



ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ II

Τμήμα Α-Λ

1^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ: ΕΠΙΦΟΡΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Επιμέλεια

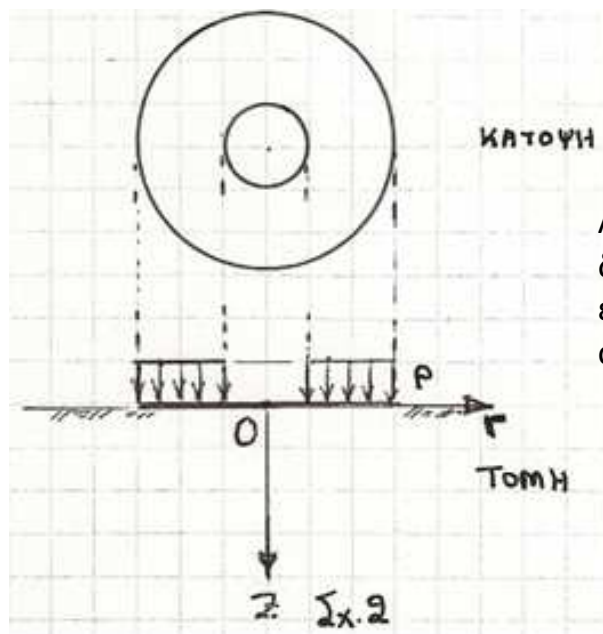
Ταξιαρχούλα Λημναίου, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ II

6^ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

1^η Σειρά Ασκήσεων (για ΕΞΑΣΚΗΣΗ στο μάθημα και στο σπίτι)

1.3. Να σχεδιασθεί με **ποιοτικήν ακρίβεια** το εξής διάγραμμα, σχετιζόμενο με την μετάδοση τάσεων σε ομοιογενή ελαστικών ημίχωρο: κατανομή των κατακορύφων ορθών τάσεων $\Delta\sigma_z$ κατά μήκος του άξονα Oz λόγω επιβολής φορτίου $p=200$ kPa ομοιομόρφως κατανεμημένου σε **δακτυλιωτή επιφάνεια** εξωτερικής ακτίνας 9 m και εσωτερικής 3 m (Σχ.2).



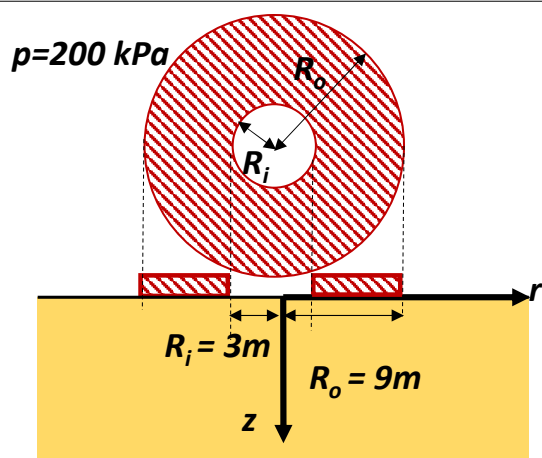
$$\text{Επιφάνεια } A = \pi(9^2 - 3^2) = 226.2 \text{ m}^2$$

$$\text{Φορτίο } Q = pA = 200 \times 226.2 = 45240 \text{ kN}$$

Αν η κατασκευή συνολικού βάρους Q είναι ... δεξαμενή ακτίνας 9 m, τότε περιέχει υγρό ειδικού βάρους $\gamma_{\text{υγρού}}$ και ύψους h , όπου $h = Q / [\gamma_{\text{υγρού}} \times (\pi 9^2)]$

$$\text{Νερό: } \gamma_{\text{υγρού}} = 10 \text{ kN/m}^3 \text{ και } h = 17.8 \text{ m}$$

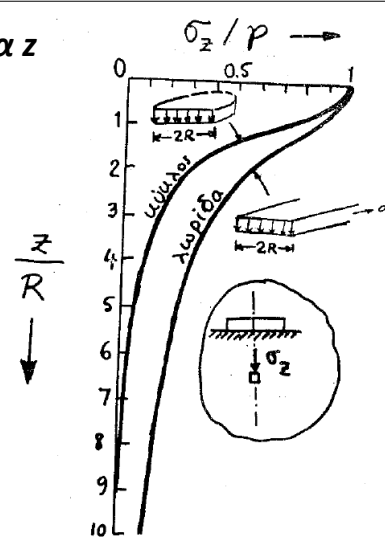
$$\text{LNG: } \gamma_{\text{υγρού}} = 5.9 \text{ kN/m}^3 \text{ και } h = 30.2 \text{ m}$$



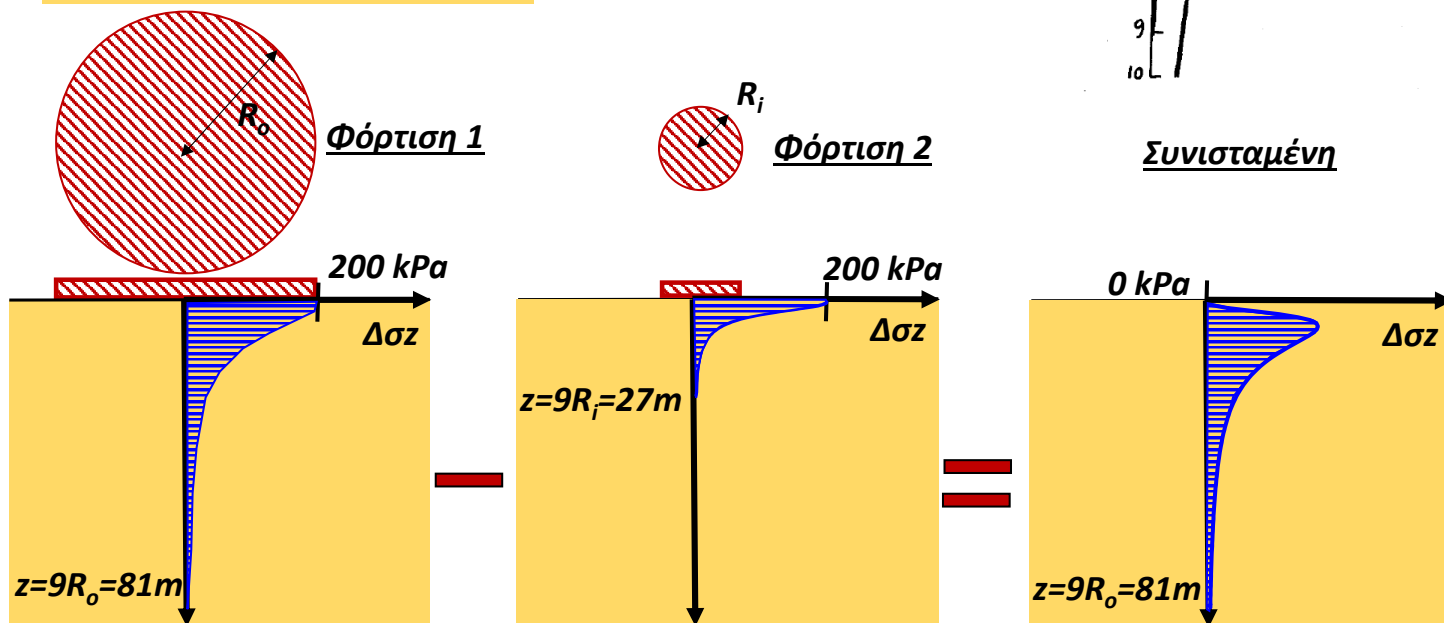
Κατά μήκος του άξονα z

Ελαστικός Ημίχωρος

Επαλληλία τάσεων

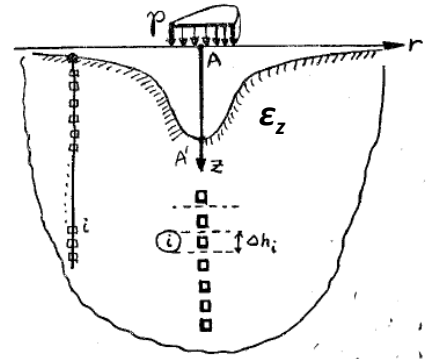
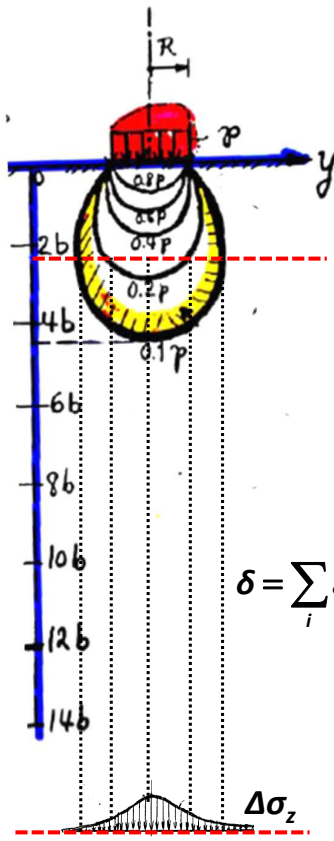
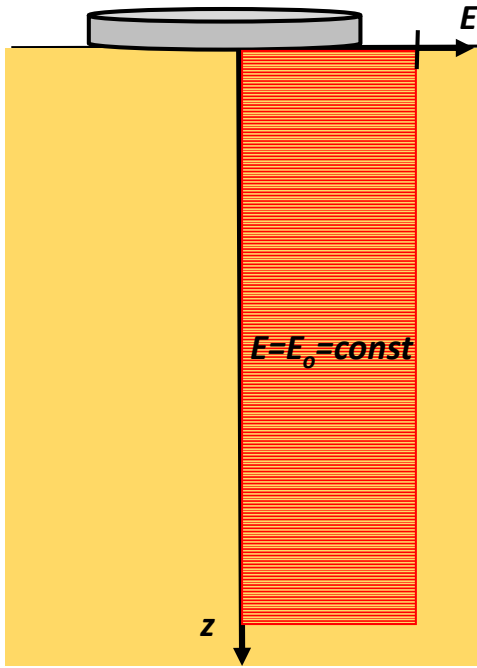


Συνισταμένη



1.4. Συγκρίνεται ο ομοιογενής ημίχωρος (σταθερό μέτρο Young E) και ο γραμμικώς ανομοιογενής ημίχωρος ($E=\xi \cdot z$, όπου z το βάθος από την επιφάνεια και ξ σταθερά). Σκιαγραφείστε τις διαφορές που προκαλούν αυτοί οι σχηματισμοί στην μορφή της καθίζησης της εδαφικής επιφάνειας λόγω επιβολής ομοιομόρφου φορτίου p σε κυκλική επιφάνεια.

Ομοιογενής ελαστικός ημί-χωρος



$$\epsilon_z = \frac{1}{E} \cdot (\Delta\sigma_z - \nu \cdot \Delta\sigma_r - \nu \cdot \Delta\sigma_\theta)$$

$$\delta = \sum_i \epsilon_{z,i} \cdot \Delta h_i = \int_0^\infty \frac{1}{E} \cdot (\Delta\sigma_z - \nu \cdot \Delta\sigma_r - \nu \cdot \Delta\sigma_\theta) \cdot dz$$

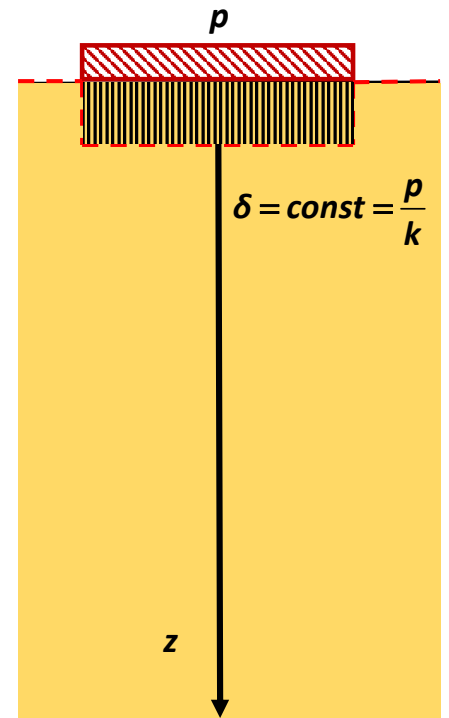
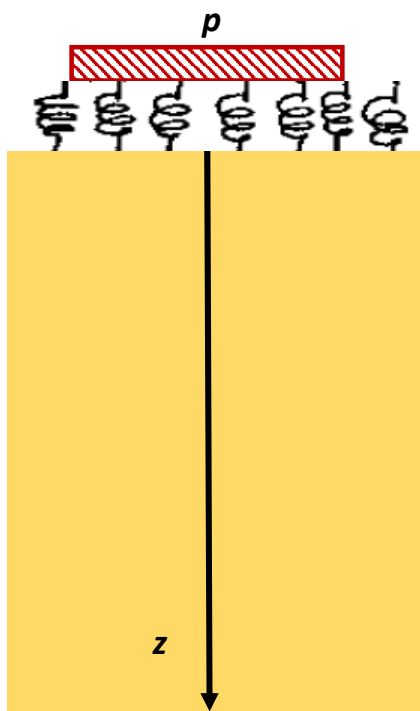
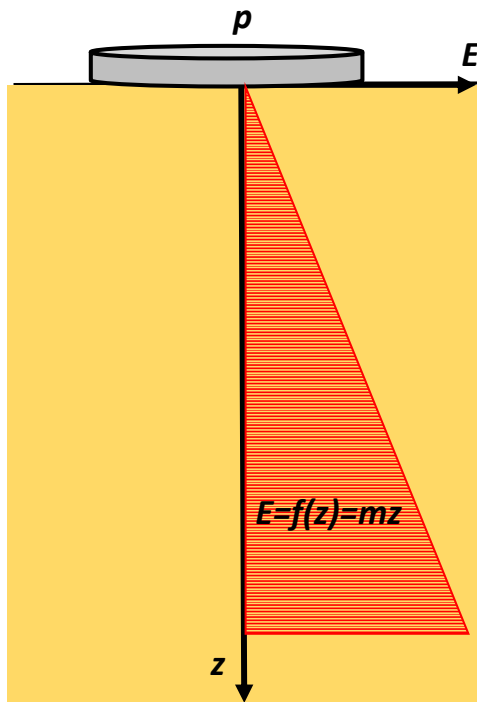
$$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_r, \Delta\sigma_\theta = f(r)$$

$$\delta = f(r)$$

-
-
-

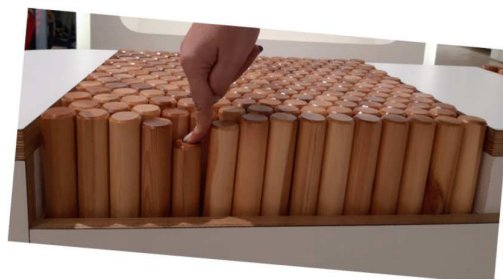
Η καθίζηση δ είναι διαφορετική σε κάθε θέση r ...

Γραμμικώς Αν-ομοιογενής ελαστικός ημί-χωρος



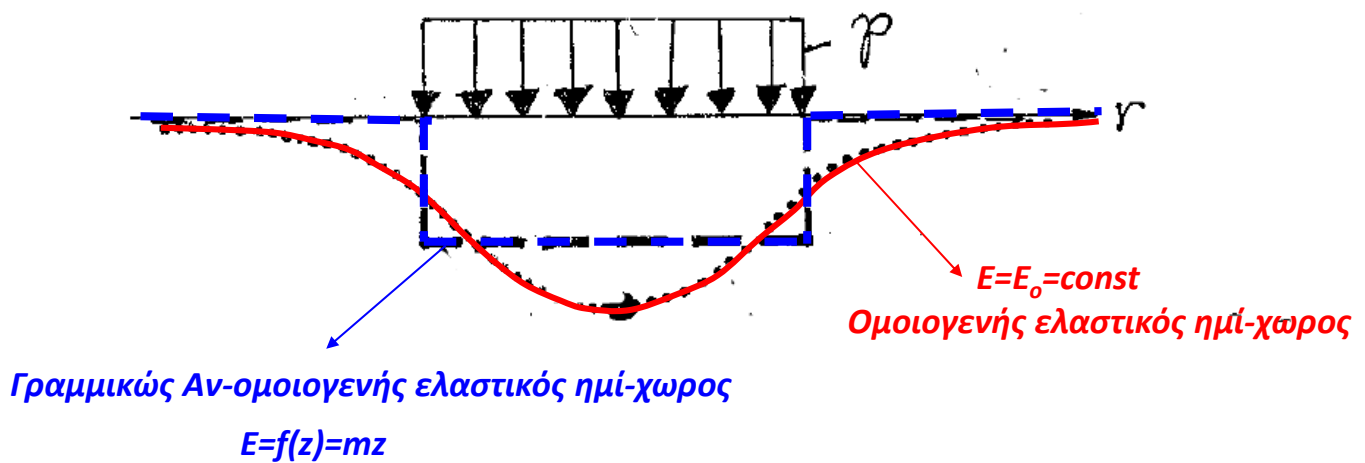
k : σταθερά ελατηρίου = $\frac{2}{3} \cdot m$

Ελατηριωτό έδαφος «Winkler»



Η καθίζηση δ είναι ίδια σε κάθε θέση r ...

Σύγκριση....

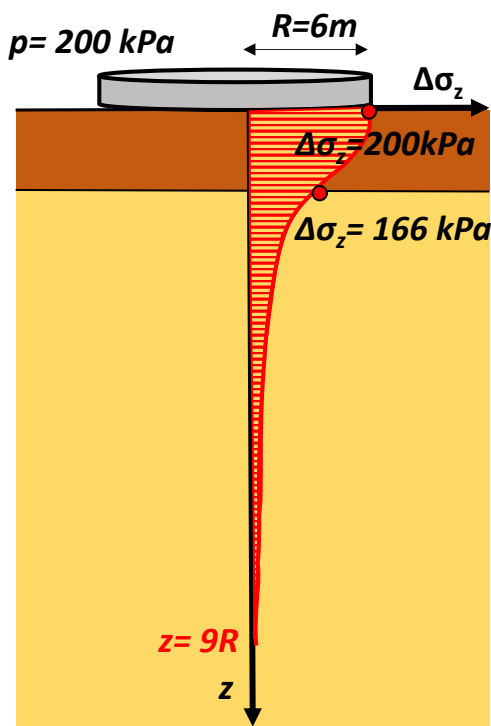


1.5. Κυκλικό φορτίο $p=200$ kPa ακτίνας $R=6$ m επιβάλλεται στην επιφάνεια **δίστρωτου ημιχώρου** (σταθερού όμως λόγου Poisson, $\nu=0,30$):

- Στρώμα 1: πάχος $H_1=4$ m, μέτρον ελαστικότητας $E_1=400$ MPa
- Στρώμα 2: πάχος $H_2=\text{πολύ μεγάλο}$, μέτρον ελαστικότητας $E_2=20$ MPa

Να δοθεί κατά **αδρή** (αλλά επαρκώς αιτιολογημένη) προσέγγιση η κατανομή με το βάθος της αναπτυσσόμενης $\sigma_z=\sigma_z(z)$, κατά μήκος του κατακορύφου άξονα z ($r=0$). Δίδεται ότι για τον ομοιογενή ημίχωρο, φορτιζόμενο επιφανειακώς με κυκλικό φορτίο ισχύει με καλή προσέγγιση η σχέση:

$$\sigma_z/p \approx 1-[1+(R/z)^2]^{-3/2}$$

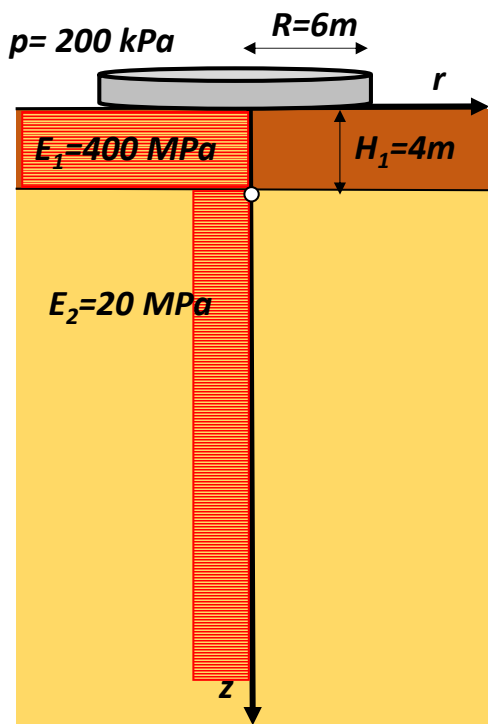


ΑΝ ο ημί - χωρος ήταν **ομοιογενής**:

Στη διεπιφάνεια των 2 στρώσεων, όπου $z = H_1$:

$$\frac{\Delta\sigma_z}{p} = 1 - \left\{ 1 + \left(\frac{R}{z} \right)^2 \right\}^{-\frac{3}{2}} = 1 - \left\{ 1 + \left(\frac{6}{4} \right)^2 \right\}^{-\frac{3}{2}} = 0.83 \rightarrow$$

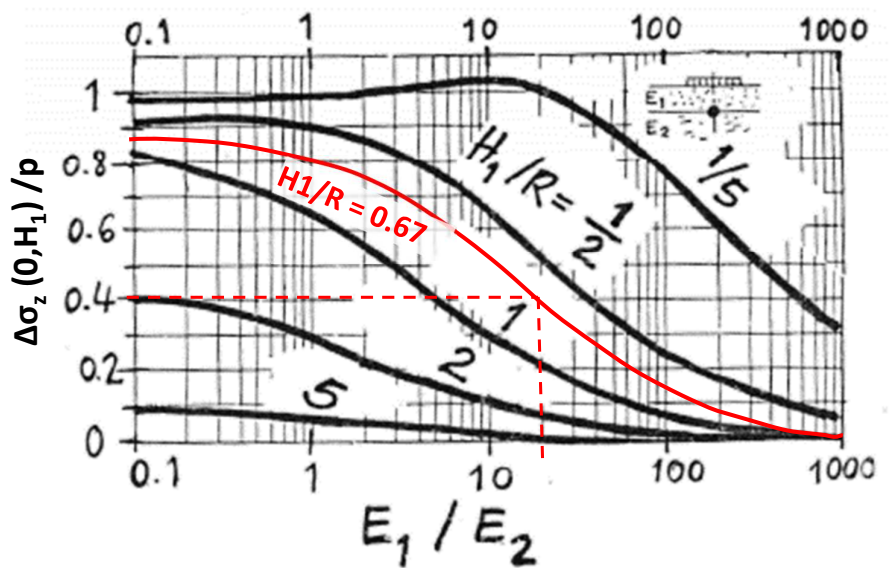
$$\Delta\sigma_z = 0.83 \cdot p = 0.83 \cdot 200 = 166 \text{ kPa}$$



Δίστρωτο έδαφος:

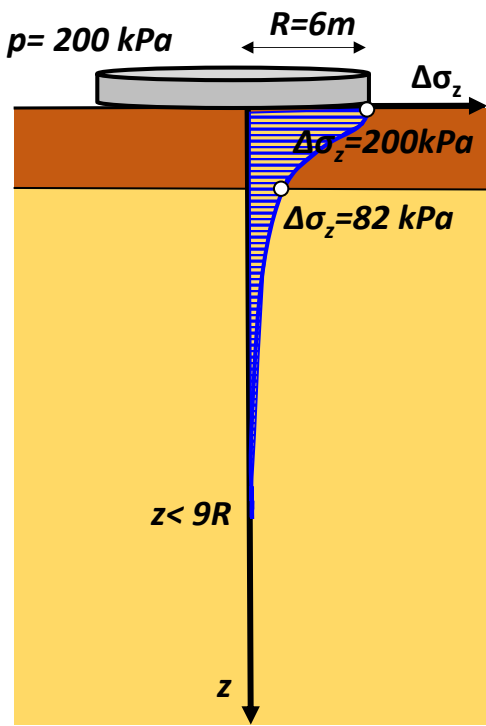
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{400}{20} = 20 \quad \frac{H_1}{R} = \frac{4}{6} = 0.67$$

Στη διεπιφάνεια των 2 στρώσεων, όπου $z = H_1$:



$$\frac{\Delta\sigma_z}{p} = 0.41 \rightarrow \Delta\sigma_z = 0.41 \cdot p = 0.41 \cdot 200 = 82 \text{ kPa}$$

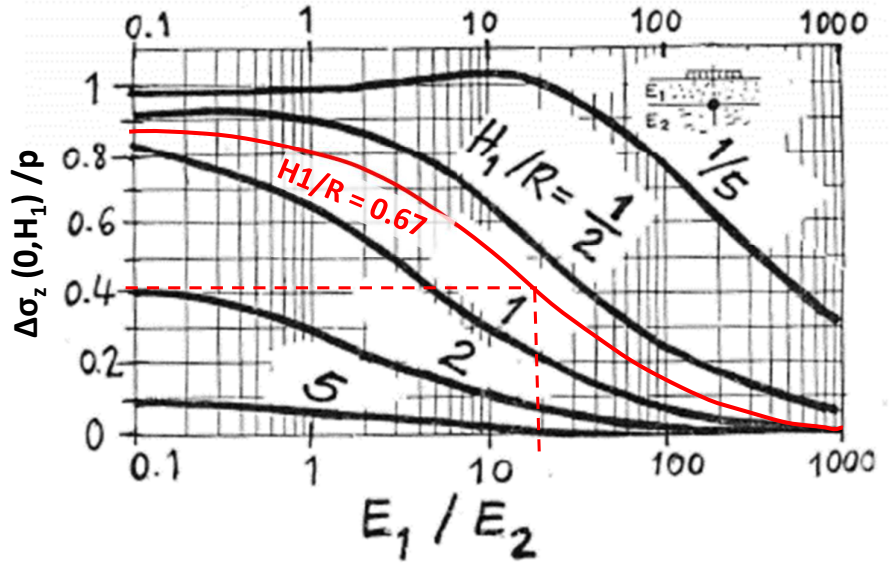
< 166 kPa



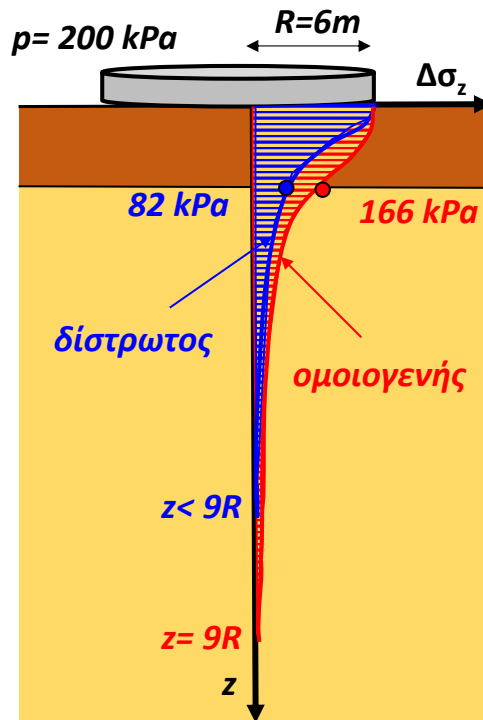
Δίστρωτο έδαφος:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{400}{20} = 20 \quad \frac{H_1}{R} = \frac{4}{6} = 0.67$$

Στη διεπιφάνεια των 2 στρώσεων, όπου $z = H_1$:



$$\frac{\Delta\sigma_z}{p} = 0.41 \rightarrow \Delta\sigma_z = 0.41 \cdot p = 0.41 \cdot 200 = 82 \text{ kPa} < 166 \text{ kPa}$$



Γιατί???

ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ II

6° ΕΞΑΜΗΝΟ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

1η Σειρά Ασκήσεων (για ΕΞΑΣΚΗΣΗ στο μάθημα και στο σπίτι)

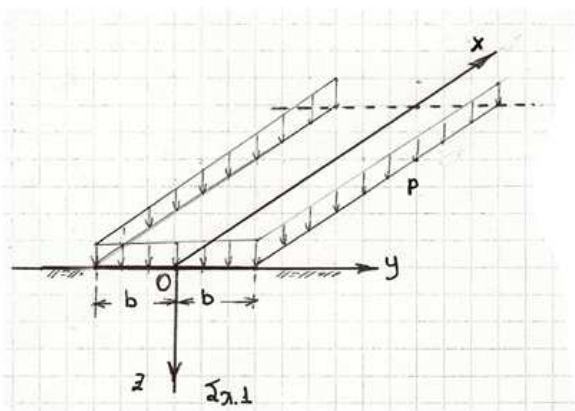
1.2 Στην επιφάνεια ομοιογενούς ημικώρου (E,v) επιβάλλεται λωριδωτό φορτίο p επί πλάτους $2b$, κατά μήκος του άξονα x (Σχ.1). Ποιές από τις αναπτυσσόμενες τάσεις $\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$, $\Delta\sigma_z$, $\Delta\tau_{xy}$, $\Delta\tau_{yz}$, $\Delta\tau_{xz}$ μπορείτε να υπολογίσετε ή να εκτιμήσετε χονδροειδώς (τάξη μεγέθους) — χωρίς βεβαίως να θυμάστε τύπους — για τα ακόλουθα 3 σημεία A,B,Γ, που δίδονται με τις συντεταγμένες τους ?

Σημείο A: $x_A=0$, $y_A=0$, $z_A=b/4$

Σημείο B: $x_B=0$, $y_B=0$, $z_B=12b$

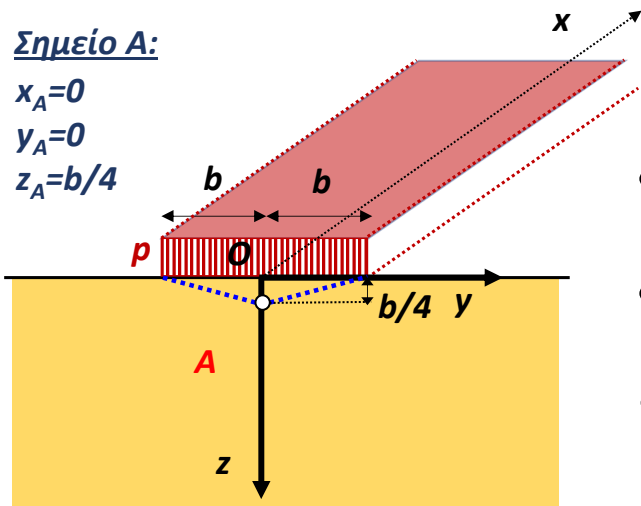
Σημείο Γ: $x_\Gamma=0$, $y_\Gamma=1,5b$, $z_\Gamma=0$

Σχεδιάστε τα 3 «στοιχεία» A, B, Γ, με τις αντίστοιχες τάσεις τους. Δώστε εξήγηση σε «μία γραμμή» για την κάθε τάση. Αρκεί ακρίβεια $\pm 25\%$.



Σημείο A:

$x_A=0$
 $y_A=0$
 $z_A=b/4$



- Το σημείο A βρίσκεται στον άξονα συμμετρίας του φορτίου $p \rightarrow \Delta\tau_{yz} = 0 \text{ kPa}$

- Συνθήκες «επίπεδης παραμόρφωσης» $\rightarrow \Delta\tau_{xy} = \Delta\tau_{xz} = 0 \text{ kPa}$

- Το σημείο A, βρίσκεται πρακτικά κάτω από το φορτίο:

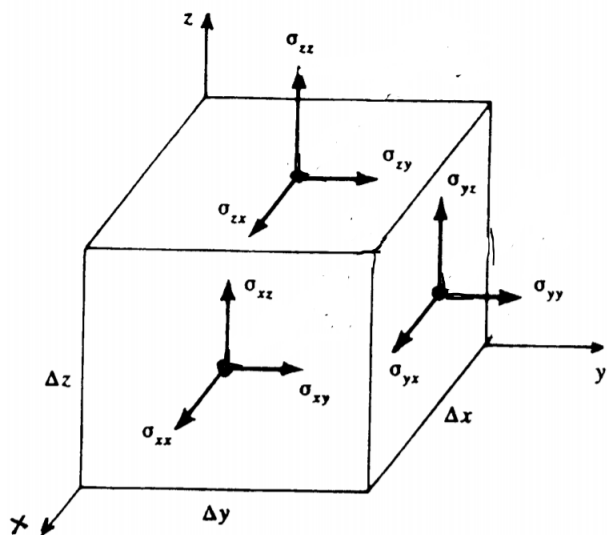
$$\frac{z}{2 \cdot b} = \frac{b/4}{2 \cdot b} = \frac{1}{8} \leq \frac{1}{4} \rightarrow \text{Συνθήκες 1-Δ συμπίεσης}$$

1-Δ συμπίεση

Επομένως, $\Delta\sigma_z = p$

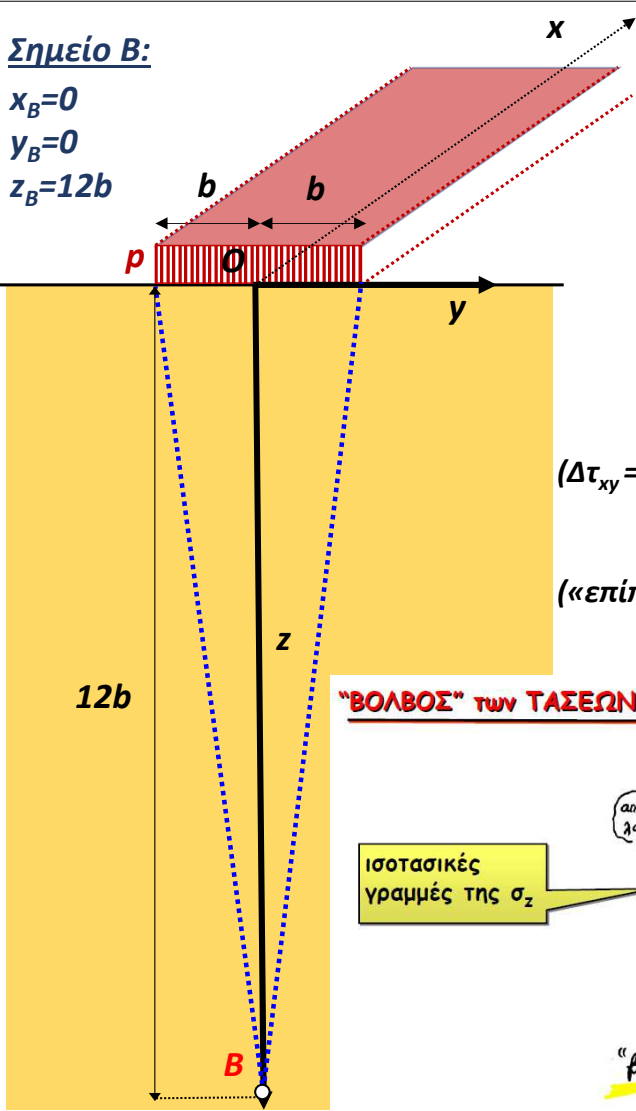
και:

$$\Delta\sigma_y = \Delta\sigma_x = k_o \cdot \Delta\sigma_z = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot \Delta\sigma_z$$



Σημείο Β:

$x_B=0$
 $y_B=0$
 $z_B=12b$

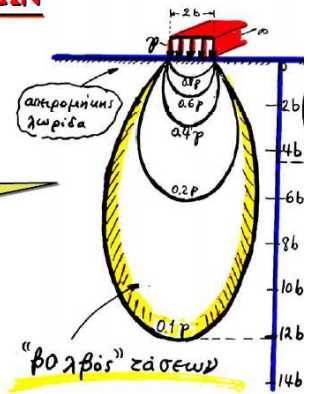


- Το σημείο Β βρίσκεται στον άξονα συμμετρίας του φορτίου $p \rightarrow \Delta\tau_{yz} = 0 \text{ kPa}$
- Συνθήκες «επίπεδης παραμόρφωσης» $\rightarrow \Delta\tau_{xy} = \Delta\tau_{xz} = 0 \text{ kPa}$

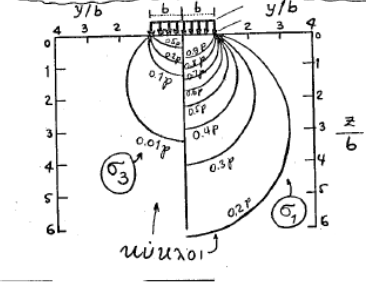
- Το σημείο Β είναι σε βάθος z , όπου:
 $\frac{z}{b} = \frac{12 \cdot b}{b} = 12 \rightarrow \frac{\Delta\sigma_z}{p} \approx 0.1 \rightarrow \Delta\sigma_z \approx 0.1 \cdot p$
 $(\Delta\tau_{xy} = \Delta\tau_{xz} = \Delta\tau_{yz} = 0 \text{ kPa}) \rightarrow \Delta\sigma_z = \Delta\sigma_1, \Delta\sigma_y = \Delta\sigma_3, \Delta\sigma_x = \Delta\sigma_2$
 $\Delta\sigma_y = \Delta\sigma_3 \approx 0$
 («επίπεδη παραμόρφωση») $\rightarrow \Delta\sigma_x = \nu \cdot (\Delta\sigma_y + \Delta\sigma_z) = \nu \cdot 0.1 \cdot p$

“ΒΟΛΒΟΣ” ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ισοτασικές γραμμές της σ_z

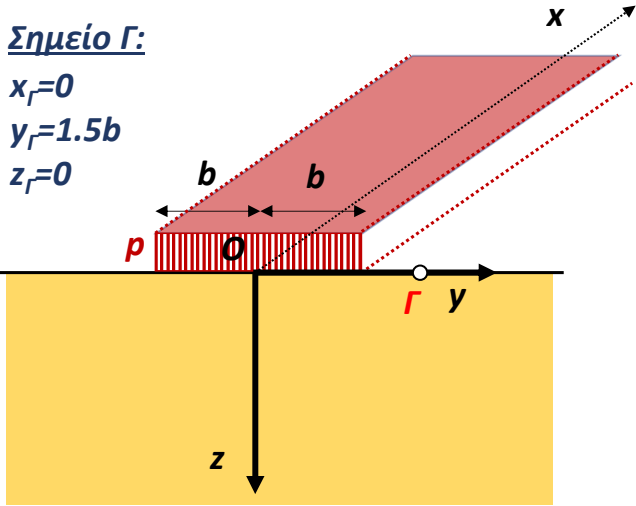


Ισοτασικές τών σ_1 και σ_3



Σημείο Γ:

$x_\Gamma=0$
 $y_\Gamma=1.5b$
 $z_\Gamma=0$



- Συνθήκες «επίπεδης παραμόρφωσης» $\Delta\tau_{xy} = \Delta\tau_{xz} = 0 \text{ kPa}$
- Το σημείο Γ βρίσκεται ακριβώς στην «ελεύθερη» επιφάνεια $\rightarrow \Delta\sigma_z = \Delta\sigma_y = \Delta\sigma_x = 0$
- Άρα και: $\Delta\tau_{yz} = 0 \text{ kPa}$

“ΒΟΛΒΟΣ” ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Ισοτασικές γραμμές της σ_z

