

# **Εδαφομηχανική Ι (Μ-Ω)**

**Διδάσκουσα: Μαρίνα Πανταζίδου**  
([mpanta@central.ntua.gr](mailto:mpanta@central.ntua.gr))

**Φοιτητές Μ-Ω**  
(εγγραφή στο helios)

# Εισαγωγή

(«επισκέψεις» σε όλη τη διάρκεια του εξαμήνου)

- Οι «στόχοι-φάροι» του μαθήματος
- Εδαφο-μηχανική, μηχανική για το έδαφος
  - τι ξέρουμε ήδη από τώρα & τι καινούριο θα μάθουμε;
- Τα οργανωτικά του μαθήματος

# Στόχος Νο 1 (κύριος): να συνδέσουμε τα βασικά της εδαφομηχανικής

- Τι θέλουμε να πετύχουμε



όλες  
καλές  
επιδόσεις!

# Στόχος Νο 1: να συνδέσουμε τα βασικά της εδαφομηχανικής (συνέχεια)

- Τι θέλουμε να αποφύγουμε



# Ένας τρόπος να πετύχουμε τον Στόχο της Σύνδεσης

- Προσπαθούμε να εντοπίζουμε σε κάθε ενότητα τι πρέπει «να μας μείνει» = τα βασικά
- Τα βασικά δεν έχει νόημα να τα αποστηθίζουμε
  - θα πρέπει να μπορούμε να βρίσκουμε τον δρόμο που μας πηγαίνει σ' αυτά ξανά και ξανά

# Στόχος Νο 2: να το ευχαριστηθούμε

- Ένας τρόπος να πλησιάσουμε τον Στόχο της Ευχαρίστησης
  - Στο μάθημα: προσπαθούμε να στήνουμε ένα περιβάλλον ερωτημάτων, τα οποία σιγά-σιγά θα απαντάμε
    - Ακόμα καλύτερα φτιάχνετε τα δικά σας: απλές ερωτήσεις αυτο-ελέγχου κατανόησης
      - π.χ. παράμετρος C: θέλω να είναι μεγάλη ή μικρή;
  - Στη μελέτη: συγκεντρωνόμαστε αδιάσπαστοι
    - Χωρίς ειδοποιήσεις από ίντερνετ και κινητό
      - δωρεάν διαδικτυακό μάθημα [Learning how to learn](#)

# Στόχος Νο 3: να προσέχουμε στις γνωσιακές κακοτοπιές

- Δεν είναι πάντα προφανές όταν μας παραπλανούν το μυαλό και οι αισθήσεις μας
  - αρκετές φορές το επιστημονικώς αποδεκτό χρειάζεται να παλέψει με το διαισθητικώς λογικό
  - κάποιες φορές πρέπει πρώτα να ξεμάθουμε κάτι για να συνεχίσουμε να μαθαίνουμε

# Ένας τρόπος να πετύχουμε τον Στόχο της Προφύλαξης/Προσοχής

- Πριν ξεκινήσουμε ένα καινούριο αντικείμενο, να αφιερώνουμε χρόνο για να ρωτάμε τον εαυτό μας:
  - τι ξέρουμε ήδη (ή τι νομίζουμε ότι ξέρουμε)
  - τι μας φαίνεται εύλογο (ή να αποκλείουμε κάτι που δεν μας φαίνεται εύλογο)



# Εδαφομηχανική = μηχανική για το έδαφος

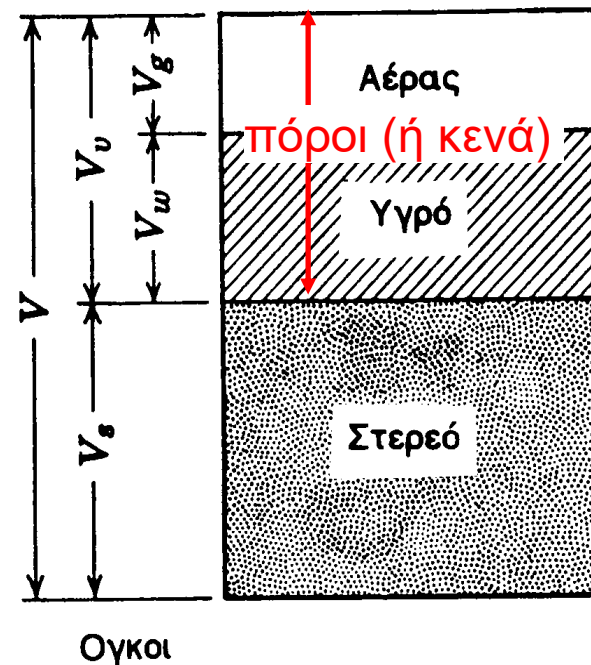
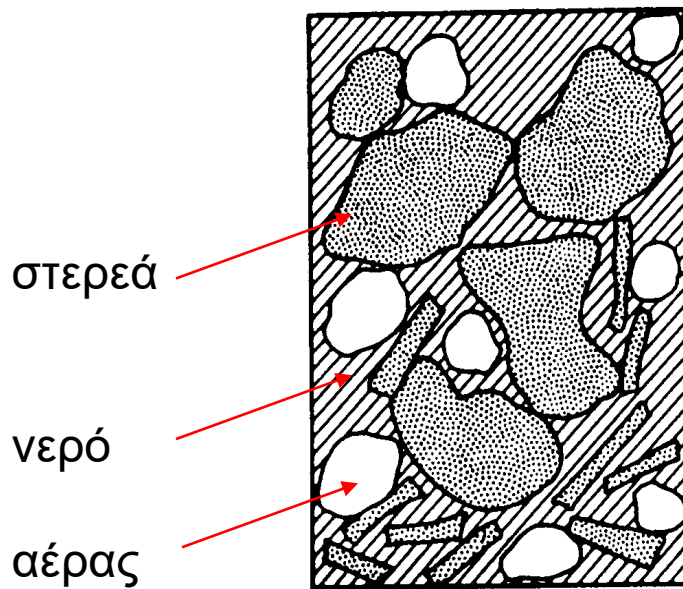
- Έδαφος, καινούριο υλικό!
- Καινούριο υλικό στις σπουδές, πολύ γνωστό από την καθημερινή ζωή
  - <https://www.youtube.com/watch?v=rWZnRXFLUt4>
- Προσοχή! Οι εμπειρίες από την καθημερινή ζωή δεν είναι πάντα ασφαλής οδηγός
  - εμπειρία με σκαμμένο έδαφος ή επιφανειακό έδαφος – όχι με έδαφος σε βάθος (περιορισμός στην παραμόρφωση, πλευρική υποστήριξη)

# Εδαφομηχανική = μηχανική για το έδαφος (συνέχεια)

- Μπορώ να εφαρμόσω την μηχανική που έχω μάθει στο έδαφος;
- Πώς συγκρίνεται το έδαφος με τα άλλα υλικά που έχω μάθει ως τώρα ότι ενδιαφέρουν τον πολιτικό μηχανικό;

# Έδαφος – άλλα υλικά ΠΜ (χάλυβας, σκυρόδεμα)

- Έδαφος = σωματιδιακό υλικό
  - Τρεις φάσεις: εδαφικά στερεά, νερό, αέρας
  - Συχνή έμφαση μελέτης: κορεσμένο έδαφος (όλος ο όγκος των πόρων γεμάτος με νερό) ή πλήρως ξηρό



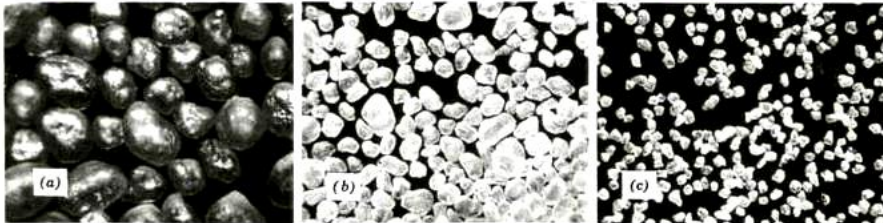
# Έδαφος – άλλα υλικά ΠΜ (χάλυβας, σκυρόδεμα) (συνέχεια)

- Έδαφος = μη ελεγχόμενη σύνθεση
  - Ανάγκη περιγραφής με φυσικά χαρακτηριστικά
    - Μέγεθος σωματιδίων (κόκκων) – λεπτόκοκκα εδάφη (άργιλοι, ιλύες) & χονδρόκοκα εδάφη (άμμοι, χάλικες) & κατανομή μεγέθους σωματιδίων
    - Συμπεριφορά σε παραμόρφωση κορεσμένων λεπτόκκων εδαφικών δειγμάτων
  - Συχνή έμφαση παρουσίασης: εδάφη που συμπεριφέρονται κυρίως ως άργιλοι - εδάφη που συμπεριφέρονται κυρίως ως άμμοι
    - Όροι που θα αποφύγουμε στο μάθημα: συνεκτικά εδάφη – μη συνεκτικά εδάφη (συνοχή: ασαφής όρος)

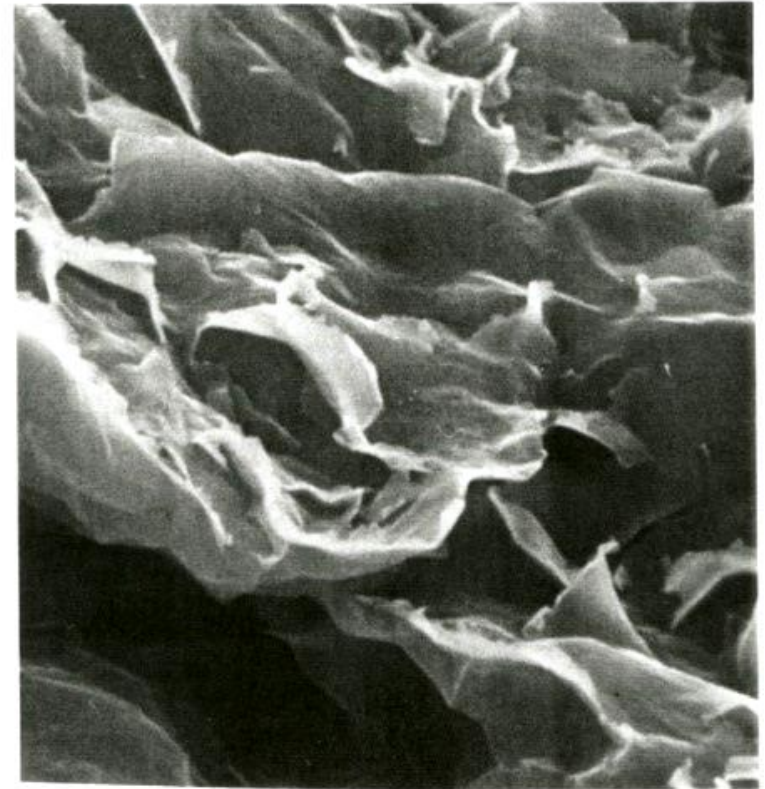
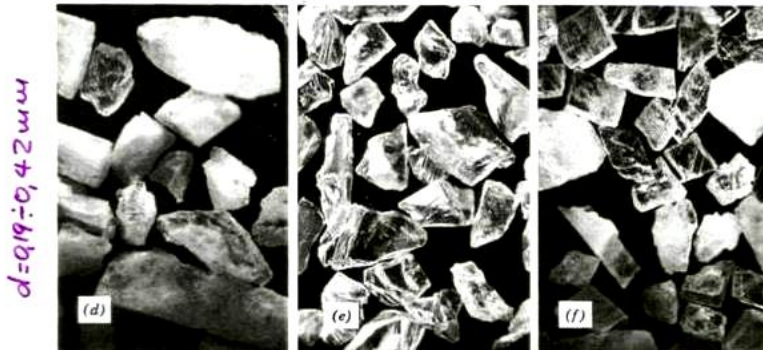
# Άμμοι – Άργιλοι

$d = 0.42 \div 0.84 \mu\text{m}$

$d = 0.11 \div 0.19 \mu\text{m}$



**Πλακίδια** αργίλου (μοντμοριλονίτης), φωτογραφία με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

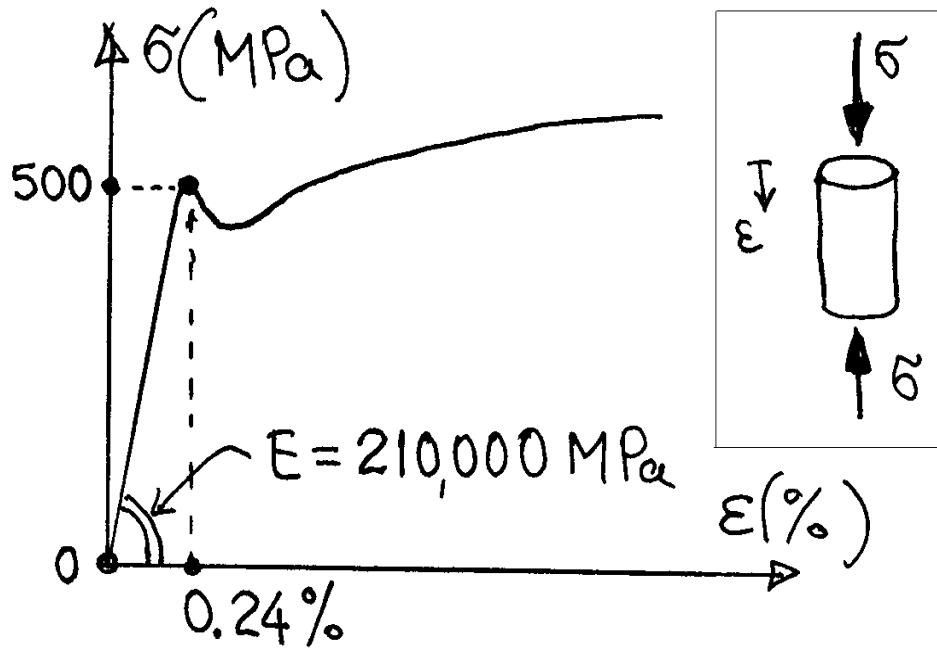


**Κόκκοι** άμμου: φαίνονται με το μάτι, εδώ σε μεγέθυνση για να δούμε σχήμα

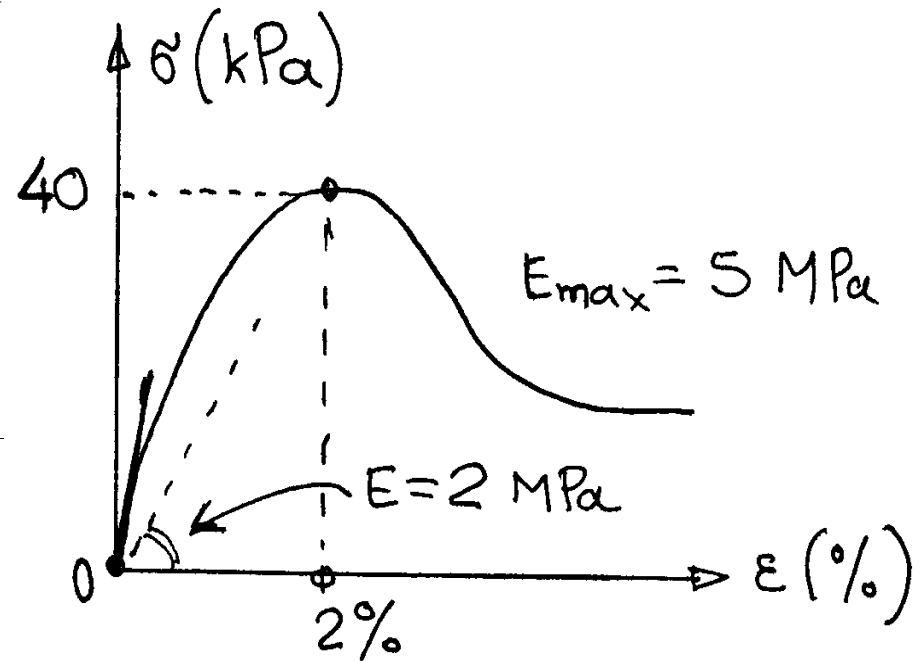
(Πηγή: Διαφάνειες Γ. Μπουκοβάλα)

# Ας συγκρίνω χάλυβα και έδαφος

Χάλυβας St IV



Άργιλος μέσης αντοχής



Χάλυβας: πρακτικώς γραμμική συμπεριφορά έως το όριο διαρροής

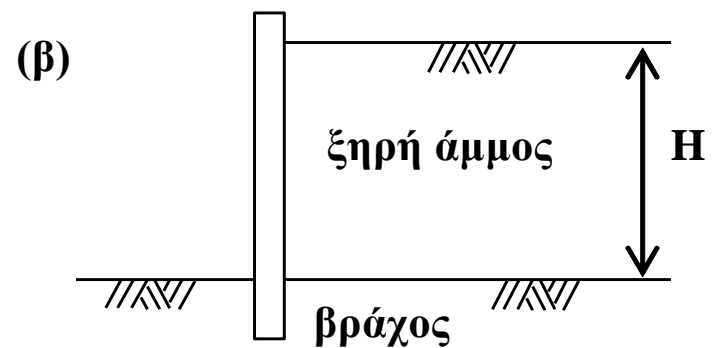
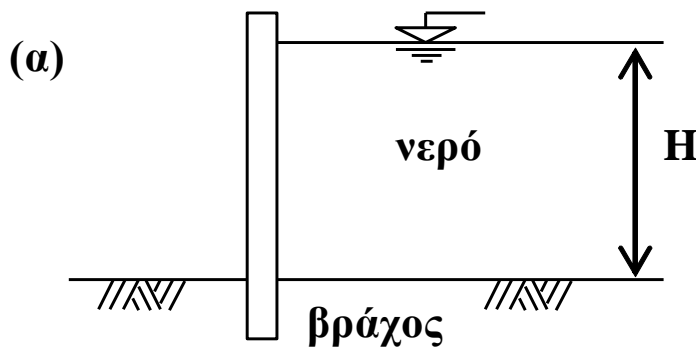
(Πηγή: Διαφάνειες Μ. Καββαδά)

# Ας συγκρίνω έδαφος και νερό

Θεωρούμε δύο όμοιους τοίχους που εδράζονται σε βράχο πολύ χαμηλής διαπερατότητας. Ο ένας συγκρατεί νερό (α), ενώ ο άλλος χώμα (β). Ποιος από τους δύο τοίχους δέχεται μεγαλύτερη δύναμη;

Τι πιστεύω; (ή τι ξέρω;)

**A.** Μαντεύω ότι ο τοίχος που αισθάνεται τη μεγαλύτερη δύναμη είναι ο ...



# Ας συγκρίνω έδαφος και νερό (συνέχεια)

Ποιος από τους δύο τοίχους δέχεται μεγαλύτερη δύναμη;

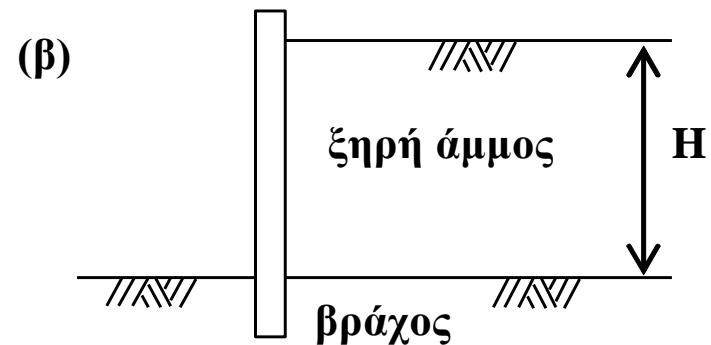
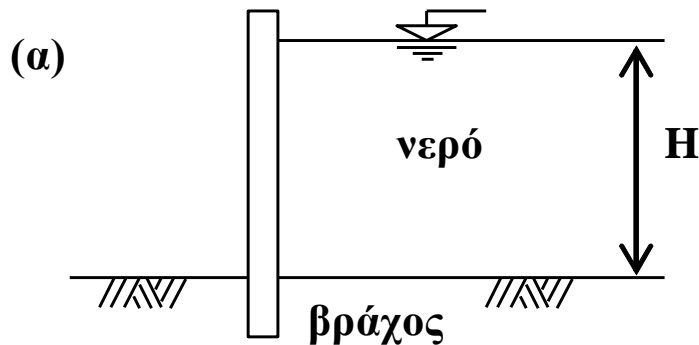
Τι πιστεύω; (ή τι ξέρω;)

**A.** Πιστεύω/Μαντεύω ότι ο τοίχος που αισθάνεται τη μεγαλύτερη δύναμη είναι ο ...

**B.** Πού βασίζω την απάντηση Α? - επιχειρήματα

**B1.** Ο λόγος που το πιστεύω αυτό είναι...

**B2.** Βασίζω τη μαντεψιά μου στο γεγονός ότι ...





# Μηχανική για χάλυβα/σκυρόδεμα – μηχανική για το έδαφος

- Έδαφος
  - Θεμελιώδης διαφορά: ενδιαφέρει πώς θα συμπεριφερθεί ο εδαφικός σκελετός – συχνά επηρεάζεται από το τι θα κάνει το νερό στους πόρους!
  - Επίσης: ποιος ο «φορέας» – ποια η έκταση του εντατικού πεδίου που ενδιαφέρει; (Πώς κατανέμονται οι τάσεις στο έδαφος;)

**Είναι καλό να χτίζεις από άμμο πύργους  
(στην κατάλληλη υγρασία: ο ρόλος του νερού!)**



## Εδαφομηχανική – έργα πολιτικού μηχανικού

- Για ποια γεωτεχνικά έργα πολιτικού μηχανικού φαντάζομαι ότι χρειάζεται η Εδαφομηχανική;
- Πώς σχετίζονται με τα παραπάνω τα περιεχόμενα του μαθήματος Εδαφομηχανική Ι;

# Γεωτεχνικά έργα

- Εφαρμογές σε προβλήματα που αφορούν το έδαφος ως:
  - Μέσον έδρασης των κατασκευών (θεμελιώσεις)
    - Τι θα γινόταν αν τα κτήρια δεν είχαν θεμέλια;
  - Μέσον που πρέπει να αντιστηριχθεί (αντιστηρίξεις, σήραγγες)
  - Υλικό κατασκευής (επιχώματα, φράγματα)
- Και σε πιο ειδικά προβλήματα, όπως:
  - Αντλήσεις, αποστραγγίσεις, στεγανώσεις
  - Βελτιώσεις εδαφών (συμπυκνώσεις)
  - Διάδοση κραδασμών στο έδαφος (σεισμική απόκριση)

(Πηγή: Διαφάνειες Μ. Καββαδά)

# Υλικά ΠΜ, Έδαφος, Ανάγκες Εδαφομηχανικής & ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Άλλα Αντικείμενα-Μαθήματα ΠΜ	ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ Ι & εβδομάδες	Ιδιαιτερότητες Εδαφομηχανικής & Γεωτεχνικής Μηχανικής → <b>Ανάγκες</b>
Επεξεργασμένα (Βιομηχανικά) υλικά	ΦΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 1 <sup>η</sup> , 2 <sup>η</sup>	• <b>Φυσικό υλικό</b> ↓ (αλλά και γεωσυνθετικά υλικά) <b>Περιγραφή, κατάταξη</b>
Συμπαγή υλικά	ΟΛΙΚΗ ΤΑΣΗ – ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΑΣΗ 3 <sup>η</sup>	• <b>Σωματιδιακό υλικό</b> ↓ <b>ο ρόλος του νερού</b>
Φορείς συγκεκριμένης γεωμετρίας	ΤΑΣΕΙΣ ΛΟΓΩ • ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ • ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ 3 <sup>η</sup> , 4 <sup>η</sup> , 5 <sup>η</sup>	• <b>Ημίχωρος</b> (αλλά και κατασκευές συγκεκριμένης γεωμετρίας: επιχώματα, φράγματα)
(Συχνά) Θεωρία Ελαστικότητας →	ΣΧΕΣΗ ΤΑΣΕΩΝ – ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ 6 <sup>η</sup>	• <b>Ειδικές μέθοδοι ανάλυσης</b> ↓ <b>Βασισμένες σε ειδικές πειραματικές διατάξεις</b> ↓ <b>Στο όριο της αστοχίας</b>
	ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ 7 <sup>η</sup>	
	ΔΙΑΤΜΗΣΗ, ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ-ΑΣΤΟΧΙΑ ← 8 <sup>η</sup> – 13 <sup>η</sup>	

# Περιεχόμενα μαθήματος: κύριες ενότητες & εβδομάδες

- Εισαγωγή, 1<sup>η</sup>
- Η σωματιδιακή φύση του εδάφους – τα χαρακτηριστικά με τα οποία το περιγράφουμε, 1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup>
- Τάσεις στο έδαφος από το ίδιο βάρος (γεωστατικές τάσεις), ενεργός τάση (τι νοιώθει ο εδαφικός σκελετός), τάσεις από εξωτερικά φορτία, 3<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup>
- Σχέσεις τάσεων – παραμορφώσεων, 6<sup>η</sup>
- Μηχανική συμπεριφορά εδάφους σε μονοδιάστατη συμπίεση (απλές περιπτώσεις θεμελίωσης), 7<sup>η</sup>
- Μηχανική συμπεριφορά σε διάτμηση, διατμητική αντοχή, αστοχία, 8<sup>η</sup>, 9<sup>η</sup>, 10<sup>η</sup>, 11<sup>η</sup>
- Μηχανική συμπεριφορά κορεσμένων αργίλων σε αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης (βλέπε διαφάνειες 17 & 27), 12<sup>η</sup>, 13<sup>η</sup>

# Περιεχόμενα – μέρες (ενδεικτικά) & ασκήσεις

- 22 & 23 Φεβ. Εισαγωγή, φύση του εδάφους
- 1 & 2 Μαρ. Φυσικά χαρακτηριστικά – 2<sup>η</sup> σειρά ασκήσεων
- 8 & 9 Μαρ. Τάσεις, κύκλος Mohr, ενεργές-ολικές τάσεις, γεωστατικές τάσεις– 3<sup>η</sup> σειρά
- 15 & 16 Μαρ. Γεωστατικές τάσεις & Τάσεις λόγω εξωτερικών φορτίων– 4<sup>η</sup> σειρά
- 22 & 23 Μαρ. Τάσεις λόγω εξωτερικών φορτίων– 5<sup>η</sup> σειρά
- 29 & 30 Μαρ. Παραμορφώσεις - Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων
- 5 & 6 Απρ. Μηχανική συμπεριφορά σε μονοδιάστατη (1-Δ) συμπίεση – 6<sup>η</sup> σειρά
- 12 & 13 Απρ. Μηχανική συμπεριφορά σε 1-Δ συμπίεση & σε διάτμηση, διαφορές

## ΠΑΣΧΑ

- 3 & 4 Μαΐου Μηχανική συμπεριφορά σε τριαξονική φόρτιση
- 10 & 11 Μαΐου Διατμητική αντοχή και ΑΣΤΟΧΙΑ – 7<sup>η</sup> σειρά
- 17 & 18 Μαΐου Διατμητική αντοχή και ΑΣΤΟΧΙΑ
- 24 & 25 Μαΐου ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ συνθήκες φόρτισης – 8<sup>η</sup> σειρά
- 31 Μα. & 1 Ιουν. ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ συνθήκες φόρτισης

# Πώς θα γίνεται το μάθημα

- Το θεωρητικό υπόβαθρο και οι εφαρμογές (ασκήσεις) θα καλύπτονται συνδυασμένα
  - Δεν θα υπάρχει μέρα αφιερωμένη αποκλειστικά σε ασκήσεις
  - Τυπώνετε τις σειρές ασκήσεων, έχετε στο μάθημα την σχετική με τις εκάστοτε διαλέξεις
  - Κάποιες μέρες που θα ανακοινώνονται από πριν θα είναι αφιερωμένες αποκλειστικά σε επίλυση ασκήσεων (Μ-Π: αίθουσα 1, Ρ-Ω: αίθουσα 7)
- Βαθμολόγηση
  - Επιλύσεις σύντομων ασκήσεων στην τάξη (4 φορές): βαρύτητα 30-40% (μετράνε μόνο θετικά)



## Διδακτικό υλικό

- Διαφάνειες μαθήματος & ασκήσεις
  - helios: Εδαφομηχανική I Μ-Ω (έγγραφα)
- Διαφάνειες Γ. Μπουκοβάλα
  - helios: Εδαφομηχανική I Α-Λ (υλικό) & θα διανεμηθούν τυπωμένες
- Διαφάνειες Μ. Καββαδά
  - helios: Εδαφομηχανική I Μ-Ω (έγγραφα)
- Στοιχεία Εδαφομηχανικής Μ. Καββαδά
  - Εύδοξος & σε έκδοση ΕΜΠ στο helios, Εδαφομηχανική I Μ-Ω (έγγραφα)

# Επιπλέον βιβλιογραφία

- Atkinson, J. (2014). Fundamentals of Ground Engineering. CRC Press, Taylor and Francis, Boca Raton, FL (βοηθάει να «μείνουν» κάποια βασικά)
- Knappett, J.A. and R.F. Craig (2012). Craig's Soil Mechanics, 8<sup>th</sup> Ed. (1<sup>st</sup> Ed. 1974), Spon Press, London, UK (απλό)
- Mitchell, J.K. and K. Soga (2005). Fundamentals of Soil Behavior, 3<sup>rd</sup> edition, Wiley (πανέμορφες φωτογραφίες αργίλων με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο – πιο ευκρινείς σε προηγούμενες εκδόσεις με συγγραφέα τον J.K. Mitchell)
- Salgado, R. (2008). The engineering of foundations, McGraw-Hill, New York, New York («επίκειται» νέα έκδοση)

# Για να μας μείνει κάτι από σήμερα

- Ποιο μπουκάλι ζουλιέται (παραμορφώνεται) πιο εύκολα;
- Αναλογία με έδαφος;



- Σύστημα πλαστικό μπουκάλι+νερό, σύστημα εδαφικός σκελετός+νερό: αν δεν μπορεί να φύγει το νερό, δεν μπορεί να αλλάξει ο όγκος