

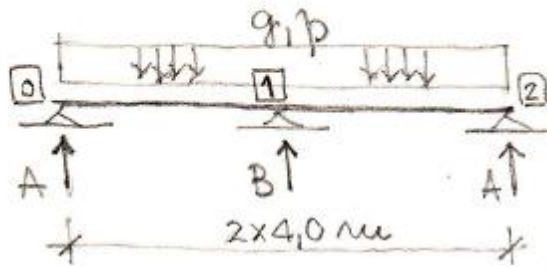
ZA KONSTRUKCIJU NA SKIJI POTREBNO JE:

1. DIMENZIONISATI PLOČU POS 1 ( $d = 14 \text{ cm}$ ) U KARAKTERISTIČNIM PRESECIMA I NACRTATI PLAN ARMATURE.
2. SRAČUNATI STATIČKE UTICAJE ZA GREDE POS 3 I DIMENZIONISATI JE PREMA M I Q U KARAKTERISTIČNIM PRESECIMA (DIMENZIJE GREDE  $b/d = 40/100 \text{ cm}$ ).
3. SRAČUNATI STATIČKE UTICAJE ZA GREDE POS 5 I DIMENZIONISATI JE PREMA M I Q ( $b/d = 50/100 \text{ cm}$ ).
4. ZA GREDE POS 5 NA MESTU max M ODREDITI RAZMAK I KARAKTERISTIČNU ŠIRINU PRSLINA.
5. ZA GREDE POS 5 SRAČUNATI UČEB U SREDINI RASPONA ZA  $t = 0$  I  $t \rightarrow \infty$  ( $\gamma = 2,6$ ,  $\chi = 9,8$ ).

NAPOMENA:

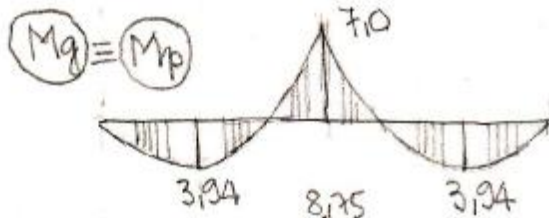
PRI PRORAČUNU STATIČKIH UTICAJA VEZY IZMEĐU STUBOVA I GREDA SMATRATI ZGLOBNOM.

# POS 1



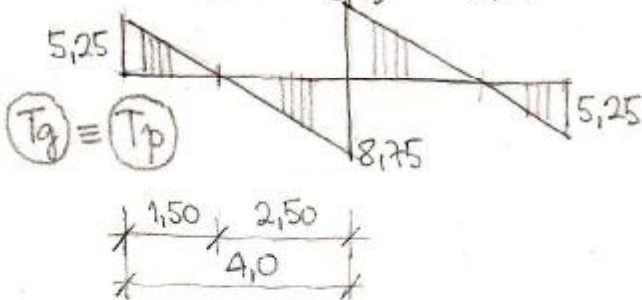
$$q = 0,14 \cdot 25,0 = 3,5 \text{ kN/m}^2$$
$$p = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

$$A_g = A_p = 0,375 \cdot 3,5 \cdot 4,0 = 5,25 \text{ kN/m}^1$$
$$B_g = B_p = 1,25 \cdot 3,5 \cdot 4,0 = 17,50 \text{ kN/m}^1$$



$$M_g^0 = M_p^0 = \frac{1}{8} \cdot 3,5 \cdot 4,0^2 = 7,0 \text{ kNm/m}^1$$

$$M_g^p = M_p^p = \frac{9}{128} \cdot 3,5 \cdot 4,0^2 = 3,94 \text{ kNm/m}^1$$



## ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

ОСЛОТНАЦА :

$$M_u = 1,6 \cdot 7,0 + 1,8 \cdot 7,0 = 23,8 \text{ kNm/m}^1$$

$$b/d/h = 100/14/11,5 \text{ cm}$$

$$k = \frac{11,5}{\sqrt{\frac{23,8}{2,55}}} = 3,764 \longrightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 1,525/10\%$$
$$\bar{\mu} = 7,525\%$$

$$A_a = 7,525 \cdot 11,5 \cdot \frac{2,55}{40} = 5,52 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

УСВОЈЕНО

$$\boxed{R\phi 12/20} \quad (5,65 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

$$A_{ap} = 0,2 \cdot 5,52 = 1,10 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

$$\text{MIN. } A_{ap} = 0,085 \cdot 14,0 = 1,19 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

УСВОЈЕНО

$$\boxed{R\phi 8/30} \quad (1,68 \text{ cm}^2/\text{m}^1)$$

ПОБЕ

$$M_u = 1,6 \cdot 3,94 + 1,8 \cdot 3,94 = 13,39 \text{ kNm/m}^1$$

$$k = \frac{11,5}{\sqrt{\frac{13,39}{2,55}}} = 5,019 \longrightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 1,05/10\%$$
$$\bar{\mu} = 4,116\%$$

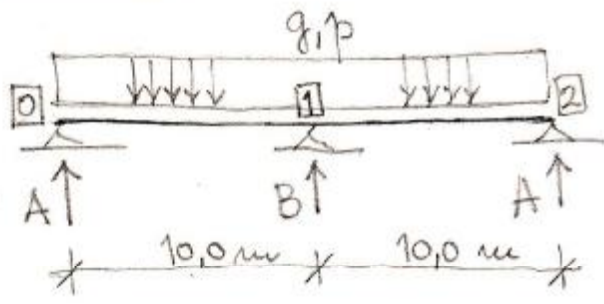
$$A_a = 4,116 \cdot 11,50 \cdot \frac{2,55}{40} = 3,02 \text{ cm}^2/\text{cm}^1$$

УСВОЈЕНО  $R\phi 10/20$  (3,93 cm<sup>2</sup>/cm<sup>1</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 3,02 = 0,60 \text{ cm}^2/\text{cm}^1 < \text{MIN. } A_{ap} = 1,19 \text{ cm}^2/\text{cm}^1$$

УСВОЈЕНО  $R\phi 8/30$  (1,68 cm<sup>2</sup>/cm<sup>1</sup>)

### POS 3



- СОПСТВЕНА ТЕЖИНА  $0,40 \cdot 1,00 \cdot 25,0 = 10,0 \text{ kN/cm}^1$   
 - РЕАКЦИЈА POS 1  $B_{g1} = 17,5 \text{ kN/cm}^1$

$$q = 27,5 \text{ kN/cm}^1$$

$$p = 17,5 \text{ kN/cm}^1$$

- РЕАКЦИЈА POS 1 (ПОВРЕМЕНО)  $B_{p1} =$

#### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_g^0 = \frac{1}{8} \cdot 27,5 \cdot 10,0^2 = 343,75 \text{ kNm}$$

$$M_g^p = \frac{9}{128} \cdot 27,5 \cdot 10,0^2 = 193,36 \text{ kNm}$$

$$A_g = 0,375 \cdot 27,5 \cdot 10,0 = 103,13 \text{ kN}$$

$$B_g = 1,25 \cdot 27,5 \cdot 10,0 = 343,75 \text{ kN}$$

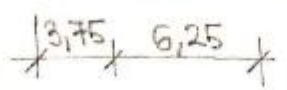
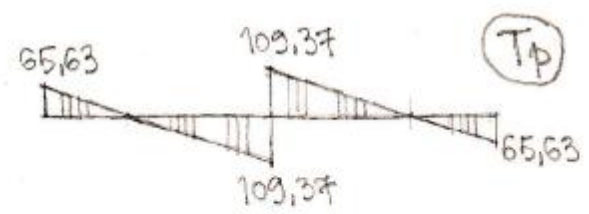
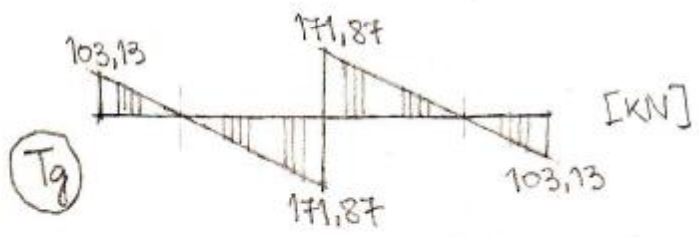
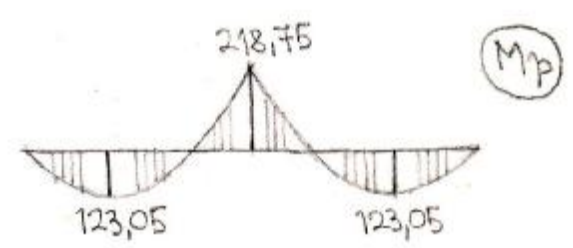
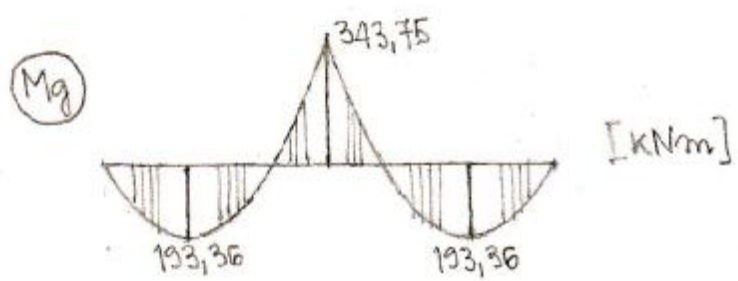
#### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_p^0 = \frac{1}{8} \cdot 17,5 \cdot 10,0^2 = 218,75 \text{ kNm}$$

$$M_p^p = \frac{9}{128} \cdot 17,5 \cdot 10,0^2 = 123,05 \text{ kNm}$$

$$A_p = 0,375 \cdot 17,5 \cdot 10,0 = 65,63 \text{ kN}$$

$$B_p = 1,25 \cdot 17,5 \cdot 10,0 = 218,75 \text{ kN}$$



- ОСЛОЈАЦ:

$$M_u = 1,6 \cdot 343,75 + 1,8 \cdot 218,75 = 943,75 \text{ kNm}$$

$$B = \min \left\{ \begin{array}{l} 40 + 20 \cdot 14 = 320 \text{ cm} \\ 40 + 0,25 \cdot 0,75 \cdot 1000 = 227,5 \text{ cm} \\ 400 \text{ cm} \end{array} \right\} = 227,5 \text{ cm}$$

$$B/d/r = 227,5/100/94 \text{ cm}$$

$$k = \frac{94,0}{\sqrt{\frac{943,75 \cdot 10^2}{227,5 \cdot 2,55}}} = 7,370 \longrightarrow \begin{array}{l} \epsilon_b/\epsilon_a = 0,675/10\% \\ \delta = 0,063 \\ \bar{\mu} = 1,894\% \end{array}$$

$$\delta \cdot r = 0,063 \cdot 94,0 = 5,9 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm}$$

$$A_a = 1,894 \cdot \frac{227,5 \cdot 94,0}{100} \cdot \frac{2,55}{40} = 25,82 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО FRØ22 (26,61 cm<sup>2</sup>)

- ПОЈОБЕ:

$$M_u = 1,6 \cdot 193,36 + 1,8 \cdot 123,05 = 530,86 \text{ kNm}$$

$$B/d/r = 40/100/95 \text{ cm}$$

$$k = \frac{95,0}{\sqrt{\frac{530,86}{0,40 \cdot 2,55}}} = 4,164 \longrightarrow \begin{array}{l} \epsilon_b/\epsilon_a = 1,325/10\% \\ \bar{\mu} = 6,039\% \end{array}$$

$$A_a = 6,039 \cdot \frac{40 \cdot 95,0}{100} \cdot \frac{2,55}{40} = 14,63 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО 4RØ22 (15,21 cm<sup>2</sup>)

КОНТРОЛ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА- СРЕДЊИ ОСЛОЈАЦ

$$T_u = 1,6 \cdot 171,87 + 1,8 \cdot 109,37 = 471,88 \text{ kN}$$

$$T_v = \frac{471,88}{40 \cdot 0,9 \cdot 94} = 0,139 \text{ kN/cm}^2 > T_c = 0,13 \text{ kN/cm}^2$$

$$T_{ku} = \frac{3}{2} \cdot (0,139 - 0,130) = 0,014 \text{ kN/cm}^2$$

ВЕРТИКАЛНЕ УЗЕЊИЈЕ:  $m=2$ ;  $\alpha=90^\circ$ ;  $\theta=45^\circ$ ; URØ8

$$\text{MIN. } \mu_{uz} = 0,2\% \longrightarrow e_u \leq \frac{m \cdot a_u^{(1)}}{\delta \cdot \text{MIN. } \mu_{uz}} = \frac{2 \cdot 0,503}{40 \cdot 0,2 \cdot 10^2} = 12,57 \text{ cm}$$

$$\tau_{e,u} = \frac{2,0503}{40 \cdot 12,5} \cdot 40,0 = 0,080 \text{ kN/cm}^2 > \tau_{Re} = 0,014 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda = l_0 \cdot \left(1 - \frac{\tau_e}{\tau_{Re}}\right) = 0,625 \cdot 10,0 \cdot \left(1 - \frac{0,13}{0,139}\right) = 0,42 \text{ m}$$

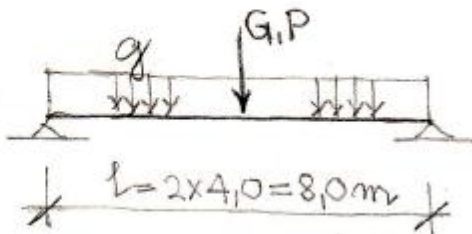
- КРАЈЊИ ОСЛОНАЦИ

$$\tau_e = 1,6 \cdot 103,13 + 1,8 \cdot 65,63 = 283,13 \text{ kN}$$

$$\tau_{Re} = \frac{283,13}{40 \cdot 0,95} = 0,083 \text{ kN/cm}^2 < \tau_e = 0,13 \text{ kN/cm}^2$$

НИЈЕ ПОТРЕБНА АРМАТУРА ЗА ПРИХВАТАЊЕ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА.

## POS 5



- СОПСТВЕНА ТЕЖИНА :
- УТИЦАЈ POS 4 :

$$q = 0,50 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 12,5 \text{ kN/m}^2$$

$$B_{g4} = G = 343,75 \text{ kN}$$

$$B_{p4} = P = 218,75 \text{ kN}$$

а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_g = 12,5 \cdot 8,0^2 / 8 + 343,75 \cdot 8,0 / 4$$

$$M_g = 787,5 \text{ kNm}$$

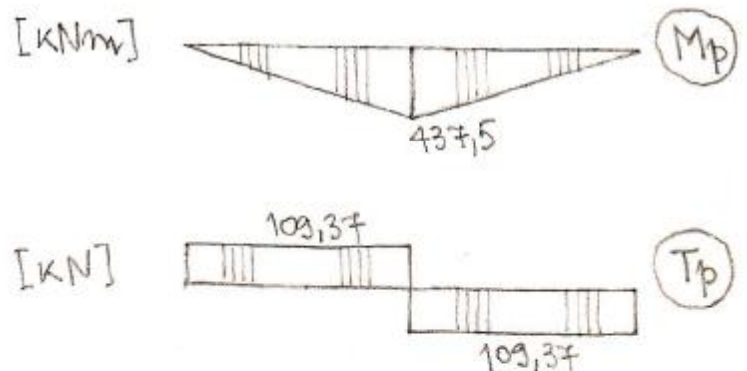
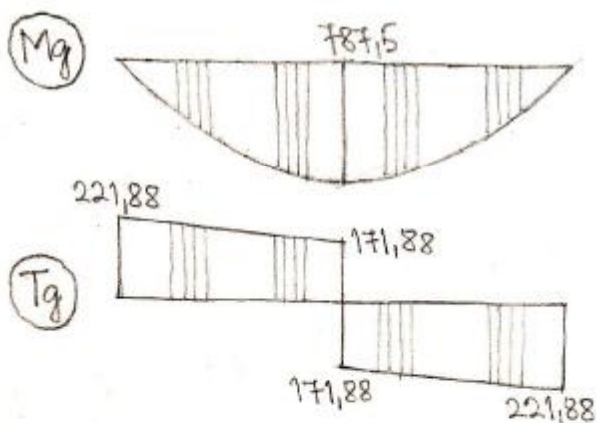
$$R_g = 12,5 \cdot 8,0 / 2 + 343,75 / 2$$

$$R_g = 221,88 \text{ kN}$$

б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

$$M_p = 218,75 \cdot 8,0 / 4 = 437,5 \text{ kNm}$$

$$R_p = 218,75 / 2 = 109,37 \text{ kN}$$



## ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

5.

$$M_u = 1,6 \cdot 787,5 + 1,8 \cdot 437,5 = 2047,5 \text{ kNm}$$

$$b/d/h = 50/100/92 \text{ cm}$$

$$k = \frac{92,0}{\sqrt{\frac{2047,5}{0,50 \cdot 2,55}}} = 2,296 \longrightarrow \begin{cases} \epsilon_b / \epsilon_a = 3,5 / 9,8\% \\ \mu = 21,303\% \end{cases}$$

$$A_a = 21,303 \cdot \frac{50,0 \cdot 92,0}{100} \cdot \frac{2,55}{40,0} = 62,47 \text{ cm}^2$$

УСЛОВИЈЕНО  $\boxed{14 R \phi 25}$  ( $68,72 \text{ cm}^2$ )

## КОНТРОЛА ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

$$T_{tc}^1 = 1,6 \cdot 221,88 + 1,8 \cdot 109,37 = 551,88 \text{ kN} = \text{max. } T_{tc}$$

$$T_{tr}^1 = \frac{551,88}{50,0 \cdot 0,9 \cdot 95,0} = 0,129 \text{ kN/cm}^2 < T_{tc} = 0,13 \text{ kN/cm}^2$$

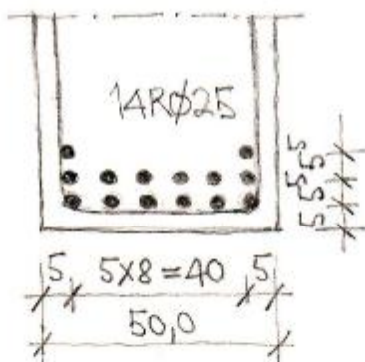
НИЈЕ ПОТРЕБНА АРМАТУРА ЗА ПРИХВАТАЊЕ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА.

$$T_{tc}^2 = 1,6 \cdot 171,88 + 1,8 \cdot 109,37 = 471,88 \text{ kN}$$

$$T_{tr}^2 = \frac{471,88}{50,0 \cdot 0,9 \cdot 92,0} = 0,114 \text{ kN/cm}^2 < T_{tc} = 0,13 \text{ kN/cm}^2$$

## ПРОРАЧУН ПРСЛИНА

- ЗАПЕМАРУЈЕ СЕ САДЕЈСТВО ПЛОЧЕ У ЗАТЕГНУТОЈ ЗОНИ
- ЗАПЕМАРУЈЕ СЕ УТИЦАЈ ПРИТИСНУТЕ АРМАТУРЕ (КОНСТРУКТИВНА) И МОНТАЖНИХ ШИПКИ ПО ВИСИНИ ПРЕСЕКА. ТРЕТИРА СЕ ЈЕДНОСТРУКО АРМИРАНИ ПРАВОУГАОНИ ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК СА РАСПОРЕДОМ АРМАТУРЕ У ЗАТЕГНУТОЈ ЗОНИ ПРЕМА СКИЦИ:



$$\left. \begin{array}{l} a^I = 5 \text{ cm} \\ a^{II} = 10,5 \text{ cm} \\ a^{III} = 16 \text{ cm} \end{array} \right\} a_1 = \frac{6 \cdot (5 + 10,5) + 2 \cdot 16}{14} = 8,93 \text{ cm}$$

$$h_v = d - a_1 = 100 - 8,93 = 91,07 \text{ cm}$$

$$a_0 = 5 - 2,5/2 = 3,75 \text{ cm}$$

$$r_\phi = 8,0 \text{ cm}$$

$$k_1 = 0,4 \text{ (RA 400/500)}$$

$$k_2 = 0,125 \text{ (САВИЈАЊЕ)}$$

ОДРЕЂИВАЊЕ НАПОНА У АРМАТУРИ

$$s^2 + 2\mu y \cdot s - 2\mu y = 0$$

$$\mu = \frac{A_{s1}}{b \cdot h} = \frac{68,72}{50 \cdot 91,07} = 0,015$$

$$\eta = \frac{210}{31,5} = 6,67$$

$$\left. \begin{array}{l} \mu = 0,015 \\ \eta = 6,67 \end{array} \right\} s^2 + 0,201 \cdot s - 0,201 = 0 \rightarrow \boxed{s = 0,359}$$

$$\xi_B = \left(1 - \frac{s}{3}\right) = \left(1 - \frac{0,359}{3}\right) = 0,880$$

$$z_B = \xi_B \cdot h = 0,880 \cdot 91,07 = 80,17 \text{ cm}$$

$$M = M_g + M_p = 787,5 + 437,5 = 1225,0 \text{ kNm}$$

$$\bar{\sigma}_{s1} = \frac{1225 \cdot 10^2}{80,17 \cdot 68,72} = 22,24 \text{ kN/cm}^2 = 222,4 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{222,4}{210 \cdot 10^3} = 1,059 \%$$

$$M^* \approx f_{B25} \cdot W_{B1}$$

$$f_{B25} = 0,7 \cdot f_{B25,c} = 0,7 \cdot 2,9 = 2,03 \text{ MPa} = f_{B25} \quad (\sigma = 1,0 \text{ cm})$$

$$W_{B1} = \frac{50 \cdot 100,0^2}{6} = 83333 \text{ cm}^3$$

$$M^* \approx 0,203 \cdot 83333 \cdot 10^{-2} = 169,17 \text{ kNm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 1,0 \text{ (RA 400/500)} \\ \beta_2 = 1,0 \text{ (}\lambda = 0\text{)} \end{array} \right\} \xi_a = 1 - 1,0 \cdot 1,0 \cdot \left(\frac{169,17}{1225}\right)^2 = 0,981$$

$$\epsilon_{s1,SR} = \xi_a \cdot \epsilon_{s1} = 0,981 \cdot 1,059 = 1,039 \%$$

$$r_{B25,ef} = \text{MIN.} \left\{ \begin{array}{l} a'' + 7,5\phi = 16,0 + 7,5 \cdot 2,5 = 34,75 \text{ cm} \\ d - x^{\text{II}} = 100 - 0,359 \cdot 91,07 = 66,38 \text{ cm} \end{array} \right\} = 34,75 \text{ cm}$$

$$\mu_{2,ef} = \frac{68,72}{50,0 \cdot 34,75} = 0,040$$

$$l_{ps} = 2 \cdot \left(3,75 + \frac{8,0}{10}\right) + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{2,5}{0,040} = 12,26 \text{ cm}$$

$$\boxed{l_{ps} = 12,26 \text{ cm}}$$

$$\sigma_{pk} = 1,7 \cdot \epsilon_{s1,SR} \cdot l_{ps} = 1,7 \cdot 1,039 \cdot 10^{-3} \cdot 12,26 = 21,6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\boxed{\sigma_{pk} = 0,216 \text{ mm}}$$

## ПРОРАЧУН ДЕФОРМАЦИЈА

ПОТРЕБНО ЈЕ ПРОНАЋИ НАЈПРЕ ЕЛАСТИЧНО РЕШЕЊЕ УГИБА У СРЕДИНИ РАСПОНА - ВРЕДНОСТ  $\nu_B$ .

$$\nu_{B,g} = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E_B \cdot J_B} + \frac{q \cdot l^3}{48 \cdot E_B \cdot J_B}$$

$$\nu_{B,p} = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E_B \cdot J_B}$$

$$J_B = \frac{50 \cdot 100^3}{12} = 4\,166\,667 \text{ cm}^4$$

$$E_B \cdot J_B = 31,5 \cdot 10^6 \cdot 4\,166\,667 \cdot 10^{-8} = 1\,312\,500 \text{ kNm}^2$$

$$\nu_{B,g} = \frac{1}{1\,312\,500} \cdot \left( \frac{5}{384} \cdot 12,5 \cdot 8,0^4 + \frac{1}{48} \cdot 343,75 \cdot 8,0^3 \right) = 3,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\nu_{B,p} = \frac{218,75 \cdot 8,0^3}{48 \cdot 1\,312\,500} = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,78 \text{ mm}$$

$\nu_{B,g} = 3,30 \text{ mm}$	→ СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ
$\nu_{B,p} = 1,78 \text{ mm}$	→ ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

## 1. ПРОРАЧУН УГИБА У $t=0$ ОД УКУПНОГ $(g+p)$ ОПТЕРЕЋЕЊА

### 1.1. СТАЊЕ I (БЕЗ ПРЕЛИНА)

$$A_B^I = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$y_{B1}^I = y_{B2}^I = \frac{d}{2} = \frac{100}{2} = 50,0 \text{ cm}$$

$$J_B^I = \frac{50 \cdot 100^3}{12} = 4\,166\,667 \text{ cm}^4$$

$$A_{a1} = 68,72 \text{ cm}^2 \quad (14 R\phi 25)$$

$$A_{a2} = 0$$

КАКО ЈЕ ПРЕСЕК ЈЕДНОСТРУКО АРМИРАН, СЛЕДИ:

$$y_{a2} = h = 91,07 \text{ cm}$$

$$J_a = 0 \quad \rightarrow \text{ПОЛОЖАЈНИ МОМЕНТ ИНЕРЦИЈЕ АРМАТУРЕ У ОДНОСУ НА ТЕЖИШТЕ УКУПНЕ АРМАТУРЕ ПРЕСЕКА}$$

$$A_i^I = A_B^I + n \cdot A_a = 5000 + 6,67 \cdot 68,72 = 5458,15 \text{ cm}^2$$

$$y_{i2}^I = y_{B2}^I + \frac{(y_{a2} - y_{B2}^I) \cdot n \cdot A_a}{A_i^I} = 50 + \frac{(91,07 - 50) \cdot 6,67 \cdot 68,72}{5458,15} = 53,45 \text{ cm}$$

$$J_i^I = J_B^I + n \cdot J_a + A_B^I \cdot (y_{a2} - y_{B2}^I) \cdot (y_{i2}^I - y_{B2}^I)$$



$$J_i^I = 4166667 + 0 + 5000 \cdot (91,07 - 50)(53,45 - 50) = 4874630 \text{ см}^4 \quad 8.$$

$$k_a^I = \frac{J_b^I}{J_i^I} = \frac{4166667}{4874630} = 0,855$$

$$N_{b,g+p} = 3,30 + 1,78 = 5,08 \text{ мм}$$

$$N_M^I(t_0) = k_a^I \cdot N_{b,g+p} = 0,855 \cdot 5,08 = 4,34 \text{ мм}$$

$$\boxed{N_M^I(t_0) = 4,34 \text{ мм}} \rightarrow \text{УКУПНО (g+p); } \neq 0; \text{ СТАЊЕ I (БЕЗ ПРСЛИНА)}$$

### 1.2. СТАЊЕ II (СА ПРСЛИНОМ)

$$x^II = s \cdot r_n = 0,369 \cdot 91,07 = 33,62 \text{ см} \quad (\text{СРАЧУНАТО КОД ПРСЛИНА})$$

$$A_b^II = 50,0 \cdot 33,62 = 1681,1 \text{ см}^2$$

$$y_{b2}^II = 33,62 / 2 = 16,81 \text{ см}$$

$$y_{i2}^II = x^II = 33,62 \text{ см}$$

$$J_b^II = \frac{50 \cdot 33,62^3}{12} = 158357 \text{ см}^4$$

$$J_i^II = 158357 + 0 + 1681,1 \cdot (91,07 - 16,81)(33,62 - 16,81) = 2256969 \text{ см}^4$$

$$k_a^II = \frac{J_b^II}{J_i^II} = \frac{158357}{2256969} = 1,846$$

$$N_M^II(t_0) = k_a^II \cdot N_{b,g+p} = 1,846 \cdot 5,08 = 9,38 \text{ мм}$$

$$\boxed{N_M^II(t_0) = 9,38 \text{ мм}} \rightarrow \text{УКУПНО (g+p); } \neq 0; \text{ СТАЊЕ II (СА ПРСЛИНОМ)}$$

### 1.3. МОМЕНТ ПОЈАВЕ ПРСЛИНЕ

$$M_{r,D} = f_{b2s} \cdot W_{i1}^I$$

$$f_{b2s} = f_{b2} \quad (d = 1,0 \text{ м})$$

$$f_{b2} = f_{b2\text{нм}} = 2,9 \text{ МПа} = 0,29 \text{ кН/см}^2$$

$$W_{i1}^I = \frac{J_i^I}{y_{i1}^I} = \frac{4874630}{100 - 53,45} = 104712 \text{ см}^3$$

$$M_{r,D} = 0,29 \cdot 104712 \cdot 10^{-2} = 303,67 \text{ кНм}$$

$$\boxed{M_{r,D} = 303,67 \text{ кНм}}$$

1.4. ВРЕДНОСТ УГИБА  $\nu_M(t_0)$

$$\xi_B = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \frac{M_{гД}}{M_{г+р}} \begin{matrix} \geq 0,4 \\ \leq 1,0 \end{matrix}$$

$$\left. \begin{matrix} \beta_1 = 1,0 \text{ (RA 400/500)} \\ \beta_2 = 1,0 \text{ (}\dot{\epsilon} = 0\text{)} \end{matrix} \right\} \xi_B = 1 - 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{303,67}{1225} = 0,752$$

$$\nu_M(t_0) = (1 - \xi_B) \cdot \nu_M^I(t_0) + \xi_B \cdot \nu_M^II(t_0)$$
$$\nu_M(t_0) = (1 - 0,752) \cdot 4,34 + 0,752 \cdot 9,38 = 8,13 \text{ мм}$$

$\nu_M(t_0) = 8,13 \text{ мм}$   $\rightarrow$  УКУПНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ  $(g+p)$ ,  $\dot{\epsilon} = 0$

2. ПРОРАЧУН УГИБА У  $\dot{\epsilon} = 0$  ОД СТАЛНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

2.1. СТАЊЕ I (БЕЗ ПРСЛИНА)

$$\nu_M^I(t_0) = k_{\alpha}^I \cdot \nu_{B,g} = 0,855 \cdot 3,30 = 2,82 \text{ мм}$$

2.2. СТАЊЕ II (СА ПРСЛИНОМ)

$$\nu_M^II(t_0) = k_{\alpha}^II \cdot \nu_{B,g} = 1,846 \cdot 3,30 = 6,10 \text{ мм}$$

2.3. ВРЕДНОСТ УГИБА  $\nu_M(t_0)$

$$\xi_B = 1 - 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{303,67}{787,5} = 0,614$$

$$\nu_M(t_0) = (1 - 0,614) \cdot 2,82 + 0,614 \cdot 6,10 = 4,83 \text{ мм}$$

$\nu_M(t_0) = 4,83 \text{ мм}$   $\rightarrow$  СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ  $g$ ,  $\dot{\epsilon} = 0$

3. ПРОРАЧУН УГИБА У  $\dot{\epsilon} \rightarrow \infty$

$$E_b^* = \frac{E_b}{1 + \chi_{\infty} \cdot \psi_{\infty}} = \frac{31,5}{1 + 0,8 \cdot 2,6} = 10,23 \text{ GPa}$$

$$n^* = \frac{210}{10,23} = 20,53$$

3.1. СТАЊЕ I (БЕЗ ПРСЛИНА)

$$A_i^*I = A_b^I + n^* \cdot A_a = 5000 + 20,53 \cdot 68,72 = 6411,1 \text{ см}^2$$

$$\gamma_{i2}^*I = \gamma_{e2}^I + \frac{(\gamma_{a2} - \gamma_{e2}^I) \cdot n^* \cdot A_a}{A_i^*I} = 50 + \frac{(91,07 - 50) \cdot 20,53 \cdot 68,72}{6411,1}$$

$$\gamma_{i2}^*I = 59,04 \text{ см}$$

$$J_i^{*I} = J_b^I + n^* \cdot J_a + A_b^I \cdot (y_{a2} - y_{b2}^I) (y_{i2}^{*I} - y_{b2}^I)$$

$$J_i^{*I} = 4166667 + 0 + 5000 \cdot (91,07 - 50) (59,04 - 50) = 6023079 \text{ см}^4$$

$$K_{\varphi}^I = 1 - \frac{n^*}{J_i^{*I}} \cdot [J_a + A_a (y_{a2} - y_{i2}^I) (y_{a2} - y_{i2}^{*I})]$$

$$K_{\varphi}^I = 1 - \frac{20,53}{6023079} \cdot [0 + 68,72 \cdot (91,07 - 53,45) (91,07 - 59,04)] = 0,718$$

$$\nu_M^I(t_{\infty}) = K_a^I \cdot (1 + K_{\varphi}^I \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \nu_{b,g} = (1 + K_{\varphi}^I \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \nu_M^I(t_0), g$$

$$\nu_M^I(t_{\infty}) = 0,855 \cdot (1 + 0,718 \cdot 2,6) \cdot 3,30 = 8,09 \text{ мм}$$

$$\boxed{\nu_M^I(t_{\infty}) = 8,09 \text{ мм}} \rightarrow \text{СТАЛНО ОПТЕРЕТЕНЬЕ } g; \quad t \rightarrow \infty; \text{ СТАБЕ I}$$

### 3.2. СТАБЕ II (СА ПРСЛИНОМ)

$$A_i^{*II} = A_b^II + n^* \cdot A_a = 1681,1 + 20,53 \cdot 68,72 = 3092,2 \text{ см}^2$$

$$y_{i2}^{*II} = y_{b2}^{II} + \frac{(y_{a2} - y_{b2}^{II}) \cdot n^* \cdot A_a}{A_i^{*II}} = 16,81 + \frac{(91,07 - 16,81) \cdot 20,53 \cdot 68,72}{3092,2}$$

$$y_{i2}^{*II} = 50,70 \text{ см}$$

$$J_i^{*II} = J_b^II + n^* \cdot J_a + A_b^II \cdot (y_{a2} - y_{b2}^{II}) (y_{i2}^{*II} - y_{b2}^{II})$$

$$J_i^{*II} = 158357 + 0 + 1681,1 \cdot (91,07 - 16,81) \cdot (50,70 - 16,81)$$

$$J_i^{*II} = 4388923 \text{ см}^4$$

$$K_{\varphi}^{II} = 1 - \frac{n^*}{J_i^{*II}} \cdot [J_a + A_a (y_{a2} - y_{i2}^{II}) (y_{a2} - y_{i2}^{*II})]$$

$$K_{\varphi}^{II} = 1 - \frac{20,53}{4388923} \cdot [0 + 68,72 \cdot (91,07 - 33,62) (91,07 - 50,70)] = 0,254$$

$$\nu_M^{II}(t_{\infty}) = K_a^{II} \cdot (1 + K_{\varphi}^{II} \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \nu_{b,g} = (1 + K_{\varphi}^{II} \cdot \varphi_{\infty}) \cdot \nu_M^{II}(t_0), g$$

$$\nu_M^{II}(t_{\infty}) = 1,846 \cdot (1 + 0,254 \cdot 2,6) \cdot 3,30 = 10,13 \text{ мм}$$

$$\boxed{\nu_M^{II}(t_{\infty}) = 10,13 \text{ мм}} \rightarrow \text{СТАЛНО ОПТЕРЕТЕНЬЕ } g; \quad t \rightarrow \infty; \text{ СТАБЕ II}$$

### 3.3. ВРЕДНОСТ $\nu_M(t_{\infty})$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_1 = 1,0 \\ \beta_2 = 0,5 (t \rightarrow \infty) \end{array} \right\} \xi_b = 1 - 1,0 \cdot 0,5 \cdot \frac{303,67}{787,5} = 0,807$$

$$\nu_M(t_{\infty}) = (1 - \xi_b) \cdot \nu_M^I(t_{\infty}) + \xi_b \cdot \nu_M^{II}(t_{\infty})$$

$$\sigma_M(t_{\infty}) = (1 - 0,807) \cdot 8,09 + 0,807 \cdot 10,13 = 9,73 \text{ mm}$$

$$\boxed{\sigma_M(t_{\infty}) = 9,73 \text{ mm}} \rightarrow \text{СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ} \\ t \rightarrow \infty$$

### 3.4. УКУПАН УГИБ У $t \rightarrow \infty$

$$\text{MAX. } \sigma_{\infty} = \sigma_{(g+p)\infty} = \sigma_M(t_0)_{g+p} + \sigma_M(t_{\infty})_g - \sigma_M(t_0)_g$$

$$\text{MAX. } \sigma_{\infty} = 8,13 + 9,73 - 4,83 = 13,03 \text{ mm}$$

$$\boxed{\text{MAX. } \sigma_{\infty} = 13,03 \text{ mm}} \rightarrow \text{УКУПНО (g+p) ОПТЕРЕЋЕЊЕ} \\ t \rightarrow \infty$$

$$\sigma_{li} = \frac{l}{300} = \frac{800}{300} = 2,67 \text{ cm} > \text{MAX. } \sigma_{\infty} = 1,30 \text{ cm}$$

### НАПОМЕНА:

ЗБОГ СМАЊЕЊА ОБИМА ПОСЛА НА СРАЧУЊАВАЊУ ГЕОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСЕКА, КОНСТРУИСАНИ СУ ДИЈАГРАМИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ КОЕФИЦИЈЕНТА  $k_a^I, k_a^{II}, k_{\varphi}^I, k_{\varphi}^{II}$  ДАТИ У ПРИРУЧНИКУ ЗА ПРИМЕНУ БАБ '87.

$$\frac{n \cdot A_{a1}}{b \cdot h} = \frac{6,67 \cdot 68,72}{50,0 \cdot 91,07} = 0,101$$

$$\alpha_1 = \frac{a_1}{d} = \frac{8,93}{100} = 0,09 \sim 0,10$$

$$A_{a2}/A_{a1} = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{ДИЈАГРАМ 3.4.2.} \rightarrow k_a^I = 0,86 \\ \text{ДИЈАГРАМ 3.4.6} \rightarrow k_a^{II} = 1,90 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{ДИЈАГРАМ 3.4.14} \rightarrow k_{\varphi}^I = 0,74 \\ \text{ДИЈАГРАМ 3.4.25} \rightarrow k_{\varphi}^{II} = 0,243 \end{array} \right\}$$

$$\chi_{\infty} \cdot \varphi_{\infty} = 0,8 \cdot 2,6 = 2,08 \approx 2,0$$

$$M_{r,D} \approx f_{b25} \cdot W_{b1} = 0,29 \cdot 83333 \cdot 10^{-2} = 241,67 \text{ kNm}$$

НА ОВАЈ НАЧИН СЕ ПОСТУПАК ПРОРАЧУНА ЗНАТНО ПОЈЕДНОСТАВЉУЈЕ.

### 1. УКУПНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, $t=0$

$$\sigma_M^I(t_0)_{g+p} = 0,86 \cdot 5,08 = 4,37 \text{ mm}$$

$$\sigma_M^{II}(t_0)_{g+p} = 1,90 \cdot 5,08 = 9,65 \text{ mm}$$

$$\xi_B = 1 - 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{241,67}{1225,0} = 0,803$$

$$\sigma_M(t_0)_{g+p} = (1 - 0,803) \cdot 4,37 + 0,803 \cdot 9,65 = 8,61 \text{ mm}$$

2. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ,  $\bar{t} = 0$ 

$$\sigma_M^I(t_0)g = 0,86 \cdot 3,30 = 2,84 \text{ мм}$$

$$\sigma_M^{II}(t_0)g = 1,90 \cdot 3,30 = 6,27 \text{ мм}$$

$$\xi_B = 1 - 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{241,67}{787,5} = 0,693$$

$$\sigma_M(t_0)g = (1 - 0,693) \cdot 2,84 + 0,693 \cdot 6,27 = 5,22 \text{ мм}$$

3. СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ,  $\bar{t} \rightarrow \infty$ 

$$\sigma_M^I(t_{\infty})g = 0,86 \cdot (1 + 0,74 \cdot 2,6) \cdot 3,30 = 8,30 \text{ мм}$$

$$\sigma_M^{II}(t_{\infty})g = 1,90 \cdot (1 + 0,243 \cdot 2,6) \cdot 3,30 = 10,24 \text{ мм}$$

$$\xi_B = 1 - 1,0 \cdot 0,5 \cdot \frac{241,67}{787,5} = 0,847$$

$$\sigma_M(t_{\infty})g = (1 - 0,847) \cdot 8,30 + 0,847 \cdot 10,24 = 9,94 \text{ мм}$$

4. УКУПНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ,  $\bar{t} \rightarrow \infty$ 

$$\sigma_M(t_{\infty})g+p = \sigma_M(t_0)g+p + \sigma_M(t_{\infty})g - \sigma_M(t_0)g$$

$$\sigma_M(t_{\infty})g+p = 8,61 + 9,94 - 5,22 = 13,33 \text{ мм}$$

$$\sigma_M(t_0)g+p = 8,61 \text{ мм} \quad (\text{срачунао } 8,13 \text{ мм})$$

$$\sigma_M(t_{\infty})g+p = 13,33 \text{ мм} \quad (\text{срачунао } 13,03 \text{ мм})$$

Дакле, постигнута је сасвим задовољавајућа тачност за потребе практичних прорачуна уз немерљиво краћи поступак. Тачност се још може повећати линеарном интерполацијом вредности  $k_{\sigma}^I, k_{\sigma}^{II}, k_{\sigma}^I, k_{\sigma}^{II}$  за вредности  $\alpha_1 = 0,05$  и  $\alpha_1 = 0,10$  што овде није учињено.

Водити рачуна да се дијаграми дати у Приручнику, издање из 1989. године, могу користити искључиво за правоугаоне попречне пресеке.