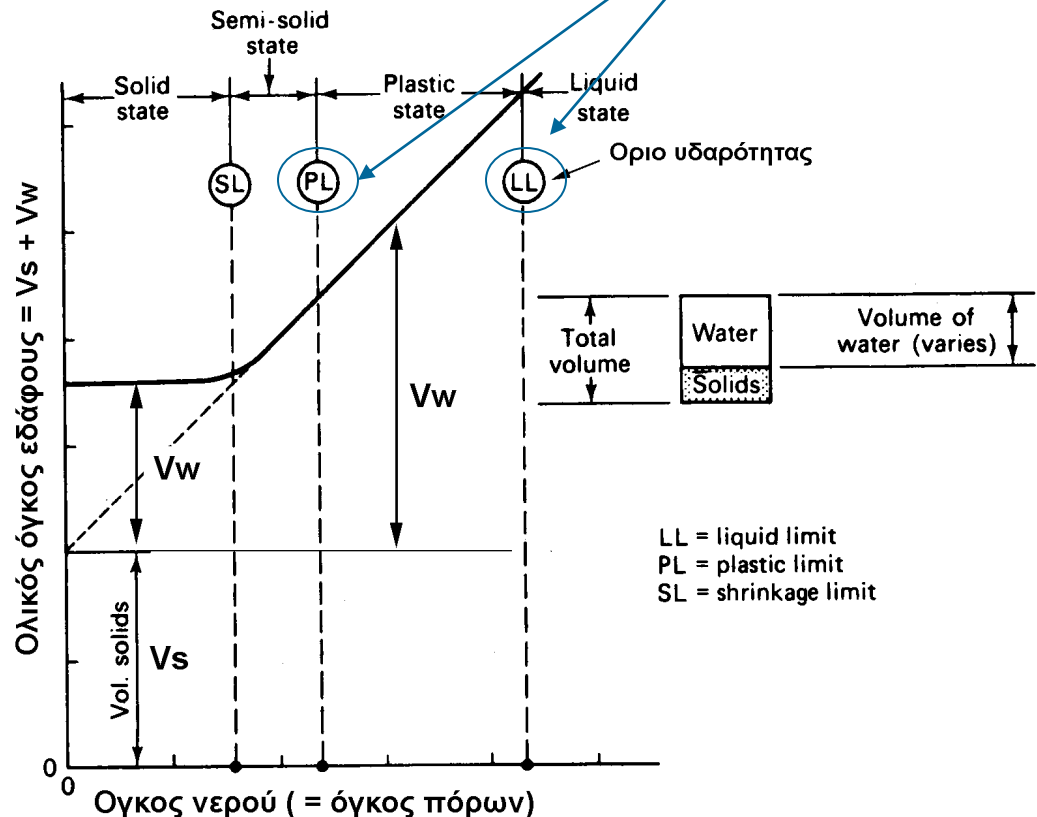
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε1



B1. Ποια τα φυσικά χαρακτηριστικά με τα οποία περιγράφουμε το έδαφος; - Κατάταξη εδαφών (συν.)

- Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά των **ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ** κορεσμένων εδαφών είναι η **φυσική υγρασία w** και οι οριακές τιμές της υγρασίας που είναι γνωστές ως **όρια Atterberg**

Διαφορετική w ,
διαφορετική
μηχανική
συμπεριφορά
⇒ «και ίδιο και
άλλο υλικό!»



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε1

B2. Κατάταξη & φυσικά χαρακτηριστικά: τι είδους πληροφορία δίνουν;

- Προσοχή!
- Η κοκκομετρική διαβάθμιση και τα όρια Atterberg δίνουν πληροφορίες μόνο για τα συστατικά ενός εδαφικού υλικού (δηλ. τα σωματίδια/κόκκους του), αλλά όχι για την διάταξή τους
- Αντίθετα, η σχετική πυκνότητα και η φυσική υγρασία δίνουν κάποια μερική πληροφορία για τη διάταξη (πόσο πυκνή είναι)
- «Και ίδιο και άλλο υλικό» (διαφ. 17, 18) = ίδια συστατικά σε διαφορετική διάταξη

B3. Απλοποιημένη κατάταξη: κυρίως άργιλοι – κυρίως άμμοι

0.06 mm < Άμμος < 2mm



Προσοχή! Ακόμα κι αν πάρουμε ένα δείγμα κορεσμένης αργίλου ($S=100\%$), **στις επιφάνειες που βλέπουμε** (δηλ. σε επαφή με την ατμόσφαιρα: διαφ. 31) **η άργιλος είναι ακόρεστη ($S<100\%$)** → δημιουργία



διεπιφανειών αέρα-νερού → ανάπτυξη τριχοειδών δυνάμεων → $\Delta\sigma' \uparrow$ (διαφ.13)

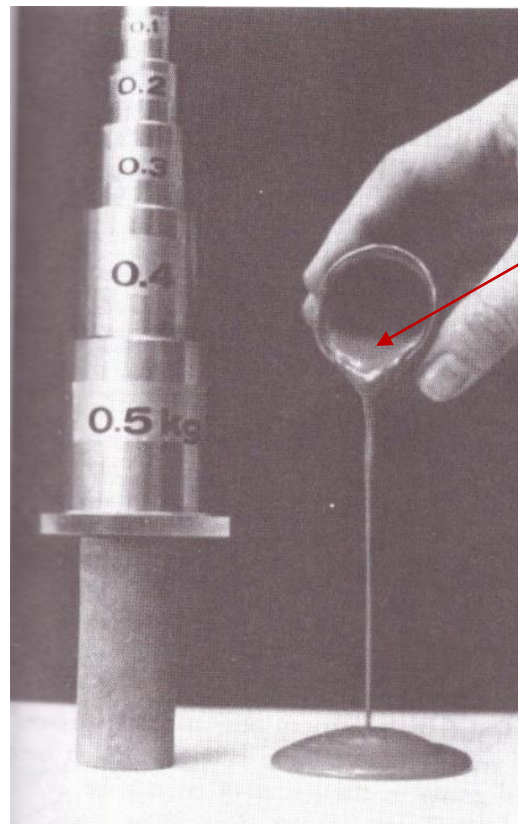
B4. Άργιλοι-άμμοι: Ποιες οι κύριες διαφορές **(που έχουμε δει ως τώρα – συνεχίζουμε να προσθέτουμε και σε αυτό το μάθημα και σε επόμενα γεωτεχνικά)**

Εστιάζω στις διαφορές που σχετίζονται κυρίως με μηχανική συμπεριφορά και αφορούν πρακτικά προβλήματα

- Αφορά τα περισσότερα προβλήματα γεωτεχνικής μηχανικής με αργίλους:
 - επειδή οι **άργιλοι έχουν μικρή περατότητα** (επειδή έχουν μικρά ανοίγματα πόρων), **αργούν να στραγγίσουν**, γι' αυτό **τις μελετάμε και σε αστράγγιστες συνθήκες**
- Αφορά προβλήματα όπου το νερό των πόρων δεν είναι καθαρό/γλυκό (Περιβαλλοντική Γεωτεχνική, απόθεση ιζημάτων στη θάλασσα αν μετά βρεθούν στην ξηρά - επόμενη διαφ.)
 - **όταν αλλάζει η σύσταση του νερού στους πόρους του εδάφους, είναι δυνατόν να αλλάξει η διάταξη των πλακιδίων της αργίλου και, άρα, η μηχανική (και υδραυλική) συμπεριφορά της**

B4. Άργιλοι-άμμοι, διαφορές, συνέχεια

- ευαίσθητη άργιλος τύπου Rissa*, αντοχή αδιατάρακτου δείγματος σε ανεμπόδιστη θλίψη



η ίδια άργιλος,
διαταραγμένη

Τέτοια αλλαγή συμπεριφοράς είναι δυνατή αν αλλάξει το υγρό των πόρων από θαλασσινό σε γλυκό νερό: κατολίσθηση στη Rissa, Νορβηγία* (<https://www.youtube.com/watch?v=UJsoCWqCsJ8>)

**Γ. Δεν έχουμε φορείς προκαθορισμένης γεωμετρίας
στο έδαφος, εμείς αποφασίζουμε ποια η έκταση του
εντατικού πεδίου που ενδιαφέρει**

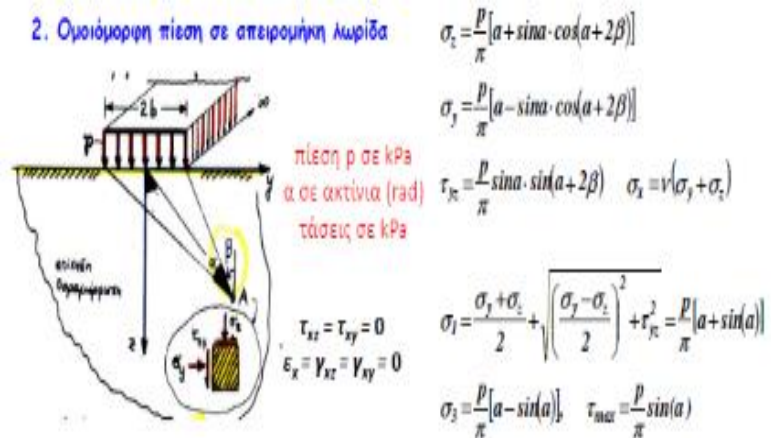
Γ1Α. Πώς βρίσκουμε τις τάσεις που προκαλούνται στο εσωτερικό του εδάφους από εξωτερικά φορτία;

- Χρησιμοποιούμε έτοιμες λύσεις των εξισώσεων γραμμικής ισότροπης ελαστικότητας για συνοριακές συνθήκες που αντιστοιχούν σε απλές γεωμετρικές φόρτισης: σημείο, κύκλο, παραλληλόγραμμο, γραμμή, λωρίδα



π.χ.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε4



Γ1Β. Τι είδους είναι οι τάσεις που προκαλούνται στο εσωτερικό του εδάφους από εξωτερικά φορτία;

- Ολικές τάσεις** (Γιατί; Γιατί τι άλλο;)
- Τα εξωτερικά φορτία θα προκαλέσουν αλλαγή και στην πίεση των πόρων, Δu , η οποία είτε αμέσως είτε με καθυστέρηση (άργιοι) θα αποτονωθεί και τότε $\Delta u = 0 \rightarrow \Delta \sigma' = \Delta \sigma$

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε4

Γ1Β. Τι είδους είναι οι τάσεις που προκαλούνται στο εσωτερικό του εδάφους από εξωτερικά φορτία; (συνέχεια)



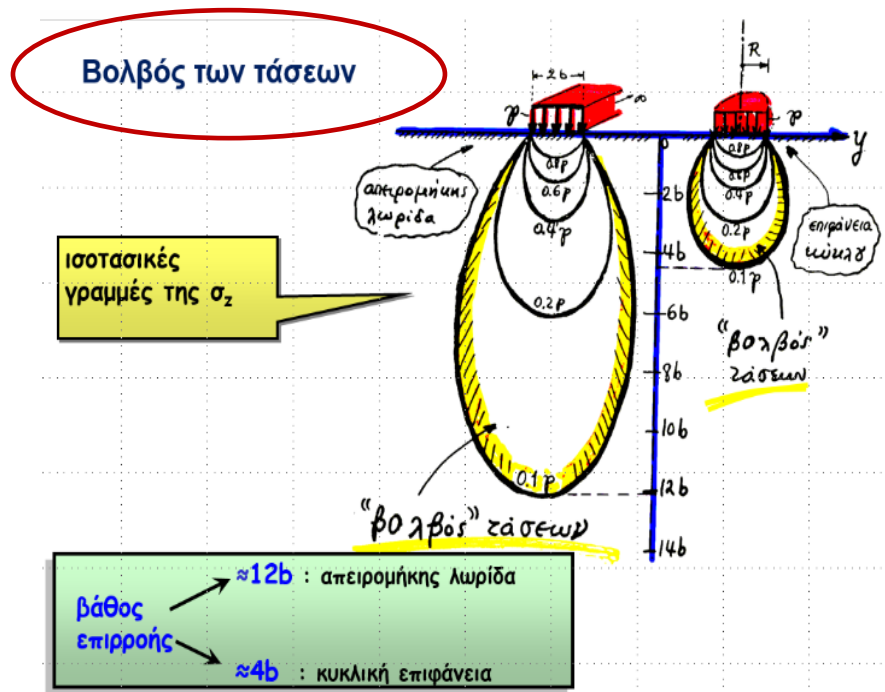
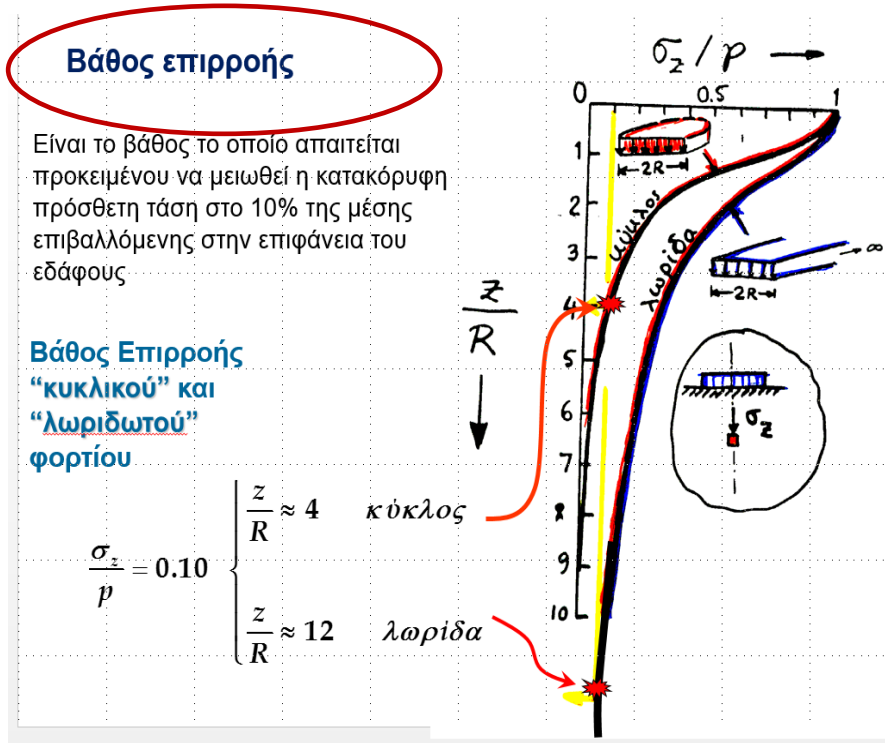
- Ολικές τάσεις
- Τα εξωτερικά φορτία θα προκαλέσουν αλλαγή και στην πίεση των πόρων, Δu , η οποία είτε αμέσως είτε με καθυστέρηση (άργυλοι) θα αποτονωθεί και τότε $\Delta u = 0 \rightarrow \Delta \sigma' = \Delta \sigma$

Γ1Γ. Μπορούμε να βρούμε σε κάθε χρονική στιγμή t την $\Delta u(t)$, για να βρούμε $u(t) = u_{\alpha\rho\chi} + \Delta u(t)$ και $\sigma'(t) = \sigma - u(t)$;

- Αναλυτικά, δύσκολο. Θα μάθουμε πώς μόνο στην περίπτωση της μονοδιάστατης συμπίεσης (εξίσωση στερεοποίησης = Εδαφομηχανική II)
- Πειραματικά, μπορούμε να μετράμε την πίεση του νερού των πόρων σε διαφορετικά σημεία, εγκαθιστώντας πιεζόμετρα σε αυτά τα σημεία
- Γενικά, προτιμάμε να βρίσκουμε την πίεση του νερού των πόρων, $u(t)$, για να δουλεύουμε με ενεργές τάσεις. Όταν δεν μπορούμε να βρούμε την $u(t)$, αναγκαζόμαστε να δουλεύουμε με ολικές τάσεις και, τότε, εκφράζουμε τις παραμέτρους για το έδαφος σε όρους ολικών τάσεων, πχ E_u , ν_u (πρόκειται για συμβιβασμό/κόλπο που θα προτιμούσαμε να μην χρειάζεται).

Γ2. Πώς αποφασίζουμε ποια είναι η περιοχή ενδιαφέροντος στον εδαφικό ημίχωρο;

- Με βάση την κατανομή (εξασθένηση) των τάσεων στον ημίχωρο



Δ. Από τη Μηχανική, τι πρέπει να ξέρω;

- Ακολουθώ πιστά τις συμβάσεις των προσήμων τάσεων και παραμορφώσεων σε σχέση με τους άξονες
 - Στην Εδαφομηχανική η θετική ορθή τάση αντιστοιχεί σε θλίψη και η θετική ορθή παραμόρφωση σε συμπίεση
 - Ειδικά για τις διατμητικές τάσεις, δεν ξεχνώ τη διαφορετική σύμβαση προσήμου για τη διατμητική τάση σε σημείο και τη διατμητική τάση σε επίπεδο **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε4,5,6**
- Όταν έχω βρει τις τάσεις που εξασκούνται σε σημείο σε δύο επίπεδα κάθετα μεταξύ τους, μπορώ να υπολογίζω τάσεις σε κάθε επίπεδο που διέρχεται από αυτό το σημείο και να κατασκευάζω τον κύκλο Mohr **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε3,5,6**
- Εφαρμόζω σχέσεις τάσεων – παραμορφώσεων από θεωρία γραμμικής ελαστικότητας **ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Ε7**

Ε. Οι εμπειρίες με το χώμα από την καθημερινή ζωή μπορεί να βοηθήσουν ή να εμποδίσουν την κατανόηση της συμπεριφοράς του εδάφους

Ε1. Λίστα με περιπτώσεις όπου οι καθημερινές εμπειρίες με το χώμα βοηθούν στην κατανόηση της συμπεριφοράς του εδάφους

- Στις αργίλους το νερό ρέει δύσκολα, στις άμμους εύκολα
- Το έδαφος προβάλλει μεγαλύτερη αντίσταση σε κατανεμημένα φορτία (πχ το βάρος μας που μοιράζεται στην επιφάνεια των παπουτσιών μας) παρά σε σημειακά που αντιστοιχούν στην ίδια ή και σε μικρότερη συνολική δύναμη (πχ τη μύτη ενός φτυαριού, όταν την σπρώχνουμε με το πόδι μας)
- ...

Ε2. Λίστα με περιπτώσεις/αιτίες όπου οι καθημερινές εμπειρίες με το χώμα μπορεί να μας οδηγήσουν σε λανθασμένη κατανόηση της μηχανικής συμπεριφοράς του εδάφους

- **ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΕΔΑΦΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**
- **Αιτία πιθανής παραπλάνησης Νο 1:** η εμπειρία από την καθημερινή ζωή είναι με σκαμμένο/επιφανειακό έδαφος
Δεν έχουμε εμπειρία συμπεριφοράς του εδάφους σε βάθος, όπου:
 - (1) έχει μεγαλύτερη πλευρική υποστήριξη και
 - (2) γίνεται πιο πυκνό, λόγω αύξησης με το βάθος των τάσεων από ίδια βάρη

Ε2. Λίστα με περιπτώσεις/αιτίες όπου οι καθημερινές εμπειρίες με το χώμα μπορεί να μας οδηγήσουν σε λανθασμένη κατανόηση της μηχανικής συμπεριφοράς του

- ΓΙΑ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΚΥΡΙΩΣ ΑΡΓΙΛΟΥΣ
- Αιτία πιθανής παραπλάνησης No 2: στις ιλύες και στις αργίλους δεν μπορούμε να δούμε τα σωματίδια με γυμνό μάτι, γι' αυτό μας φαίνονται πιο συμπαγή υλικά
- Αιτία πιθανής παραπλάνησης No 3: σε επιφάνειες υγρών αργιλικών δοκιμίων σε επαφή με την ατμόσφαιρα αναπτύσσονται τριχοειδείς δυνάμεις → η άργιλος μπορεί να έχει μεγαλύτερη ενεργό τάση και, άρα, αντοχή σε σύγκριση με ένα κορεσμένο δοκίμιο (αναφέρθηκε και στη διαφάνεια 20)



Πηγές υλικού διαφανειών

- Παρουσιάσεις Μ. Καββαδά, Γ. Μπουκοβάλα, Μ. Πανταζίδου
- Φωτογραφία στη διαφάνεια 22: Mitchell, J.K. and K. Soga, 2005, Fundamentals of Soil Behavior, 3rd edition, Wiley.