

# ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Ι

## 9<sup>η</sup> Σειρά Ασκήσεων

# ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ

Διδάσκοντες  
ΒΝ Γεωργιάννου  
Α Ζερβός

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ 1

Σε δείγματα της ίδιας αργίλου εκτελούνται τρεις τριαξονικές δοκιμές ελεύθερης στράγγισης μετά από στερεοποίηση σε ισότροπη ενεργό τάση 200kPa, 300kPa και 400kPa αντίστοιχα. Η πίεση πόρων είναι 100kPa και στις τρεις δοκιμές.

A) Ποια είναι η πίεση του νερού της κυψέλης για κάθε δοκιμή;

B) Η διαφορά των κυρίων ενεργών τάσεων για κάθε μια από τις τρεις δοκιμές δίνεται στον πίνακα. Υπολογίστε τις κύριες ενεργές τάσεις  $\sigma'_1$  και  $\sigma'_3$  για κάθε δοκιμή, σχεδιάστε τις αντίστοιχες διαδρομές τάσεων, και χρησιμοποιήστε τις για να υπολογίσετε τη γωνία διατμητικής αντοχής  $\phi'$ .

Γ) Μια τέταρτη δοκιμή εκτελείται με την ίδια πίεση πόρων, πίεση κυψέλης 600kPa και ελεύθερη στράγγιση. Υπολογίστε τις  $\sigma'_1$  και  $\sigma'_3$  κατά την αστοχία.

Δ) Μια πέμπτη δοκιμή εκτελείται με πίεση κυψέλης 600kPa χωρίς στράγγιση. Στην αστοχία η πίεση πόρων είναι 250kPa. Σημειώστε στο διάγραμμα το τελικό σημείο της αντίστοιχης διαδρομής τάσεων για αυτό το δοκίμιο. Ποια είναι η αστράγγιστη διατμητική αντοχή της αργίλου;

$\sigma'_3$ (kPa)	$\sigma'_1 - \sigma'_3$ (kPa)
200	257
300	385
400	513

A)

Δοκμής	$\sigma'_3$	$u_0$	$\sigma_3 = \sigma'_3 + u_0$
1	200	100	300
2	300	100	400
3	400	100	500

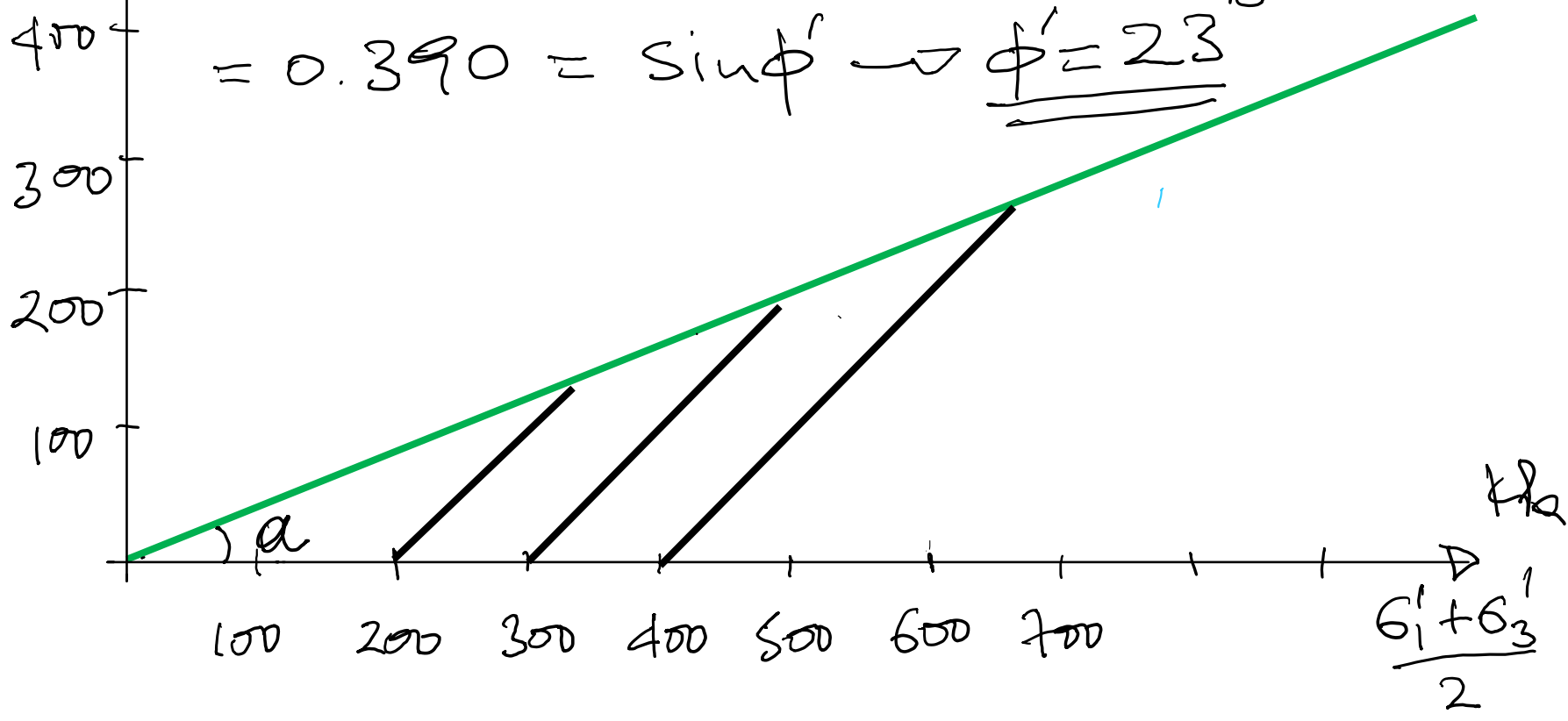
B)

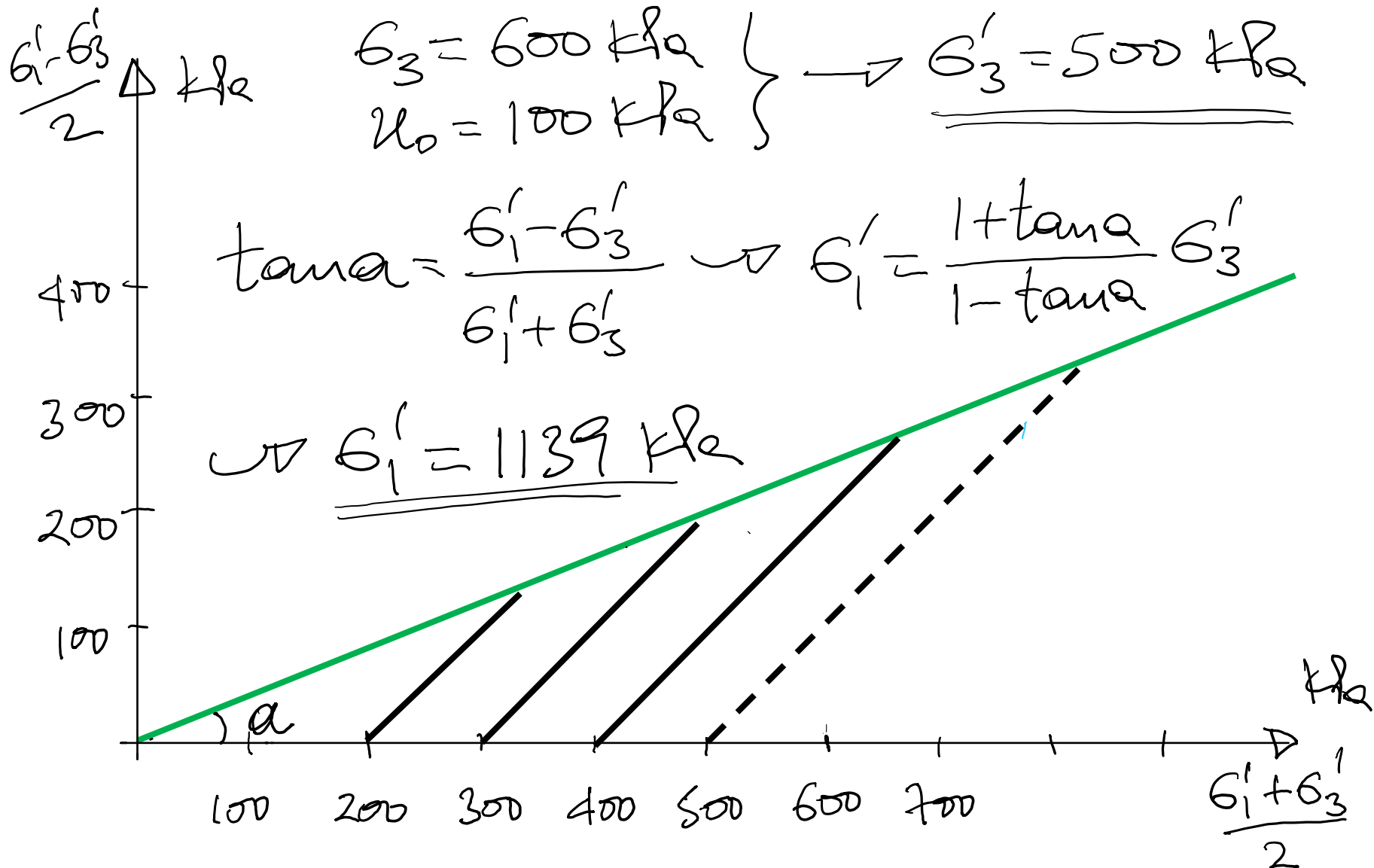
$\sigma'_3$ (kPa)	$\sigma'_1 - \sigma'_3$ (kPa)	$\sigma'_1$	$\frac{1}{2}(\sigma'_1 + \sigma'_3)$	$\frac{1}{2}(\sigma'_1 - \sigma'_3)$
200	257	457	329	129
300	385	685	493	193
400	513	913	657	257

$$\frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2} \Delta \tau \quad \tan \alpha = \left\{ \frac{129}{329}, \frac{193}{493}, \frac{257}{657} \right\} =$$

$$(21.3^\circ)$$

$$= 0.390 = \sin \phi' \rightarrow \underline{\underline{\phi' = 23^\circ}}$$



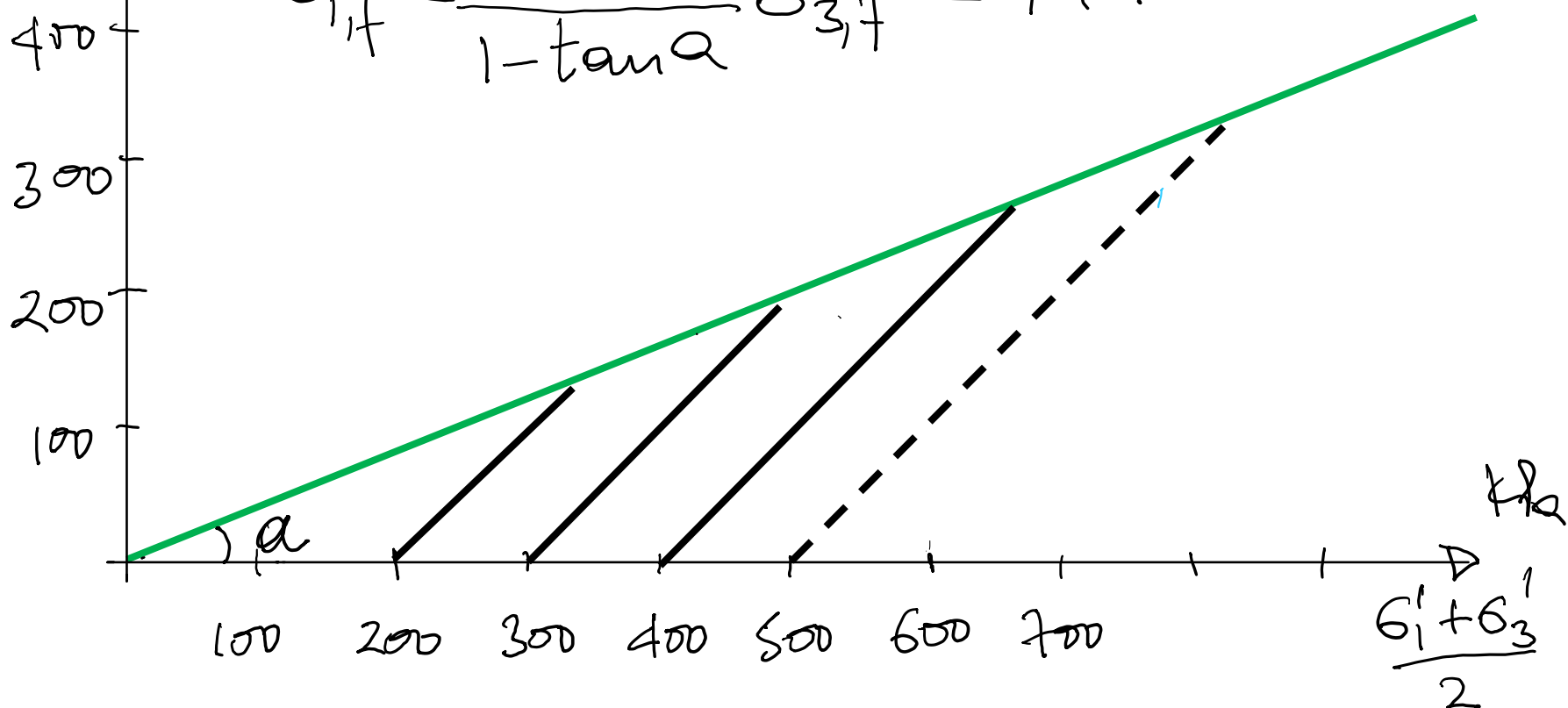


$a = 21.3^\circ \quad \phi' = 23^\circ$

$\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}$  kPa

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{3,1} &= 600 \text{ kPa} \\ u_f &= 250 \text{ kPa} \end{aligned} \right\} \rightarrow \sigma'_{3,f} = 350 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1,f} = \frac{1 + \tan \alpha}{1 - \tan \alpha} \sigma'_{3,f} = 797$$



$$\alpha = 21.3^\circ \quad \phi' = 23^\circ$$

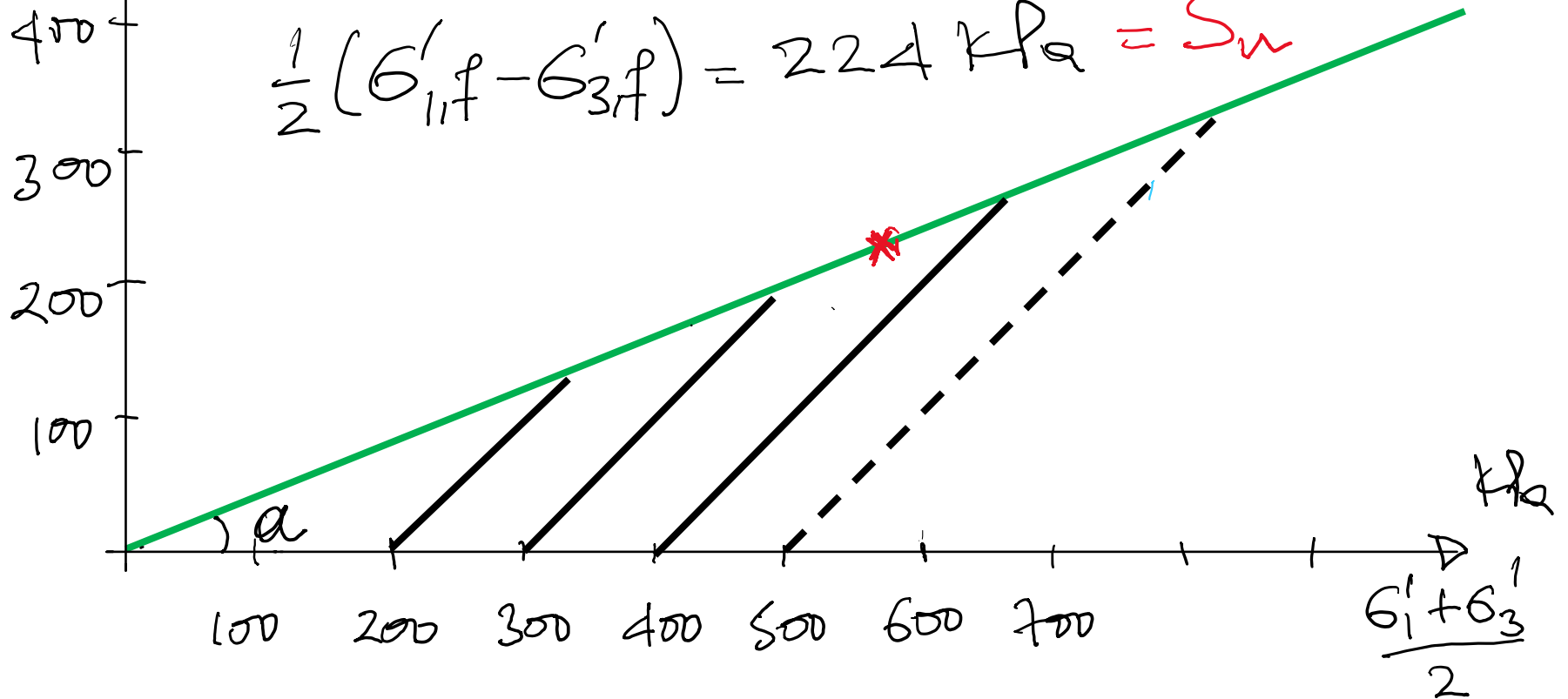
$$\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \Delta \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{1,f} = 797 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{3,f} = 350 \text{ kPa}$$

$$\frac{1}{2}(\sigma'_{1,f} + \sigma'_{3,f}) = 574 \text{ kPa}$$

$$\frac{1}{2}(\sigma'_{1,f} - \sigma'_{3,f}) = 224 \text{ kPa} = S_u$$



$$\alpha = 21.3^\circ \quad \phi' = 23^\circ$$

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ 2

Εκτελείται τριαξονική δοκιμή χωρίς στράγγιση σε δοκίμιο αργίλου, με πίεση κυψέλης 400kPa. Η αρχική πίεση πόρων είναι 100kPa. Όταν το δοκίμιο αστοχεί, η πίεση πόρων είναι 150kPa και η ολική αξονική τάση  $\sigma_1=686\text{kPa}$ .

A) Χαράξτε, ποσοτικά όπου μπορείτε και ποιοτικά αλλού, τη διαδρομή τάσεων του δοκιμίου.

B) Υπολογίστε τη μέγιστη διατμητική τάση κατά την αστοχία, η οποία αναμένεται σε τριαξονική δοκιμή πλήρους στράγγισης, με την ίδια πίεση κυψέλης και την ίδια αρχική πίεση πόρων.



$$\left. \begin{array}{l} \sigma_3 = 400 \text{ kPa} \\ u_0 = 100 \text{ kPa} \end{array} \right\} \rightarrow \sigma'_{3,0} = 300 \text{ kPa} = \sigma'_{1,0}$$

$$u_f = 150 \text{ kPa} \rightarrow \sigma'_{3,f} = 400 - 150 = 250 \text{ kPa}$$

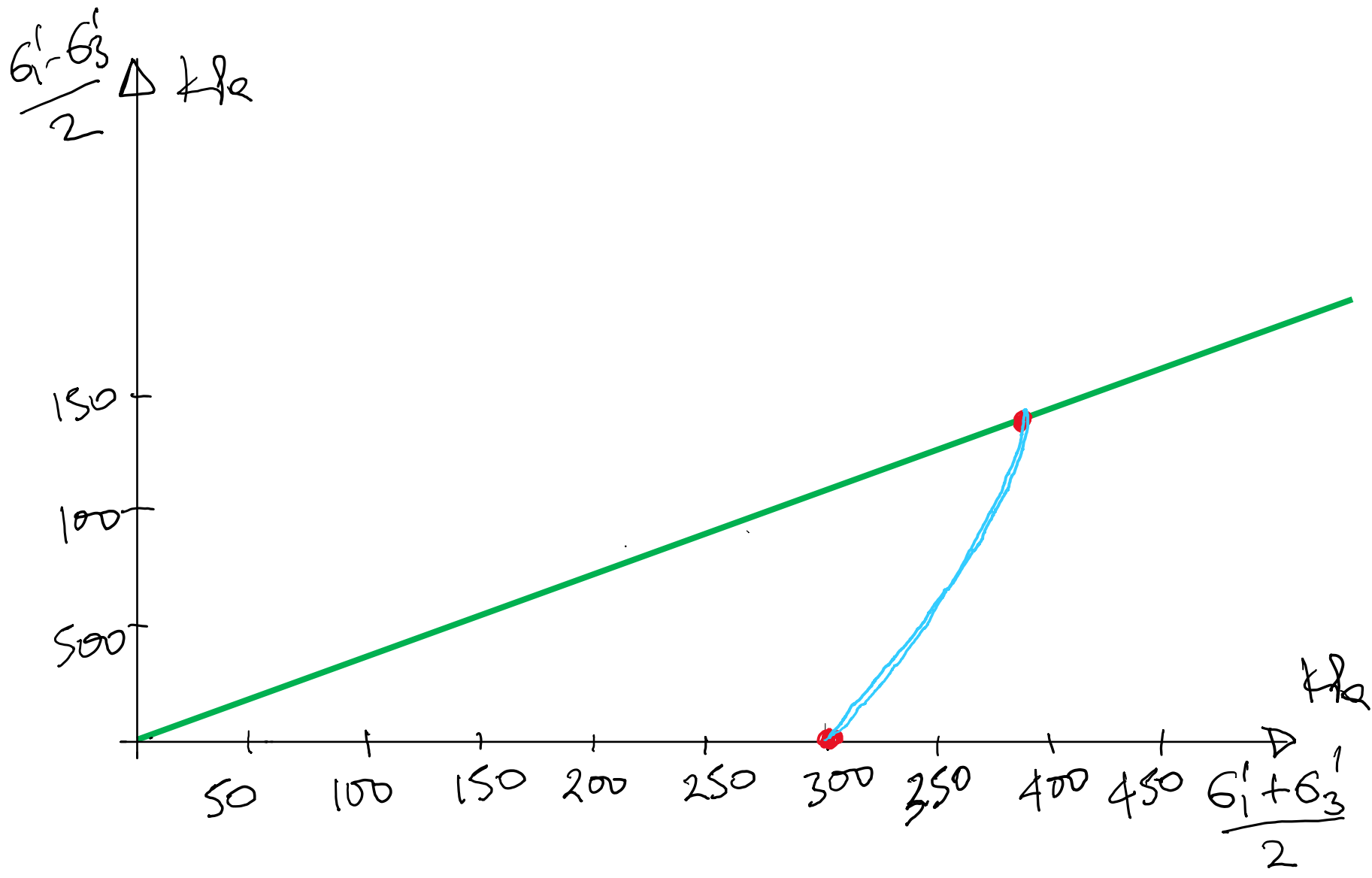
$$\sigma_{1,f} = 686 \text{ kPa} \rightarrow \sigma'_{1,f} = 686 - 150 = 536 \text{ kPa}$$

$$\frac{1}{2}(\sigma'_{1,0} + \sigma'_{3,0}) = \frac{1}{2}(300 + 300) = 300 \text{ kPa}$$

$$\frac{1}{2}(\sigma'_{1,0} - \sigma'_{3,0}) = \frac{1}{2}(300 - 300) = 0 \text{ kPa}$$

$$\frac{1}{2}(\sigma'_{1,f} + \sigma'_{3,f}) = \frac{1}{2}(536 + 250) = 393 \text{ kPa}$$

$$\frac{1}{2}(\sigma'_{1,f} - \sigma'_{3,f}) = \frac{1}{2}(536 - 250) = 143 \text{ kPa}$$

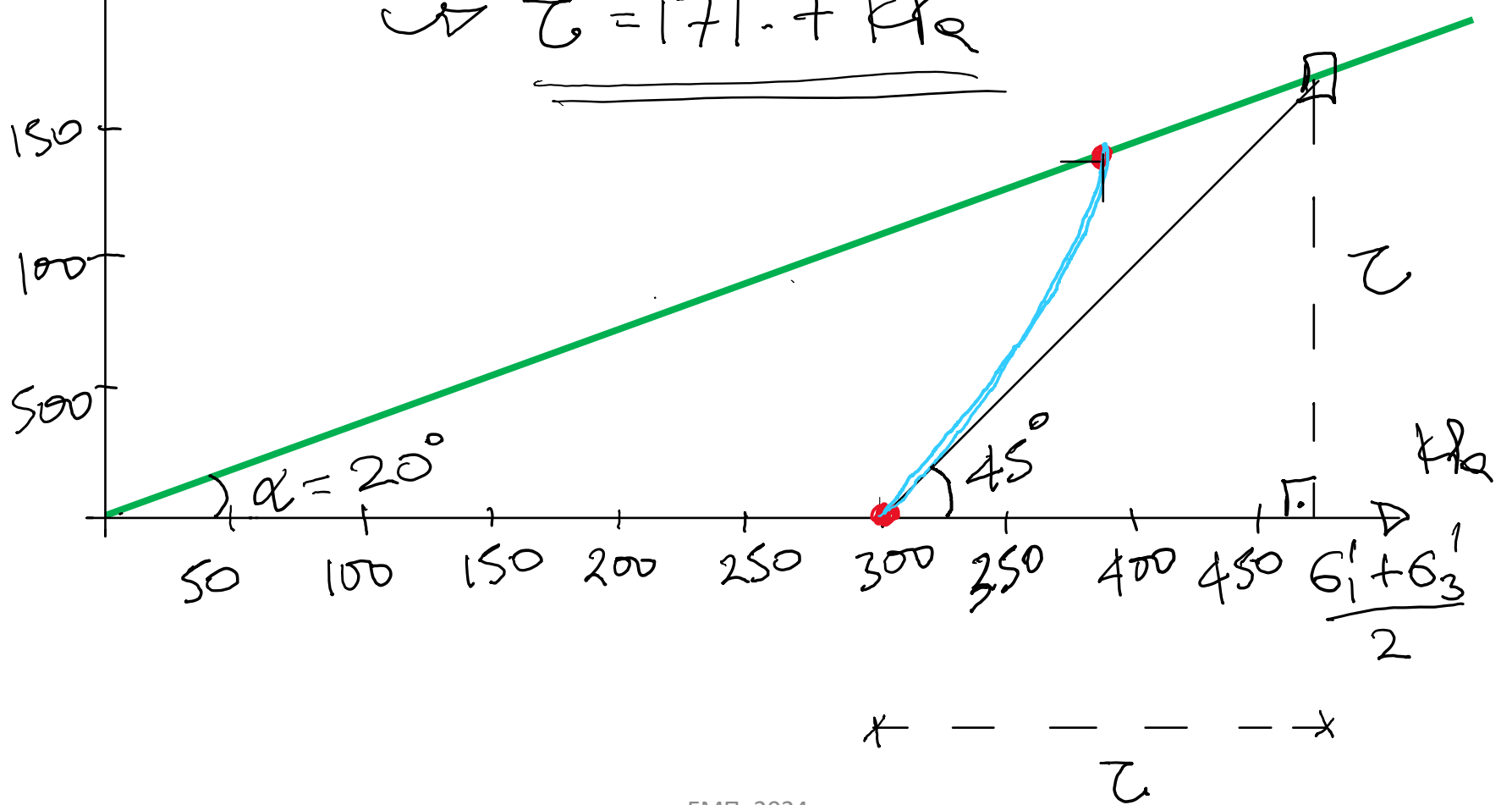




$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$  kPa

$$\tan 20^\circ = \frac{\tau}{300 + \tau} \Rightarrow \tau = \frac{300 \tan 20^\circ}{1 - \tan 20^\circ}$$

$\Rightarrow \tau = \underline{\underline{171.7 \text{ kPa}}}$



ΕΦΑΡΜΟΓΗ 3: Κτήριο εδράζεται σε στρώση ξηρής άμμου, με  $\gamma=20\text{kN/m}^3$ ,  $K_0=0.50$  και  $\phi=36^\circ$  και προκαλεί στο σημείο M, που βρίσκεται στο μέσο και σε βάθος 3m, πρόσθετες τάσεις  $\Delta\sigma_v=160\text{kPa}$  και  $\Delta\sigma_h=40\text{kPa}$ . Να εξεταστεί αν το σημείο M έχει αστοχήσει εξαιτίας της κατασκευής του κτηρίου και να σχεδιαστεί ο αντίστοιχος κύκλος Mohr. Το αυτό αν η ΣΥΟ είναι στην επιφάνεια της άμμου

Γεωστατικές τάσεις:  $\sigma_{v0}'=3*20=60\text{kPa}$ ,  $\sigma_{h0}'=0.5*60=30\text{kPa}$

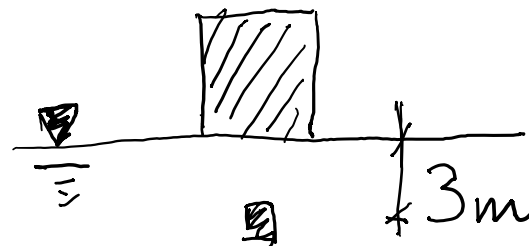
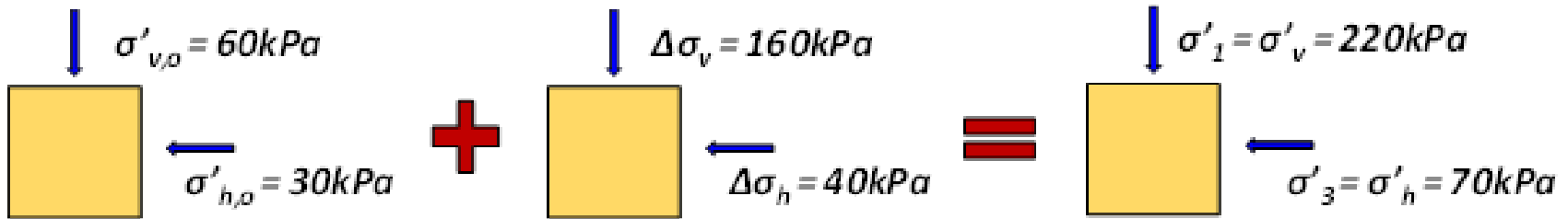
$$=30\text{kPa}$$

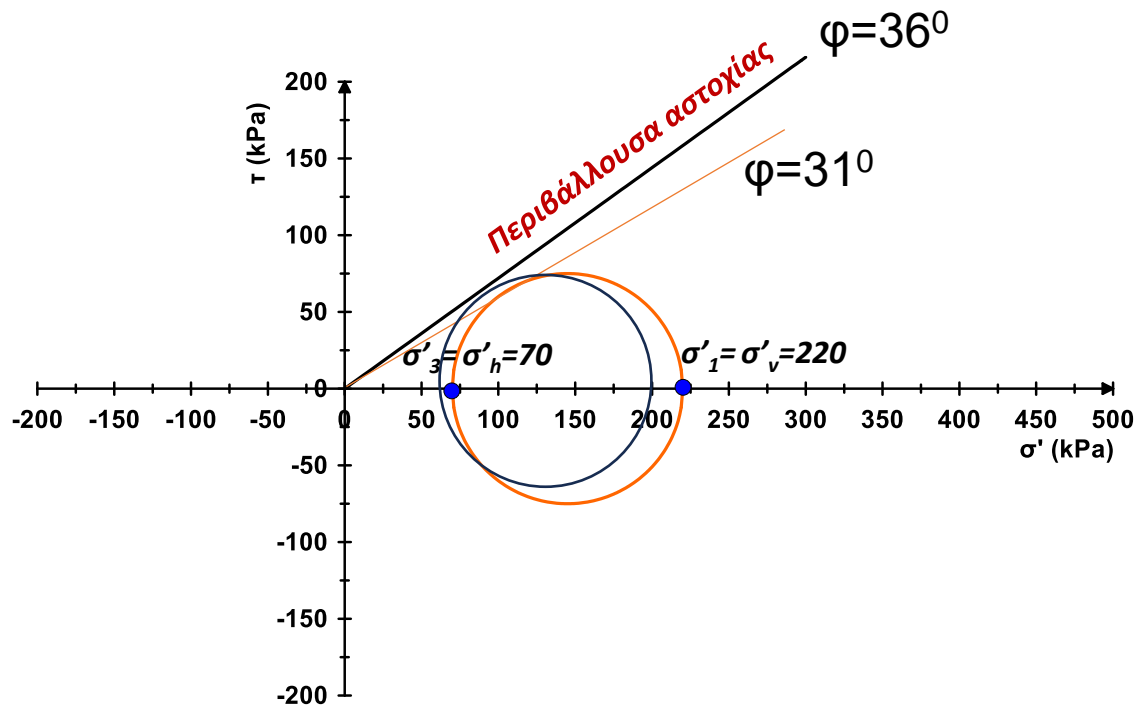
$$=15\text{kPa}$$

Τάσεις μετά τη φόρτιση:  $\sigma_v'=60+160=220\text{kPa}$ ,  $\sigma_h'=30+40=70\text{kPa}$

$$=60+160=220\text{kPa}$$

$$15+40=55\text{kPa}$$





$$\sin\varphi = (\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma_1' + \sigma_3') = (220 - 70) / (220 + 70) = 0.517 \rightarrow \varphi = 31^\circ$$

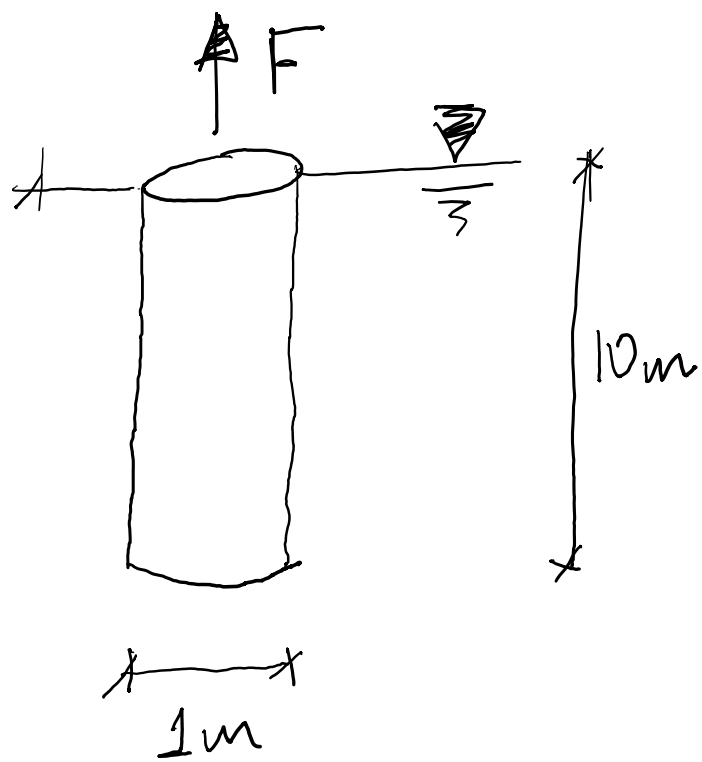
$$\sin\varphi = (190 - 55) / (190 + 55) = 0.551 \rightarrow \varphi = 33.5^\circ$$

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ 4

Πάσσαλος διαμέτρου 1m και μήκους 10m κατασκευάζεται σε επιφανειακή στρώση μαλακής αργίλου μεγάλου πάχους. Ο υδροφόρος ορίζοντας είναι στην επιφάνεια του εδάφους. Η άργιλος έχει γωνία τριβής  $21^\circ$ , συντελεστή ουδέτερης ώθησης  $K_0=0.642$ , ειδικό βάρος  $\gamma=20\text{kN/m}^3$  και αστράγγιστη διατμητική αντοχή  $S_u=10\text{kPa}$ .

Ποια είναι η μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (προς τα πάνω) που μπορεί να παραλάβει ο πάσσαλος:

- A) Βραχυπρόθεσμα.
- B) Μακροπρόθεσμα.



$$D = 1\text{m} \quad L = 10\text{m}$$

$$\gamma = 20\text{kN/m}^3 \quad K_0 = 0.642$$

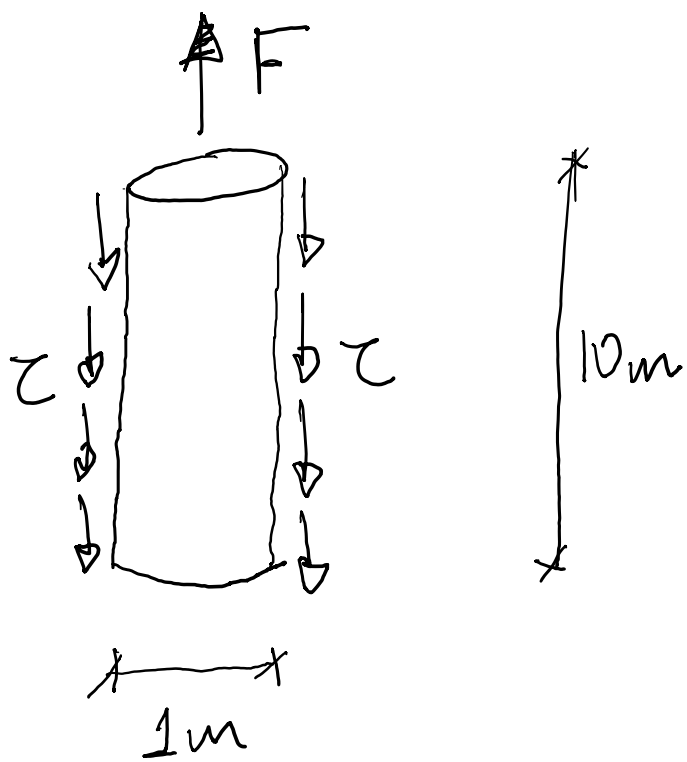
$$\phi' = 21^\circ, \quad S_u = 10\text{kPa}$$

A) Βραχυπρόθεσμα  $\rightarrow$  χωρίς κίνηση νερού  $\rightarrow$

$\rightarrow$  χωρίς αλλαγή όγκου  $\rightarrow$

$$\rightarrow \underline{\underline{\tau_{\max} = S_u}}$$





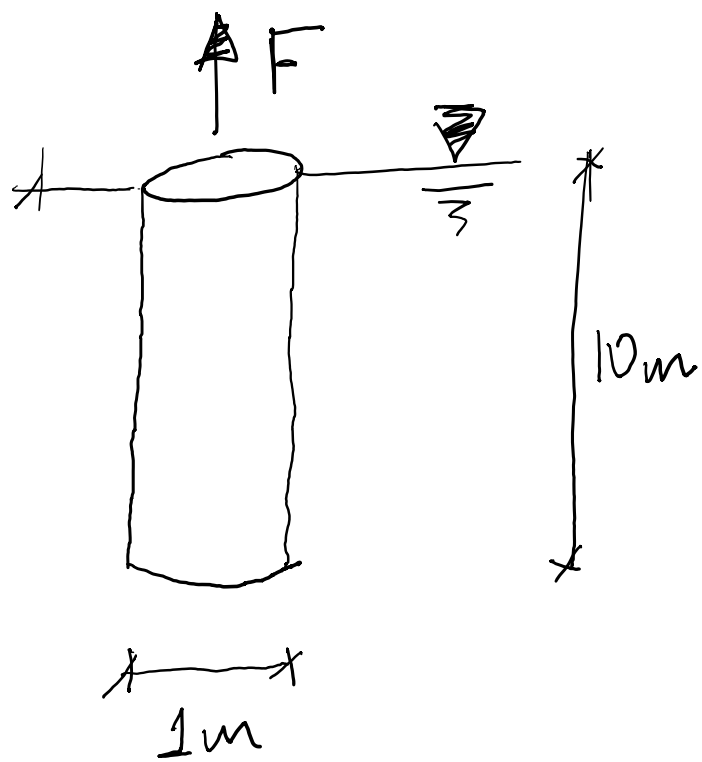
$$D = 1\text{ m} \quad L = 10\text{ m}$$

$$\gamma = 20\text{ kN/m}^3 \quad k_0 = 0.642$$

$$\phi' = 21^\circ, \quad S_u = 10\text{ kPa}$$

$$A) \quad \left. \begin{array}{l} F = (\pi \cdot D \cdot L) \cdot \tau \\ \tau \rightarrow S_u \end{array} \right\} \rightarrow F = \pi \cdot 1.0 \cdot 10 \cdot 10$$

$$\rightarrow \underline{\underline{F = 314\text{ kN}}}$$



$$D = 1\text{m} \quad L = 10\text{m}$$

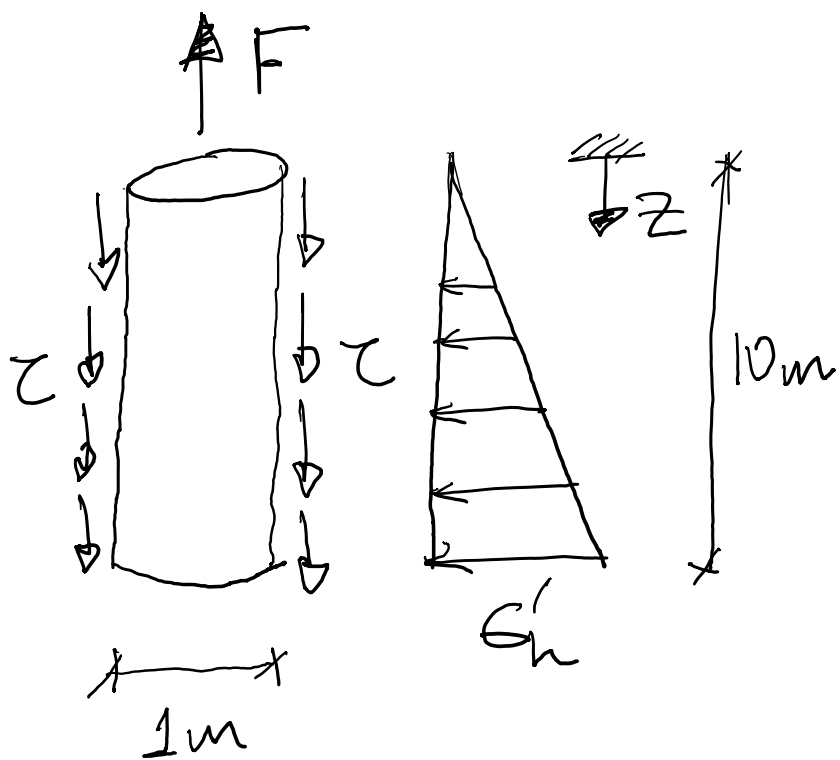
$$\gamma = 20\text{kN/m}^3 \quad K_0 = 0.642$$

$$\phi' = 21^\circ, \quad S_u = 10\text{kPa}$$

B) Μακροπρόθεσμα  $\rightarrow$  με κίνηση νερού  $\rightarrow$

$\rightarrow$  με αλλαγή όγκου  $\rightarrow$

$$\rightarrow \underline{\underline{\tau_{\max} = \sigma' \cdot \tan \phi'}}$$



οηου

$$\tau(z) = \sigma'_h(z) \tan \phi'$$

$$\sigma'_h(z) = k_o \cdot \sigma'_v(z)$$

B)

$z$	$\sigma_v$	$u$	$\sigma'_v$	$\sigma'_h$	$\tau$
0	0	0	0	0	0
10	200	100	100	64.2	24.6

$$\bar{z} = 12.3$$

$$F = (\eta DL) \bar{z} = 7 * 1.0 * 10 * 12.3 \rightarrow \underline{\underline{F = 386 \text{ kN}}}$$