

## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΠΜΣ Σχεδιασμός & Κατασκευή Υπογείων Έργων

Μάθημα: Γεωτεχνική και Γεωφυσική Έρευνα Υπεδάφους

Διδάσκων: Ι. Ζευγώλης, Επίκ. Καθηγητής

### ΑΣΚΗΣΗ 1 [1.5 μονάδα]

- Γενικά στην εδαφομηχανική χρησιμοποιείται τόσο η έννοια του πορώδους (porosity) όσο και η έννοια του δείκτη πόρων (void ratio). Όμως, συνήθως προτιμάται η δεύτερη έναντι της πρώτης. Πού θεωρείτε ότι μπορεί να οφείλεται αυτό;
- Εδαφικό δείγμα από δανειοθάλαμο έχει δείκτη πόρων 1.15. Το έδαφος θα χρησιμοποιηθεί σε έργο οδοποιίας, για το οποίο θα απαιτηθούν 100,000 m<sup>3</sup> συμπυκνωμένου εδάφους. Ο δείκτης πόρων του συμπυκνωμένου εδάφους είναι 0.73. Ποιος είναι ο όγκος του εδάφους που πρέπει να εκσκαφθεί από τον δανειοθάλαμο προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες του έργου;

### ΑΣΚΗΣΗ 2 [1.5 μονάδα]

Ο Στέφανος Τσιτσιπιάς έχει στην κατοχή του μία συλλογή από πολλές χιλιάδες μπαλάκια του τένις, το κάθε ένα από τα οποία έχει διάμετρο 64.14mm. Έστω ότι του κάνατε δώρο ένα κιβώτιο όγκου 1m<sup>3</sup>. Βοηθήστε τον Στέφανο να υπολογίσει (έστω κατά προσέγγιση) τον ελάχιστο και τον μέγιστο αριθμό μπαλακιών που μπορούν να χωρέσουν στο κιβώτιο. Θεωρήστε τα μπαλάκια ασυμπίεστα. Αν χρειασθεί, προχωρήστε σε εύλογες παραδοχές.

Σημείωση: Η διάταξη σφαιριδίων στον χώρο έχει μελετηθεί σε βάθος από τον 17<sup>ο</sup> αιώνα. Μία γρήγορη αναζήτηση στο διαδίκτυο (δείτε π.χ. τους όρους packing density, sphere density, και άλλους παρεμφερείς) θα σας αποκαλύψει πολλές μαθηματικές θεωρίες και προσεγγίσεις για την εκτίμηση της «πυκνότερης» και της «χαλαρότερης» πιθανής διάταξης σφαιριδίων. Αναζητήστε και χρησιμοποιήστε τις κατάλληλες προσεγγίσεις για τους υπολογισμούς σας.

### ΑΣΚΗΣΗ 3 [1.5 μονάδα]

Κυλινδρικό δοχείο περιέχει 510 cm<sup>3</sup> χαλαρής ξηρής άμμου που ζυγίζουν 740 g. Το δοχείο υπόκειται σε στατική φόρτιση 200 kPa και ακολούθως σε δόνηση, με τελικό αποτέλεσμα τη μείωση του αρχικού όγκου της άμμου κατά 10%. Έστω ότι η πυκνότητα των στερεών κόκκων της άμμου είναι 2.65 Mg/m<sup>3</sup>. Να προσδιορίσετε τον δείκτη πόρων, το πορώδες, την ξηρή πυκνότητα και τη συνολική πυκνότητα στην αρχική κατάσταση και μετά τη δόνηση.

### ΑΣΚΗΣΗ 4 [4 μονάδες]

Σε δείγμα λεπτόκοκκου εδάφους από βάθος 6.60 m εκτελέστηκε δοκιμή 1Δ συμπίεσης (οιδημέτρου). Για το δείγμα ισχύει αρχικό δείκτης πόρων  $e_0 = 0.773$ ,  $\gamma = \gamma_{sat} = 19.80$  kN/m<sup>3</sup>, και αρχικό ύψος δοκιμίου = 2.54 cm. Τα αποτελέσματα της δοκιμής δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

- Να απεικονίσετε γραφικά τη μεταβολή της κατακόρυφης παραμόρφωσης  $\epsilon_v$  και του δείκτη πόρων  $e$  συναρτήσει της κατακόρυφης ενεργού τάσης  $\sigma'_v$ . Να παρουσιάσετε τις μεταβολές τόσο σε κανονική όσο και σε λογαριθμική κλίμακα τάσης (σύνολο 4 διαγράμματα).
- Με τη χρήση των διαγραμμάτων, να προσδιορισθούν (γραφικά) ο δείκτης συμπίεσης  $c_c$ , ο δείκτης επανασυμπίεσης  $c_r$ , ο τροποποιημένος δείκτης συμπίεσης  $c_{ce}$  και ο τροποποιημένος δείκτης επανασυμπίεσης  $c_{re}$ .
- Να υπολογισθούν τα παραπάνω απευθείας με τη χρήση κατάλληλων εξισώσεων.
- Πόσο εκτιμάτε (με υπολογισμό) ότι είναι το μέτρο 1Δ συμπίεσης στο βάθος που ελήφθη το δείγμα;

- e) Αν το υλικό έχει δείκτη σχετικής υδαρότητας  $-0.09$ , φυσική υγρασία  $25.4\%$  και δείκτη πλασιμότητας  $39.3$ , σε ποια κατηγορία κατατάσσεται σύμφωνα με το Ενιαίο Σύστημα Ταξινόμησης Εδαφών (USCS);
- f) Αν η μέγιστη κατακόρυφη τάση που έχει δεχθεί το έδαφος του δείγματος στο παρελθόν είναι  $160 \text{ kPa}$ , πώς θα χαρακτηρίζατε το δείγμα ως προς την προφόρτιση του και ποιος θα ήταν ο λόγος υπερστερεοποίησης; Θεωρείτε ότι το συμπέρασμά σας (ως προς την προφόρτιση) συνάδει με την εικόνα του δείγματος βάσει των ορίων Atterberg; Εξηγήστε.

Πίεση (kPa)	Ολική καθίζηση $\Delta H$ (mm)
25	0
50	0.086
100	0.53
200	1.438
400	2.86
800	4.712
25	4.116

#### **ΑΣΚΗΣΗ 5 [1.5 μονάδα]**

Δοκιμή άμεσης διάτμησης πραγματοποιήθηκε σε πυκνό δείγμα άμμου (με αρχικό δείκτη πόρων  $0.688$ ). Η συσκευή είναι τετραγωνικής διατομής (μήκος πλευράς  $76 \text{ mm}$ ) και το αρχικό ύψος του δοκιμίου μετρήθηκε  $11 \text{ mm}$ . Κατά την εκτέλεση της δοκιμής, η ασκούμενη κατακόρυφη δύναμη είναι ίση με  $2.25 \text{ kN}$ . Τα αποτελέσματα της δοκιμής κατά την επιβολή της αυξανόμενης διατμητικής τάσης (μέχρι διατμητικής θραύσης) δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Να παρουσιασθούν τα διαγράμματα διατμητικής τάσης – διατμητικής παραμόρφωσης, διατμητικής παραμόρφωσης – μεταβολής πάχους δοκιμίου και διατμητική τάσης – ορθής τάσης. Να προσδιορισθεί η γωνία τριβής του υλικού.

Σημείωση: Στη στήλη μεταβολής πάχους, με αρνητικό πρόσημο συμβολίζεται η συμπίεση και με θετικό η διόγκωση.

Χρόνος (min)	Οριζόντια μετατόπιση (mm)	Μεταβολή πάχους $\Delta H$ (mm)	Οριζόντιο φορτίο (N)
0	0	0	0
0.5	0.07	-0.02	356
1	0.26	-0.04	721
2	0.45	-0.05	1014
3	0.97	-0.03	1428
4	1.71	0.03	1655
5	2.51	0.07	1770
6	3.4	0.09	1744

- Σε όλα τα θέματα οι απαντήσεις που θα υποβάλετε πρέπει να είναι «γραμμένες με το χέρι» (και τα διαγράμματα, τα οποία θα πρέπει να γίνουν σε μιλιμετρέ χαρτί).
- Αν απαιτείται κατά τη διάρκεια των υπολογισμών σας, προχωρήστε σε εύλογες παραδοχές.