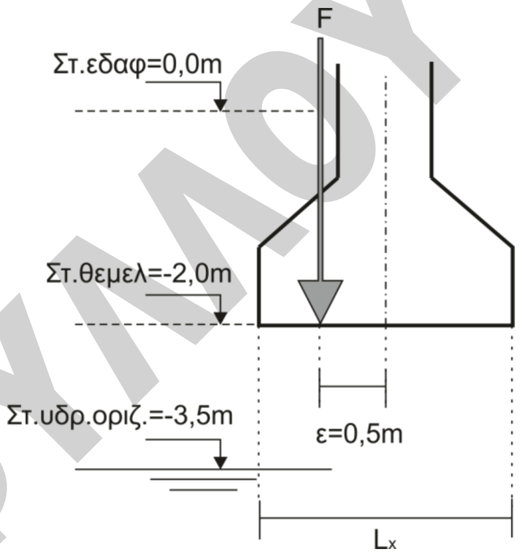
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ - 20/02/2009

ΘΕΜΑ 1ο

Το ορθογωνικό θεμέλιο του σχήματος έχει διαστάσεις L_x=3m, L_y=4m.Μετά τον υπολογισμό των φορτίων βρέθηκε ότι η συνισταμένη των φορτίων (το βάρος του πεδίλου συμπεριλάμβάνεται) που ασκείται στο πέδιλο παρουσιάζει εκκεντρότητα ε=0.50m. Να υπολογιστεί η επιτρεπόμενη τάση του πεδίλου. (Συντελεστής ασφαλείας ν=3.0). Η στάθμη του υπογείου ορίζοντα βρίσκεται στην στάθμη -3.5m.



Δίνονται: Φαινόμενο βάρος αργίλου $\gamma_{υγρ}$=19,5kN/m³. Φαινόμενο βάρος κορεσμένης αργίλου $\gamma_{κορ}$=22kN/m³, Γωνία εσωτερικής τριβής φ=22⁰, Συνοχή c=20kN/m²

Λύση:

Κατά Terzaghi η Φ.Ι. του εδάφους για ορθογωνικά θεμέλια δίνεται από την σχέση:

$$q=cN_c(1+0,3\frac{B}{L})+qN_q+\frac{1}{2}\gamma BN_\gamma(1-0,2\frac{B}{L})$$

Υποθέτω ότι η άργιλος είναι υπερστερεοποιημένη οπότε θα έχω γενική θραύση.

- Για $\varphi=22^0 \rightarrow N_c=20,27$
  $N_q=9,19$
  $N\gamma=6,61$
- Επίδραση εκκεντρότητας: Επειδή έχω απλή εκκεντρότητα πολλαπλασιάζεται η φέρουσα ικανότητα με τον μειωτικό συντελεστή $R_I(q'=qR_I)$

Για $\frac{e}{B}=\frac{0,5}{3}$=0,1667 και συνεκτικό έδαφος⇒R_I=[(-2*0,1667)+1]=0,667

- Επίδραση υπόγειου ορίζοντα:

Η στάθμη του Υ.Ο. βρίσκεται κάτω από την στάθμη θεμελίωσης και σε βάθος

d=3,5-2=1,5m<B=3,0m. Στην περίπτωση αυτή πολλαπλασιάζεται ο τρίτος όρος της αρχικής εξίσωσης της φέρουσας ικανότητας με τον μειωτικό συντελεστή W'.

Θα έχω: Για $\frac{d}{B}=\frac{1,5}{3,0}=0,5 \Rightarrow W'=0,75$

Τελικά η Φ.Ι. του εδάφους κατά Terzaghi θα είναι:

$q'=0,667[20*20,27(1+0,3\frac{3}{4})+19,5*2*9,19+\frac{1}{2}*19,5*0,75*3*6,61(1-0,2*\frac{3}{4})] \Rightarrow$

$\Rightarrow q'=652,51 kN/m^2$

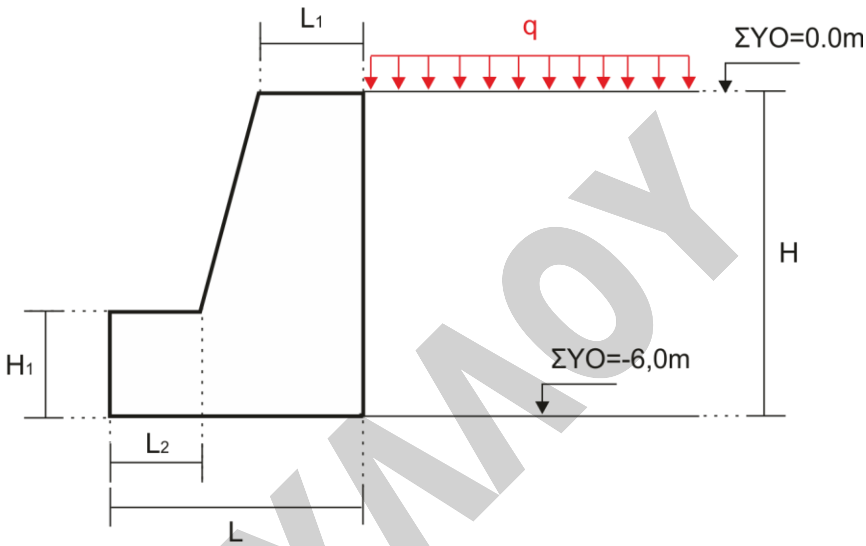
Η επιτρεπόμενη τάση θα είναι:

$\sigma_{\varepsilon\pi\iota\tau}=\frac{q}{v} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi\iota\tau}=\frac{652,51}{3}=217,50 kN/m^2$

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε. - ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ - 20/02/2009

ΘΕΜΑ 2ο

Τοίχος ύψους H=6m με κατακόρυφη εσωτερική πλευρά, αντιστηρίζει γαίες (άμμος) με γωνία εσωτερικής τριβής **φ=φ'**=30^0 άνω ελεύθερη επιφάνεια δεχόμενη επιφόρτιση q=10kN/m^2.



Δίνονται:

$\gamma_{υγρ}$= 18kN/m^3,$\gamma_{κορ}$=20kN/m^3,$\gamma_{σκυρ}$=22kN/m^3, $\gamma_{νερ}$=10kN/m^3, α=0.55, $\sigma_{επ}$=130kN/m^2, H=6m, L_1=1.5m, L_2=1.5m, H_1=2m.

όπου α ο συντελεστής τριβής της διεπιφάνειας τοίχου - εδάφους στη βάση του χρόνου.

Υπολογίστε την ελάχιστη διάσταση της βάσης L ώστε να έχουμε ασφάλεια και οικονομία σε δύο περιπτώσεις: **α)** Η στάθμη Υδροφόρου ορίζοντα είναι στο 0.0m και **β)** Η στάθμη Υδροφόρου ορίζοντα είναι στο -6.0m. Τι συμπεραίνετε; Δικαιολογήστε την απάντηση σας.

Λύση:

Υποθέτω ενεργητικές ωθήσεις. Ο συντελεστής ενεργητικών ωθήσεων K_α κατά Rankine:

$$K_\alpha=εφ^2(45-\frac{\varphi}{2})=εφ^2(45-\frac{30}{2})=0,333$$

α) Ο υδροφόρος ορίζοντας στην στάθμη -6,00m.

- ΩΘΗΣΗ ΛΟΓΩ ΓΑΙΩΝ

σ_A=0 (A: σημείο ελεύθερης επιφάνειας εδάφους-βλ. σχήμα επόμενης σελίδας)

$\sigma_B=K_\alpha\gamma h$=0,333*6*18=35,964kN (B: σημείο της επιφάνειας θεμελίωσης του τοίχου)

Η συνισταμένη ώθηση θα είναι: $R_1=\frac{1}{2}\sigma_B h=\frac{1}{2}35,964*6$=107,89kN/m και ασκείται σε απόσταση $\frac{1}{3}$h=2,0m από το σημείο B

- ΩΘΗΣΗ ΛΟΓΩ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ q

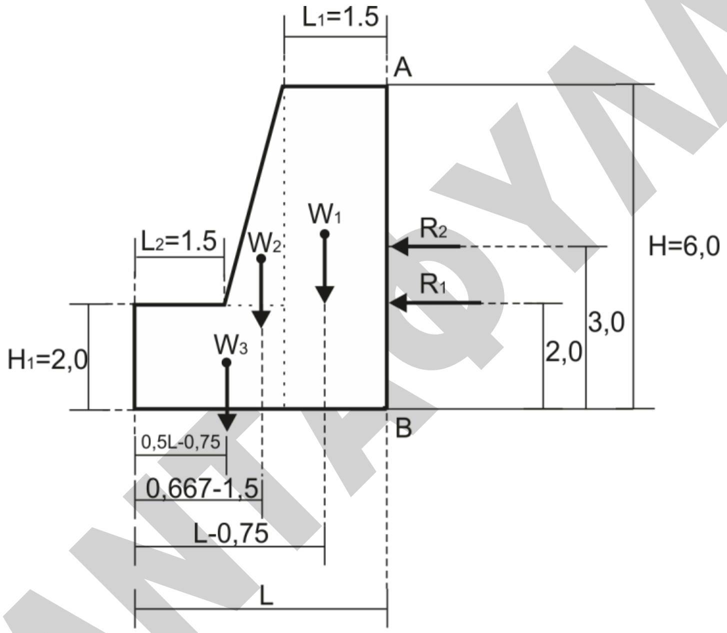
$\sigma_A=\sigma_B=K_\alpha q=0{,}333*10=3{,}333 kN/m^2$

Η συνισταμένη ώθηση θα είναι: $R_2=qh=3{,}333*6=20kN/m$ και ασκείται σε απόσταση

$\frac{1}{2}h=3{,}0m$ από το σημείο Β.

- ΙΔΙΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΙΧΟΥ

Επειδή πρόκειται για σύνθετο σχήμα το χωρίζω σε 3 βασικά σχήματα που δείχνονται παρακάτω.



Υπολογίζω τα βάρη W_1,W_2,W_3 και τα αντίστοιχα σημεία εφαρμογής τους.

Όλες οι παρακάτω δυνάμεις και τα σημεία εφαρμογής τους καθώς και οι δυνάμεις από τις ωθήσεις δείχνονται στο παραπάνω σχήμα.

- $W_1=L_1H\gamma_b=1{,}5*6*22=198kN/m$ και ασκείται σε απόσταση: $L-\frac{L_1}{2}=(L-0{,}75)m$ από το Γ.
- $W_2=\frac{1}{2}(H-H_1)(L-L_1-L_2)\gamma_b=\frac{1}{2}(6-2)(L-1{,}5-1{,}5)22=44(L-3)kN/m$ και ασκείται σε απόσταση $L_2+\frac{2}{3}(L-L_1-L_2)=1{,}5+0{,}667(L-1{,}5-1{,}5)=(0{,}667L-0{,}5)m$ από το Γ.
- $W_3=(L-L_1)H_1\gamma_b=(L-1{,}5)*2*22=(44L-66)\ kN/m$ και ασκείται σε απόσταση $\frac{L-1{,}5}{2}=(0{,}5L-0{,}75)m$ από το Γ.

- ΠΡΟΕΚΛΟΓΗ ΑΠΟ ΕΛΕΓΧΟ ΣΕ ΟΛΙΣΘΗΣΗ:

$$\text{Πρέπει } v=\frac{T}{\Sigma R}=\frac{\alpha\Sigma W_i}{\Sigma R_i}\geq 1{,}5$$

$\frac{T}{\Sigma R}\geq 1{,}5\Rightarrow\frac{0{,}55(W_1+W_2+W_3)}{R_1+R_2}\geq 1{,}5\Rightarrow 0{,}55[198+44(L\text{-}3)+44L\text{-}66]\geq 1{,}5(107{,}89+20)\Rightarrow$

$\Rightarrow 48{,}4L\geq 191{,}835\Rightarrow L\geq 3{,}96m$. Άρα προεκλέγω μήκος πεδίλου L=4,0m και το ελέγχω σε ανατροπή.

- ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΝΑΤΡΟΠΗ:

$$\text{Πρέπει } v=\frac{\Sigma M_{\alpha\nu\tau\iota\sigma}}{\Sigma M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho}}=\geq 1{,}5$$

$\Sigma M_{\alpha\nu\tau\iota\sigma}=W_1L_1+W_2L_2+W_3L_3=198(L\text{-}0{,}75)+44(L\text{-}3)(0{,}667L\text{-}0{,}5)+$

$+44(L\text{-}1{,}5)(0{,}5L\text{-}0{,}75)=51{,}348L^2+21{,}956L\text{-}33$

$\Sigma M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho}=R_1y_1+R_2y_2=107{,}89*2+20*3=275{,}78$

Τελικά $v=\frac{51{,}348L^2+21{,}956L-33}{275{,}78}\overset{L=4}{\Longrightarrow}v=\frac{876{,}104}{275{,}78}=3{,}18\geq 1{,}5$ άρα επαρκεί η διάσταση L=4m

Στην περίπτωση λοιπόν της στάθμης του Υ.Ο. στο -6 απαιτούμενη διάσταση πεδίλου L=4,0m

β) Ο υδροφόρος ορίζοντας στην στάθμη 0,0m.

Οι δυνάμεις αντίστασης δεν αλλάζουν (τα βάρη W_1,W_2,W_3 παραμένουν ίδια).

- ΩΘΗΣΗ ΛΟΓΩ ΓΑΙΩΝ

$\sigma_A=0$ (Α: σημείο ελεύθερης επιφάνειας εδάφους)

$\sigma_B=K_\alpha(\gamma_{SAT}\text{-}\gamma_w)h=0{,}333(20\text{-}10)6=20kN/m^2$ (Β: σημείο της επιφάνειας θεμελίωσης του τοίχου)

Η συνισταμένη ώθηση θα είναι: $R_1=\frac{1}{2}20*6=60kN/m$ και ασκείται σε απόσταση $\frac{1}{3}h=2{,}0m$ από το Β

- ΩΘΗΣΗ ΛΟΓΩ ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ

Δεν αλλάζουν . (Ως έχουν στην προηγούμενη περίπτωση)

- ΩΘΗΣΗ ΛΟΓΩ ΝΕΡΟΥ

$\sigma_A=0$ (Α: σημείο ελεύθερης επιφάνειας εδάφους)

$\sigma_B=\gamma h=10*6=60kN/m^2$ (Β: σημείο της επιφάνειας θεμελίωσης του τοίχου)

Η συνισταμένη ώθηση θα είναι: $R_3=\frac{1}{2}\sigma_B h=\frac{1}{2}60*6=180kN/m$ και ασκείται σε απόσταση $\frac{1}{3}h=2{,}0m$ από το Β

- ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΟΛΙΣΘΗΣΗ

$$\text{Πρέπει } \nu=\frac{T}{\Sigma R}=\frac{\alpha\Sigma W_i}{\Sigma R_i}\geq 1{,}5$$

$\frac{T}{\Sigma R}\geq 1{,}5 \Rightarrow \frac{48{,}4L}{60+20+180}>1{,}5 \Rightarrow L\geq 8{,}05m$. Άρα προεκλέγω μήκος πεδίλου L=8,10m και το ελέγχω σε ανατροπή.

- ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΝΑΤΡΟΠΗ:

$$\text{Πρέπει } \nu=\frac{\Sigma M_{\alpha\nu\tau\iota\sigma}}{\Sigma M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho}}=\geq 1{,}5$$

$\Sigma M_{\alpha\nu\tau\iota\sigma}=51{,}348L^2+21{,}956L-33$(όπως και στην προηγούμενη περίπτωση)

$\Sigma M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho}=R_1y_1+R_2y_2+R_3y_3=60*2+20*3+180*2=540kN/m$

Τελικά $\nu=\frac{51{,}348*8{,}10^2+21{,}956*8{,}10-33}{540} \Rightarrow \nu=6{,}5>1{,}5$ άρα επαρκεί η διάσταση L=8,10m

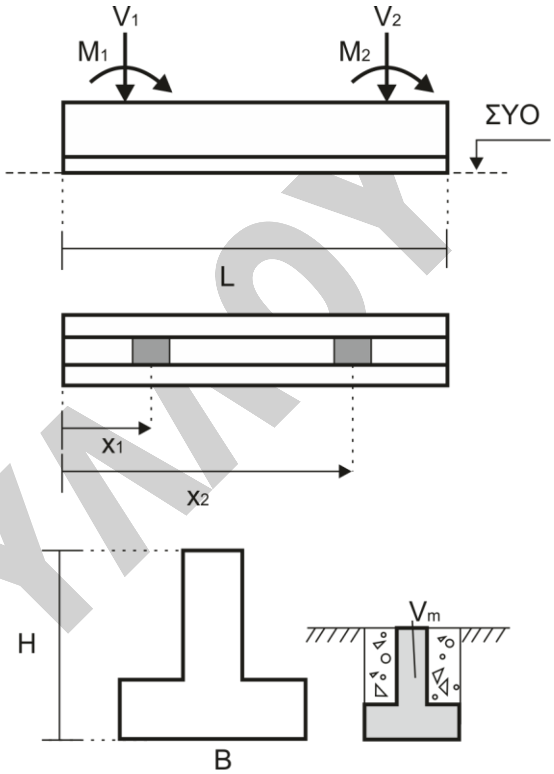
Στην περίπτωση λοιπόν της στάθμης του Υ.Ο. στο 0 η απαιτούμενη διάσταση πεδίλου είναι: L=8,10m

Συμπεράσματα:

- Και στις δυο περιπτώσεις κρίσιμος είναι ο έλεγχος σε ολίσθηση.
- Οι ροπές ανατροπής και τα φορτία ολίσθησης της 2ης περίπτωσης (Υ.Ο. στο 0) αυξάνονται λόγω των πρόσθετων ωθήσεων του νερού (οι ροπές ανατροπής και τα φορτία ολίσθησης σχεδόν διπλασιάζονται σε σχέση με την πρώτη περίπτωση.

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε. - ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ - 20/02/2009

ΘΕΜΑ 3ο



Στην πεδιλοδοκό οπλισμένου σκυροδέματος του σχήματος με δεδομένα:

$B=1.8m$, $I=1.3m^4$, $H=2.0m$, $L=8m$ επιβάλλονται τα παρακάτω φορτία:

$V_1=1200kN$, $V_2=500kN$, με: $x_1=1.5m$, $x_2=6.5m$

Η πεδιλοδοκός θεμελιώνεται σε στρώμα άμμου με μέτρο ελαστικότητας $E_s=2.5MPa$. Για τον υπολογισμό ιδίων βαρών πεδιλοδοκού-επανεπίχωσης να ληφθεί μέση πυκνότητα $\gamma_m=22kN/m^3$.

Ζητούνται:

a) Ο έλεγχος σχετικής ακαμψίας πεδ/κου-εδάφους κατά Meyerhof και οι εδαφικές αντιδράσεις στην στάθμη εδράσεως του θεμελίου.

b) Ο συντελεστής ασφαλείας έναντι θραύσεως του εδάφους σύμφωνα με το Παράρτημα Ζ του ΕΑΚ 2000 χρησιμοποιώντας τα συνολικά φορτία της πεδιλοδοκού.

Δίνονται: Φαινόμενο βάρος άμμου $\gamma_{υγρ}=19kN/m^3$, Φαινόμενο βάρος κορεσμένης άμμου, $\gamma_{κορ}=22kN/m^3$, Γωνία εσωτερικής τριβής $\varphi'=22{,}5^0$, $E_b=29GPa$ (Μέτρο ελαστικότητας οπλισμένου σκυροδέματος), C20/25, S500.

Λύση:

a)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ

Για να είναι δύσκαμπτη η πεδιλοδοκός κατά Meyerhof θα πρέπει να ισχύει:

$$\frac{E_b I}{E_s L^3 b}>0{,}5$$

$$\frac{E_b I}{E_s L^3 b}=\frac{29*10^6*1{,}3}{2{,}5*10^3*8^3*1{,}8}=16{,}363>0{,}5$$ άρα η πεδιλοδοκός είναι δύσκαμπτη

ΕΥΡΕΣΗ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

- ΕΥΡΕΣΗ ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑΣ

Η εκκεντρότητα δίνεται από την σχέση: $e=\frac{\Sigma M}{\Sigma N}$

Υπολογίζω τα ΣΜ και ΣΝ στο μέσον Μ της πεδιλοδοκού:

$\Sigma M=1200(4\text{-}1{,}5)\text{-}500(4\text{-}1{,}5)=1750kNm$

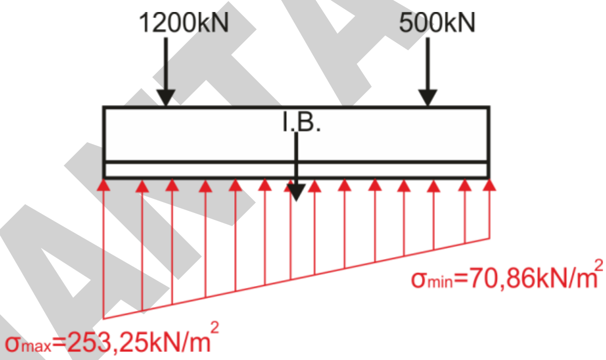
$\Sigma N=V_1+V_2=1200+500=1700kN$

Άρα $e=\frac{\Sigma M}{\Sigma N}=\frac{1750}{1700}=1{,}03<\frac{l_x}{6}=\frac{8}{6}=1{,}33m$ άρα η κατανομή των τάσεων είναι τραπεζοειδής.

Υπολογίζω τη μέγιστη και ελάχιστη τάση κάτω από το πέλμα της πεδιλοδοκού:

$\sigma^{max}_{\alpha\nu\alpha\pi\tau}=\frac{\Sigma N}{l_x b}(1+6\frac{e}{l})+\gamma D_f=\frac{1700}{1{,}8*8{,}0}(1+6\frac{1{,}03}{8})+22*2=253{,}25kN/m^2$

$\sigma^{min}_{\alpha\nu\alpha\pi\tau}=\frac{\Sigma N}{l_x b}(1\text{-}6\frac{e}{l})+\gamma D_f=\frac{1700}{1{,}8*8{,}0}(1\text{-}6\frac{1{,}03}{8})+22*2=70{,}86kN/m^2$



b) Εφόσον έχω άμμο θα βρω το Φ.Ι. υπό πλήρης στραγγιζόμενες συνθήκες.

Κατά ΕΑΚ 2000 θα έχουμε στην περίπτωση αυτή:

$$\frac{R_{N_d}}{A'}=c'N_ck_ci_c+q'N_qk_qi_q+\frac{1}{2}\gamma'B'N_\gamma k_\gamma i_\gamma \overset{c'=0}{\Longrightarrow} \frac{R_{N_d}}{A'}=q'N_qk_qi_q+\frac{1}{2}\gamma'B'N_\gamma k_\gamma i_\gamma$$

Βρίσκω ξεχωριστά τις παραμέτρους της παραπάνω εξίσωσης.

- $q'=\gamma D_f=22*2=44kN/m^3$
- $L'=L\text{-}2e=8\text{-}2*1{,}03=5{,}94m$
- $B'=B=1{,}80m$
- $\gamma'=\gamma_{\kappa o\rho}\text{-}\gamma_w=22\text{-}10=12kN/m^3$
- $Nq=e^{\pi\tan 22{,}5}\tan^2(45+\frac{22{,}5}{2})=3{,}674*2{,}240=8{,}23$

- $N\gamma=2(N_q-1)\tan\varphi'=2(8{,}23-1)\tan 22{,}5=5{,}989$
- $k_q=1+(\frac{B'}{L'})\tan'\varphi=1+(\frac{1{,}8}{5{,}94}\tan 22{,}5)=1{,}126$
- $k_\gamma=1-0{,}3\frac{B'}{L'}=1-0{,}3\frac{1{,}8}{5{,}94}=0{,}909$
- $i_q=i_\gamma=1{,}0$
- $A'=B'L=1{,}80*5{,}94=10{,}692m^2$

Τελικά θα έχουμε:

$\frac{R_{Nd}}{A'}=44*8{,}23*1{,}126*1+\frac{1}{2}*12*1{,}8*5{,}989*0{,}909*1{,}0\Rightarrow\frac{R_{Nd}}{A'}=466{,}54kN/m^2\Rightarrow$

$\Rightarrow R_{Nd}=4.988{,}25kN$

Υπολογίζω τον συντελεστή ασφαλείας:

$S.F=\frac{R_{Nd}}{\Sigma N}=\frac{4988{,}25}{V_1+V_2+\gamma_m D_f}=\frac{4988{,}25}{1200+500+22*2}\Rightarrow S.F=2{,}86$