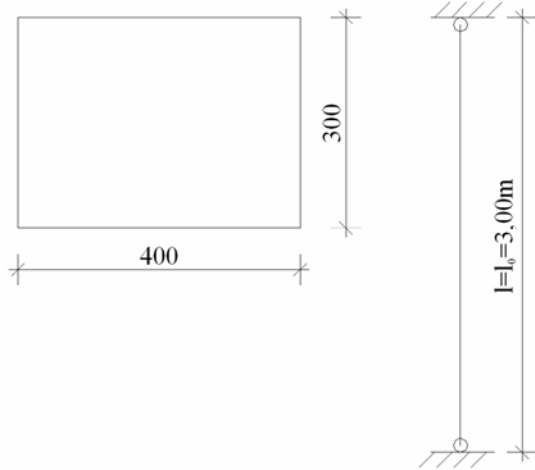


Tartalomjegyz6k

| | |
|--|----|
| 1. K6zpontosan nyomott oszlop..... | 2 |
| 1.1. Vasal6s tervez6se egyszer6sített sz6mít6ssal | 2 |
| 1.2. Vasal6s tervez6se k6t ir6nyban | 3 |
| 2. K6lpontosan nyomott oszlop (kis k6lpontos nyom6s)..... | 8 |
| 2.1. Nem kell h6zott vasal6s (csak A_{\min}) | 8 |
| 2.2. H6zott 6s nyomott vasal6s is sz6ks6ges..... | 11 |
| 3. K6lpontosan nyomott oszlop (nagy k6lpontos nyom6s)..... | 15 |
| 3.1. H6zott vasal6s sz6ks6ges | 15 |
| 3.2. H6zott 6s nyomott vasal6s is sz6ks6ges..... | 18 |

1. K6zpontosan nyomott oszlop



$$F_M = 1500\text{kN}$$

$$C 16; \sigma_{bH} = 11,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$B 38.24; \sigma_{sH} = \sigma_{sH} = 210 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\xi_0 = 0,57; m_0 = 0,408; \zeta_0 = 0,715$$

$$\xi'_0 = 1,35$$

$$c_b = 20\text{mm}$$

$$\phi_k = 8\text{mm}$$

1.1. Vasal6s tervez6se egyszer6sített sz6mítással

$$N_H = \varphi \cdot (A_b \cdot \sigma_{bH} + A_s \cdot \sigma_{sH}); \text{ha } \frac{l_0}{h} \leq 25$$

$$\varphi = \frac{1}{1,2 + 0,11 \cdot \frac{l_0}{10 \cdot h} + 0,132 \cdot \left(\frac{l_0}{10 \cdot h}\right)^2}$$

$$u \approx 50\text{mm}; h = 300 - 50 = 250\text{mm} \text{ (a r6videbb irányba vizsgálva)}$$

$$u' \approx 50\text{mm}; z' = h' = h - u' = 250 - 50 = 200\text{mm}$$

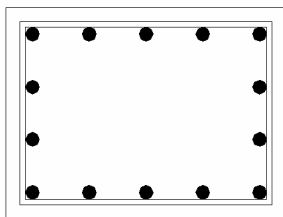
$$\frac{l_0}{h} = \frac{3000}{250} = 12 < 25; \text{teh6t az egyszer6sített sz6mítés alkalmazhat6}$$

$$\varphi = \frac{1}{1,2 + 0,11 \cdot \frac{3000}{10 \cdot 250} + 0,132 \cdot \left(\frac{3000}{10 \cdot 250}\right)^2} = 0,657$$

$$F_M = 1500000 = N_H = 0,657 \cdot (400 \cdot 300 \cdot 11,5 + A_s \cdot 210)$$

$$A_s = 4300\text{mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 4398\text{mm}^2 \quad 14\phi 20$$



A fenti egyszerűsített számítás alkalmazható, ha $l_0/h \leq 25$ és a mértékadó nyomóerő központosság növekmények nélküli támadáspontja a keresztmetszet hatásvonalán belül esik (központos nyomás (fenti feladat) és kis központos nyomás (2.1.).

1.2. Vasalás tervezése két irányban

a, Tervezés (nem szimmetrikus vasalással)

$$F_M = 1500 \text{ kN}$$

$$e_0 = 0$$

$$\Delta e = \Delta e_0 + \Delta e_t = 0,06 \cdot h + \frac{l_0}{300} + \frac{4}{h} \cdot \left(\frac{l_0}{100} \right)^2; \text{ ha } l_0/h \leq 50$$

Tervezés a keresztmetszet nagyobbik mérete irányába:

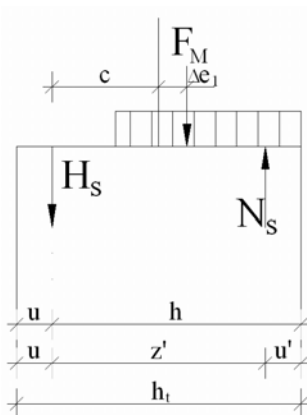
$$u \approx 50 \text{ mm}; h_1 = 400 - 50 = 350 \text{ mm}$$

$$u' \approx 50 \text{ mm}; z_1' = h_1 - u' = 350 - 50 = 300 \text{ mm}$$

$$\frac{l_0}{h_1} = \frac{3000}{350} = 8,57 < 50; \text{ tehát nem kell másodrendű elmélettel számolni}$$

$$\Delta e_1 = 0,06 \cdot 350 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{350} \cdot \left(\frac{3000}{100} \right)^2 = 21 + 10 + 10,3 = 41,3 \text{ mm}$$

$$M_0 = m_0 \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH} = 0,408 \cdot 300 \cdot 250^2 \cdot 11,5 = 172,4 \text{ kNm}$$



$$c = \frac{h_t}{2} - u = \frac{400}{2} - 50 = 150$$

$N_b > N_s$ szabályzati előírás közel azonos

$M_{\text{beton}} > M_{\text{nyomott_acél}}$, azaz $M_0 > \Delta M$

A külső erő nyomatéka a húzott vasalásra:

$$M_s = F_M \cdot (c + e) = 1500 \cdot 10^3 \cdot (150 + 41,3) = 287,0 \text{ kNm}$$

$$M_s = 287,0 \text{ kNm} > M_0 = 172,4 \text{ kNm}; \text{ nyomott vasalás kell}$$

$$M_s = M_0 + \Delta M = 172,4 + 114,6 = 287,0 \text{ kNm}$$

$$M_0 = 172,4 \text{ kNm} > \Delta M = 114,6 \text{ kNm}$$

$$A_s = \frac{M_0}{z_0 \cdot \sigma_{sH}} + \frac{\Delta M}{z' \cdot \sigma'_{sH}} - \frac{F_M}{\sigma_{sH}} = \frac{172,4 \cdot 10^6}{0,715 \cdot 350 \cdot 210} + \frac{114,6 \cdot 10^6}{300 \cdot 210} - \frac{1500 \cdot 10^3}{210} =$$

$$= 3280,5 + 1819,0 - 7142,8 = -2043,3 \text{ mm}^2; \text{ nem kell húzott vas}$$

$$A'_s = \frac{\Delta M}{z' \cdot \sigma'_{sH}} = \frac{114,6 \cdot 10^6}{300 \cdot 210} = 1819 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 1885\text{mm}^2 \quad 6\phi 20$$

Tervez6s a keresztmetszet kisebbik m6rete ir6ny6ba:

$$u \approx 50\text{mm}; h_2 = 300 - 50 = 250\text{mm}$$

$$u' \approx 50\text{mm}; z_2' = h_2 - u' = 250 - 50 = 200\text{mm}$$

$$\frac{l_0}{h_2} = \frac{3000}{250} = 12 < 50$$

$$\Delta e_2 = 0,06 \cdot 250 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{250} \cdot \left(\frac{3000}{100}\right)^2 = 15 + 10 + 14,4 = 39,4\text{mm}$$

$$M_0 = m_0 \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH} = 0,408 \cdot 400 \cdot 250^2 \cdot 11,5 = 117,3\text{kNm}$$

$$c = \frac{h_t}{2} - u = \frac{300}{2} - 50 = 100$$

$$M_s = F_M \cdot (c + e) = 1500 \cdot 10^3 \cdot (100 + 39,4) = 212,1\text{kNm} > M_0 = 117,3\text{kNm}$$

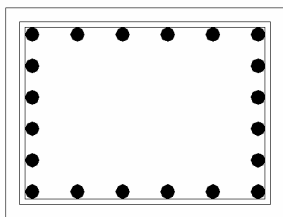
$$M_s = M_0 + \Delta M = 117,3 + 91,8 = 209,1\text{kNm}$$

$$A_s = \frac{M_0}{z_0 \cdot \sigma_{sH}} + \frac{\Delta M}{z' \cdot \sigma_{sH}} - \frac{F_M}{\sigma_{sH}} = \frac{117,3 \cdot 10^6}{0,715 \cdot 250 \cdot 210} + \frac{91,8 \cdot 10^6}{250 \cdot 210} - \frac{1500 \cdot 10^3}{210} =$$

$$= 3124,9 + 1748,6 - 7142,8 = -2269,3\text{mm}^2$$

$$A_s' = \frac{\Delta M}{z' \cdot \sigma_{sH}} = \frac{91,8 \cdot 10^6}{250 \cdot 210} = 1748,6\text{mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 1885\text{mm}^2 \quad 6\phi 20$$



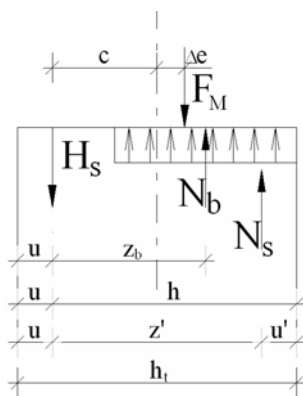
Minden oldalra 6 ϕ 20 kell alkalmazni, mivel a v6ratlan jelleg6
k6lpontoss6g b6rmilyen jelleg6 k6lpontoss6g b6rmilyen ir6ny6 lehet.

A tervez6skor a szimmetrikus vasal6sra val6 m6retez6s mell6z6se
(mint ezen pontban) jelent6s t6lm6retez6st eredm6nyez (1.2 b)

$$A_{s_nem_szimm.} = 7135,2\text{mm}^2 \gg A_{s_szimm.} = 5572\text{mm}^2$$

b, K6tir6nyban szimmetrikus vasal6s tervez6s 6

A szimmetrikus vasal6s a nyomat6ki 6s vet6leti egyenlet fel6r6s6val 6s megold6s6val tervezhet6. K6t ismeretlen: $A_s' = A_s$ 6s x



$$N_b + N_s - H_s - F_M = 0$$

$$N_b \cdot z_b + N_s \cdot z' - F_M \cdot (e + \Delta e) = 0$$

$$b \cdot x \cdot \sigma_{bH} + A_s \cdot \sigma_{sH} - A_s \cdot \sigma_s - F_M = 0$$

$$b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2} \right) + A_s \cdot \sigma_{sH} \cdot z' - F_M \cdot (e + \Delta e) = 0$$

az x tengely hely6t6l függ6en

$$\sigma_s = \sigma_{sH} \text{ vagy } \sigma_s = \frac{412}{x} \cdot h - 515 \text{ vagy } \sigma_s = 515 - \frac{412}{x} \cdot h$$

$$N_s > N_b \text{ esetén } N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$$

$$F = 1500 \text{ kN}$$

$$e_0 = 0 \quad \Delta e = \Delta e_0 + \Delta e_t = 0,06 \cdot h + \frac{l_0}{300} + \frac{4}{h} \cdot \left(\frac{l_0}{100} \right)^2 ; \text{ ha } \frac{l_0}{h} \leq 50$$

Tervez6s a keresztmetszet nagyobbik m6rete (kisebb karcs6s6ga) ir6ny6ban:

$$u \approx 50 \text{ mm}; h = 400 - 50 = 350 \text{ mm}$$

$$u' \approx 50 \text{ mm}; z' = h' = h - u' = 350 - 50 = 300 \text{ mm}$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3000}{350} = 8,5 < 50 ; \text{ tehát nem kell m6sodrend6 elm6lettel sz6molni}$$

$$\Delta e = 0,06 \cdot 350 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{350} \cdot \left(\frac{3000}{100} \right)^2 = 21 + 10 + 10,3 = 41,3 \text{ mm}$$

$$\text{T6telezz6k fel: } \sigma_s = \sigma_{sH} \quad x \leq x_0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 + A_s' \cdot 210 - A_s \cdot 210 - 1500000 = 0$$

$$x = 434,8 \text{ mm} > h_t = 400 \text{ mm}, \text{ tehát } \sigma_s < \sigma_{sH}$$

$$\sigma_s = \frac{412}{x} \cdot h - 515$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 + A_s' \cdot 210 - A_s \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 350 - 515 \right) - 1500000 = 0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(350 - \frac{x}{2}\right) + A_s' \cdot 210 \cdot 300 - 1500000 \cdot (150 + 41,3) = 0$$

$$x^2 - 434,78 \cdot x + 0,210145 \cdot A_s \cdot x - 41,757 \cdot A_s = 0$$

$$-x^2 + 700 \cdot x + 36,522 \cdot A_s - 166347,8 = 0 \rightarrow A_s$$

$$x^3 - 725,075 \cdot x^2 + 230005,9 \cdot x - 33085506 = 0$$

$$x = 332,6\text{mm} > x_0 \text{ (pr6b6lgsat6ssal) } N_b = 300 \cdot 332,6 \cdot 11,5 = 1147\text{kN} > N_s$$

$$A_s = A_s' = 1209\text{mm}^2 \quad N_s = 1209 \cdot 210 = 253,9\text{kN}$$

$$A_{s,alk} = A_{s,alk}' = 1257\text{mm}^2 \quad 2 \times 4\phi 20$$

Tervez6s a keresztmetszet kisebbik m6rete (nagyobb karcs6s6ga) ir6ny6ban:

$$u \approx 50\text{mm}; h = 300 - 50 = 250\text{mm}$$

$$u' \approx 50\text{mm}; z' = h' = h - u' = 250 - 50 = 200\text{mm}$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3000}{250} = 12 < 50$$

$$\Delta e = 0,06 \cdot 250 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{250} \cdot \left(\frac{3000}{100}\right)^2 = 15 + 10 + 14,4 = 39,4\text{mm}$$

A nagyobbik ir6ny6 m6retez6s alapj6n $\sigma_s = \frac{412}{x} \cdot h - 515 < \sigma_{sH}$ legyen.

$$400 \cdot x \cdot 11,5 + A_s' \cdot 210 - A_s \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 250 - 515\right) - 1500000 = 0$$

$$400 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(250 - \frac{x}{2}\right) + A_s' \cdot 210 \cdot 200 - 1500000 \cdot (150 + 39,4) = 0$$

$$x^2 - 326,09 \cdot x + 0,157609 \cdot A_s \cdot x - 22,3913 \cdot A_s = 0$$

$$0,054762x^2 - 27,38095 \cdot x + 4978,57 - A_s = 0 \rightarrow A_s$$

$$x^3 - 526,204 \cdot x^2 + 124165,4 \cdot x - 12915844 = 0$$

$$x = 230,7\text{mm} > x_0 = 142,5 \text{ mm} \quad N_b = 230,7 \cdot 400 \cdot 11,5 = 1061\text{kN} > N_s$$

$$A_s = A_s' = 1577\text{mm}^2 \quad N_s = 331,0\text{kN}$$

$$A_{s,alk} = A_{s,alk}' = 1571\text{mm}^2 \quad 2 \times 5\phi 20$$

A szimmetrikus vasal6s tervez6se alapján alkalmazand6 6sszes vas mennyis6g:

$$\Sigma A_s = 2 \cdot 1209 + 2 \cdot 1577 = 5572 \text{mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 5655 \text{mm}^2 \quad 18\phi 20 \quad (\text{Ellen6rz6s a 2. ill. 3. feladat alapján})$$

Az egyszer6sített sz6mítással kisebb vasig6ny ($4300 < 5572$) ad6dott, ami l6tsz6lag az egyszer6sített sz6mítás biztons6g k6r6ra t6rt6n6 k6zelítés6t mutatja. Ennek magyarázata a k6vetkez6 szab6lyzati javaslat: „Ha a nyom6si k6lpontoss6ga a nagyobbik karcs6s6g ir6ny6ba esik, akkor az erre mer6leges ir6ny6 k6lpontoss6g n6vekm6ny figyelmen kívül hagyhat6.”

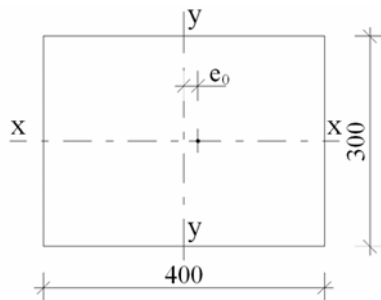
Teh6t a szimmetrikus vasal6s6 tervez6s elegend6 lett volna csak ezen ir6nyban, ahol

$$A_s + A_s' = 3154 < 4300$$

2. K6lpontosan nyomott oszlop (kis k6lpontos nyom6s)

2.1. Nem kell h6zott vasal6s (csak A_{min})

a, Tervez6s (nem szimmetrikus vasal6ssal)



$$F_M = 750 \text{ kN}$$

$$e_0 = 20 \text{ mm}$$

$$u \approx 50 \text{ mm}; h = 400 - 50 = 350 \text{ mm}$$

$$u' \approx 50 \text{ mm}; z' = h - u' = 350 - 50 = 300 \text{ mm}$$

$$\frac{l_0}{h_1} = \frac{3000}{350} = 8,57 < 50$$

$$e_M = 20 + 21 + 10 + 10,3 = 61,2 \text{ mm}$$

$$M_0 = m_0 \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH} = 0,408 \cdot 300 \cdot 250^2 \cdot 11,5 = 172,4 \text{ kNm}$$

$$c = \frac{h_t}{2} - u = \frac{400}{2} - 50 = 150$$

$$M_s = F_M \cdot (c + e) = 750 \cdot 10^3 \cdot (150 + 61,3) = 158,5 \text{ kNm} < M_0 = 172,4 \text{ kNm}; \text{ tehát egyszer vasalt}$$

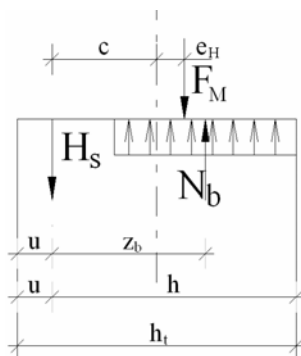
$$m = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH}} = \frac{158,5 \cdot 10^6}{300 \cdot 350^2 \cdot 11,5} = 0,375 \quad \xi = 0,750$$

$$A_s = \frac{M_s}{z \cdot \sigma_{sH}} - \frac{P_M}{\sigma_{sH}} = \frac{158,5 \cdot 10^6}{0,750 \cdot 350 \cdot 210} - \frac{750 \cdot 10^3}{210} = 2875,3 - 3571,4 = -696,1 \text{ mm}^2; \text{ elvben nem}$$

$$\text{kell ac6lbet6t csak } A_{s,min} = 0,003 \cdot 400 \cdot 300 = 360 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 402 \text{ mm}^2 \quad 2\phi 16$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rk6lpontoss6gra



$$u = 20 + 8 + 8 + 10 = 46 \text{ mm}$$

$$h = 400 - 46 = 354 \text{ mm}$$

$$e_M = 20 + 0,06 \cdot 354 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{254} \cdot \left(\frac{3000}{100} \right)^2 = 20 + 21,24 + 10,00 + 10,17 = 61,4 \text{ mm}$$

Vetületi egyenlet:

$$F_M - N_b + H_s = 0$$

$$F_M - b \cdot x \cdot \sigma_{bH} + A_s \cdot \sigma_{sH} = 0$$

$$x = \frac{F_M + A_s \cdot \sigma_{sH}}{b \cdot \sigma_{bH}} = \frac{750 \cdot 10^3 + 402 \cdot 210}{300 \cdot 11,5} > x_0 = 0,57 \cdot 354 = 201,8 \text{mm}; \text{ tehát } \sigma_s < \sigma_{sH}, \text{ azaz}$$

redukálni kell.

$$750 \cdot 10^3 - 300 \cdot x \cdot 11,5 + 402 \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 354 - 515 \right) = 0$$

$$x = 231,0 \text{mm}$$

Nyomatéki egyenlet a húzott vasak súlyvonalára

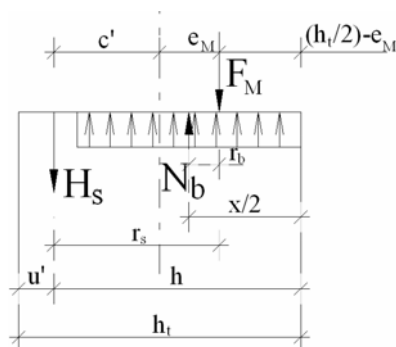
$$F_M \cdot (c + e_M) = N_b \cdot z_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2} \right)$$

$$c = 200 - 46 = 154 \text{mm}$$

$$e_H = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2} \right)}{F_M} - c = \frac{300 \cdot 231,0 \cdot 11,5 \cdot \left(354 - \frac{231,0}{2} \right)}{750000} - 154 = 99,43 \text{mm} > e_M = 61,4 \text{mm}$$

Ellen6rzés mértékadó er6h6z tartozó határer6re

u, h, e_M, c azonos a határk6lponthosszág esetével



Nyomaték az er6 támadáspontjára:

$$-H_s \cdot r_s + N_b \cdot r_b = 0$$

$$r_s = c + e_M = 154 + 61,4 = 215,4 \text{mm} \quad (\text{er6t6l balra})$$

$$r_b = \frac{x}{2} - \left(\frac{h_t}{2} - e_M \right) = \frac{x}{2} - \left(\frac{400}{2} - 61,4 \right) = 0,5x - 138,6 \text{mm} (\text{er6t6l balra})$$

$$-402 \cdot 210 \cdot 215,4 + 200 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (0,5 \cdot x - 138,6) = 0$$

$$x = 311,1 \text{mm} > x_0 = 0,57 \cdot 354 = 201,8 \text{mm} \quad \sigma_s < \sigma_{sH} \text{ redukálni kell.}$$

$$-402 \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 354 - 515 \right) \cdot 215,4 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (0,5 \cdot x - 138,6) = 0$$

$$x^3 - 277,2 \cdot x^2 + 25851,7 \cdot x - 7321214 = 0$$

$$x = 278,2 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = \frac{412}{278,7} \cdot 354 - 515 = 8,32 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vet6letli egyenlet

$$F_H = N_b - H$$

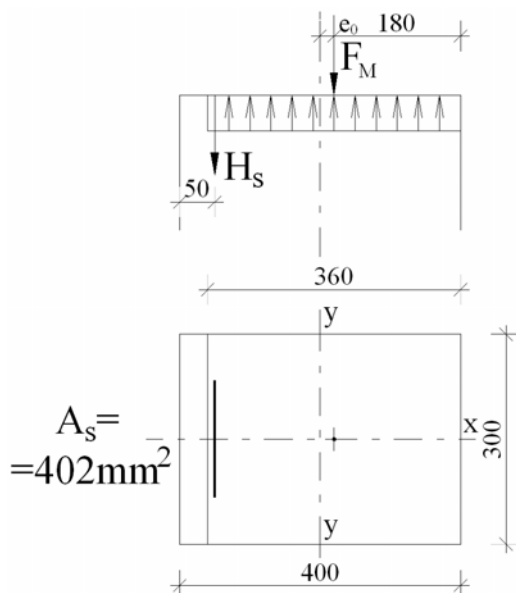
$$F_H = 300 \cdot 278,7 \cdot 11,5 - 402 \cdot 8,32 = 958,17 \text{ kN} > F_M = 750 \text{ kN}$$

Ellen6rz6s egyszer6sített sz6mítással

Az egyszer6sített sz6mítás alkalmazhat6, mivel a nyom6er6 k6lpontoss6g n6vekm6nyek n6lk6li t6mad6spontja ($e_0 = 20 \text{ mm}$) a keresztmetszet hat6rvonal6n bel6l esik.

A vizsg6latn6l azonban hosszmetsetk6nt csak azt a r6szkeresztmetszetet figyelembe venni, amelynek teherbír6si k6z6ppontja a nyom6er6 k6lpontoss6g n6vekm6nyek n6lk6li t6mad6spontj6val egybeesik. A feladatban H_s figyelmen k6v6l hagyand6!

u , h , e_0 , c azonos a hat6rk6lpontoss6g.



$$x = 2 \times 180 = 360 \text{ mm}$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3000}{354} = 8,47 < 25$$

$$\varphi = 0,721$$

$$N_H = 0,721 \cdot 260 \cdot 300 \cdot 11,5 = 845,48 \text{ kN}$$

$$N_H = 845,48 \text{ kN} > F_M = 750 \text{ kN} \quad \text{a} \quad \text{hat6rer6}$$

$F_H = 957,12 \text{ kN}$ – ra ad6dott az el6z6 pontban, tehát az egyszer6sített alulr6l k6zelít a biztons6g jav6ra.

Ellen6rz6s a m6sik ir6nyba

Ha a nyom6er6 k6lpontoss6ga a legnagyobb karn6v6g er6ny6be esik, akkor az erre mer6leges k6lpontoss6g n6vekm6ny figyelmen k6v6l hegyhat6, azaz a r6d a m6sik ir6nyba nem ellen6rizend6. Ez a felt6tel jelen feladatban nem teljes6l.

A m6sik ir6nyban az eredetileg k6lpontos oszlopok jelenleg a k6lpontoss6g n6vekm6nyek figyelembev6tel6vel kell vizsg6lni: $e_M = 0 + \Delta e_0 + \Delta e_t$ ($h \approx 300 - 50 = 250$), hasonlóan az 1. feladatban bemutatotthoz.

(Ha a vizsg6lat sor6n neh6zs6gek ad6dnak, lehets6ges m6s 6gy k6nny6t6s a feladatban a 400mm ir6ny6ban elv6gzett vizsg6lat sor6n $\Delta e = 41,4\text{mm}$ f6l 6rt6kkel vehet6 figyelembe. Ugyanis a szab6lyzat kimondja, hogy a k6lpontoss6got a legnagyobb karcs6s6ghoz meghat6rozott k6lpontoss6g n6vekm6nnyel (300mm-es ir6ny) 6s az erre mer6leges (400mm-es) ir6nyhoz meghat6rozott n6vekm6ny fel6vel kell n6velni (s nem a teljes 6rt6kkel, mint ahogy a feladat megold6sa sor6n tett6k)

b, Szimmetrikus vasal6s tervez6se

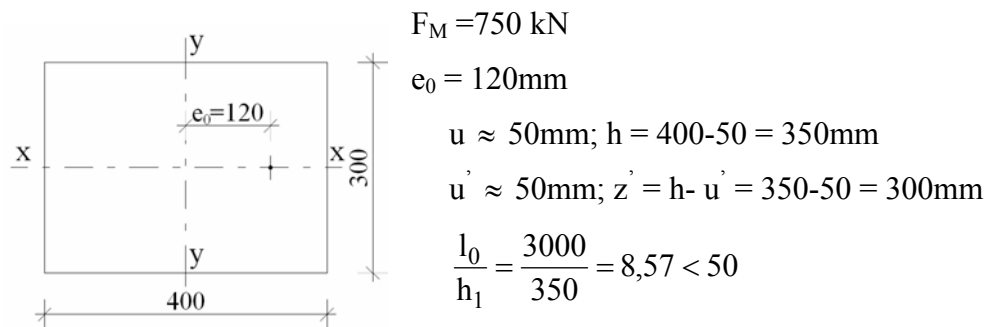
szimmetrikus vasal6s felt6telez6s6vel

$$(A_s = A'_s = 442,2\text{mm}^2; A_{s,alk} = A'_{s,alk} \neq A_{s,min} = 402\text{mm}^2 \quad 2 \times 2\phi 16)$$

A hat6rk6lpontoss6gra val6 ellen6rz6s $x = 212,8\text{mm}^2 \quad e_H = 123,04\text{mm} > e_M = 61,3\text{mm}$

2.2. H6zott 6s nyomott vasal6s is sz6ks6ges

a, Tervez6s (nem szimmetrikus vasal6ssal)



$$e_M = 120 + 21 + 10 + 10,3 = 161,3\text{mm}$$

$$M_0 = m_0 \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH} = 0,408 \cdot 300 \cdot 250^2 \cdot 11,5 = 172,4\text{kNm}$$

$$c = \frac{h_t}{2} - u = \frac{400}{2} - 50 = 150\text{mm}$$

$M_s = F_M \cdot (c + e) = 750 \cdot 10^3 \cdot (150 + 161,3) = 233,5\text{kNm} < M_0 = 172,4\text{kNm}$; nyomott vasal6s is sz6ks6ges

$$M_s = 172,4 + 61,1 = 232,5\text{kNm}$$

$$A_s = \frac{172,4 \cdot 10^6}{0,715 \cdot 350 \cdot 210} + \frac{61,1 \cdot 10^6}{300 \cdot 210} - \frac{750 \cdot 10^3}{210} = 3280,5 + 977,8 - 3571,4 = 686,9\text{mm}^2$$

$$A'_s = \frac{61,1 \cdot 10^6}{300 \cdot 210} = 977,8 \text{mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 760 \text{mm}^2 \quad 2\phi 22$$

$$A'_{s,alk} = 982 \text{mm}^2 \quad 2\phi 25$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rk6lpontoss6gra

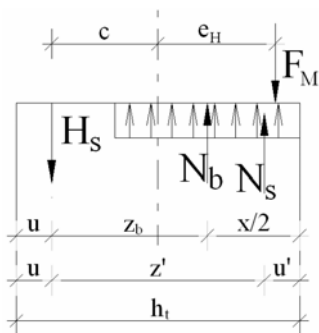
$$u = 20+8+11+10 = 49 \text{mm} \quad h = 400-49 = 351 \text{mm}$$

$$u' = 20+8+12,5 = 40,5 \text{mm} \quad z' = 351-40,5 = 310,5 \text{mm}$$

$$h = 400-49 = 351 \text{mm}$$

$$e_M = 120 + 0,06 \cdot 351 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{251} \cdot \left(\frac{3000}{100} \right)^2 = 161,3 \text{mm} ; \text{„v6letlenül” azonos, mint}$$

m6retez6skor!



Vet6leteli egyenlet:

$$F_M - N_b - N_s + H_s = 0$$

$$750 \cdot 10^3 - 300 \cdot x \cdot 11,5 - 982 \cdot 210 + 760 \cdot 210 = 0$$

$$x = 203,9 \text{mm} > x_0 = 0,57 \cdot 351 = 200,1 \text{mm} ; \quad \sigma_s < \sigma_{sH} ; \text{reduk6lni kell}$$

$$750 \cdot 10^3 - 300 \cdot x \cdot 11,5 - 982 \cdot 210 + 760 \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 351 - 515 \right) = 0$$

$$x = 201,9 \text{mm}$$

Nyomat6ki egyenlet a h6zott vasak s6lyvonal6ra

$$F_M \cdot (c + e_M) = N_b \cdot z_b + N_s \cdot z'$$

$$c = 200-49 = 151 \text{mm}$$

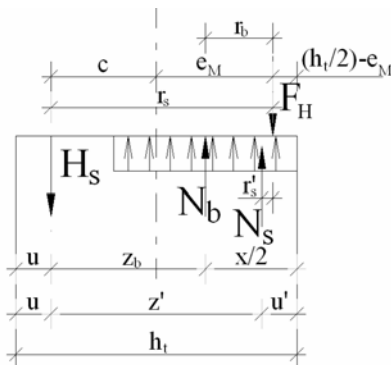
$$z_b = h - \frac{x}{2} = 351 - \frac{201,9}{2}$$

$$e_H = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2}\right) + A_s' \cdot \sigma_{sH} \cdot z'}{F_M} - c =$$

$$= \frac{300 \cdot 201,9 \cdot 11,5 \cdot \left(351 - \frac{201,9}{2}\right) + 982 \cdot 210 \cdot 310,5}{750 \cdot 10^3} - 151 = 166,6 \text{ mm} > e_M = 161,3 \text{ mm}$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 k6lpontoss6ghoz tartoz6 hat6rer6re

u, h, u', z', e_M, c azonos a hat6rk6lpontoss6g eset6vel



Nyomat6k az er6 t6mad6spontj6ra:

$$-H_s \cdot r_s + N_b \cdot r_b + N_s \cdot r_s' = 0$$

$$r_s = c + e_M = 154 + 161,3 = 312,3 \text{ mm} \quad (\text{er6t6l balra})$$

$$r_s' = u' - \left(\frac{h_t}{2} - e_M\right) = 40,5 - \left(\frac{400}{2} - 161,3\right) = 1,8 \text{ mm} \quad (\text{er6t6l balra})$$

$$r_b = \frac{x}{2} - \left(\frac{h_t}{2} - e_M\right) = \frac{x}{2} - \left(\frac{400}{2} - 161,3\right) = 0,5x - 38,7 \text{ mm} (\text{er6t6l balra})$$

$$-760 \cdot 210 \cdot 312,3 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (0,5 \cdot x - 38,7) + 982 \cdot 210 \cdot 1,8 = 0$$

$$x = 212,4 \text{ mm} > x_0 = 0,57 \cdot 351 = 200,1 \text{ mm} \quad \sigma_s < \sigma_{sH} \text{ reduk6lni kell.}$$

$$-760 \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 351 - 515\right) \cdot 312,3 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (0,5 \cdot x - 38,7) = 0$$

$$x^3 - 77,4 \cdot x^2 + 71075,6 \cdot x - 19897605 = 0$$

$$x = 204,8 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = \frac{412}{204,8} \cdot 351 - 515 = 191,11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vet6letli egyenlet

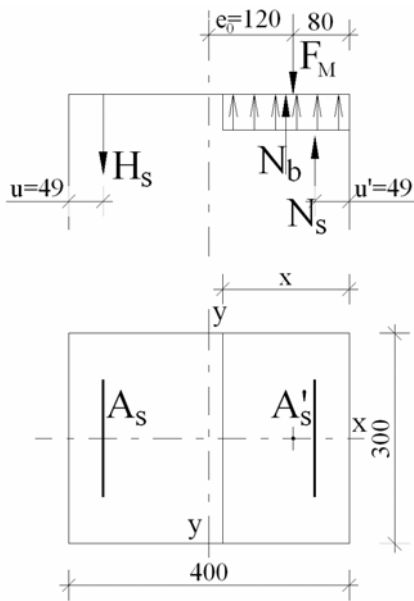
$$F_H = N_b + N_s - H$$

$$F_H = 300 \cdot 204,8 \cdot 11,5 + 982 \cdot 210 - 760 \cdot 191,1 = 767,5 \text{ kN} > F_M = 750 \text{ kN}$$

Ellen6rzés egyszer6sített számításal

$$N_H = \varphi \cdot (A_b \cdot \sigma_{bH} + A_s \cdot \sigma_{sH})$$

Az eljárás alkalmazható, mert a nyomóer6 eredeti támadáspontja a keresztmetszeten belül húzódik. Keresztmetszetként csak a nyomóer6 központos nyomott felület vehető figyelembe (ld. még a 2.1. feladat egyszer6sített számításának megjegyzéseit), tehát a nyomott z6na magassága meghatározandó.



u, h, u', z', e0, c azonos a határközpontosság esetével

As = 760mm² nem vehető figyelembe

$$A_s' = 982\text{mm}^2$$

$$\frac{l_0}{h} = \frac{3000}{351} = 8,55 \rightarrow \varphi = 0,719$$

x az er6 támadáspontjára felírt nyomatéki egyenletről határozható meg:

$$N_s \cdot r_s' = N_b \cdot r_b$$

$$982 \cdot 210 \cdot (80 - 49) = 200 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(\frac{x}{2} - 80\right)$$

$$x^2 - 160 \cdot x - 3706,0 = 0$$

$$x = 180,5\text{mm}$$

$$N_b = 0,719 \cdot (180,5 \cdot 300 \cdot 11,5 + 210 \cdot 982) = 596,01\text{kN} < F_M = 750\text{kN}$$

A határer6 FH = 767,5kN > NH = 596,01kN, tehát az egyszer6sített számítás most is alulról közelíti a biztonság javára. A közelítés miatt a határer6s számítás esetén a fenti éppen megfelel, az egyszer6sített számításal viszont nem felel meg.

Ellen6rzés a másik irányba

ld. A 2.1/a pontbeli erre vonatkozó megjegyzést

b, Szimmetrikus vasalás tervezése

$$300 \cdot x \cdot 11,5 + A_s \cdot 210 - A_s \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 350 - 515\right) - 750000 = 0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(350 - \frac{x}{2}\right) + A_s \cdot 210 \cdot 300 - 750000 \cdot (150 + 161,3) = 0$$

$$x^2 - 217,39 \cdot x + 0,210145 \cdot A_s \cdot x - 41,797 \cdot A_s = 0$$

$$0,027381x^2 - 19,166 \cdot x + 3705,95 - A_s = 0 \rightarrow A_s$$

$$x^3 - 725,075 \cdot x^2 + 236787,8 \cdot x - 26919986 = 0$$

$$x = 208,6\text{mm} > x_0 = 199,5 \text{ mm}$$

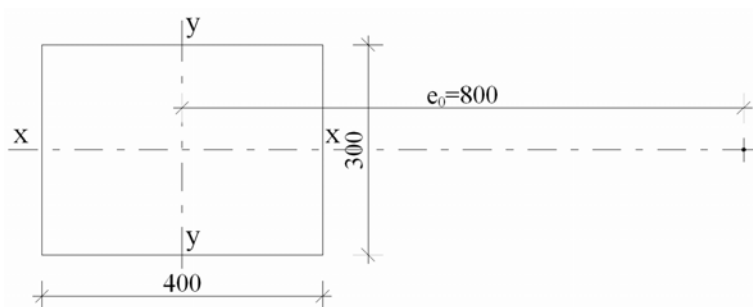
$$A_s = A_s' = 899,4\text{mm}^2 \quad (2.2/a \text{ pontbeli } A_s = 686,9\text{mm}^2; A_s' = 977,8\text{mm}^2)$$

Teh6t a szimmetrikus tervez6s kisebb vasig6nyt ad ($899,4 < 977,8$)

3. K6lpontosan nyomott oszlop (nagy k6lpontos nyom6s)

3.1. H6zott vasal6s sz6ks6ges

a, Tervez6s (nem szimmetrikus vasal6ssal)



$$F_M = 150 \text{ kN}$$

$$e_0 = 800\text{mm}$$

$$u \approx 50\text{mm}; h = 400 - 50 = 350\text{mm}$$

$$\frac{l_0}{h_1} = \frac{3000}{350} = 8,57 < 50$$

$$e_M = 800 + 21 + 10 + 10,3 = 841, \text{ mm}$$

$$M_0 = m_0 \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH} = 0,408 \cdot 300 \cdot 250^2 \cdot 11,5 = 172,4\text{kNm}$$

$$c = \frac{h_t}{2} - u = \frac{400}{2} - 50 = 150\text{mm}$$

$$M_s = F_M \cdot (c + e) = 150 \cdot 10^3 \cdot (150 + 841,3) = 148,7\text{kNm} < M_0 = 172,4\text{kNm}; \text{teh6t egyszer vasalt}$$

$$m = \frac{M_s}{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH}} = \frac{148,7 \cdot 10^6}{300 \cdot 350^2 \cdot 11,5} = 0,352 \quad \xi = 0,772$$

$$A_s = \frac{M_s}{\xi \cdot \sigma_{sH}} - \frac{P_M}{\sigma_{sH}} = \frac{148,5 \cdot 10^6}{0,772 \cdot 350 \cdot 210} - \frac{150 \cdot 10^3}{210} = 2620,6 - 714,3 = 1906,3\text{mm}^2;$$

$$A_{s,alk} = 1963\text{mm}^2 \quad 4\phi 25$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rer6re

$$u = 20 + 8 + 12,5 + 10 = 50,5\text{mm} \quad h = 400 - 50,5 = 349,5\text{mm}$$

$$e_M = 800 + 0,06 \cdot 349,5 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{349,5} \cdot \left(\frac{3000}{100}\right)^2 = 841,3\text{mm}; \text{„v6letlen6l” azonos, mint}$$

m6retez6skor!

Nyomat6ki egyenlet a h6zott vasak s6lyvonal6ra

$$r_s = c + e_M = 149,5 + 841,3 = 990,8\text{mm}$$

$$c = 200 - 50,5 = 149,5\text{mm}$$

$$r_b = e_M - \left(\frac{h_t}{2} - \frac{x}{2} \right) = 841,3 - \left(\frac{400}{2} - \frac{x}{2} \right) = 641,3 + 0,5x$$

$$-H_s \cdot r_s + N_b \cdot r_b = 0$$

$$-1965 \cdot 210 \cdot 990,8 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (641,3 + 0,5 \cdot x) = 0$$

$$x = 163,8\text{mm} < x_0 = 0,57 \cdot 349,5 = 199,2\text{mm}$$

Vet6leti egyenlet:

$$F_M - N_b + H_s = 0$$

$$F_H = 300 \cdot 163,8 \cdot 11,5 - 1965 \cdot 210 = 152,5\text{kN} > F_M = 150\text{kN}$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 k6lpontoss6ghoz tartoz6 hat6rer6re

u, h, e_M, azonos a hat6rer6 eset6vel

Vet6leti egyenlet

$$F_H - N_b + H_s = 0$$

$$150 \cdot 10^3 - 300 \cdot x \cdot 11,5 + 1965 \cdot 210 = 0$$

$$x = 163,0\text{mm} < x_0 = 0,57 \cdot 349,5 = 199,2\text{mm}$$

Nyomat6ki egyenlet a h6zott vasak s6lyvonala:

$$F_M \cdot (c + c_H) = N_b \cdot z_b$$

$$e_H = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2} \right)}{F_M} - c =$$

$$= \frac{300 \cdot 163,0 \cdot 11,5 \cdot \left(349,5 - \frac{163,0}{2} \right)}{150 \cdot 10^3} - 149,5 = 855,2\text{mm} > e_M = 841,3\text{mm}$$

Ellen6rz6s a m6sik ir6nyban

lsd. A 2.1/a pontbeli erre vonatkoz6 megjegyz6st

b, Tervez6s szimmetrikus vasal6ssal

$$300 \cdot x \cdot 11,5 + A_s' \cdot 210 - A_s \cdot 210 - 150000 = 0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(350 - \frac{x}{2}\right) + A_s' \cdot 210 \cdot 300 - 150000 \cdot (150 + 841,3) = 0$$

$$x = 43,5\text{mm} < x_0 = 0,57 \cdot 350 = 199,5\text{mm}$$

$$x = 43,5\text{mm-t helyettes6tve: } A_s = A_s' = 1578,3\text{mm}^2, \text{ de}$$

$$N_b = 300 \cdot 42,5 \cdot 11,5 = 150\text{kN} < N_s = 1578,3 \cdot 210 = 331,44\text{kN} \text{ tehát } N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$$

$$2 \cdot 300 \cdot x \cdot 11,5 + A_s \cdot 210 - 150000 = 0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(350 - \frac{x}{2}\right) + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot 300 - 150000 \cdot (150 + 841,3) = 0$$

$$x^2 - 1300 \cdot x + 86200 = 0 \rightarrow x = 70,1\text{mm}$$

$$x = 70,1\text{mm behelyettes6t6s6vel } A_s = A_s' = 1588,5\text{mm}^2 \text{ (alig v6ltozott)}$$

$$A_{s,alk} = A_{s',alk} = 1885\text{mm}^2 \quad 6\phi 20$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rk6lpontoss6gra

$$u = 20+8+10+10 = 48\text{mm} \quad h = 400-48 = 352\text{mm}$$

$$u' = 20+8+10 = 38\text{mm} \quad z' = 352-38 = 314\text{mm}$$

$$h = 400-49 = 351\text{mm}$$

$$e_M = 800 - 300 \cdot x \cdot 11,5 - 1885 \cdot 210 + 1885 \cdot 210 = 0$$

$$x = 43,5\text{mm} < x_0 = 0,57 \cdot 352 = 200,6\text{mm}, \text{ de } N_b = 150\text{kN} < N_s = 1885 \cdot 210 = 395\text{kN}, \text{ azaz}$$

$$N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH} = 395\text{kN}, \text{ tehát}$$

$$150000 - 2 \cdot 300 \cdot x \cdot 11,5 + 1885 \cdot 210 = 0 \quad x = 79,1\text{mm}$$

$$F_M \cdot (c + c_H) = N_b \cdot z_b + N_s \cdot z' = N_b \cdot z_b + N_b \cdot z'$$

$$e_H = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2}\right) + b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot z'}{F_M} - c =$$

$$= \frac{300 \cdot 79,1 \cdot 11,5 \cdot \left(352 - \frac{79,1}{2}\right) + 300 \cdot 79,1 \cdot 11,5 \cdot 314}{150 \cdot 10^3} - 152 = 987,7 > e_M = 841,3\text{mm}$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6r6k6lpontoss6gra

$$-H_s \cdot r_s - N_b \cdot r_b + N_s \cdot r_s' = 0$$

$$-1885 \cdot 210 \cdot 993,3 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (641,3 + 0,5 \cdot x) + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot 679,3 = 0$$

$$x^2 + 2641,2 \cdot x - 227940,8 = 0 \rightarrow x = 83,6 \text{ mm} \quad N_s = 288,6 \text{ kN} < N_s = 1885 \cdot 210 = 395 \text{ kN}$$

$$F_H = N_b + N_s - H = N_b + N_b - H$$

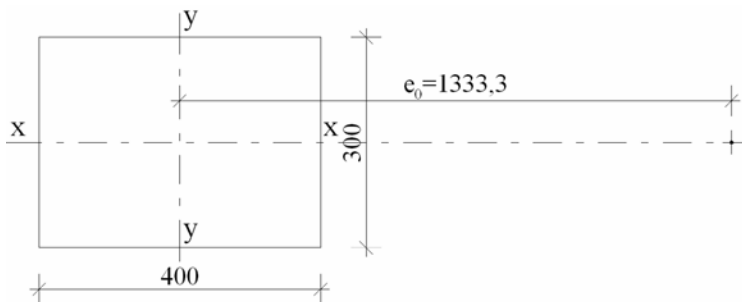
$$F_H = 2 \cdot 300 \cdot 83,6 \cdot 11,5 - 1885 \cdot 210 = 181,3 \text{ kN} > F_M = 150 \text{ kN}$$

3.2. H6zott 6s nyomott vasal6s is sz6ks6ges

a, Tervez6s (nem szimmetrikus vasal6ssal)

$$F_M = 150 \text{ kN}$$

$$e_0 = 1200 \text{ mm}$$



$$u \approx 70 \text{ mm}; h = 400 - 70 = 330 \text{ mm}$$

$$u' \approx 50 \text{ mm}; z' = h - u' = 330 - 50 = 280 \text{ mm}$$

$$\frac{l_0}{h_1} = \frac{3000}{330} = 9,09 < 50$$

$$e_M = 1200 + 0,06 \cdot 330 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{330} \cdot \left(\frac{3000}{100}\right)^2 \cdot 1200 + 19,8 + 10 + 10,9 = 1240,7 \text{ mm}$$

$$M_0 = m_0 \cdot b \cdot h^2 \cdot \sigma_{bH} = 0,408 \cdot 300 \cdot 250^2 \cdot 11,5 = 172,4 \text{ kNm}$$

$$c = \frac{h_t}{2} - u = \frac{400}{2} - 50 = 150 \text{ mm}$$

$$M_s = F_M \cdot (c + e) = 150 \cdot 10^3 \cdot (150 + 1240,7) = 208,6 \text{ kNm} < M_0 = 172,4 \text{ kNm}; \text{ nyomott vasal6s is sz6ks6ges}$$

$$M_s = 172,4 + 36,1 = 208,6 \text{ kNm}$$

$$A_s = \frac{172,4 \cdot 10^6}{0,715 \cdot 350 \cdot 210} + \frac{36,2 \cdot 10^6}{280 \cdot 210} - \frac{150 \cdot 10^3}{210} = 3479,3 + 615,4 - 714,3 = 3380,6 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = \frac{56,3 \cdot 10^6}{280 \cdot 210} = 615,6 \text{mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 3436 \text{mm}^2 \quad 7\phi 25 \quad (\text{k6t sorban } 5+2\text{db})$$

$$A'_{s,alk} = 982 \text{mm}^2 \quad 2\phi 25$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rki6lpontoss6gra

$$u = 20+8+12,5+50,3+10 = 64,8 \text{mm}$$

$$h = 400-64,8 = 335,2 \text{mm}$$

$$u' = 20+8+12,5 = 40,5 \text{mm}$$

$$z' = 335,2-40,5 = 294,7 \text{mm}$$

$$h = 400-49 = 351 \text{mm}$$

$$e_M = 1200 + 0,06 \cdot 335,2 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{335,2} \cdot \left(\frac{3000}{100} \right)^2 = 1240,8 \text{mm}$$

Vet6leti egyenlet:

$$F_M - N_b - N_s + H_s = 0$$

$$150 \cdot 10^3 - 300 \cdot x \cdot 11,5 - 982 \cdot 210 + 3436 \cdot 210 = 0$$

$$x = 192,8 \text{mm} > x_0 = 0,57 \cdot 335,2 = 191,1 \text{mm}; \quad \sigma_s < \sigma_{sH}; \text{ reduk6lni kell}$$

$$150 \cdot 10^3 - 300 \cdot x \cdot 11,5 - 982 \cdot 210 + 3436 \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 324,5 - 515 \right) = 0$$

$$x = 191,0 \text{mm}$$

Nyomat6ki egyenlet a h6zott vasak s6lyvonal6ra

$$F_M \cdot (c + e_M) = N_b \cdot z_b + N_s \cdot z'$$

$$c = 200-64,8 = 135,2 \text{mm}$$

$$z_b = h - \frac{x}{2} = 335,2 - \frac{191,0}{2} = 239,7 \text{mm}$$

$$e_H = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2} \right) + A'_s \cdot \sigma'_{sH} \cdot z'}{F_M} - c =$$

$$= \frac{300 \cdot 191,0 \cdot 11,5 \cdot \left(335,2 - \frac{119,0}{2} \right) + 982 \cdot 210 \cdot 294,7}{150 \cdot 10^3} - 124,5 = 1458,2 - 135,2 =$$

$$= 1323,0 \text{mm} > e_M = 1240,8 \text{mm}$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 k6lpontoss6ghoz tartoz6 hat6rer6re

u, u', h, z', e_M, c azonos a hat6rk6lpontosság eset6vel

Nyomat6ki egyenlet az er6 t6mad6spontj6ra:

$$-H_s \cdot r_s + N_b \cdot r_b + N_s \cdot r'_s = 0$$

$$r_s = c + e_M = 135,2 + 1240,8 = 1376,0\text{mm}$$

$$r'_s = e_M - \left(\frac{h_t}{2} - e_M \right) = 1240,8 - \left(\frac{400}{2} - 40,5 \right) = 1081,2\text{mm}$$

$$r_b = e_M - \left(\frac{h_t}{2} - \frac{x}{2} \right) = 1240,8 - \left(\frac{400}{2} - \frac{x}{2} \right) = 1040,8 + 0,5x$$

$\sigma_s = \sigma_{sH}$ pr6b6lkoz6sn6l $x = 196,0\text{mm} > x_0 = 0,57 \cdot 335,2 = 191,1\text{mm}$ $\sigma_s < \sigma_{sH}$ reduk6lni kell.

$$-3436 \cdot \left(\frac{412}{x} \cdot 335,2 - 515 \right) \cdot 1376 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (1040,8 + 0,5 \cdot x) + 982 \cdot 210 \cdot 1081,3 = 0$$

$$x^3 - 2081,6 \cdot x^2 + 1540796 \cdot x - 378515540 = 0$$

$$x = 191,5\text{mm}$$

$$\sigma_s = \frac{412}{191,5} \cdot 335,2 - 515 = 206,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vet6leti egyenlet

$$F_H = N_b + N_s - H$$

$$F_H = 300 \cdot 191,5 \cdot 11,5 + 982 \cdot 210 - 3436 \cdot 206,2 = 158,4\text{kN} > F_M = 150\text{kN}$$

Ellen6rz6s a m6sik ir6nyban

lsd. A 2.1/a pontbeli erre vonatkoz6 megjegyz6st

b, Tervez6s szimmetrikus vasal6ssal

$$F_M = 150 \text{ kN}$$

$$e_0 = 1200\text{mm} \quad e_M = 1240,7\text{mm}$$

$$c = 200 - 70 = 130\text{mm}$$

$$u \approx 70\text{mm}; h = 400 - 70 = 330\text{mm}$$

$$u' \approx 70\text{mm}; z' = h - u' = 330 - 70 = 260\text{mm}$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 + A_s' \cdot 210 - A_s \cdot 210 - 150000 = 0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(330 - \frac{x}{2} \right) + A_s' \cdot 210 \cdot 260 - 150000 \cdot (130 + 1240,7) = 0$$

$$x = 43,5\text{mm} < x_0 = 0,57 \cdot 330 = 188,1\text{mm}$$

$x = 43,5\text{mm}$ -t helyettes6tve: $A_s = 2918,4\text{mm}^2$, de

$$N_b = 300 \cdot 43,5 \cdot 11,5 = 150\text{kN} < N_s = 2918,4 \cdot 210 = 612,86\text{kN} \text{ t6hat } N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$$

$$2 \cdot 300 \cdot x \cdot 11,5 - A_s \cdot 210 - 150000 = 0$$

$$300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot \left(330 - \frac{x}{2}\right) + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot 260 - 150000 \cdot (130 + 1240,7) = 0$$

$$x^2 - 1180 \cdot x + 119191 = 0 \rightarrow x = 111,6\text{mm} < x_0 = 188,1\text{mm}$$

$x = 111,6\text{mm}$ behelyettes6t6s6vel $A_s = A'_s = 2951\text{mm}^2$ (alig v6ltozott)

$$A_{s,alk} = A'_{s,alk} = 2945\text{mm}^2 \quad 6\phi 25 \quad (\text{k6t sorba } 4+2\text{db})$$

$$u = 20+8+12,5+50,33+10 = 67,2\text{mm}; h = 400-67,2 = 332,8\text{mm}$$

$$u' = 20+8+12,5+50,33 = 57,2\text{mm}; z' = h - u' = 332,8-57,2 = 275,6\text{mm}$$

$$c = 200-67,2 = 132,8\text{mm}$$

$$e_M = 1200 + 0,06 \cdot 332,8 + \frac{3000}{300} + \frac{4}{332,8} \cdot \left(\frac{3000}{100}\right)^2 = 1240,8\text{mm}$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rkv6lpontoss6gra

A m6retez6sb6l „sejtj6k”: $x < x_0$ 6s $N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$ v6rhat6

Vet6leteti egyenlet

$$F_H - N_b + H_s = 0$$

$$150 \cdot 10^3 - 2 \cdot 300 \cdot x \cdot 11,5 + 2945 \cdot 210 = 0$$

$$x = 111,4\text{mm} < x_0 = 0,57 \cdot 332,8 = 189,7\text{mm} \text{ 6s}$$

$$N_b = 300 \cdot 111,4 \cdot 11,5 = 384,2\text{kN} < N_s = 2945 \cdot 210 = 618,4\text{kN}$$

Nyomat6ki egyenlet a h6zott vasak s6lyvonal6ra: ($N_s = N'_s = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$)

$$e_H = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot \left(h - \frac{x}{2}\right) + b \cdot x \cdot \sigma_{bH} \cdot z'}{F_M} - c =$$

$$= \frac{300 \cdot 111,4 \cdot 11,5 \cdot \left(332,8 - \frac{111,4}{2}\right) + 300 \cdot 111,4 \cdot 11,5 \cdot 275,6}{150000} - 132,8 = 1415,8 - 132,8 =$$

$$= 1283,0\text{mm} > e_M = 1240,8\text{mm}$$

Ellen6rz6s m6rt6kad6 er6h6z tartoz6 hat6rk6lpontoss6gra

A m6retez6sb6l „sejtj6k”: $x < x_0$ 6s $N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$ v6rhat6

Nyomat6ki egyenlet az er6 t6mad6spontj6ra ($N_s = N_b = b \cdot x \cdot \sigma_{bH}$)

$$-2945 \cdot 210 \cdot 1373,6 + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot (1040,8 + 0,5 \cdot x) + 300 \cdot x \cdot 11,5 \cdot 1098 = 0$$

$$x^2 + 4277,6 \cdot x - 452465 = 0 \rightarrow x = 112,2\text{mm} < x_0 = 189,7\text{mm} \text{ 6s}$$

$$N_b = 300 \cdot 112,2 \cdot 11,5 = 287,1\text{kN} < N_s = 2945 \cdot 210 = 618,4\text{kN}$$

Vet6leteli egyenlet

$$F_H = N_b + N_s - H$$

$$F_H = 2 \cdot 300 \cdot 112,2 \cdot 11,5 - 2945 \cdot 210 = 155,6\text{kN} > F_M = 150\text{kN}$$

lsd. a 3.1./a 6s 3.2./b feladat A_s , A_s' , e_H 6s F_H 6rt6keit: a tervezett szimmetrikus vasal6s gazdas6gosabb, mint a nem szimmetrikusra tervezett, de m6gis szimmetrikusan vasalt szerkezet.

Ellen6rz6s a m6sik ir6nyba

lsd. a 2.1./a pontbeli megjegyz6st