

Εδαφομηχανική Ι (Μ-Ω)

Διδάσκουσα: Μαρίνα Πανταζίδου
(mpanta@central.ntua.gr)

Φοιτητές Μ-Ω
(υποχρεωτική 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

Δύο τρόποι για να πετύχουμε τον Στόχο της Προφύλαξης/Προσοχής

- **1.** Διαβάζουμε κάτι και μας φαίνεται εύκολο
 - ας μην βγάλουμε το συμπέρασμα ότι η ευκολία σημαίνει πως το καταλάβαμε
 - η ευκολία μπορεί να σημαίνει ότι δεν το βασανίσαμε αρκετά στο μυαλό μας

Συμπέρασμα: «γυρνάμε» στο μυαλό μας αυτά που διαβάζουμε, δεν τα μαθαίνουμε απ' έξω

Δύο τρόποι για να πετύχουμε τον Στόχο της Προφύλαξης/Προσοχής

- 2. 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

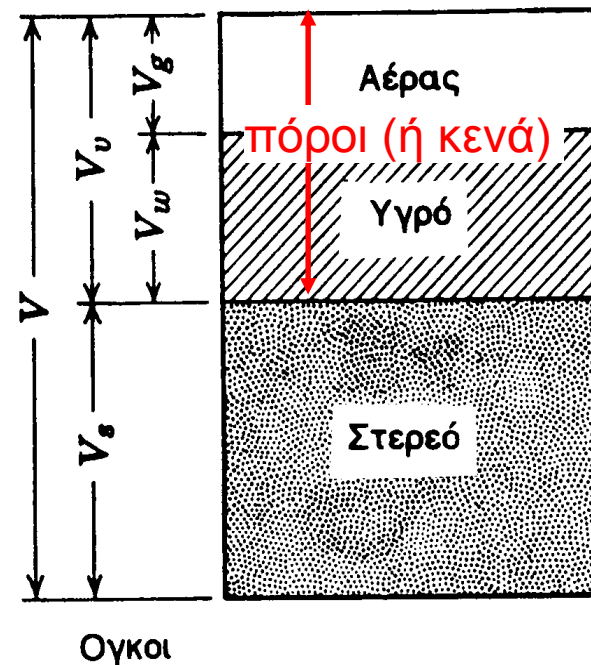
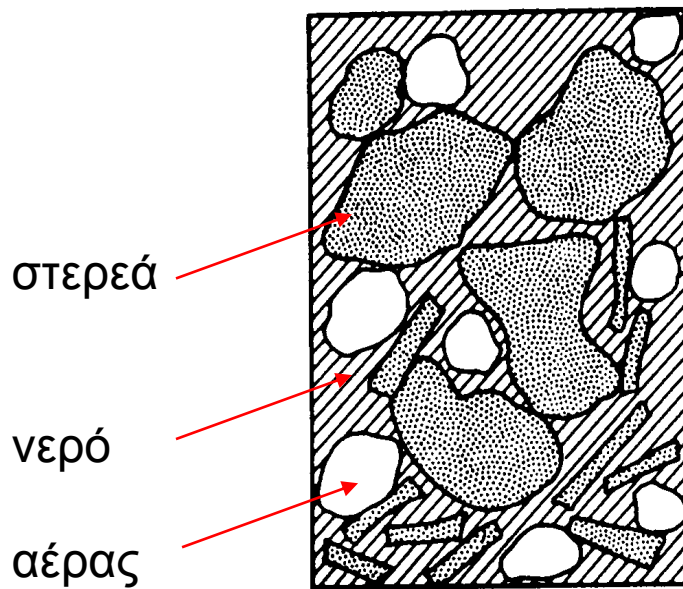
- Έδαφος, καινούριο υλικό!
- Καινούριο υλικό στις σπουδές, πολύ γνωστό από την καθημερινή ζωή
 - <https://www.youtube.com/watch?v=rWZnRXFLUt4>
(είναι κακό στην άμμο να χτίζεις παλάτια)
- Προσοχή! Οι εμπειρίες από την καθημερινή ζωή δεν είναι πάντα ασφαλής οδηγός
 - εμπειρία με σκαμμένο έδαφος ή επιφανειακό 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



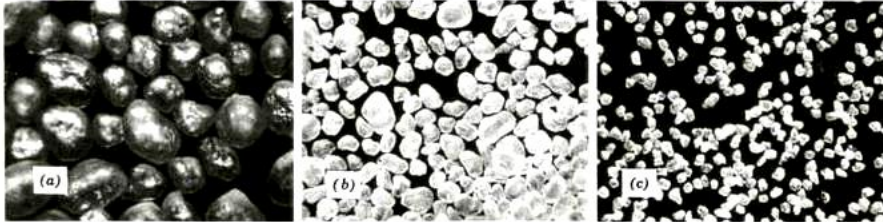
Έδαφος – άλλα υλικά ΠΜ (χάλυβας, σκυρόδεμα) (συνέχεια)

- 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

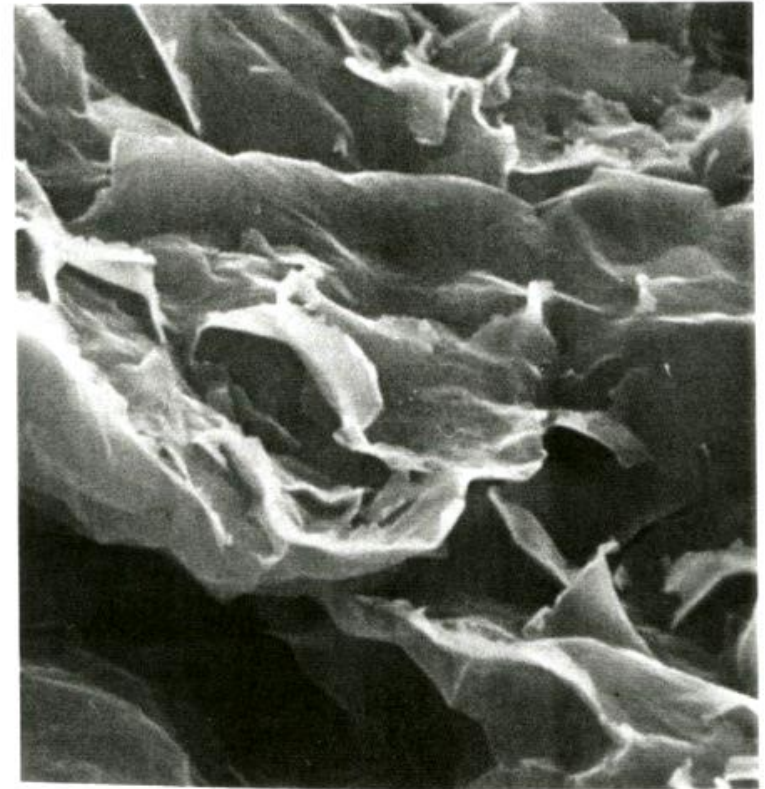
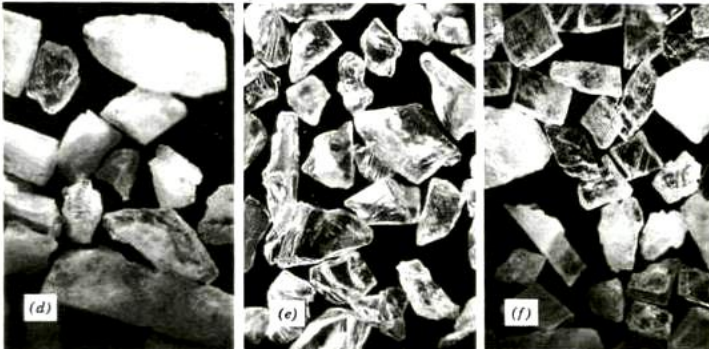
$d = 0.42 \div 0.84 \mu\text{m}$

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



Πλακίδια αργίλου (μοντμοριλονίτης), φωτογραφία με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

$d = 0.19 \div 0.42 \mu\text{m}$

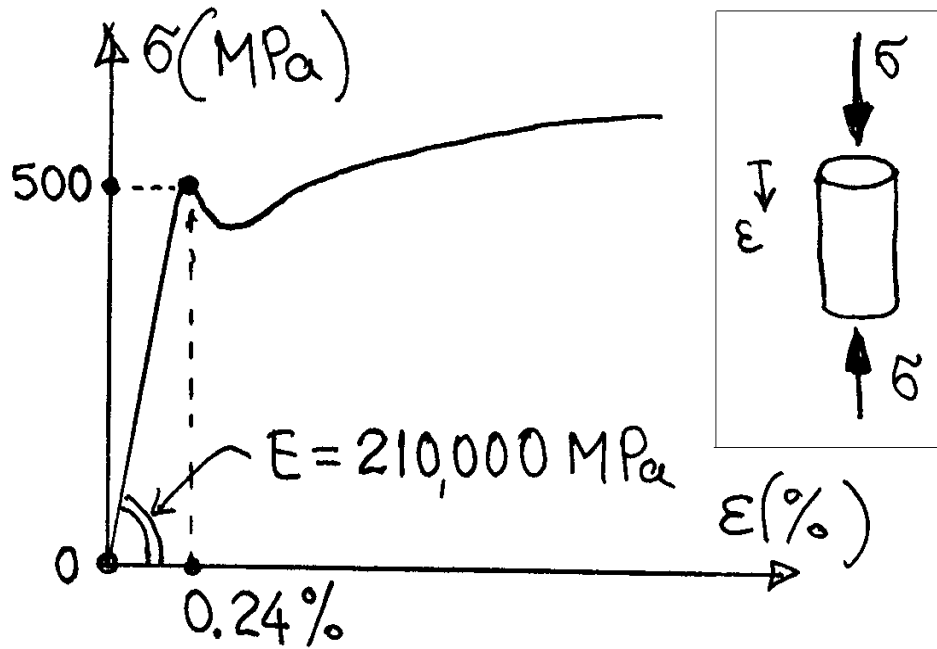


Κόκκοι άμμου: φαίνονται με το μάτι, εδώ σε μεγέθυνση για να δούμε σχήμα κόκκων

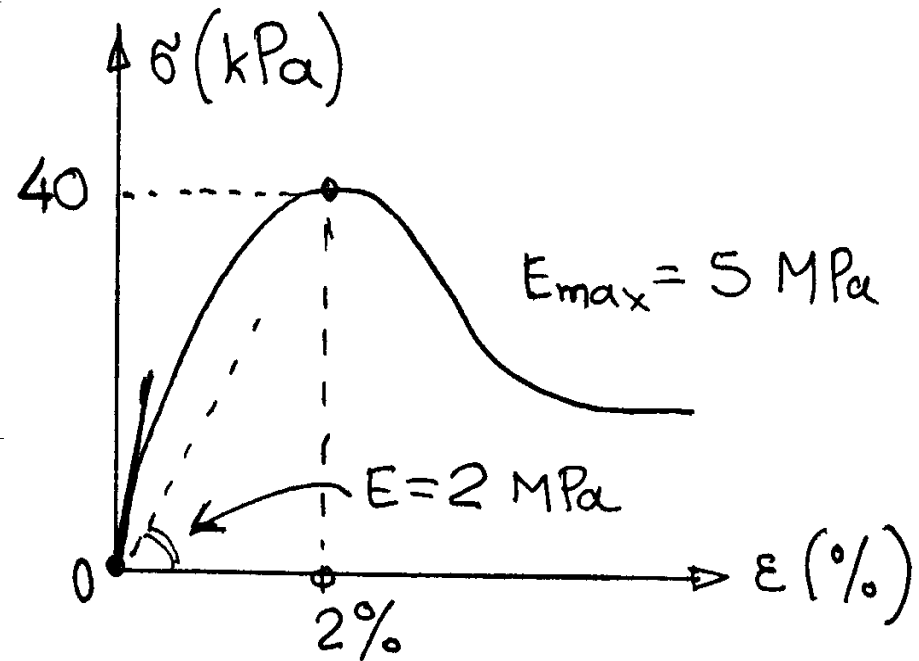
(Πηγή: Διαφάνειες Γ. Μπουκοβάλα)

Ας συγκρίνω χάλυβα και έδαφος

Χάλυβας St IV



Άργιλος μέσης αντοχής



Χάλυβας: πρακτικώς γραμμική συμπεριφορά έως το όριο διαρροής

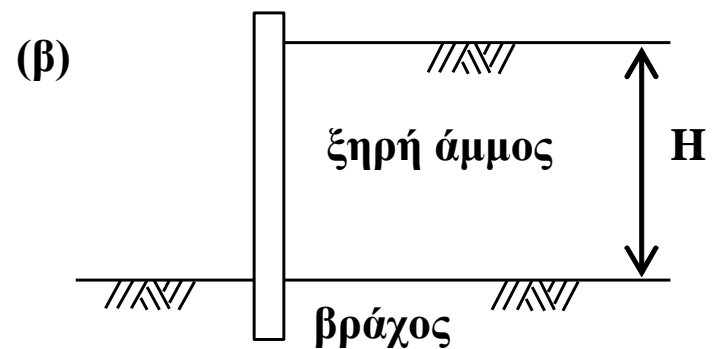
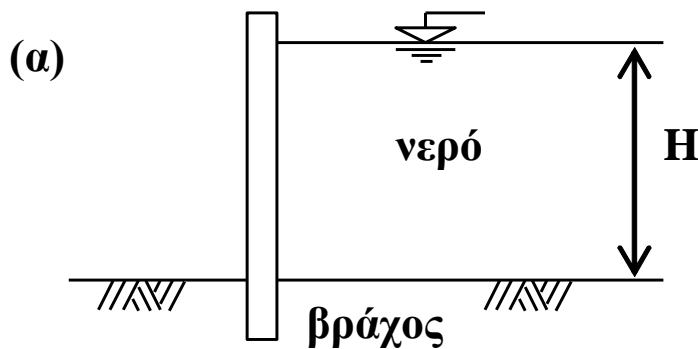
(Πηγή: Διαφάνειες Μ. Καββαδά)

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;

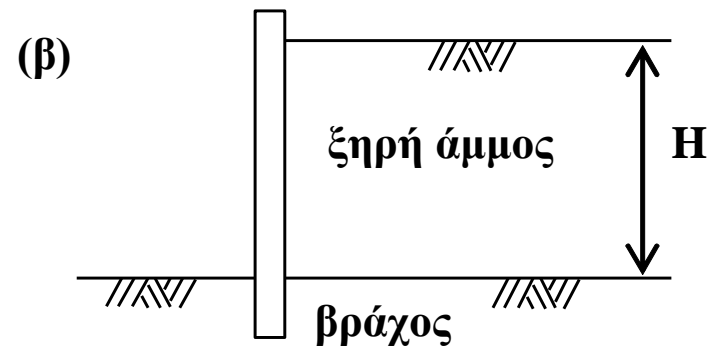
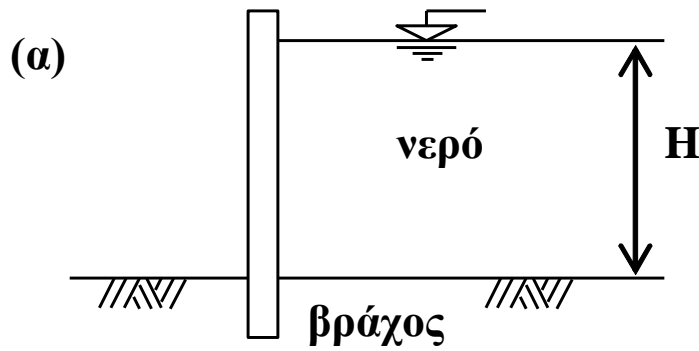
Τι πιστεύω; (ή τι ξέρω;)

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

- Διαφορές
 - Θεμελιώδης: έδαφος σωματιδιακό υλικό → ενδιαφέρει πώς θα συμπεριφερθεί ο εδαφικός σκελετός – συχνά επηρεάζεται από το τι θα κάνει το νερό στους πόρους!
 - 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 → Ανάγκες
Επεξεργασμένα (Βιομηχανικά) υλικά	ΦΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 1 ^η , 2 ^η	• Φυσικό υλικό ↓ (αλλά και γεωσυνθετικά υλικά) Περιγραφή, κατάταξη
Συμπαγή υλικά	ΟΛΙΚΗ ΤΑΣΗ – ΕΝΕΡΓΟΣ ΤΑΣΗ 3 ^η	• Σωματιδιακό υλικό ↓ ο ρόλος του νερού
Φορείς συγκεκριμένης γεωμετρίας	ΤΑΣΕΙΣ ΛΟΓΩ • ΙΔΙΟΥ ΒΑΡΟΥΣ • ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ 3 ^η , 4 ^η , 5 ^η	• Ημίχωρος (αλλά και κατασκευές συγκεκριμένης γεωμετρίας: επιχώματα, φράγματα)
(Συχνά) Θεωρία Ελαστικότητας →	ΣΧΕΣΗ ΤΑΣΕΩΝ – ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ 6 ^η	• Ειδικές μέθοδοι ανάλυσης ↓
	ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ 7 ^η	Βασισμένες σε ειδικές πειραματικές διατάξεις ↓ Στο όριο της αστοχίας
	ΔΙΑΤΜΗΣΗ, ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ-ΑΣΤΟΧΙΑ ← 8 ^η – 13 ^η	

Περιεχόμενα μαθήματος: κύριες ενότητες & εβδομάδες

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

Περιεχόμενα – μέρες (ενδεικτικά) & ασκήσεις

14 & 15 Φεβ. Εισαγωγή, φύση του εδάφους

21 & 22 Φεβ. Φυσικά χαρακτηριστικά – 2^η σειρά ασκήσεων

28 Φεβ. & 1 Μαρ. Τάσεις, κύκλος Mohr, ενεργές-ολικές τάσεις, γεωστατικές τάσεις – 3^η σειρά

7 & 8 Μαρ. Γεωστατικές τάσεις & Τάσεις λόγω εξωτερικών φορτίων – 4^η σειρά

14 & 15 Μαρ. Τάσεις λόγω εξωτερικών φορτίων – 5^η σειρά

21 & 22 Μαρ. Παραμορφώσεις - Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων

28 & 29 Μαρ. Μηχανική συμπεριφορά σε μονοδιάστατη (1-Δ) συμπίεση – 6^η σειρά

4 & 5 Απρ. Μηχανική συμπεριφορά σε 1-Δ συμπίεση & σε διάτμηση, διαφορές

ΠΑΣΧΑ

25 & 26 Απρ. Μηχανική συμπεριφορά σε τριαξονική φόρτιση

2 & 3 Μαΐου Διατμητική αντοχή και ΑΣΤΟΧΙΑ – 7^η σειρά

9 & 10 Μαΐου Διατμητική αντοχή και ΑΣΤΟΧΙΑ

16 & 17 Μαΐου ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ συνθήκες φόρτισης – 8^η σειρά

23 & 24 Μαΐου 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, 8th Ed. (1st Ed. 1974), Spon Press, London, UK (απλό)
- Mitchell, J.K. and K. Soga (2005). Fundamentals of Soil Behavior, 3rd 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 «εδαφομηχανικό» από σήμερα

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



- Σύστημα πλαστικό μπουκάλι+νερό, σύστημα εδαφικός σκελετός+νερό: σε κορεσμένο έδαφος, αν δεν μπορεί να φύγει το νερό, δεν μπορεί να αλλάξει ο όγκος
- Για να καταλαβαίνουμε τι συμβαίνει στο έδαφος, πρέπει να σκεφτόμαστε και τι συμβαίνει στο νερό