

Μηχανική Συμπεριφορά Εδαφών σε (υπο)κατηγορίες φορτίσεων

Διατμητική Αντοχή – Κριτήριο Αστοχίας: Εφαρμογές

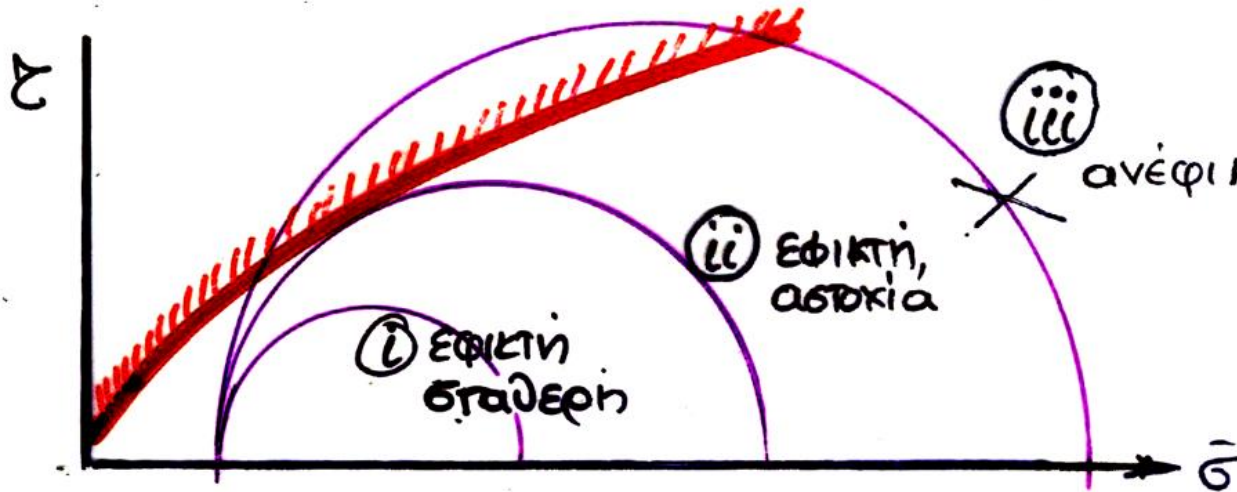
Διαφάνειες 2-6: Σύνδεση με προηγούμενα

Διαφάνειες 7-13: Εφαρμογές κριτηρίου αστοχίας στις τρεις
πειραματικές δοκιμές διάτμησης

Διαφάνεια 14: Παράδειγμα εφαρμογής

Κριτήριο αστοχίας Mohr

- Η περιβάλλουσα αστοχίας ορίζει τρεις περιοχές τάσεων:



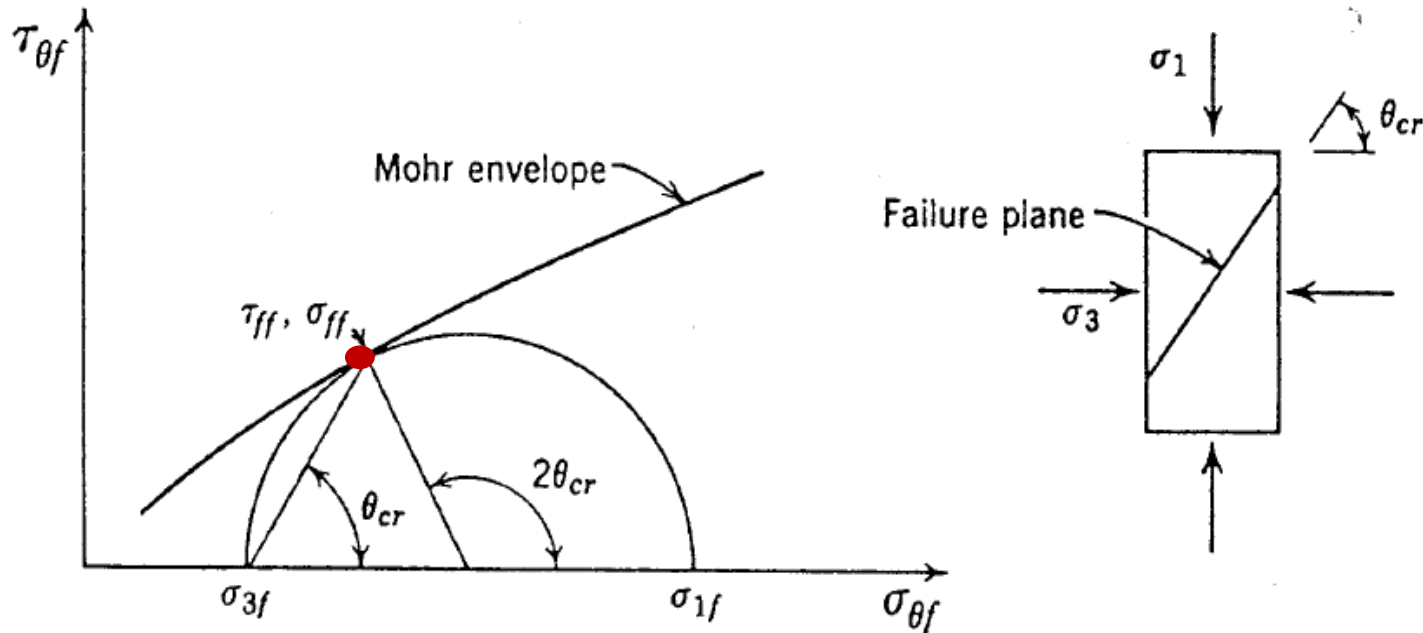
(i) **εφικτή – σταθερή**

(ii) **εφικτή – αστοχία**

(iii) **ανέφικτη**

- Η περιβάλλουσα αστοχίας είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο φόρτισης, τις συνοριακές συνθήκες, την ύπαρξη νερού, κλπ
- Ίδια περιβάλλουσα αστοχίας για διαφορετικές δοκιμές

Περιβάλλουσα αστοχίας & επίπεδο αστοχίας



- Το σημείο επαφής της περιβάλλουσας αστοχίας με τον κύκλο Mohr δίνει το επίπεδο αστοχίας = επίπεδο με τον συνδυασμό τ_{ff} και σ'_{ff} που προκαλεί αστοχία

Κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb

- Για αναλυτικούς υπολογισμούς, είναι πρακτική η προσέγγιση της περιβάλλουσας αστοχίας με μία ευθεία γραμμή

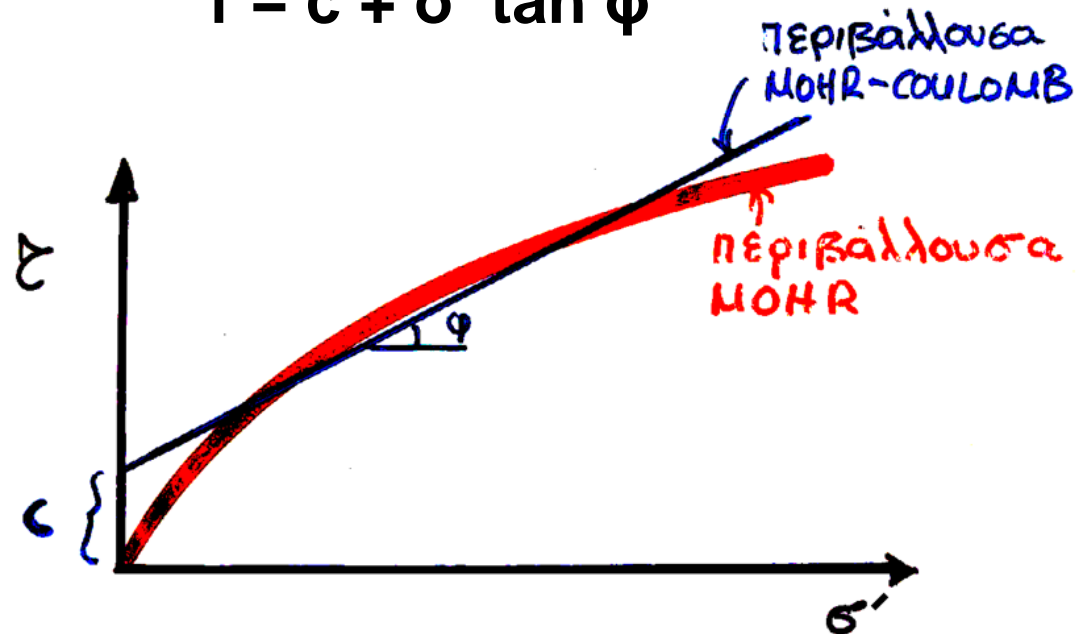
Οι πιο συχνοί όροι:

φ = γωνία

εσωτερικής τριβής
(angle of internal friction)

c = συνοχή σε kPa
(cohesion intercept = τεταγμένη για $\sigma' = 0$)

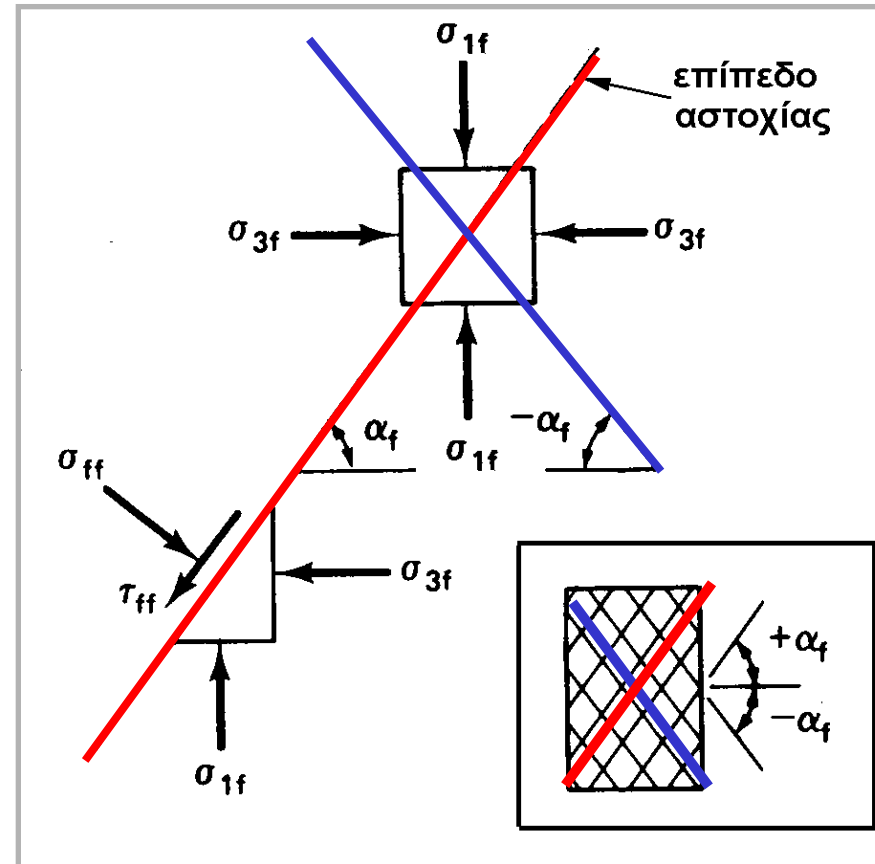
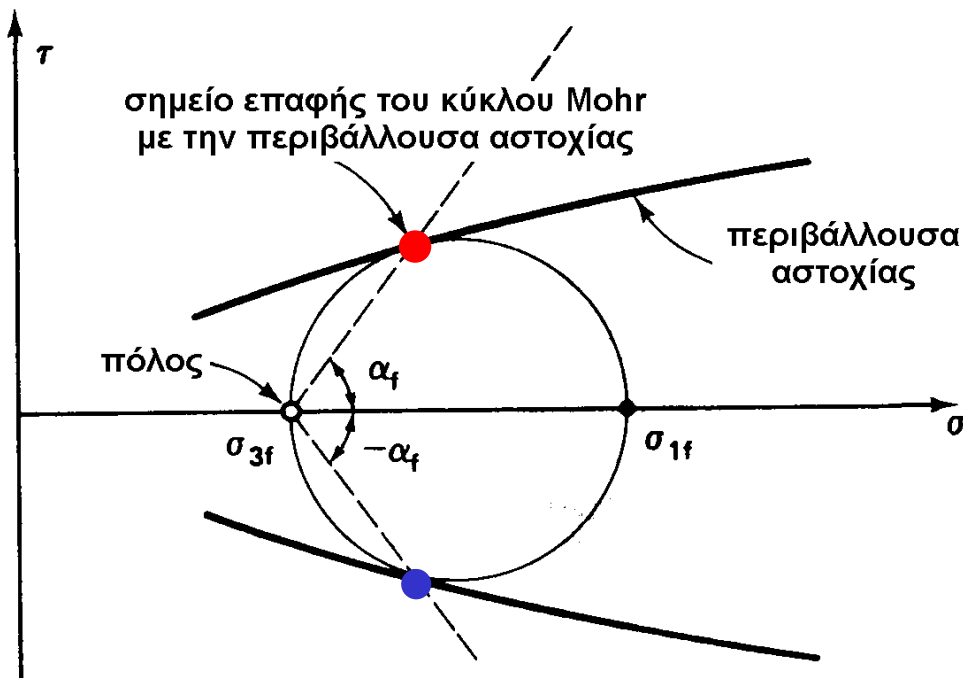
$$\tau = c + \sigma' \tan \varphi$$



Εναλλακτικοί όροι: παράμετροι διατμητικής αντοχής c και φ

Κριτήριο αστοχίας Mohr

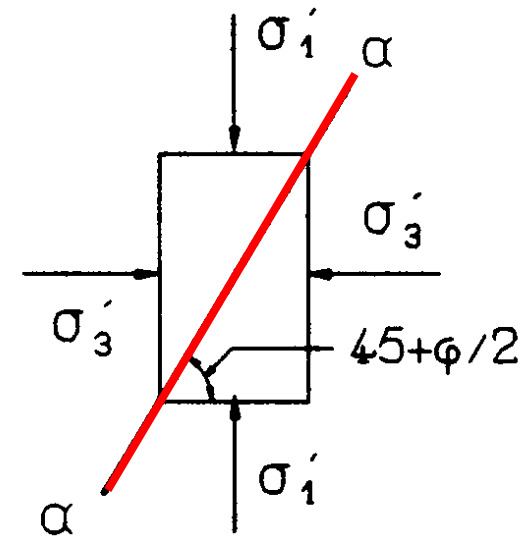
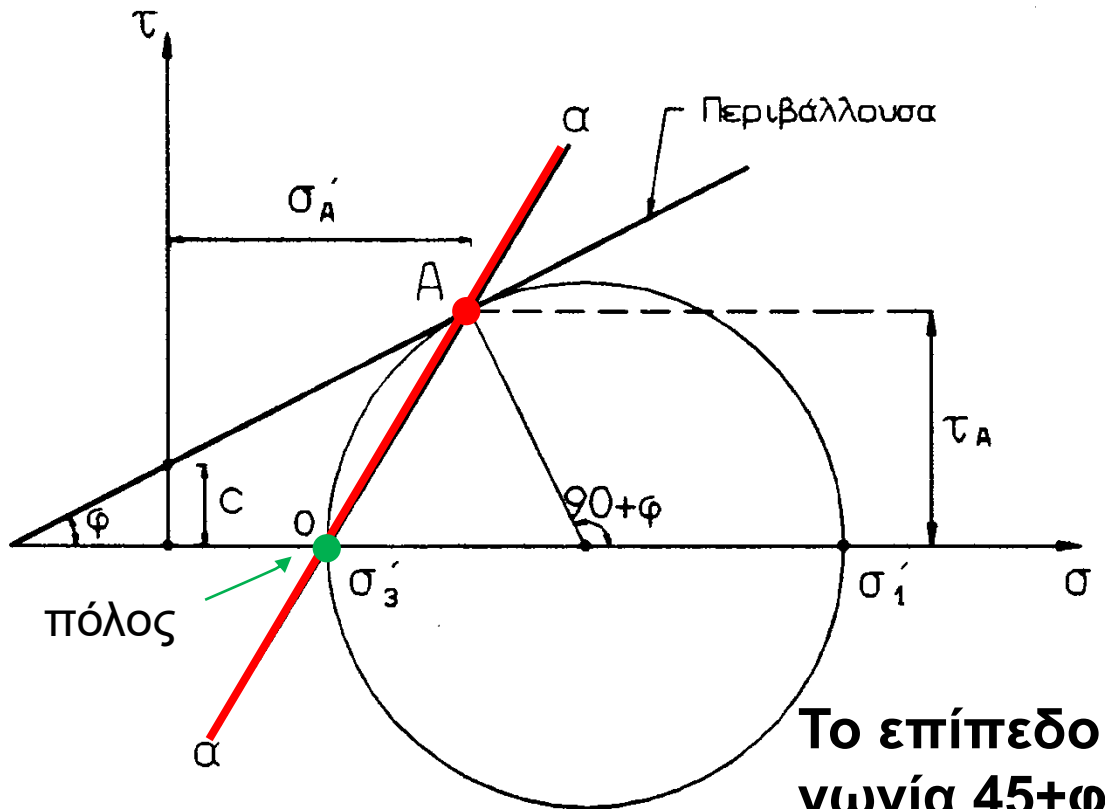
1. Ένα εδαφικό στοιχείο αστοχεί αν ο κύκλος Mohr εφάπτεται στην περιβάλλουσα αστοχίας
2. Το επίπεδο αστοχίας αντιστοιχεί στο σημείο επαφής του κύκλου με την περιβάλλουσα αστοχίας



Ζεύγος επιπέδων αστοχίας κατά το κριτήριο Mohr

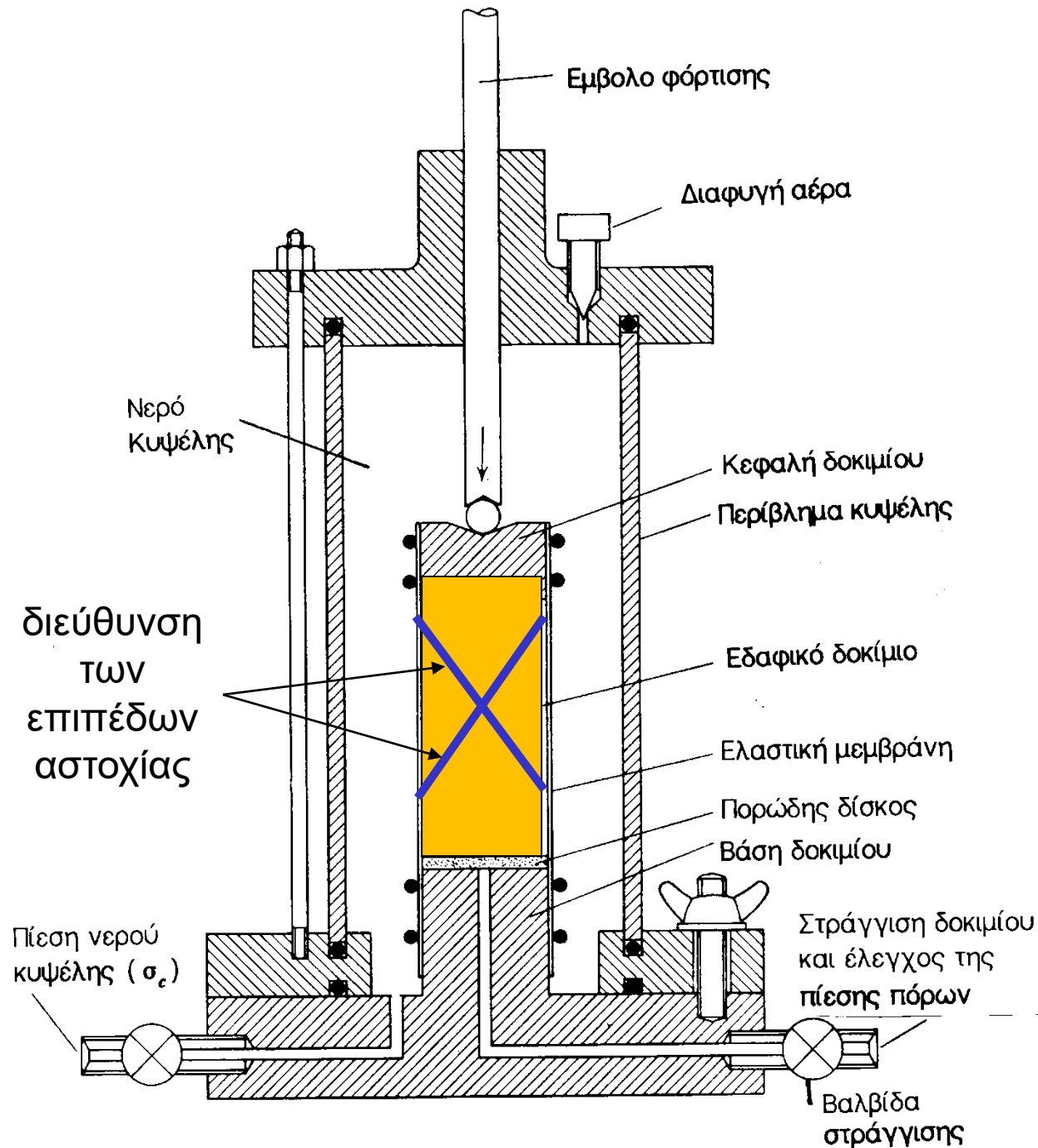
Κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb

1. Ένα εδαφικό στοιχείο αστοχεί αν ο κύκλος Mohr εφάπτεται στην περιβάλλουσα αστοχίας: $\tau = \sigma' + \tan \varphi$
2. Το επίπεδο αστοχίας αντιστοιχεί στο σημείο επαφής του κύκλου με την περιβάλλουσα αστοχίας

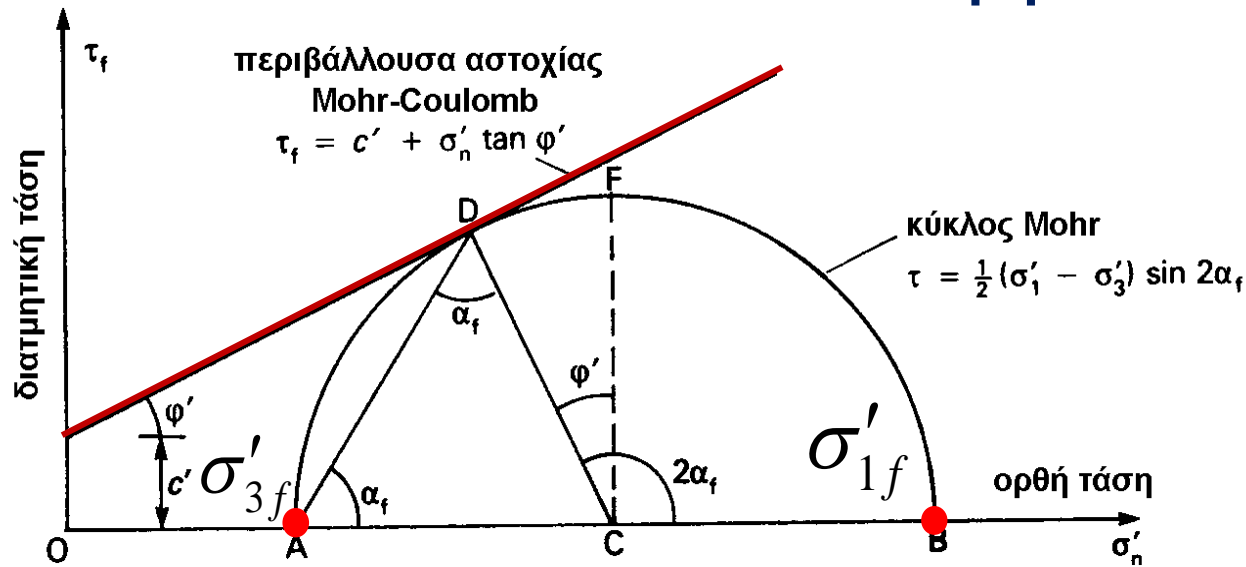


Το επίπεδο αστοχίας σχηματίζει γωνία $45 + \varphi/2$ με το επίπεδο της σ'_1

Προσδιορισμός της περιβάλλουσας αστοχίας με την τριαξονική δοκιμή



Προσδιορισμός της περιβάλλουσας αστοχίας με την τριαξονική δοκιμή



- Το επίπεδο αστοχίας σχηματίζει γωνία $\alpha_f = 45 + \varphi/2$ με το επίπεδο της σ'_1

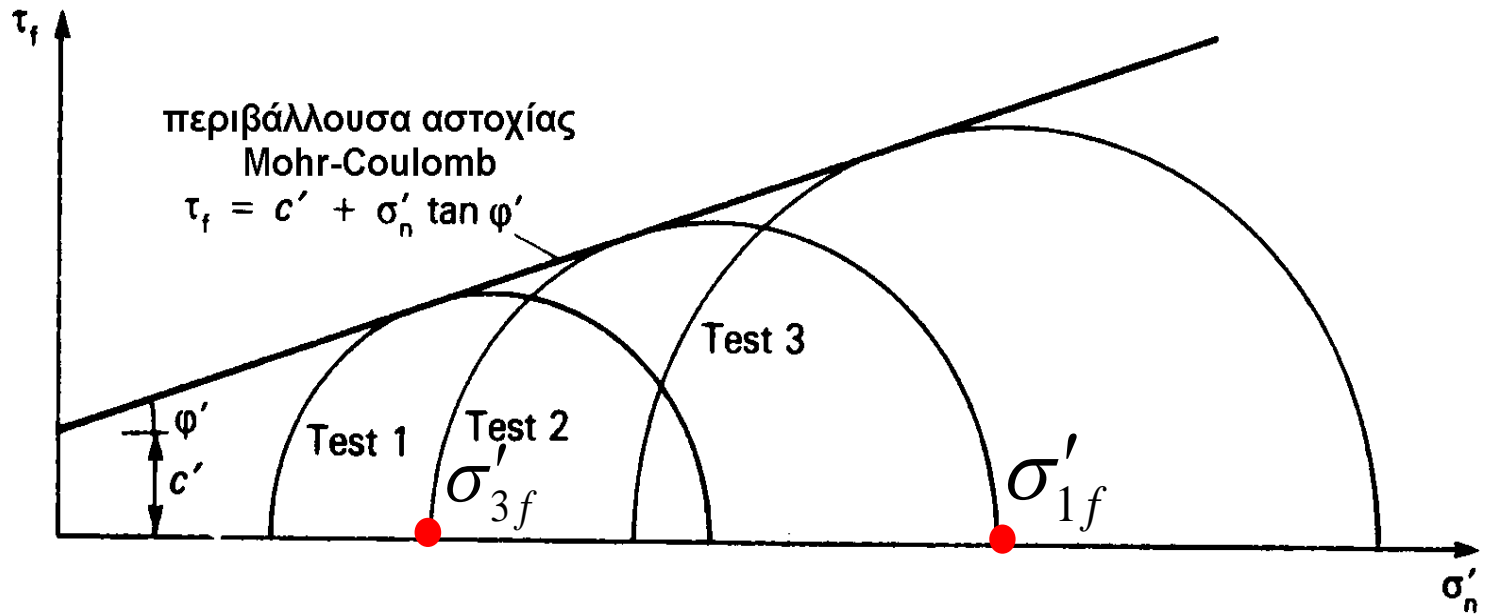
Μία δοκιμή δεν αρκεί για τον προσδιορισμό της περιβάλλουσας, εκτός εάν αυτή διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

Εάν $c=0$ (άμμοι, μαλακές/NC άργιλοι):

$$\frac{\sigma'_{1f}}{\sigma'_{3f}} = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Προσοχή: Δεν ξεχνάμε ότι το κριτήριο αστοχίας εκφράζεται ως προς τις ενεργές τάσεις

Προσδιορισμός της περιβάλλουσας αστοχίας με την τριαξονική δοκιμή: η πιο γενική σχέση



Εάν επιλέξουμε περιβάλλουσα με $c \neq 0$, απαιτούνται τουλάχιστον δύο δοκιμές για να προσδιορισθεί η κοινή εφαπτομένη στους δύο κύκλους Mohr κατά την αστοχία (συνήθως γίνονται τρεις δοκιμές)

$$\sigma'_{1f} = \sigma'_{3f} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) + 2c \tan \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Μάζεμα σχέσεων για κύκλους Mohr αστοχίας

$c \neq 0, \varphi$

$c = 0, \varphi$

$$\sigma'_{1f} = \sigma'_{3f} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) + 2 c \tan \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\frac{\sigma'_{1f}}{\sigma'_{3f}} = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

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

$$\sigma'_{3f} = \sigma'_{1f} \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) - 2 c \tan \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\frac{\sigma'_{3f}}{\sigma'_{1f}} = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

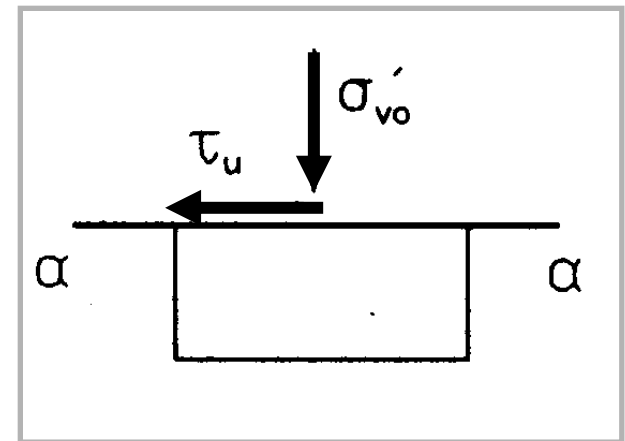
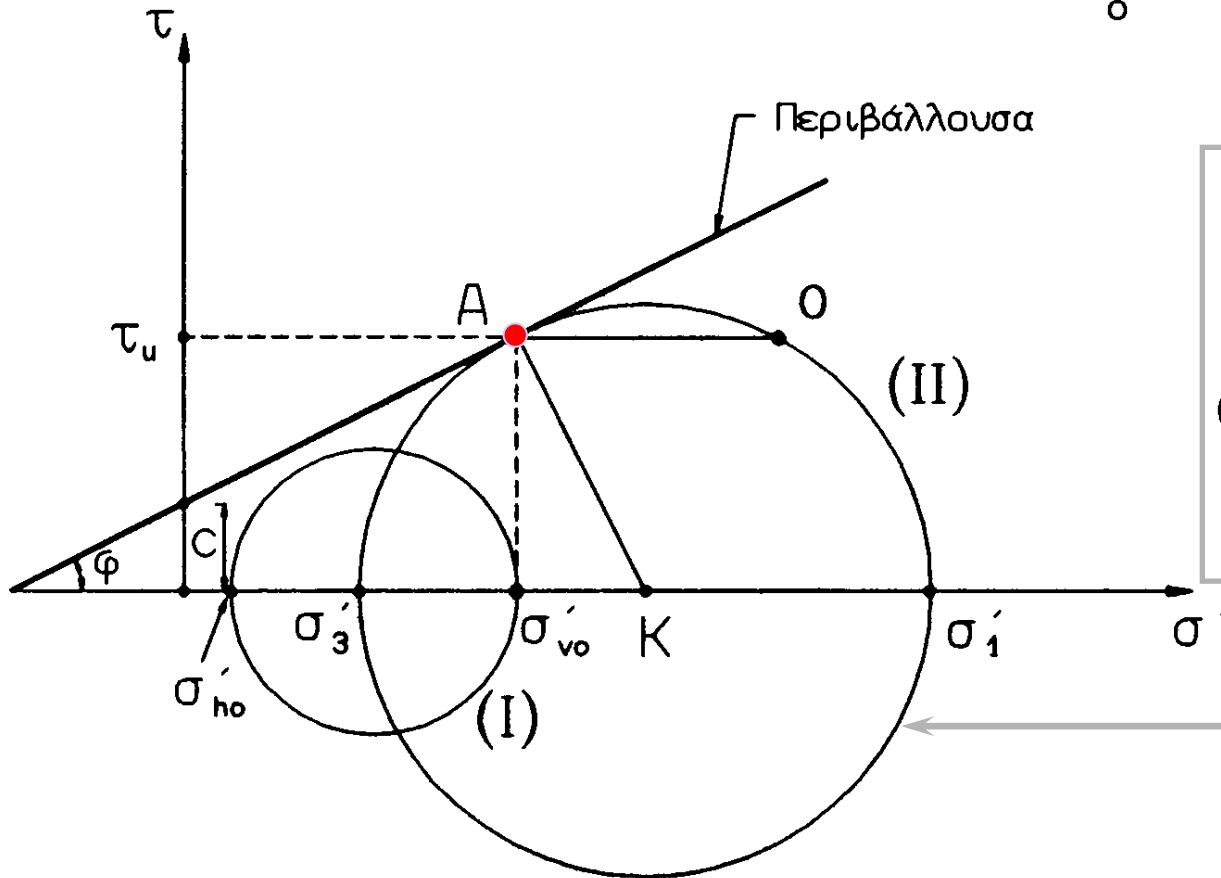
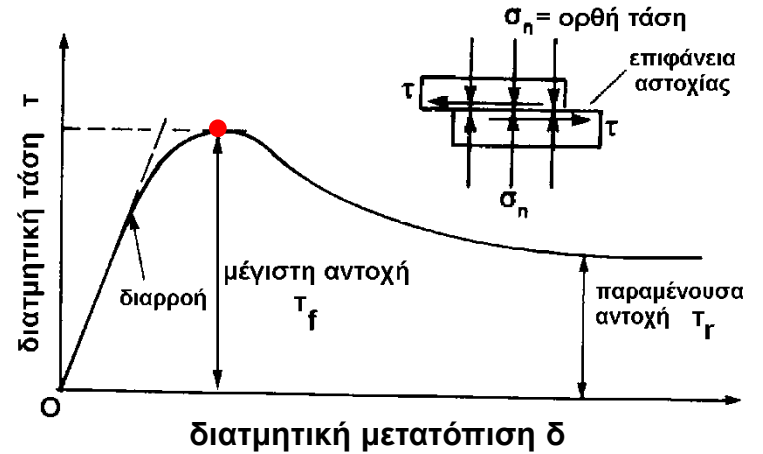
$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\sin \varphi = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f} + 2 c / \tan \varphi}$$

$$\sin \varphi = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f}}$$

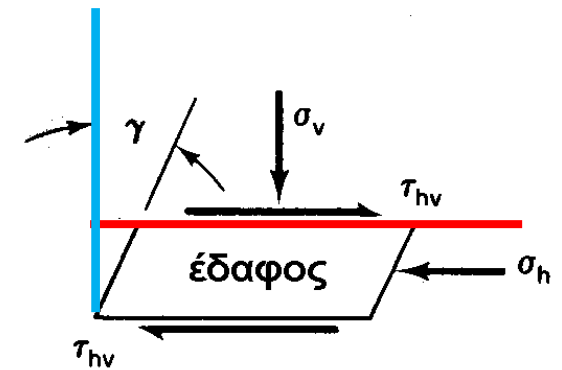
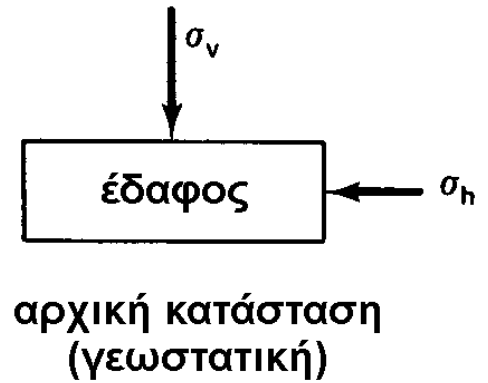
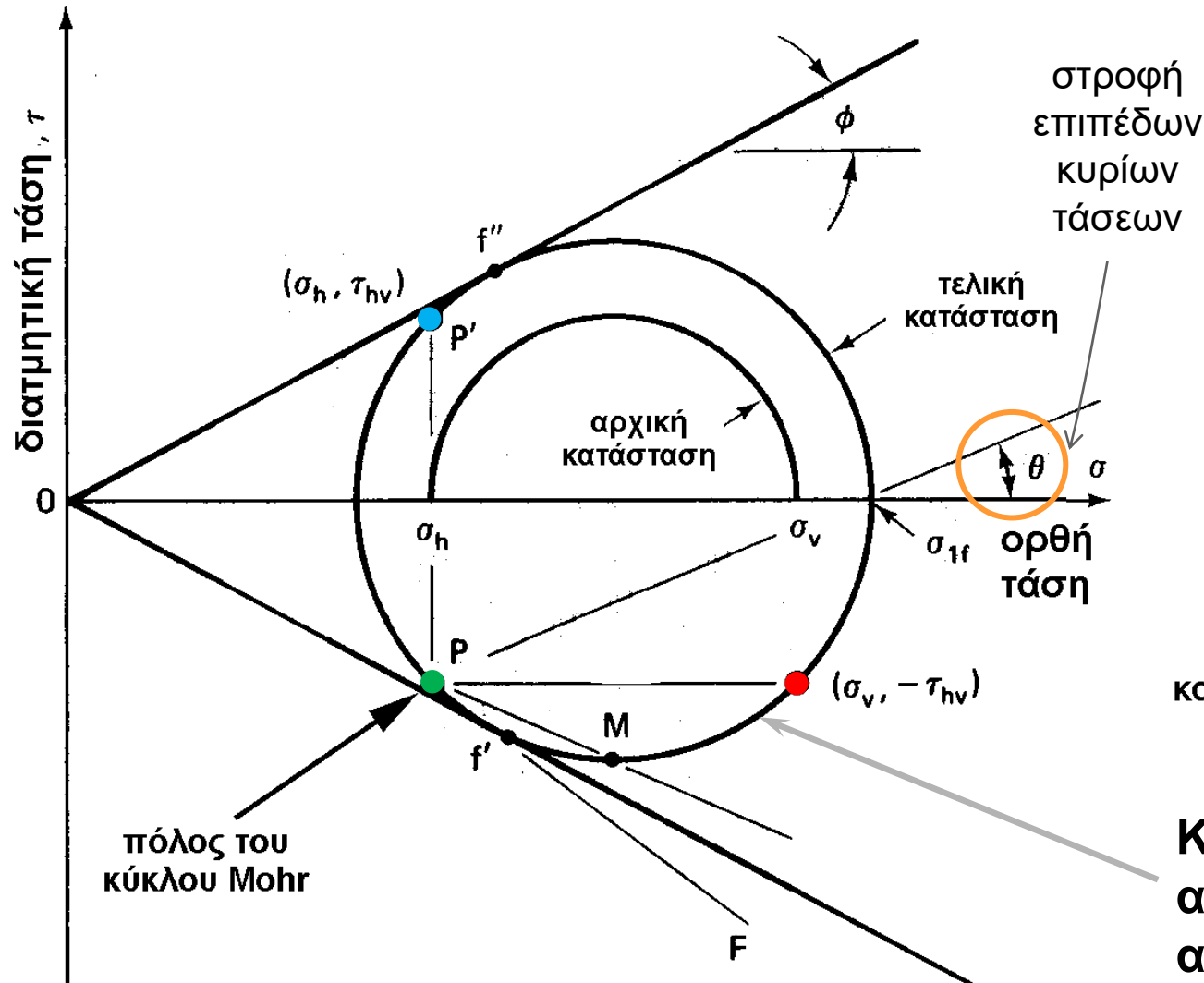
Προσδιορισμός της περιβάλλουσας αστοχίας από δοκιμές απ' ευθείας διάτμησης

Μία δοκιμή δεν αρκεί, εκτός εάν $c=0$



Κύκλος Mohr κατά την αστοχία στη δοκιμή απ' ευθείας διάτμησης

Προσδιορισμός της περιβάλλουσας αστοχίας από δοκιμές απλής διάτμησης

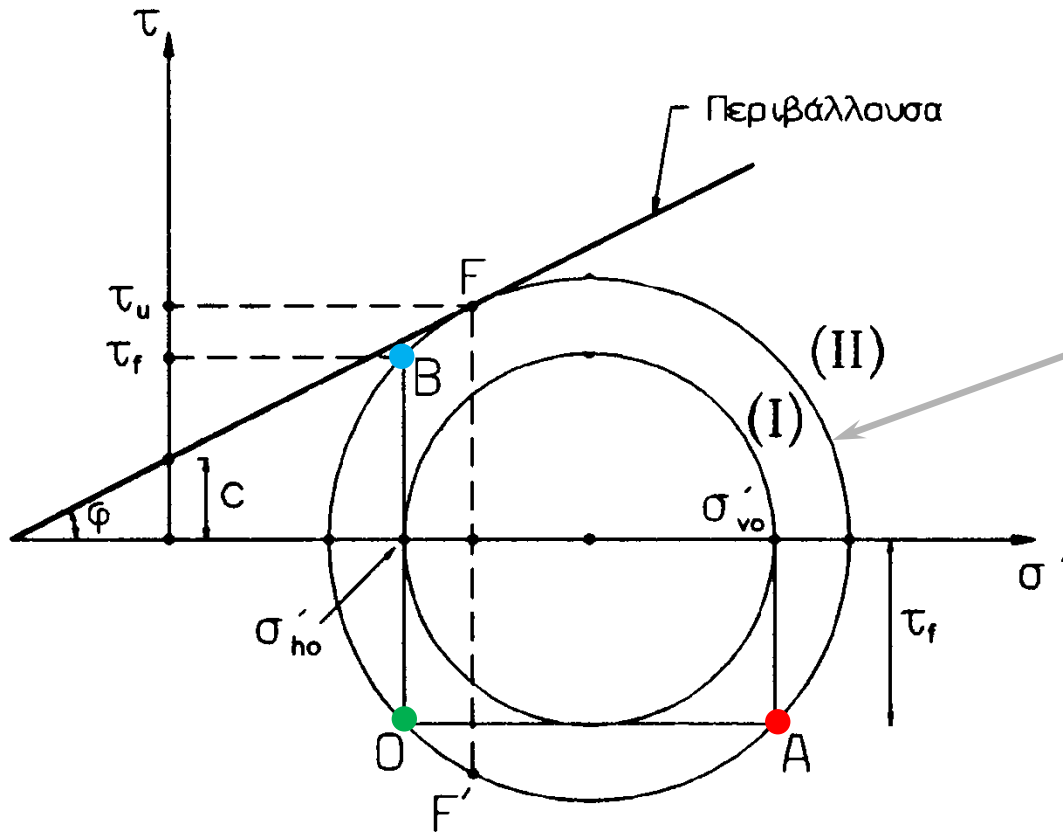
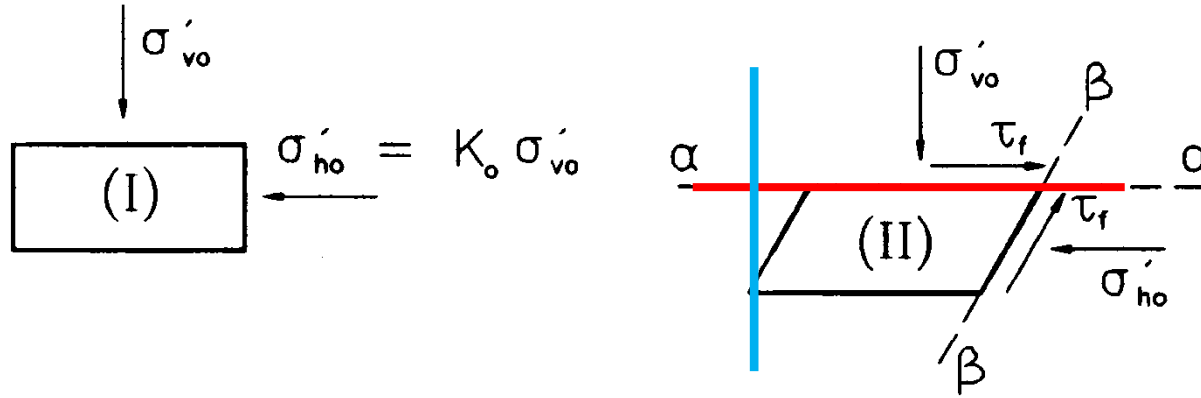


κατάσταση μετά την επιβολή των διατμητικών τάσεων

Κύκλος Mohr κατά την αστοχία στη δοκιμή απλής διάτμησης

Μία δοκιμή αρκεί μόνο εάν $c=0$

Προσδιορισμός περιβάλλουσας αστοχίας από δοκιμές απλής διάτμησης



Κύκλος Mohr κατά την αστοχία στη δοκιμή απλής διάτμησης

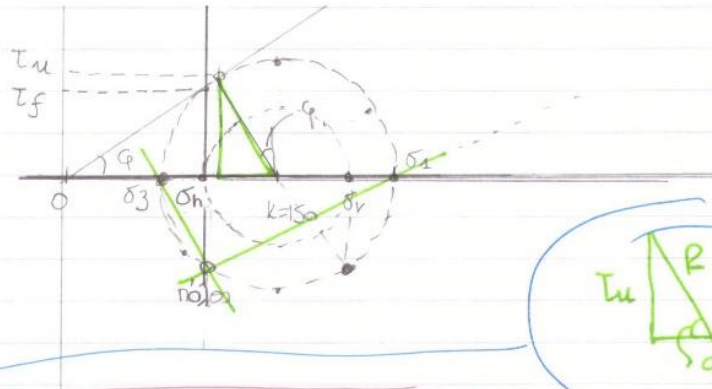
Παράδειγμα εφαρμογής

- (0) Σε δοκιμή απ' ευθείας διάτμησης δοκιμίου χαλαρής άμμου μετρήθηκαν οι παρακάτω τάσεις αστοχίας:

$$\tau_f = 200 \text{ kPa}, \quad \sigma'_v = 300 \text{ kPa}$$

- (α) Στην ίδια δοκιμή, $\tau_f =$; όταν $\sigma'_v = 100 \text{ kPa}$
- (β) Στην ίδια άμμο, σε δοκιμή τριαξονικής φόρτισης $\Delta\sigma'_{v,f} =$; όταν $\sigma'_{v0} = \sigma'_{h0} = 150 \text{ kPa}$
- (γ) Στην ίδια άμμο, σε δοκιμή απλής διάτμησης $\tau_f =$; όταν $\sigma'_v = 200 \text{ kPa}$ και $\sigma'_h = 100 \text{ kPa}$
- (δ) Δείξτε τους κύκλους Mohr για τις περιπτώσεις (0), (β), (γ).

Παράδειγμα εφαρμογής, ερώτημα (γ), κύκλος Mohr



$$K = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ kPa}$$

$$\frac{\sigma_1'}{\sigma_3'} = \tan^2(45 + \varphi/2) \Rightarrow \sigma_1' = 3.49 \sigma_3'$$

$$\sin \varphi = 0.55 = \frac{R}{K} = \frac{(\sigma_1' - \sigma_3')/2}{150} \rightarrow \sigma_3' = 66.8 \text{ kPa}$$

$$\sigma_1' = 233.3 \text{ kPa}$$

$$R = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \rightarrow \tau_f = 66.6 \text{ kPa}$$

Κέντρο μένει σταθερό γιατί σ_x, σ_y μένων σταθερά, $R = 83.25 \text{ kPa}$

$$\sin(90 - \varphi) = \frac{\tau_u}{R} \rightarrow \tau_u = 69.3 \text{ kPa}$$

Πηγές υλικού διαφανειών

- Παρουσιάσεις Μ. Καββαδά, Γ. Μπουκοβάλα