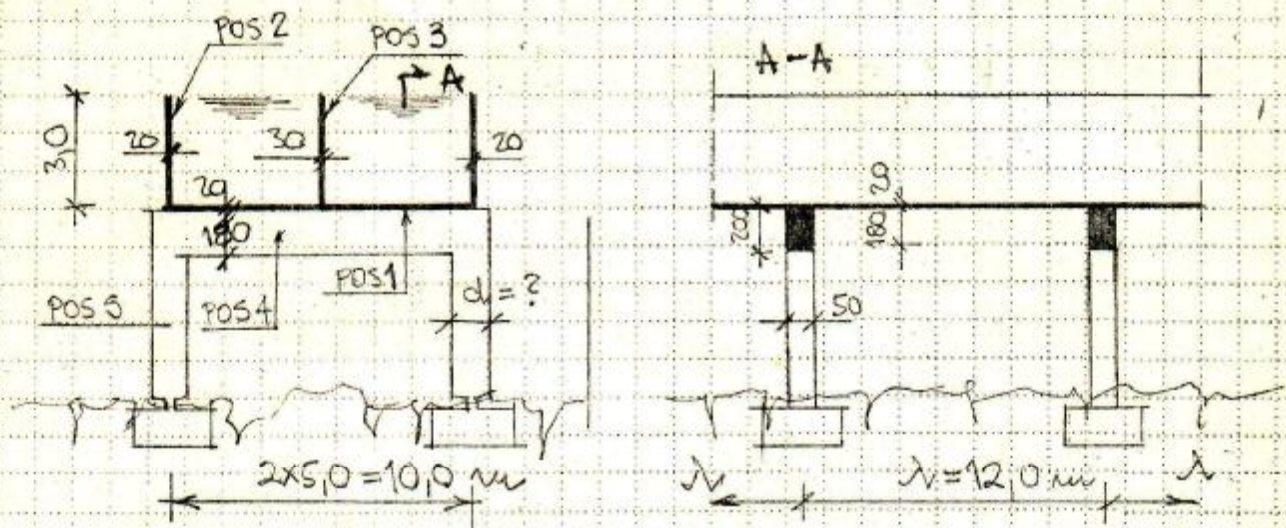


БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ 1  
ТЕОРИЈА БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

ЛИСМЕНИ ИСПИТ  
2.10.1991.



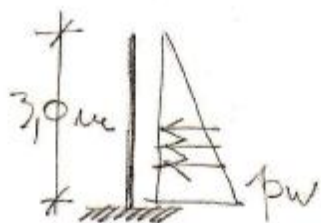
ЗА КОНСТРУКЦИЈУ АКВАДУКТА НА СКИЦИ, ПОТРЕБНО ЈЕ:

1. ДИМЕНЗИОНИСАТИ СЛУБОВЕ И ПЛОЧУ АКВАДУКТА У ПОПРЕЧНОМ ПРАВЦУ. ПРИКАЗАТИ РАСПОРЕД АРМАТУРЕ У ПРЕСЕКУ,
2. СРАЧУНАТИ УТИЦАЈЕ И ДИМЕНЗИОНИСАТИ НОСАЧ ПОС 3 У КАРАКТЕРИСТИЧНИМ ПРЕСЕЦИМА ПРЕМА М И Т. (ПОДУЖНИ ПРАВАЦ)
3. ИЗВРШИТИ АНАЛИЗУ ОПТЕРЕЋЕЊА И НАЦРТАТИ ДИЈАГРАМЕ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА ЗА РАМ ПОС 4, ПОС 5. ПРИ ПРОРАЧУЊУ УТИЦАЈА УСВОЈИТИ  $J = \text{const}$ .
4. ДИМЕНЗИОНИСАТИ ПОС 4 У КАРАКТЕРИСТИЧНИМ ПРЕСЕЦИМА ПРЕМА УТИЦАЈИМА СРАЧУНАТИМ У ПРЕТХОДНОЈ ТАЧКИ.
5. ОДРЕДИТИ НЕПОЗНАТУ ДИМЕНЗИЈУ СЛУБА  $d$  И ПОТРЕБНУ ПОВРШИНУ АРМАТУРЕ УЗ ЗАДОВОЉЕЊЕ УСЛОВА  $\epsilon_a = 5\%$ .
6. НАЦРТАТИ У ПРИБЛИЖНОЈ РАЗМЕРИ ПЛАН АРМАТУРЕ РАМА ПОС 4, ПОС 5 И ПРИКАЗАТИ КАРАКТЕРИСТИЧНЕ ПОПРЕЧНЕ ПРЕСЕКЕ.

MB 40  
RA 400/500

# POS 2 - ПОПРЕЧНИ ПРАВАЦ

## 1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕТЕЊА



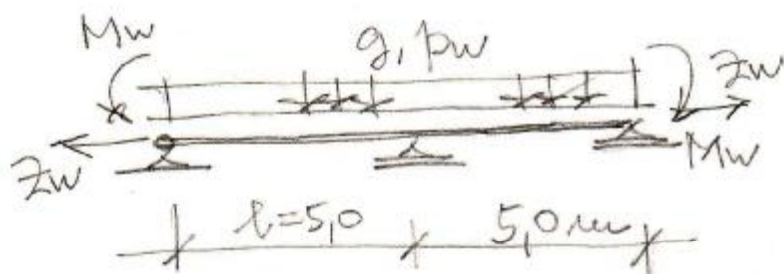
$$p_w = \gamma_w \cdot h = 10,0 \cdot 3,0 = 30,0 \text{ kN/m}^2$$

$$M_w = 30,0 \cdot \frac{3,0^2}{6} = 45,0 \text{ kNm/m}^1$$

$$R_w = 30,0 \cdot 3,0/2 = 45,0 \text{ kN/m}^1$$

# POS 1 - КОИТИЊАЛНА ПЛОТА

## 1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕТЕЊА



$$g = 0,20 \cdot 25,0 = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$p_w = 3,0 \cdot 10,0 = 30,0 \text{ kN/m}^2$$

$$M_w = 45,0 \text{ kNm/m}^1$$

$$z_w = 45,0 \text{ kNm/m}^1$$

## 2. ПРОРАЧУН СТАТИЧКИХ УТИЦАЈА

### a) СТАЛНО ОПТЕРЕТЕЊЕ

$$M_g^0 = \frac{5,0 \cdot 5,0^2}{8} = 15,63 \text{ kNm/m}^1$$

$$A_g = \frac{3}{8} \cdot 5,0 \cdot 5,0 = 9,38 \text{ kN/m}^1$$

$$B_g = \frac{5}{4} \cdot 5,0 \cdot 5,0 = 31,25 \text{ kN/m}^1$$

### б) ВОДА

$$M_w^0 = \frac{30,0 \cdot 5,0^2}{8} - \frac{45,0}{2} = 71,25 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$A_w = \frac{3}{8} \cdot 30,0 \cdot 5 + \frac{3}{2} \cdot \frac{45}{5} = 69,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$$

$$B_w = \frac{5}{4} \cdot 30,0 \cdot 5 - 3 \cdot \frac{45}{5} = 160,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^1}$$

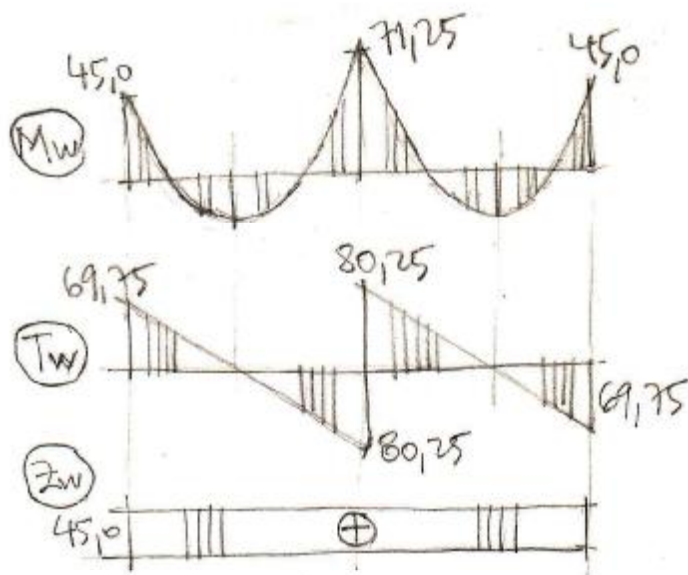
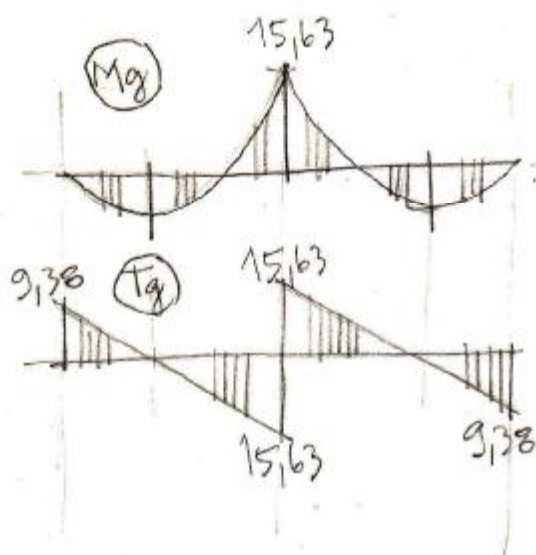
$$H_w = 45,0 \text{ kN/m}^1 = \text{const.}$$

### 3. ДИАГРАММИ ПРЕСЕТНИХ СИЛА

2.

а) СТАЛНО ОПТЕРЕЖЕЊЕ

б) ВОДА



### 4. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

а) СРЕДЊИ ОСЛОЊАЊ

$$MB40 \rightarrow f_b = 25,5 \text{ MPa} = 2,55 \text{ MN/cm}^2$$

$$RA-400/500 \rightarrow \sigma_v = 40,0 \text{ MN/cm}^2$$

$$\text{ПРЕТТИ. } a_1 = 3,0 \text{ cm} \rightarrow r_n = 20,0 - 3,0 = 17,0 \text{ cm}$$

$$M_{uc} = 1,6 \cdot 15,63 + 1,8 \cdot 71,25 = 153,25 \text{ MNcm}^2$$

$$Z_{uc} = 1,8 \cdot 45,0 = 81,0 \text{ MNcm}^2$$

$$M_{acc} = 153,25 - 81,0 \cdot \left(\frac{0,20}{2} - 0,03\right) = 147,58 \text{ MNcm}^2$$

$$k_v = \frac{17,0}{\sqrt{\frac{147,58 \cdot 10^2}{100 \cdot 2,55}}} = 2,235 \rightarrow \epsilon_0/\epsilon_a = 3,5/9,0\%$$

$$\mu = 22,666\%$$

$$A_a = 22,666 \cdot \frac{100,0 \cdot 17,0}{100} \cdot \frac{2,55}{40,0} + \frac{81,0}{40,0} = 26,59 \text{ cm}^2/\text{cm}^2$$

УСВОЈЕЊО  $R \phi 19/10$  (28,35 cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 26,59 = 5,32 \text{ cm}^2/\text{cm}^2$$

УСВОЈЕЊО  $R \phi 14/25$  (6,16 cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup>)

8) КРАЙНИ ОСЛОБЛЮ

$$M_{ue} = 1,8 \cdot 45,0 = 81,0 \text{ кНм/м}^2$$

$$Z_{ue} = 81,0 \text{ кНм/м}^2$$

$$M_{au} = 81,0 - 81,0 \cdot \left( \frac{0,20}{2} - 0,03 \right) = 75,33 \text{ кНм/м}^2$$

$$k_u = \frac{17,0}{\sqrt{\frac{75,33 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 2,55}}} = 3,128 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 1,975 / 10,0\%$$

$$\bar{\mu} = 10,926\%$$

$$A_a = 10,926 \cdot \frac{100,0 \cdot 17,0}{100} \cdot \frac{2,55}{40,0} + \frac{81,0}{40,0} = 13,87 \text{ см}^2/\text{м}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R \phi 14/10}$  (15,39 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 13,87 = 2,78 \text{ см}^2/\text{м}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R \phi 10/25}$  (3,14 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>)

9) ПРЕСЕК У ПОСР

$$M_u = 1,6 \cdot M_g + 1,8 \cdot M_p = 1,6 \cdot \left( A_g \cdot x - g \cdot \frac{x^2}{2} \right) + 1,8 \cdot \left( A_w \cdot x - p_w \cdot \frac{x^2}{2} - M_w \right)$$

$$M_u = A_u \cdot x - q_u \cdot \frac{x^2}{2} - M_u^{(z)}$$

$$\frac{dM_u}{dx} = 0 \rightarrow x_{(\max. M_u)} = \frac{A_u}{q_u} = \frac{1,6 A_g + 1,8 A_w}{1,6 \cdot g + 1,8 \cdot p_w}$$

$$x_{\max} = \frac{1,6 \cdot 9,38 + 1,8 \cdot 69,75}{1,6 \cdot 5,0 + 1,8 \cdot 30,0} = \frac{140,55}{62,0} = 2,27 \text{ м}$$

$$M_{u \max} = 140,55 \cdot 2,27 - 62,0 \cdot \frac{2,27^2}{2} - 81,0 = 78,31 \text{ кНм/м}^2$$

$$Z_u = 81,0 \text{ кНм/м}^2$$

$$M_{au} = 78,31 - 81,0 \cdot \left( \frac{0,20}{2} - 0,03 \right) = 72,64 \text{ кНм/м}^2$$

$$k_u = \frac{17,0}{\sqrt{\frac{72,64 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 2,55}}} = 3,185 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 1,925 / 10,0\%$$

$$\bar{\mu} = 10,552\%$$

$$A_a = 10,552 \cdot \frac{100,0 \cdot 17,0}{100} \cdot \frac{2,55}{40,0} + \frac{81,0}{40,0} = 13,46 \text{ см}^2/\text{м}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R \phi 14/10}$  (15,39 см<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 13,76 = 2,69 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

УСВОЛЕНО  $\boxed{R\phi 10/25}$  (3,14 cm<sup>2</sup>/m<sup>1</sup>)

g) ПОС 2, ПОС 3 - ПОПРЕЧНИ ПРАВАЦУ

$$M_u = 1,8 \cdot 45,0 = 81,0 \text{ kNm/m}^1$$

$$\kappa = \frac{17,0}{\sqrt{\frac{81,0 \cdot 10^2}{100,0 \cdot 255}}} = 3,016 \rightarrow \epsilon_b/\epsilon_a = 2,10/10,0\%$$
  
$$\bar{\mu} = 11,846\%$$

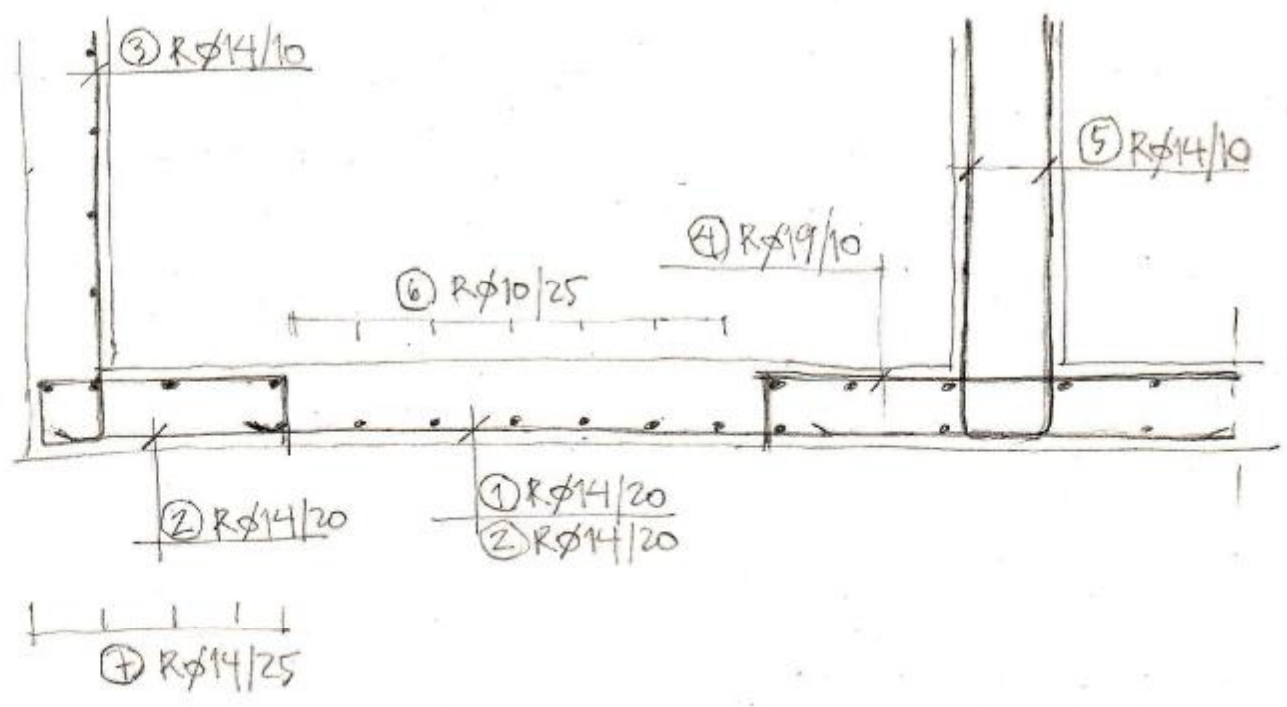
$$A_a = 11,846 \cdot \frac{100,0 \cdot 17,0}{100} \cdot \frac{255}{40,0} = 12,84 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

УСВОЛЕНО  $\boxed{R\phi 14/10}$  (15,39 cm<sup>2</sup>/m<sup>1</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 12,84 = 2,57 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

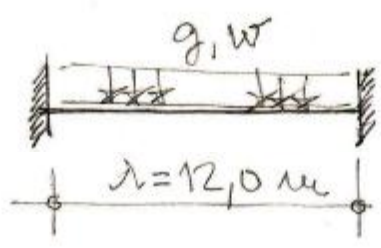
УСВОЛЕНО  $\boxed{R\phi 10/25}$  (3,14 cm<sup>2</sup>/m<sup>1</sup>)

5. РАСНОРЕД АРМАТУРЕ У ПРЕСЕКУ



# POS 3 - ПОДУЖНИ ПРАВАЦ

## 1. СТАТИЧКИ СИСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕТЊЕЊА



сопств. тежина  
од POS 1:

$$0,30 \cdot 3,0 \cdot 25,0 = 22,5 \text{ kN/m}^1$$

$$B_g = 31,25 \text{ kN/m}^1$$

$$g = 53,75 \text{ kN/m}^1$$

ВОДА (од POS 1):

$$B_w = |p = 160,5 \text{ kN/m}^1$$

## 2. ЛИНАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

а) СТАЛНО ОПТЕРЕТЊЕЊЕ

б) ВОДА

$$M_g^0 = 53,75 \cdot \frac{12,0^2}{12} = 645,0 \text{ kNm}$$

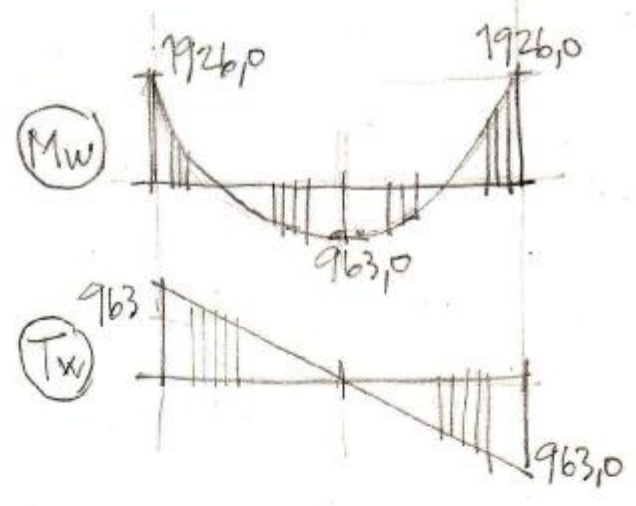
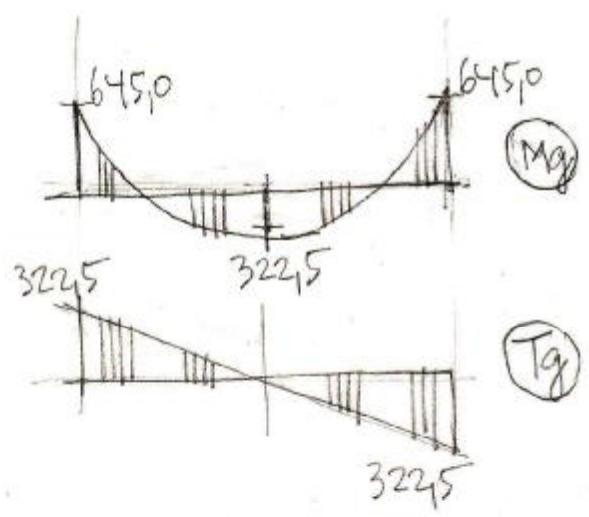
$$M_g^p = 53,75 \cdot \frac{12,0^2}{24} = 322,5 \text{ kNm}$$

$$T_g = 53,75 \cdot 12,0 / 2 = 322,5 \text{ kN}$$

$$M_w^0 = 160,5 \cdot 12,0^2 / 12 = 1926,0 \text{ kNm}$$

$$M_w^p = 160,5 \cdot 12,0^2 / 24 = 963,0 \text{ kNm}$$

$$T_w = 160,5 \cdot 12,0 / 2 = 963,0 \text{ kN}$$



## 3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

а) ослоњац

$$M_{se} = 1,6 \cdot 645,0 + 1,8 \cdot 1926,0 = 4498,8 \text{ kNm}$$

$$l_0 \approx 2,0 \cdot 20 \cdot \lambda = 4,80 \text{ m} \rightarrow B = \text{min} \left\{ \begin{array}{l} 30 + 20 \cdot 20 = 430 \\ 30 + 0,25 \cdot 480 = 150 \\ e = 500 \end{array} \right.$$

$$B = 150,0 \text{ cm}$$

ПРЕТП.  $a_1 = 12 \text{ см} \rightarrow h = 300 - 12 = 288 \text{ см}$

ПРЕТПОСТАВЛЯМО ДА СЕ НЕУТРАЛНА ЛИНИЈА НАЛАЗИ У ПЛОЧИ, ПА ПРОРАЧУНА СПРОВОДИМО ЗА ПРАВОУГАОНИ ПРЕСЕК ШИРИНЕ  $B = 150 \text{ см}$ :

$$k = \frac{288,0}{\sqrt{\frac{4498,8 \cdot 10^2}{150,0 \cdot 255}}} = 8,398 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 0,625 / 10\%$$

$$s = 0,059$$

$$\mu = 1,647\%$$

$$\xi_p = 0,980$$

$$x = s \cdot h = 0,059 \cdot 288,0 = 17,0 \text{ см} < d_p = 20,0 \text{ см}$$

ПРЕТПОСТАВКА О ПОЛОЖАЈУ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ ЈЕ БИЛА ТАЧНА, ПА СЕ ПОТРЕБНА ПОВРШИНА АРМАТУРЕ ОДРЕЂУЈЕ КАО:

$$A_a = 1,647 \cdot \frac{150,0 \cdot 288,0}{100} \cdot \frac{255}{40,0} = 45,36 \text{ см}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{16 R \varnothing 19} \quad (45,36 \text{ см}^2)$

б) ПОЛОЖЕ

$$M_u = 1,6 \cdot 322,5 + 1,8 \cdot 963,0 = 2249,4 \text{ кNm}$$

ПРЕТП.  $a_1 = 7 \text{ см} \rightarrow h = 300 - 10 = 293 \text{ см}$

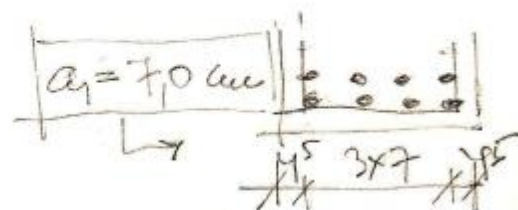
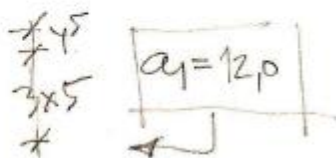
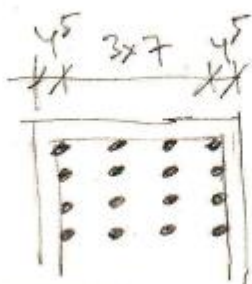
$$k = \frac{293,0}{\sqrt{\frac{2249,4 \cdot 10^2}{30,0 \cdot 255}}} = 5,403 \rightarrow \epsilon_b / \epsilon_a = 0,975 / 10\%$$

$$\mu = 3,627\%$$

$$A_a = 3,627 \cdot \frac{30,0 \cdot 293,0}{100} \cdot \frac{255}{10,0} = 20,32 \text{ см}^2$$

$$\text{min } A_a = 0,20 \cdot \frac{30 \cdot 300}{100} = 18,0 \text{ см}^2 < A_a, \text{ ПОТР.} = 20,32 \text{ см}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{8 R \varnothing 19} \quad (22,68 \text{ см}^2)$



### 3.1. КОНТРОЛ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

$$T_{re} = 1,6 \cdot 322,5 + 1,8 \cdot 963,0 = 2249,4 \text{ kN}$$

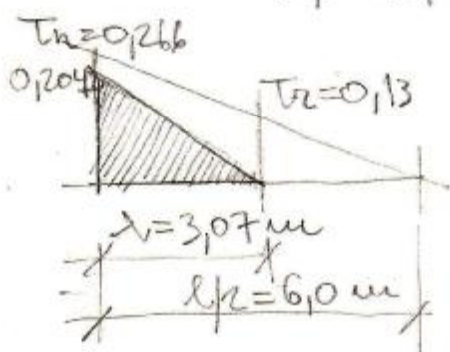
$$z_b = \xi_b \cdot h = 0,980 \cdot 288,0 = 282,0 \text{ cm}$$

$$T_{tr} = \frac{2249,4}{30,0 \cdot 282,0} = 0,266 \text{ kN/cm}^2 > T_{tr} = 0,13 \text{ kN/cm}^2 < 3T_{tr}$$

$$T_{se} = \frac{1}{2} (3 \cdot 0,13 - 0,266) \cdot 30,0 \cdot 282,0 = 524,5 \text{ kN}$$

$$T_{ru} = 2249,4 - 524,5 = 1724,9 \text{ kN}$$

$$T_{ru} = \frac{1724,9}{30,0 \cdot 282,0} = 0,204 \text{ kN/cm}^2$$



$$\lambda = \frac{l}{2} \left( 1 - \frac{T_{tr}}{T_{ru}} \right) = 6,0 \cdot \left( 1 - \frac{0,13}{0,266} \right) = 3,07 \text{ m}$$

↳ ДУЖИНА ОСИГУРАЊА

ОСИГУРАЊЕ СЕ ВРШИ ВЕРТИКАЛНИМ УЗЕЦИЈАМА. УСВАЈАМО:

$$\left. \begin{matrix} m=2 \\ \alpha=90^\circ \\ \theta=45^\circ \end{matrix} \right\} \rightarrow a_{se}^{(1)} = \frac{0,204 \cdot 30,0}{2 \cdot 40,0 \cdot (0+1,1)} \cdot e_u = 0,076 \cdot e_u$$

$$\text{ПРЕТП. UR}\phi 10 \rightarrow e_u \leq \frac{0,785}{0,076} = 10,27 \text{ cm} \rightarrow \boxed{\text{UR}\phi 10/10}$$

ОВОЈ АРМАТУРИ ЈЕ ПОТРЕБНО ДОДАТИ И АРМАТУРУ ЗА ПРИХВАТАЊЕ ОБЕШЕНОГ ТЕРЕТА  $q_m$ , КОЈА СЕ ПОСТАВЉА ДУЖ ЦИТАВОГ РАСПОНА:

$$q_m = 1,6 q_f + 1,8 p_w = 1,6 \cdot 53,75 + 1,8 \cdot 160,5 = 374,9 \text{ kN/m}^1$$

$$A_{sav} = \frac{q_m}{b_v} = \frac{374,9}{40,0} = 9,37 \text{ cm}^2/\text{m}^1 \quad (\pm 4,69 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

ЗА УСВОЈЕЊЕ  $e_a = 10 \text{ cm}$ :

$$A_{sav}^{(1)} \gg \frac{A_{sav} \cdot e_a}{100} = \frac{\pm 4,69 \cdot 10,0}{100} = 0,469 \text{ cm}^2 \rightarrow \boxed{\pm R\phi 8/10}$$

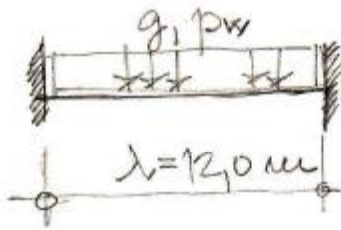
а) УСВОЈЕЊЕ УЗЕЦИЈЕ UR $\phi$ 10/10 И UR $\phi$ 8/10

б) ЗАЈЕДНИЧКЕ UR $\phi$ 14/12<sup>5</sup>; А UR $\phi$ 10/15 ВАЧ ЗОНЕ У КОЈОЈ ЈЕ НЕПОХОДНО ОСИГУРАЊЕ ОД ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА



## POS 2 - ПОДУЖНИ ПРАВАЦ

### 1. СТАТИЧКИ СУСТЕМ, АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА И РЕАКЦИЈЕ ОСНОВАЦА



CONC. ТЕЖИНА:  
ОД POS 1:

$$0,20 \cdot 3,0 \cdot 25,0 = 15,0 \text{ kN/m}$$

$$A_g = 9,38 \text{ kN/m}$$

ВОДА:

$g = 24,38 \text{ kN/m}$
$A_w = pw = 69,75 \text{ kN/m}$

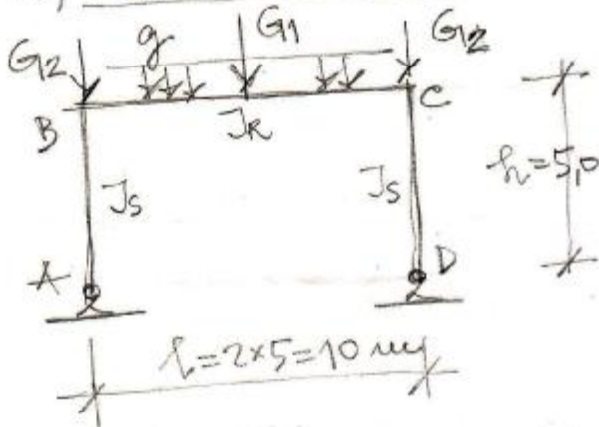
$$T_g = 24,38 \cdot 12,0 / 2 = 146,25 \text{ kN}$$

$$T_w = 69,75 \cdot 12,0 / 2 = 418,5 \text{ kN}$$

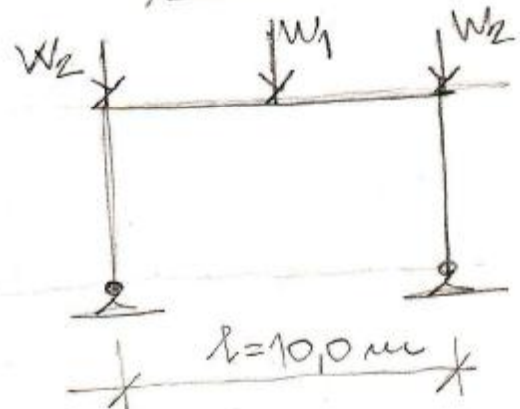
## POS 4, POS 5

### 1. СТАТИЧКИ СУСТЕМ И АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА

#### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



#### б) ВОДА



СТАТИЧКИ УТИЦАЈИ СУ СРАЧУНАТИ ПОМОЋУ ТАБЕЛИЦА У ПРИЛОГУ, ЗА УСВОЈЕНО  $J_R = J_S = \text{CONST.}$  (ДИМЕКЦИЈА СТУБА ЈЕ НЕПОЗНАТА)

$$J_R = J_S = \text{CONST.} \rightarrow k = \frac{J_R \cdot h}{J_S \cdot l} = 1 \cdot \frac{5}{10} = 0,5$$

$$N = 2k + 3 = 2 \cdot 0,5 + 3 = 4,0$$

- CONC. ТЕЖИНА:  $0,50 \cdot 20 \cdot 25,0 = 25,0 \text{ kN/m}$

ОД POS 3:  $G_1 = 2R_g^{(3)} = 2 \cdot 322,5 = 645,0 \text{ kN}$

$W_1 = 2R_w^{(3)} = 2 \cdot 963,0 = 1926,0 \text{ kN}$

ОД POS 2:  $G_2 = 2R_g^{(2)} = 2 \cdot 146,25 = 292,5 \text{ kN}$

$W_2 = 2R_w^{(2)} = 2 \cdot 418,5 = 837,0 \text{ kN}$

## 2. ПРОРАЧУН СТАТИЧКИХ УТИЦАЈА

9.

a) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$V_A = V_D = 25,0 \cdot 10,0 / 2 + 292,5 + 645,0 / 2 = 740,0 \text{ kN}$$

$$M_B = M_C = \frac{3 \cdot 645,0 \cdot 10,0}{8 \cdot 4,0} + \frac{25,0 \cdot 10,0^2}{4 \cdot 4,0} = 760,94 \text{ kNm}$$

$$M_{g, \max} = -760,94 + \frac{25,0 \cdot 10^2}{8} + \frac{645,0 \cdot 10}{4} = 1164,06 \text{ kNm}$$

$$H_A = H_D = \frac{760,94}{5,0} = 152,19 \text{ kN}$$

b) ВОДА

$$V_A = V_D = 1926,0 / 2 + 837,0 = 1800,0 \text{ kN}$$

$$M_B = M_C = \frac{3 \cdot 1926,0 \cdot 10,0}{8 \cdot 4,0} = 1805,63 \text{ kNm}$$

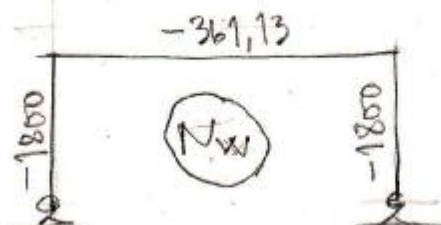
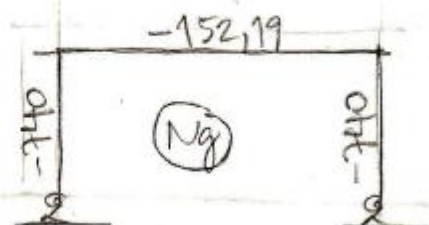
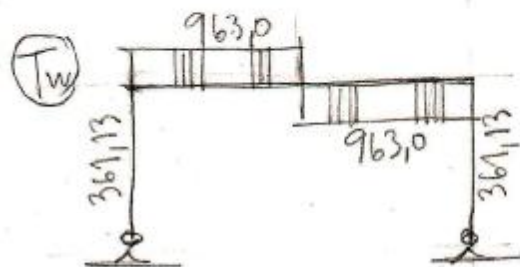
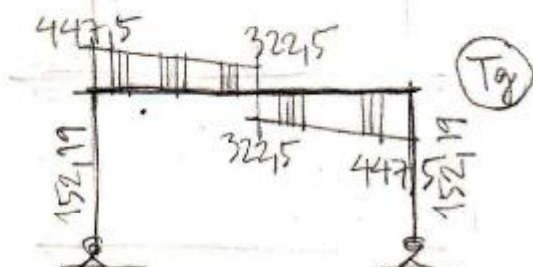
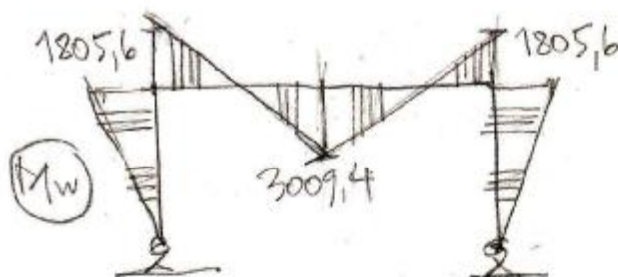
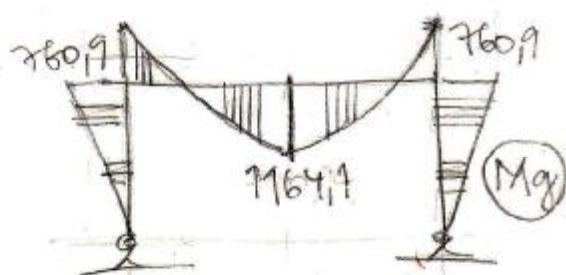
$$M_{w, \max} = -1805,63 + \frac{1926,0 \cdot 10,0}{4} = 3009,38 \text{ kNm}$$

$$H_A = H_D = \frac{1805,63}{5,0} = 361,13 \text{ kN}$$

## 3. ДИЈАГРАМИ ПРЕСЕЧНИХ СИЛА

a) СТАЛНО ОПТ.

b) ВОДА



#### 4. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ПОС4

10.

a) ПРЕСЕК У ПОЛОУ (1-1)

$$M_{ue} = 1,6 \cdot 1164,1 + 1,8 \cdot 3009,4 = 7279,4 \text{ kNm}$$

$$N_{ue} = 1,6 \cdot 152,19 + 1,8 \cdot 361,13 = 893,5 \text{ kN}$$

$$l_0 \approx 0,625 \cdot 10 = 6,25 \text{ m} \rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 50 + 20 \cdot 20 = 450 \\ 50 + 0,25 \cdot 625 = 206,3 \\ \lambda = 1200 \end{array} \right\} \approx \underline{\underline{200 \text{ cm}}}$$

$$\text{ПРЕТН. } a_1 = 10 \text{ cm} \rightarrow h = 200 - 10 = 190 \text{ cm}$$

$$M_{au} = 7279,4 + 893,5 \cdot \left( \frac{20,0}{2} - 0,10 \right) = 8083,6 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{sp} = \frac{8083,6 \cdot 10^2}{(190,0 - \frac{20,0}{2}) \cdot 200,0 \cdot 200,0} = 1,12 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 11,2 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{sp} = 2 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{11,2}{25,5}} \right) = 0,504\% ; \epsilon_a = 10\%$$

$$x_0 = \frac{0,504}{10,0 + 0,504} \cdot \left( 190,0 - \frac{20,0}{2} \right) = 8,63 \text{ cm} < \frac{d_p}{2} = 10 \text{ cm}$$

НЕУТРАЛНА ЛИНИЈА СЕ НАЛАЗИ У ПЛОЧИ, ПА ПОТРЕБЊУ ПОВРШИНУ АРМАТУРЕ ОДРЕЂУЈЕМО ЗА ПРАВОУГАОНИ ПРЕСЕК ШИРИНЕ  $B = 200 \text{ cm}$ :

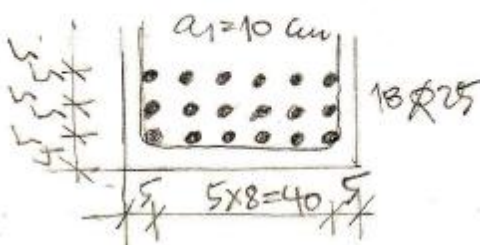
$$k_s = \frac{190,0}{\sqrt{\frac{8083,6 \cdot 10^2}{200,0 \cdot 255}}} = 4,772 \rightarrow \epsilon_s / \epsilon_a = 1,125 / 10\%$$

$$\mu = 4,622\%$$

$$\xi_s = 0,964$$

$$A_a = 4,622 \cdot \frac{200,0 \cdot 190,0}{100} \cdot \frac{255}{40,0} - \frac{893,5}{40,0} = 89,63 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО **18R $\phi$ 25** (88,36 cm<sup>2</sup>)



δ) ПРЕСЕК У УГЛУ ПАМА (2-2)

$$M_{ue} = 1,6 \cdot 760,9 + 1,8 \cdot 1805,6 = 4467,4 \text{ kNm}$$

$$N_{ue} = 893,5 \text{ kN}$$

ПРЕТН.  $a_1 = 8 \text{ cm} \rightarrow r_n = 200,0 - 8,0 = 192,0 \text{ cm}$

$$M_{aue} = 4467,4 + 893,5 \cdot \left( \frac{210}{2} - 0,08 \right) = 5289,7 \text{ kNm}$$

$$k_v = \frac{192,0}{\sqrt{\frac{5289,7 \cdot 10^2}{50,0 \cdot 255}}} = 2,981 \rightarrow \varepsilon_s / \varepsilon_a = 2,125 / 10\%$$

$$\bar{\mu} = 12,027\%$$

$$\xi_s = 0,934$$

$$A_a = 12,027 \cdot \frac{50,0 \cdot 192,0}{100} \cdot \frac{255}{40} - \frac{893,5}{40} = 51,27 \text{ cm}^2$$

УПОБОЈЕНО 12 R $\phi$ 25 (58,91 cm<sup>2</sup>)

4.1. КОНТРОЛ ТАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

ПРЕСЕК 2-2

$$T_{ue}^{(2)} = 1,6 \cdot 447,5 + 1,8 \cdot 963,0 = 2449,4 \text{ kN}$$

$$z_{B2} = 0,934 \cdot 192,0 = 179,3 \text{ cm}$$

$$T_{tr}^{(2)} = \frac{2449,4}{50,0 \cdot 179,3} = 0,273 \text{ MN/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} > T_r = 0,13 \text{ MN/cm}^2 \\ < 3T_r \end{array} \right\}$$

$$T_{true}^{(2)} = \frac{3}{2} \cdot (0,273 - 0,13) = 0,215 \text{ MN/cm}^2$$

ПРЕСЕК 1-1

$$T_{ue}^{(1)} = 1,6 \cdot 322,5 + 1,8 \cdot 963,0 = 2249,4 \text{ kN}$$

$$z_{B1} = 0,964 \cdot 190,0 = 183,2 \text{ cm}$$

$$T_{tr}^{(1)} = \frac{2249,4}{50,0 \cdot 183,2} = 0,246 \text{ MN/cm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} > T_r \\ < 3T_r \end{array} \right\}$$

$$T_{true}^{(1)} = \frac{3}{2} (0,246 - 0,13) = 0,173 \text{ MN/cm}^2$$

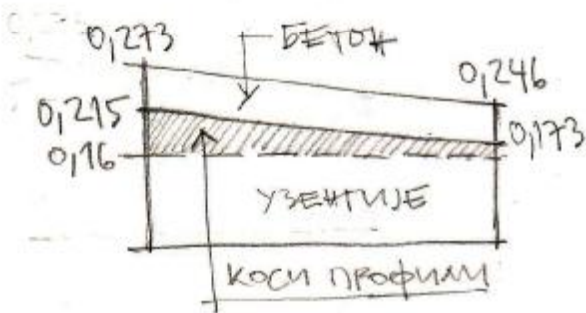
12.  
 ОСИГУРАЊЕ ОД ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА ЋЕ СЕ ИЗВРШИТИ ВЕРТИКАЛНИМ УЗЕЊИЈАМА И КОСО ПОВИЈЕНИМ ПРОФИЛИМА.

УСВОЈЕНО  $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = 90^\circ \\ \theta = 45^\circ \end{array} \right\}; m = 4 \left\{ \begin{array}{l} UR\phi 8 \\ UR\phi 8 \end{array} \right\} (a_{se}^{(1)} = 0,503 \text{ cm}^2)$

$m_{min} \mu_{uz} = 0,2\% \rightarrow e_u \leq \frac{4 \cdot 0,503}{50,0 \cdot 0,2\%} = 20,1 \text{ cm}$

УСВОЈЕНО  $[UR\phi 8/10] (m = 4)$

$\sigma_{e,se} = \frac{4 \cdot 0,503}{50,0 \cdot 10,0} \cdot 40,0 = 0,16 \text{ MN/cm}^2$



$x_k = \lambda = \frac{l}{2} = 5,0 \text{ m}$

$H_{me,k} = \left( \frac{0,215 + 0,173}{2} - 0,16 \right) \cdot 50,0 \cdot 500,0 = 831,2 \text{ MN}$

$\alpha_k = 45^\circ \rightarrow A_{ak} = \frac{831,2}{40 \cdot (0,707 + 1,0,707)} = 14,69 \text{ cm}^2$

УСВОЈЕНО  $[4R\phi 25] (19,64 \text{ cm}^2)$

ВАРИЈАНТА 2: САМО УЗЕЊИЈЕ

$a_{se}^{(1)} = \frac{l \cdot \sigma_{e,se}^{(2)}}{m \cdot \sigma_v} e_u = \frac{50,0 \cdot 0,215}{4 \cdot 40,0} e_u = 0,667 e_u$

УСВ.  $UR\phi 10 (a_{se}^{(1)} = 0,785 \text{ cm}^2) \rightarrow e_u \leq \frac{0,785}{0,667} = 11,7 \text{ cm}$

УСВОЈЕНО  $[UR\phi 10/10] (m = 4)$

ПО ЧИТАВОМ РАСПОЉУ КОСАЧА

## 5. ДИМЕНЗИОНАЛНАКЕ ПОС5

13.

$$M_u = 1,6 \cdot 760,9 + 1,8 \cdot 1805,6 = 4467,4 \text{ kNm}$$

$$N_u = 1,6 \cdot 740,0 + 1,8 \cdot 1800,0 = 4424,0 \text{ kN}$$

КАКО ЈЕ ПРЕСЕК ОПТЕРЕЋЕН НА СЛОЖЕНО САБИЈАЊЕ, ПОСТУПАК ОДРЕЂИВАЊА НЕПОЗНАТЕ ДИМЕНЗИЈЕ  $d$  ЈЕ ИТЕРАТИВАН.

УСВАЈАМО  $\epsilon_b / \epsilon_a = 3,5 / 5,0\%$   $\rightarrow$   $\kappa = 1,903$   
 $\mu = 33,333\%$   
 $\xi_b = 0,829$

### 1. КОРАК

$$M_{au} = M_u = 4467,4 \text{ kNm}$$

$$h^I = 1,903 \cdot \sqrt{\frac{4467,4 \cdot 10^2}{50,0 \cdot 2,55}} = 112,6 \text{ cm}$$

ПРЕТН.  $d = 150 \text{ cm}$ ;  $a_1 = 8,0 \text{ cm}$ .

### 2. КОРАК

$$M_{au} = 4467,4 + 4424,0 \cdot \left( \frac{150}{2} - 0,08 \right) = 7431,8 \text{ kNm}$$

$$h^{II} = 1,903 \cdot \sqrt{\frac{7431,8 \cdot 10^2}{50,0 \cdot 2,55}} = 145,3 \text{ cm}$$

$d^{II} = 145,3 + 8,0 = 153,3 \text{ cm} \rightarrow$  ПРЕТН.  $d = 155 \text{ cm}$

### 3. КОРАК

$$M_{au} = 4467,4 + 4424,0 \cdot \left( \frac{155}{2} - 0,08 \right) = 7542,3 \text{ kNm}$$

$$h^{III} = 1,903 \cdot \sqrt{\frac{7542,3 \cdot 10^2}{50,0 \cdot 2,55}} = 146,4 \text{ cm}$$

$d^{III} = 146,4 + 8,0 = 154,4 \sim 155 \text{ cm}$

УСВОЈЕНО  $d = 155 \text{ cm}$

$$A_{a1} = 33,333 \cdot \frac{50,0 \cdot 146,4}{100} \cdot \frac{2,55}{40} - \frac{4424,0}{40,0} = 44,91 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО  $10 R \phi 25$  ( $49,09 \text{ cm}^2$ )

5.1. КОНТРОЛЬ ТЛАННЫХ НАПОНА ЗАТЕЗАНА

14.

$$T_u = 1,6 \cdot 152,19 + 1,8 \cdot 361,13 = 893,5 \text{ мВ}$$

$$z_b = 0,829 \cdot 147,0 = 121,9 \text{ см}$$

$$t_n = \frac{893,5}{50,0 \cdot 121,9} = 0,147 \text{ мВ/см}^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} > t_r = 0,13 \text{ мВ/см}^2 \\ < 3t_r \end{array} \right.$$

$$T_{RM} = \frac{3}{2} \cdot (0,147 - 0,13) = 0,025 \text{ мВ/см}^2$$

УСЛОВИЕНО  $\left\{ \begin{array}{l} m=4 ; \alpha=90^\circ \\ UR\phi B ; \theta=45^\circ \end{array} \right\}$

$$\text{max. } \rho_{\text{св}} = \frac{\rho_{\text{св}}^{(1)}}{\rho_{\text{св}} \mu_{z, \text{min}}} = \frac{4 \cdot 0,503}{50,0 \cdot 0,2\%} = 20,1 \text{ см}$$

УСЛОВИЕНО  $\boxed{UR\phi B/20} (m=4)$

$$t_{\text{св}} = \frac{4 \cdot 0,503}{50,0 \cdot 20,0} \cdot 40,0 = 0,080 \frac{\text{мВ}}{\text{см}^2} > T_{RM} = 0,025 \frac{\text{мВ}}{\text{см}^2}$$