

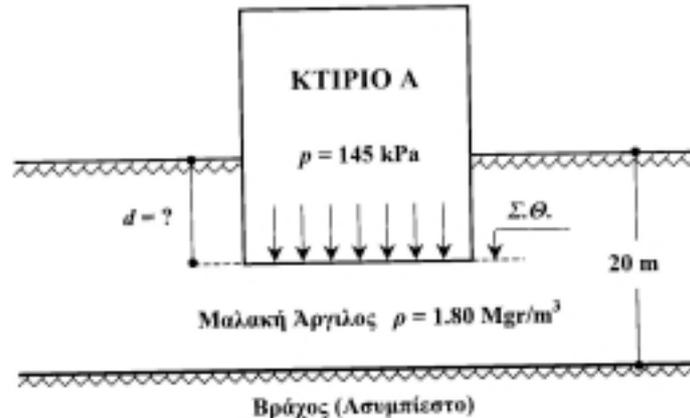
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ:

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

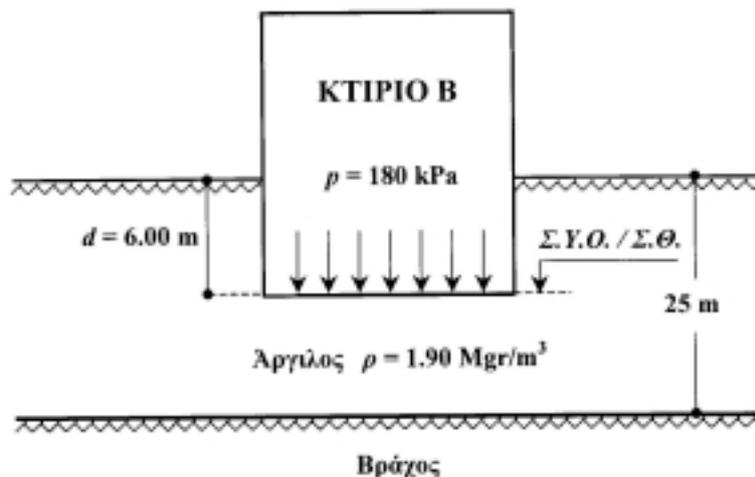


1^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Εισαγωγή)

1. Το κτίριο Α φορτίζει το έδαφος στη στάθμη θεμελίωσης (Σ.Θ.) με τάση: $p = 145 \text{ kN/m}^2$. Ζητείται το βάθος (d) στο οποίο πρέπει να θεμελιωθεί το κτίριο ώστε να μην προκύψουν σοβαρά προβλήματα στη θεμελίωση (μέθοδος “επίπλευσης”).



2. Το κτίριο Β φορτίζει το έδαφος στη στάθμη θεμελίωσης (Σ.Θ.) με τάση: $p = 180 \text{ kN/m}^2$.
(α) Αναμένονται σοβαρά προβλήματα θεμελίωσης;
(β) Ποιό θα έπρεπε να είναι το ύψος (h) ενός επιχώματος προφόρτισης, ώστε μετά την αφαίρεσή του και την κατασκευή του κτιρίου Β να μην υπάρξουν ουσιαστικά προβλήματα στη θεμελίωση;
($\rho_{\text{επιχ}} = 1.80 \text{ Mg/m}^3$).

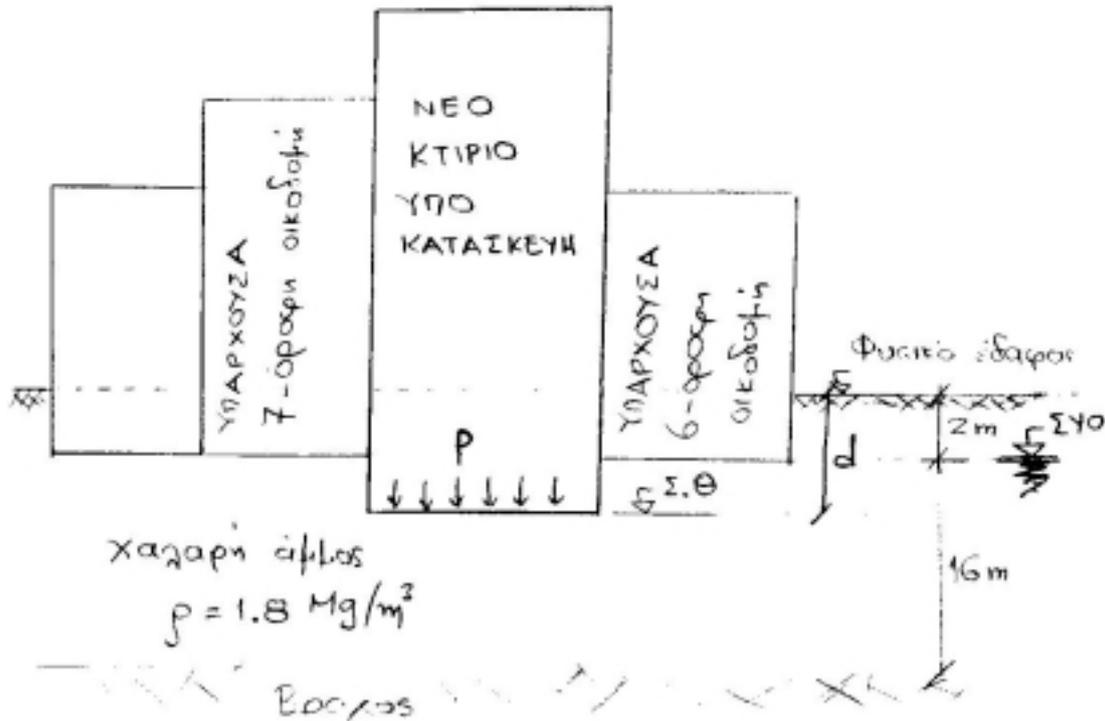


3. Σε οικόπεδο του συνεχούς οικοδομικού συστήματος πρόκειται να κατασκευασθεί πολυόροφο κτίριο. Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και το δυσμενέστερο φορτίο υποστηλώματος υπολογίζεται σε 3 MN.

Αναφέρατε ποιοτικά:

- Τα προβλήματα που μπορεί να εμφανισθούν κατά τη θεμελίωση του κτιρίου
- Το βάθος και τον τύπο της θεμελίωσης που θα επιλέγατε
- Τα προβλήματα που προκύπτουν αν είναι επιθυμητή η κατασκευή τριών υπογείων χώρων στάθμευσης.

Η εδαφική τομή δίνεται στο ακόλουθο Σχήμα.





2^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Φυσικά Χαρακτηριστικά Εδαφών)

- (α) Να εκφρασθεί το πορώδες (n) συναρτήσει του δείκτη πόρων (e) (ορισμός $n = V_{\text{κενών}}/V_{\text{ολικό}}$).

(β) Να βρεθεί μια έκφραση η οποία να συνδέει τα S_r , e , w , ρ_σ και ρ_w .
2. Για ένα δοκίμιο εδαφικού υλικού δίδονται: $e = 0.70$, $w = 20\%$ και $\rho_\sigma = 2.70 \text{ Mg/m}^3$. Ζητούνται: (α) Η πυκνότητα ρ του δοκιμίου. (β) Τα $\rho_{\text{ξηρ}}$ και S_r . (γ) Εάν $S_r = 100\%$, πόσο θα ήταν τα w και ρ ;
3. Δείγμα αργίλου τοποθετείται σε φιάλη. Η συνολική μάζα δείγματος-φιάλης είναι $A = 72.5 \text{ gr}$ (γραμμάρια). Το δείγμα τοποθετείται στον κλίβανο και αποξηραίνεται. Η νέα συνολική μάζα δείγματος-φιάλης είναι $B = 61.3 \text{ gr}$. Η μάζα της φιάλης είναι $C = 32.5 \text{ gr}$, η δε πυκνότητα των στερεών κόκκων του δείγματος είναι 2.7 Mg/m^3 . Κάνοντας την υπόθεση ότι το δείγμα είναι (πλήρως) κορεσμένο, ζητούνται:

 - το ποσοστό υγρασίας w ,
 - ο δείκτης πόρων e ,
 - η πυκνότητα του (κορεσμένου) δείγματος,
 - η πυκνότητα του αποξηραμένου δείγματος και
 - η ενεργός πυκνότητα (υπό άνωση) του δείγματος

(στ) Μετά την αποξήρανση, το δείγμα βυθίζεται σε υδράργυρο και ο όγκος του βρίσκεται ίσος με 22.3 cm^3 . (Ο υδράργυρος δεν εισχωρεί στους πόρους του δείγματος, ούτε έχει οποιαδήποτε χημική επίδραση στο δείγμα). Ζητείται ο (πραγματικός) βαθμός κορεσμού S_r του δείγματος, καθώς επίσης και η (νέα) τιμή της πυκνότητας του αποξηραμένου δείγματος.
4. Πόσα κυβικά μέτρα επιχώματος μπορούν να κατασκευασθούν με δείκτη πόρων $e_e=0.70$ από υλικό όγκου 190000 m^3 με επιτόπου δείκτη πόρων $e_i=1.10$;
5. Σε αμμώδη εδαφικό σχηματισμό έγιναν επιτόπου δοκιμές που έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα: Υγρή πυκνότητα: $\rho = 1.7 \text{ Mg/m}^3$. Ποσοστό υγρασίας: $w = 15\%$. Επίσης σε δείγματα από τον ανωτέρω αμμώδη σχηματισμό έγιναν εργαστηριακές δοκιμές που έδωσαν τα παρακάτω φυσικά χαρακτηριστικά:

Πυκνότητα στερεών κόκκων: $\rho_\sigma = 2.65 \text{ Mg/m}^3$

Μέγιστος δείκτης πόρων (χαλαρότατη εναπόθεση): $e_{\text{max}} = 1.20$

Ελάχιστος δείκτης πόρων (πυκνότετη εναπόθεση): $e_{\text{min}} = 0.40$

Ζητείται να προσδιορισθεί η σχετική πυκνότητα του αμμώδους σχηματισμού.
6. Αμμοχάλικο μάζας 3500 gr είναι αρκετά λεπτό ώστε να μην συγκρατείται ούτε κόκκος του σε κόσκινο οπής 12.5 mm . Για το κοσκίνισμά του χρησιμοποιούμε 6 κόσκινα με ανοίγματα οπών: 5 mm , 2 mm , 1 mm , 0.5 mm , 0.2 mm και 0.1 mm . Η μάζα του παρακρατούμενου υλικού σε κάθε κόσκινο είναι (από πάνω προς τα κάτω): 217gr , 868gr , 1095gr , 809gr , 444gr και 39gr , υπάρχει δε και ένα μικρό υπόλοιπο 28 gr (που περνά κι απ' το τελευταίο κόσκινο). Ζητείται:

 - Να κατασκευασθεί η καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης του υλικού, και
 - να εκτιμηθεί ο συντελεστής ομοιομορφίας του υλικού.

7. Για δύο εδαφικά υλικά A και B προσδιορίστηκαν τα παρακάτω φυσικά χαρακτηριστικά:

		A	B
Όριο υδαρότητας	LL	35%	60%
Όριο πλαστικότητας	PL	22%	25%
Ποσοστό υγρασίας	w	25%	28%
Πυκνότητα στερεών κόκκων	ρ_s	2.70 Mg/m ³	2.68 Mg/m ³
Βαθμός κορεσμού	S_r	100%	100%

Ζητούνται:

- (α) Οι τιμές των: ρ και e
- (β) Ποιό από τα δύο υλικά κρίνεται καταλληλότερο ως έδαφος θεμελιώσεως;

8. Δανειοθάλαμος εδαφικού υλικού όγκου 100000 m³ πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή επιχωμάτων οδοποιίας. Οι ιδιότητες του υλικού του δανειοθαλάμου προσδιορίστηκαν ως εξής:

πυκνότητα εδαφικού υλικού $\rho = 1.80 \text{ Mg/m}^3$

πυκνότητα στερεών κόκκων $\rho_s = 2.70 \text{ Mg/m}^3$

βαθμός κορεσμού $S_r = 50\%$

Να προσδιορισθούν:

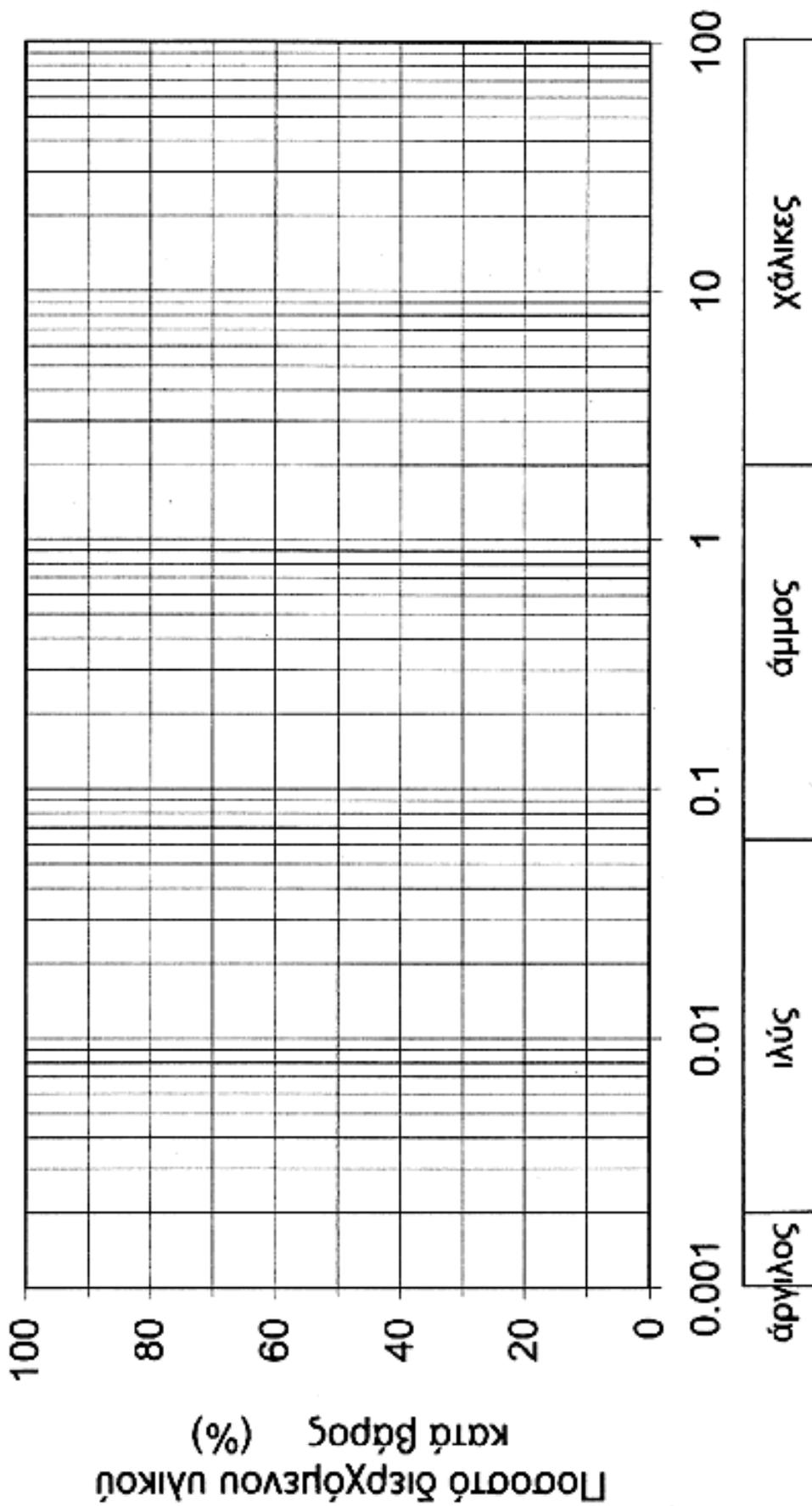
- (α) ο δείκτης πόρων (e), η φυσική υγρασία (w) και το πορώδες (n).
- (β) Εάν είναι γνωστό ότι κατά την κατασκευή των επιχωμάτων, η φυσική υγρασία του υλικού πρέπει να είναι 20% (απαίτηση για βέλτιστη συμπύκνωση), πόσο νερό θα απαιτηθεί για τις ανάγκες του έργου;

9. Δοκίμιο εδαφικού υλικού έχει βαθμό κορεσμού $S_r=100\%$, δείκτη πόρων $e=0.90$, πυκνότητα στερεών κόκκων $\rho_s=2.65 \text{ Mg/m}^3$, όριο υδαρότητας $LL=50\%$ και δείκτη πλαστικότητας $PI=30\%$. Να προσδιορισθούν :

- (α) Η φυσική υγρασία (w)
- (β) Η σχετική υδαρότητα (LI)
- (γ) Το πορώδες (n)
- (δ) Η πυκνότητα (ρ)

10. Προκειμένου να κατασκευασθεί επίχωμα αυτοκινητοδρόμου, εκτελέσθηκε γεωτεχνική έρευνα στην περιοχή ενδιαφέροντος η οποία διαπίστωσε την ύπαρξη στρώματος άμμου πάχους 6m με τα εξής χαρακτηριστικά : πυκνότητα στερεών κόκκων $\rho_s=2.75 \text{ Mg/m}^3$, επιτόπου δείκτης πόρων $e=0.65$ και βαθμός κορεσμού $S_r=65\%$. Επιπλέον, δοκιμές προσδιορισμού της μέγιστης και ελάχιστης ξηρής πυκνότητας έδωσαν : $\rho_{max}= 2.10 \text{ Mg/m}^3$, $\rho_{min}=1.60 \text{ Mg/m}^3$

- (α) Να προσδιορισθούν : η επιτόπου πυκνότητα (ρ), το ποσοστό υγρασίας (w) και η σχετική πυκνότητα (D_r) της άμμου.
- (β) Επειδή κρίθηκε ότι η άμμος είναι πολύ χαλαρή και υπάρχει κίνδυνος ρευστοποίησεως σε περίπτωση ισχυρού σεισμού, αποφασίσθηκε ότι η άμμος πρέπει να συμπυκνωθεί σε σχετική πυκνότητα $D_r=80\%$. Να υπολογισθεί η υποχώρηση της επιφάνειας του εδάφους λόγω της συμπύκνωσης της άμμου.
- (γ) Προτείνετε μεθόδους για τη συμπύκνωση της άμμου. Αναφέρατε τα σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των διαφόρων μεθόδων.



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 2^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. (α) $n = \frac{e}{1+e}$ (β) $S_r e \rho_w = w \rho_\sigma$
2. $\rho = 1.906 \text{ Mg/m}^3$ (β) $\rho_{\xi\eta\rho} = 1.59 \text{ Mg/m}^2$, $S_r = 0.77$ (γ) $w = 0.26$, $\rho = 2 \text{ Mg/m}^3$
3. (α) $w = 0.389$
 (β) $e = 1.05$
 (γ) $\rho_{\kappa\sigma\rho} = 1.83 \text{ Mg/m}^3$
 (δ) $\rho_d = 1.32 \text{ Mg/m}^3$
 (ε) $\rho' = 0.83 \text{ Mg/m}^3$
 (στ) $S_r = 0.963$, $\rho_d = 1.29 \text{ Mg/m}^3$
4. $V_{\epsilon\pi\iota\chi} = 153\,809.5 \text{ m}^3$
5. $D_r = 50.9\%$
6. (β) $C_u = 4.86$
7. (α) A: $\rho = 2.015 \text{ Mg/m}^3$, $e = 0.675$
 B: $\rho = 1.96 \text{ Mg/m}^3$, $e = 0.7504$

 (β) Το υλικό B
8. (α) $e = 0.6923$, $w = 0.1282$, $n = 0.4091$
 (β) $\Delta M_w = 11455 \text{ Mg}$
9. (α) $w = 0.34$
 (β) $I_L = 0.47$
 (γ) $n = 0.47$
 (δ) $\rho = 1.87 \text{ Mg/m}^3$
10. (α) $\rho = 1.92 \text{ Mg/m}^3$, $w = 0.153$, $D_r = 17\%$
 (β) $S = 0.94\text{m}$



2^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Φυσικά Χαρακτηριστικά Εδαφών)
Συμπληρωματικές ασκήσεις από παλαιά διαγωνίσματα

Σ1. Ομοιόμορφο στρώμα άμμου έχει ποσοστό υγρασίας $w=27.5\%$ και φαινόμενο ειδικό βάρος $\gamma=19.5\text{kN/m}^3$. Εάν ο δείκτης πόρων e στην πλέον χαλαρή και στην πλέον πυκνή κατάσταση είναι 0.87 και 0.51 αντίστοιχα, να υπολογισθούν ο βαθμός κορεσμού S_r (%) και η σχετική πυκνότητα D_r (%) της άμμου (δίνεται $\gamma_{\text{στ}}=27\text{kN/m}^3$).

(Έλεγχος Προόδου, 2002 / Απαντήσεις: $S_r = 97\%$, $D_r = 29\%$)

Σ2. Ομοιόμορφο στρώμα άμμου έχει φαινόμενο ειδικό βάρος $\gamma=19.5\text{kN/m}^3$ και σχετική πυκνότητα $D_r=30\%$. Εάν ο δείκτης πόρων e στην πλέον χαλαρή και στην πλέον πυκνή κατάσταση είναι 0.87 και 0.51 αντίστοιχα, να υπολογισθούν ο βαθμός κορεσμού S_r (%) και η φυσική υγρασία w (%) της άμμου (δίνεται $\gamma_{\text{στ}}=27\text{kN/m}^3$).

(Έλεγχος Προόδου, 2002 / Απαντήσεις: $S_r = 97\%$, $w = 0.273$)

Σ3. 1m^3 χαλαρού επιχώματος οδοποιίας μειώνεται σε 0.8m^3 μετά την επιτόπου συμπύκνωσή του με δονητικό οδοστρωτήρα. Εάν αρχικά $e_0=1.00$ και $w_0=15\%$, να υπολογισθεί η τελική τιμή ιδίων παραμέτρων. Ποιος είναι ο αρχικός και ποιος ο τελικός βαθμός κορεσμού S_r του επιχώματος; Ποιο είναι το αρχικό και ποιο το τελικό συνολικό βάρος του ανωτέρου όγκου επιχώματος; (Δίνεται $\gamma_{\text{στ}}=27\text{kN/m}^3$).

(Έλεγχος Προόδου, 2003 / Απαντήσεις: $S_{r\text{αρχ}} = 40.5\%$, $S_{r\text{τελ}} = 67.5\%$, $W_{\text{αρχ}} = W_{\text{τελ}}=15.5\text{kN}$)

Σ4. Σωστό ή λάθος;

Σε κορεσμένο εδαφικό δοκίμιο ($S_r=100\%$) το ειδικό βάρος των στερεών κόκκων είναι $\gamma_{\text{στ}}=27\text{kN/m}^3$, το φαινόμενο ειδικό βάρος είναι $\gamma=20\text{kN/m}^3$ και το πορώδες $n=41\%$.

(Φεβρουάριος 2004 / Απάντηση: Σωστό)

Σ5. Να υπολογισθεί ο δείκτης πόρων e άμμου με $\gamma_{\xi}=16\text{kN/m}^3$ και $\gamma_{\text{κορ}}=20\text{kN/m}^3$, καθώς και η φυσική υγρασία w , πάνω και κάτω από την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, εάν το ειδικό βάρος των στερεών κόκκων είναι $\gamma_{\text{στ}}=27\text{kN/m}^3$.

(Φεβρουάριος 2004 / Απαντήσεις: πάνω: $e=0.6875$, $w=0$, κάτω: $e=0.6875$, $w=0.25$)

Σ6. Τι ποσότητα (όγκος) νερού περιλαμβάνεται σε 10m^3 αργιλώδους άμμου με υγρό φαινόμενο ειδικό βάρος $\gamma=18\text{kN/m}^3$ και βαθμό κορεσμού $S_r=70\%$; (το ειδικό βάρος των στερεών κόκκων να ληφθεί ίσο με $\gamma_{\text{στ}}=27\text{kN/m}^3$)

(Φεβρουάριος 2005 / Απάντηση: $V_v=3.15\text{m}^3$)

Σ7. Για λόγους θερμικής μόνωσης, η μεταλλική οροφή υπογείου χώρου επικαλύφθηκε με 1.00m εδάφους ειδικού βάρους στερεών κόκκων $\gamma_{\sigma}=27\text{kN/m}^3$. Μετά την κατασκευή της επικάλυψης, το υγρό φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους βρέθηκε $\gamma=18\text{kN/m}^3$ και η φυσική του υγρασία $w=13\%$. Να υπολογισθεί η μέγιστη και η ελάχιστη επιφόρτιση που επιβάλλει η επικάλυψη στην μεταλλική οροφή (για $S_r=0$ και 100%).

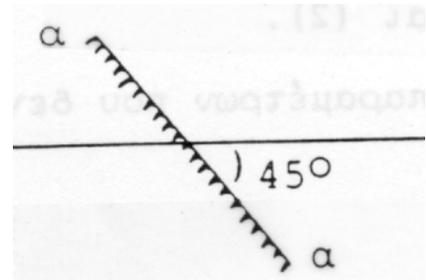
(Φεβρουάριος 2006 / Απαντήσεις: $p_{\text{min}}=15.9\text{kPa}$, $p_{\text{max}}=20\text{kPa}$)



3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Κύκλοι Mohr, Γεωστατικές τάσεις)

1. Για την εντατική κατάσταση σημείου, δίδονται:

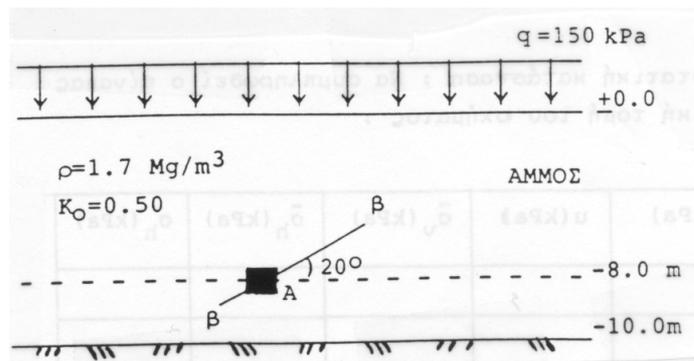
- Η ορθή τάση $\sigma = 350$ kPa και η διατμητική τάση $\tau = -100$ kPa σε επίπεδο α-α με την κλίση του σχήματος.
- Η ορθή τάση $\sigma = 275$ kPa και η διατμητική τάση $\tau = +125$ kPa σε επίπεδο β-β.



Ζητούνται:

- Η διεύθυνση του επιπέδου β-β.
- Οι τιμές και οι διευθύνσεις των κυρίων τάσεων σ_1, σ_3 .

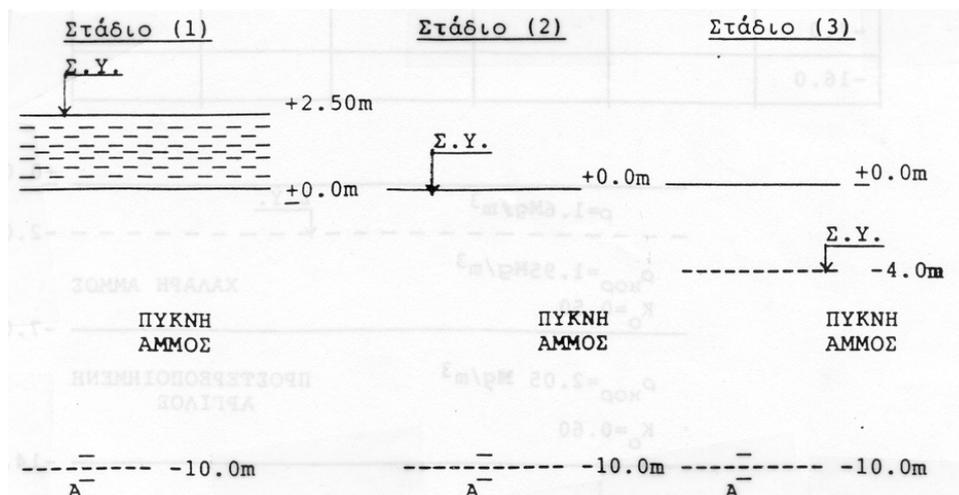
2. Για την εντατική κατάσταση του σχήματος, να προσδιορισθούν η ορθή τάση σ_n και η διατμητική τάση τ που ενεργούν στο επίπεδο β-β του εδαφικού στοιχείου Α.



3. Η διακύμανση της στάθμης του νερού (Σ.Υ.), που οφείλεται σε παλιρροϊκό φαινόμενο, στην εδαφική τομή του σχήματος είναι όπως φαίνεται στα στάδια (1), (2), (3).

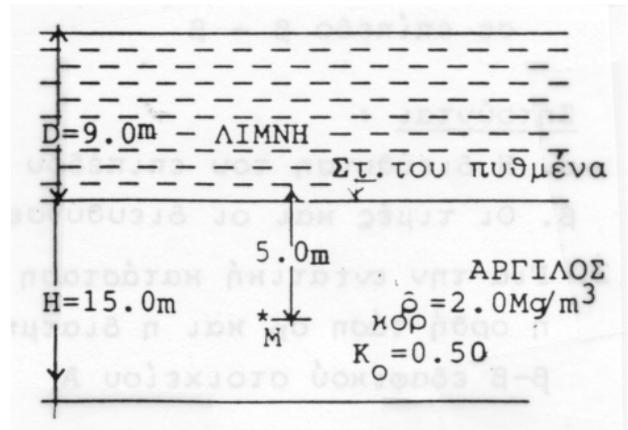
- Να προσδιορισθούν οι λόγοι των κατακόρυφων ενεργών τάσεων $\sigma'_{v1}/\sigma'_{v2}$, $\sigma'_{v2}/\sigma'_{v3}$ στο σημείο Α.
- Να συγκριθούν οι ολικές κατακόρυφες τάσεις που ασκούνται στο σημείο Α στις περιπτώσεις (1) και (2).

(Οι τιμές των απαιτούμενων παραμέτρων που δεν δίδονται να εκτιμηθούν).

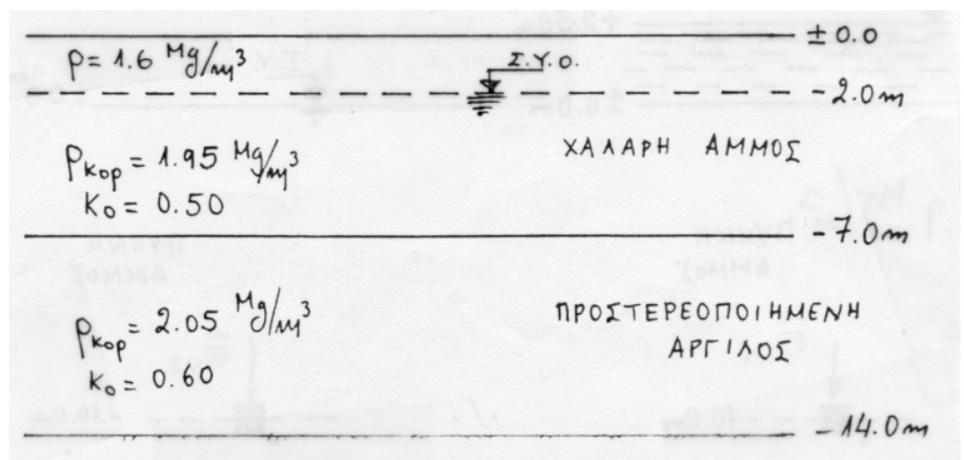


4. Για τη στρωματογραφία του Σχήματος ζητούνται:

- α. Η ολική τάση στο σημείο M.
- β. Ο συντελεστής K_0 αν, με κατάλληλη διάταξη, μετρήθηκε η ολική οριζόντια τάση $\sigma_h = 167.5$ kPa.
- γ. Τα διαγράμματα κατανομής των τάσεων σ_v , u , σ'_v , σ_h .



5. Για τη γεωστατική εντατική κατάσταση της εδαφικής τομής του σχήματος να συμπληρωθεί ο ακόλουθος πίνακας:



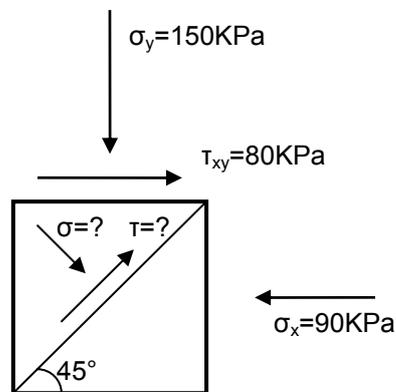
Βάθος (m)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	σ'_h (kPa)	σ_h (kPa)
0					
-2.0					
-7.0					
-14.0					



3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Κύκλοι Mohr, Γεωστατικές Τάσεις)
Συμπληρωματική Άσκηση

Σε εδαφικό στοιχείο δίνονται:

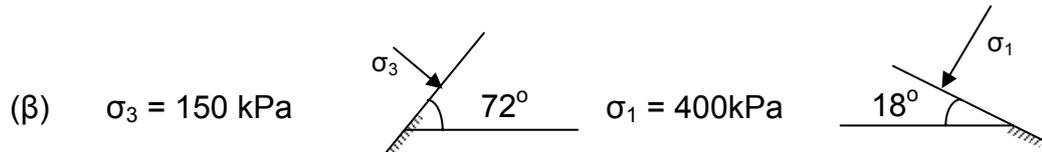
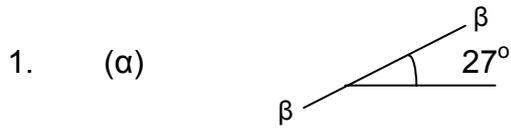
- η ορθή τάση $\sigma_y=150\text{KPa}$ και η διατμητική $\tau_{xy}=80\text{KPa}$ (με τη φορά του σχήματος) σε οριζόντιο επίπεδο,
- η ορθή τάση $\sigma_x=90\text{KPa}$ σε κατακόρυφο επίπεδο.



Ζητούνται:

- η διατμητική τάση τ_{xy} σε κατακόρυφο επίπεδο (κατά μέγεθος και φορά),
- οι τιμές των κυρίων τάσεων σ_1 και σ_2 τόσο αναλυτικά όσο και γραφικά,
- οι διευθύνσεις των επιπέδων των κυρίων τάσεων,
- η ορθή και η διατμητική τάση (σ, τ) σε επίπεδο υπό γωνία 45° ως προς το οριζόντιο,
- η διεύθυνση του επιπέδου στο οποίο ασκούνται τάσεις $\sigma=90\text{KPa}$ (θλιπτική) και $\tau=-80\text{KPa}$ (ωρολογιακή φορά).

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 3^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ



2. $\sigma_{\beta-\beta} = 269 \text{ kPa}$ $\tau_{\beta-\beta} = + 46 \text{ kPa}$ (ανθρωλογιακή)

3. (α) $\sigma'_{v1} / \sigma'_{v2} = 1$ $\sigma'_{v2} / \sigma'_{v3} = 0.71$

(β) $\sigma_{v1} = 225 \text{ kPa}$ $\sigma_{v2} = 200 \text{ kPa}$

4. (α) $\sigma_{vM} = 190 \text{ kPa}$

(β) $K_o = 0.55$

(γ) Στον πυθμένα της αργίλου:

$\sigma_v = 390 \text{ kPa}$, $u = 240 \text{ kPa}$, $\sigma'_v = 150 \text{ kPa}$

$\sigma_h = 322.5 \text{ kPa}$, $\sigma'_h = 82.5 \text{ kPa}$

5.

Βάθος (m)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	σ_h (kPa)	σ'_h (kPa)
0	0	0	0	0	0
-2	32	0	32	16	16
-7	129.5	50	79.5	39.75	89.75
				47.70	97.70
-14	273	120	153	91.8	211.8



4^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Μετάδοση των τάσεων στο έδαφος)

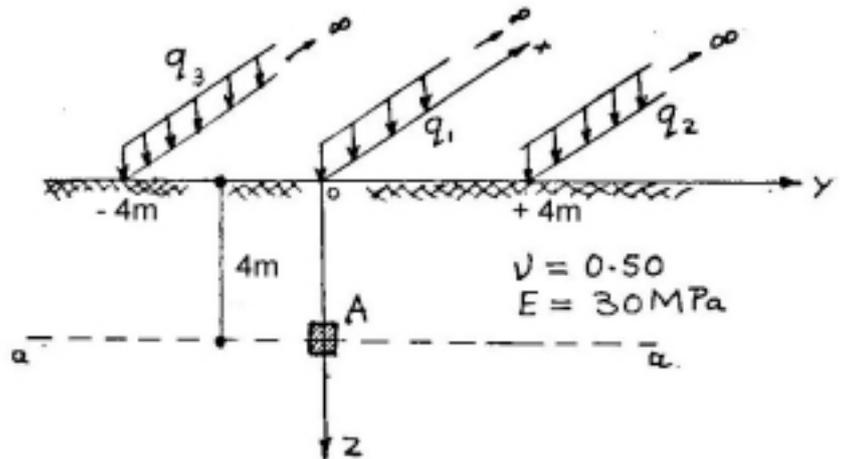
1. Τρία απειρομήκη γραμμικά φορτία $q_1 = 100 \text{ kN/m}$ και $q_2 = q_3 = 50 \text{ kN/m}$ δρουν στην επιφάνεια ελαστικού ομοιογενούς ημιχώρου με λόγο Poisson $\nu = 0.50$.

Να υπολογισθούν:

α) Οι τάσεις σ_x , σ_y , σ_z και τ_{yz} στο στοιχείο A ($x_A = y_A = 0$, $z_A = 4 \text{ m}$)

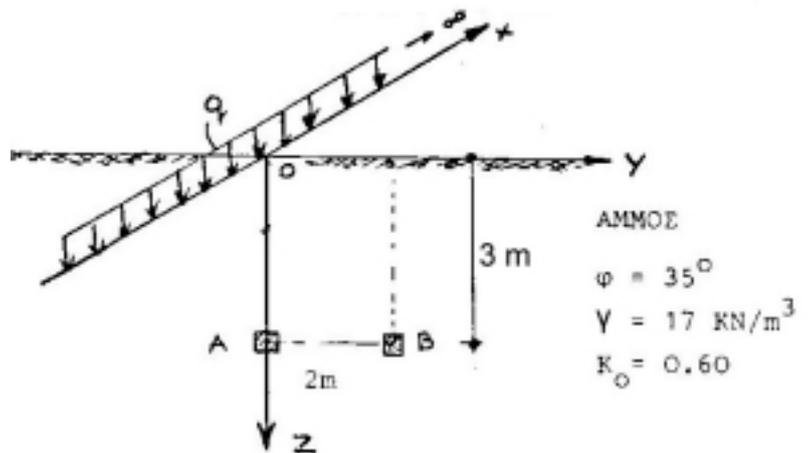
β) Η συνισταμένη των κατακορύφων τάσεων σ_z (ανά μέτρο μήκους κατά τη διεύθυνση x στο οριζόντιο επίπεδο α-α λόγω των φορτίων q_1 , q_2 , q_3 .

γ) Οι (ανηγμένες) παραμορφώσεις ϵ_z , ϵ_x .



2. α) Για το γραμμικό φορτίο $q = 250 \text{ kN/m}$ του σχήματος, ζητείται να ελεγχθεί αν αστοχεί ή όχι το εδαφικό στοιχείο A.

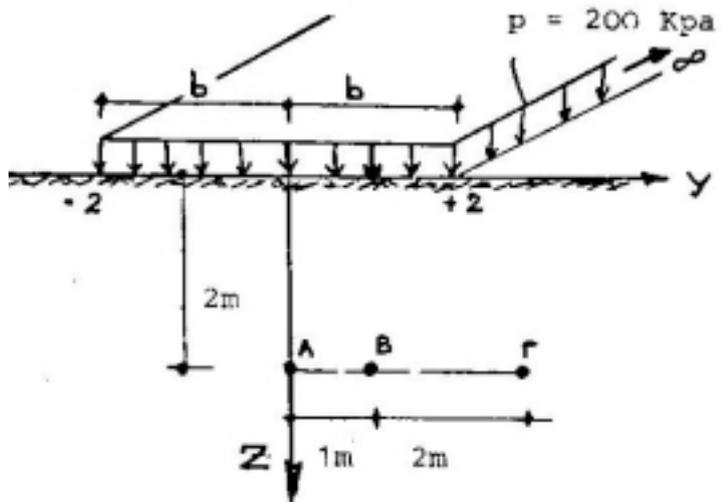
β) Για ποιά τιμή του φορτίου q θα αστοχήσει το εδαφικό στοιχείο B ; Ποια είναι στην περίπτωση αυτή η διεύθυνση του επιπέδου αστοχίας ;



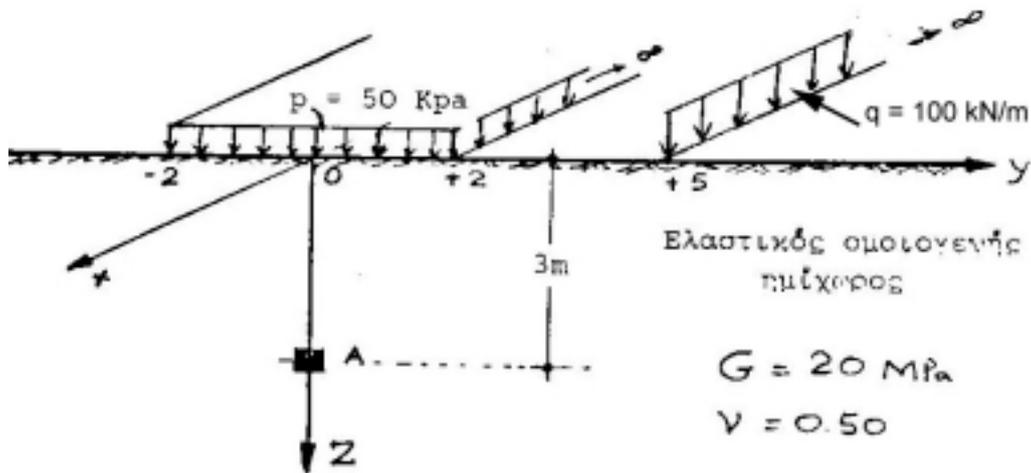
3. Για την απειρομήκη λωριδωτή φόρτιση του σχήματος ζητούνται :
Οι τιμές και οι διευθύνσεις των κυρίων τάσεων σ_1 και σ_3 στα σημεία :

A ($y_A = 0, z_A = 2m$), B ($y_B = 1m, z_B = 2m$) και Γ ($y_\Gamma = 3m, z_\Gamma = 2m$)

Το έδαφος θεωρείται ελαστικός ομοιογενής ημίχωρος με $G = 100 \text{ MPa}$ και $\nu = 0.35$.

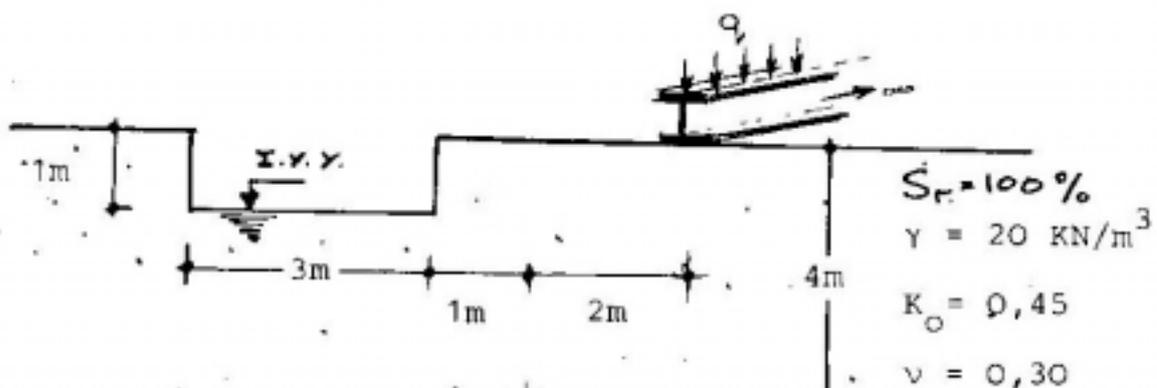


4. Για το εδαφικό στοιχείο A ($x_A = y_A = 0, z_A = 3m$) να προσδιορισθούν οι (ανηγμένες) παραμορφώσεις $\epsilon_z, \epsilon_x, \epsilon_y$ και



y_{yz} .

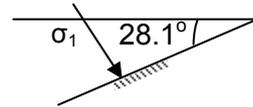
5. Στο παρακάτω σχήμα, να προσδιορισθούν οι τιμές και οι διευθύνσεις των συνολικών τάσεων σ_1, σ_2 και σ_3 στο σημείο A μετά την εκσκαφή της τάφρου και την επιβολή του γραμμικού φορτίου $q = 120 \text{ kN/m}$.



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 4^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. (α) $\sigma_x^A = 11.94 \text{ kPa}$, $\sigma_y^A = 3.98 \text{ kPa}$, $\sigma_z^A = 19.9 \text{ kPa}$, $\tau_{yz}^A = 0$
 (β) 200 kN
 (γ) $\epsilon_z = 3.98 \times 10^{-4}$, $\epsilon_x = 0$

2. (α) Δεν αστοχεί το εδαφικό στοιχείο A
 (β) $q = 592.7 \text{ kPa}$



- 3.

4. $\epsilon_z = 3.34 \times 10^{-4}$, $\epsilon_y = -3.34 \times 10^{-4}$, $\epsilon_x = 0$, $\gamma_{yz} = 1.24 \times 10^{-4}$

- 5.

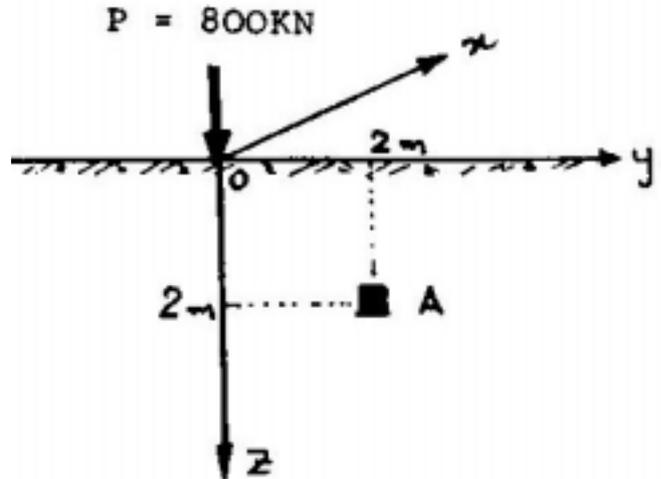


5^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Μετάδοση των τάσεων στο έδαφος)

1. Ελαστικός ομοιογενής ημίχωρος με $E = 90 \text{ MPa}$ και $\nu = 0.30$ φορτίζεται με συγκεντρωμένο φορτίο $P = 800 \text{ kN}$.

Ζητούνται για το σημείο A ($x_A = 0, y_A = z_A = 2\text{m}$):

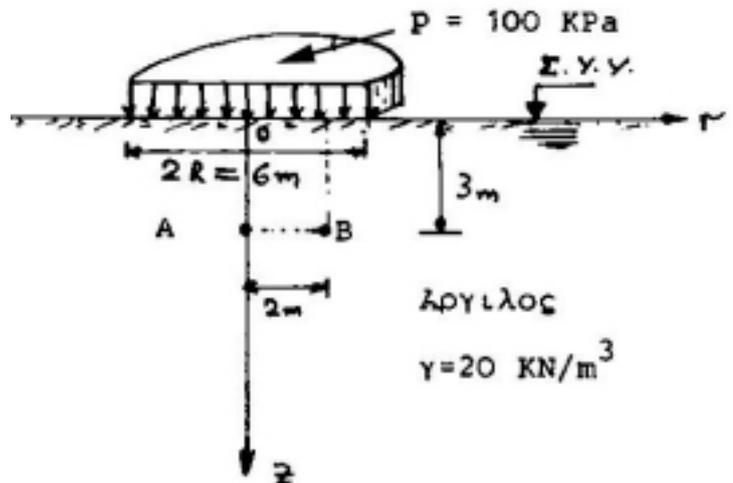
- α) Οι τάσεις $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ και τ_{yz}
- β) Οι κύριες τάσεις $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ και οι διευθύνσεις τους.



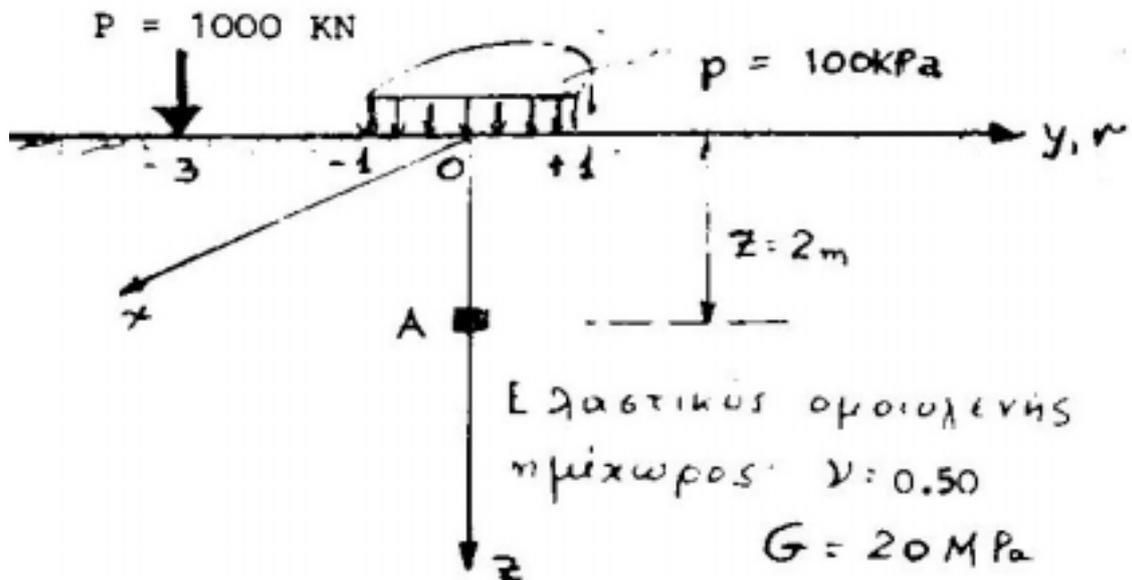
2. Κυκλική δεξαμενή διαμέτρου 6m φορτίζει την επιφάνεια αργιλικής αποθέσεως με ομοιόμορφη τάση $p = 100 \text{ kPa}$. Ζητούνται :

- α) Οι κύριες τάσεις $\Delta\sigma_1, \Delta\sigma_3$ και οι διευθύνσεις τους, στα σημεία A ($r_A = 0, z_A = 3\text{m}$) και B ($r_B = 2\text{m}, z_B = 3\text{m}$), οι οποίες οφείλονται στο πρόσθετο φορτίο (p) της δεξαμενής.

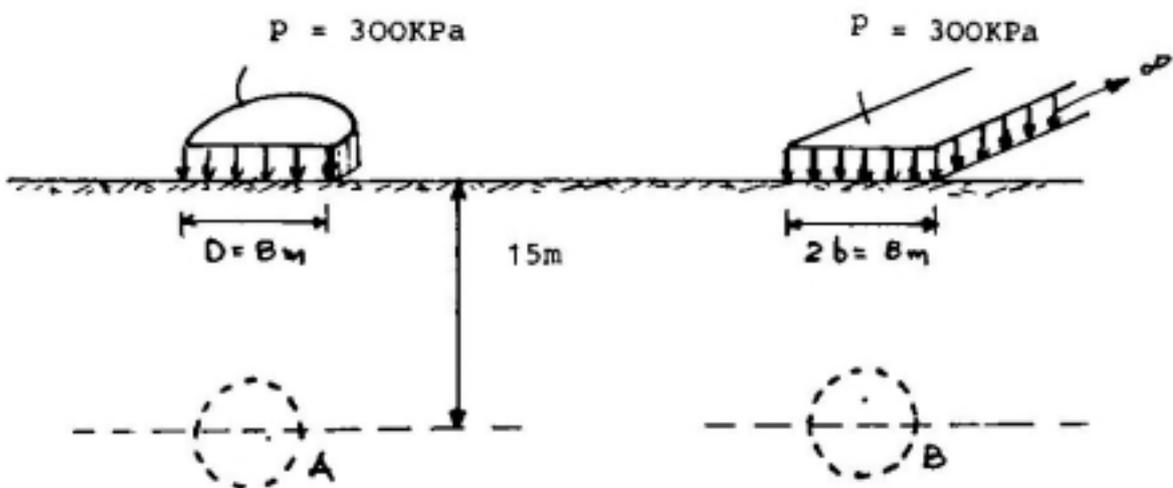
- β) Η συνολική πίεση πόρων που αναπτύσσεται στο σημείο A αμέσως μετά την επιβολή του φορτίου της δεξαμενής. Δίδεται η παράμετρος της πίεσεως πόρων της αργίλου, $A = 0.30$, που προσδιορίστηκε από κατάλληλη τριαξονική δοκιμή.



3. Για το στοιχείο A ($x_A = 0$, $y_A = 0$, $z_A = 2m$) ζητούνται:
 α) Οι κύριες τάσεις $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ και οι διευθύνσεις τους.
 β) Η ανηγμένη διόγκωση ϵ_{vol} .



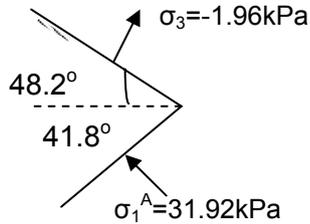
4. Μελετούνται δύο εναλλακτικές θέσεις σήραγγας υπονόμου, η θέση A και η θέση B. Απαντήστε ποιοτικά ποιά από τις δύο θα προτιμούσατε και γιατί;



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 5^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

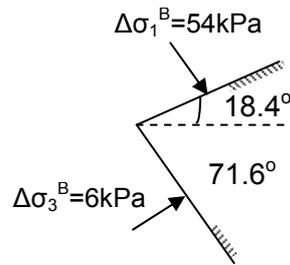
1. (α) $\sigma_x^A = \sigma_\theta^A = -0.77 \text{ kPa}$, $\sigma_y^A = \sigma_r^A = 13.12 \text{ kPa}$, $\sigma_z^A = 16.84 \text{ kPa}$,
 $\tau_{yz} = \tau_{rz} = 16.84 \text{ kPa}$

(β)



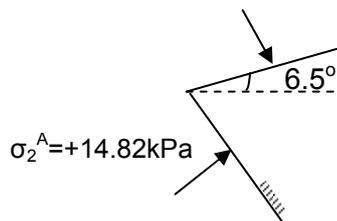
$$\sigma_2 = \sigma_\theta = \sigma_x = -0.77 \text{ kPa}$$

2. (α) $\Delta\sigma_1^A = \Delta\sigma_z^A = 64.5 \text{ kPa}$
 $\Delta\sigma_3^A = \Delta\sigma_r^A = 10 \text{ kPa}$



(β) $u = 56.35 \text{ kPa}$

3. (α) $\sigma_1^A = +97.86 \text{ kPa}$



$$\sigma_3^A = \sigma_\theta^A = \sigma_x^A = +1.8 \text{ kPa}$$

(β) $\varepsilon_{vol}^A = 0$

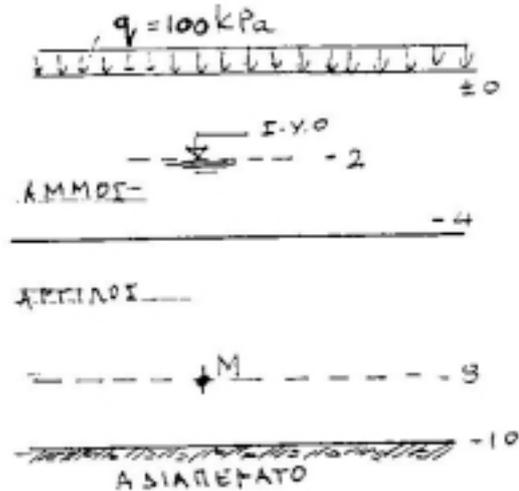
4. Τη θέση Α διότι στην κλειδα της σήραγγας $\Delta\sigma_z^A < \Delta\sigma_z^B$



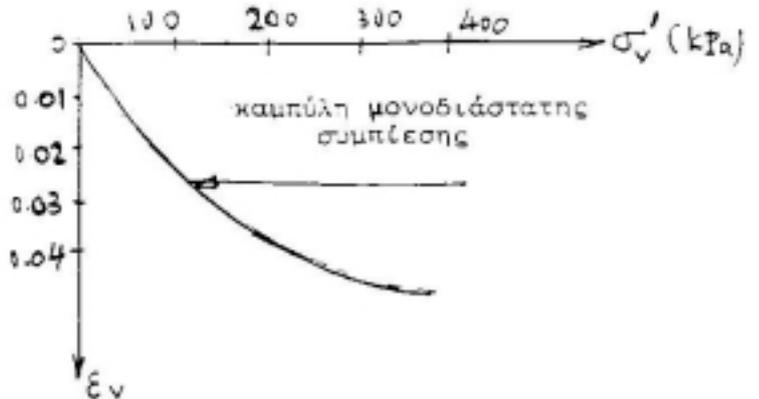
6^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Μονοδιάστατη παραμόρφωση)

1. Να προσδιορισθούν οι τάσεις σ_v , σ_v' και η πίεση πόρων u στο σημείο M:

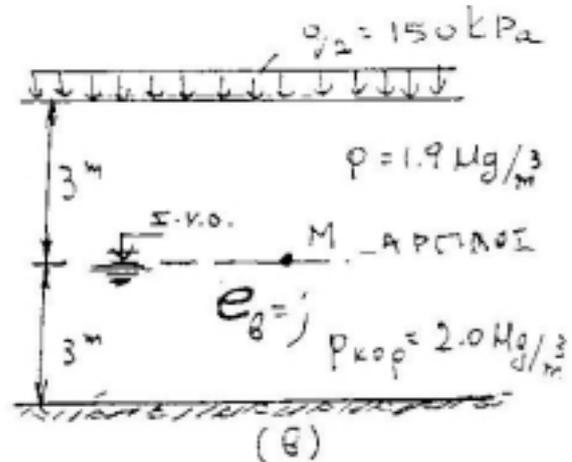
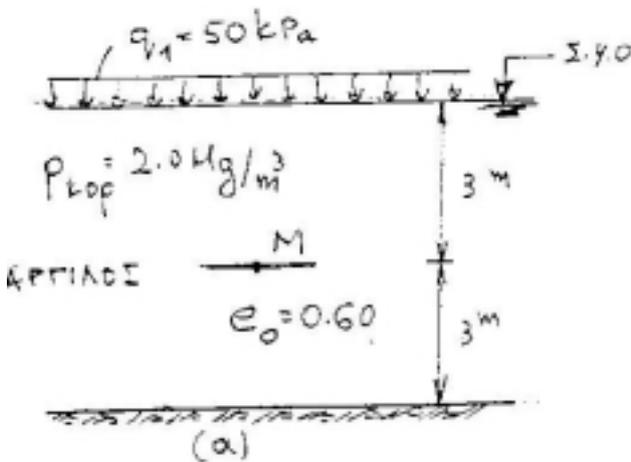
- α) Προτού επιβληθεί το φορτίο q .
 - β) Αμέσως μετά την επιβολή του φορτίου q .
 - γ) Όταν έχει πια ολοκληρωθεί η στερεοποίηση του στρώματος της αργίλου λόγω του q .
- (Εδαφικές παράμετροι κατ' εκτίμηση)



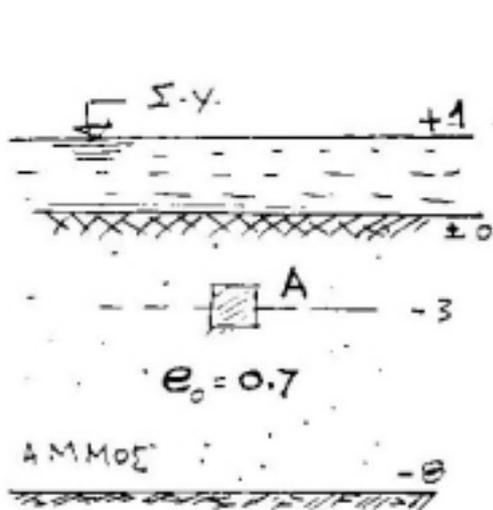
2. (i) Να εκτιμηθούν το μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης D , στο μέσον M του στρώματος της αργίλου στις περιπτώσεις (α) και (β) του παρακάτω σχήματος. Δίνεται η παραπλεύρως καμπύλη μονοδιάστατης συμπίεσης της αργίλου.



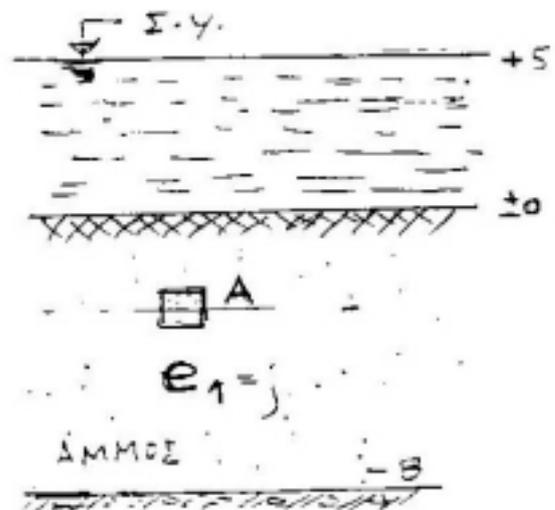
- (ii) Να προσδιορισθεί οι δείκτες πόρων e_b στην περίπτωση (β).



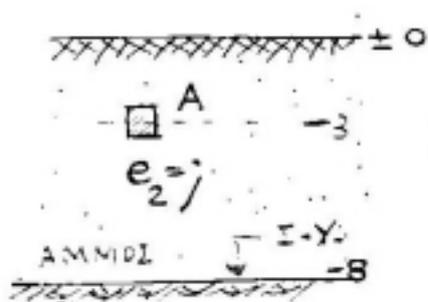
3. Να προσδιορισθούν οι δείκτες πόρων e_1 και e_2 . (Εδαφικές παράμετροι κατ' εκτίμηση)



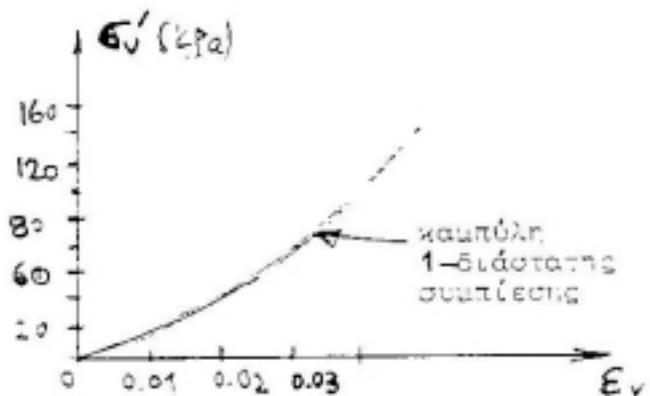
0. Στάθμη λίμνης +1.00



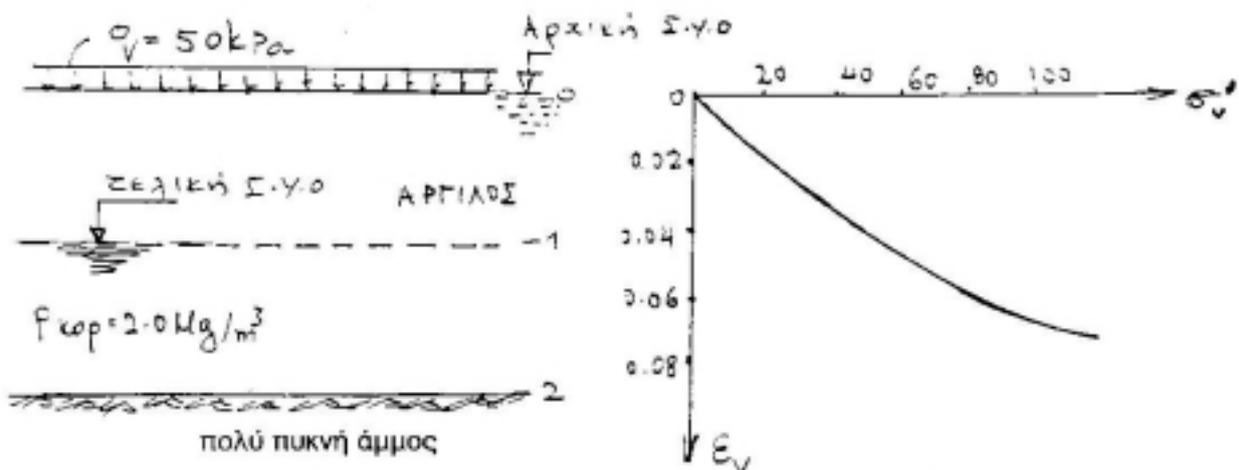
1. Άνοδος στάθμης λίμνης (+5.00)



2. Αποξήρανση λίμνης

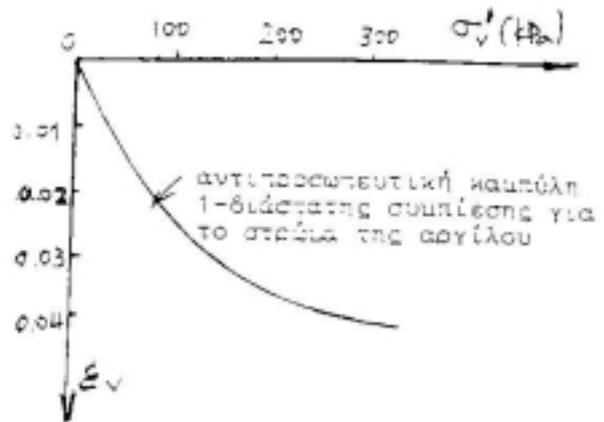
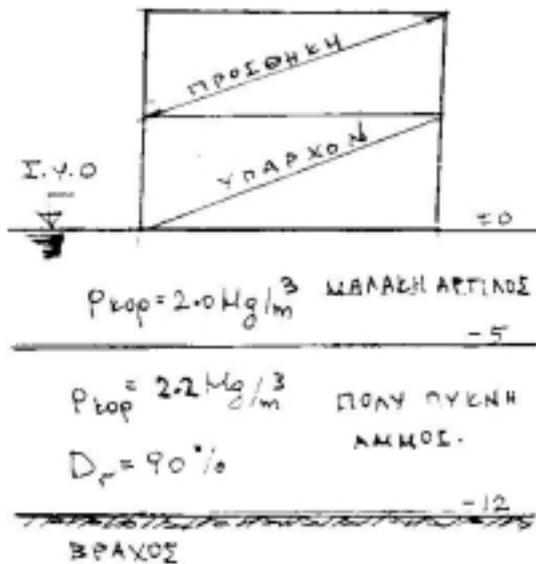


4. Μετά την ολοκλήρωση των καθιζήσεων που προκαλεί στην αργιλική στρώση το απεριόριστο φορτίο $q = 50 \text{ kN/m}^2$, γίνεται καταβίβαση της στάθμης του υπογείου ορίζοντα (Σ.Υ.Ο.) σε βάθος -1.0m . Ζητείται να προσδιορισθεί η καθίζηση που προκαλεί αποκλειστικά ο καταβίβαση της στάθμης του υπογείου ορίζοντα. Δίδεται η καμπύλη μονοδιάστατης συμπίεσης της αργίλου. $\rho = 1.9 \text{ Mg/m}^3$ (πάνω από την τελική Σ.Υ.Ο.)

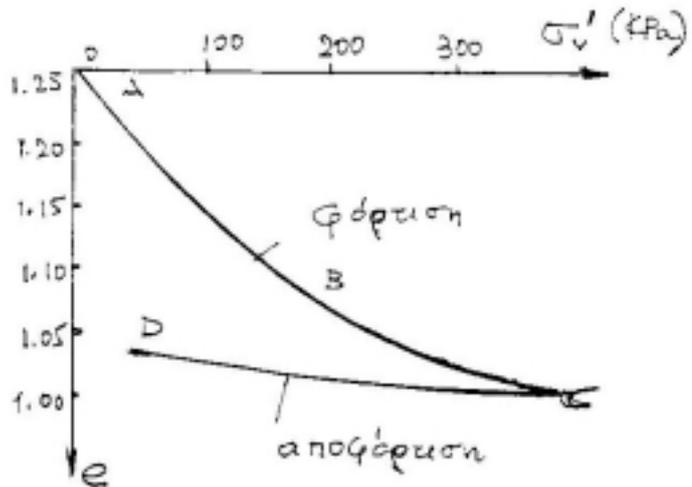
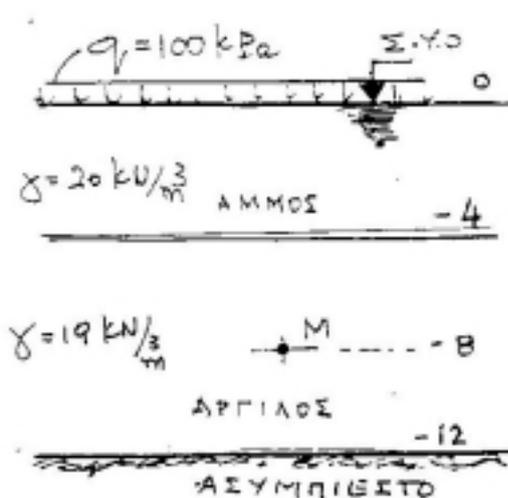


5. Βιομηχανικό κτίριο συνολικού φορτίου $p_{\text{στ}} = 120 \text{ MN}$ είναι θεμελιωμένο σε στρώση μαλακής αργίλου πάχους 5m . Δέκα χρόνια μετά την κατασκευή του κτιρίου γίνεται

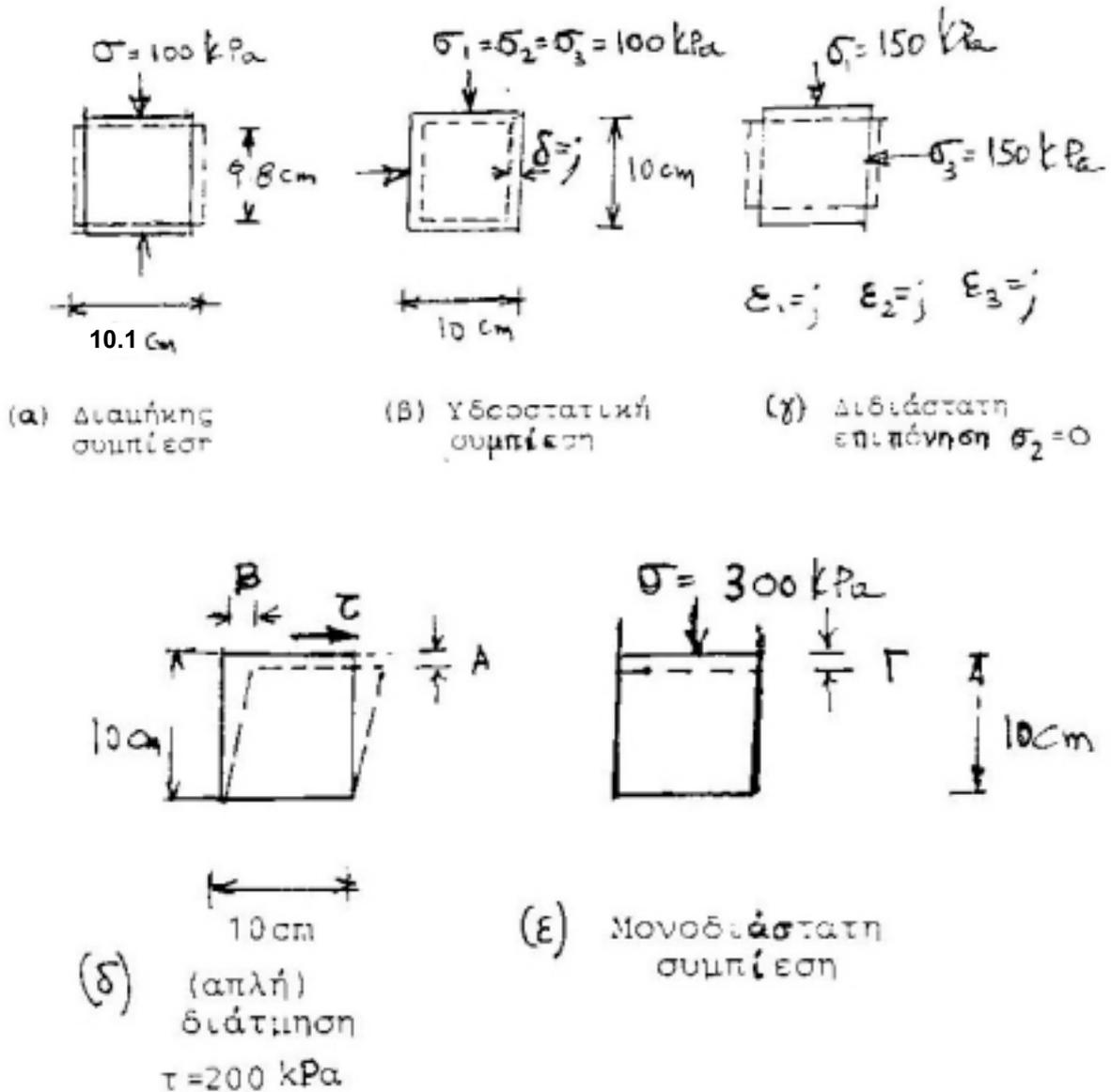
προσθήκη δύο ορόφων συνολικού φορτίου $\Delta P_{\text{προσθ}} = 80 \text{ MN}$. Να εκτιμηθεί η καθίζηση του κτιρίου λόγω της προσθήκης (κάτοψη κτιρίου $40\text{m} \times 40\text{m}$).



6. Για το αργιλικό στρώμα του σχήματος να προσδιορισθούν:
- Η ολική καθίζηση που οφείλεται στο απεριόριστα εκτεινόμενο επίχωμα, φορτίου $q = 100 \text{ kN/m}^2$.
 - Η διόγκωση που θα συμβεί στο αργιλικό στρώμα αν το επίχωμα απομακρυνθεί. Δίδονται η καμπύλη φόρτισης και η καμπύλη αποφόρτισης από δοκιμή μονοδιάστατης συμπίεσης που έγινε σε αντιπροσωπευτικό δείγμα που λήφθηκε από το μέσον M του στρώματος της αργίλου.
- Συνιστάται απλοποιητικά να μη γίνει διαίρεση σε ζώνες αλλά να θεωρηθεί ενιαίο στρώμα πάχους 8.0m .



7. Πέντε πανομοιότυπα κυβικά δοκίμια πλευράς 10cm υποβάλλονται στις εντατικές καταστάσεις του σχήματος. Με την παραδοχή ότι το υλικό των δοκιμίων είναι γραμμικώς ελαστικό, να προσδιορισθούν οι αναμενόμενες τιμές των δ , ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , A, B, Γ.



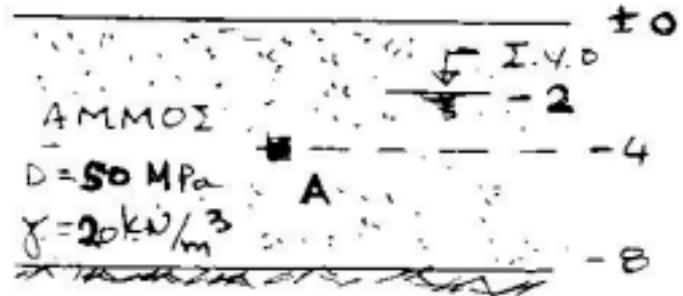
8. (α) Αληθεύει ότι στις υπερστερεοποιημένες αργίλους ο συντελεστής K_0 (σ_h'/σ_v') είναι μεγαλύτερος από ότι στις κανονικά στερεοποιημένες; Γιατί;
 Δώσατε κατά προσέγγιση τιμές του K_0 για τις δύο περιπτώσεις.
- (β) Υπό ποιές συνθήκες αργίλος υποβαλλόμενη σε μονοδιάστατη συμπίεση (δηλαδή χωρίς πλευρική παραμόρφωση) συμπεριφέρεται με πολύ καλή προσέγγιση σαν γραμμικό υλικό; Γιατί;
- (γ) Αναφέρατε μερικά γεωτεχνικά προβλήματα / εφαρμογές για τις οποίες θα συνιστούσατε τη δοκιμή της μονοδιάστατης συμπίεσης (χωρίς πλευρική παραμόρφωση).

- 9.** Αμμώδες εδαφικό δοκίμιο υποβάλλεται σε συμπίεση χωρίς πλευρική παραμόρφωση. Η επιβαλλόμενη τάση αυξάνεται από μηδέν έως 500 kPa και ακολουθεί αποφόρτιση σε τάση 100 kPa. Να δοθούν κατά ποιοτική προσέγγιση τα διαγράμματα:
- (α) Της ορθής επιβαλλόμενης τάσης συναρτήσει της ανηγμένης μεταβολής όγκου (ϵ_{vol})
 - (β) Της ορθής αναπτυσσόμενης πλευρικής τάσης συναρτήσει της ϵ_{vol} .

10. Η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται χαμηλότερα από την επιφάνεια αμμώδους εδαφικής στρώσης πάχους 8m.

Πόση θα είναι η κατακόρυφη παραμόρφωση του στοιχείου A όταν η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα:

- (α) Ανέλθει στη στάθμη της επιφάνειας του εδάφους.
- (β) Η περιοχή πλημμυρίσει και δημιουργηθεί λίμνη βάθους 10m.
- (γ) Το βάθος της λίμνης αυξηθεί και γίνει 30m.



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 6^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Παραδοχές
- | | (α) | (β) | (γ) |
|--|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| $\gamma_{\alpha\mu} = 18 \text{ KN/m}^3$ | $\sigma_v = 158 \text{ KPa}$ | $\sigma_v = 258 \text{ KPa}$ | $\sigma_v = 258 \text{ KPa}$ |
| $\gamma_{\alpha\mu, \text{κορ}} = 21 \text{ KN/m}^3$ | $\sigma'_v = 98 \text{ KPa}$ | $\sigma'_v = 98 \text{ KPa}$ | $\sigma'_v = 198 \text{ KPa}$ |
| $\gamma_{\alpha\mu, \text{κορ}} = 20 \text{ KN/m}^3$ | $u = 60 \text{ KPa}$ | $u = 160 \text{ KPa}$ | $u = 60 \text{ KPa}$ |
2. (i) (α) $D \approx 3500 \text{ kPa}$
 (β) $D \approx 6700 \text{ kPa}$
- (ii) $\Delta \varepsilon_v = -\frac{\Delta e}{1+e_o} = -\frac{e_B - e_o}{1+e_o} \quad e_B \approx 0,57$
3. $\sigma'_{v1} = \sigma'_{vo} \rightarrow e_1 = e_o, \quad e_2 \approx 0,685$
4. Θεωρώ δύο στρώματα (I) & (II): $\delta_I \approx 0,4 \text{ cm}, \delta_{II} \approx 0,5 \text{ cm} \rightarrow \delta = 0.9 \text{ cm}$
5. Παραδοχή μονοδιάστατης συμπίεσης λόγω “μεγάλης” κάτοψης κτιρίου...
 Το στρώμα άμμου θεωρείται ασυμπίεστο
 Καθίζηση αργίλου: $\delta \approx 0,006 * 500 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$ για ένα στρώμα....
6. (α). $\delta = \Delta \varepsilon \cdot h \approx 0,039 \times 800 \text{ cm} = 31,3 \text{ cm}$
 (β). Καμπύλη αποφόρτισης από το B παράλληλη στη CD (διάγραμμα)
 $e_{\alpha\rho\chi} \approx 1,085, \quad e_{\tau\epsilon\lambda} \approx 1,10 \rightarrow \Delta e = 0,015$
 Διόγκωση $\delta \approx \frac{0,015}{1+1,085} \times 800 \text{ cm} = 5,75 \text{ cm}$
7. (α) $\varepsilon_1 = 0,02, \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0,01 \rightarrow v = 0,5$
 (β) $v = 0 \rightarrow \delta = 0$ (ασυμπίεστο)
 (γ) $\varepsilon_1 = 0,015, \quad \varepsilon_2 = 0,03, \quad \varepsilon_3 = 0,015$
 (δ) $G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 1.667 \text{ KPa}$
 $\gamma = \frac{\tau}{G} = 0,12 \rightarrow B = 1,2 \text{ cm}, \quad A = 0$
 (ε) $v = 0,5 \rightarrow \Gamma = 0$ (ασυμπίεστο)
- 8-9 Απαντήσεις από τη θεωρία....
10. (α) $\delta = 0,32 \text{ cm}$ (ανύψωση)
 (β) & (γ) Ουδεμία μεταβολή στις ενεργές τάσεις από την περίπτωση (α)



6^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Μονοδιάστατη Παραμόρφωση) Συμπληρωματικές Ασκήσεις

Σ1. Η κατασκευή κυλινδρικού σιλό αποθήκευσης τσιμέντου με γενική κοιτόστρωση διαμέτρου $D=30\text{m}$ και μέσης τάσης έδρασης $q=160\text{kPa}$ γίνεται σε τρεις φάσεις προκειμένου να αυξηθεί η φέρουσα ικανότητα του θεμελίου και να μειωθούν οι καθιζήσεις του:

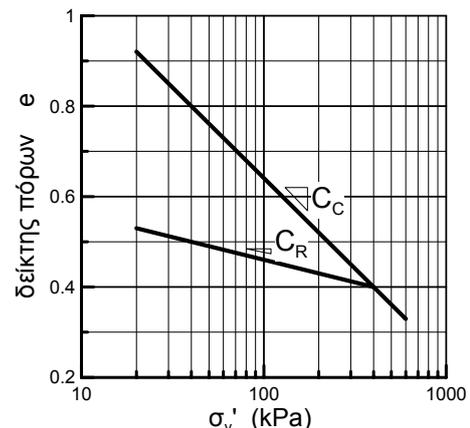
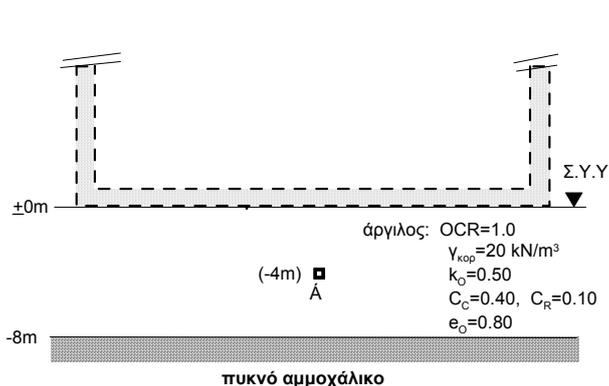
Α' ΦΑΣΗ: Προφόρτιση με εκτενές επιχώμα ύψους 4m και φαινόμενου ειδικού βάρους $\gamma_{\text{επιχ.}}=20\text{kN/m}^3$

Β' ΦΑΣΗ: Αφαίρεση του επιχώματος προφόρτισης

Γ' ΦΑΣΗ: Κατασκευή της θεμελίωσης και της ανωδομής

Θεωρώντας συνθήκες 1-Δ συμπίεσης της κανονικά στερεοποιημένης αργίλου ($\text{OCR}=1$), να υπολογισθούν για το τέλος της κάθε μιας φάσης:

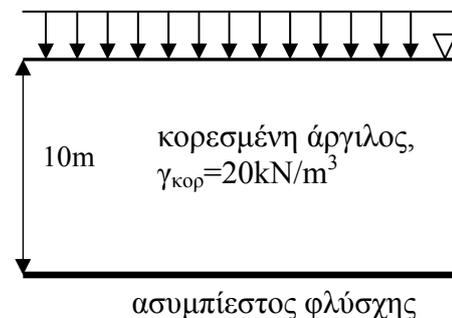
- Ο δείκτης πόρων στο μέσον του στρώματος της αργίλου (σημείο A)
- Η στάθμη της φορτιζόμενης επιφάνειας του εδάφους (απλουστευτικά, θεωρήστε μία μόνο στρώση αργίλου)
- Η οριζόντια ενεργός τάση στο μέσον του στρώματος της αργίλου (σημείο A)



Σημείωση: Οι εδαφικές παράμετροι αναφέρονται στο «αντιπροσωπευτικό» σημείο A, πλην του $\gamma_{\text{κορ}}$ που αφορά όλο το στρώμα της αργίλου.

(Φεβρουάριος 2004)

Σ2. Στην επιφάνεια αργιλικού στρώματος πάχους $H = 10\text{m}$ πρόκειται να κατασκευασθεί 20-όροφη οικοδομή η οποία επιβάλλει μέση τάση έδρασης $q = 150\text{kPa}$. Εάν, πριν από την κατασκευή της οικοδομής, η αργίλος είναι προφορτισμένη με $\text{OCR}=2.0$, $C_C=0.40$, $C_R=0.10$, $e=0.85$ και $K_o=0.50$, να υπολογισθούν για το μέσον του αργιλικού στρώματος:



α. Η κατακόρυφη παραμόρφωση που θα προκαλέσει η οικοδομή

β. Η αρχική και η τελική (κατά προσέγγιση) οριζόντια ολική τάση

Σημείωση: Επικρατούν συνθήκες 1-διάστατης συμπίεσης

(Ιανουάριος 2005)

Σ3. α. Να υπολογισθούν οι κύριες ενεργές τάσεις (ελάχιστη και μέγιστη) στο **σημείο Α**, λαμβάνοντας υπόψη το ίδιο βάρος του εδάφους καθώς και το βάρος της δεξαμενής για 50% πλήρωση της με νερό (το ίδιο βάρος της δεξαμενής είναι αμελητέο σε σχέση με αυτό του νερού).

β. Μετά από αρκετά χρόνια λειτουργίας (κατά τα οποία η δεξαμενή είχε επανειλημμένα πληρωθεί 100% με νερό) μετρήθηκε η ολική οριζόντια τάση στο **σημείο Β** ενώ η δεξαμενή ήταν άδεια. Πόση περίπου βρέθηκε;

γ. Μετά την ανωτέρω μέτρηση, η δεξαμενή πληρώθηκε και πάλι 100% με νερό, και μετρήθηκε η καθίζηση στον άξονα του πυθμένα. Πόση βρέθηκε ακριβώς;

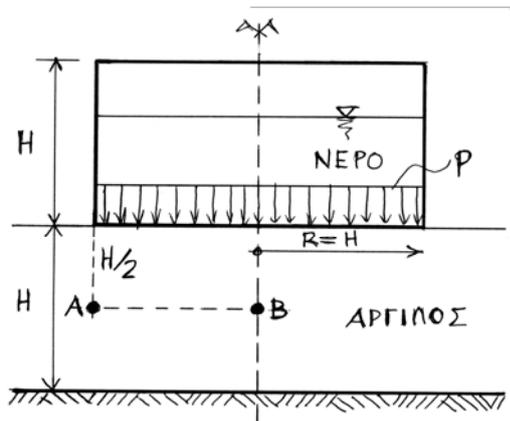
Για την άργιλο μετρήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι μηχανικής συμπεριφοράς πριν από την κατασκευή και χρήση της δεξαμενής:

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$	$\text{OCR} = 1.0$
$k_o = 0.60$	$C_c = 0.45$
$e_o = 1.00$ για $\sigma'_{v0} = 50 \text{ kPa}$	$C_r = 0.10$

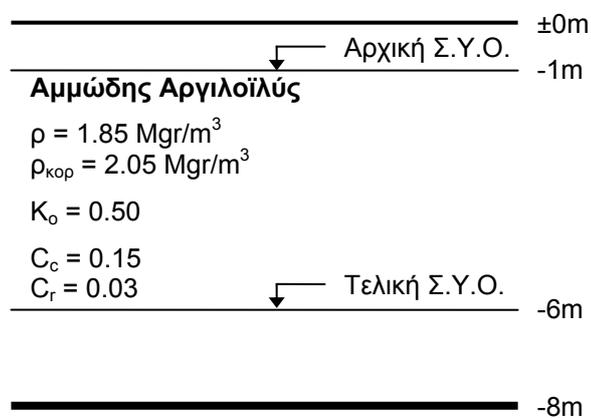
Δίνεται $H = 10\text{m}$.

[Να θεωρηθεί ότι στον άξονα της δεξαμενής επικρατούν συνθήκες μονοδιάστατης συμπίεσης.]

(Έλεγχος Προόδου, 2005)



Σ4. Στην αρκετά διαπερατή εδαφική στρώση του σχήματος απαιτείται προσωρινός καταβιβασμός του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα μέσω διαρκούς αντλήσεως από την αρχική στάθμη -1.0m μέχρι τη στάθμη -6.0m . Μετά την πάροδο αρκετού χρόνου διακόπτονται οι αντλήσεις και ο ορίζοντας επανέρχεται στην αρχική του στάθμη (-1.0m).



Με την παραδοχή ότι αμέσως μετά την έναρξη και διακοπή των αντλήσεων αποκαθίστανται υδροστατικές συνθήκες λόγω (σχετικά) μεγάλης διαπερατότητας της στρώσεως (οφειλόμενης στο υψηλό ποσοστό περιεχόμενου χονδρόκοκκου υλικού)

Ζητούνται:

- α.** η καθίζηση της ελεύθερης επιφάνειας της αργίλου μετά τον καταβιβασμό του υπόγειου ορίζοντα,
- β.** η ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας της αργίλου μετά την επαναφορά του υπόγειου ορίζοντα στην αρχική στάθμη (-1.0m) και
- γ.** οι τιμές της ενεργού και της ολικής οριζόντιας τάσης (σ'_{ho} και σ_{ho} , αντίστοιχα) στο μέσο M του συμπιεστού στρώματος κατά τις δύο παραπάνω χρονικές στιγμές.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 6^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Σ1.

	A' φάση	B' φάση	Γ' φάση
e	0.610	0.658	0.522
Δh (cm)	84.8 (καθίζηση)	21.6 (ανύψωση)	60.4 (καθίζηση)
σ _h (kPa)	60	≈60	100

Σ2. (α) Δh = 81cm

(β) σ_{h, αρχ} = 100 kPa , σ_{h, τελ} = 150 kPa

Σ3. (α) Επανάληψη στη μετάδοση τάσεων στο έδαφος.

Για τα β. και γ. παραδοχή μονοδιάστατης συμπίεσης

(β) σ_h ≈ 114 kPa

(γ) Δh = 17.2 cm (καθίζηση)

Σ4. (α) Δh = 6 cm (καθίζηση)

(β) Δh = 1.2 cm (ανύψωση)

(γ) σ_h = 47,4 kPa , σ'_h = 22,4 kPa

σ_h = 32,4 kPa , σ'_h = 32,4 kPa



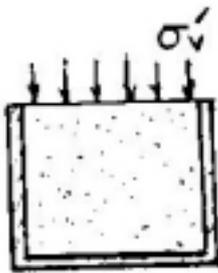
7^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ : Διατμητική αντοχή εδαφών

1. Δοκίμιο άμμου υποβλήθηκε σε δοκιμή κυλινδρικής τριαξονικής συμπίεσης. Όταν η αξονική παραμόρφωση ήταν $\epsilon_1 = 5\%$ η πλευρική παραμόρφωση μετρήθηκε $\epsilon_2 = -2.8\%$. Κατά την αστοχία η αξονική παραμόρφωση ήταν $\epsilon_1 = 5.5\%$.

α) Ποία από τις παρακάτω τιμές σχετικής πυκνότητας αντιστοιχεί κατά τη γνώμη σας στο δοκίμιο και γιατί; $D_r = 25\%$ ή $D_r = 80\%$

β) Για την τιμή του D_r που θα επιλέξετε, ζητείται ο πραγματικός δείκτης πόρων e του υλικού (εργαστηριακά προσδιορίσθηκαν $e_{max} = 0.70$ και $e_{min} = 0.40$).

2. Δοκίμιο αργίλου υποβάλλεται διαδοχικά στις ακόλουθες εντατικές καταστάσεις:

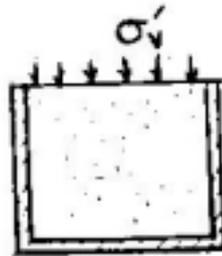


(α)

Μονοδιάστατη συμπίεση

σ'_v (αρχική) = 0

σ'_v (τελική) = 300 kPa

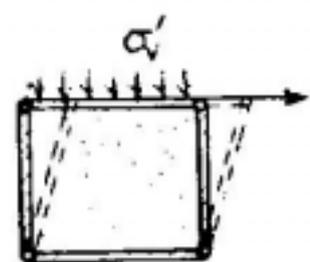


(β)

Μονοδιάστατη αποφόρτιση

από $\sigma'_v = 300$ kPa

ως $\sigma'_v = 50$ kPa



(γ)

Απλή διάτμηση υπό

κατακόρυφη πίεση

$\sigma'_v = 50$ kPa

Ζητούνται (κατά ποιοτική προσέγγιση):

α) Τα διαγράμματα " $\sigma'_v - \epsilon_v$ " και " $\tau - \gamma$ " των τριών δοκιμών.

β) Οι τελικοί κύκλοι Mohr των εντατικών καταστάσεων (α), (β), (γ).

3. Στο παραπλεύρωσ σχήμα:

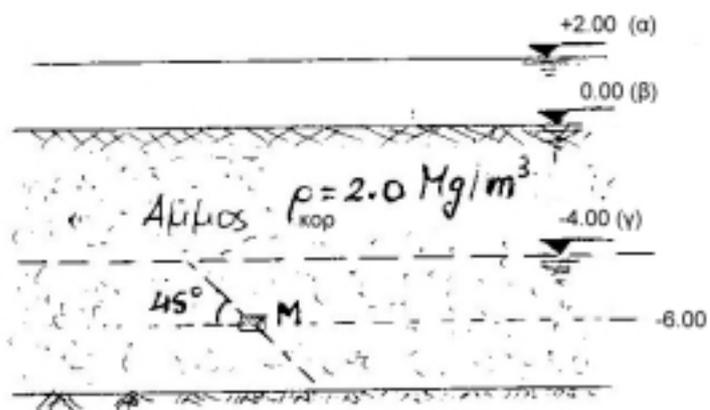
Να προσδιορισθεί η μέγιστη διαθέσιμη διατμητική αντίσταση (σε απευθείας διάτμηση) (i) σε οριζόντιο επίπεδο και (ii) σε επίπεδο που κλίνει υπό γωνία 45° και διέρχεται από το σημείο M, στις περιπτώσεις που:

α) Η στάθμη του νερού βρίσκεται 2 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

β) Η στάθμη του νερού βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους.

γ) Η στάθμη του νερού βρίσκεται 4 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Η άμμος παραμένει κορεσμένη και μετά τον καταβιβασμό της στάθμης του νερού. Δίδονται τα αποτελέσματα δοκιμής απευθείας διάτμησης σε όμοιο εδαφικό δείγμα κατά την αστοχία: $\sigma'_v = 100$ kPa και $\tau_{h,\alpha} = 58$ kPa.



4. Δύο δοκίμια μιας αργίλου υποβάλλονται σε κυλινδρική τριαξονική συμπίεση και

απλή διάτμηση με τα ακόλουθα στοιχεία:

Τριαξονική δοκιμή

$$\sigma'_c = 150 \text{ kPa}$$

$$\Delta\sigma'_\alpha = 300 \text{ kPa}$$

Απλή διάτμηση

$$\sigma'_v = 200 \text{ kPa}$$

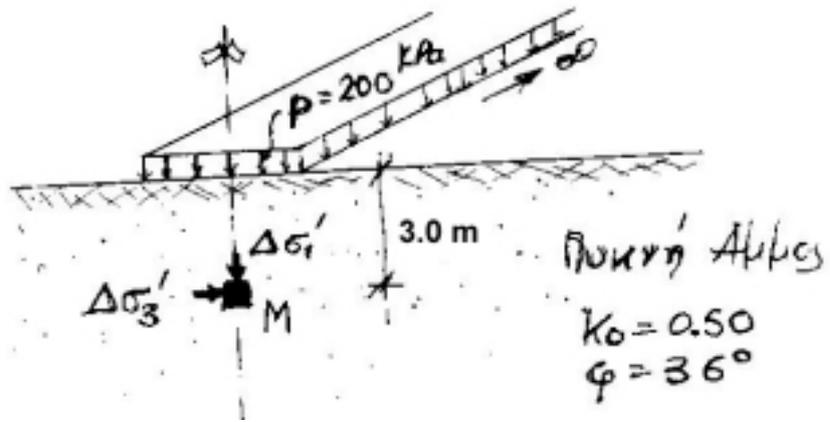
$$\tau_{h,\alpha} = 100 \text{ kPa}$$

όπου οι τάσεις $\Delta\sigma'_\alpha$ και $\tau_{h,\alpha}$ αναφέρονται στην κατάσταση αστοχίας

Ζητούνται:

- (α) Αν η ίδια άργιλος υποβληθεί σε δοκιμή απευθείας διάτμησης με $\sigma'_v = 200 \text{ kPa}$, ποιά θα είναι η τάση τ_α κατά την αστοχία;
 (β) Αν η ίδια άργιλος υποβληθεί σε τριαξονική δοκιμή με $\sigma'_c = 0$, ποιά θα είναι η $\sigma'_{1\alpha}$ και η $\tau_{\max,\alpha}$ κατά την αστοχία; (Να ληφθεί συντελεστής $K_0 = 0.50$).

5. Το φορτίο με ένταση p προκαλεί στο σημείο M (βάθος 3 μέτρα) πρόσθετες κύριες τάσεις $\Delta\sigma'_1 = 160 \text{ kPa}$ και $\Delta\sigma'_3 = 40 \text{ kPa}$. Αν το εδαφικό υλικό αστοχεί σύμφωνα με το κριτήριο Mohr-Coulomb, να εξετασθεί αν το σημείο M έχει αστοχήσει ή όχι μετά την επιβολή του φορτίου, και να σχεδιασθεί ο αντίστοιχος κύκλος Mohr.



6. Δύο δοκίμια αμμώδους εδαφικού υλικού υποβάλλονται σε δοκιμές απευθείας διάτμησης και απλής διάτμησης.

Δίδονται:

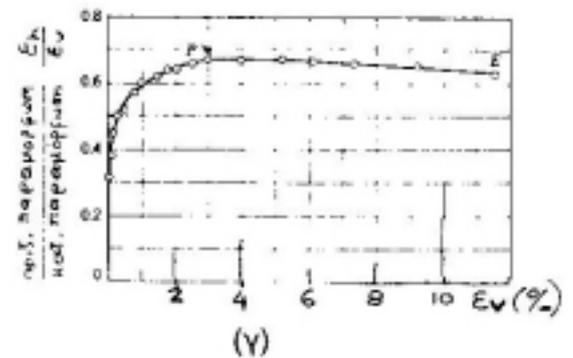
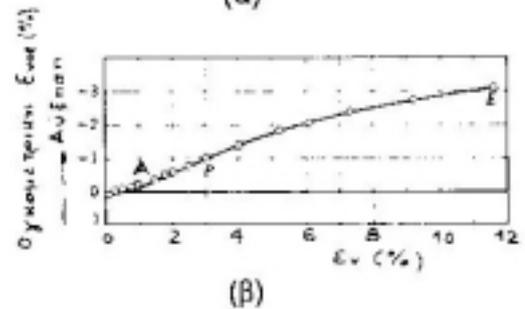
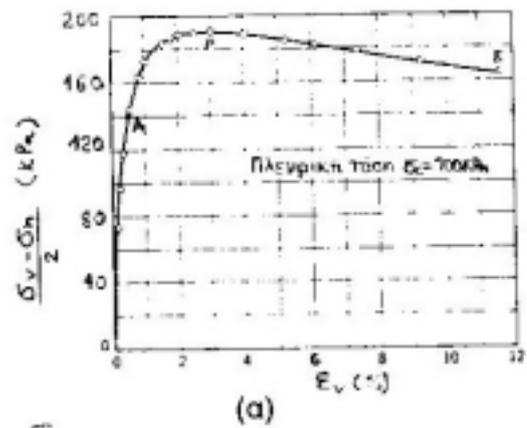
- α) Οι τάσεις $\sigma'_v = 250 \text{ kPa}$ και $\tau_{h,\alpha} = 145 \text{ kPa}$ στην κατάσταση αστοχίας σε απευθείας διάτμηση.
 β) Οι τάσεις $\sigma'_v = 350 \text{ kPa}$ και $\tau_{h,\alpha} = 100 \text{ kPa}$ στην κατάσταση αστοχίας σε απλή διάτμηση.
 γ) Οι τάσεις $\sigma'_v = 350 \text{ kPa}$ και $\tau_h = 50 \text{ kPa}$ σε μια ενδιάμεση φάση της δοκιμής σε απλή διάτμηση.

Ζητούνται:

- α) Ο συντελεστής K_0 για την άμμο.
 β) Η διεύθυνση του επιπέδου αστοχίας σε δοκιμή απλής διάτμησης.
 γ) Η τιμή της μέγιστης διατμητικής τάσης τ_{\max} και η διεύθυνση του επιπέδου στο οποίο ασκείται, κατά την ενδιάμεση φάση της δοκιμής απλής διάτμησης.

7. Τριαξονική δοκιμή σε δοκίμιο άμμου έδωσε τα αποτελέσματα των παραπλεύρως διαγραμμάτων:

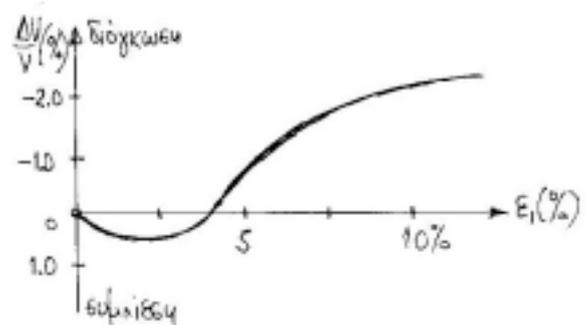
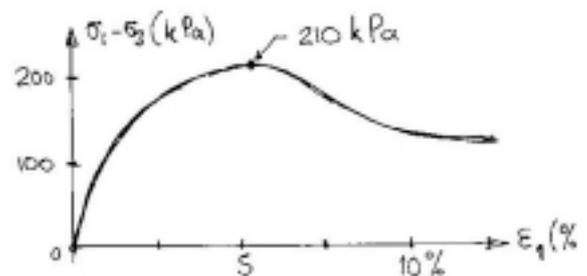
- Να υπολογισθεί η γωνία εσωτερικής τριβής ϕ της άμμου.
- Κατά τη στιγμή της αστοχίας, πόση θα είναι η διατμητική τάση στο επίπεδο αστοχίας και πόση σε ένα επίπεδο που σχηματίζει γωνία 40° με το οριζόντιο επίπεδο.
- Να ελέγξετε αν στα σημεία A, P και E στα διαγράμματα (β) και (γ) είναι συμβιβαστά.
- Να σχεδιάσετε τη μεταβολή του λόγου του Poisson ν σαν συνάρτηση του ϵ_v .
- Να εκτιμήσετε το μέτρο ελαστικότητας E (Young) που αντιστοιχεί σε παραμόρφωση $\epsilon_v = 0.5\%$ και το αντίστοιχο μέτρο μονοδιάστατης συμπίεσης D.



8. Από κυλινδρική τριαξονική δοκιμή σε δοκίμιο πυκνής άμμου προέκυψαν οι καμπύλες του σχήματος.

Ζητούνται:

- Να υπολογισθεί και να σχεδιασθεί η εξέλιξη του λόγου του Poisson ν συναρτήσει της παραμόρφωσης ϵ_1 .
- Αν κατά τη δοκιμή $\sigma_3 = \sigma_c = 85$ kPa να εκτιμηθεί η γωνία διατμητικής αντοχής ϕ της άμμου.





7^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Διατμητική Παραμόρφωση & Αντοχή Εδαφών)
Συμπληρωματικές Ασκήσεις

Σ1. Να αποδειχθεί ότι κατά την αστοχία ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις μεταξύ των ενεργών κυρίων τάσεων $\sigma'_{1\alpha}$ και $\sigma'_{3\alpha}$ (c =συνοχή, ϕ =γωνία εσωτερικής τριβής):

$$\frac{\sigma'_{1\alpha} - \sigma'_{3\alpha}}{\sigma'_{1\alpha} + \sigma'_{3\alpha} + 2c / \tan \phi} = \sin \phi \quad \text{και} \quad \sigma'_{3\alpha} = \sigma'_{1\alpha} k_a - 2c \sqrt{k_a}$$

$$\text{όπου} \quad k_a = \tan^2 (45 - \phi / 2)$$

(Έλεγχος Προόδου, 2005)

Σ2. Σε δοκιμή απλής διάτμησης, επί δοκιμίου ξηρής άμμου με γωνία τριβής $\phi=30^\circ$, η κατακόρυφη ενεργός τάση και η οριζόντια διατμητική τάση κατά την αστοχία είναι $\sigma_{v,\alpha}=400$ kPa και $\tau_{h,\alpha}=100$ kPa αντίστοιχα.

- Να υπολογισθούν οι αρχικές ορθές τάσεις σ_{vo} και σ_{ho} υπό την προϋπόθεση ότι $\sigma_{vo} > \sigma_{ho}$ (κατά την γνώμη μας η αναλυτική λύση είναι πιο απλή, μπορείτε όμως να χρησιμοποιήσετε και γραφική λύση).
- Να σχεδιασθεί ο αρχικός και ο τελικός (κατά την αστοχία) κύκλος του Mohr. Να προσδιορισθούν τα επίπεδα αστοχίας (είναι δύο και όχι ένα) και να υπολογισθούν οι τάσεις (σ_α και τ_α) που ασκούνται σε αυτά.

(Φεβρουάριος 2004)

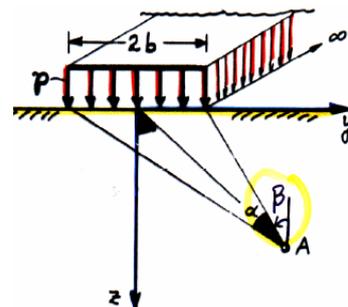
Σ3. Σε ξηρό δοκίμιο ιλυώδους αργίλου εκτελέσθηκαν δύο δοκιμές διάτμησης, μία τριαξονική φόρτιση και μία απλή διάτμηση, με τις ακόλουθες αρχικές τάσεις και τάσεις αστοχίας:

	Τριαξονική Φόρτιση		Απλή διάτμηση		
	σ'_h	σ'_v	σ'_h	σ'_v	τ_h
αρχικές τάσεις (kPa)	200	200	325	175	0
τάσεις αστοχίας (kPa)	200	50	325	175	105

- Να υπολογισθούν γραφικά οι παράμετροι διατμητικής αντοχής (c , ϕ) της αργίλου, και να βρεθούν τα επίπεδα αστοχίας (δύο για κάθε δοκιμή).
- Να υπολογισθούν αναλυτικά οι παράμετροι διατμητικής αντοχής (c , ϕ) της αργίλου.

(Φεβρουάριος 2003)

Σ4. Ομοιογενής στρώση άμμου (γ , k_o , ϕ , $c=0$) φορτίζεται από ομοιόμορφο φορτίο p που επιβάλλεται σε πεδילוδοκό πλάτους $2b$. Να βρεθεί το σημείο στον άξονα της πεδילוδοκού, το οποίο θα αστοχήσει πρώτο λόγω της ανωτέρω φόρτισης, καθώς και η αντίστοιχη τιμή του p .



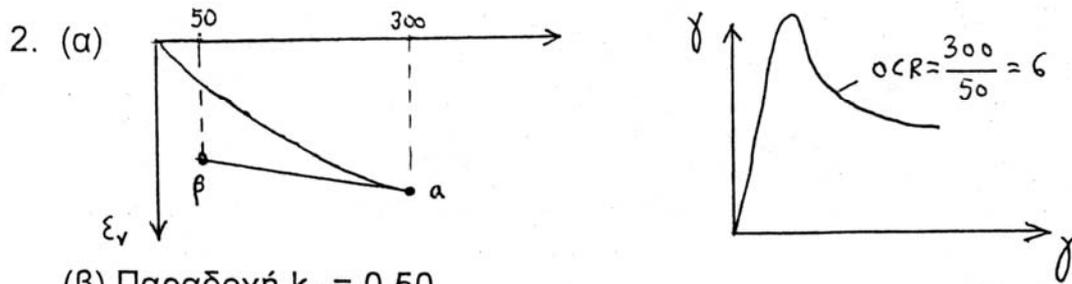
$$\Delta \sigma_z = \frac{P}{\pi} [a + \sin a \cdot \cos (a + 2\beta)]$$

$$\Delta \sigma_y = \frac{P}{\pi} [a - \sin a \cdot \cos (a + 2\beta)]$$

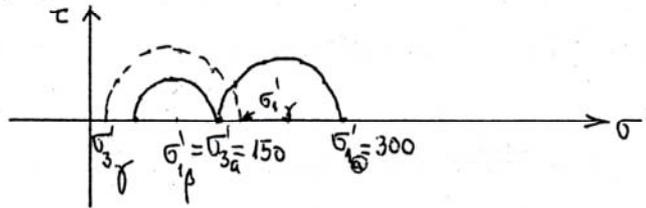
$$\Delta \sigma_{yz} = \frac{P}{\pi} \sin a \cdot \sin (a + 2\beta)$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 7^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. (α) $D_r = 80\%$ (β) $e = 0.46$



(β) Παραδοχή $k_o = 0.50$



3. Από δοκιμή απευθείας διάτμησης $\varphi = 30^\circ$

(i) οριζόντιο επίπεδο:

(α) $\tau_\alpha = 34.6 \text{ kPa}$ (β) $\tau_\alpha = 34.6 \text{ kPa}$ (γ) $\tau_\alpha = 57.7 \text{ kPa}$

(ii) επίπεδο κεκλιμένο υπό γωνία 45° ($K_o = 0.5$):

(α) $\tau_\alpha = 26 \text{ kPa}$ (β) $\tau_\alpha = 26 \text{ kPa}$ (γ) $\tau_\alpha = 43.3 \text{ kPa}$

4. Από αποτελέσματα δύο διατμητικών δοκιμών: $c = 76 \text{ kPa}$, $\varphi = 15^\circ$

(α) $\tau_\alpha = 128.78 \text{ kPa}$

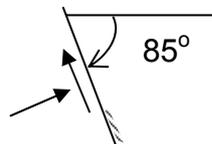
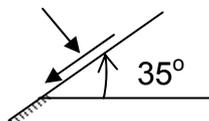
(β) $\sigma'_{1\alpha} = 197.50 \text{ kPa}$, $\tau_{\max,\alpha} = 95.5 \text{ kPa}$ (στο επίπεδο αστοχίας)

5. Δεν αστοχεί

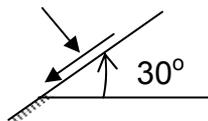
6. Από απευθείας διάτμηση $\varphi = 30^\circ$

(α) $K_o = 0.5$

(β)



(γ) $\tau_{\max} = 100 \text{ kPa}$



7. (α) $\varphi = 41^\circ$ (πυκνή)

(β) $\tau_\alpha = 143.54 \text{ kPa}$ (στο επίπεδο αστοχίας)

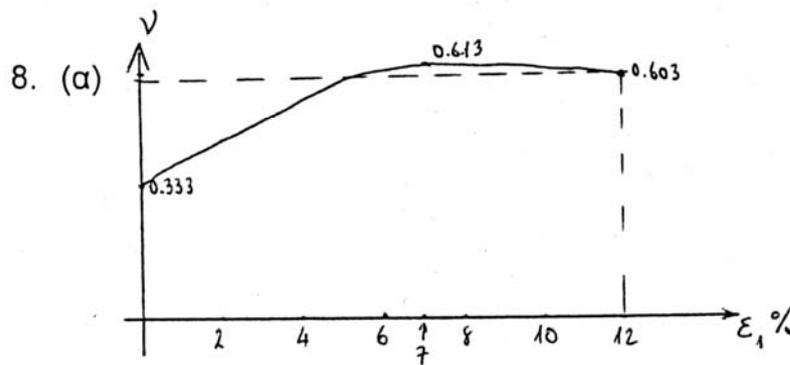
(γ) $\tau = 187.11 \text{ kPa}$ (στο επίπεδο υπό γωνία 40° ως προς οριζόντιο)

(γ).

Σημείο	% ϵ_{vol}	% ϵ_v	% ϵ_h	$\nu = -\frac{\epsilon_h}{\epsilon_v}$	ν (Διάγραμμα)
A	0	+0.5	-0.25	0.50	0.50 (συμβιβαστό)
P	-1	+3	-2.0	0.67	0,67 (")
E	-3	+11.5	-7.25	0.63	0.63 (")

(δ) Διάγραμμα (γ)

(ε) $E = 56 \text{ MPa}$ αλλά λόγω $\nu = 0.5$ θα είναι $D = \infty$



(β) $\phi \approx 34^\circ$

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

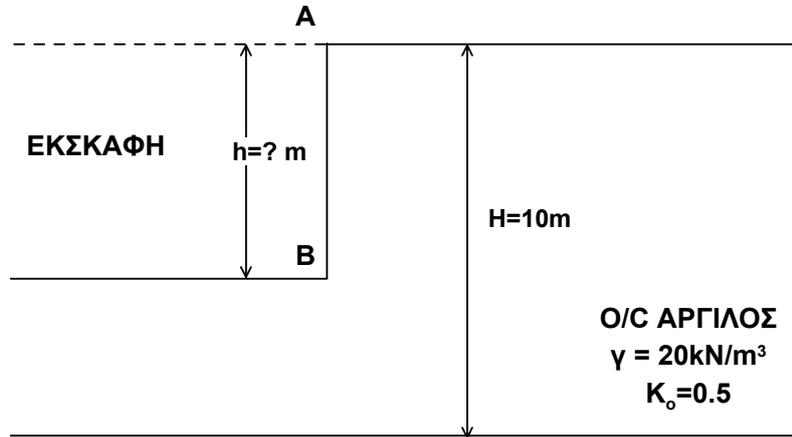
09/01/2012

Σ1. Σε αντιπροσωπευτικό δείγμα από την προστερεοποιημένη (Ο/Σ) άργιλο του **Σχήματος 1** δύο δοκιμές απευθείας διάτμησης έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Δοκιμή 1: $\sigma'_n=100\text{kPa}$, $\tau_a=66.63\text{kPa}$

Δοκιμή 2: $\sigma'_n=200\text{kPa}$, $\tau_a=113.26\text{kPa}$

Ζητείται το βάθος εκσκαφής h , για το οποίο αναμένεται να επέλθει διατμητική αστοχία στο σημείο **B** του πυθμένα εκσκαφής.

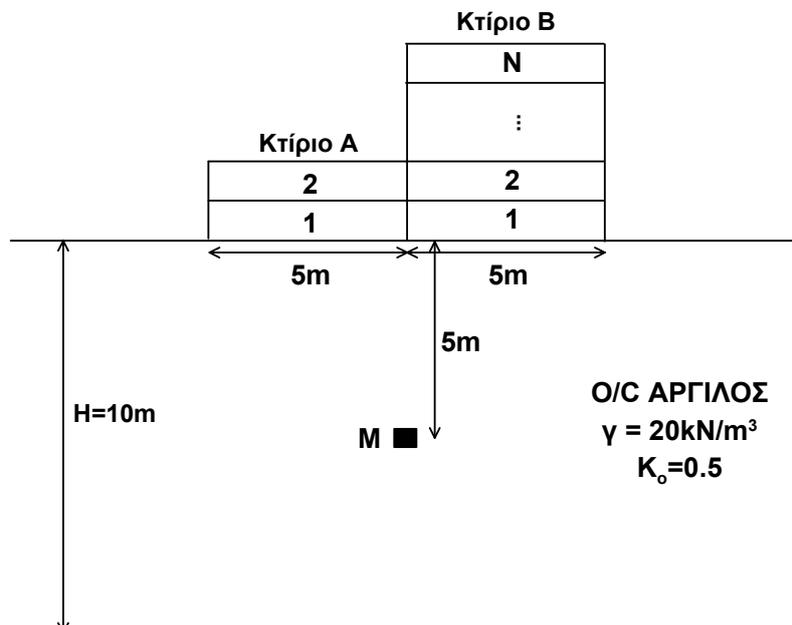


Σχήμα 1

Σ2. Στην επιφάνεια της προστερεοποιημένης (Ο/Σ) αργίλου της προηγούμενης άσκησης πρόκειται να κατασκευαστεί αρχικά το δώροφο κτίριο **A** και στη συνέχεια το πολυώροφο κτίριο **B** σε επαφή με το προηγούμενο όπως στο **Σχήμα 2**. Τα κτίρια θα θεμελιωθούν μέσω άκαμπτης πλάκας γενικής κοιτόστρωσης. Αν ο κάθε όροφος τόσο του κτιρίου **A** όσο και του κτιρίου **B** φορτίζει την πλάκα κοιτοστρώσεως με ομοιόμορφη πίεση $p=50\text{kPa}$, ζητούνται:

α) Να ελεγχθεί εάν αστοχεί σε διάτμηση το σημείο **M** λόγω κατασκευής του κτιρίου **A**.

β) Να προσδιοριστεί ο μέγιστος αριθμός ορόφων **N** του κτιρίου **B**, έτσι ώστε να μην επέλθει διατμητική αστοχία στο σημείο **M** λόγω κατασκευής και των δύο κτιρίων **A** και **B**.



Σχήμα 2



8^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Διάτμηση υπό αστράγγιστες συνθήκες –
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή αργίλου)

1. Σε αδιατάρακτα δείγματα αργίλου έγιναν δοκιμές κυλινδρικής τριαξονικής συμπίεσης με στερεοποίηση κατά την επιβολή της πλευρικής πίεσης σ_c και χωρίς στράγγιση κατά την επιβολή της πρόσθετης αξονικής πίεσης $\Delta\sigma_d$. Έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Δοκίμιο	$\sigma_c = \sigma'_c$ (kPa)	$\Delta\sigma_d$ κατά την αστοχία (kPa)	Πίεση πόρων κατά την αστοχία u_A (kPa)
I	200	126	110
II	400	242	227

Ζητούνται:

- α) Οι παράμετροι διατμητικής αντοχής (c, φ) της αργίλου.
β) Για το δοκίμιο I να προσδιοριστούν η μέγιστη διατμητική τάση κατά την αστοχία και η αντίστοιχη ορθή τάση, καθώς επίσης και οι τιμές των σ'_A και τ_A κατά την αστοχία, στο επίπεδο της αστοχίας.
γ) Οι παράμετροι πίεσης πόρων A_α των δύο δοκιμών κατά την αστοχία. Είναι τα δοκίμια προστερεοποιημένα (O.C.) ή κανονικά στερεοποιημένα (N.C.);
2. Δύο πλήρως κορεσμένα δοκίμια κανονικά στερεοποιημένης (απροφόρτιστης) αργίλου υποβάλλονται σε ισοτροπική συμπίεση με $\sigma_c = 70$ kPa σε τριαξονική συσκευή. Στη συνέχεια το ένα δοκίμιο υποβάλλεται σε αξονική συμπίεση υπό στραγγιζόμενες συνθήκες, το δε άλλο σε αξονική συμπίεση υπό αστράγγιστες συνθήκες, με ταυτόχρονη μέτρηση της πίεσης του νερού των πόρων. Οι μέγιστες τιμές $\Delta\sigma_d$ που μετρήθηκαν στις δύο δοκιμές κατά την στιγμή της αστοχίας ήταν:

$$\text{στραγγιζόμενες συνθήκες:} \quad \Delta\sigma_d = 96 \text{ kPa}$$

$$\text{αστράγγιστες συνθήκες:} \quad \Delta\sigma_d = 46 \text{ kPa}$$

Με την παραδοχή ότι και τα δύο δοκίμια έχουν την ίδια γωνία διατμητικής αντοχής φ , να υπολογιστούν:

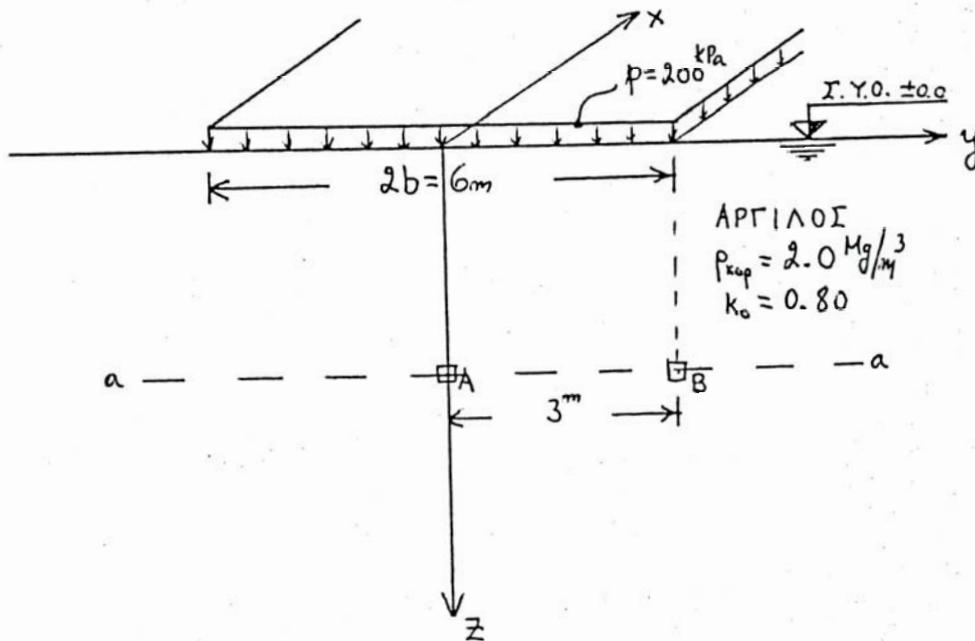
- α) Η γωνία φ
β) Η πίεση πόρων κατά την αστοχία $U_{\text{αστοχ}}$.

3. Για φόρτιση του εδάφους με το λωριδωτό φορτίο του σχήματος ζητείται:

Να ελεγχθεί εάν το έδαφος αστοχεί στο σημείο A και B αμέσως μετά την επιβολή φορτίου p (υπό αστράγγιστες συνθήκες).

Δίνονται τα αποτελέσματα δοκιμής κυλινδρικής τριαξονικής συμπίεσης υπό αστράγγιστες συνθήκες σε δύο δοκίμια που προέρχονται από το σημείο A.

Δοκίμιο	σ_c (kPa)	$\Delta\sigma_c$ (kPa)	σ_{1a} (kPa)
I	100	20	170
II	100	70	220



4. Δοκίμιο αργίλου στερεοποιείται υπό αρχική ιστροπική τάση $\sigma_c = \sigma'_c = 200$ kPa. Αν οι παράμετροι διατμητικής αντοχής της αργίλου είναι $c=0$, $\varphi=28^\circ$ και ο συντελεστής πίεσης πόρων κατά την αστοχία είναι $A_a = 0.50$ ζητούνται:

- Να υπολογισθεί η αστράγγιστη διατμητική αντοχή $s_u (=c_u)$ της αργίλου.
- Να υπολογισθεί η υπερπίεση πόρων του δοκιμίου κατά την αστοχία.
- Να σχεδιασθούν οι κύκλοι Mohr των ολικών και ενεργών τάσεων κατά την αστοχία του δοκιμίου.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 8^{ης} ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. (α) $c=0$, $\varphi=24.3^\circ$
(β) Δοκίμιο I: $\tau_{\max}^I = 63^{\text{kPa}}$, $\sigma'_I = 153^{\text{kPa}}$
 $\tau_\alpha^I = 57.42^{\text{kPa}}$, $\sigma'_\alpha^I = 127.1^{\text{kPa}}$ (επίπεδο αστοχίας δοκιμίου I)
(γ) Δοκίμιο I: $A_\alpha^I = 0.873$, Δοκίμιο II: $A_\alpha^{II} = 0.938$, κανονικά στερεοποιημένα
(N.C.)

2. (α) $\varphi = 24^\circ$
(β) $u_\alpha^{II} = 36.5^{\text{kPa}}$

3. Αστοχούν τόσο το σημείο A όσο και το σημείο B

4. (α) $S_u (=C_u) = 93.9^{\text{kPa}}$
(β) $u_\alpha = 93.9^{\text{kPa}}$
(γ) κύκλος ολικών τάσεων: $\sigma_{3\alpha} = 200^{\text{kPa}}$, $\sigma_{1\alpha} = 387.8^{\text{kPa}}$
κύκλος ενεργών τάσεων: $\sigma'_{3\alpha} = 106.1^{\text{kPa}}$, $\sigma'_{1\alpha} = 293.9^{\text{kPa}}$



8^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ (Διάτμηση υπό αστράγγιστες συνθήκες –
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή αργίλου)
Συμπληρωματικές Ασκήσεις

Σ1. Να υπολογιστούν οι τελικές ενεργές τάσεις και οι πιέσεις πόρων στις παρακάτω περιπτώσεις 3-αξονικής φόρτισης αργιλικού δοκιμίου, εάν υποτεθεί ότι ο συντελεστής πίεσης πόρων είναι $A=0.70$ ($B=1.00$) και η ιστροπική τάση στερεοποίησης είναι $\sigma_c = \sigma'_c = 175 \text{ kPa}$

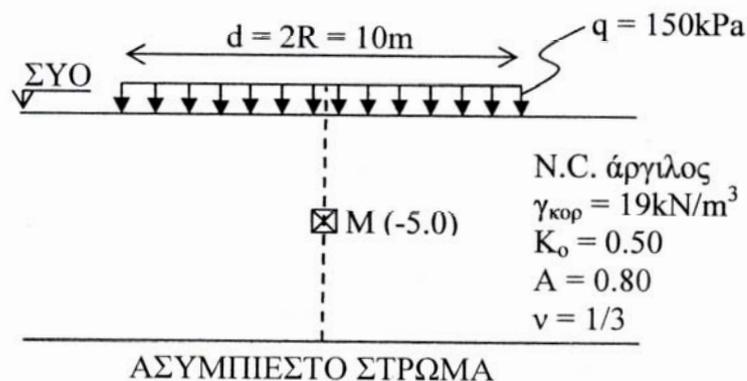
	α	β	γ	δ	ϵ	$\sigma\tau$
σ_v (kPa)	275	100	175	175	275	100
σ_h (kPa)	175	175	225	125	125	125

Λύση:

	α	β	γ	δ	ϵ	$\sigma\tau$
Δu (kPa)	+70	-22.5	+35	-15	+55	-57.5

Σ2. Στην επιφάνεια στρώσεως κανονικά στερεοποιημένης (N.C.) αργίλου πάχους 10m κατασκευάζεται κυκλική δεξαμενή διαμέτρου $d=10\text{m}$, η οποία φορτίζει το έδαφος με ομοιόμορφη πίεση $q=150\text{kPa}$. Ζητούνται οι ολικές τάσεις σ_v , σ_h , οι πιέσεις πόρων u και οι ενεργές τάσεις σ'_v και σ'_h στο σημείο M (μέσον του πάχους της αργίλου στον άξονα συμμετρίας της δεξαμενής), στις παρακάτω φάσεις:

- Πρίν την επιβολή του φορτίου q της δεξαμενής
- Αμέσως μετά την επιβολή του φορτίου q της δεξαμενής (φόρτιση υπό αστράγγιστες συνθήκες)
- Αρκετό χρόνο μετά την επιβολή του φορτίου της δεξαμενής, όταν θα έχει ολοκληρωθεί η στερεοποίηση



Λύση:

	σ_v	σ_h	σ'_v	σ'_h	u
$\alpha.$	95	72.5	45	22.5	50
$\beta.$	191.98	89.98	60.9	-41.1	131.08
$\gamma.$	191.98	82.7	141.98	32.7	50

- Σ3. Δύο αργιλικά δοκίμια στερεοποιούνται αρχικά σε πλευρική πίεση $\sigma'_3 = \sigma'_c = 300 \text{ kPa}$. Στην συνέχεια η πλευρική πίεση μειώνεται στο πρώτο δοκίμιο στην τιμή $\sigma'_{3I} = 150 \text{ kPa}$ και στο δεύτερο στην τιμή $\sigma'_{3II} = 100 \text{ kPa}$ και αφήνονται να στερεοποιηθούν στις παραπάνω τελικές τιμές των πλευρικών πιέσεων. Η τιμή της παραμέτρου πίεσεως πόρων κατά την αστοχία A_f συναρτήσει του λόγου προστερεοποίησης OCR δίδεται από τον παρακάτω πίνακα:

OCR	1	2	3	4	5
A_f	0.87	0.36	0.14	0	-0.05

Εάν οι παράμετροι διατμητικής αντοχής της προστερεοποιημένης αργίλου είναι $c = 20 \text{ kPa}$ και $\varphi = 22^\circ$ ζητούνται:

- Οι τιμές των αξονικών τάσεων σ_{1II} και σ_{1III} κατά την αστοχία των δύο δοκιμίων
- Οι τιμές των πιέσεων πόρων u_{II} και u_{III} κατά την αστοχία των δύο δοκιμίων

Λύση: i. $\sigma_{1II} = 317.14 \text{ kPa}$ $\sigma_{1III} = 253.55 \text{ kPa}$
 ii. $u_{II} = 60.17 \text{ kPa}$ $u_{III} = 21.50 \text{ kPa}$

- Σ4. Δύο πανομοιότυπα δοκίμια αργίλου ($c = 0 \text{ kPa}$, $\varphi = 30^\circ$) υποβάλλονται στα ακόλουθα στάδια φόρτισης:

- Στερεοποίηση υπό ιστροπική τάση $\sigma_c = \sigma'_c = 100 \text{ kPa}$
- Επιβολή πρόσθετης ιστροπικής θλίψης υπό αστράγγιστες συνθήκες
 Δοκίμιο A: $\Delta\sigma_{c,A} = 100 \text{ kPa}$
 Δοκίμιο B: $\Delta\sigma_{c,B} = 200 \text{ kPa}$
- Επιβολή πρόσθετης αξονικής θλίψης ($\Delta\sigma_{vA}$ και $\Delta\sigma_{vB}$) υπό αστράγγιστες συνθήκες, έως την αστοχία.

Να υπολογιστούν οι πρόσθετες αξονικές τάσεις $\Delta\sigma_{vA}$ και $\Delta\sigma_{vB}$ που απαιτούνται για την αστοχία των δύο δοκιμίων.

Σχολιάστε το αποτέλεσμα με αναφορά στην «αρχή της ενεργού τάσης».

Λύση: $\Delta\sigma_{vA} = \Delta\sigma_{vB} = 200 \text{ kPa}$