

2. Υπολογισμός Εδαφικών Ωθήσεων (επανάληψη από ΕΔΑΦΟ... Ι & ΙΙ)

Γιώργος Μπουκοβάλας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 2.1 Ξηρό ή κορεσμένο έδαφος
υπό στραγγιζόμενες συνθήκες φόρτισης**
- 2.2 Κορεσμένο έδαφος
υπό αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης**
- 2.3 Κορεσμένο έδαφος
υπό συνθήκες σταθερής ροής**

2.1 ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ (Επανάληψη)

Ξηρό ή κορεσμένο έδαφος υπό στραγγιζόμενες συνθήκες

Ενεργητική ώθηση κατά Rankine

- ξηρό έδαφος
- λείο τοίχο
- οριζόντια ελεύθερη επιφάνεια
- κατακόρυφη επιφάνεια επαφής τοίχου - εδάφους

Μικρή προς τα έξω μετακίνηση του τοίχου

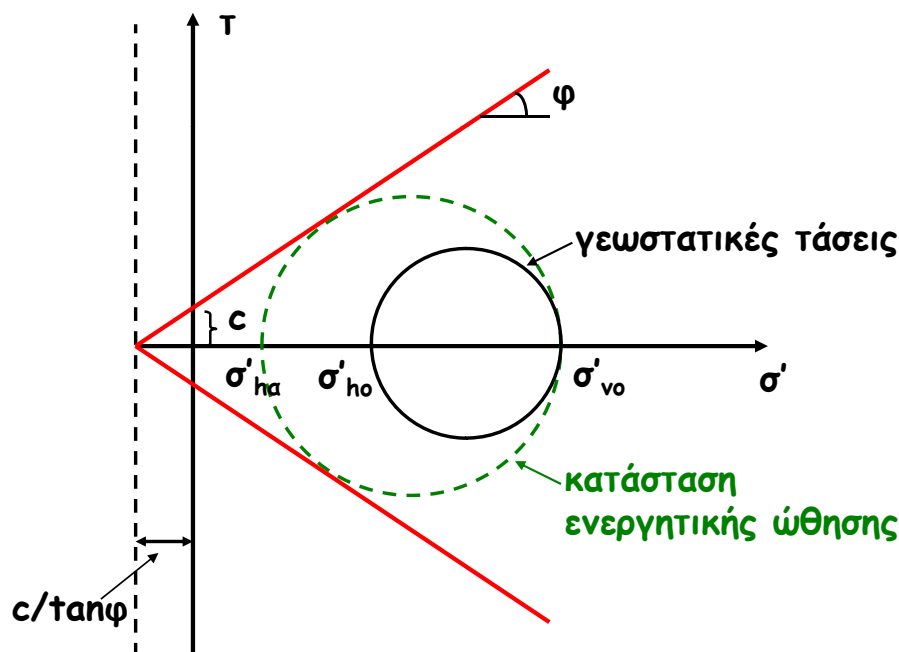
(~ 1‰ έως 4‰ του ύψους)

προκαλεί μείωση των οριζόντιων ενεργών τάσεων,

από $\sigma'_{ho} = K_o \sigma'_{vo}$ (K_o = συντ. ουδετέρας ωθήσεως)

σε $\sigma'_{ha} < \sigma'_{ho}$

Η ενεργητική ώθηση σ'_{ha} υπολογίζεται, υπό τις ανωτέρω παραδοχές, σχετικά εύκολα με βάση την απεικόνιση κατά Mohr.



σταδιακά μειώνεται η σ'_h μέχρι την αστοχία, οπότε

$$\left(\sigma'_{ha} + \frac{c}{\tan\varphi}\right) = K_a \left(\sigma'_{vo} + \frac{c}{\tan\varphi}\right)$$

$$\text{ή } \boxed{\sigma'_{ha} = K_a \sigma'_{vo} - 2c\sqrt{K_a}}$$

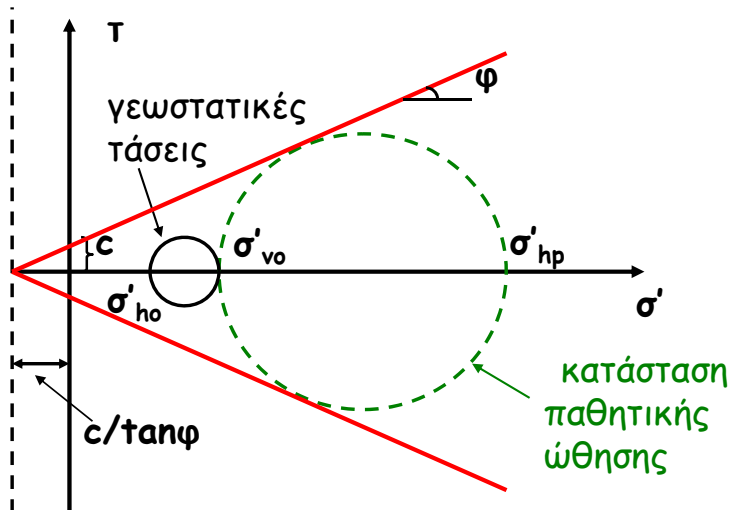
όπου $K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$

Παθητική ώθηση κατά Rankine

Κάτω από τις ίδιες προϋποθέσεις, σταδιακή μετατόπιση του τοίχου αντιστηρίξεως προς τα έσω προκαλεί αύξηση των οριζοντίων ενεργών τάσεων,

από $\sigma'_{ho} = K_o \sigma'_{vo}$

σε $\sigma'_{hp} \gg \sigma'_{ho}$



$$\left(\sigma'_{hp} + \frac{c}{\tan\varphi}\right) = K_p \left(\sigma'_{vo} + \frac{c}{\tan\varphi}\right)$$

$$\text{ή } \sigma'_{hp} = K_p \sigma'_{vo} + 2c\sqrt{K_p}$$

$$\text{όπου } K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Ειδική Περίπτωση: **Ξηρή Άμμος**

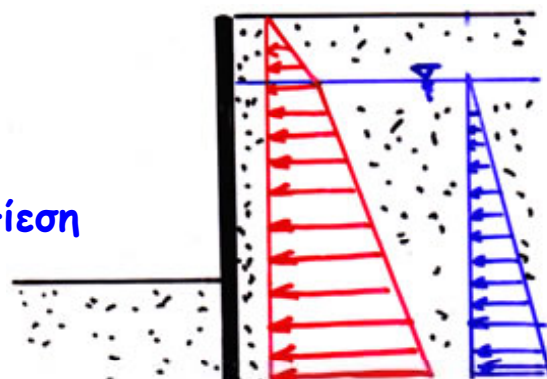
$$c=0, \varphi \neq 0$$

- $\sigma'_{ha} = K_a \sigma'_{vo}$, $K_a = \tan^2(45 - \varphi/2)$
- $u = 0$
- $\sigma_{ha} = \sigma'_{ha}$

Ειδική Περίπτωση: **Κορεσμένη Άμμος**

$$c=0, \varphi \neq 0$$

- $\sigma'_{ha} = K_a \sigma'_{vo}$
- $u = \text{υδροστατική}$
- $\sigma_{ha} = K_a \sigma'_{vo} + \text{υδροστατική πίεση}$

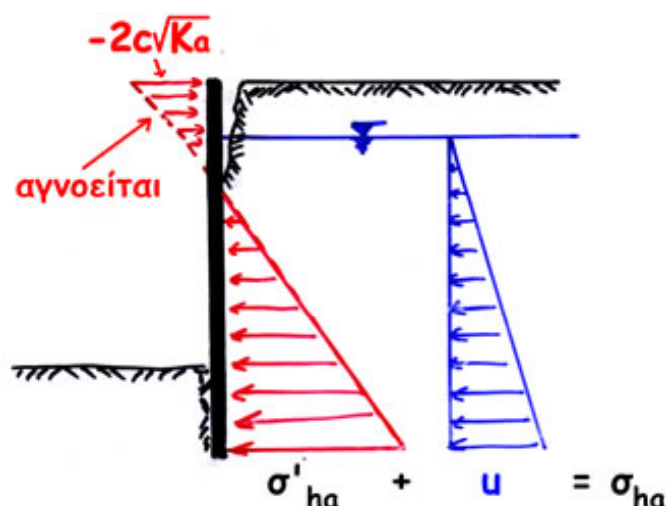


Μακροπρόθεσμα (μετά από πολλά χρόνια όταν οι υπερπιέσεις του ύδατος των πόρων έχουν μηδενιστεί)

- $\sigma'_{ha} = K_a \sigma'_{vo} - 2c \sqrt{K_a}$
- $u = \text{υδροστατική}$
- $\sigma_{ha} = \sigma'_{ha} + \text{υδροστατική πίεση}$

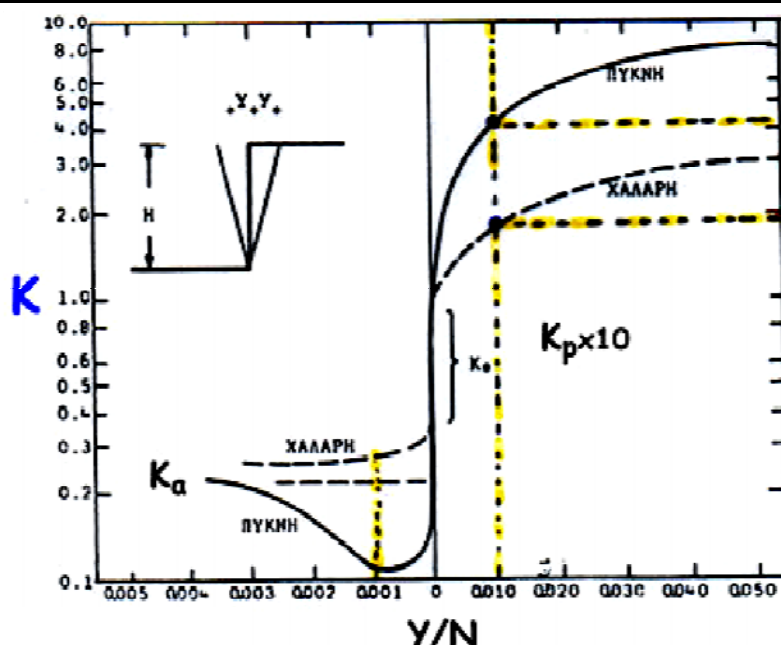
Προσοχή!

Επιφανειακά, όταν $K_a \sigma'_{vo} < 2c \sqrt{K_a}$ ή $\sigma'_{vo} < 2c/\sqrt{K_a}$, έχουμε ρηγμάτωση του εδάφους λόγω αδυναμίας ανάληψης εφελκυστικών τάσεων. Οι ωθήσεις στο ρηγματωμένο τμήμα (αρνητικές) αγνοούνται.



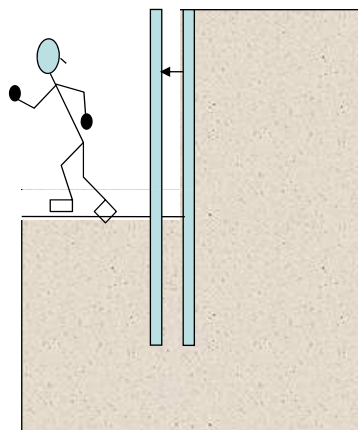
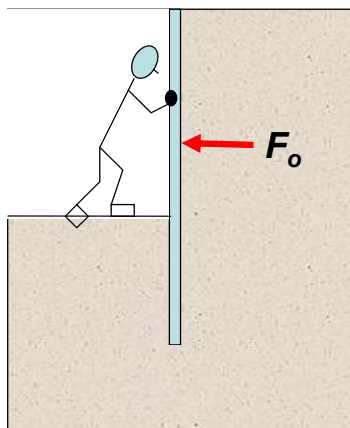
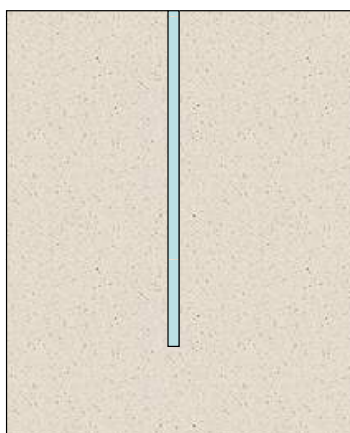
Αναγκαίες μετατοπίσεις για Ενεργητική -Παθητική Ώθηση

π.χ.
για άμμους



Τύπος εδάφους	Y/H	
	Ενεργός ώθηση	Παθητική ώθηση
Πυκνό μη συνεκτικό	0,001	0,02
Χαλαρό μη συνεκτικό	0,004	0,06

**ΤΙ ΓΙΝΕΤΑΙ ΣΕ ΈΝΑ ΕΥΚΑΜΠΤΟ ΤΟΙΧΟ
ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΠΑΚΤΩΜΕΝΟΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ;**



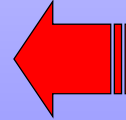
✚ Πως μεταβάλλονται οι ωθήσεις επί του τοίχου με τον χρόνο;

✚ Θα σταματήσει ο τοίχος να μετακινείται και πότε;

2.2 ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ (Επανάληψη)

Κορεσμένο έδαφος υπό α-στράγγιστες συνθήκες

- 2.1 Ξηρό ή κορεσμένο έδαφος
υπό στραγγιζόμενες συνθήκες φόρτισης
- 2.2 Κορεσμένο έδαφος
υπό αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης
- 2.3 Κορεσμένο έδαφος
υπό συνθήκες σταθερής ροής



**Μηχανική Συμπεριφορά & Αστοχία Κορεσμένου Εδάφους
(υπό αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης)**

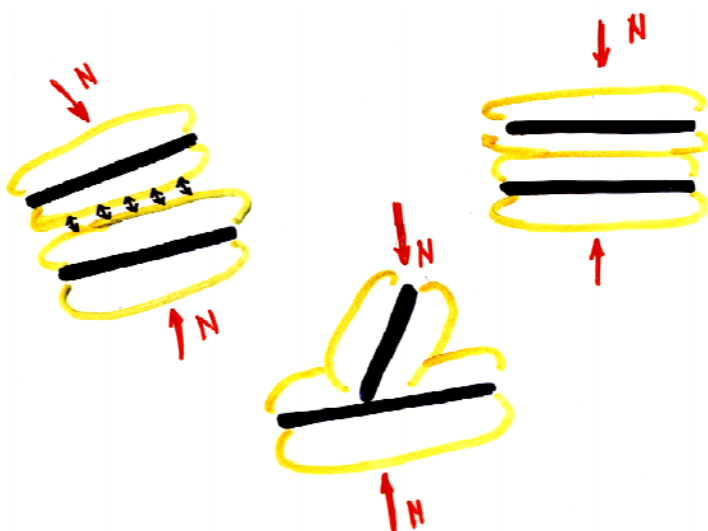
- α. Ο τρίπτυχος ρόλος της υγρής φάσης (νερού)
 - Χημική αλληλεπίδραση
 - Φυσική αλληλεπίδραση
 - Μηχανική αλληλεπίδραση
- β. Ανάπτυξη (υπερ-) πίεσης των πόρων υπό «αστράγγιστες» συνθήκες
 - 1-Δ & ισότροπη συμπίεση
 - Διάτμηση
- γ. Η έννοια της «αστράγγιστης διατμητικής αντοχής»

α. Ο “τρίπτυχος” ρόλος της υγρής φάσης (του νερού των πόρων δηλαδή)

Χημική αλληλεπίδραση

Την έχουμε κουβεντιάσει ήδη.

Αφορά το “διπλό στρώμα” νερού που επηρεάζει τον τρόπο μεταφοράς των δυνάμεων μεταξύ των αργίλικών πλακιδίων.



Είναι σημαντική μόνον για **λεπτόκοκκα εδάφη**, δηλαδή αργίλους και κάποιους τύπους (πλαστικών) ιλύων. Δεν παίζει κανένα ρόλο σε πιο χονδρόκοκκα εδάφη, όπως άμμους και χάλικες (γιατί άραγε;)

Φυσική αλληλεπίδραση

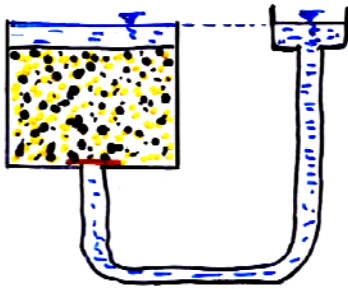


Όταν υπάρχει ροή νερού μέσω των πόρων του εδάφους, τότε ασκούνται δυνάμεις επί των στερεών κόκκων (κάτι ανάλογο προς τις δυνάμεις που ασκεί ένας χείμαρρος σε ογκόλιθους που βρίσκονται εντός της κοίτης του), οι οποίες μεταβάλλουν τις τάσεις επαφής.

Η μορφή αυτή αλληλεπίδρασης είναι **σημαντική**

σε χονδρόκοκκα κυρίως εδάφη (άμμους, χάλικες, κλπ..) όπου το νερό δεν είναι δεσμευμένο στο “διπλό στρώμα” αλλά είναι ελεύθερο και μπορεί να δημιουργήσει εσωτερική ροή.

Φυσική αλληλεπίδραση



Υδροστατικές συνθήκες – δεν υπάρχει ροή νερού προς τα άνω.

Η μόνη δύναμη που ασκείται στους κόκκους είναι η άνωση A , η οποία μειώνει το βάρος του κόκκου από G σε $G' = G - A$.

Για συνήθη εδάφη $G' > 0$ (**γιατί ;**)



Ροή προς τα άνω.

Τώρα, εκτός από την άνωση A , ασκείται και μία υδροδυναμική δράση $F_{υδρ}$ και επομένως το βάρος του κόκκου μειώνεται ακόμη περισσότερο, από G σε $G' = G - A - F_{υδρ}$, και μπορεί ακόμη και να μηδενισθεί

($G' = 0$ **φαινόμενο ρευστής άμμου**)

Μηχανική αλληλεπίδραση

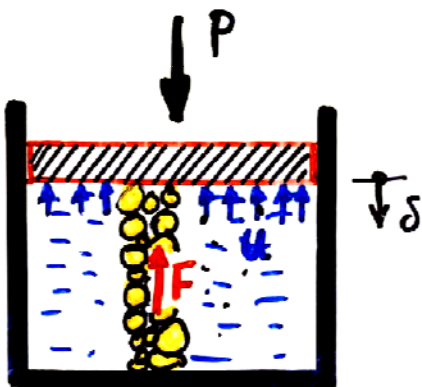
Να σχεδιασθεί η μεταβολή των

P, U, F, δ

με τον χρόνο στις παρακάτω περιπτώσεις :

(α) $P = \text{σταθ.}$, αδιαπέρατη πλάκα φόρτισης

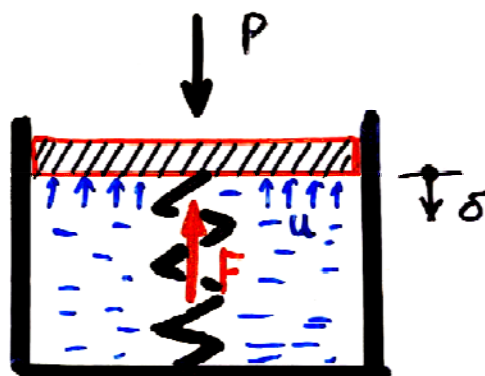
(β) $P = \text{σταθ.}$, διαπερατή πλάκα φόρτισης



$$P = U + F$$

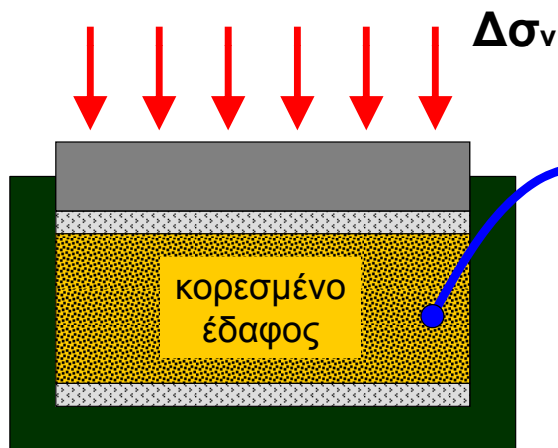
$$U = u A$$

$$A = \text{επιφάνεια πλάκας}$$



β. Ανάπτυξη (υπέρ-) πίεσης των πόρων υπό «αστράγγιστες» συνθήκες φόρτισης

1-Δ συμπίεση



$$\Delta u = \Delta\sigma_v$$

$$\Delta\sigma'_v = 0$$

ή πιο γενικά

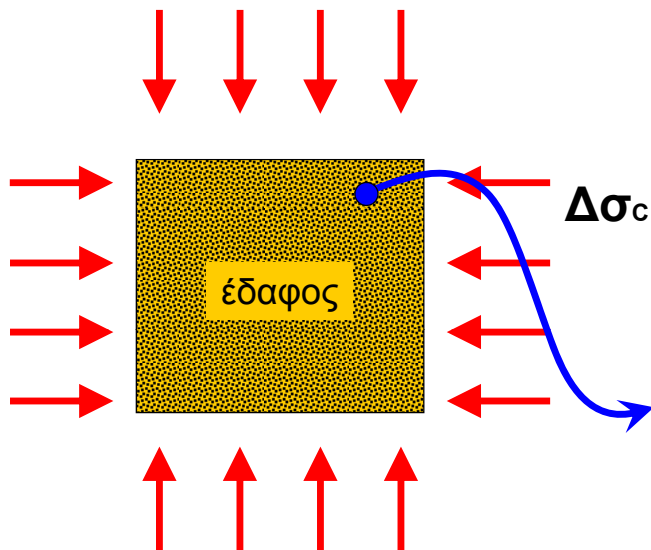
$$\Delta u = B \Delta\sigma_v$$

$$\Delta\sigma'_v = (1-B) \Delta\sigma_v$$

$B=1$ για πλήρως κορεσμένο ($S_r > 98\%$) και
 $B=0$ για ξηρό ή μερικώς κορεσμένο έδαφος

ισοτροπική συμπίεση

Για τους ίδιους λόγους με την 1-Δ συμπίεση (μηχανική αλληλεπίδραση μεταξύ εδαφικού σκελετού και ασυμπίεστου νερού).....

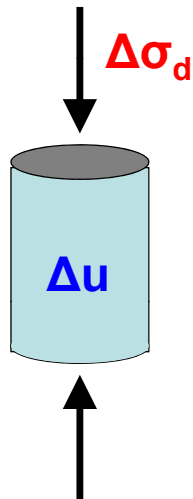


$$\Delta u = B \Delta\sigma_c$$

$$\Delta\sigma'_c = (1-B) \Delta\sigma_c$$

$B=1$ για πλήρως κορεσμένο ($S_r > 98\%$) και
 $B=0$ για ξηρό ή μερικώς κορεσμένο έδαφος

μονο-αξονική φόρτιση



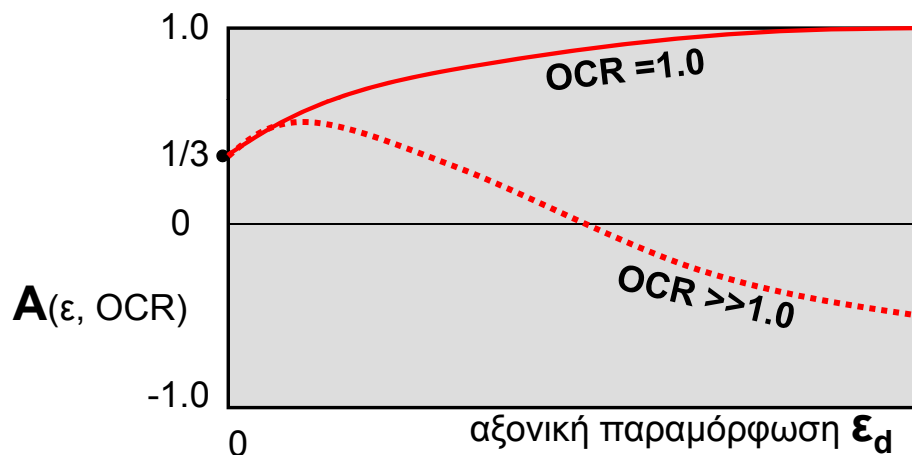
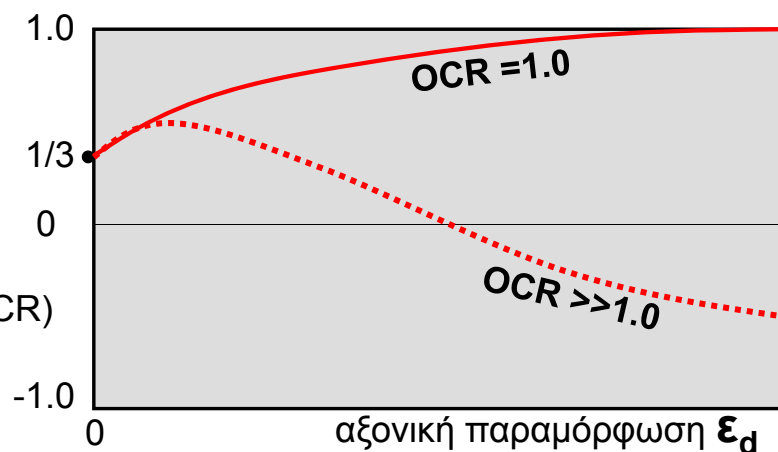
Στην περίπτωση αυτή δεν ισχύει άμεσα το μηχανικό ανάλογο που παρουσιάσαμε προηγουμένως για την 1-Δ και την ισοτροπική συμπίεση, μια και η τάση για μεταβολή του όγκου δεν προέρχεται από την επιβαλλόμενη ορθή τάση, αλλά κυρίως από την διάτμητική (διαστολικότητα).

Έτσι, με βάση πειραματικά αποτελέσματα για κορεσμένο έδαφος, προκύπτει ότι: $\Delta u = A \Delta\sigma_d$

$$[\text{ή γενικότερα: } \Delta u = B(A \Delta\sigma_d)]$$

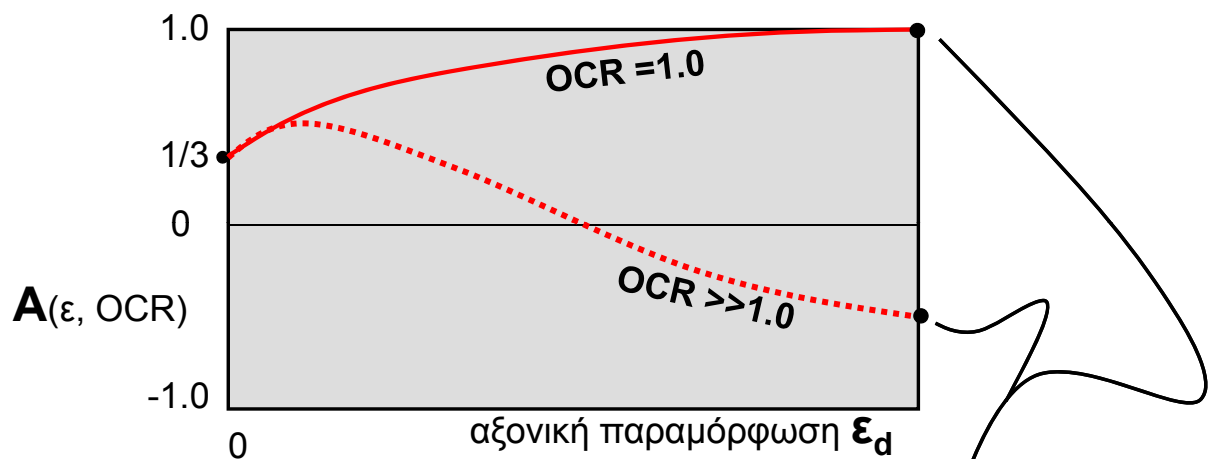
όπου:

$$A(\epsilon, OCR)$$

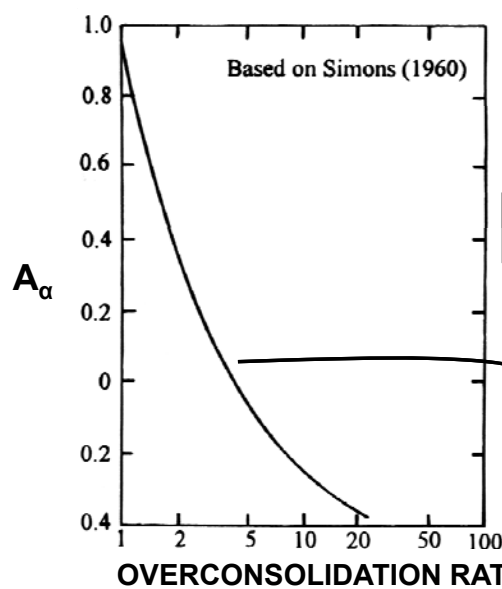


Δύο ερωτήματα σχετικά με τον δείκτη πίεσης πόρων A :

- Γιατί γίνεται αρνητικός όταν $OCR \gg 1.0$;
- Γιατί γίνεται ίσος με $1/3$ ανεξαρτήτως OCR , όταν $\epsilon_d = 0$;

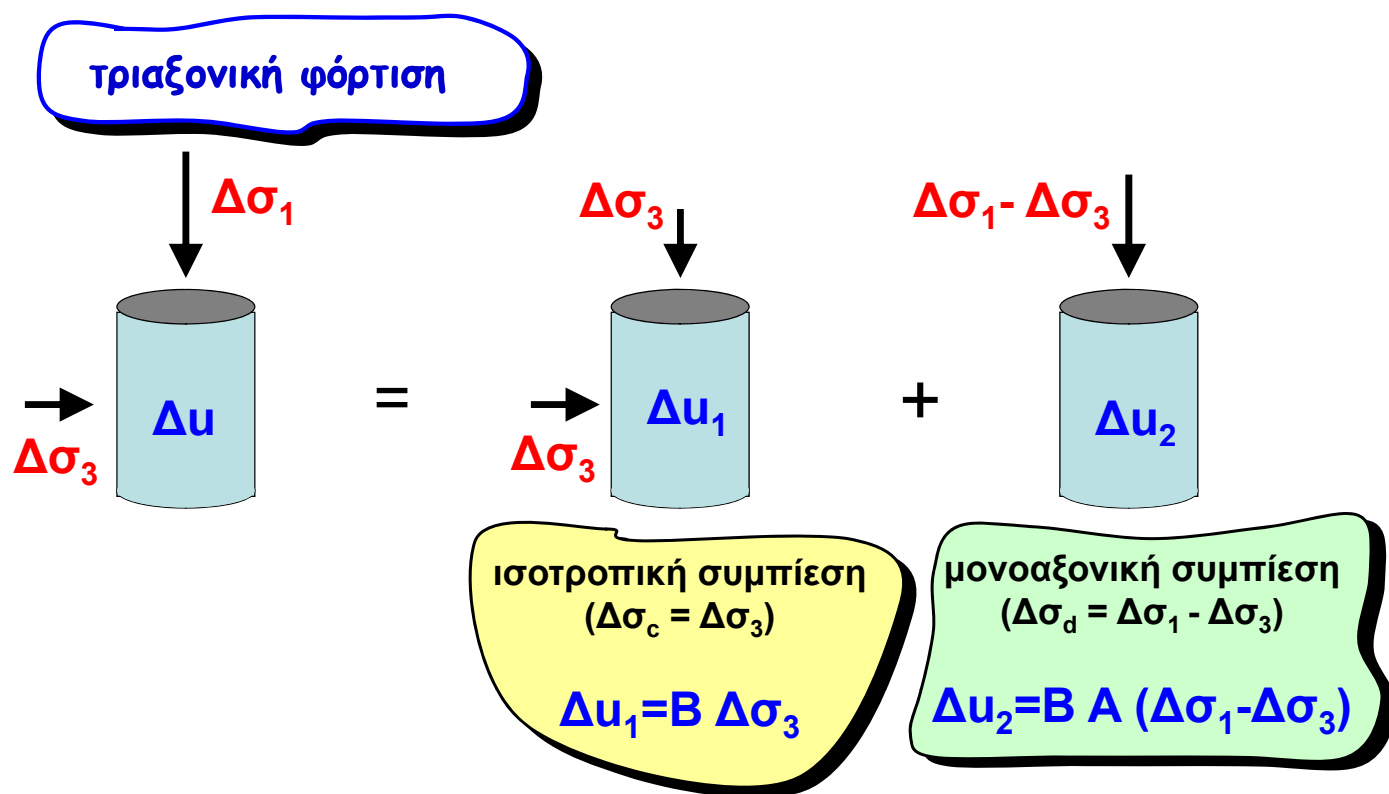


και
κάτι
ακόμη:



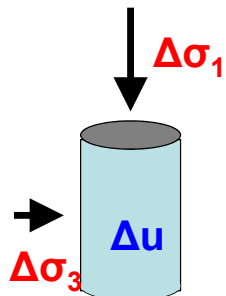
$$A_{\alpha} \approx 1.00 - 0.65 \cdot [OCR - 1]^{0.40}$$

(OCR < 5)



άρα, τελικώς $\Delta u = B [\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)]$

τριαξονική φόρτιση

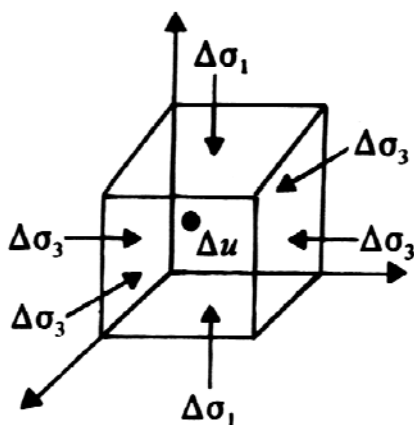


Initial Stress System	Stress Increment	Final Stress State	$\Delta\sigma_1$		$\Delta\sigma_3$	
			Magnitude	Direction	Magnitude	Direction
			4	V*	0	H*
			0	H	-2	V
			-1	H	-4	V

*V = Vertical; H = Horizontal.

$$\Delta u = B [\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)]$$

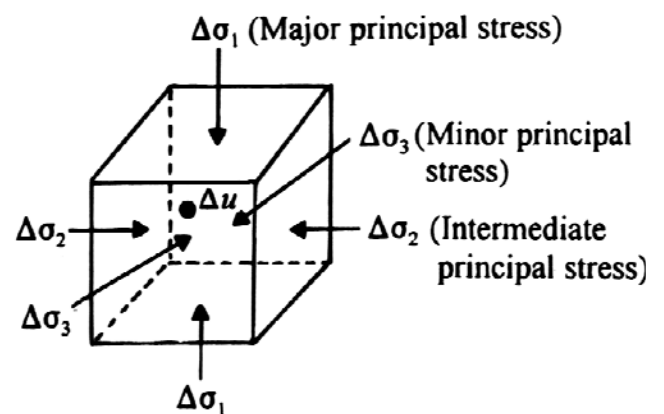
τριαξονική φόρτιση



$$\Delta u = B [\Delta\sigma_3 + A(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)]$$

Skempton (1954)

πολυ-αξονική φόρτιση



$$\Delta u = B [\Delta\sigma_{OCT} + 3a\Delta\tau_{OCT}]$$

Henkel (1960)

πολυ-αξονική φόρτιση

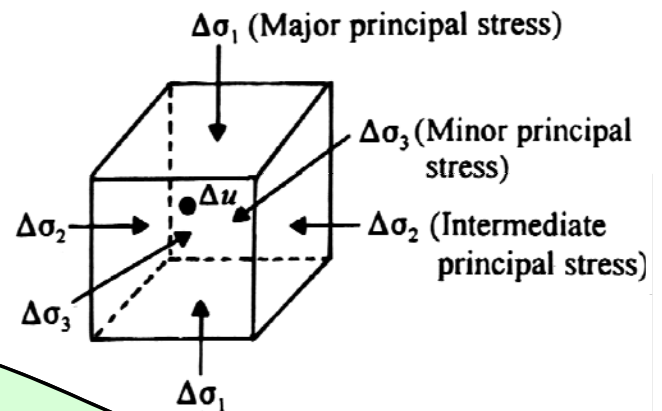
όπου:

$$\Delta\sigma_{OCT} = \frac{\Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 + \Delta\sigma_3}{3}$$

και

$$\Delta\tau_{OCT} =$$

$$\frac{1}{3} \sqrt{(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_2)^2 + (\Delta\sigma_2 - \Delta\sigma_3)^2 + (\Delta\sigma_3 - \Delta\sigma_1)^2}$$



$$\Delta u = B [\Delta\sigma_{OCT} + 3\alpha\Delta\tau_{OCT}]$$

Henkel (1960)

πολυ-αξονική φόρτιση

όπου:

$$\Delta\sigma_{OCT} = \frac{\Delta\sigma_1 + \Delta\sigma_2 + \Delta\sigma_3}{3}$$

και

$$\Delta\tau_{OCT} =$$

$$\frac{1}{3} \sqrt{(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_2)^2 + (\Delta\sigma_2 - \Delta\sigma_3)^2 + (\Delta\sigma_3 - \Delta\sigma_1)^2}$$

Για εξ-άσκηση, μπορείτε να αποδείξετε ότι:

$$A = \left(\frac{1}{3} + \alpha\sqrt{2} \right)$$

ή

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(A - \frac{1}{3} \right)$$

?

$$\Delta u = B [\Delta\sigma_{OCT} + 3\alpha\Delta\tau_{OCT}]$$

Henkel (1960)

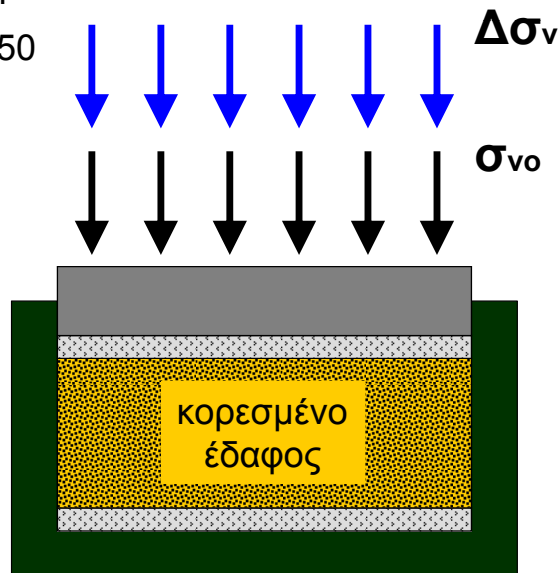
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Να υπολογισθούν οι ενεργές και οι ολικές τάσεις στο τέλος της ακόλουθης 1-Δ συμπίεσης:

στάδιο 1: στερεοποίηση υπό κατακόρυφη τάση $\sigma_{vo} = \sigma'_{vo} = 100 \text{ kPa}$

στάδιο 2: κατακόρυφη φόρτιση υπό αστράγγιστες συνθήκες, με $\Delta\sigma_v = 200 \text{ kPa}$

Το εδαφικό δοκίμιο είναι
κορεσμένο και έχει
συντελεστή $K_0 = 0.50$



τα **μπλέ βέλη** δείχνουν
αστράγγιστη φόρτιση και
τα **μαύρα** στραγγιζόμενη

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2

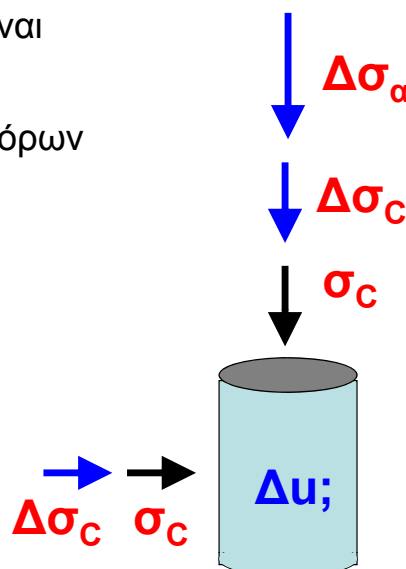
Να υπολογισθούν οι ενεργές και οι ολικές τάσεις στο τέλος της ακόλουθης τριαξονικής φόρτισης:

στάδιο 1: στερεοποίηση υπό ισοτροπική τάση $\sigma_c = \sigma'_c = 100 \text{ kPa}$

στάδιο 2: ισοτροπική φόρτιση υπό αστράγγιστες συνθήκες, με $\Delta\sigma_c = 100 \text{ kPa}$

στάδιο 3: αξονική συμπίεση με υπό αστράγγιστες συνθήκες, με $\Delta\sigma_a = 200 \text{ kPa}$

Το εδαφικό δοκίμιο είναι
κορεσμένο και έχει
συντελεστή πίεσης πόρων
 $A = 0.50$

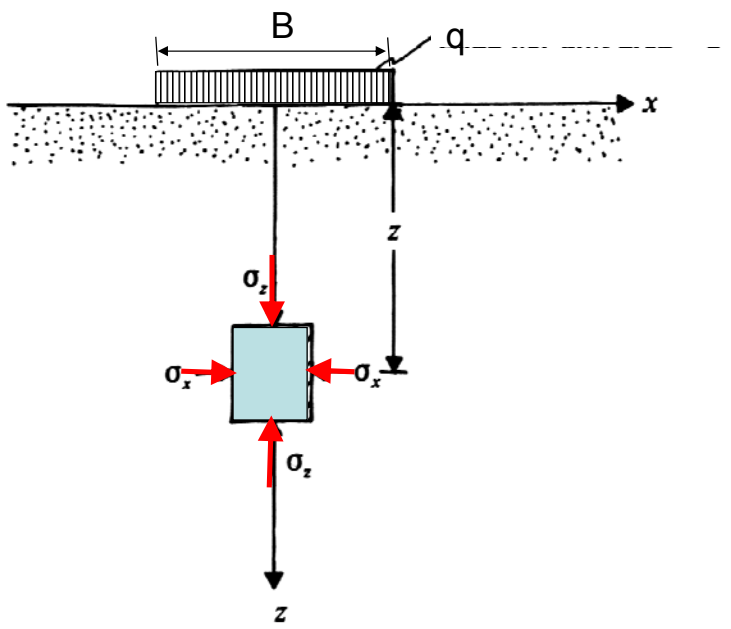


τα **μπλέ βέλη** δείχνουν
αστράγγιστη φόρτιση και
τα **μαύρα** στραγγιζόμενη

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3

Να υπολογισθεί η υπερπίεση πόρων στο εικονιζόμενο σημείο επί του άξονα εύκαμπτης πεδילוδοκού, λόγω επιβολής του φορτίου υπό αστράγγιστες συνθήκες. Για ποια τιμή της μέσης τάσης επαφής q θα έχω αστοχία στο σημείο αυτό;

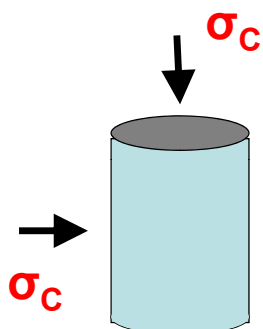
Εφαρμογή: $\gamma_{\text{κορ}}=20 \text{ kN/m}^3$, $c=10 \text{ kPa}$, $\varphi=25^\circ$, $A=0.40$, $q=200 \text{ kPa}$, $z=4\text{m}$, $B=6\text{m}$.



γ. Η έννοια της «αστράγγιστης διατμητικής αντοχής» του εδάφους

Ας ξεκινήσουμε με ένα «**θεωρητικό πείραμα**» που θα μπορούσε να ήταν και άσκηση επάνω στον υπολογισμό των υδατικών υπερπίεσεων υπό αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης. Εκτελώ βήμα–προς–βήμα μία τριαξονική δοκιμή φόρτισης, και σε κάθε βήμα υπολογίζω τις πιέσεις πόρων και τις αντίστοιχες ενεργές τάσεις:

1ο ΒΗΜΑ: Ισοτροπική στερεοποίηση υπό πλήρως στραγγιζόμενες συνθήκες



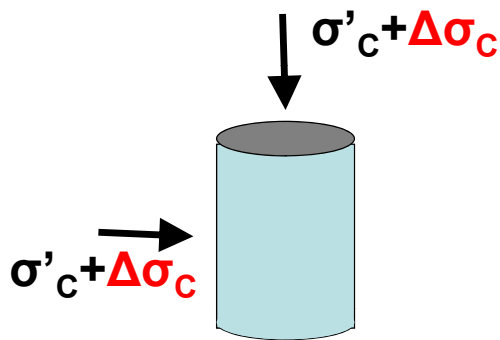
$$\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma_c$$

$$\Delta u = 0$$

$$\sigma_c = \sigma'_c$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 = \sigma'_c$$

2ο ΒΗΜΑ: Ισοτροπική στερεοποίηση υπό αστράγγιστες συνθήκες (κλείνω τις στρόφιγγες της στράγγισης και δεν τις ξαναανοίγω μέχρι το τέλος του πειράματος).

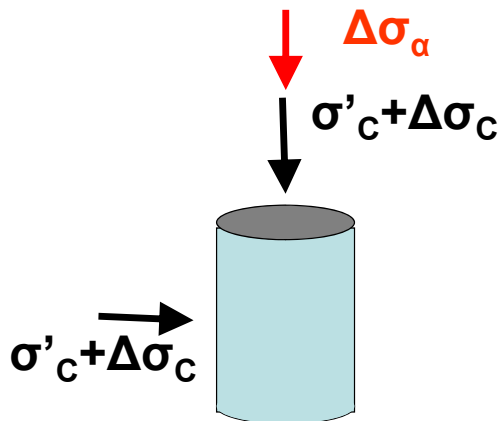


$$\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma_c + \Delta\sigma_c$$

$$\Delta u = \Delta\sigma_c$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 = \sigma'_c \text{ (δεν αλλάζουν !)}$$

3ο ΒΗΜΑ: Αύξηση της κατακόρυφης τάσης υπό αστράγγιστες συνθήκες



$$\sigma_3 = \sigma_c + \Delta\sigma_c$$

$$\sigma_1 = \sigma_c + \Delta\sigma_c + \Delta\sigma_\alpha$$

$$\Delta u = \Delta\sigma_c + A \Delta\sigma_\alpha \quad (B=1.0)$$

$$\sigma'_3 = \sigma'_c - A \Delta\sigma_\alpha$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_c + (1-A)\Delta\sigma_\alpha$$

4ο ΒΗΜΑ: Εάν η γωνία τριβής του εδάφους είναι ϕ ($c=0$), να υπολογισθεί η πρόσθετη ολική τάση που απαιτείται για να προκληθεί αστοχία.

$$(\sigma'_1 - \sigma'_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3) = \sin \phi \rightarrow$$

$$\frac{\Delta\sigma_\alpha}{2\sigma'_c} = \frac{\sin \phi}{1 - (1 - 2A_\alpha) \sin \phi}$$

όπου A_α είναι ο συντελεστής πίεσης πόρων κατά την αστοχία που προσεγγιστικά είναι

$$\rightarrow A_\alpha \approx 1.00 - 0.65 \cdot [OCR - 1]^{0.40}$$

5ο ΒΗΜΑ: Να εφαρμοσθούν οι ανωτέρω σχέσεις για $\sigma'_c = 150$ kPa, $\Phi = 30^\circ$, $OCR = 1$ και δύο τιμές της πρόσθετης ολικής τάσης στερεοποίησης $\Delta\sigma_c = 0$ και 50 kPa. να σχεδιασθούν οι κύκλοι Mohr των ολικών και των ενεργών τάσεων κατά την αστοχία και να ορισθούν οι αντίστοιχες περιβάλλουσες αστοχίας.

Τι παρατηρείτε;;

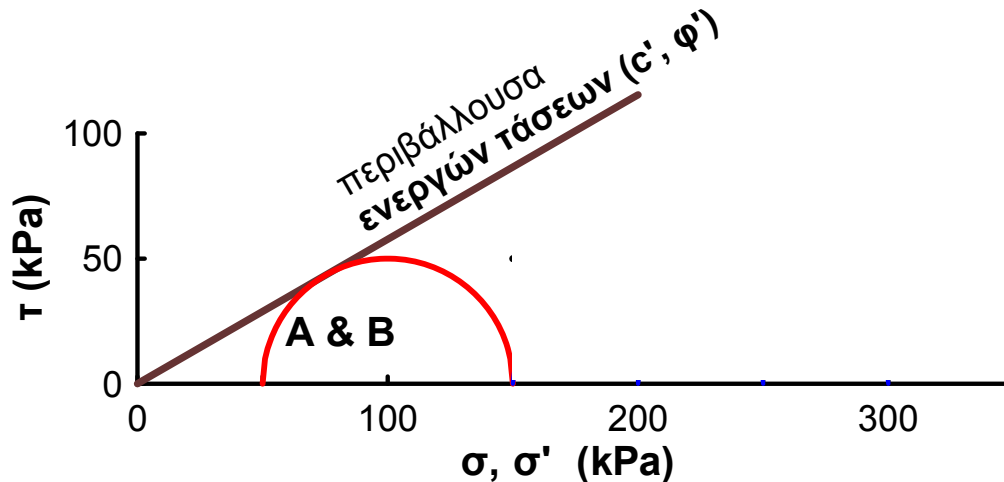
Δοκιμή Α ($\Delta\sigma_c=0$ kPa)

$A_\alpha=1.0$
 $\Delta\sigma_\alpha=100$ kPa
 $\sigma'_3=50$ kPa
 $\sigma'_1=150$ kPa
 $\Delta u=100$ kPa
 $\sigma_3=150$ kPa
 $\sigma_1=250$ kPa

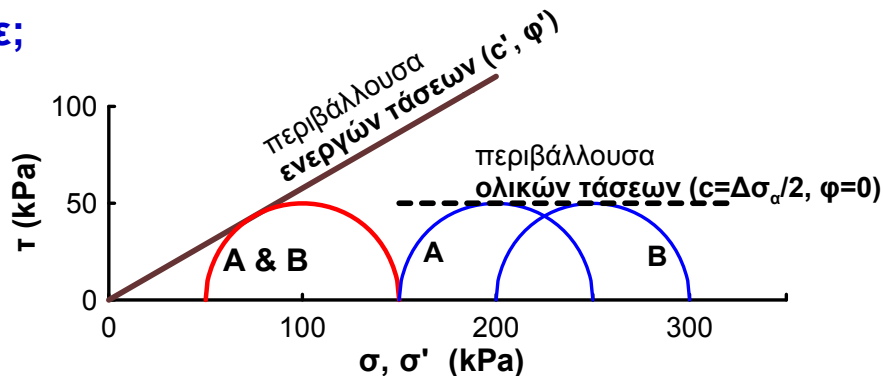
Δοκιμή Β ($\Delta\sigma_c=50$ kPa)

$A_\alpha=1.0$
 $\Delta\sigma_\alpha=100$ kPa
 $\sigma'_3=50$ kPa
 $\sigma'_1=150$ kPa
 $\Delta u=150$ kPa
 $\sigma_3=200$ kPa
 $\sigma_1=300$ kPa

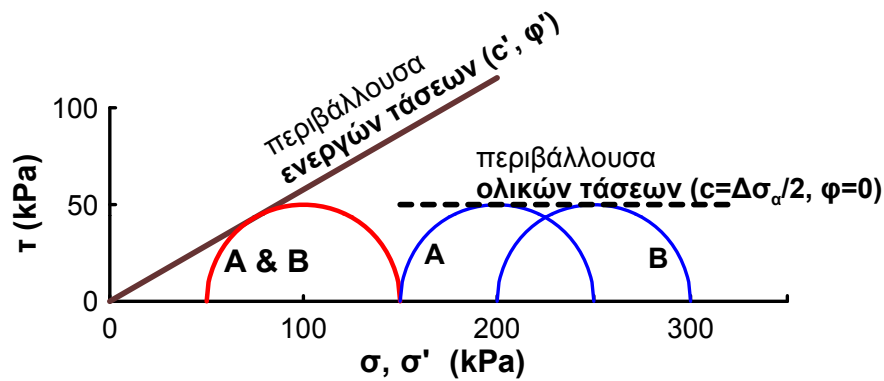
(γιατί ; ελέγξτε τις πράξεις..)



Τι παρατηρείτε;



- Οι κύκλοι Mohr των ολικών τάσεων διαφέρουν αλλά οι αντίστοιχοι κύκλοι των ενεργών τάσεων ταυτίζονται.
- Η περιβάλλουσα αστοχίας των ενεργών τάσεων είναι η γνωστή μας (Mohr – Coulomb)
- Η περιβάλλουσα αστοχίας των ολικών τάσεων είναι οριζόντια, σαν να είχαμε δηλαδή **$c=\Delta\sigma_\alpha/2$ και $\phi=0$** !
- Εάν γνωρίζουμε την «**αστράγγιστη διατμητική αντοχή**» **$C=C_u=\Delta\sigma_\alpha/2$** (π.χ. από την δοκιμή Α) μπορούμε να ορίσουμε τις συνθήκες με βάση τις ολικές τάσεις, χωρίς να έχουμε υπολογίσει πρώτα τις υπερ-πιέσεις πόρων (πράγμα καθόλου εύκολο στην πράξη). Η ευκολία αυτή έκανε την έννοια της **αστράγγιστης διατμητικής αντοχής** ιδιαίτερα δημοφιλή στην πράξη....



Προσοχή όμως !!!! Η περιβάλλουσα αστοχίας των ολικών τάσεων, και η «αστράγγιστη διατμητική αντοχή» $C=C_U=\Delta\sigma_u/2$,

- Εξαρτώνται από την ενεργό τάση στερεοποίησης σ'_c και τον λόγο προφόρτισης OCR, **ΔΕΝ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΔΗΛΑΔΗ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ** (όπως τα c' και ϕ').

- Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνον με **ΟΛΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ**, όχι με ενεργές.

ΕΡΩΤΗΣΗ:

«Δένουν» μεταξύ τους οι παρακάτω εμπειρικές σχέσεις;

$$\rightarrow C_U = a \cdot \sigma'_c \cdot OCR^{0.80} \quad \text{όπου} \quad a \approx 0.11 + 0.0037 I_p (\%),$$

$$\rightarrow A_a = 1.00 - 0.65 \cdot [OCR - 1]^{0.40}$$

$$\rightarrow \sin \phi \approx 0.60 - 0.27 \log \frac{I_p (\%)}{10}$$

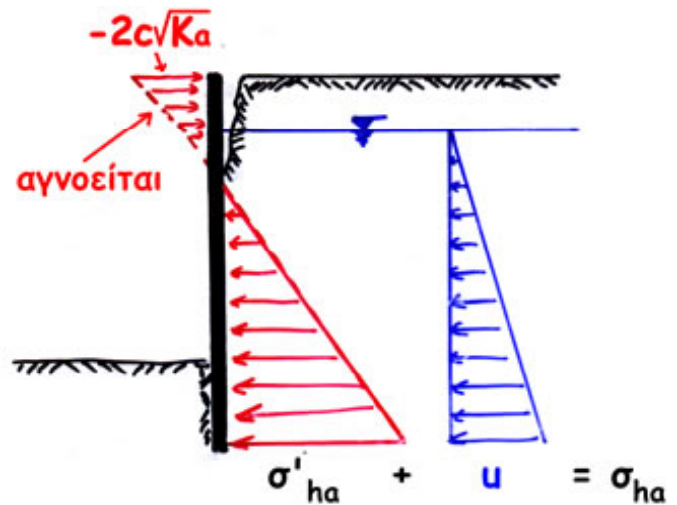
Ωθήσεις γαιών υπό αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης

Κορεσμένη Άργιλος, Μακροπρόθεσμα (μετά από πολλά χρόνια όταν οι υπερπιέσεις του ύδατος των πόρων έχουν μηδενιστεί)

- $\sigma'_{ha} = K_a \sigma'_{vo} - 2c \sqrt{K_a}$
- $u = \text{υδροστατική}$
- $\sigma_{ha} = \sigma'_{ha} + \text{υδροστατική πίεση}$

Προσοχή!

Επιφανειακά, όταν $K_a \sigma'_{vo} < 2c \sqrt{K_a}$
ή $\sigma'_{vo} < 2c / \sqrt{K_a}$, έχουμε ρηγμάτωση
του εδάφους λόγω αδυναμίας
ανάληψης εφελκυστικών τάσεων.
Οι ωθήσεις στο ρηγματωμένο
τμήμα (αρνητικές) αγνοούνται.

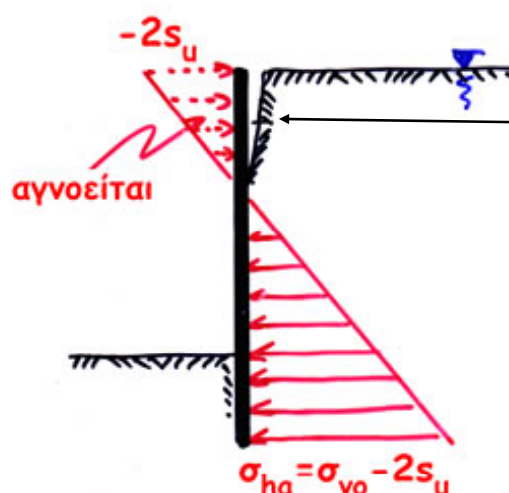


Κορεσμένη Άργιλος, Βραχυπρόθεσμα ("αμέσως" μετά την κατασκευή της εκσκαφής και της αντιστήριξης)

Οι συνθήκες της φόρτισης είναι αστράγγιστες. Στην περίπτωση αυτή, οι ολικές ενεργητικές ωθήσεις μπορούν να υπολογισθούν με την παραδοχή $c = S_u$, $\varphi = 0$.

Τότε $K_a = \tan^2(45 - \varphi/2) = 1.00$ και

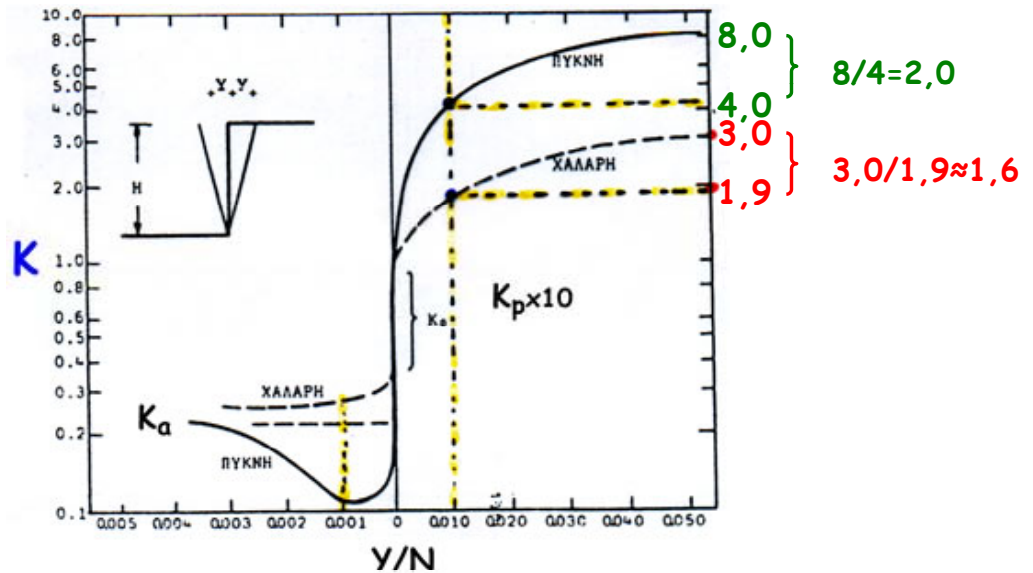
- $\sigma'_{ha} = ?$
- $u = ?$
- $\sigma_{ha} = \sigma_{vo} - 2S_u$



πάλι αναπτύσσεται
ρωγμή λόγω
εφελκυστικών
τάσεων

Αναγκαίες μετατοπίσεις για Ενεργητική - Παθητική Ώθηση

για στραγγιζόμενες
συνθήκες
(π.χ.
αμμώδη εδάφη)



για
αστραγγιστες
συνθήκες
(κορεσμένες
αργίλοι)

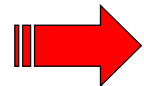
Τύπος εδάφους	Y/H	
	Ενεργός ώθηση	Παθητική ώθηση
Στιφρό συνεκτικό	0,010	0,02
Μαλακό συνεκτικό	0,020	0,04

Αναγκαίες μετατοπίσεις για Ενεργητική - Παθητική Ώθηση

Κατά τον υπολογισμό των παθητικών ωθήσεων λαμβάνεται
"συντελεστή ασφαλείας" ίσος με 1.00, δηλ.

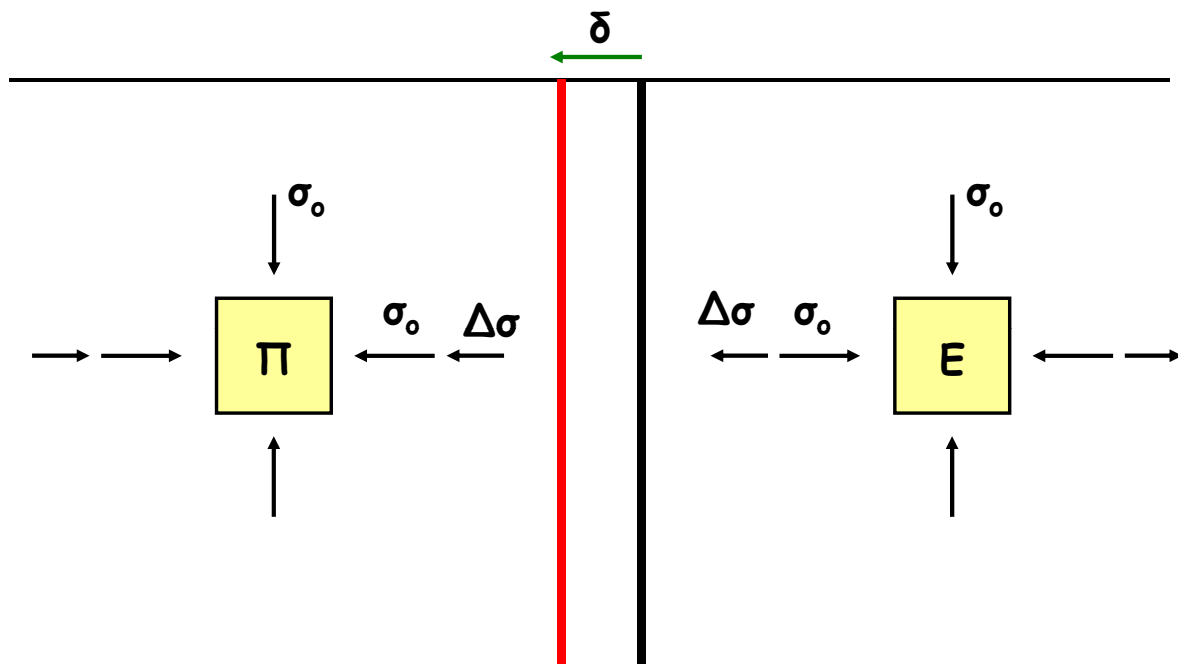
$$P_p = \frac{\text{οριακή } P_p}{1.00}$$

γιατί αυτή η διαφορά ::



για αργίλους.....

Τύπος εδάφους	Y/H	
	Ενεργός ώθηση	Παθητική ώθηση
Στιφρό συνεκτικό	0,010	0,02
Μαλακό συνεκτικό	0,020	0,04

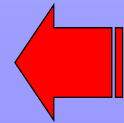


Εδαφικό Στοιχείο Π	Εδαφικό Στοιχείο Ε
α. αρχικές τάσεις $\sigma_{10} = \sigma_{30} = \sigma_0$ $u = u_0$ $\sigma'_{10} = \sigma'_{30} = \sigma_0 - u_0$	α. αρχικές τάσεις $\sigma_{10} = \sigma_{30} = \sigma_0$ $u = u_0$ $\sigma'_{10} = \sigma'_{30} = \sigma_0 - u_0$
β. τελικές τάσεις (μετά την μετακίνηση του πετάσματος) $\sigma_{1T} = \sigma_0 + \Delta\sigma$ $\sigma_{3T} = \sigma_0$ $u = u_0 + [\Delta\sigma_3 + A (\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)]$ $= u_0 + A \Delta\sigma$ $\sigma'_{1T} = \sigma_{1T} - u$ $= \sigma'_0 + (1 - A) \Delta\sigma$ $\sigma'_{3T} = \sigma_{3T} - u$ $= \sigma'_0 - A \Delta\sigma$	β. τελικές τάσεις (μετά την μετακίνηση του πετάσματος) $\sigma_{1T} = \sigma_0$ $\sigma_{3T} = \sigma_0 - \Delta\sigma$ $u = u_0 + [\Delta\sigma_3 + A (\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3)]$ $= u_0 - (1 - A) \Delta\sigma$ $\sigma'_{1T} = \sigma_{1T} - u$ $= \sigma'_0 + (1 - A) \Delta\sigma$ $\sigma'_{3T} = \sigma_{3T} - u$ $= \sigma'_0 - A \Delta\sigma$

2.3 ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ (Επανάληψη)

Κορεσμένο έδαφος υπό συνθήκες σταθερής ροής

- 2.1 Ξηρό ή κορεσμένο έδαφος
υπό στραγγιζόμενες συνθήκες φόρτισης
- 2.2 Κορεσμένο έδαφος
υπό αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης
- 2.3 Κορεσμένο έδαφος
υπό συνθήκες σταθερής ροής



Κρατήστε σημειώσεις παρακαλώ, στις σελίδες που ακολουθούν....

