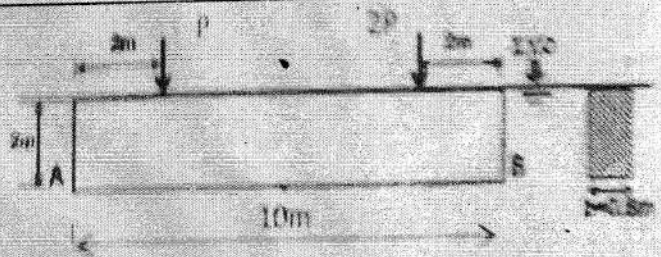


15) Η πλάτη του ορθού τριγώνου (βλ. για την απεικόνιση) αποτελείται από ομογενή ακατέλειτο μέγιστο ελαστικό υλικό με μέτρο  $E = 20000 \text{ MPa}$ , αρθροειδή διατομή με πλάτος  $b = 0.8 \text{ m}$ , ύψος  $h = 2 \text{ m}$  και μήκος  $AB = 10 \text{ m}$  είναι άκαμπτη. Η δοκός έχει θεμελιωθεί σε βάθος  $d = 2 \text{ m}$  σε στήριγμα άκαμπτου με  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$  και φορτίζεται με δύο φορτία μεγέθους  $2P$  και  $P$  όπως στο σχήμα. Η στροφή της πεδινολογίας ελαφραίνει από το βάρος της.

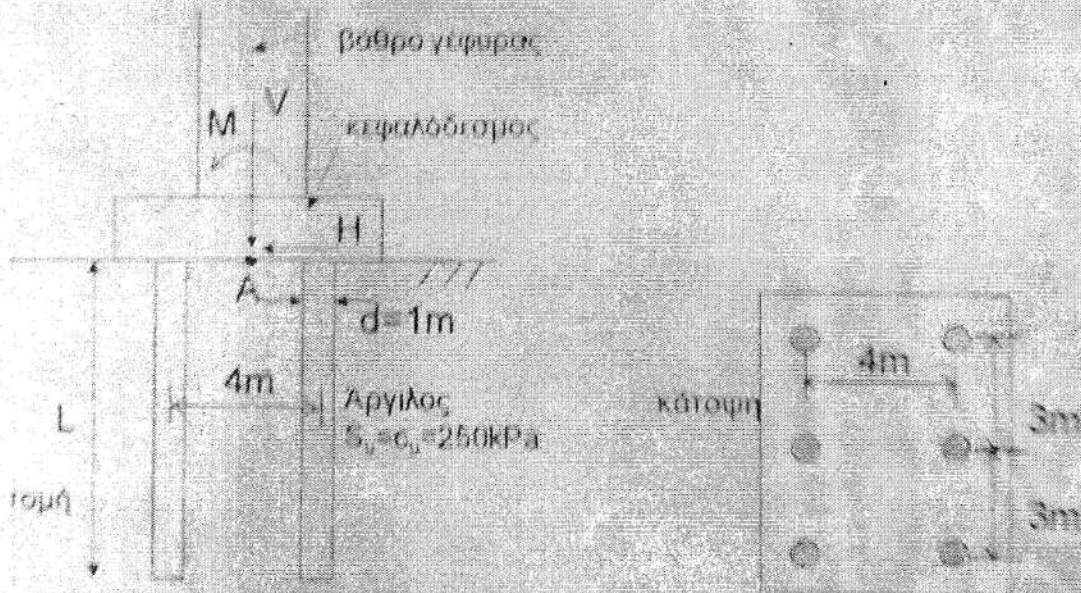


**ΘΕΜΑ 3 (βαθμολογία  $1.5 \times 1.5 \times 0.75 = 3.75$ )**

Βάρος πύργου θεμελιώνεται μέσω άκαμπτου κεφαλοδόκιμου με  $2 \times 3$  εντάσεις πασσάλων σε διαστάσεις  $\phi = 1 \text{ m}$  υπό ομοιόμορφα ακατέλειτο έδαφος όπως φαίνεται στο Σχήμα. Το έδαφος θεωρείται ότι υπερκαταβάλλει τη δύναμη με  $c_v = c_h = 250 \text{ kPa}$ . Τα φορτία του βάθρου που μεταφέρονται στο μέσον A του κεφαλοδόκιμου είναι από το  $V = 8000 \text{ kN}$  (περιλαμβανόμενα του βάρους του κεφαλοδόκιμου) και ομοαξονικά  $H = 2500 \text{ kN}$  και  $M = 10000 \text{ kNm}$ .

Ζητούμενα

- (α) Το απαιτούμενο μήκος των πασσάλων είναι οι πασσάλους έχουν ίδιο μήκος  $L_{\text{pas}} = 8$  μέτρας συντελεστή ασφαλείας να είναι  $F.S. = 2$  στην οριζόντια, σε πείλη (κατά το DIN 4014). Να διαμορφωθεί συντελεστής απόδοσης ομάδας  $I = 0.75$  στην πλευρική τριβή.
- (β) Η στροφή του κεφαλοδόκιμου λόγω της καθίλιξης των πασσάλων (υπολογισμός της κλίσης κατά το DIN 4014). Να γραφτεί η συμμετοχή της τάσης των πασσάλων.
- (γ) Ο συντελεστής ασφαλείας των πασσάλων σε οριζόντια φόρτιση ( $H = 2500 \text{ kN}$ , διαφέρει ως προς το οριζόντιο φορτίο κατεύθυνση  $\pm$ , έτσι με όλους τους πασσάλους και ότι όλοι οι πασσάλους έχουν την ίδια απόδοση σε οριζόντια φόρτιση. Δίνεται Ροπή αποτυχίας διατεμής πασσάλου  $M_{\text{pas}} = 7500 \text{ kNm}$ .





Λύση 3<sup>ης</sup> Θέματος Εξεταστικής 14/06/2019

Θ Ε Μ Ε Λ Ι Ο Σ Ε Ι Σ

**Ε. Μ. Π**  
**Πολιτικών Μηχανικών**

α). Το αξονικό φορτίο που παραδίδεται από το πάσσαλο της αριστερής στήλης της πασσαλοστήλης είναι:

ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ. 17234

$$V_{αρ} = \frac{\Sigma V}{n} + \frac{M \cdot x_1}{\Sigma x_i^2} = \frac{8.000}{6} + \frac{10.000 \cdot 20}{20^2 \cdot 6} \Rightarrow V_{αρ} = 2166,67 \text{ kN}$$

Το αξονικό φορτίο που παραδίδεται από το πάσσαλο της δεξιάς στήλης της πασσαλοστήλης είναι:

$$V_{δεξ} = \frac{\Sigma V}{n} - \frac{M \cdot x_1}{\Sigma x_i^2} = \frac{8.000}{6} - \frac{10.000 \cdot 20}{20^2 \cdot 6} \Rightarrow V_{δεξ} = 500 \text{ kN}$$

Το οριζόντιο φορτίο από το πάσσαλο δίνεται από την σχέση:

$$P_u = Q_{bu} + P \cdot \Sigma Q_{su,i}$$

Για αρτηριακό έδαφος με  $c_u = 250 \text{ kPa} \rightarrow q_{bu} = 1,5 \text{ MPa} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$

Η οριζόντιο αντίσταση σχετίζεται με το πάσσαλο ως εξής:

$$A_b = 1,5 \cdot 10^3 \cdot \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \Rightarrow Q_{bu} = 1178,10 \text{ kN}$$

Η οριζόντιο αντίσταση τριβής του πάσσαλου θα είναι:

Για αρτηριακό έδαφος με  $c_u = 250 \text{ kPa} \rightarrow f_{su} = 60 \text{ kN/m}^2$  με  $\lambda = 1$ :

$$P \cdot \Sigma Q_{su,i} = 0,75 \cdot 60 \cdot \pi \cdot 10 \cdot L = 141,37 \cdot L \text{ kN}$$

Με βάση τα προηγούμενα το οριζόντιο φορτίο είναι  $P_u = 1178,10 + 141,37 \cdot L$





Με βάση των ορίων τα απαιτούμενα στοιχεία θα έχουμε:

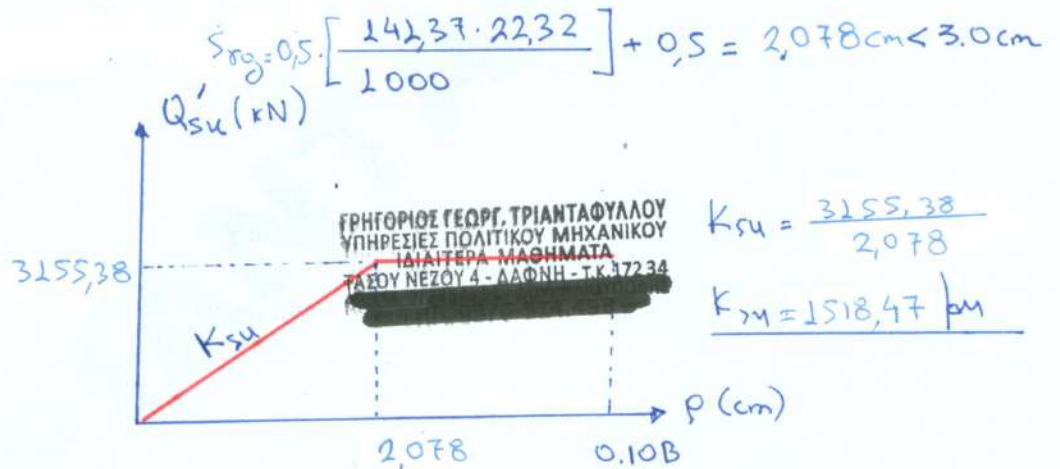
$$S.F = 2,0 \Leftrightarrow \frac{P_u}{\max R = \{V_{ap}, V_{ei}\}} \Leftrightarrow \frac{2178,10 + 242,37 \cdot L}{2166,67} = 2,0 \Rightarrow L = 22,32 \text{ m.}$$

ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
 ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
 ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ. 172 34

b). Κατασκευάζω το διαγράμμα αποκρίσεως τριβής πασιζών ως προς την πασιζοδοσία αναγράφει των υαλιφίσεων. Η μέγιστη εφελκυστική αποκρίση τριβής επιλέγεται για υαλιφίση:

$$s_{rg} = 0,50 \cdot Q_{su} + 0,50 < 30 \text{ cm.}$$

Αντικαθιστώντας θα έχουμε:



Κατασκευάζω επίσης και το διαγράμμα αποκρίσεως τριβής πασιζών αναγράφει των υαλιφίσεων. Βάσει του DIN 4014 πρέπει να ληφθεί το κρίσιμο φορτίο για τις υαλιφίσεις 0,02B, 0,03B και 0,10B.

Λαμβάνεται υπόψη ότι το έδαφος είναι αντιστάσει  $f_t = 250 \text{ kN/m}^2$  όπως έχουμε:

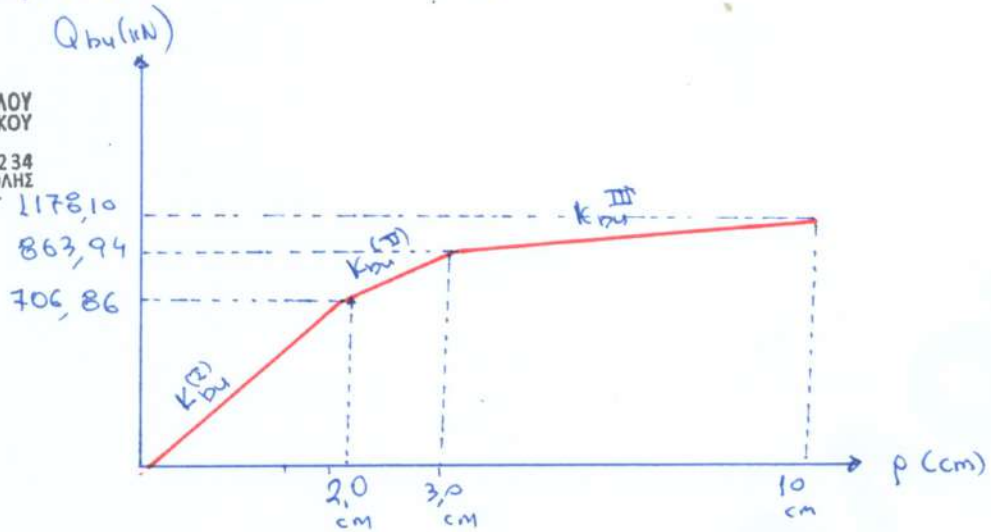
$$\Gamma_{0,02B} = 0,02 \cdot 100 = 2 \text{ cm} \longrightarrow Q_{bu}^{(2)} = 0,60 \cdot 1178,10 = 706,86 \text{ kN}$$

$$\Gamma_{0,03B} = 0,03 \cdot 100 = 3 \text{ cm} \longrightarrow Q_{bu}^{(3)} = 0,733 \cdot 1178,10 = 863,94 \text{ kN}$$





Για  $0,20\text{B} = 0,10 \cdot 100 = 10\text{cm}$   $\rightarrow$   $Q_{bu} = 1178,10\text{ rN}$



ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ.17234  
Α.Φ.Μ. 073964696 - ΔΟΥ: ΗΛΙΟΥΠΟΛΗΣ  
= ΤΗΛ: 6976-514.498 =

Ο συντελεστής υδρικής αγωγιμότητας (Συντελεστής) θα είναι:

$$k_{bu}^{(I)} = \frac{706,86}{2,0} = 353,43 \text{ kN/cm.}$$

$$k_{bu}^{(II)} = \frac{863,94 - 706,86}{3,0 - 2,0} = 157,08 \text{ kN/cm}$$

$$k_{bu}^{(III)} = \frac{1178,10 - 863,94}{10 - 3,0} = 44,88 \text{ kN/cm}$$

ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ.17234

Το πρώτο διάγραμμα της αέριας ικανότητας παροχής του αερίαιδου ή του υδρικού θα έχει τέσσερα χαρακτηριστικά σημεία.

Το πρώτο σημείο (μετά το 0,0) θα αναγράφεται με  $Q_u^I$  και θα αντιστοιχεί σε αξονική δύναμη:

$$Q_u^I = 706,86 + 1518,47 \cdot 2,0 = 3.743,9 \text{ kN}$$

Παρατηρείτε ότι οι συνθήκες που παρατηρήσαν υδρική παροχή του αερίαιδου και σε άλλα σημεία είναι μικρότερα από το  $Q_u^I$ . Δηλ.

$$V^{ap}, V^{δe3} < Q_u^I = 3.743,9 \text{ rN}$$

Ο συντελεστής υδρικής του πρώτου υδρικού θα διαγράφεται σύμφωνα με-



ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ.17234



ρόσεται - υδρίων είναι:  $K_u^{(z)} = \frac{3.743,9}{2} = 1871,95 \text{ kN/cm}$  και έχει εξίσωση:

ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ. 17234

$$Q^{(z)}(p) = 1871,95 \cdot p \quad \text{for } 0 \leq p \leq 20 \text{ cm}$$

Η υδρίση που αντιστοιχί σε υδρ πίεση το τριτηρί σήδη είναι:

$$V^{pr} = 1.871,95 \cdot p^{pr} \Rightarrow 2166,67 = 1871,95 \cdot p^{pr} \Rightarrow p^{pr} = 1,157 \text{ cm}$$

Η υδρίση που αντιστοιχί σε υδρ πίεση το δεξί σήδη είναι:

$$V^{ds} = 1871,95 \cdot p^{ds} \Rightarrow 500 = 1871,95 \cdot p^{ds} \Rightarrow p^{ds} = 0,267 \text{ cm}$$

Η σροφή του υψυ δώδεκα θα είναι for λίσμ τα παρήνω

$$\tan \varphi \approx \varphi = \frac{p^{pr} - p^{ds}}{l} = \frac{(1,157 - 0,267) \cdot 10^{-2}}{4,0} \Rightarrow \varphi = 2,225 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

c). Κάθε πίεση αναληρή αριθμό αορτίο:

$$H_{\text{πρω}} = \frac{2.500}{6} \Rightarrow H_{\text{πρω}} = 416,67 \text{ rN.}$$

Για τώσο τριγώνο ίσως πίεση (L = 22,32m) θεωρείται από νόμο σε υψυ

πίεση αορτίων σε ίσως (for παρτωτήνη

ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΓΕΩΡΓ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ  
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ  
ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ  
ΤΑΣΟΥ ΝΕΖΟΥ 4 - ΔΑΦΝΗ - Τ.Κ. 17234

$$\frac{H_u}{c_u \cdot B^2} = \frac{1}{2} \cdot \left[ -27 + \sqrt{27^2 + 4 \cdot 36 \cdot \frac{My}{c_u \cdot B^3}} \right] \Rightarrow$$

$$\frac{H_u}{250 \cdot 10^2} = \frac{1}{2} \cdot \left[ -27 + \sqrt{27^2 + 4 \cdot 36 \cdot \frac{1500}{250 \cdot 10^3}} \right] \Rightarrow \underline{H_u = 1614 \text{ kN}}$$

Ο ίσως αντίδραση αορτίων είναι:  $S.F < \frac{H_u}{H_{\text{πρω}}} = \frac{1614}{416,67} \Rightarrow \underline{S.F < 3,87}$

