

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Γεωτεχνικής  
**ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Ι**

**ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ**  
**Συσκευή απευθείας διάτμησης**

**Β.Ν. Γεωργιάννου, Α. Ζερβός**  
**Καθηγήτρια, Επ. Καθ. Ε.Μ.Π.**

*Αθήνα, 16/4/2024*

# Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

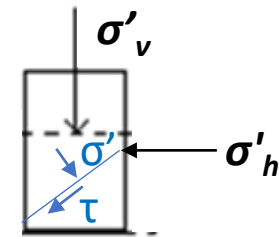


Τι έχουμε δει ως τώρα:

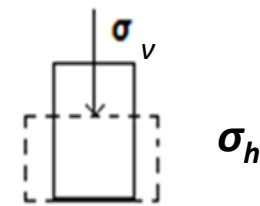
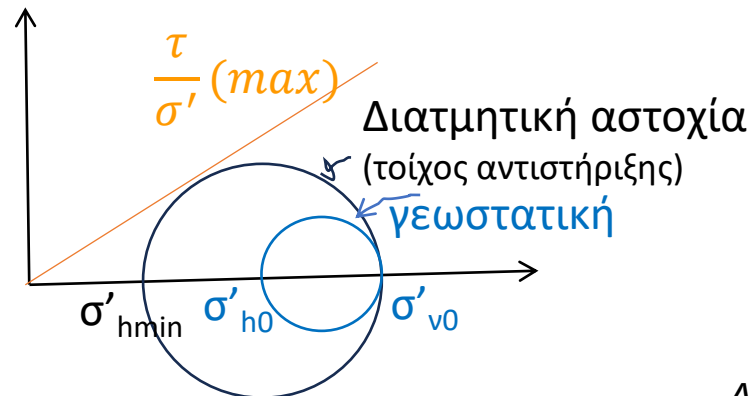
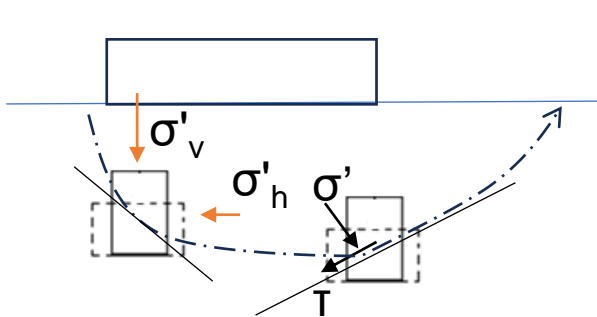
- Γεωστατικές τάσεις (ενεργός κατακόρυφη και οριζόντια)
- Ορθή ενεργός και διατμητική σε τυχαίο επίπεδο (κύκλος Mohr)
- Ενεργές τάσεις – παραμορφώσεις (καθιζήσεις) λόγω εκτεταμένης φόρτισης (μονοδιάστατη στερεοποίηση)

Οι ανωτέρω φορτίσεις δεν οδηγούν στην

Αστοχία: (κύκλοι Mohr) κάτω από την  $(\tau/\sigma')_{max}$



- Σημειακή ή περιορισμένης έκτασης φόρτιση
- Ωθήσεις γαιών πίσω από τοίχο αντιστήριξης → Διατμητική αστοχία

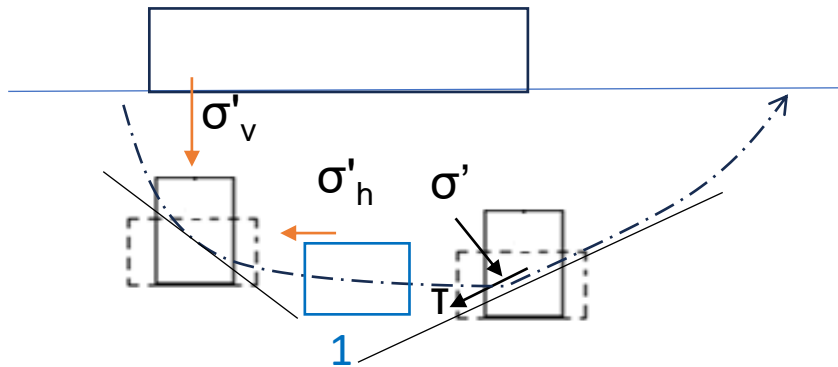


Αθήνα, 16/4/2024



## ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΣΤΟΧΙΑ

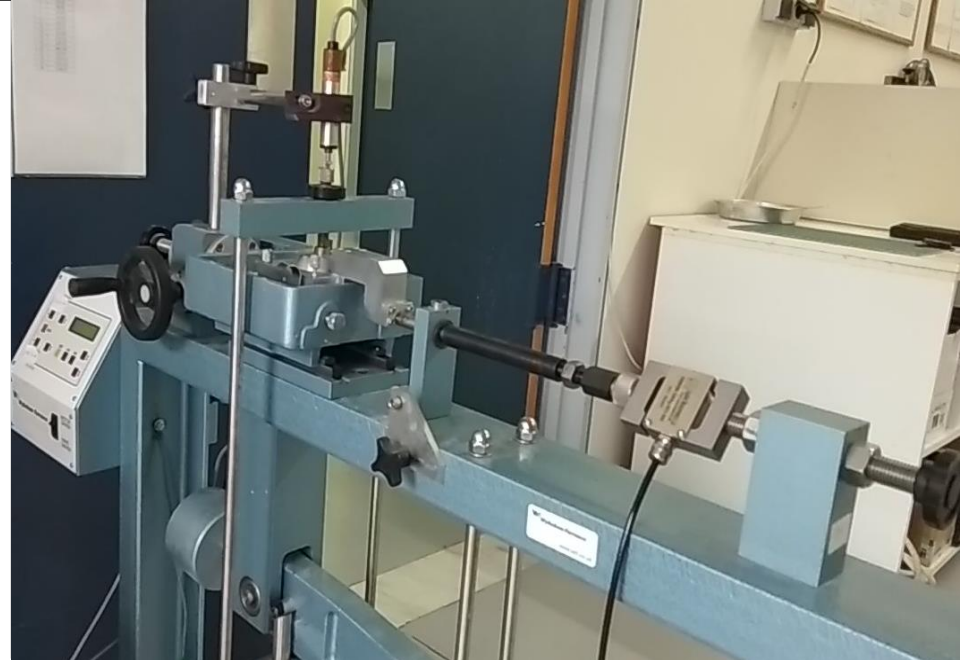
## ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ



Στη θέση 1: το επίπεδο αστοχίας ~ οριζόντιο  
 $\sigma' = \sigma'_v$ , τ οριζόντια

- Για να προσομοιωθεί αυτή η φόρτιση δηλ. υπό σταθερή  $\sigma'_v$  να προσδιοριστεί η μέγιστη διατμητική  $\tau$  που θα οδηγήσει το εδαφικό στοιχείο στην αστοχία αναπτύχθηκε η συσκευή απευθείας διάτμησης

- Ειδική κατηγορία διατμητικής φόρτισης:
- Συσκευή απευθείας διάτμησης



# ΔΟΚΙΜΗ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

Shear box

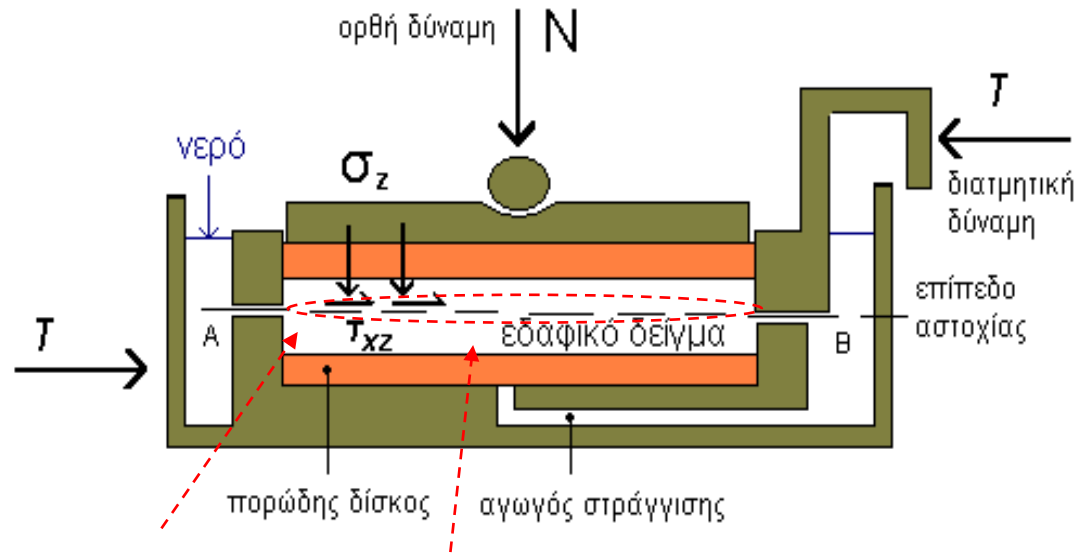


# Shear box

Specimen preparation







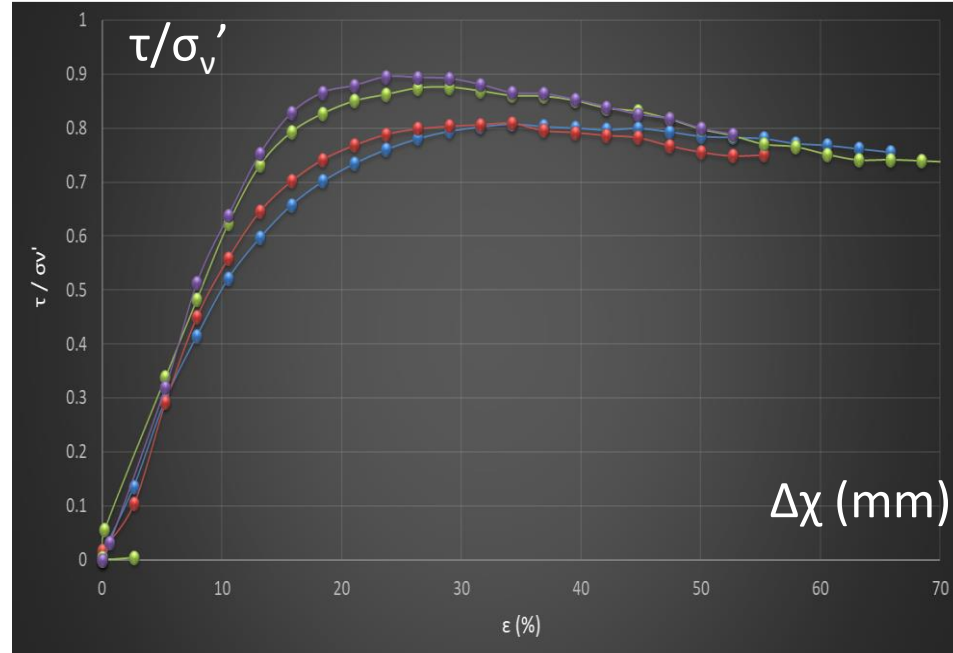
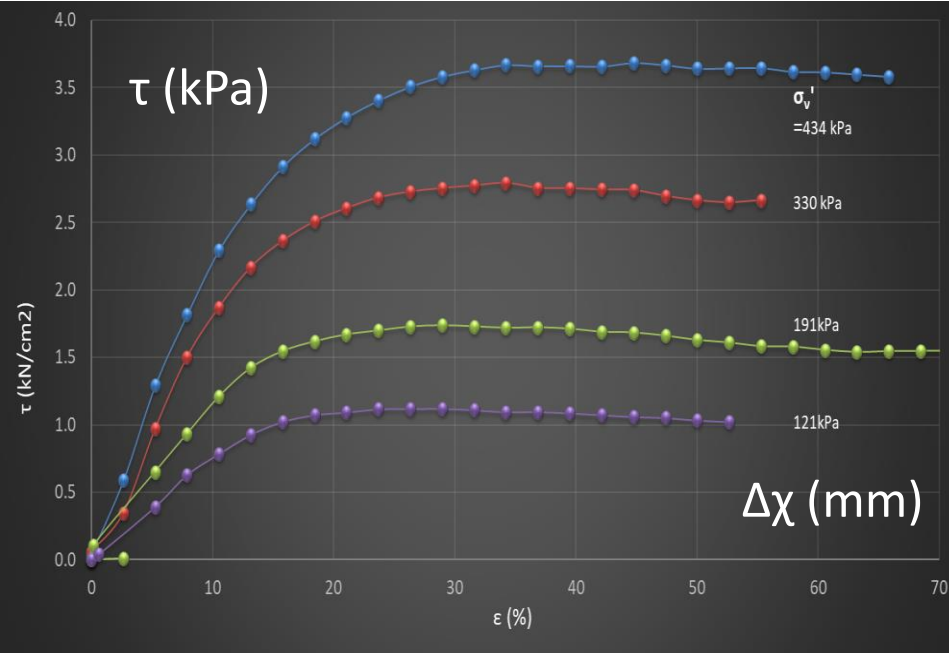
# Διατμητικές παραμορφώσεις?

ανομοιογενείς

# Συνθήκες στράγγισης?

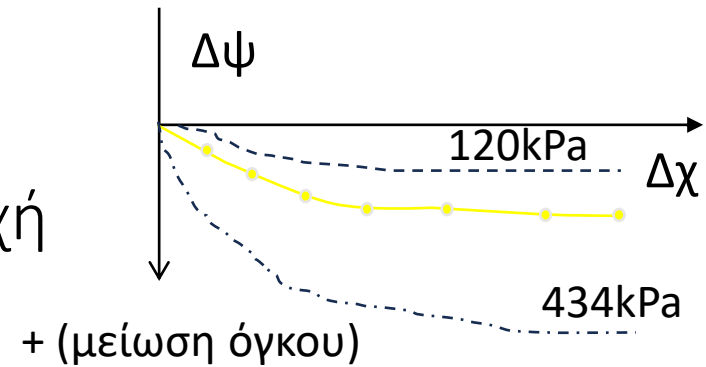
ελεύθερη στράγγιση = μεταβολή όγκου

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ ΣΕ ΧΑΛΑΡΗ ΑΜΜΟ

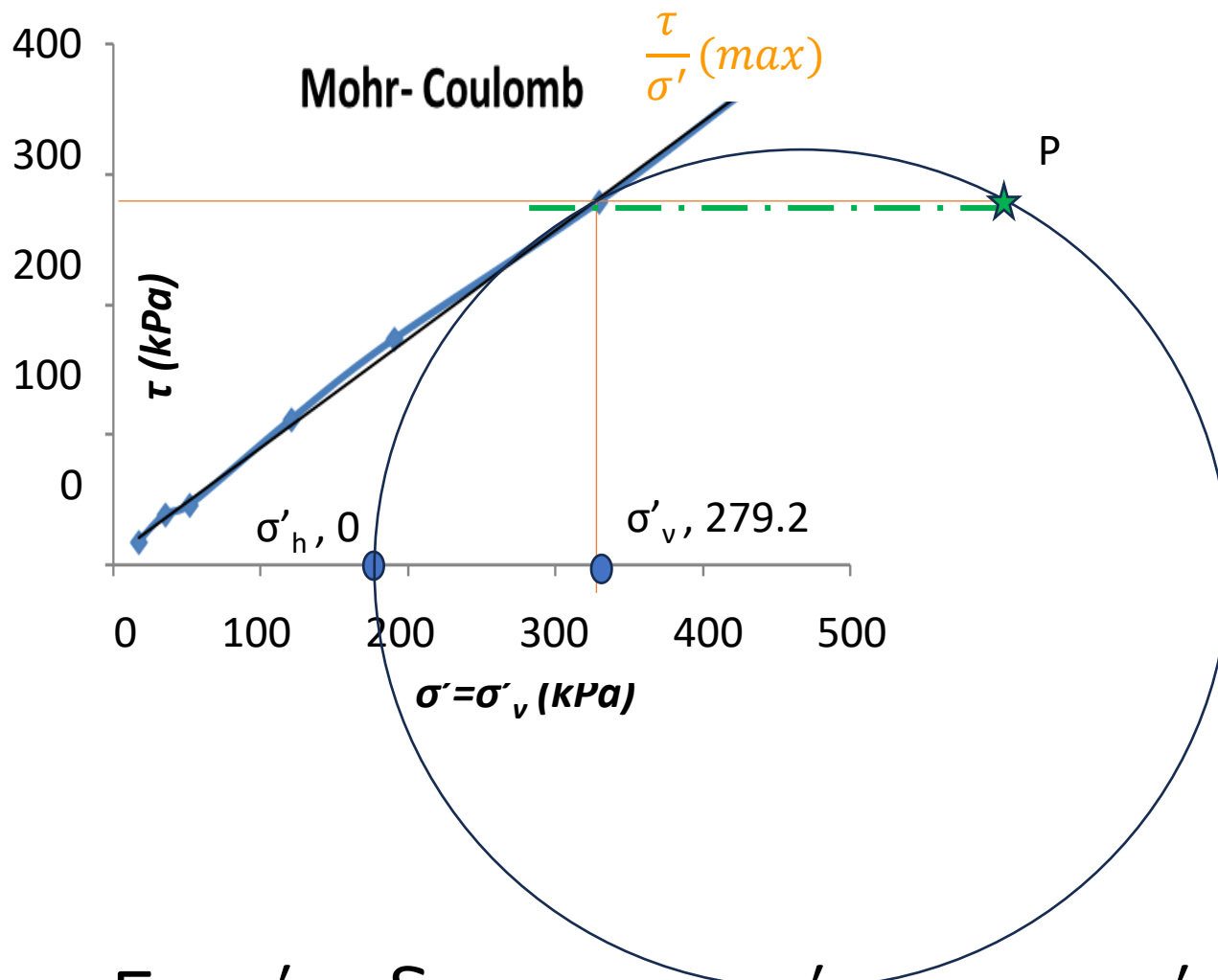


Σχέσεις τάσεων – παραμορφώσεων

1. μεγαλύτερη κατακόρυφη ενεργός τάση  $\sigma'_v$  μεγαλύτερη διατμητική αντοχή
2. μεγαλύτερη κατακόρυφη ενεργός τάση  $\sigma'_v$  μεγαλύτερη μείωση όγκου (κατακόρυφη μετακίνηση  $\Delta\psi$ )





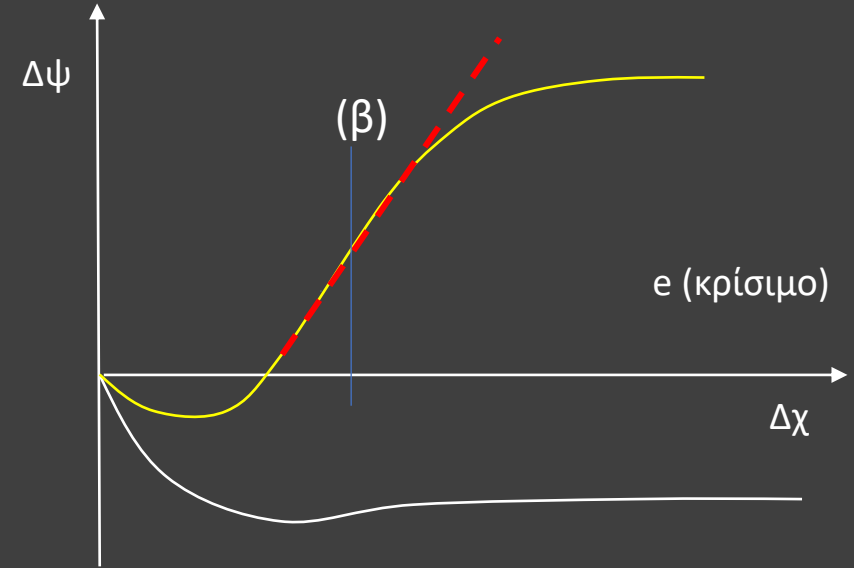
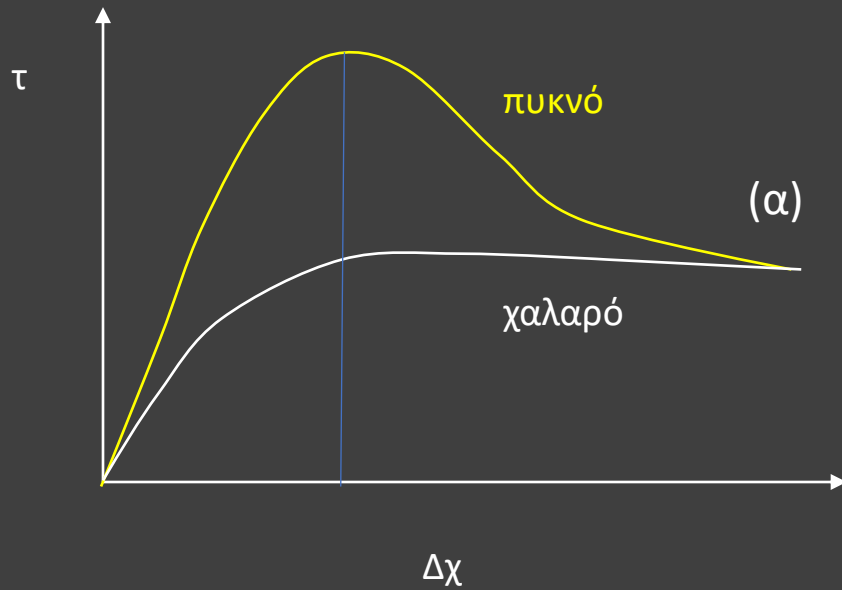


ορθή τάση $\sigma'$ (kN/m <sup>2</sup> )	Διατμητική τάση $\tau_{max}$ (kN/m <sup>2</sup> )
434	368.3
<b>330</b>	<b>279.2</b>
191	173.7
121	112.0
52	46.1
35	38.9
17	17.5

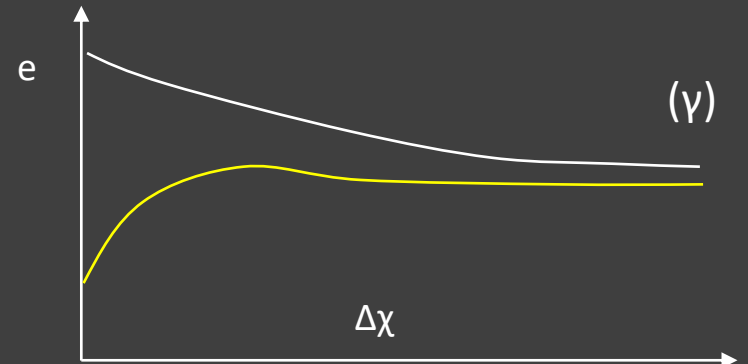


Γωνία διατμητικής αντοχής?  
 $\tan(\tau_{max}/\sigma')$

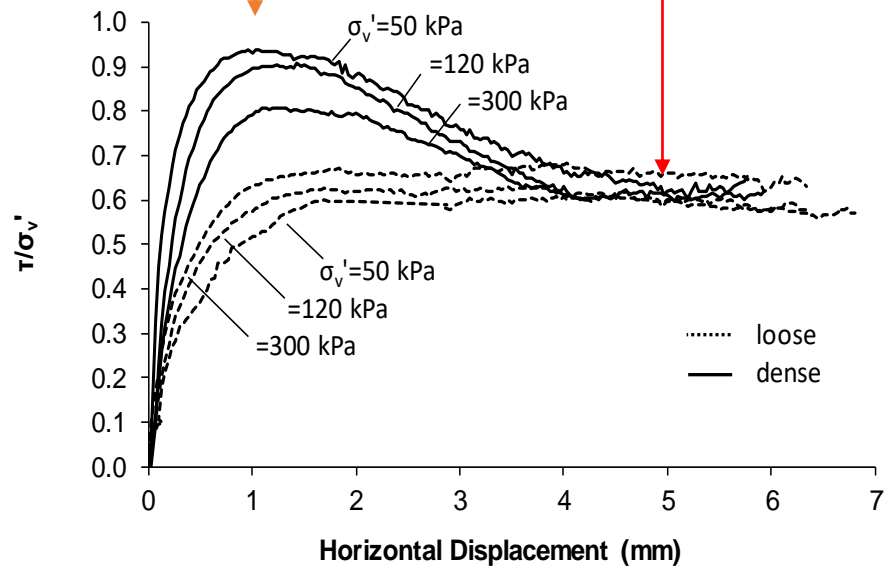
# Σύγκριση πυκνής & χαλαρής άμμου



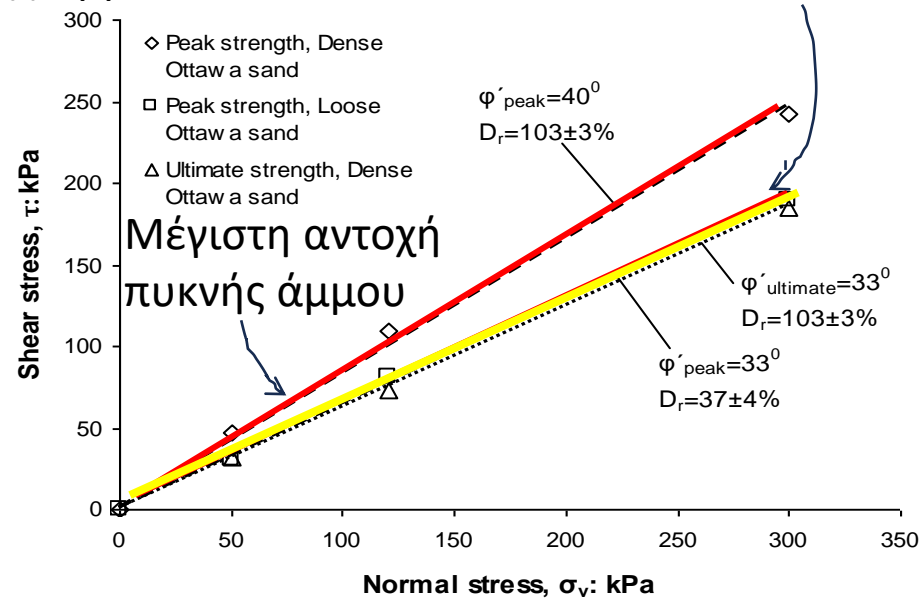
- Διαστολικότητα = αλληλεμπλοκή κόκκων ( $\beta$ )
- ΚΡΙΣΙΜΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
  1. Τελική διατμητική αντοχή ανεξάρτητη της πυκνότητας για ίδια κατακόρυφη τάση  $\sigma'_v$  ( $\alpha$ )
  2. Τελικός δείκτης πόρων επίσης ανεξάρτητος της πυκνότητας για ίδια κατακόρυφη τάση  $\sigma'_v$  ( $\gamma$ )



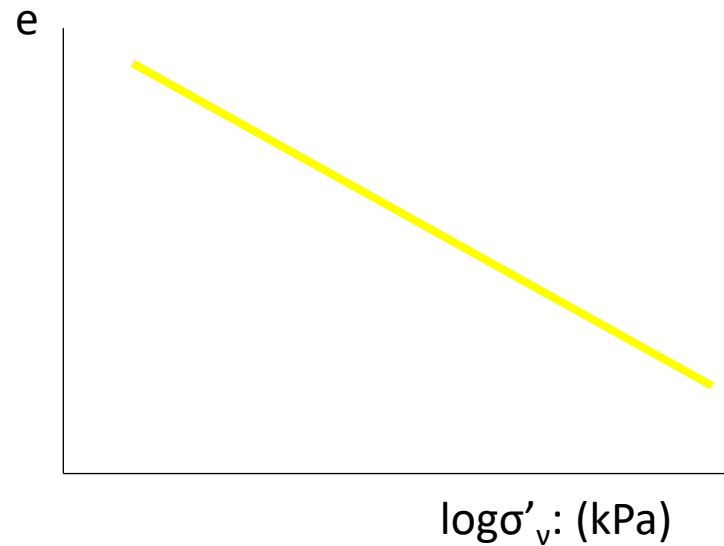
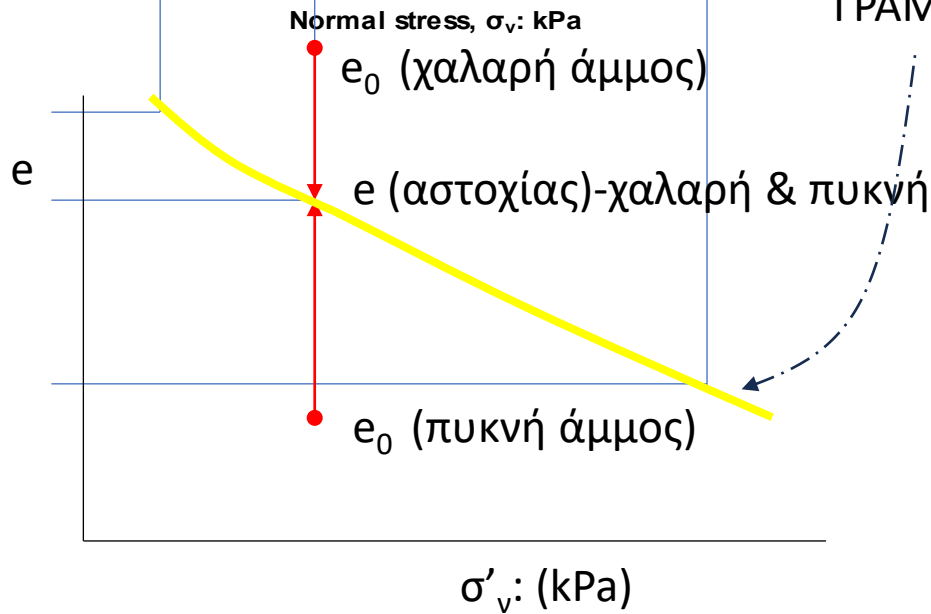
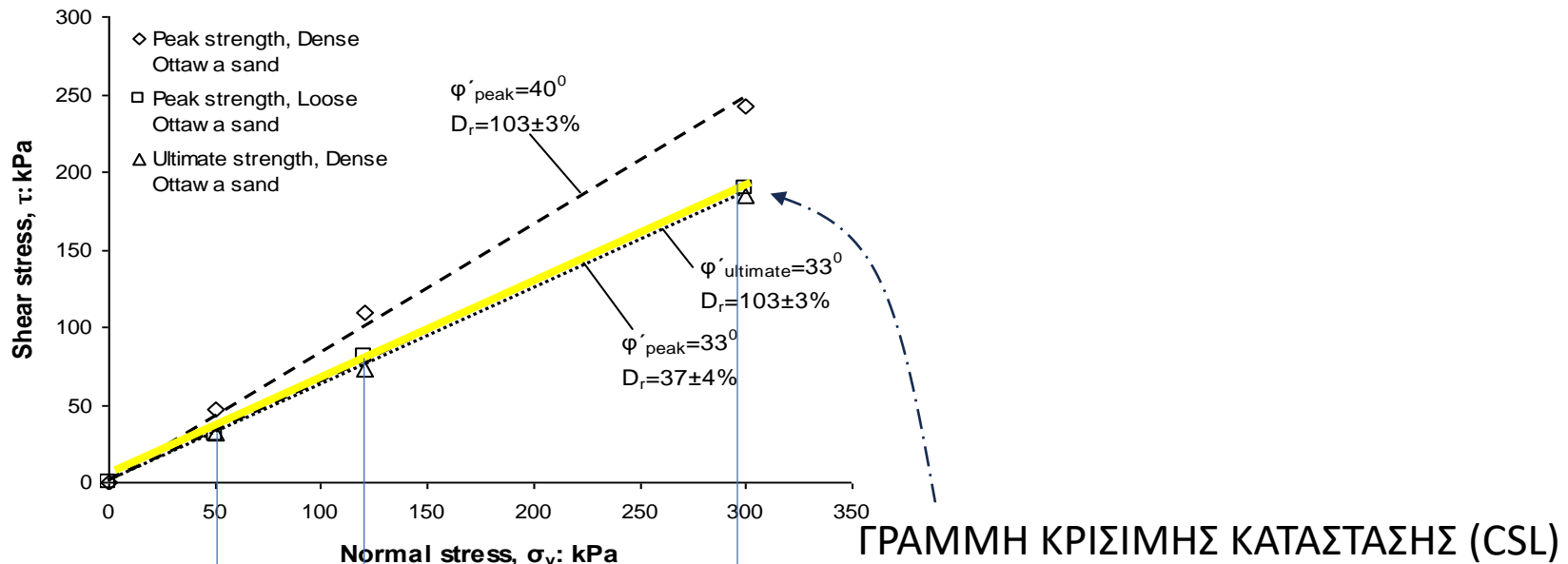
Μέγιστη διατμητική αντοχή πυκνής άμμου  
 Διατμητική αντοχή χαλαρής άμμου



Γραμμή κρίσιμης κατάστασης

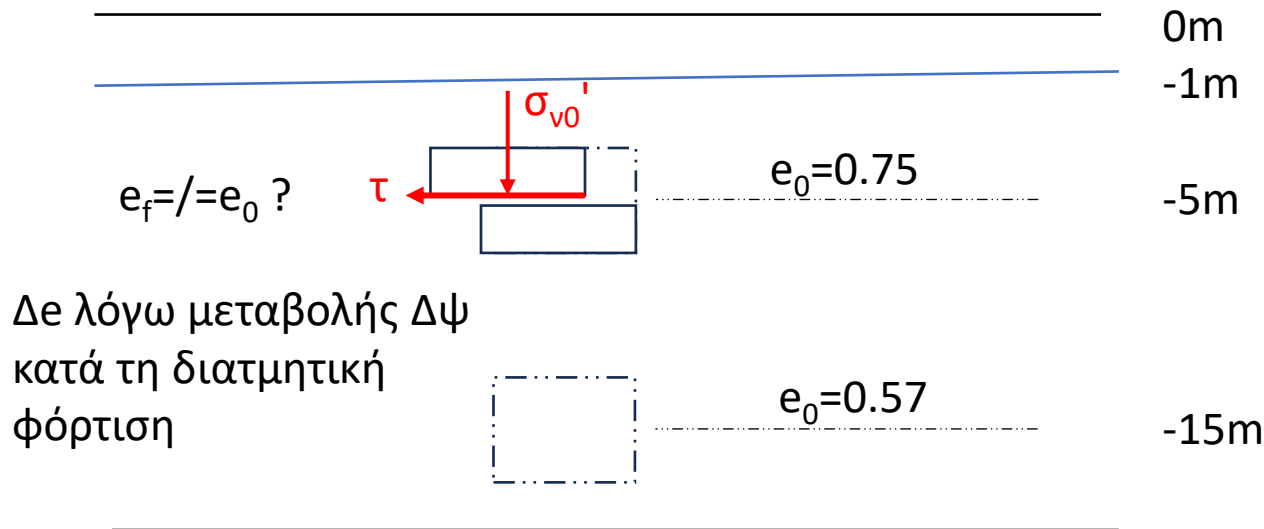


Περιβάλλουσες αστοχίας (Mohr-Coulomb)  
 για πυκνά και χαλαρά δοκίμια άμμου



## ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Σε εδαφική στρώση άμμου με ειδικό βάρος  $20\text{kN/m}^3$  σε βάθος  $5\text{m}$  η άμμος είναι χαλαρή με δείκτη πόρων  $e_0=0.75$ , ενώ στα  $15\text{m}$  πυκνή με  $e_0=0.57$ . α) Να υπολογιστεί ο δείκτης πόρων κατά την αστοχία στις δύο αυτές θέσεις αν η στρώση υποβληθεί σε αργή διατμητική φόρτιση σε οριζόντιο επίπεδο μέχρι την αστοχία. Τα χαρακτηριστικά της CSL δίδονται στο σχήμα και η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται  $1\text{m}$  κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. β) Αν η διατμητική φόρτιση οφείλεται σε σεισμό και προκαλείται αύξηση της πίεσης των πόρων  $\Delta u$  υπό σταθερό όγκο στο βάθος των  $5\text{m}$  μπορεί να δούμε αστοχία? γ) Αν η γωνία διατμητικής αντοχής της χαλαρής και της πυκνής άμμου είναι  $\phi'=30^\circ$  &  $39^\circ$  αντίστοιχα να υπολογιστεί η διατμητική αντοχή της άμμου στην κάθε στρώση



## ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Τα χαρακτηριστικά της CSL δίδονται στο σχήμα και η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται 1m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

α) διάτμηση υπό σταθερή  $\sigma'_v$

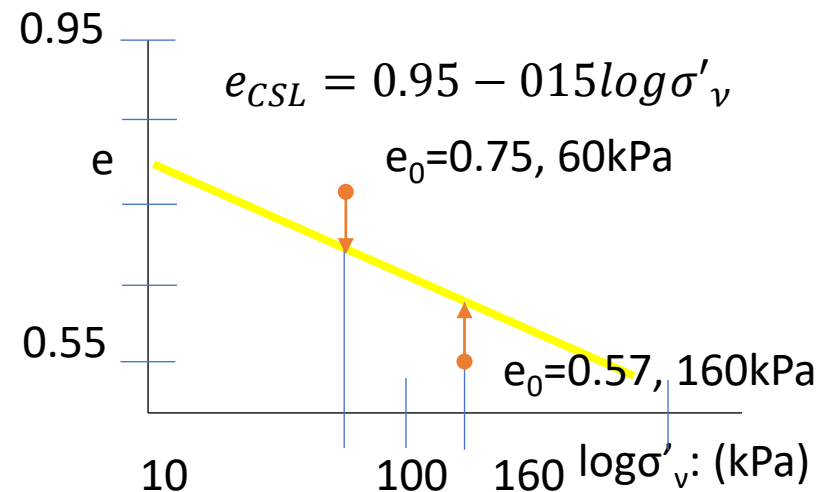
$$\sigma'_{v0}{}^{5m} = 5 \cdot 20 - 4 \cdot 10 = 60 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_{v0}{}^{15m} = 15 \cdot 20 - 14 \cdot 10 = 160 \text{ kPa}$$

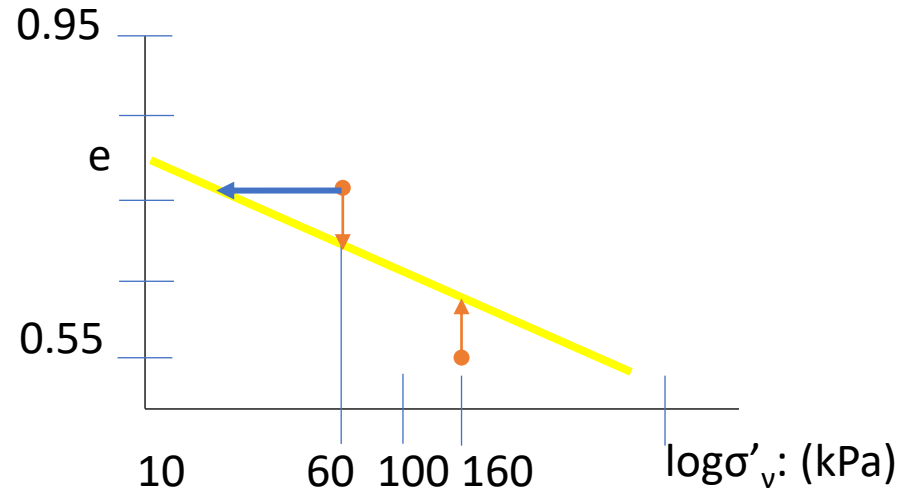
$$e_{CSL}^{5m} = 0.95 - 0,15 \log 60 = 0.68$$

$$e_{CSL}^{15m} = 0.95 - 0,15 \log 160 = 0.62$$

ΓΡΑΜΜΗ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (CSL)

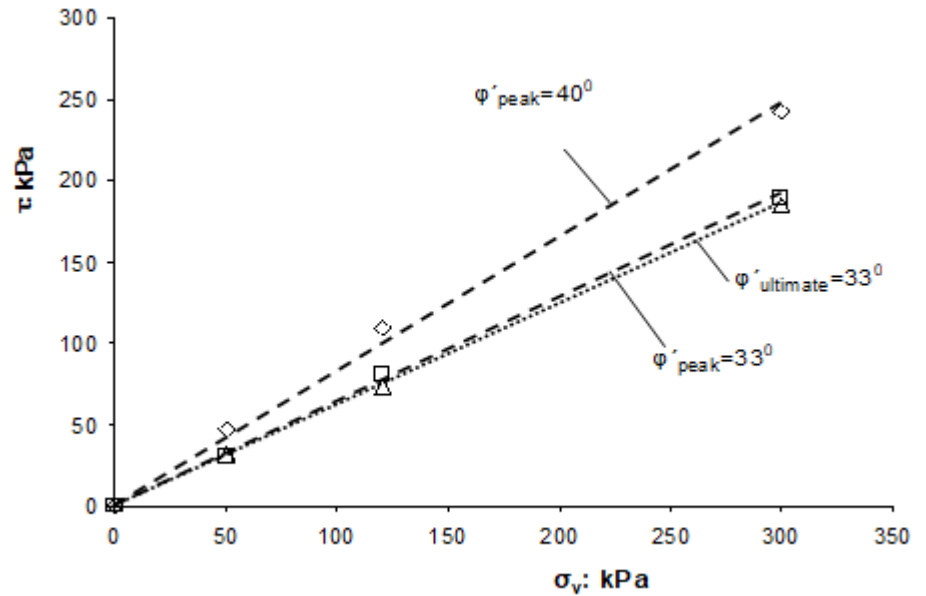
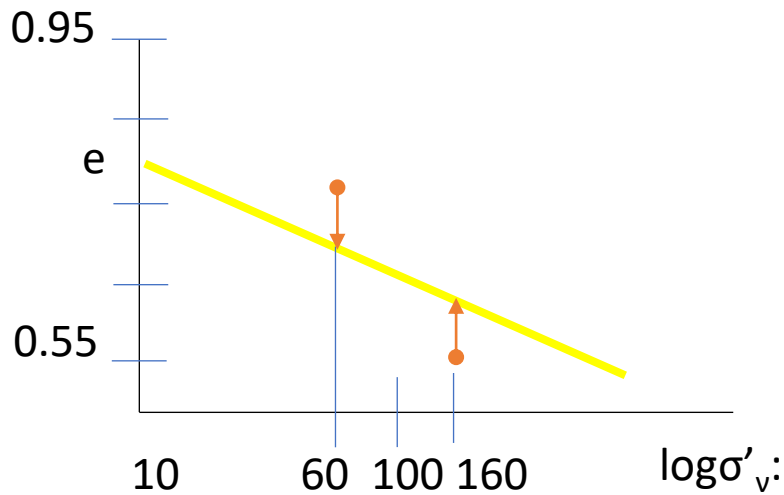


β) αν η διατμητική φόρτιση οφείλεται σε σεισμό και προκαλείται αύξηση της πίεσης των πόρων  $\Delta u$  υπό σταθερό όγκο, στο βάθος των 5m μπορεί να δούμε αστοχία?



β) η πάνω στρώση λόγω μείωσης της ενεργού τάσης  $\sigma'_v$  υπό σταθερό όγκο ( $e=ct$ )

γ) Αν η γωνία διατμητικής αντοχής της χαλαρής και της πυκνής άμμου είναι  $\phi' = 33^\circ$  &  $40^\circ$  αντίστοιχα να υπολογιστεί η διατμητική αντοχή της άμμου στην κάθε στρώση



$$\tau(5m) = 60 \tan 33 = 39 \text{ kPa}$$

$$\tau(15m) = 160 \tan 40 = 134 \text{ kPa}$$