

Za neko srednje polje konstrukcije prikazane na skici potrebno je:

1. Odrediti potrebnu površinu armature za ploču POS 1 ( $d_p = 10$  cm), a zatim sračunati maksimalni ugib kraja konzole u eksploataciji, uporediti sa dopuštenim i, u slučaju prekoračenja, komentarisati.
2. Izvršiti analizu opterećenja i nacrtati dijagrame presečnih sila za gredu POS 2 ( $b/d = 50/60$  cm), a zatim izvršiti osiguranje od glavnih napona zatezanja. Nije potrebno dimenzionisati nosač prema momentima savijanja.
3. Izvršiti analizu opterećenja, sračunati presečne sile i odrediti potrebnu površinu armature za montažnu krovnu korubu POS 3.
4. Izvršiti analizu opterećenja i nacrtati dijagrame presečnih sila za gredu POS 4 ( $b/d = 40/60$  cm) a zatim odrediti potrebnu površinu armature u preseku 1. Za presek 2, armiran istom armaturom, sračunati moment loma.
5. Odrediti potrebnu površinu armature zatege i oblikovati poprečni presek, a zatim odrediti srednje rastojanje i karakterističnu širinu prslina.
6. Nacrtati dijagrame presečnih sila za stub POS S ( $b/d = 40/120$  cm) i odrediti potrebnu površinu armature prema merodavnim uticajima, uz uslov da dilatacija čelika bude  $\epsilon_{al} \geq 5.0 \text{ ‰}$ .

Podaci za proračun:

MB 30

$\lambda = 8.0$  m

$\varphi_{\text{..}} = 2.5$

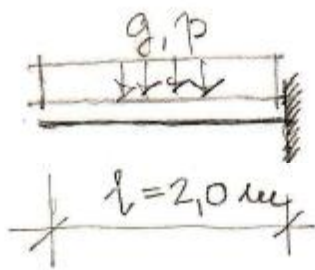
GA 240/360

$p = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$\chi_{\text{..}} = 0.8$

# POS 1 — КОТВОЛНА ПЛОЧА

## 1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА



$$q = 0,10 \cdot 25,0 = 2,5 \text{ кН/м}^2$$

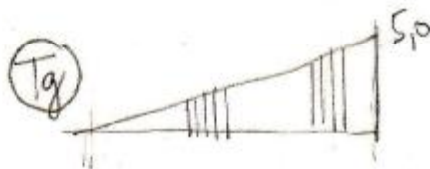
$$p = 1,2 \text{ кН/м}^2$$

## 2. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_g = 2,50 \cdot \frac{2,0^2}{2} = 5,0 \frac{\text{кНм}}{\text{м}^1}$$

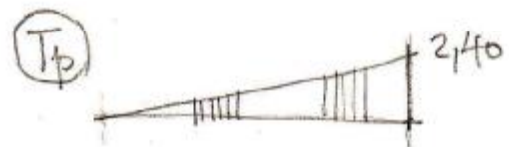
$$T_g = 2,50 \cdot 2,0 = 5,0 \text{ кН/м}^1$$



### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_p = 1,20 \cdot \frac{2,0^2}{2} = 2,40 \text{ кНм/м}^1$$

$$T_p = 1,20 \cdot 2,0 = 2,40 \text{ кН/м}^1$$



## 3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

MB 30 ;  $d_k 12 \text{ см}$   $\rightarrow f_b = 0,90 \cdot 20,5 = 18,45 \text{ МПа} = 1,845 \text{ кН/см}^2$   
 GA 240/360  $\rightarrow \sigma_v = 240,0 \text{ МПа} = 24,0 \text{ кН/см}^2$

$$M_u = 1,6 \cdot 5,0 + 1,8 \cdot 2,40 = 12,32 \text{ кНм/м}^1$$

ПРЕТН.  $a_1 = 2,5 \text{ см}$   $\rightarrow h = 10,0 - 2,5 = 7,5 \text{ см}$

$$k = \frac{7,5}{\sqrt{\frac{12,32 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 1,845}}} = 2,902 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 2,225 / 10\%$$

$$\mu = 12,747\%$$

$$A_a = 12,747 \cdot \frac{100,0 \cdot 7,5}{100} \cdot \frac{1,845}{24,0} = 7,85 \text{ см}^2/\text{м}^1$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{\varnothing 10/10}$  (7,85 см<sup>2</sup>/м<sup>1</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 7,35 = 1,47 \text{ cm}^2/\text{cm}^1$$

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

УСВОЈЕНО  $\boxed{\text{Ø}8/30}$  (1,68 cm<sup>2</sup>/cm<sup>1</sup>)

#### 4. ПРОРАЧУН ДЕФОРМАЦИЈА

ЕЛАСТИЧНО РЕШЕЊЕ УГИБА СЛОБОДНОГ КРАЈА КОНЗОЛЕ ОПТЕРЕЖЕНЕ ЈЕДНАКО РАСПОДЕЉЕНИМ ОПТЕРЕЖЕЊЕМ ДАТО ЈЕ ИЗРАЗОМ

$$\Delta_{\text{g}} = \frac{q \cdot l^4}{8 E_b J_b}$$

$$\text{MB } 30 \rightarrow E_b = 31,5 \text{ GPa} = 31,5 \cdot 10^6 \text{ kN/cm}^2$$

$$J_b = \frac{100,0 \cdot 10,0^3}{12} = 8333,3 \frac{\text{cm}^4}{\text{cm}^1} = 8333,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4/\text{m}^1$$

$$\Delta_{\text{g}} = \frac{2,50 \cdot 20^4}{8 \cdot 31,5 \cdot 10^6 \cdot 8333,3 \cdot 10^{-8}} = 1,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,90 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{g+p}} = \frac{(2,50 + 1,20) \cdot 20^4}{8 \cdot 31,5 \cdot 10^6 \cdot 8333,3 \cdot 10^{-8}} = 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,82 \text{ mm}$$

#### 4.1. ОДРЕЂИВАЊЕ МОМЕНТА ПОЈАВЕ ПРСЛИНА

$$M_{\text{CRC}} = f_{b2s} \cdot W_{iy} \approx f_{b2s} \cdot W_{b1}$$

$$f_{b2s} = f_{b2, \text{m}} \cdot \left(0,6 + \frac{0,4}{\sqrt{d}}\right) \geq f_{b2, \text{m}}$$

$$\text{MB } 30 \rightarrow f_{b2, \text{m}} = 2,40 \text{ MPa} = 0,24 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{b2s} = 0,24 \cdot \left(0,6 + \frac{0,4}{\sqrt{0,10}}\right) = 0,315 \text{ kN/cm}^2$$

$$W_{b1} = \frac{100,0 \cdot 10,0^2}{6} = 1666,6 \text{ cm}^3/\text{cm}^1$$

$$M_{\text{CRC}} \approx 0,315 \cdot 1666,6 = 524,0 \text{ kNcm/cm}^1 = 5,24 \text{ kNm/cm}^1$$

## 4.2. ПРОРАЧУНА ДЕФОРМАЦИЈА У $t=0$

3.

### 4.2.1. УКУПНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

КОРИСТИМО КОЕФИЦИЈЕНТЕ ЗА ПРОРАЧУНА КРИВИНЕ ЕЛЕМЕНТА ПРАВОУГАЛНОГ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА ЗА СТАЊЕ I (БЕЗ ПРСЛИНА), ОДНОСНО СТАЊЕ II (СА ПРСЛИНОМ), БАБ '87, ТОМ 2 - ПРИЛОЖИ:

$$\nu = \frac{E_a}{E_b} = \frac{210,0}{31,5} = 6,67$$

$$\frac{A_{a2}}{A_{a1}} = 0$$

$$\frac{a_1}{d} = \frac{25}{10} = 0,25$$

$$\frac{\nu A_{a1}}{b h} = \frac{6,67 \cdot 7,85}{100,0 \cdot 7,5} = 0,070$$

$$k_a^I \approx 0,946 \quad (\text{ДИЈАГРАМ 3.4.4})$$

$$k_a^{II} \approx 3,70 \quad (\text{ДИЈАГРАМ 3.4.8})$$

$$\nu_M^I(t_0) = k_a^I \cdot \nu_b^{(g+p)} = 0,946 \cdot 2,82 = 2,67 \text{ мм}$$

$$\nu_M^{II}(t_0) = k_a^{II} \cdot \nu_b^{(g+p)} = 3,70 \cdot 2,82 = 10,43 \text{ мм}$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 0,5 \text{ (GA 240/360)} \\ \beta_2 = 1,0 \text{ (t=0)} \end{array} \right\} \rightarrow \xi_a = 1 - \beta_1 \beta_2 \frac{M_{CR,C}}{M} \begin{array}{l} \geq 0,4 \\ \leq 1,0 \end{array}$$

$$\xi_a = 1 - 0,5 \cdot 1,0 \cdot \frac{5,24}{(50 + 24)} = 0,646$$

$$\nu_M^{(g+p)}(t_0) = (1 - \xi_a) \cdot \nu_M^I(t_0) + \xi_a \cdot \nu_M^{II}(t_0)$$

$$\nu_M^{(g+p)}(t_0) = (1 - 0,646) \cdot 2,67 + 0,646 \cdot 10,43 = 7,68 \text{ мм}$$

$$\boxed{\nu_M^{(g+p)}(t_0) = 7,68 \text{ мм}}$$

#### 4.2.2. СТАЛНО ОПТЕРЕТЉЕЊЕ

4.

$$\sigma_M^I(g) = \frac{g}{g+p} \cdot \sigma_M^I(g+p) = \frac{2,50}{2,50+1,20} \cdot 2,67 = 1,80 \text{ mm}$$

$$\sigma_M^{II}(g) = \frac{g}{g+p} \cdot \sigma_M^{II}(g+p) = \frac{2,50}{2,50+1,20} \cdot 10,43 = 7,05 \text{ mm}$$

$$\xi_a = 1 - 0,5 \cdot 1,0 \cdot \frac{5,24}{5,0} = 0,475$$

$$\sigma_M^{(g)}(t_0) = (1 - 0,475) \cdot 1,80 + 0,475 \cdot 7,05 = 4,30 \text{ mm}$$

$$\boxed{\sigma_M^{(g)}(t_0) = 4,30 \text{ mm}}$$

#### 4.3. ПРОРАЧУНА ДЕФОРМАЦИЈА У $t \rightarrow \infty$

##### 4.3.1. СТАЛНО ОПТЕРЕТЉЕЊЕ

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_{\infty} \cdot \varphi_{\infty} = 0,8 \cdot 2,50 = 2,0 \\ \frac{n A_{a1}}{E h} = 0,070 \\ A_{a2}/A_{a1} = \emptyset \\ a_1/d = 0,25 \end{array} \right\} \begin{array}{l} k_{\varphi}^I \approx 0,835 \text{ (ДИЈАГРАМ 3.4.16)} \\ k_{\varphi}^{II} \approx 0,208 \text{ (ДИЈАГРАМ 3.4.28)} \end{array}$$

$$\sigma_M^I(g) = k_a^I \cdot (1 + k_{\varphi}^I \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \sigma_0^I(g) = (1 + k_{\varphi}^I \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \sigma_M^I(t_0)$$

$$\sigma_M^I(t_{\infty}) = (1 + 0,835 \cdot 2,5) \cdot 1,80 = 5,56 \text{ mm}$$

$$\sigma_M^{II}(g) = k_a^{II} \cdot (1 + k_{\varphi}^{II} \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \sigma_0^{II}(g) = (1 + k_{\varphi}^{II} \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \sigma_M^{II}(t_0)$$

$$\sigma_M^{II}(t_{\infty}) = (1 + 0,208 \cdot 2,5) \cdot 7,05 = 10,71 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 0,5 \text{ (GA 240/360)} \\ \beta_2 = 0,5 \text{ (} t \rightarrow \infty \text{)} \end{array} \right\} \rightarrow \xi_a = 1 - 0,5 \cdot 0,5 \cdot \frac{5,24}{5,0} = 0,738$$

$$\sigma_M^{(g)}(t_{\infty}) = (1 - 0,738) \cdot 5,56 + 0,738 \cdot 10,71 = 9,36 \text{ mm}$$

$$\boxed{\sigma_M^{(g)}(t_{\infty}) = 9,36 \text{ mm}}$$

### 4.3.2. УКУПНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

5.

$$\sigma_M^{(g+p)} = \sigma_M^{(g+p)} + [\sigma_M^{(g)} - \sigma_M^{(g)}]$$

$$\sigma_M^{(g+p)} = 7,68 + (9,36 - 4,30) = 12,74 \text{ ммк}$$

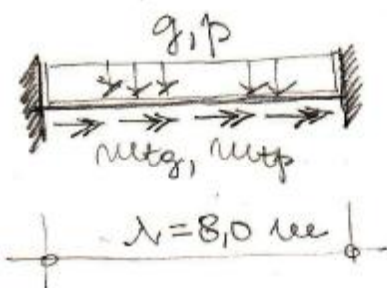
$$\sigma_M^{(g+p)} = 12,74 \text{ ммк} = \sigma_{\text{MAX}}$$

$$\sigma_{\text{де}} = \frac{1}{150} = \frac{20}{150} = 13,3 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 13,3 \text{ ммк} > \sigma_{\text{MAX}}$$

МАКСИМАЛНИ УГИБ ЈЕ У ДОЗВОЉЕНИМ ГРАНИЦАМА.

**POS 2** — КОНТИНУАЛНА ТРЕДА

#### 1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА



СОПСТВ. ТЕЖИНА  
ОД POS 1:

$$0,50 \cdot 0,60 \cdot 25,0 = 7,50 \text{ кН/м}^1$$

$$R_g^{(1)} = 5,0 \text{ кН/м}^1$$

ПОВРЕМЕНО ОПТ.

$$R_g = 12,5 \text{ кН/м}^1$$

$$R_p^{(1)} = 2,4 \text{ кН/м}^1$$

$$M_{гг} = M_g^{(1)} = 5,0 \text{ кНм/м}^1$$

$$M_{пп} = M_p^{(1)} = 2,4 \text{ кНм/м}^1$$

#### 2. ПРОРАЧУН СТАТИЧКИХ УТИЦАЈА

##### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_{гг}^0 = 12,5 \cdot \frac{8,0^2}{12} = 66,6 \text{ кНм}$$

$$M_{пп}^0 = 12,5 \cdot \frac{8,0^2}{24} = 33,3 \text{ кНм}$$

$$T_g = 12,5 \cdot \frac{8,0}{2} = 50,0 \text{ кН}$$

$$M_{T,г} = 5,0 \cdot 8,0/2 = 20,0 \text{ кНм}$$

##### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_{pp}^0 = 2,4 \cdot \frac{8,0^2}{12} = 12,8 \text{ кНм}$$

$$M_{pp}^p = 2,4 \cdot 8,0^2/24 = 6,4 \text{ кНм}$$

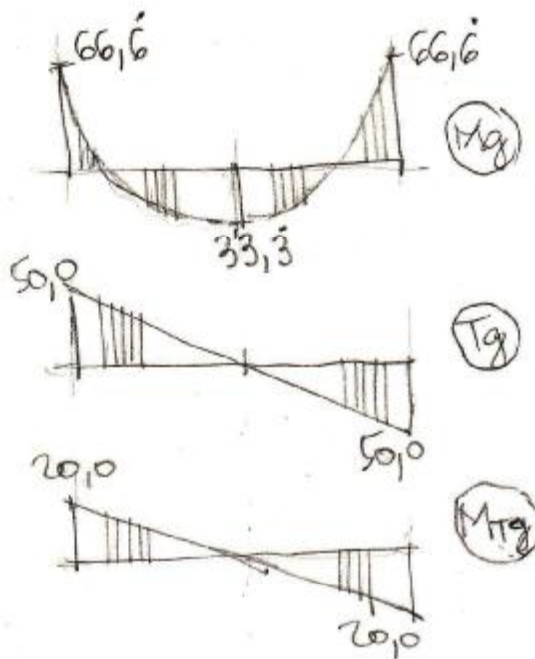
$$T_p = 2,4 \cdot 8,0/2 = 9,6 \text{ кН}$$

$$M_{T,p} = 2,4 \cdot 8,0/2 = 9,6 \text{ кНм}$$

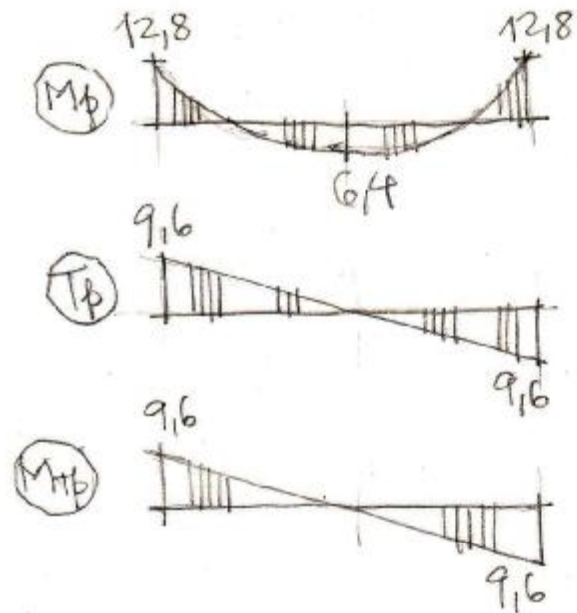
### 3. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

6.

а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



### 4. ОСИГУРАЊЕ ОД ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЖАЊА

$$T_{ce} = 1,6 \cdot 50,0 + 1,8 \cdot 9,6 = 97,28 \text{ kN}$$

$$M_{tce} = 1,6 \cdot 20,0 + 1,8 \cdot 9,6 = 49,28 \text{ kNm}$$

$$\text{ПРЕТН. } \left\{ \begin{array}{l} b_0 \approx 50 - 2 \cdot 4 = 42 \text{ cm} \\ d_0 \approx 60 - 2 \cdot 4 = 52 \text{ cm} \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A_{b0} = 42 \cdot 52 = 2184,0 \text{ cm}^2 \\ O_{b0} = 2 \cdot (42 + 52) = 188 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$f_0 \leq \frac{42,0}{8} = 5,25 \text{ cm} \rightarrow \text{УСВ. } f_0 = 5,0 \text{ cm}$$

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

$$z_b \approx 0,9 h = 0,9 \cdot 55,0 = 49,5 \text{ cm} \approx 50,0 \text{ cm}$$

$$T_n^{(T)} = \frac{97,28}{50,0 \cdot 50,0} = 0,039 \text{ kN/cm}^2$$

$$T_n^{(M_T)} = \frac{49,28 \cdot 10^2}{2 \cdot 2184,0 \cdot 5,0} = 0,226 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_n^{(T)} \\ T_n^{(M_T)} \end{array} \right\} T_n = T_n^{(T)} + T_n^{(M_T)}$$

$$T_n = 0,039 + 0,226 = 0,265 \text{ kN/cm}^2 \left\{ \begin{array}{l} > T_n = 0,11 \text{ kN/cm}^2 \\ < 3\sigma_2 \end{array} \right.$$

$$T_{ce} = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,039}{0,265} \cdot (3 \cdot 0,11 - 0,265) \cdot 50,0 \cdot 50,0 = 12,03 \text{ kN}$$

$$T_{Re} = 97,28 - 12,03 = 85,25 \text{ kN}$$

$$\tau_{R_{II}} = \frac{85,25}{50,0 \cdot 50,0} = 0,034 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{T_{II}} = \frac{0,226}{0,265} \cdot (3 \cdot 0,11 - 0,265) \cdot 2184,0 \cdot 5,0 = 610,0 \text{ kNcm} = 6,10 \text{ kNm}$$

$$M_{R_{II}} = 49,28 - 6,10 = 43,18 \text{ kNm}$$

ОСИГУРАЊЕ ВРШИМО ЗАЈЕДНИЧКИМ ВЕРТИКАЛНИМ УЗЕЊИЈАМА. ПОРЕД ПРИХВАТАЊА ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА ИЗАЗВАНИХ ДЕЈСТВОМ МОМЕНТА ТОРЗИЈЕ И ТРАНСВЕРЗАЛНЕ СИЛЕ, ОВЕ УЗЕЊИЈЕ СЛУЖЕ И ЗА ПРИХВАТАЊЕ "ОБЕШЕНОГ ТЕРЕТА" (ОПТЕРЕЋЕЊЕ КОЈЕ СЕ СА ПЛОЧЕ POS1 ПРЕНОСИ НА POS2). УКУПНО ПОТРЕБНА АРМАТУРА ЗА ПРИХВАТАЊЕ ОБЕШЕНОГ ТЕРЕТА ИЗНОСИ:

$$A_{av} = \frac{q_{II}}{\sigma_y}$$

$$q_{II} = 1,6 \cdot R_{d_j}^{(1)} + 1,8 \cdot R_{d_p}^{(1)} = 1,6 \cdot 5,0 + 1,8 \cdot 2,4 = 12,32 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{av} = \frac{12,32}{24,0} = 0,513 \text{ cm}^2/\text{cm}^2$$

$$a_{av}^{(1)} = \frac{A_{av}}{m} \cdot \frac{e_{II}}{100} \rightarrow \text{ПОТРЕБНА ПОВРШИНА ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА УЗЕЊИЈЕ СЕЧНОСТИ } m \text{ НА РАЗМАКУ } e_{II} \text{ ЗА ПРИХВАТАЊЕ "ОБЕШЕНОГ ТЕРЕТА"}$$

$$\text{УСВАЈАМО: } m = 4; \alpha = 90^\circ; \theta = 45^\circ$$

$$a_{e,sp}^{(1)} = \left[ \frac{0,034 \cdot 50,0}{4 \cdot 24,0 \cdot (0+1,1)} + \frac{43,18 \cdot 10^2}{2 \cdot 2184,0 \cdot 24,0} \cdot 1,0 + \frac{0,513}{4 \cdot 100} \right] e_{II}$$

$$a_{e,sp}^{(1)} = (0,018 + 0,041 + 0,001) e_{II} = 0,060 e_{II}$$

$$\text{УСВ. } U\phi 10 \rightarrow e_{II} \leq \frac{0,785}{0,060} = 13,0 \text{ cm}$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{U\phi 10/125}$$

$$a_{e,sp}^{(1)} = \left[ \frac{0,034 \cdot 50,0}{4 \cdot 24,0 \cdot (0+1,1)} + \frac{0,513}{4 \cdot 100} \right] e_{II} = 0,019 e_{II}$$

$$\text{УСВ. } U\phi 8 \rightarrow e_{II} \leq \frac{0,503}{0,019} = 26,5 \text{ cm}$$

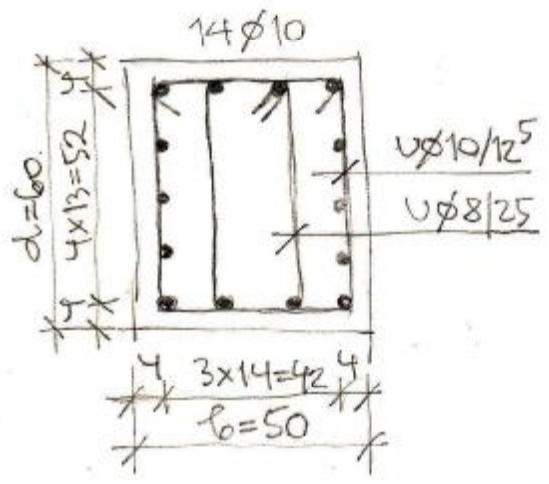
$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{U\phi 8/25}$$



ПОТРЕБНУ ПОВРШИНУ УКУПНЕ ПОДУЖНЕ АРМАТУРЕ ЗА ПРИХВАТАЊЕ МОМЕНТА ТОРЗИЈЕ НАЛАЗИМО КАО:

$$\Sigma A_a = \frac{49,28 \cdot 10^2}{2 \cdot 2184,0 \cdot 24,0} \cdot 188,0 \cdot 1,0 = 8,84 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО  $14\phi 10$  ( $11,0 \text{ cm}^2$ )



НАПОМЕНА: ПОДУЖНОЈ АРМАТУРИ КОЈА ПРИХВАТА УТИЦАЈ МОМЕНТА ТОРЗИЈЕ, ПОТРЕБНО ЈЕ У ГОРЊОЈ ЗОНИ ДОДАТИ И АРМАТУРУ ЗА ПРИХВАТАЊЕ МОМЕНТА САВИЈАЊА (НИЈЕ ЗАХТЕВАНО У ОКВИРУ ЗАДАТКА)

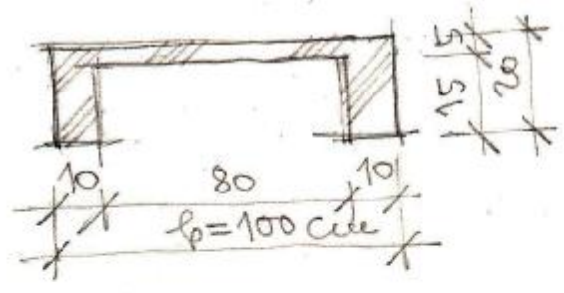
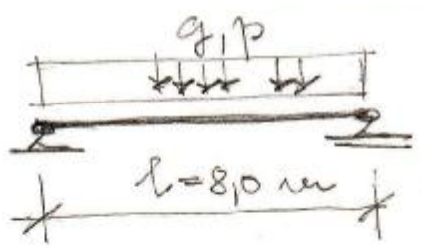
ОСИГУРАЊЕ ЈЕ ПОТРЕБНО ИЗВРШИТИ НА ДУЖИНИ ОД:

$$l = \frac{l}{2} \left(1 - \frac{T_{Tz}}{T_w}\right) = \frac{8,0}{2} \cdot \left(1 - \frac{0,11}{0,265}\right) = 2,34 \text{ m}$$

МЕРЕНО ОД ОСЛОЊА.

**POS 3** — МОНТАЖНА КРОВНА КОРУБА

1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА



$$A_b = 100,0 \cdot 20,0 - 80,0 \cdot 15,0 = 800,0 \text{ cm}^2$$

$$q = 800,0 \cdot 10^{-4} \cdot 25,0 = 2,0 \text{ kN/m}^1$$

$$p = 1,20 \cdot 1,00 = 1,2 \text{ kN/m}^1$$

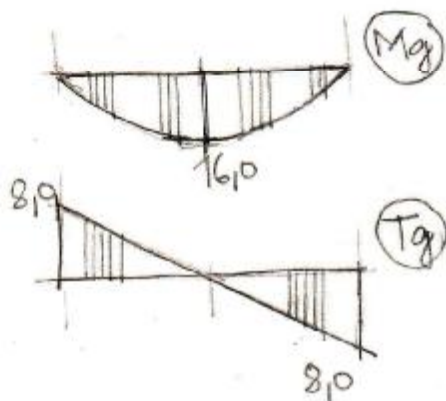
## 2. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

9.

а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_g = 2,0 \cdot \frac{8,0^2}{8} = 16,0 \text{ kNm}$$

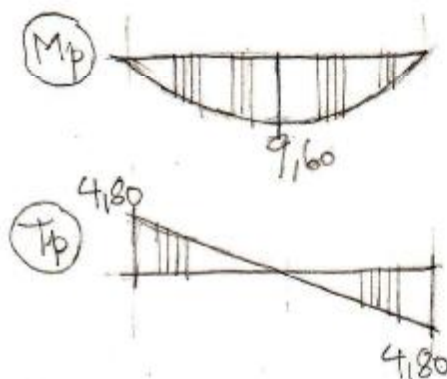
$$T_g = 2,0 \cdot 8,0 / 2 = 8,0 \text{ kN}$$



б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_p = 1,2 \cdot 8,0^2 / 8 = 9,6 \text{ kNm}$$

$$T_p = 1,2 \cdot 8,0 / 2 = 4,8 \text{ kN}$$



## 3. ДИМЕЏИОНИСАЊЕ

$$M_u = 1,6 \cdot 16,0 + 1,8 \cdot 9,60 = 42,88 \text{ kNm}$$

$$B = \min \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot (10,0 + 8 \cdot 5,0) \\ 2 \cdot (10,0 + 0,25/3 \cdot 800,0) \\ \text{всичко} \end{array} \right. = \left. \begin{array}{l} 100,0 \text{ cm} \\ 153,3 \text{ cm} \\ 100,0 \text{ cm} \end{array} \right\} = 100,0 \text{ cm}$$

ПРЕТП.  $a_1 = 5,0 \text{ cm} \rightarrow h_v = 20,0 - 5,0 = 15,0 \text{ cm}$

ПРЕТПОСТАВЉАМО ДА СЕ НЕУТРАЛНА ЛИНИЈА НАЛАЗИ У ПОЧИ:

$$k_v = \frac{15,0}{\sqrt{\frac{42,88 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 1,845}}} = 3,111 \rightarrow \left. \begin{array}{l} \epsilon_b / \epsilon_a = 1,975 / 10\% \\ s = 0,165 \\ \mu = 10,926\% \end{array} \right\}$$

$$x = s \cdot h_v = 0,165 \cdot 15,0 = 2,5 \text{ cm} < d_p = 5,0 \text{ cm}$$

ПРЕТПОСТАВКА О ПОЛОЖАЈУ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ ЈЕ БИЛА ТАЧНА, ПА ПОТРЕБНУ ПОВРШИНУ АРМАТУРЕ СРАЧУЊАВАМО ЗА ПРАВОУГАОНИ ПРЕСЕК ШИРИНЕ  $B = 100 \text{ cm}$ :

$$A_a = 10,926 \cdot \frac{100,0 \cdot 15,0}{100} \cdot \frac{1,845}{24,0} = 12,60 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{2 \times 2 \phi 20} \quad (12,57 \text{ cm}^2)$

### 3.1. КОНТРОЛ НА ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

$$T_{\Sigma} = 1,6 \cdot 8,0 + 1,8 \cdot 4,80 = 21,44 \text{ kN}$$

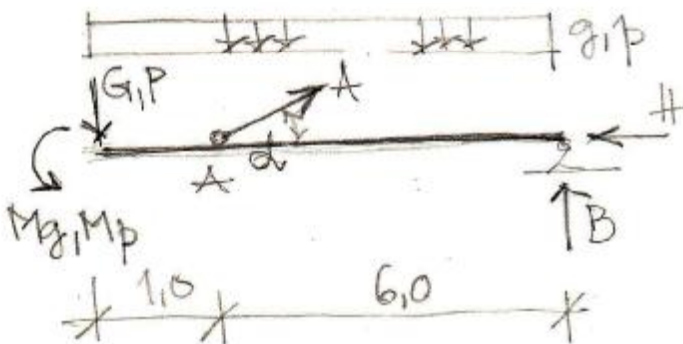
$$z_0 \approx 0,9 \cdot 15,0 = 13,5 \text{ cm}$$

$$T_n = \frac{21,44}{2 \cdot 10,0 \cdot 13,5} = 0,079 \text{ kN/cm}^2 < T_2$$

НИЈЕ ПОТРЕБНО ОСИГУРАЊЕ АРМАТУРОМ ЗА ПРИХВАТАЊЕ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА.

## POS 4 — ГРЕДА С ПРЕПУСТОМ

### 1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{4,5}{6,0} = 0,75$$

$$\alpha = 36,87^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,60$$

$$\cos \alpha = 0,80$$

СОПСТВЕНА ТЕЖИНА:  
ОД POS 3:

$$0,40 \cdot 0,60 \cdot 25,0 = 6,0 \text{ kN/m}^1$$

$$2R_{g3}^{(3)}/\rho_{03} = 2 \cdot 8,0 / 1,0 = 16,0 \text{ kN/m}^1$$

$$g = 22,0 \text{ kN/m}^1$$

ПОВРЕМЕНО ОПТ. ОД POS 3:

$$2R_{p3}^{(3)}/\rho_{03} = 2 \cdot 4,8 / 1,0 = 9,6 \text{ kN/m}^1$$

УТИЦАЈИ СА POS 2:

$$M_g = 2M_{Tg}^{(2)} = 2 \cdot 20,0 = 40,0 \text{ kNm}$$

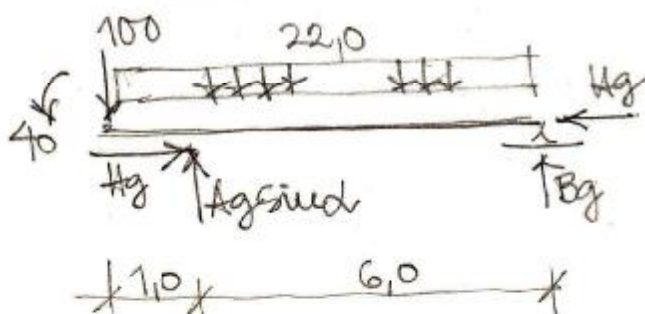
$$G = 2R_g^{(2)} = 2 \cdot 50 = 100,0 \text{ kN}$$

$$M_p = 2M_{Tp}^{(2)} = 2 \cdot 9,6 = 19,2 \text{ kNm}$$

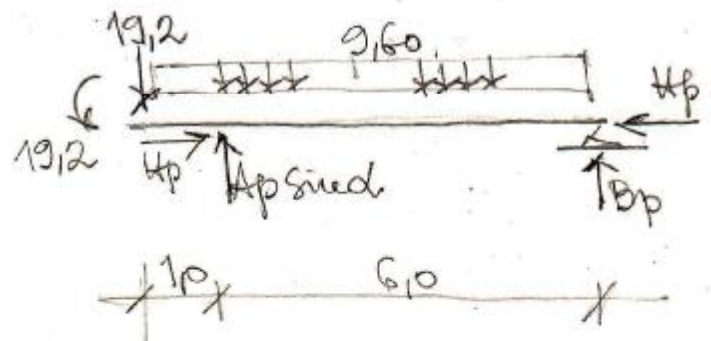
$$P = 2R_p^{(2)} = 2 \cdot 9,6 = 19,2 \text{ kN}$$

### 2. ПРОРАЧУН СТАТИЧКИХ УТИЦАЈА

а) СТАЛНО ОПТ.



б) ПОВРЕМЕНО ОПТ.



$$A_g \cdot \sin \alpha \cdot 6,0 = \frac{22,0 \cdot 7,0^2}{2} + 40,0 + 100,0 \cdot 7,0 = 1279,0$$

$$A_g = \frac{1279,0}{6,0 \cdot 0,60} = 355,28 \text{ kN}$$

$$H_g = 355,28 \cdot \cos \alpha = 284,22 \text{ kN}$$

$$A_{g,v} = 355,28 \cdot \sin \alpha = 213,16 \text{ kN}$$

$$B_g = 22,0 \cdot 7,0 + 100,0 - 213,16 = 40,83 \text{ kN}$$

$$A_p \cdot \sin \alpha \cdot 6,0 = \frac{9,60 \cdot 7,0^2}{2} + 19,2 + 19,2 \cdot 7,0 = 388,8 \text{ kN}$$

$$A_p = \frac{388,8}{6,0 \cdot 0,60} = 108,0 \text{ kN}$$

$$H_p = 108,0 \cdot 0,80 = 86,4 \text{ kN}$$

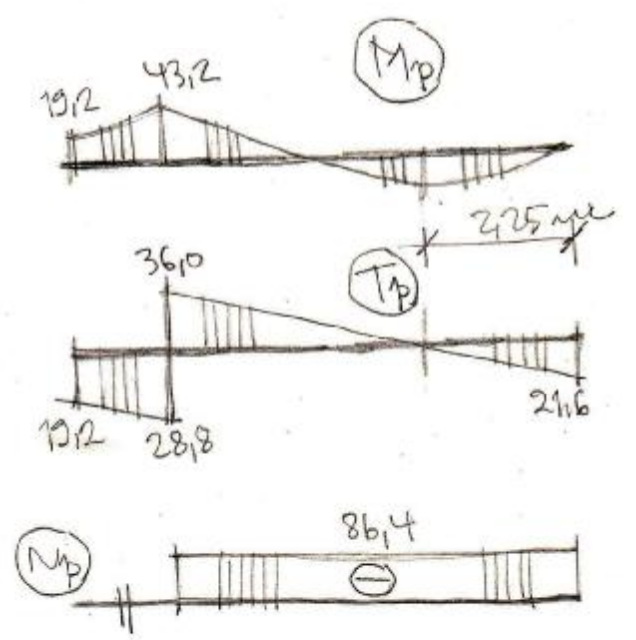
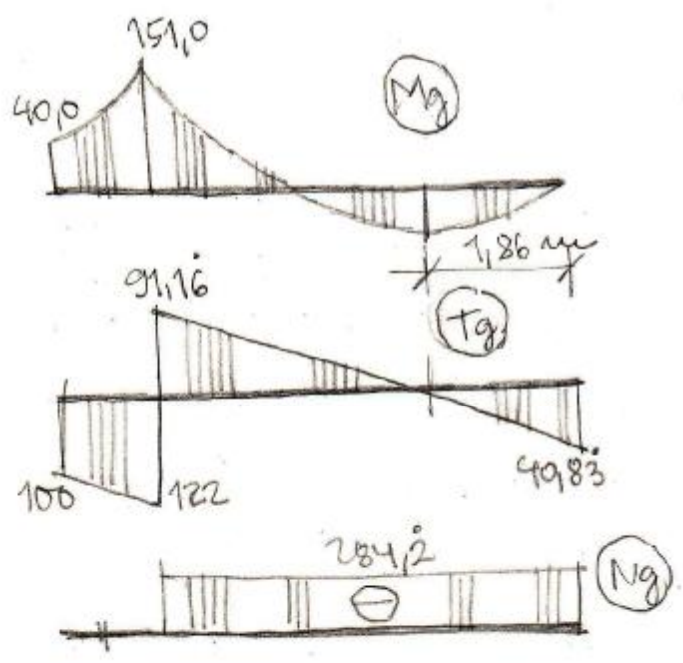
$$A_{p,v} = 108,0 \cdot 0,60 = 64,8 \text{ kN}$$

$$B_p = 9,6 \cdot 7,0 + 19,2 - 64,8 = 21,6 \text{ kN}$$

### 3. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



#### 4. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ПОС 4

12.

$$M_{ue} = 1,6 \cdot 151,0 + 1,8 \cdot 43,2 = 319,36 \text{ kNm}$$

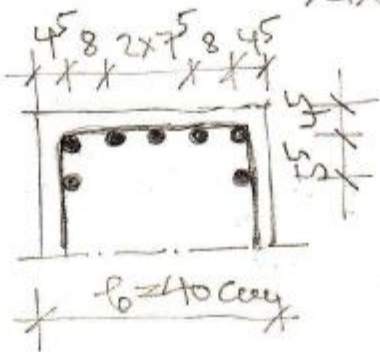
$$\text{ПРЕТН. } a_y = 6,0 \text{ cm} \rightarrow h = 60,0 - 6,0 = 54,0 \text{ cm}$$

$$k_s = \frac{54,0}{\sqrt{\frac{319,36 \cdot 10^2}{40,0 \cdot 2,05}}} = 2,736 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 2,475 / 10\%$$

$$\bar{\mu} = 14,496\%$$

$$A_a = 14,496 \cdot \frac{40,0 \cdot 54,0}{100} \cdot \frac{2,05}{24,0} = 26,75 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО  $[7 \phi 22]$  ( $26,61 \text{ cm}^2$ )



$$a_y = \frac{5 \cdot 4,5 + 2 \cdot 10,0}{7} = 6,07 \text{ cm}$$

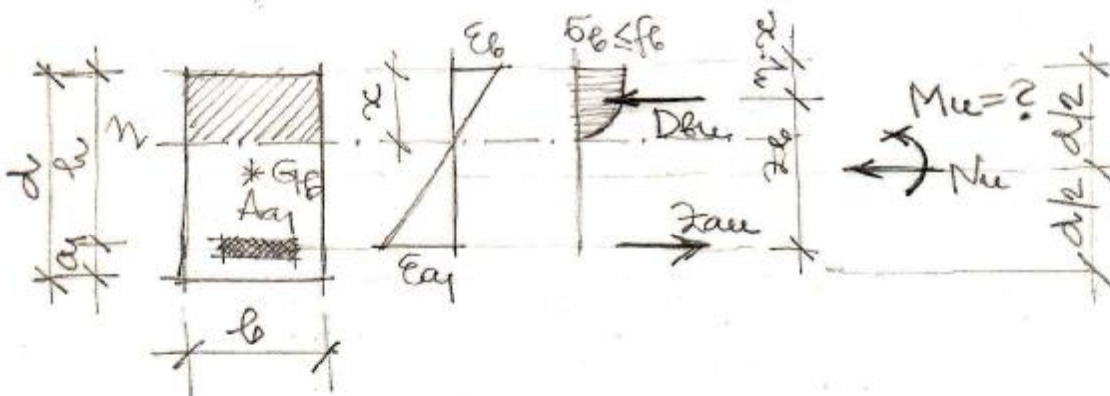
$$h_u = 60,0 - 6,07 = 53,93 \text{ cm}$$

$$A_{ay} = 26,61 \text{ cm}^2$$

#### 5. ОДРЕЂИВАЊЕ МОМЕНТА ЛОМА

$$N_{ue} = 1,6 \cdot 284,2 + 1,8 \cdot 86,4 = 610,28 \text{ kN}$$

$$M_R = ?$$



$$\sum N = 0: D_{bu} - Z_{au} = N_{ue}$$

$$\sum M_{ay} = 0: D_{bu} \cdot z_b = M_{au} = M_R + N_{ue} \cdot y_{ay}$$

ПОЛОЖАЈ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ, ОДНОСНО ДИМТАЦИЈЕ У БЕТОЊУ И АРМАТУРИ, ОДРЕЂУЈЕМО ИЗ УСЛОВА РАВНОТЕЖЕ НОРМАЛНИХ СИЛА, А ЗАТИМ ИЗ УСЛОВА РАВНОТЕЖЕ МОМЕНАТА САВИЈАЊА ОДРЕЂУЈЕМО ТРАЖЕНИ МОМЕНТ ЛОМА  $M_R$ .

ИЗ УСЛОВА РАВНОТЕЖЕ НОРМАЛНИХ СИЛА ОЧИГЛЕДНО СЛЕДИ:

$$\left. \begin{aligned} z_{ам}^{(1-1)} &= z_{ам}^{(2-2)} \\ N_{и}^{(1-1)} &< N_{и}^{(2-2)} \end{aligned} \right\} \rightarrow \epsilon_b^{(2-2)} > \epsilon_b^{(1-1)} = 2,475\%$$

УЗ ПРЕТПОСТАВКУ ДА ЈЕ  $\epsilon_{ay} \geq 3\%$  (ОБЛАСТ ВАЖЕЊА ПРИМЕНЉИВИХ КОЕФИЦИЈЕНТА СИГУРНОСТИ), СЛЕДИ:

$$z_{ам}^{(2-2)} = 26,61 \cdot 24,0 = 638,62 \text{ кН}$$

$$D_{ви}^{(2-2)} = z_{ам}^{(2-2)} + N_{и} = 638,62 + 610,28 = 1248,9 \text{ кН}$$

$$D_{ви} = \alpha_b \cdot s \cdot b \cdot h_f \epsilon_b = \alpha_b \cdot s \cdot 40,0 \cdot 53,93 \cdot 2,05 = 1248,9 \text{ кН}$$

$$\alpha_b \cdot s = \frac{1248,9}{40,0 \cdot 53,93 \cdot 2,05} = 0,282$$

$$s = \frac{\epsilon_b}{\epsilon_{ay} + \epsilon_b} \quad ; \quad \alpha_b = \frac{3\epsilon_b - 2}{3\epsilon_b} \quad (\text{ЗА } 2\% \leq \epsilon_b \leq 3,5\%)$$

У СЛУЧАЈУ ИСТОВРЕМЕНОГ ИСПУЉЕЊА НОСИВОСТИ БЕТОНА И АРМАТУРЕ СЛЕДИ:

$$\left. \begin{aligned} s &= \frac{3,5}{10,0 + 3,5} = 0,259 \\ \alpha_b &= \frac{3 \cdot 3,5 - 2}{3 \cdot 3,5} = 0,810 \end{aligned} \right\} s \cdot \alpha_b = 0,259 \cdot 0,810 = 0,210 < 0,282 \rightarrow \left\{ \begin{aligned} \epsilon_b &= 3,5\% \\ \epsilon_{ay} &< 10\% \end{aligned} \right.$$

$$s = \frac{0,282}{\alpha_b} = \frac{0,282}{0,810} = 0,349 \rightarrow \epsilon_{ay} = \epsilon_b \frac{1-s}{s} = 3,5 \cdot \frac{1-0,349}{0,349} = 6,532\%$$

УЧИЊЕНА ПРЕТПОСТАВКА ЈЕ ЗАДОВОЉЕНА, ПА ДО ЛОМА ПРЕСЕКА ДОЛАЗИ ПРИ ДИЛАТАЦИЈАМА:

$$\epsilon_b / \epsilon_{ay} = 3,5 / 6,532\%$$

КРАК УНУТРАШЊИХ СИЛА  $z_b$  ОДРЕЂУЈЕМО ИЗ ИЗРАЗА:

$$z_b = h - \eta x_c = h [1 - \eta s]$$

ПРИ ЧЕМУ ЈЕ, ЗА  $\epsilon_b \geq 2\%$ :

$$\eta = \frac{3\epsilon_b^2 - 4\epsilon_b + 2}{2\epsilon_b(3\epsilon_b - 2)} = \frac{3 \cdot 3,5^2 - 4 \cdot 3,5 + 2}{2 \cdot 3,5 \cdot (3 \cdot 3,5 - 2)} = 0,416$$

$$z_b = 53,93 \cdot [1 - 0,416 \cdot 0,349] = 46,1 \text{ см}$$

$$M_{acc} = D_{se} \cdot z_{se} = 1248,9 \cdot 46,1 = 57577 \text{ uNcm} = 575,77 \text{ kNm}$$

$$y_{a1} = y_{b1} - a_1 = \frac{60,0}{2} - 6,07 = 23,93 \text{ cm}$$

$$M_R = M_{acc} - N_{se} \cdot y_{a1} = 575,77 - 610,28 \cdot 23,93 \cdot 10^{-2} = 429,74 \text{ kNm}$$

$$\boxed{M_R = 429,74 \text{ kNm}} \quad \text{при } N_{se} = 610,28 \text{ uN}$$

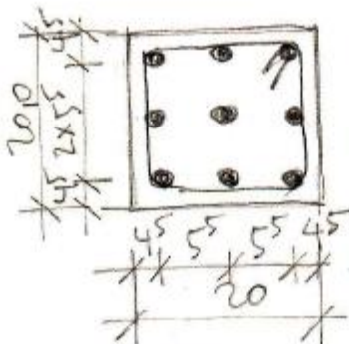
## Рос 2 - ЗАТЕТА

### 1. ДИМЕНЗИОНИРАЊЕ

$$z_{re} = 1,6 \cdot 355,28 + 1,8 \cdot 108,0 = 762,84 \text{ uN}$$

$$A_a = \frac{762,84}{24,0} = 31,79 \text{ cm}^2$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{9\phi 22} \quad (34,21 \text{ cm}^2)$$



$$\text{УСВОЈЕНО } b/d = 20/20 \text{ cm}$$

### 2. ПРОРАЧУН ПРСЛИНА

$$\mu_{z,ef} = \mu = \frac{34,21}{20,0 \cdot 20,0} = 0,086 = 8,6\%$$

$$a_0 = 4,5 - \frac{z_2}{2} = 3,4 \text{ cm} ; \quad k_1 = 0,8 \text{ (GA 240/360)}$$

$$e_{\phi} = 5,5 \text{ cm} ; \quad k_2 = 0,25 \text{ (ЗАТЕЗАЊЕ)}$$

$$l_{ps} = 2 \cdot \left( 3,4 + \frac{5,5}{10} \right) + 0,8 \cdot 0,25 \cdot \frac{2,2}{0,086} = 13,04 \text{ cm}$$

$$MB 30 \rightarrow E_B = 31,5 \text{ GPa} \rightarrow \eta = \frac{210,0}{31,5} = 6,67$$

$$A_i = 20,0 \cdot 20,0 + 6,67 \cdot 34,21 = 628,1 \text{ cm}^2$$

$$f_{bz} = 0,7 \cdot f_{bz,um} = 0,7 \cdot 2,40 = 1,68 \text{ MPa} = 0,168 \text{ uN/cm}^2$$

$$Z_{CRC} = 0,168 \cdot 628,1 = 105,52 \text{ kN}$$

$$Z = 355,28 + 108,0 = 463,28 \text{ kN} > Z_{CRC}$$

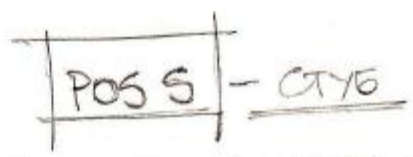
$$\bar{\sigma}_a = \frac{463,28}{34,21} = 13,54 \text{ kN/cm}^2 = 135,4 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_a = \frac{135,4}{210,0 \cdot 10^3} = 0,645 \text{ ‰}$$

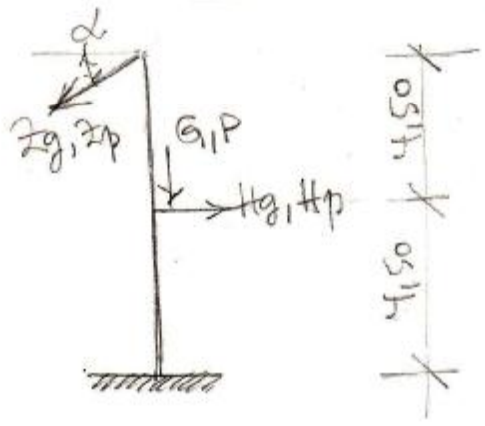
$$\left. \begin{matrix} \beta_1 = 0,5 \text{ (GA 240/360)} \\ \beta_2 = 1,0 \text{ (t=0)} \end{matrix} \right\} \rightarrow \xi_a = 1 - 0,5 \cdot 1,0 \cdot \left( \frac{105,52}{463,28} \right)^2 = 0,974$$

$$\sigma_{prk} = 1,7 \cdot 0,974 \cdot 0,645 \cdot 10^{-3} \cdot 13,04 = 13,9 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\boxed{\sigma_{prk} = 0,14 \text{ mm}} < \sigma_u = 0,2 \text{ mm}$$



1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА



$$\begin{matrix} Z_g = 355,28 \text{ kN} & Z_p = 108,0 \text{ kN} \\ G = B_g^{(4)} = 40,83 \text{ kN} & P = B_p^{(4)} = 21,6 \text{ kN} \\ H_g = H_g^{(4)} = 284,2 \text{ kN} & H_p = H_p^{(4)} = 86,4 \text{ kN} \end{matrix}$$

Сопств. теж.  $0,40 \cdot 1,20 \cdot 25,0 = 12,0 \text{ kN/m}$

⊕ ЗАПЕМАРУЈЕМО МОМЕНТ САВИЈАЊА КОЈИ СЕ УНОСИ У СТУБ ПРЕКО КРАТКОГ ЕЛЕМЕНТА, А КОЈИ ИЗНОСИ:

$$M_g = G \cdot \left( \frac{0,30}{2} + \frac{1,20}{2} \right) = 30,62 \text{ kNm}$$

$$M_p = P \cdot \left( 0,30 + \frac{1,20}{2} \right) = 16,2 \text{ kNm}$$

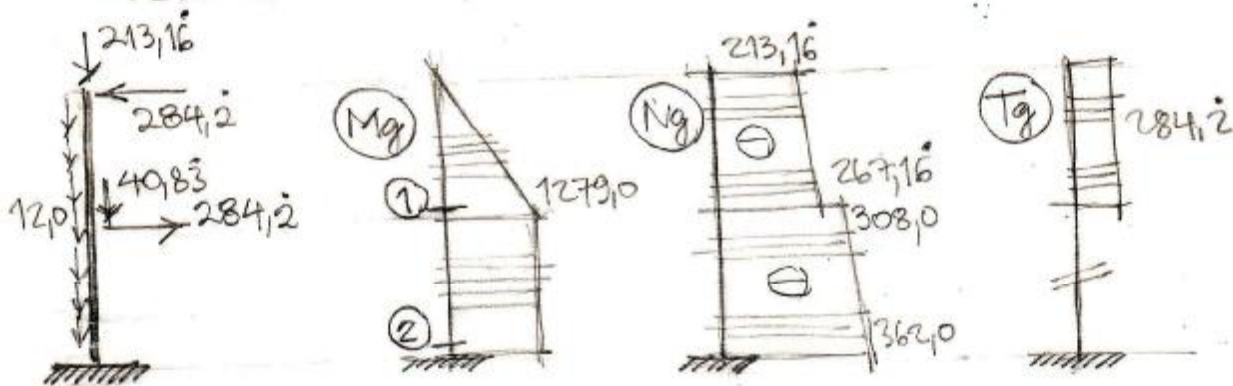
⊗ НАЧЕЛНО, И СОПСТВЕНА ТЕЖИНА СТУБА СЕ ЧЕСТО ЗАПЕМАРУЈЕ. У СЛУЧАЈУ ЈЕДНОСТРУКО АРМИРАНИХ ПРЕСЕКА ТАКО ДОБИЈЕНО РЕШЕЊЕ ЈЕ НА СТРАНИ СИГУРНОСТИ, ЈЕР СЕ ДОБИЈА НЕШТО ВЕЋА ПОВРШИНА АРМАТУРЕ ОД СТВАРНО ПОТРЕБНЕ. МЕЂУТИМ, У ОВОМ СЛУЧАЈУ СОПСТВЕНА ТЕЖИНА СТУБА УИЧИ ОКО 30% УКУПНЕ НОРМАЛНЕ СИЛЕ, ШТО НИЈЕ ЗАПЕМАРЉИВО. У СЛУЧАЈУ ДВОСТРУКО АРМИРАНИХ ПРЕСЕКА, ЗАПЕМАРИВАЊЕМ СИЛЕ ПРИТИСКА УИЧИМИ БИСМО ОДСТУПАЊЕ КОЈЕ НИЈЕ НА СТРАНИ СИГУРНОСТИ.



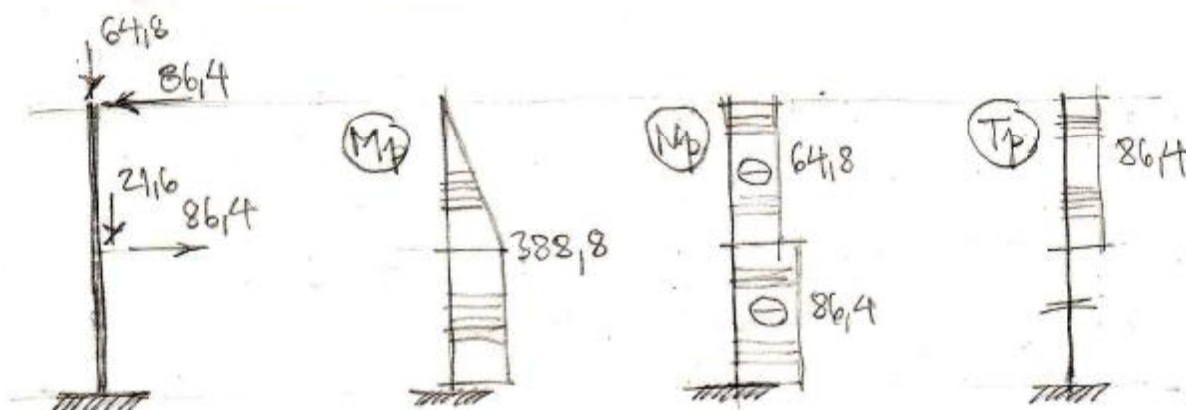
## 2. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

16.

### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



## 3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

ОД СВИХ ПРЕСЕКА СА КОНСТАНТНИМ МОМЕНТОМ САВИЈАЊА, МЕРОДАВАМ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНЕ ПОВРШИНЕ ЗАТЕГНУТЕ АРМАТУРЕ ЈЕ ПРЕСЕК СА МИНИМАЛНОМ СИЛОМ ПРИТИСКА, ДАКЛЕ ПРЕСЕК 1-1 (НЕПОСРЕДНО ИЗНАД КРАТКОГ ЕЛЕМЕНТА):

$$M_{u1} = 1,6 \cdot 1279,0 + 1,8 \cdot 388,8 = 2746,24 \text{ кНм}$$

$$N_{u1} = 1,6 \cdot 213,16 + 1,8 \cdot 64,8 = 544,11 \text{ кН}$$

ПРЕТП.  $a_1 = 12 \text{ см} \rightarrow h = 120 - 12 = 108 \text{ см}$

$$M_{au} = 2746,24 + 544,11 \cdot \left( \frac{120}{2} - 0,12 \right) = 3007,4 \text{ кНм}$$

$$K_u = \frac{108,0}{\sqrt{\frac{3007,4 \cdot 10^2}{40,0 \cdot 2105}}} = 1,783 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_{ay} = 3,5 / 3,7\%$$

КАКО ЈЕ ДИЛАТАЦИЈА У АРМАТУРИ МАЊА ОД ЗАХТЕВАЊЕ, 17. ПОТРЕБНО ЈЕ ПРЕСЕК ДВОЈНО АРМИРАТИ. ПРИ ТОМЕ ЈЕ, ОД СВИХ ПРЕСЕКА СА КОНСТАНТИМ МОМЕНТОМ САВИЈАЊА, ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНЕ ПОВРШИНЕ ПРИТИСКИХ АРМАТУРЕ МЕРОДАВАЈ ПРЕСЕК СА МАКСИМАЛНОМ СИЛОМ ПРИТИСКА, ДАКЛЕ ПРЕСЕК 2-2 (У УКЉЕШТЕЊУ). НА ОСНОВУ ТОГА ЗАКЉУЧУЈЕМО ДА ЈЕ ДОВОЉНО СРАЧУНАТИ САМО:

$A_{a1, \text{ПOTP.}}$  У ПРЕСЕКУ 1-1  
 $A_{a2, \text{ПOTP.}}$  У ПРЕСЕКУ 2-2

$$\text{УСВОЈЕНО } \epsilon_b / \epsilon_{a1} = 3,5 / 5,0\% \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} k = 1,903 \\ \bar{\mu} = 33,333\% \\ \xi_b = 0,829 \end{array} \right\}$$

$$M_{a1}^{(1-1)} = \left( \frac{108,0}{1,903} \right)^2 \cdot 40,0 \cdot 10^{-2} \cdot 205 = 2641,1 \text{ кNm}$$

$$\Delta M_{a1}^{(1-1)} = 3007,4 - 2641,1 = 366,3 \text{ кNm}$$

$$A_{a1} = 33,333 \cdot \frac{40,0 \cdot 108,0}{100} \cdot \frac{205}{24,0} + \frac{366,3 \cdot 10,0^2}{(108-5) \cdot 24} - \frac{544,11}{24,0} = 115,29 \text{ cm}^2$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{19 \phi 28} \quad (117,0 \text{ cm}^2)$$

ПРЕСЕК 2-2 (max  $A_{a2}$ ):

$$M_{a1}^{(2-2)} = M_{a1}^{(1-1)} = 2746,24 \text{ кNm}$$

$$M_{a2}^{(2-2)} = 1,6 \cdot 362,0 + 1,8 \cdot 86,4 = 734,72 \text{ кNm}$$

$$M_{a1}^{(2-2)} = 2746,24 + 734,72 \cdot \left( \frac{1,20}{2} - 0,12 \right) = 3098,9 \text{ кNm}$$

$$\Delta M_{a1}^{(2-2)} = 3098,9 - 2641,1 = 457,8 \text{ кNm}$$

$$A_{a2} = \frac{457,8 \cdot 10^2}{(108,0 - 5,0) \cdot 24,0} = 18,70 \text{ cm}^2$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{3 \phi 28} \quad (18,47 \text{ cm}^2)$$

### 3.1. КОНТРОЛА ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

$$T_n = 1,6 \cdot 284,2 + 1,8 \cdot 86,4 = 610,24 \text{ кN}$$

$$z_b = \xi_b \cdot h = 0,829 \cdot 108,0 = 89,5 \text{ cm}$$

$$T_n = \frac{610,24}{40,0 \cdot 89,5} = 0,170 \text{ кN/cm}^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} > T_{r2} = 0,11 \text{ кN/cm}^2 \\ < 3T_r \end{array} \right\}$$

$$T_{\text{вн}} = \frac{1}{2} \cdot (3,0,11 - 0,170) \cdot 40,0 \cdot 89,5 = 285,8 \text{ кН}$$

$$T_{\text{кн}} = 610,24 - 285,8 = 324,44 \text{ кН}$$

$$\tau_{\text{кн}} = \frac{324,44}{40,0 \cdot 89,5} = 0,091 \text{ кН/см}^2$$

ОСИГУРАЊЕ ОД ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА ПОТРЕБНО ЈЕ ИЗВРШИТИ НИТАВОМ ГОРЊЕМ ДЕЛУ СТУБА ( $\lambda = 4,50 \text{ м}$ ). ОСИГУРАЊЕ ВРШИМО ВЕРТИКАЛНИМ УЗЕЊЦИЈАМА:

$$\text{УСВОЈЕНО: } \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 90^\circ; \\ \theta = 45^\circ; \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} m = 4 \\ U\phi 10 \text{ (} a_a^{(1)} = 0,785 \text{ см}^2 \text{)} \end{array} \right\}$$

$$e_{\text{н}} = \frac{4 \cdot 0,785}{40,0 \cdot 0,091} \cdot 24,0 \cdot (0 + 1,0 \cdot 1,0) = 20,8 \text{ см}$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{U\phi 10/20} \text{ (} m = 4 \text{)}$$

$$\mu_{\text{нз}} = \frac{4 \cdot 0,785}{40,0 \cdot 20,0} \cdot 100\% = 0,393\% > 0,2\% = \mu_{\text{нз, мин}}$$

$$\tau_{\text{нз}} = \frac{4 \cdot 0,785}{40,0 \cdot 20,0} \cdot 24,0 = 0,094 \text{ кН/см}^2 > \tau_{\text{кн}} = 0,091 \text{ кН/см}^2$$

⊗ РАДИ БОЉЕГ УТРАЂИВАЊА БЕТОНА У ОВАКО ЈАКО АРМИРАН ПРЕСЕК, УПУТНИЈЕ ЈЕ УСВОЈИТИ ДВОСЕЧНЕ УЗЕЊЦИЈЕ НА ДВОСТРУКО МАЊЕМ РАСТОЈАЊУ,

$$\Delta A_a = \frac{610,24}{2 \cdot 24,0} \cdot (1,0 - 0) = 12,71 \text{ см}^2$$

$$\text{УСВОЈЕНО } \boxed{3\phi 28} \text{ (} 18,47 \text{ см}^2 \text{)}$$