

Za neko srednje polje konstrukcije prikazane na skici potrebno je:

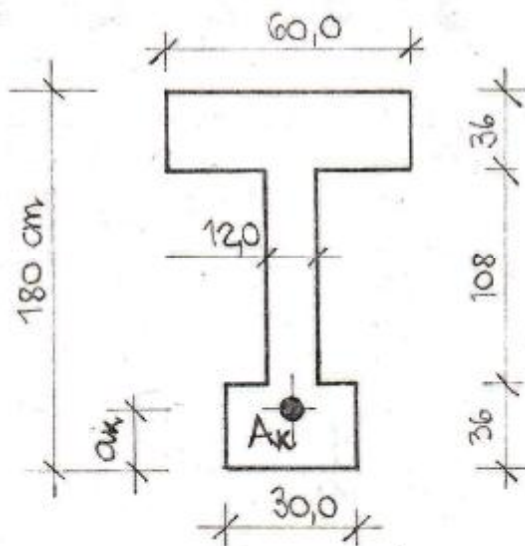
- 1.1. Dimenzionisati ploču POS 1 ($d_p = 8 \text{ cm}$) u karakterističnim preseccima. Prikazati usvojeni raspored armature obuhvatajući dva susedna polja.
- 1.2. Sračunati i nacrtati dijagrame presečnih sila za POS 2 ($b/d = 25/60 \text{ cm}$) i dimenzionisati je prema sračunatim uticajima. Za usvojeni raspored armature sračunati srednje rastojanje i karakterističnu širinu prslina,
- 1.3. Izvršiti analizu opterećenja, nacrtati dijagrame presečnih sila i prema sračunatim uticajima dimenzionisati gredu POS 3 ($b/d = 80/60 \text{ cm}$).
- 1.4. Dimenzionisati stub POS S ($b/d = 30/80 \text{ cm}$) prema merodavnim uticajima. Povremeno opterećenje ne mora istovremeno delovati na obe ploče.

Podaci za proračun:

$p = 1.50 \text{ kN/m}^2$	MB 35
$\lambda = 7.20 \text{ m}$	GA 240/360

OKRENI !!!

- 2.1. Za poprečni presek nosača prikazanog na skici analitički i grafički, konstrukcijom Manjelovog dijagrama, odrediti minimalnu silu N_{k0} (potpuno prethodno naprezanje)



$$M_s = 1900.0 \text{ kNm}$$

$$M_p = 2500.0 \text{ kNm}$$

$$\omega = 0.85$$

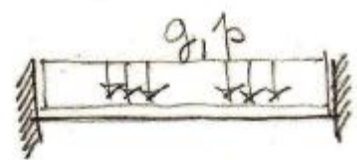
$$a_k \geq 25.0 \text{ cm}$$

MB 50

Proračun sprovesti sa bruto betonskim presekom.

РОС 1 - КОЖТИНУАЛНА ПЛОЧА

1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕТЕЊЕЊА



$$q = 0,08 \cdot 25,0 = 2,0 \text{ kN/m}^2$$
$$P = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$l = 3,6 \text{ m}$$

2. ДИНАТРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

а) СТАЛНО ОПТЕРЕТЕЊЕЊЕ

$$M_g^0 = 2,0 \cdot 3,6^2 / 12 = 2,16 \text{ kNm/m}$$

$$M_g^1 = 2,0 \cdot 3,6^2 / 24 = 1,08 \text{ kNm/m}$$

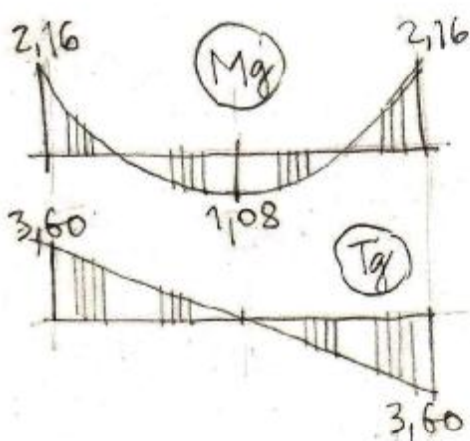
$$R_g^{(1)} = 2,0 \cdot 3,6 / 2 = 3,60 \text{ kN/m}$$

б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕТЕЊЕЊЕ

$$M_p^0 = 1,5 \cdot 3,6^2 / 12 = 1,62 \text{ kNm/m}$$

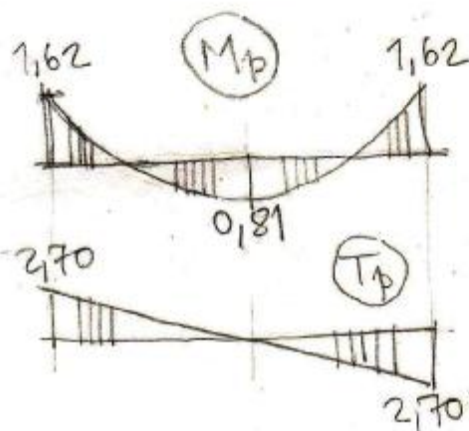
$$M_p^1 = 1,5 \cdot 3,6^2 / 24 = 0,81 \text{ kNm/m}$$

$$R_p^{(1)} = 1,5 \cdot 3,6 / 2 = 2,70 \text{ kN/m}$$



$[\text{kNm/m}]$

$[\text{kN/m}]$



3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

MB 35, $d_k 12 \text{ cm} \rightarrow f_b = 0,9 \cdot 2430 = 207 \text{ kN/cm}^2$

GA 240/360 $\rightarrow \sigma_v = 24,0 \text{ kN/cm}^2$

а) ПРЕСЕК НА ОСЛОТЦУ

$$M_{se} = 1,6 \cdot 2,16 + 1,8 \cdot 1,62 = 6,37 \text{ kNm/m}$$

$$\text{ПРЕТН. } \varnothing 10 \rightarrow r_1 = a_0 + \frac{\varnothing}{2} = 20 + \frac{10}{2} = 2,5 \text{ cm}$$

$$r_2 = 8,0 - 2,5 = 5,5 \text{ cm}$$

$$k_v = \frac{5,5}{\sqrt{\frac{6,37 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 2,07}}} = 3,135 \rightarrow \varepsilon_b / \varepsilon_a = 1,995 / 10,0\% \\ \bar{\mu} = 10,926\%$$

$$A_a = 10,926 \cdot \frac{100,0 \cdot 5,5}{100} \cdot \frac{2,07}{24,0} = 5,18 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

$$A_{a, \text{min.}} = 0,15 \cdot \frac{100,0 \cdot 8,0}{100} = 1,20 \text{ cm}^2/\text{m}^1 < A_a, \text{ПOTP.}$$

$$\varnothing 10 (a_a^{(1)} = 0,785 \text{ cm}^2) \rightarrow e_a \leq \frac{100 \cdot 0,785}{5,18} = 15,15 \text{ cm}$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{\varnothing 10/15} (5,24 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 5,18 = 1,04 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

$$A_{ap, \text{min.}} = 0,10 \cdot \frac{100,0 \cdot 8,0}{100} = 0,80 \text{ cm}^2/\text{m}^1 < A_{ap}, \text{ПOTP.}$$

$$\varnothing 6 (a_a^{(1)} = 0,283 \text{ cm}^2) \rightarrow e_a \leq \frac{100 \cdot 0,283}{1,04} = 27,3 \text{ cm}$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{\varnothing 6/25} (1,13 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

д) ПРЕСЕК У ПОЛУ

$$M_u = 1,6 \cdot 1,08 + 1,8 \cdot 0,81 = 3,19 \text{ kNm/m}^1$$

$$k_v = \frac{5,5}{\sqrt{\frac{3,19 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 2,07}}} = 4,433 \rightarrow \varepsilon_b / \varepsilon_a = 1,225 / 10,0\% \\ \bar{\mu} = 5,320\%$$

$$A_a = 5,320 \cdot \frac{100,0 \cdot 5,5}{100} \cdot \frac{2,07}{24,0} = 2,52 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

$$e_{a, \text{max}} = 2d_p = 16,0 \text{ cm} \rightarrow \text{УСВ. } e_a = 15,0 \text{ cm}$$

$$a_a^{(1)} \geq \frac{2,52 \cdot 15,0}{100} = 0,379 \text{ cm}^2$$

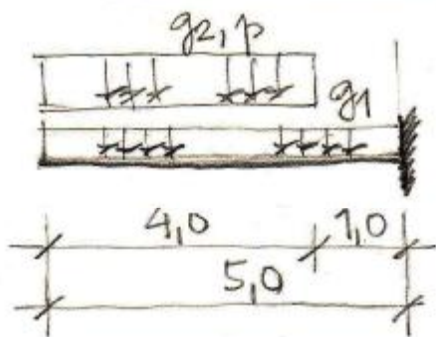
$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{\varnothing 8/15} (3,35 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 2,52 = 0,51 \text{ cm}^2/\text{m}^1 < A_{ap, \text{min.}} = 0,80 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{\varnothing 6/25} (1,13 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

Рос 2 - КОНСОЛНА ГРЕДА

1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕТЕЊЕЊА



$$g_1 = 0,25 \cdot 0,60 \cdot 25,0 = 3,75 \text{ kN/m}^1$$

$$g_2 = 2R_g^{(1)} = 2 \cdot 3,60 = 7,20 \text{ kN/m}^1$$

$$p = 2R_p^{(1)} = 2 \cdot 2,70 = 5,40 \text{ kN/m}^1$$

2. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

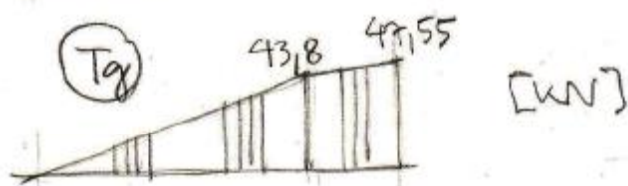
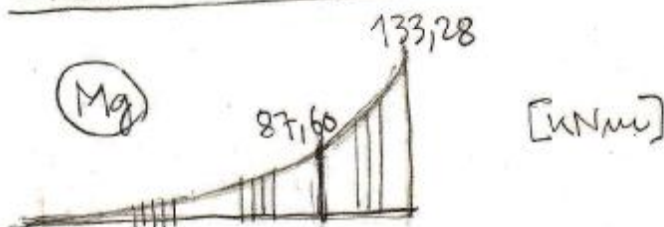
$$M_g = 7,20 \cdot 4,0 \cdot \left(\frac{4,0}{2} + 1,0\right) + 3,75 \cdot \frac{5,0^2}{2} = 133,28 \text{ kNm}$$

$$M_p = 5,40 \cdot 4,0 \cdot \left(\frac{4,0}{2} + 1,0\right) = 64,80 \text{ kNm}$$

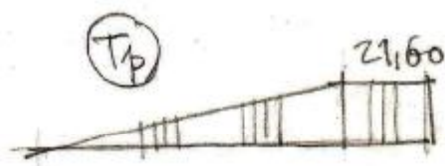
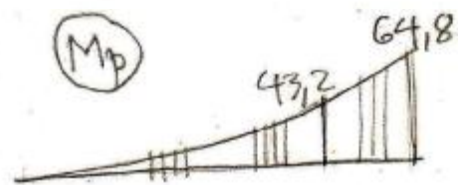
$$R_g^{(2)} = 7,20 \cdot 4,0 + 3,75 \cdot 5,0 = 47,55 \text{ kN}$$

$$R_p^{(2)} = 5,40 \cdot 4,0 = 21,60 \text{ kN}$$

а) СТАЉНО ОПТЕРЕТЕЊЕЊЕ



б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕТЕЊЕЊЕ



3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

$$M_{\text{н}} = 1,6 \cdot 133,28 + 1,8 \cdot 64,8 = 329,88 \text{ kNm}$$

$$\text{ПРЕТН. } a_1 = 7,0 \text{ cm} \rightarrow r_v = 60,0 - 7,0 = 53,0 \text{ cm}$$

$$k_v = \frac{53,0}{\sqrt{\frac{329,88 \cdot 10^2}{25,0 \cdot 2430}}} = 2,213 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 3,5 / 8,70\%$$

$$\bar{\mu} = 23,223\%$$

$$A_d = 23,223 \cdot \frac{25,0 \cdot 53,0}{100} \cdot \frac{230}{24,0} = 29,49 \text{ cm}^2$$

4.

УСВОЈЕНО $\boxed{6\phi 25}$ ($29,45 \text{ cm}^2$)

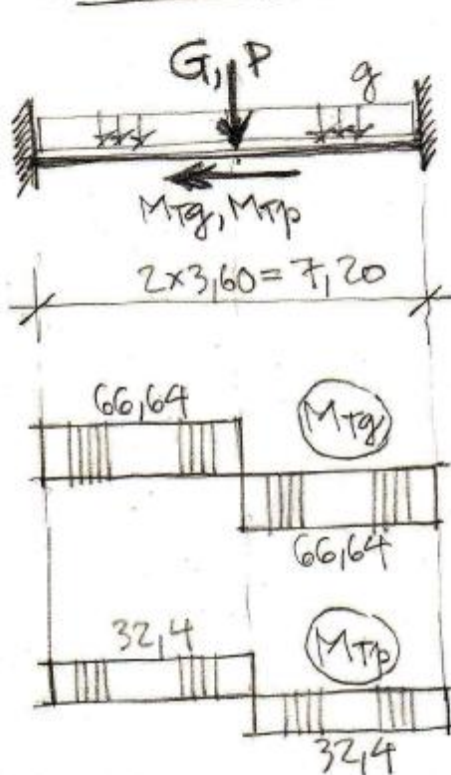
$$T_u = 1,6 \cdot 47,55 + 1,8 \cdot 21,60 = 114,96 \text{ kN}$$

$$T_w = \frac{114,96}{25,0 \cdot 0,9 \cdot 53,0} = 0,096 \text{ kN/cm}^2 < T_r = 0,12 \text{ kN/cm}^2$$

НИЈЕ ПОТРЕБНО ПРЕДВИДЕТИ АРМАТУРУ ЗА ПРИХВАТАЊЕ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА.

ПОС 3 — КОТИНУАЛНА ГРЕДА

1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И ОДРЕЂИВАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ПРЕСЕКА



$$G = R_g^{(2)} = 47,55 \text{ kN}$$

$$P = R_p^{(2)} = 21,60 \text{ kN}$$

$$M_{Tg} = M_g^{(2)} = 133,28 \text{ kNm}$$

$$M_{Tp} = M_p^{(2)} = 64,80 \text{ kNm}$$

$$M_{Tu} = 1,6 \cdot 66,64 + 1,8 \cdot 32,4$$

$$M_{Tu} = 164,94 \text{ kNm}$$

$$T_w(M_T) = \frac{M_{Tu}}{2 A_{s0} \cdot \delta_0} \leq 3 T_r$$

$$A_{s0} \cdot \delta_0 \geq \frac{M_{Tu}}{2 \cdot 3 T_r}$$

$$A_0 = b_0 \cdot d_0 \approx (b - 2 \cdot 4,5) \cdot (d - 2 \cdot 4,5) = (b - 9)(d - 9)$$

$$\delta_0 \leq \frac{b_0}{8} = \frac{b - 9}{8} \quad (b \leq d)$$

$$(b - 9)^2 \cdot (d - 9) \geq 8 \cdot \frac{M_{Tu}}{2 \cdot 3 T_r} = 8 \cdot \frac{164,94 \cdot 10^2}{2 \cdot 3 \cdot 0,12} = 183267 \text{ cm}^3$$

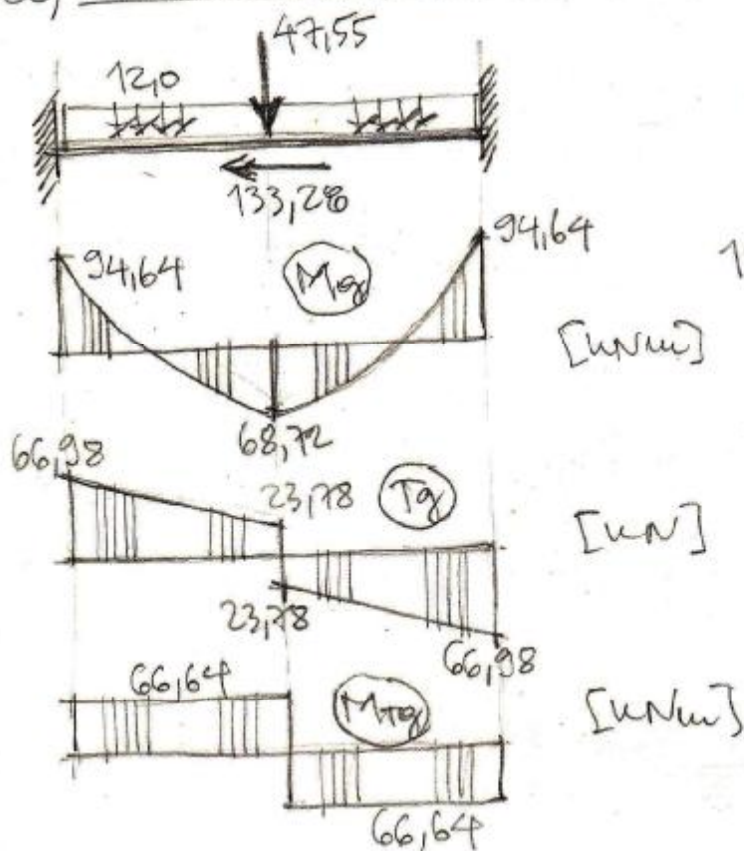
ПРЕТН. $b = 60 \text{ cm} \rightarrow d \geq \frac{183267}{(60 - 9)} + 9 = 79,5 \text{ cm}$

УСЛОВИЕТО $\boxed{\delta/d = 80/60 \text{ см}}$

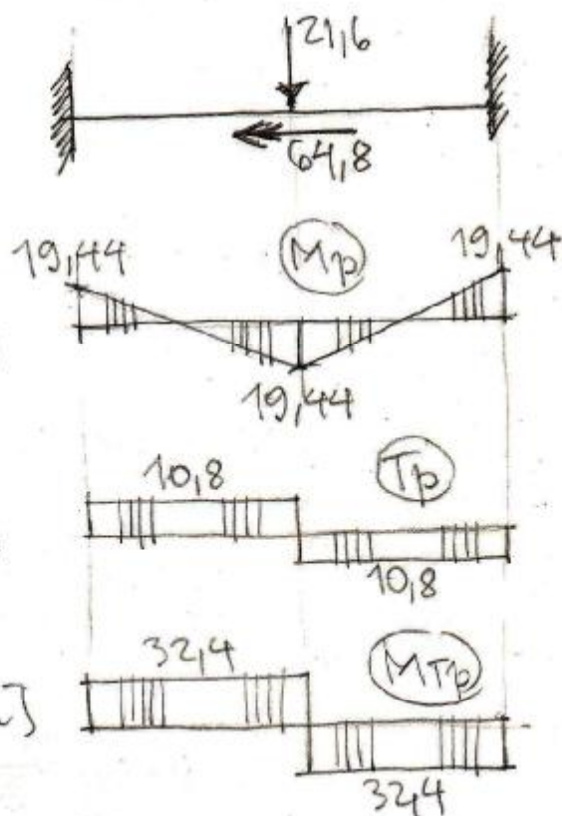
$q = 0,80 \cdot 0,60 \cdot 25,0 = 12,0 \text{ кН/м}^1$

2. ДИАГРАММИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛ

а) СТАЛКО ОПТЕРЕЖЕНЕ



б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЖЕНЕ



$M_g^0 = \frac{12,0 \cdot 7,2^2}{12} + \frac{47,55 \cdot 7,2}{8} = 94,64 \text{ кНм}$

$M_g^p = \frac{12,0 \cdot 7,2^2}{24} + \frac{47,55 \cdot 7,2}{8} = 68,72 \text{ кНм}$

$T_g = \frac{12,0 \cdot 7,2}{2} + \frac{47,55}{2} = 66,98 \text{ кН}$

$M_{Tg} = \frac{133,28}{2} = 66,64 \text{ кНм}$

$M_p^0 = M_p^p = \frac{21,6 \cdot 7,2}{8} = 19,44 \text{ кНм}$

$T_p = \frac{21,6}{2} = 10,8 \text{ кН}$

$M_{Tp} = \frac{64,8}{2} = 32,4 \text{ кНм}$

3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

а) ПРЕСЕК НА ОСЛОЈЦУ

$$M_{ue} = 1,6 \cdot 94,64 + 1,8 \cdot 19,44 = 186,41 \text{ kNm}$$

$$\text{ПРЕТН. } r_u = 5,0 \text{ cm} \rightarrow r_v = 60,0 - 5,0 = 55,0 \text{ cm}$$

$$k_v = \frac{55,0}{\sqrt{\frac{186,41 \cdot 10^2}{80,0 \cdot 230}}} = 5,464 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 0,95 / 10,0\%$$

$$\bar{\mu} = 3,469\%$$

$$A_a = 3,469 \cdot \frac{80,0 \cdot 55,0}{100} \cdot \frac{230}{24,0} = 14,63 \text{ cm}^2$$

$$A_{a, \text{min}} = 0,25 \cdot \frac{60,0 \cdot 80,0}{100} = 12,0 \text{ cm}^2 < A_a, \text{ ПОТР.}$$

б) ПРЕСЕК У ПОЛЕТ

$$M_{ue} = 1,6 \cdot 68,72 + 1,8 \cdot 19,44 = 144,94 \text{ kNm}$$

$$k_v = \frac{55,0}{\sqrt{\frac{144,94 \cdot 10^2}{80,0 \cdot 230}}} = 6,197 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 0,825 / 10,0\%$$

$$\bar{\mu} = 2,712\%$$

$$A_a = 2,712 \cdot \frac{80,0 \cdot 55,0}{100} \cdot \frac{230}{24,0} = 11,44 \text{ cm}^2 < A_{a, \text{min}} = 12,0 \text{ cm}^2$$

4. ОСИГУРАЊЕ ОД ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

$$M_{Te} = 1,6 \cdot 66,64 + 1,8 \cdot 32,4 = 164,94 \text{ kNm} = \text{const.}$$

$$T_{te}^1 = 1,6 \cdot 66,98 + 1,8 \cdot 10,8 = 126,6 \text{ kN}$$

$$T_{te}^2 = 1,6 \cdot 23,78 + 1,8 \cdot 10,8 = 57,48 \text{ kN}$$

$$A_{bo} = (60,0 - 2 \cdot 4,5) \cdot (80,0 - 2 \cdot 4,5) = 51,0 \cdot 71,0 = 3621,0 \text{ cm}^2$$

$$O_{bo} = 2 \cdot (51,0 + 71,0) = 244,0 \text{ cm}$$

$$\delta_o = \frac{51,0}{8} = 6,38 \text{ cm}$$

$$T_{tr, T}^{(1)} = \frac{126,6}{80,0 \cdot 0,9 \cdot 55,0} = 0,032 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \left. \begin{array}{l} T_{tr}^{(1)} = 0,389 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} > 3 T_{tr} \\ T_{tr} = M T_{tr} = \emptyset \end{array} \right\}$$

$$T_{tr, M}^{(1)} = \frac{164,94 \cdot 10^2}{2 \cdot 3621,0 \cdot 6,38} = 0,357 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

УСВОЈЕНО $\alpha = 90^\circ$; $m = 4$

$\theta = 35^\circ \rightarrow \text{tg } \theta = 0,700$; $\text{ctg } \theta = 1,428$

$$a_{e,T}^{(1)} = \frac{80,0 \cdot 0,032}{4 \cdot 24,0} \cdot \frac{1}{0 + 1,0 \cdot 1,428} \cdot e_u = 0,019 \cdot e_u$$

$$a_{e,mr}^{(1)} = \frac{164,94 \cdot 10^2}{2 \cdot 3621,0 \cdot 24,0} \cdot 0,700 \cdot e_u = 0,066 \cdot e_u$$

$$a_{e,sp}^{(1)} = (0,019 + 0,066) e_u = 0,085 \cdot e_u$$

ПРЕТН. $U\phi 12$ ($a_e^{(1)} = 1,13 \text{ cm}^2$) $\rightarrow e_u \leq \frac{1,13}{0,085} = 13,3 \text{ cm}$

УСВОЈЕНО $U\phi 12/12^5$

$$a_{e,mr}^{(1)} = 0,019 \cdot e_u$$

ПРЕТН. $U\phi 8$ ($a_e^{(1)} = 0,503 \text{ cm}^2$) $\rightarrow e_u \leq \frac{0,503}{0,019} = 26,9 \text{ cm}$

УСВОЈЕНО $U\phi 8/25$

$$\Sigma A_a = \frac{164,94 \cdot 10^2}{2 \cdot 3621,0 \cdot 24,0} \cdot 1,428 \cdot 244,0 = 33,07 \text{ cm}^2$$

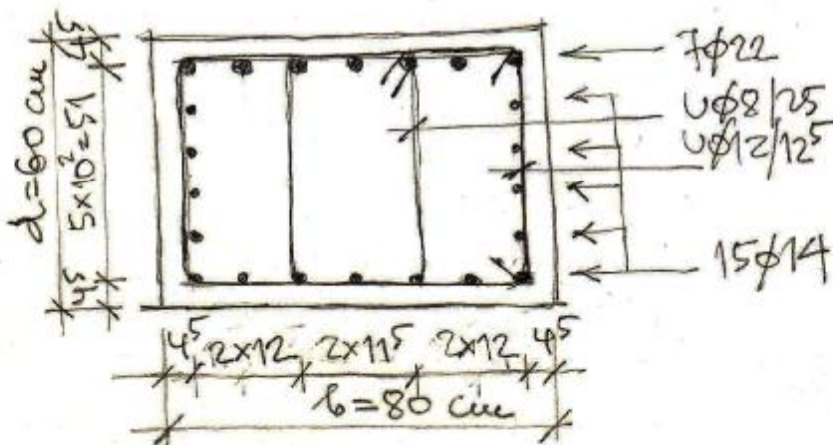
УСВОЈЕНО $22\phi 14$ ($33,87 \text{ cm}^2$)

У ГОРЊОЈ ЗОНИ ОВОЈ АРМАТУРИ ДОДАЈЕМО И СРАЧУНАТУ АРМАТУРУ ЗА ПРИХВАТАЊЕ МОМЕНТА САВИЈАЊА:

ЗА M_{gr} : $7\phi 14 = 10,78 \text{ cm}^2$

ЗА M : $14,63 \text{ cm}^2$

$25,41 \text{ cm}^2 \rightarrow$ УСВ. $7\phi 22$ ($26,61 \text{ cm}^2$)

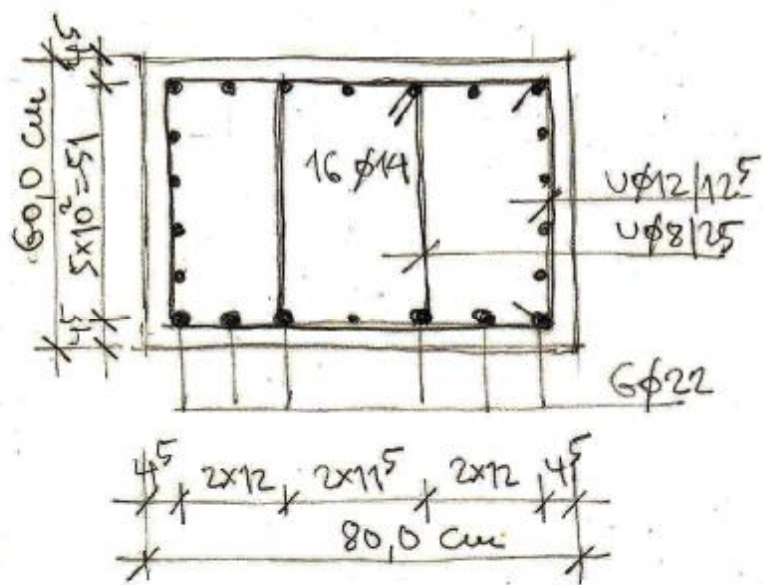


У ПРЕСЕКУ У ПОЛУ АРМАТУРУ ЗА ПРИХВАТАЊЕ МОМЕНТА САВИЈАЊА ДОДАЈЕМО ПОДУЖНОЈ ТОРЗИОНОЈ АРМАТУРИ У ДОЉОЈ ЗОНИ:

ЗА М_Г: 7φ14 = 10,78 cm²

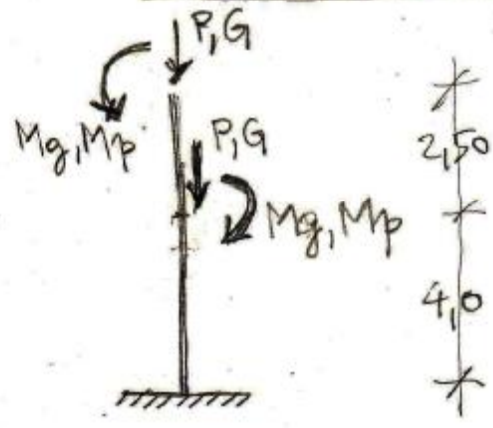
ЗА М: A_{a, min.} = 12,00 cm²

$\frac{22,78 \text{ cm}^2}{22,78 \text{ cm}^2} \rightarrow \text{УСВ. } \boxed{6\phi 22} \text{ (22,81 cm}^2\text{)}$



POS 5 - СТУБ

1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА



$G = R_g^{(2)} + 2R_g^{(3)} = 47,55 + 2 \cdot 66,98 = 181,5 \text{ kN}$

$P = R_p^{(2)} + 2R_p^{(3)} = 21,6 + 2 \cdot 10,8 = 43,2 \text{ kN}$

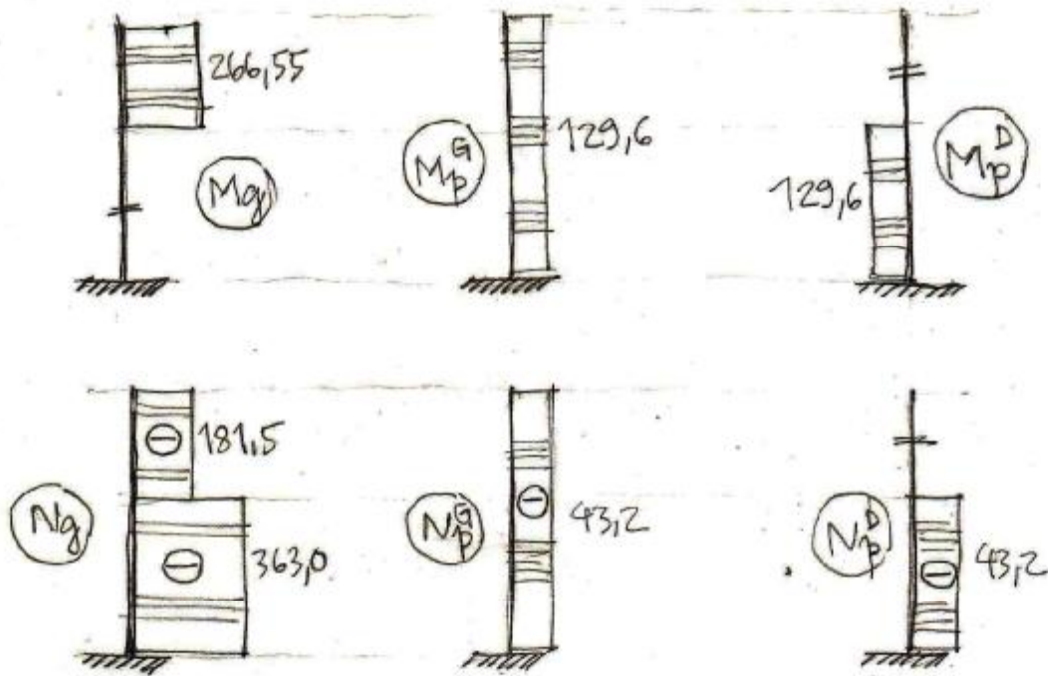
$M_g = M_g^{(2)} + 2M_g^{(3)} = 133,28 + 2 \cdot 66,64 = 266,55 \text{ kNm}$

$M_p = M_p^{(2)} + 2M_p^{(3)} = 64,8 + 2 \cdot 32,4 = 129,6 \text{ kNm}$

⊗ ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ МОЖЕ ДЕЛОВАТИ НА БИЛО КОЈУ ОД ПЛОЧА

2. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

9.



3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

а) ГОРЊИ ДЕО СТУБА

$$M_{\text{нн}} = 1,6 \cdot 266,55 + 1,8 \cdot 129,6 = 659,76 \text{ кНм}$$

$$N_{\text{нн}} = 1,6 \cdot 181,5 + 1,8 \cdot 43,2 = 368,16 \text{ кН}$$

$$\text{ПРЕТН. } a_1 = 7,0 \text{ см} \rightarrow h_v = 80,0 - 7,0 = 73,0 \text{ см}$$

$$M_{\text{ак}} = 659,76 + 368,16 \cdot \left(\frac{0,80}{2} - 0,07 \right) = 781,25 \text{ кНм}$$

$$\kappa_v = \frac{73,0}{\sqrt{\frac{781,25 \cdot 10^2}{30,0 \cdot 2,30}}} = 2,169 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 3,5 / 8,15\%$$

$$\bar{\mu} = 24,320\%$$

$$A_a = 24,320 \cdot \frac{30,0 \cdot 73,0}{100} \cdot \frac{2,30}{24,0} - \frac{368,16}{24,0} = 35,70 \text{ см}^2$$

$$\text{УСВОЈЕЊО: } \boxed{2\phi 20 + 6\phi 25} \quad (35,74 \text{ см}^2)$$

8) ДОЊИ ДЕО СТУБА

$$M_{u1} = \pm 1,8 \cdot 129,6 = 233,28 \text{ kNm}$$

$$N_{u1} = 1,0 \cdot 363,0 + 1,8 \cdot 43,2 = 440,76 \text{ kN}$$

$$\text{ПРЕТН. } a_y = 5,0 \text{ cm} \rightarrow h_y = 80,0 - 5,0 = 75,0 \text{ cm}$$

$$M_{u1e} = 233,28 + 440,76 \cdot \left(\frac{0,8}{2} - 0,05\right) = 387,55 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{75,0}{\sqrt{\frac{387,55 \cdot 10^2}{30,0 \cdot 230}}} = 3,165 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 1,95 / 10\%$$

$$\bar{\mu} = 10,739\%$$

$$A_a = 10,739 \cdot \frac{30,0 \cdot 75,0}{100} \cdot \frac{2,30}{24,0} - \frac{440,76}{24,0} = 4,79 \text{ cm}^2$$

КАКО ЋЕ ПРЕСЕК ЗБОГ АЛТЕРНАТИВНОГ ДЕЈСТВА МОМЕНАТА САВИЈАЊА БИТИ СИМЕТРИЧНО АРМИРАН, ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ЈЕ МОГЛО БИТИ ИЗВРШЕНО И ПОМОЋУ ДИЈАГРАМА ИНТЕРАКЦИЈЕ:

$$m_{u1} = \frac{233,28 \cdot 10^2}{30,0 \cdot 80,0^2 \cdot 230} = 0,053$$

$$m_{u2} = \frac{440,76}{30,0 \cdot 80,0 \cdot 230} = 0,080$$

$$a/d = \frac{5,0}{80,0} = 0,0625$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\mu}_1 = \bar{\mu}_2 = 0,019 \quad (a/d = 0,05) \\ \bar{\mu}_1 = \bar{\mu}_2 = 0,021 \quad (a/d = 0,075) \end{array} \right\} \downarrow$$

$$\bar{\mu}_{\text{SR}} = 0,020$$

$$A_{a1} = A_{a2} = 0,020 \cdot 30,0 \cdot 80,0 \cdot \frac{2,30}{24,0} = 4,60 \text{ cm}^2$$

$$\text{min } A_a = 0,25 \cdot \frac{30,0 \cdot 80,0}{100} = 6,00 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО $\boxed{\pm 2\phi 20}$ ($\pm 6,28 \text{ cm}^2$)