ΛΥΣΕΙΣ 9ης ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

(9.2) * Ἡ πλευρική παραμόρφωση $\varepsilon_y = \varepsilon_x = \varepsilon_h$ τοῦ πασσάλου ἀμελεῖται ὁπότε γιά τήν κατακόρυφη παραμόρφωση ε_z ἰσχύει:

$$\varepsilon_z = \frac{\sigma_z - \cancel{2\nu\cdot\sigma_h}}{E} = \frac{\sigma_z}{E} = \frac{\frac{P}{A(=\text{σταθερό})}}{E} = \frac{P}{\frac{\pi B^2}{4}\times E}$$

* Κατά συνέπεια θά ἰσχύει:

$$\frac{\text{Παραμόρφωση κεφαλῆς}}{\text{Παραμόρφωση αἰχμῆς}} = \frac{\varepsilon_{z_{a-a}}}{\varepsilon_{z_{\beta-\beta}}} = \frac{Q/\cancel{\frac{\pi B^2}{4}\times E}}{P_p/\cancel{\frac{\pi B^2}{4}\times E}} = \frac{Q}{P_p} \Longrightarrow P_p = \frac{Q\times\varepsilon_{z_{\beta-\beta}}}{\varepsilon_{z_{a-a}}}$$

καί $P_s = Q - P_p$

i) * Περίπτωση [1]: Ἕδραση σέ στρῶση πυκνοῦ ἀμμοχαλίκου (Σχῆμα 9.2a)

$$\underline{P_{p_{[1]}}} = \frac{Q\times\varepsilon^{[1]}_{z_{(\beta-\beta)}}}{\varepsilon^{[1]}_{z_{a-a}}} = 1500^{kN}\times\frac{2.25\times\cancel{10^{-4}}}{2.50\times\cancel{10^{-4}}} = \underline{1350^{kN}}$$

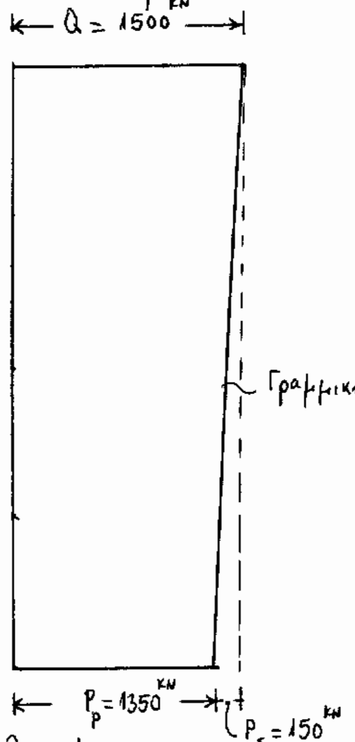
καί $\underline{P_{s_{[1]}}} = Q - P_{p[1]} = 1500^{kN} - 1350^{kN} = \underline{\underline{150^{kN}}}$

Ἐπειδή $P_{s_i} = (\pi D z_i)(f_{s_i}) \rightarrow$ συνάρτηση 1ου βαθμοῦ τοῦ βάθους $z_i \rightarrow$ ἡ κατανομή τοῦ φορτίου τριβῆς θά εἶναι γραμμική συναρτήσει τοῦ βάθους

κινητοποιούμενη μέση τάση συνάφειας γιά ἀργιλικά

$f_{s_i} = \frac{a'\,C_u}{F}$

συντελεστής ἀσφαλείας ἔναντι πλήρους ἐξαντλήσεως πλευρικῆς τριβῆς



Ἐξάλλου ἡ συνολική τριβή $P_s = (\pi\cdot D\cdot L)\cdot(f_s) = (\pi\times 0.60\times 8)\times f_s$

ὅπου f_s ἡ ζητούμενη μέση τάση συνάφειας καθ' ὕψος τοῦ πασσάλου ἰσχύει:

$$\underline{f_s} = \frac{P_s}{\pi\cdot D\cdot L} = \frac{150}{\pi\times 0.60\times 8} = \underline{\underline{9.95^{kPa}}}$$

Η οριακή (κατά την εξάντληση της τριβής) κινητοποιούμενη μέση τάση συνάφειας είναι $\underline{f_{s_u}} = \lambda \times C_u = 0.36 \times 200 = \underline{\underline{72^{kPa}}}$

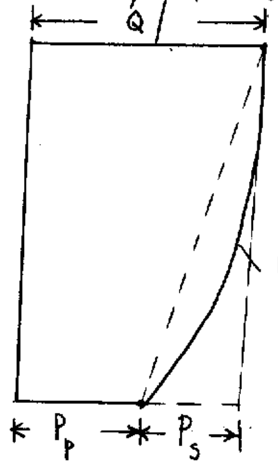
όπου: Για $C_u = 200^{kPa} \longrightarrow \lambda_{εμπηγν} = 0.45$ και $\lambda_{εκσκ+αφ} = 0.80 \times 0.45 = 0.36$

Άρα για φορτίο κεφαλής $Q = 1.5^{MN}$ κινητοποιείται ποσοστό $\dfrac{f_s}{f_{su}} = \dfrac{9.95}{72} \simeq 13.8\%$ της οριακής τάσεως συνάφειας.

[ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι σέ περίπτωση: i) στρώματος κοκκώδους τό όποιο διαπερνά πλήρως ο πάσσαλος ii) στρώματος N.C. αργίλου μέ C_u γραμμικά αυξανόμενο μέ τό βάθος τό όποιο διαπερνά πλήρως ο πάσσαλος θα είναι σέ βάθος z_i:

$$(i)\ P_{s_i} = (\pi \cdot B \cdot z_i)\left(K\,[\Sigma \gamma_i \cdot z_i] \tan\delta_s\right) \quad ή\ (ii)\ P_{s_i} = (\pi \cdot B \cdot z_i) \cdot a\left[\underbrace{\left(\frac{C_u}{p'}\right) \Sigma \gamma z_i}_{C_{u_{z_i}}}\right]$$

δηλαδή η πλευρική τριβή P_{s_i} ανάρτηση $2^{ου}$ βαθμού του βάθους z_i η κατανομή του φορτίου τριβής θα ήταν όπως στο παρακάτω Σχήμα:



]

ii) * Περίπτωση [2]: Έδραση σέ στρώση ασυμπίεστου βράχου (Σχήμα 9.2β)

$$\underline{P_{p[2]}} = \frac{Q \times \varepsilon_{z_{\beta-\beta}}^{[1]}}{\varepsilon_{z_{a-a}}^{[1]}} = 1500^{kN} \times \frac{2.49 \times 10^{-4}}{2.50 \times 10^{-4}} = \underline{\underline{1494^{kN}}}$$

και $P_{s[2]} = Q - P_{p[2]} = 1500^{kN} - 1494^{kN} = 6^{kN} \simeq 0$

Αυτό δικαιολογείται από την αδυναμία υποχωρήσεως του πασσάλου λόγω ασυμπίεστου βράχου (Για να αναπτυχθεί πλευρική τριβή P_s και να μειωθεί αισθητά τό φορτίο P_p πού φθάνει στην αιχμή σέ σχέση μέ τό φορτίο κεφαλής Q απαιτείται όχι αμελητέα καθίζηση του ίδιου του πασσάλου.

Μάλιστα στούς πασσάλους έμπηξης και αφαίρεσης για να εξαντληθεί τό οριακό φορτίο τριβής P_{su} απαιτείται καθίζηση 0.4 % έως 1.2% της διαμέτρου ενώ για να ολοκληρωθεί και τό οριακό φορτίο αιχμής P_{pu} (άρα η φέρουσα ικανότητα) απαιτείται καθίζηση 4 % έως 10 % της διαμέτρου B.

(9.3)

α) Φέρουσα ικανότητα εμπηγνυομένου πασσάλου Φ50 για ταχεία επιβολή του φορτίου (βραχυπρόθεσμη, $C_u \neq 0$ & $\varphi_u = 0°$, ανάλυση σε αναφορά ολικών τάσεων σ_v)

α1) Αντοχή αιχμής

* Κατά TERZAGHI

Για $\varphi_{II} = \varphi_{u_{II}} = 0° \longrightarrow N_c = \pi + 2 = 5.14$, $N_q = 1$ $(N_\gamma = 0)$

οπότε (με πρακτικό μηδενισμό του γ' όρου)

$$P_{p_u} = A_b \times (\underset{\substack{\uparrow \\ \text{συντελεστής} \\ \text{μορφής για κυκλικό} \\ \text{πάσσαλο}}}{1.3} \times C_{u_{II}} \times \overset{5.14}{N_c} + \sigma_{v_{(-10)}} \times \overset{1}{N_q}) = A_b \times [6.68 \times C_{u_{II}} + \sigma_{v_{(-10)}}]$$

όπου

$$A_b = \frac{\pi \cdot B^2}{4} = \frac{\pi \times 0.50^2}{4} = 0.196\ m^2$$

$$C_{u_{II}} = 150^{kPa}$$

$$\sigma_{v_{(-10)}} = 19 \times 2 + 20 \times (\overset{6}{8.0 - 2.0}) + 21 \times (\overset{2}{10.0 - 8.0}) = 200^{kPa}$$

άρα $\underline{\underline{P_{p_u}}} = 0.196 \times (6.68 \times 150 + 200) = \underline{\underline{235.59^{kN}}}$

* Κατά MEYERHOF

Για $\varphi_{II} = \Phi_{u_{II}} = 0° \rightarrow P_{p_u} = A_b \times q_{p_u} = A_b[(6 \div 9)C_u + \sigma_v]$ $\frac{L_b}{B} = \frac{2}{0.5} = 4 \xrightarrow{\varphi_u = 0°} N_c = 9$ ενώ $N_q = 1$ $(N_\gamma = 0)$

οπότε (με πρακτικό μηδενισμό του γ' όρου)

$$\underline{P_{p_u}} = A_b \times (C_{u_{II}} \times 9 + \sigma_{v_{-10}}) = 0.196 \times (9 \times 150 + 200) = \underline{\underline{303.80^{kN}}}$$

α2) Αντοχή πλευρικής τριβής

$$P_{s_{u_i}} = A_{s_i} \times f_{s_{u_i}}$$

όπου κατά TOMLINSON $\quad f_{s_{u_i}} = a_i \times C_{u_i}$

και $a_{i_{\text{ευρπταγ}}} = 0.80 \times a_{i_{\text{εμπηγν}}}$

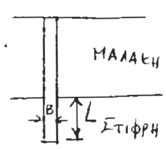
* Στρώση I ΜΑΛΑΚΗ ΑΡΓΙΛΟΣ $\quad A_{s_I} = \pi \cdot B \cdot L_I = \pi \times 0.50 \times 8.0 = 12.566\ m^2$

$C^I_{u_I} = 20^{kPa} \longrightarrow a^I_{\text{εμπηγν}} = 0.75$

άρα $\underline{\underline{P_{s_{u_I}}}} = A_{s_I} \times f_{s_{u_I}} = 12.566 \times 0.75 \times \underset{\substack{\uparrow \\ C^I_u}}{20} = \underline{\underline{188.49^{kN}}}$

* Στρώση II ΠΟΛΥ ΣΤΙΦΡΗ ΑΡΓΙΛΟΣ $A_{s_{II}} = \pi \cdot B \cdot L_{II} = \pi \times 0.50 \times 2.0 = 3.14\,m^2$

$c_u^{II} = 150^{kPa} \longrightarrow a^{I}_{\varepsilon\mu\pi\eta\gamma\nu} = 0.45$ [Παράβαλε $a \simeq 0.12$ γιά $c_{u_{II}} = 150^{kPa}$ από Σχήμα και $L/B = 4 < 10$



ἄρα $\underline{P_{s_{u_{II}}}} = A_{s_{II}} \times f_{s_{u_{II}}} = 3.14 \times 0.45 \times \underset{c_u^{II}}{150} = \underline{\underline{212.06}}^{kN}$

ὁπότε τελικά:

$$\underline{P_{s_u}} = P_{s_{u_I}} + P_{s_{u_{II}}} = 188.49 + 212.06 = \underline{\underline{400.55}}^{kN}$$

και ἡ φέρουσα ικανότητα τοῦ πασσάλου γιά <u>ταχεῖα</u> ἐπιβολή τοῦ φορτίου

* (P_{pu} κατά TERZAGHI) $\underline{P_u} = P_{pu} + P_{s_u} = 235.59 + 400.55 = \underline{\underline{636.14}}^{kN}$

* (P_{pu} κατά MEYERHOF) $\underline{P_u} = P_{pu} + P_{su} = 303.80 + 400.55 = \underline{\underline{704.35}}^{kN}$

β) Φέρουσα ικανότητα ἐμπηγνυομένου πασσάλου Φ50 γιά βραδεῖα ἐπιβολή τοῦ φορτίου (μακροπρόθεσμη, $c' \neq 0$ & $\varphi \neq 0$, ανάλυση σέ αναφορά ενεργών τάσεων)

β1) Ἀντοχή αἰχμῆς

* <u>Κατά TERZAGHI</u>

Γιά $\varphi'_{II} = 25^\circ \longrightarrow N_c = 20.721, \quad N_q = 10.662$ (N_γ = ἀλλά ὁ τρίτος ὅρος ἀμελεῖται)

$$\underline{P_{pu}} = A_b \times (1.3 \times c'_{II} \times N_c + \sigma'_{v(-10)} \times N_q) = 0.196 \times (1.3 \times 35 \times 20.721 + 120 \times 10.662) = \underline{\underline{435.56}}^{kN}$$

ὅπου $\sigma'_{v(-10)} = 19 \times 2 + (20-10) \times (\underbrace{8.0-2.0}_{6}) + (21-10) \times (\underbrace{10.0-8.0}_{2}) = 120^{kPa}$

* <u>Κατά MEYERHOF</u>

Γιά $\varphi'_{II} = 25^\circ$ και $\dfrac{L_b}{B} = \dfrac{2}{0.5} = 4 \longrightarrow \{N_c = 50 \quad N_q = 30\}$ γιά $\dfrac{L_B}{B} = 4$ (ὁ γ' ὅρος ἀμελεῖται)

$$\underline{P_{pu}} = A_b \times (c'_{II} \times N_c + \sigma'_{v(-10)} \times N_q) = 0.196 \times (35 \times 50 + 120 \times 30) = \underline{\underline{1048.6}}^{kN}$$

β2) Ἀντοχή πλευρικῆς τριβῆς

Ἰσχύει $P_{s_{u_i}} = A_{s_i} \times f_{s_{u_i}}$

και $f_{s_{u_i}} = \beta \times \bar{\sigma}'_v$ (ὅπου $\beta = (0.25 \text{ ἕως } 0.40)\sqrt{OCR} \rightarrow \beta = 0.30\sqrt{OCR}$ $\xrightarrow{N/C} \beta = 0.30$, $\xrightarrow{O/C} \beta = 0.30\sqrt{OCR}$

και $\bar{\sigma}'_v$ ἡ ἐνεργός γεωστατική στό <u>μέσον</u> τοῦ μήκους ἐπαφῆς πασσάλου-στρώσεων ἄρα * Στρῶσις I ΜΑΛΑΚΗ ΑΡΓΙΛΟΣ $A_{s_I} = 12.566\,m^2$

$$P_{s_{u_I}} = \underbrace{(\pi \times B \times L_I)}_{A_{s_I}} \times \underset{\uparrow \text{ N/C ἡ ἄργιλος I}}{\beta} \times \sigma'_{v(-4)}$$

Μέση στάθμη -4.0 : $\sigma'_{v(-4)} = 19 \times 2.0 + (20-10) \times 2.0 = 58^{kPa}$

ἄρα $\underline{\underline{P_{s_{u_I}}}} = 12.566 \times 0.30 \times 58 = \underline{\underline{218.65^{kN}}}$

* Στρῶσις II ΠΟΛΥ ΣΤΙΦΡΗ ΑΡΓΙΛΟΣ $A_{s_{II}} = 3.14\,m^2$

$$P_{s_{u_{II}}} = \underbrace{(\pi \times B \times L_{II})}_{A_{s_{II}}} \times \beta \sqrt{OCR_{II}} \times \sigma'_{v(-9)}$$

Μέση στάθμη -9.0 : $\sigma'_{v(-9)} = 19 \times 2.0 + (20-10) \times 6 + (21-10) \times 1 = 109^{kPa}$

ἄρα $\underline{\underline{P_{s_{u_{II}}}}} = 3.14 \times 0.30\sqrt{4} \times 109 = \underline{\underline{205.46^{kN}}}$

ὁπότε τελικά :

$$\underline{\underline{P_{s_u}}} = P_{s_{u_I}} + P_{s_{u_{II}}} = 218.65 + 205.46 = \underline{\underline{424.11^{kN}}}$$

καί ἡ φέρουσα ἱκανότητα τοῦ πασσάλου γιά <u>βραδεῖα</u> ἐπιβολή τοῦ φορτίου

* (P_{pu} κατά TERZAGHI) $\underline{\underline{P_u}} = P_{pu} + P_{s_u} = 435.56 + 424.11 = \underline{\underline{859.67^{kN}}}$
* (P_{pu} κατά MEYERHOF) $\underline{\underline{P_u}} = P_{pu} + P_{s_u} = 1048.6 + 424.11 = \underline{\underline{1472.71^{kN}}}$

Τά ἀποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά στόν παρακάτω Πίνακα

P_{pu} κατά	ΤΑΧΕΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ ($\varphi_u = 0°$)	ΒΡΑΔΕΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗ ($\varphi' \neq 0$)
TERZAGHI	$P_u = 636.14^{kN}$	$P_u = 859.67^{kN}$
MEYERHOF	$P_u = 704.35^{kN}$	$P_u = 1472.71^{kN}$

<u>Συμπέρασμα</u> : Γενικά ἡ <u>ταχεῖα</u> φόρτιση δίνει <u>δυσμενέστερα</u> ἀποτελέσματα ἀπό τήν <u>βραδεῖα</u> καί ἡ <u>P_{pu} κατά TERZAGHI</u> πολύ <u>δυσμενέστερη</u> τῆς <u>P_{pu} κατά MEYERHOF</u> εἰδικά γιά <u>$\varphi' \neq 0$ καί αὐξανόμενο</u>

(9.4) (α) Βραχυπρόθεσμη (ταχεία φόρτιση) φέρουσα ικανότητα Q_u ($= P_{ult}$) πασσάλου

1) Αντοχή αιχμής

* Διείσδυση στό φέρον στρώμα $\quad L_b = 25.0 - 20.0 = 5_m = 5\overset{\downarrow}{B}$ $\quad 100^{cm} = 1^m$

* Κρίσιμο βάθος στην ΑΜΜΟ ΜΕΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

$$\varphi = 35° \longrightarrow \frac{L_c}{B} = 10 \longrightarrow L_c = 10B$$

* Επειδή στην συγκεκριμένη περίπτωση ισχύει $\left.\begin{array}{l} 5B = L_b < L_c \\ 5B = L_b < 10B \end{array}\right) L_c = 10B \Bigg\} \Longrightarrow$

$\Longrightarrow$ Μέγιστη τιμή αντίστασης αιχμής q_{pu}:

$$q_{pu} \leqslant q_o + \frac{L_b}{10B} \times (q_{10B} - q_o) \rightarrow (q_{pu})_{max} = q_o + \frac{L_b}{10B} \times (q_{10B} - q_o)$$

* Στην παραπάνω σχέση είναι:

$$q_o = 9\,C_{u_I} + \sigma_{v_{o(-20)}} = 9 \times 25 + [\underset{\gamma_w}{10} \times \underset{h_w}{8} + \underset{\gamma^I_{κορ}}{21} \times \underset{h_I}{12}] = 557^{kPa}$$

$$q_{10B}^{(MPa)} = 0.05 \times N_q' \times \tan\varphi$$

Γιά $\varphi = 35° > 30°$ και $4 < \frac{L_b}{B} = 5 < 8 \longrightarrow N_q' = 105$ οπότε $q_{10B}^{(MPa)} = 0.05 \times 105 \times \tan 35° = 3.676^M = 3676^{kPa}$

άρα

$$(q_{pu})_{max} = 557 + \frac{5\cancel{B}}{10\cancel{B}} \times (3676 - 557) = 2116.5^{kPa}$$

ή (συντηρητικά) $\quad (q_{pu})_{max} = \frac{L_b}{10B} \times q_{10B} = \frac{5B}{10B} \times 3676 = 1838^{kPa}$

* Επειδή $L_b < L_c \longrightarrow \sigma'_{v(25)} = (21-10) \times (20-8) + (21-10) \times (25-20) = 11 \times 12 + 11 \times 5 = 187^{kPa}$

$$q_{pu} = \sigma_v' \times N_q = 187 \times 105 = 19635^{kPa} > \begin{array}{l} 2116.5^{kPa} \\ 1838^{kPa} \text{ [συντηρητικά]} \end{array}$$

άρα $\quad q_{pu} = \begin{cases} 2116.5^{kPa} \\ 1838^{kPa} \text{ [συντηρητικά]} \end{cases}$

και $\quad Q_{pu} = q_{pu} \times A_p = \left\{\begin{array}{l} 2116.5 \\ [1838] \end{array}\right\} \times \frac{\pi \times 1.0^2}{4} = \begin{cases} \underline{\underline{1662.3}}^{kN} \\ \underline{\underline{1443.6}}^{kN} \text{ [συντηρητικά]} \end{cases}$

2) Αντοχή πλευρικής τριβής

* Στρώση (I) ΜΑΛΑΚΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

$$\underline{\underline{Q_{s_u}^{(I)}}} = f_{su}^{(I)} \times A_{s_I} = (a_I C_{u_I}) \times (\pi \times B \times L_I) = 0.56 \times 25 \times \pi \times 1.0 \times 12 = \underline{\underline{527.8}}^{kN}$$

όπου $\quad a_I = a^I_{εκκεντ} = 0.80\, a^I_{εμπ} = 0.80 \times 0.70 = 0.56$

Γιά $\quad C_{u_I} = 25^{kPa} \longrightarrow a^I_{εμπ} = 0.70$

* Στρώση (II) ΜΕΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΑΜΜΟΥ

$$\underline{\underline{Q_{s_u}^{(II)}}} = f_{s_u}^{(II)} \times A_s^{II} = \left(K_{II} \times \bar{\sigma}'_{v_{-22.5}} \times \tan\delta_{II}\right) \times \left(\pi \times B \times L_{II}\right) =$$

$$= \left\{0.7 \times \left[11 \times 12 + 11 \times 2.5\right] \times \tan 35^\circ\right\} \times \left(\pi \times 1.0 \times 5.0\right) = \underline{\underline{1228^{kN}}}$$

όπου $B = 1.0^m > 0.60^m \longrightarrow \left\{ \begin{matrix} K_{II} = 0.70 \\ \delta_{II} = \phi_{II} = 35^\circ \end{matrix} \right\}$

[Εναλλακτικά $f_{s_u\,\text{εναιτάς}}^{II} = 0.30 \times f_{s_u\,\text{εμπ}}^{II} = 0.30 \times \left(K_{II} \times \bar{\sigma}'_{v_{-22.5}} \times \tan\delta_{II}\right) =$

$$= 0.30 \times \left\{1.5 \times \left[11 \times 12 + 11 \times 2.5\right] \times \tan(0.5 \times 35^\circ)\right\} = 22.63^{kPa}$$

και $\underline{\underline{Q_{s_u}^{II}}} = A_s^{II} \times f_{s_u}^{II} = (\pi \times 1.0 \times 5.0) \times 22.63 = \underline{\underline{355.5^{kN}}}$]

Άρα $\underline{\underline{Q_{s_u}}} = Q_{s_u}^{I} + Q_{s_u}^{II} = 527.8 + 1228 = \underline{\underline{1755.8^{kN}}}$

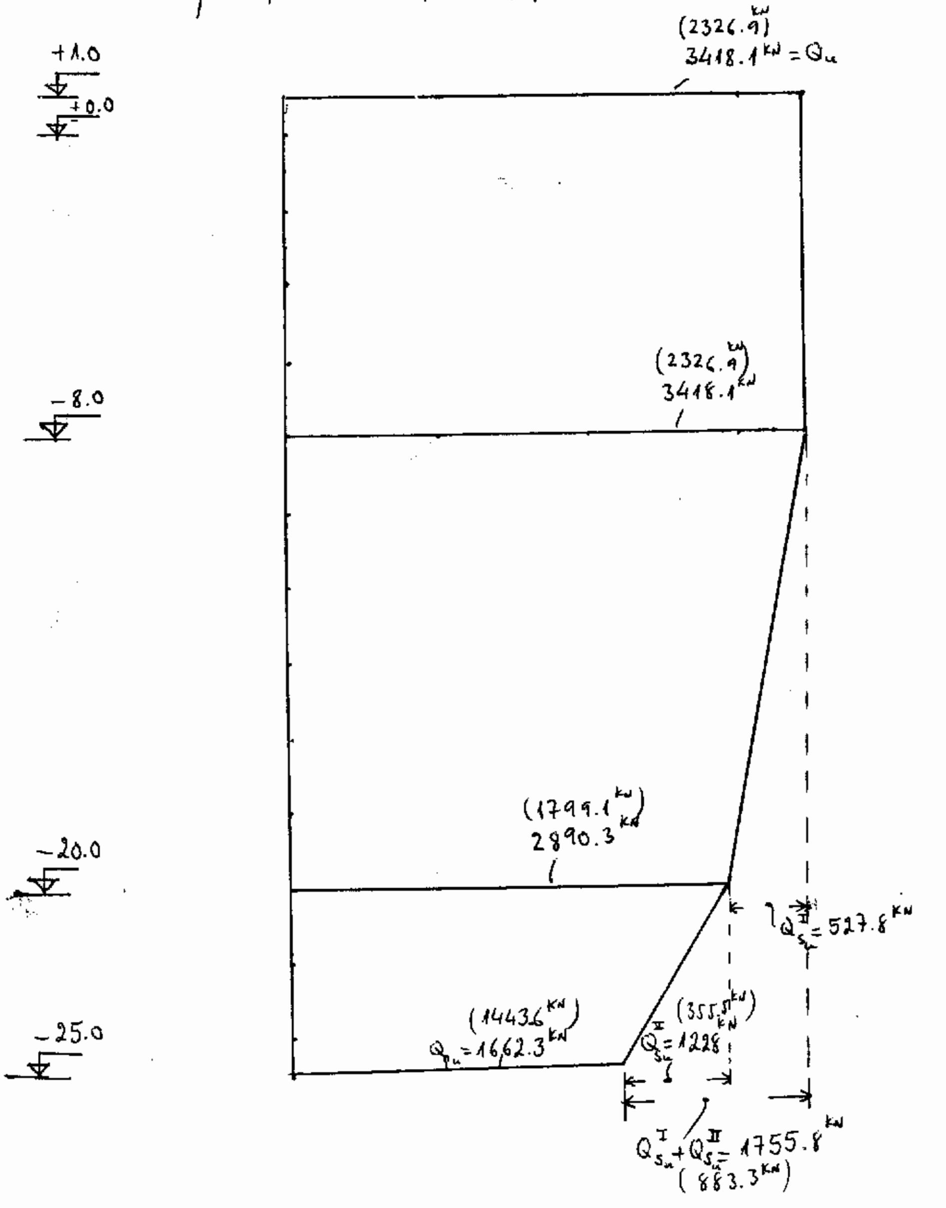
[ή συντηρητικά $\underline{\underline{Q_{s_u}}} = 527.8 + 355.5 = \underline{\underline{883.3^{kN}}}$]

οπότε

$$\underline{\underline{Q_u}} = Q_{p_u} + Q_{s_u} = 1662.3 + 1755.8 = \underline{\underline{3418.10^{kN}}}$$

[ή συντηρητικά $\underline{\underline{Q_u}} = Q_{p_u} + Q_{s_u} = 1443.6 + 883.3 = \underline{\underline{2326.9^{kN}}}$]

β) Κατά την θραύση η κατανομή φορτίου καθ' ύψος του πασσάλου είναι:



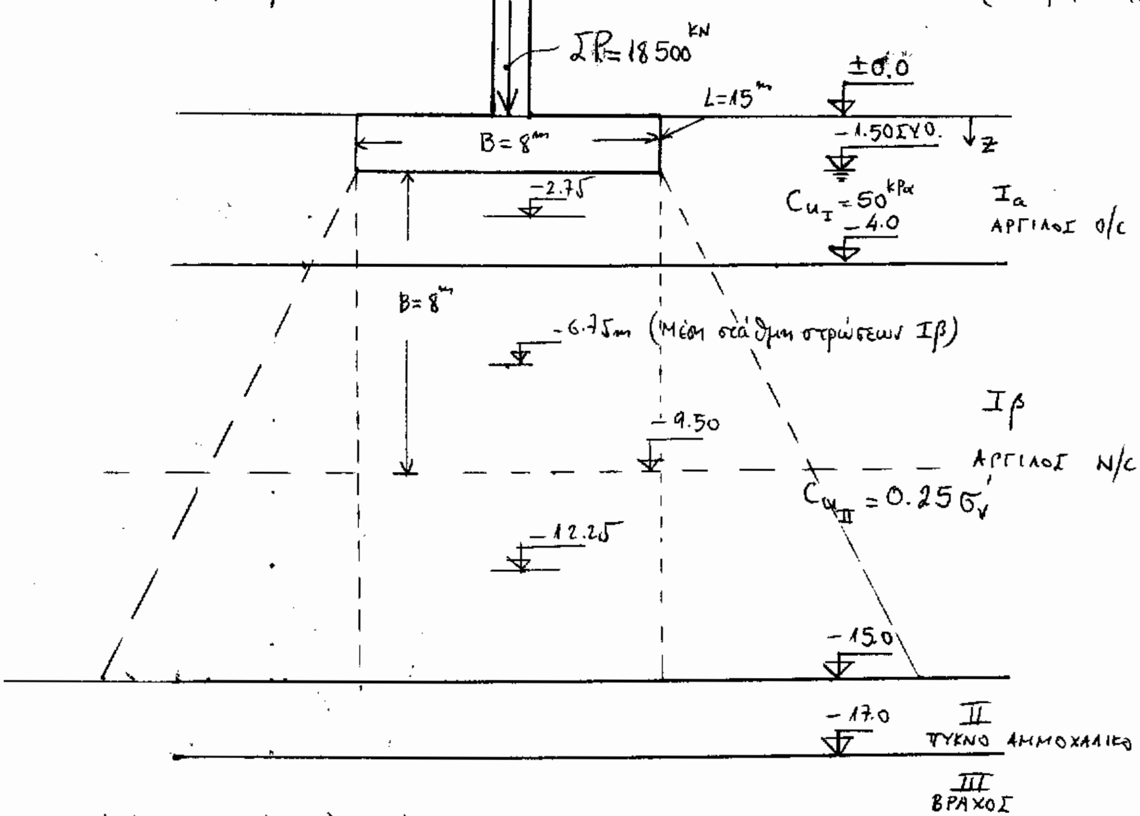
γ)

$$Q_{επ} = \min \begin{cases} \dfrac{Q_u}{F} = \dfrac{\overset{(2326.9)}{3418.10}}{2} = 1709^{kN}\,(1163.5^{kN}) \\[2ex] \dfrac{Q_{pu}}{F_p} + \dfrac{Q_{su}}{F_s} = \dfrac{\overset{(1443.6)}{1662.3}}{3} + \dfrac{\overset{(883.3)}{1755.8}}{1} = 2310^{kN}\,(1364.5^{kN}) \\[2ex] A_p = \overset{\sigma^{beton}_{επ}}{6000} \times \dfrac{\pi \times 1.0^2}{4} = 4712.4^{kN} \end{cases} = \underline{\underline{1709^{kN}\,(1163.5^{kN})}}$$

(κατά TOMLINSON για πασσάλους έκκαμψη $F=2, F_p=3, F_s=1$ (έγχυτους))

Εναλλακτικά: * Κατά Γερμανικούς Κανονισμούς (μόνιμα και συνήθη κινητά) $FS=2 \rightarrow Q_{επ} = 1709^{kN}\,(1163.5^{kN})$
* Κατά AASHTO, έγχυτοι πάσσαλοι, χωρίς δοκιμή φόρτισης $FS=2.5 \rightarrow Q_{επ} = 1367.2^{kN}\,(930.8^{kN})$

(9.1) (a) Έστω $B = 8m$, $(B \times L = 8^m \times 15^m) \rightarrow$ Επιρροή επιφάνειας θραύσεως μέχρι βάθος $B = 8^m$ κάτω από την στάθμη θεμελιώσεως (στάθμη −9.50)



* Μέση τιμή αστράγγιστης αντοχής στην επιφάνεια θραύσεως:

$$\bar{C}_u = \frac{C_{u_I} \times 2.50 + C_{u_{II}(-6.75)} \times 5.50}{8} = \frac{50 \times 2.50 + 18.19 \times 5.50}{8} = 28.13^{kPa}$$

όπου:

(−6.75) $\sigma'_v = \underbrace{17 \times 1.5 + (17-10)}_{\text{παραδοχή } \gamma^{Ia}_{κορ}} \times 2.50 + (17-10) \times (6.75-2.50) = 72.75^{kPa} \rightarrow C_{u_{II}(-6.75)} = 0.25 \times 72.75 = 18.19^{kPa}$

οπότε ($\varphi = 0°$):

$$p_u = (\pi+2) \times \bar{C}_u \times b_c \times s_c \times i_c + (\cancel{q} + \gamma D) = 5.14 \times 28.13 \times 1 \times \left(1 + 0.2\frac{8}{15}\right) \times 1 + 17 \times 1.50 =$$
$$= 185.51^{kPa}$$

$$F = \frac{185.51 \times (8 \times 15)}{18500} = 1.20 \ll 2$$ άρα απορρίπτεται

* Επικουρικώς η λύση αβαθούς θεμελιώσεως μπορεί να απορριφθεί και με έλεγχο καθιζήσεων $q = \dfrac{\Sigma P}{B \times L} = \dfrac{18500}{8.0 \times 15.0} = 154.17^{kPa}$

Προσδιορισμός προσθέτων τάσεων στα μέσα ζωνών:

Ζώνη	Στρώση	Από / Έως	Στάθμη μέσου	z_i	$\Delta\sigma_{z_i} = q\dfrac{B \cdot L}{(B+z_i)(L+z_i)}$ (κατανομή 1/2)
1	Ia	−1.50 / −4.0	−2.75	2.75	$\Delta\sigma^{(1)}_{z_i} = 154.17 \times \dfrac{8 \times 15}{10.75 \times 17.75} = 96.96$ kPa
2	Iβ	−4.0 / −9.50	−6.75	6.75	$\Delta\sigma^{(2)}_{z_i} = 154.17 \times \dfrac{8 \times 15}{14.75 \times 21.75} = 57.67$ kPa
3	Iβ	−9.5 / −15	−12.25	12.25	$\Delta\sigma^{(3)}_{z_i} = 154.17 \times \dfrac{8 \times 15}{20.25 \times 27.25} = 33.53$ kPa

* Μέ παραδοχή $E_{s_{Ia}} = 8^{MPa}$ γιά τήν στρώση Ia (ο/c ΑΡΓΙΛΟΣ) θά εἶναι:

Ζώνη	Πάχος (cm)	Στάθμη μέσου (m)	Ἀρχική τάση $\sigma'_{v\alpha\rho\chi.}$ (kPa)	Πρόσθετη τάση $\Delta\sigma'_{z_i}$ (kPa)	Καθίζηση ρ_i (cm)
1	250	−2.75	$(17\times1.5 + 7\times1.25 = 34.25)$	96.96	$\rho_1 = \frac{\Delta\sigma'_{z_i}}{E_{s_{Ia}}}\times h_1 = \frac{96.96}{8000}\times 250 = 3.03$
2	550	−6.75	$34.25 + 7\times\overbrace{(6.75-2.75)}^{4} = 62.25$	57.67	$\rho_2 = \frac{\overset{C_c}{0.50}}{1+\underset{e_0}{1.20}}\times 550\times\log\frac{62.25+57.67}{62.25} = 35.6$
3	550	−12.25	$62.25 + 7\times\overbrace{(12.25-6.75)}^{5.5} = 100.75$	33.53	$\rho_3 = \frac{\overset{C_c}{0.50}}{1+\underset{e_0}{1.20}}\times 550\times\log\frac{100.75+33.53}{100.75} = 15.6$
					$\rho_t = \Sigma\rho_i = 54.23\,cm$ *

* Ἡ τιμή τῆς συνολικῆς καθιζήσεως (ἀκόμη καί ἄν ἀμεληθεῖ ἡ $\rho_1 = 3.03cm$ ἡ προκύπτουσα τιμή $\rho_t = 51.23cm$) εἶναι ἀπαγορευτική γιά ἀπευθείας ἀβαθή θεμελίωση μέ πλάκα $B\times L = 8^m\times15^m$ ἀκόμη καί στήν περίπτωση συντελεστοῦ ἀσφαλείας ἔναντι γενικῆς θραύσεως $F > 2$. Στήν συγκεκριμένη περίπτωση ἡ λύση αὐτή ἀποκλείεται τόσο λόγω ἀνεπαρκοῦς συντελεστή ἀσφαλείας $F = 1.20 < 2$ ὅσο καί γιά λόγους ὑπερβολικῆς τιμῆς συνολικῆς καθιζήσεως $\rho_t > 50cm$

(β) Ἔστω λύση βαθειᾶς θεμελιώσεως μέ πασσάλους ἐκσκαφῆς καί ἀφαιρέσεως $B = 1.0^m$ ἐδραζόμενους στήν στρώση III τοῦ ΒΡΑΧΟΥ (στάθμη −17.0 m)

Ἐπειδή ὁ ΒΡΑΧΟΣ ἀσυμπίεστος τό φορτίο κεφαλῆς Q πασσάλου ὅσο καί ἄν αὐξάνεται δέν προκαλεῖ καθιζήσεις τοῦ πασσάλου ἄρα $Q_s \simeq 0$ καί $Q_p = Q$ (παράβαλε μέ ἄσκηση 9.2, ἐρώτημα 2, Σχήμα 9.2β)

Συνεπῶς, $\underline{\underline{Q_{\varepsilon\pi}}} = \min\left\{Q_{\varepsilon\pi}^{beton},\ Q_{\varepsilon\pi}^{\beta\rho\alpha\chi o\mu\acute{\alpha}\zeta\alpha\varsigma}\right\} = \min\left\{q_{III}\times A_p,\ q_I\times A_p\right\} = \min\left\{6000A_p, 4000A_p\right\}$

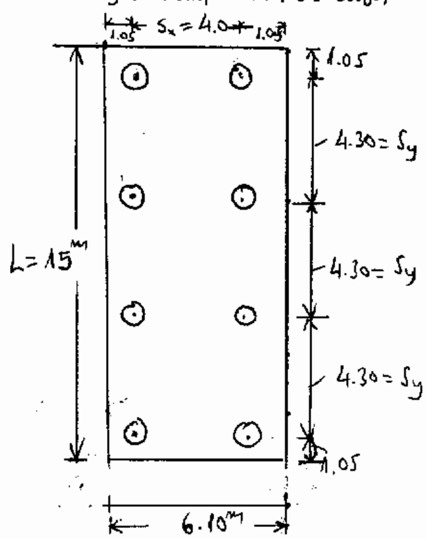
$$= 4000\times\frac{\pi B^2}{4} = 4000\times\frac{\pi\times1.0^2}{4} = \underline{\underline{3141.6^{kN}}}$$

* Ἀριθμός ἀπαιτούμενων πασσάλων γιά τήν θεμελίωση τοῦ μεσοβάθρου

$$\underline{\underline{n}} = \frac{G_{\varepsilon\sigma\chi\acute{\alpha}\rho\alpha\varsigma} + \Sigma P}{Q_{\varepsilon\pi}} = \frac{\overset{\text{παραδοχή}}{0.20}\Sigma P + \Sigma P}{Q_{\varepsilon\pi}} = \frac{1.20\times\Sigma P}{Q_{\varepsilon\pi}} = \frac{1.20\times18500}{3141.6} = 7.06 \simeq \underline{\underline{8}}$$

* Ἔστω ἀξονική ἀπόσταση πασσάλων κατά x $S_x = 4.0^m$

κατά ψ $3s_y + \underset{1.0}{B} + \underset{\text{περιθώριο βλ. Σχήμα}}{1.0} = 15 \rightarrow S_y \simeq 4.30^m$



(9.5)

* Εμπειρική μέθοδος υπολογισμού της Φ.Ι. του πασσάλου συναρτήσει του N_{SPT}
Ισχύει για συντελεστή ασφαλείας S.F=4
Άρα:

$$Q_u = 4 \times Q_{επ} = 4 \times 500 = 2000\ kN = 2\ MN$$

— Έστω $D_{εμπ}$ = 9 μέτρα ⟶ στάθμη αιχμής −10,50m

* Οριακή αντοχή αιχμής κατά Meyerhof

$$Q_{pu} = q_{pu} \times A_b = \left\{(0.04 \times N)\frac{L_b}{B}\right\} \times A_b$$

όπου: $(0.04 \times N) \times \frac{L_b}{B} \leq 0.4\, N$ σε MPa
και $N = \overline{N}_c$ = μέση διορθωμένη τιμή N λόγω βάθους από την σχέση $N_c = C_N \cdot N$ (ώστε να αντιστοιχεί σε πίεση 100kPa) σε μία ζώνη από 4B πάνω από την αιχμή έως 3B κάτω από την αιχμή

* Οριακή αντοχή πλευρικής τριβής κατά Meyerhof

* $Q_{su} = f_{su} \times A_s \left\{0.002\,\overline{N}\right\}^{(MPa)} \times A_s$ γιά πασσάλους μεγάλης εκτοπίσεως $\left[\frac{\overline{N}}{500}\right]^{MPa}$

* $Q_{su} = f_{su} \times A_s = \left\{0.001\,\overline{N}\right\}^{(MPa)} \times A_s$ γιά πασσάλους μικρής εκτοπίσεως $\left[\frac{\overline{N}}{1000}\right]^{MPa}$

[$\overline{N}$: μετρημένη - μη διορθωμένη λόγω $σ_{v_0}'$ - τιμή σε ύψος του πασσάλου]

Καταρτίζεται ο παρακάτω Πίνακας βάσει των αποτελεσμάτων των δοκιμών SPT

Στάθμη	$σ_{v_0}'$ (kPa)	$C_N \simeq \sqrt{\frac{100}{σ_{v_0}'}}$	N	N_c
− 1.50	1.5×20=30		11	
− 3.0	30+1.5×(20−10)=45		13	
− 5.0	45+2×(20−10)=65		16	
− 7.0	65+2×(20−10)=85		18	
− 8.5 [4B = 2m πάνω από αιχμή]	85+1.5×(20−10)=100	$\sqrt{\frac{100}{100}} = 1$	20	1 × 20 = 20
− 11.5 − 12 [3B = 1.5m κάτω από αιχμή]	100 + 3×(20−10)=130	$\sqrt{\frac{100}{130}} = 0.877$	$\overline{N}$=15.6≈15.5 22	0.877×22 = ~20
− 15	130 + 3.5×(20−10)=165		26	

$$\overline{N}_c = \frac{20+20}{2} = \underline{\underline{20}}$$

οπότε

$$q_{pu} = 0.04 \times 20 \times \frac{8.5}{0.5} = 13.6 \nleq 0.4 \times 20 = 8^{MPa} \rightarrow q_{pu} = 8^{MPa} \rightarrow \underline{Q_{pu}} = 8^{MPa} \times \frac{\pi \times 0.5^2}{4} = \underline{\underline{1.57}}^{MN}$$

$$f_{su} = 0.002 \times 15.5 = 0.031^{MPa} \longrightarrow \underline{Q_{su}} = 0.031 \times \pi \times 0.50 \times 9 = \underline{0.438}^{MN}$$

$$Q_u = Q_{pu} + Q_{su} = 1.57 + 0.438 = 2.008^{MN} > 2^{MN}$$ (δεκτή η στ. αιχμής −10.50m)