

ZA NEKO SREDNJE POLJE KONSTRUKCIJE PRIKAZANE  
NA SKICI POTREBNO JE!

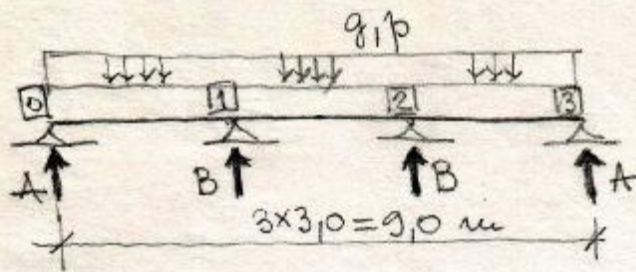
1. DIMENZIONISATI PLOČU POS 1 ( $d = 16 \text{ cm}$ ) U KARAKTERISTIČNIM PRESECIMA, U PRESEKU NAD OSLONCEM SRAČUNATI KARAKTERISTIČNU ŠIRINU PRSLINA.
2. IZVRŠITI ANALIZU OPTEREĆENJA I SRAČUNATI STATIČKE UTICAJE ZA GREDE POS 2 ( $b/d = 30/70 \text{ cm}$ ), U PRESEKUH NAD OSLONCEM (ZA PRIKAZANU GEOMETRIJU - DETALJ A) ODREDITI MOMENT LOMA PRESEKA I SRAČUNATI NAPONE U BETONU I ARMATURI ( $t = 0$ ).
3. NACRTATI DINAGRAME PRESEČNIH SILA ZA POS 4 ( $b/d = 40/100 \text{ cm}$ ). ZA POS 3 UBOJITI  $b/d = 30/70$ .
4. DIMENZIONISATI POS 4 U KARAKTERISTIČNIM PRESECIMA PREMA M I Q, NACRTATI U PRIBUŽNOJ RAZMERI PLAN ARMATURE GREDE, SA KARAKTERISTIČNIM PRESECIMA.
5. DIMENZIONISATI ŠIP POS 5
  - a) KAO OBIČNO ARMIRAN STUB
  - b) KAO SPIRALNO ARMIRAN STUB.
 U OBA SLUČAJA ŠIP JE KRUŽNOG POPR. PRESEKA.

UAPOMENA: REZULTATI PISHENOG DELA ISPITA BIĆE OBTAVUJENI U SREDU, 30.05.

# POS 1

## — КОНТИНУАЛНА ПЛОЧА

1.



$$q = 0,16 \cdot 25,0 = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 20,0 \text{ kN/m}^2$$

### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЖЕЊЕ

$$M_{g1} = 0,10 \cdot 4,0 \cdot 3,0^2 = 3,6 \text{ kNm/m}^1$$

$$M_{g01} = 0,08 \cdot 4,0 \cdot 3,0^2 = 2,88 \text{ kNm/m}^1$$

$$M_{g12} = 0,025 \cdot 4,0 \cdot 3,0^2 = 0,9 \text{ kNm/m}^1$$

$$A_g = 0,4 \cdot 4,0 \cdot 3,0 = 4,8 \text{ kN/m}^1$$

$$B_g = 1,1 \cdot 4,0 \cdot 3,0 = 13,2 \text{ kN/m}^1$$

### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЖЕЊЕ

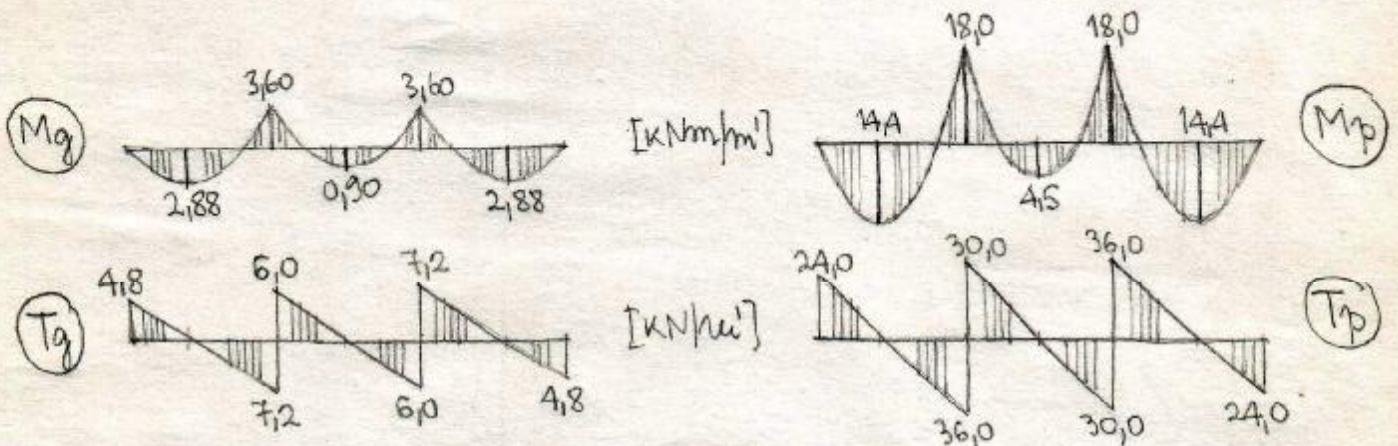
$$M_{p1} = 0,10 \cdot 20,0 \cdot 3,0^2 = 18,0 \text{ kNm/m}^1$$

$$M_{p01} = 0,08 \cdot 20,0 \cdot 3,0^2 = 14,4 \text{ kNm/m}^1$$

$$M_{p12} = 0,025 \cdot 20,0 \cdot 3,0^2 = 4,5 \text{ kNm/m}^1$$

$$A_p = 0,4 \cdot 20,0 \cdot 3,0 = 24,0 \text{ kN/m}^1$$

$$B_p = 1,1 \cdot 20,0 \cdot 3,0 = 66,0 \text{ kN/m}^1$$



### ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

#### ОСЛОЊАЦ

$$M_u = 1,6 \cdot 3,60 + 1,8 \cdot 18,0 = 38,16 \text{ kNm/m}^1$$

$$b/d/r_v = 100/16/13 \text{ cm}$$

$$k_v = \frac{13,0}{\sqrt{\frac{38,16}{2,30}}} = 3,132 \longrightarrow \epsilon_b/\epsilon_a = 1,9 / 10\%$$

$$\bar{\mu} = 10,365\%$$

$$A_a = 10,365 \cdot 13,0 \cdot \frac{2,30}{40} = 7,75 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

УСВОЈЕНО  $R\phi 10/10$  (7,85 cm<sup>2</sup>/m<sup>1</sup>)

$$A_{ap} = 0,20 \cdot 7,75 = 1,55 \text{ cm}^2/\text{m}^1$$

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

### КРАЈЊЕ ПОЉЕ

2.

$$M_{u1} = 1,6 \cdot 2,88 + 1,8 \cdot 14,4 = 30,53 \text{ kNm/m'}$$

$$k = \frac{13,0}{\sqrt{\frac{30,53}{2,30}}} = 3,568 \longrightarrow \begin{aligned} \varepsilon_s / \varepsilon_a &= 1,625 / 10\% \\ \bar{\mu} &= 8,282\% \end{aligned}$$

$$A_a = 8,282 \cdot 13,0 \cdot \frac{2,30}{40} = 6,19 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R\phi 10/20 + R\phi 8/20}$  (6,44 cm<sup>2</sup>/m')

$$A_{a\text{пр}} = 0,20 \cdot 6,19 = 1,24 \text{ cm}^2/\text{m'}$$
$$\text{MIN. } A_{a\text{пр}} = 0,085 \cdot 16,0 = 1,36 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R\phi 8/30}$  (1,68 cm<sup>2</sup>/m')

### СРЕДЊЕ ПОЉЕ

$$M_{u1} = 1,6 \cdot 0,9 + 1,8 \cdot 4,5 = 9,54 \text{ kNm/m'}$$

$$\text{MIN. } M_{u1} = q_{\text{м}} \cdot l^2 / 24 = (1,6 \cdot 4,0 + 1,8 \cdot 20,0) \cdot 3,0^2 / 24 = 15,9 \text{ kNm/m'}$$

$$k = \frac{13,0}{\sqrt{\frac{15,90}{2,30}}} = 4,944 \longrightarrow \begin{aligned} \varepsilon_s / \varepsilon_a &= 1,075 / 10\% \\ \bar{\mu} &= 4,283\% \end{aligned}$$

$$A_a = 4,283 \cdot 13,0 \cdot \frac{2,30}{40} = 3,20 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R\phi 10/20}$  (3,93 cm<sup>2</sup>/m')

$$A_{a\text{пр}} = 0,20 \cdot 3,20 = 0,64 \text{ cm}^2/\text{m'} < \text{MIN. } A_{a\text{пр}} = 1,36 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{R\phi 8/30}$  (1,68 cm<sup>2</sup>/m')

### КОНТРОЛ ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА

$$\text{MAX. } T_{u1} = 1,6 \cdot 7,20 + 1,8 \cdot 36,0 = 76,32 \text{ kN/m'}$$

$$T_{\text{н}} = \frac{76,32}{100 \cdot 0,9 \cdot 13} = 0,065 \text{ kN/cm}^2 < T_{\text{с}} = 0,12 \text{ kN/cm}^2$$

НИЈЕ ПОТРЕБНО ОСИГУРАЊЕ АРМАТУРОМ ОД ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА.

ПРОРАЧУН ПРСЛИНА

$$M = M_g + M_p = 3,60 + 18,0 = 21,60 \text{ kNm/m'}$$

$$b/d/h = 100/16/13 \text{ cm}$$

$$A_{a1} = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m' (R}\varnothing 10/10)$$

$$A_{a2} = 0$$

$$a_0 = a - \varnothing/2 = 3,0 - 1,0/2 = 2,5 \text{ cm}$$

$$e_\varphi = 10 \text{ cm}$$

$$h_{bz, \text{ef.}} = \text{MIN.} \left\{ \begin{array}{l} a + 7,5\varnothing = 3,0 + 7,5 \cdot 1,0 = 10,5 \text{ cm} \\ d_p/2 = 16,0/2 = 8,0 \text{ cm} \end{array} \right\} = 8,0 \text{ cm}$$

$$\mu_{z, \text{ef.}} = \frac{7,85}{100,0 \cdot 8,0} = 0,982\%$$

$$\left. \begin{array}{l} k_1 = 0,4 \text{ (RA 400/500)} \\ k_2 = 0,125 \text{ (САВИЈАЊЕ)} \end{array} \right\} l_{ps} = 2 \cdot (2,5 + \frac{10,0}{10}) + 0,4 \cdot 0,125 \cdot \frac{1,0}{0,982 \cdot 10^{-2}}$$

$$\boxed{l_{ps} = 12,1 \text{ cm}} \rightarrow \text{СРЕДЊЕ РАСТОЈАЊЕ ПРСЛИНА}$$

- ПОЛОЖАЈ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{210}{33,0} = 6,36$$

$$\mu_1 = \frac{7,85}{100,0 \cdot 13,0} = 0,604\% ; \mu_2 = 0$$

$$s^2 + 2 \cdot 6,36 \cdot 0,604 \cdot 10^{-2} \cdot s - 2 \cdot 6,36 \cdot 0,604 \cdot 10^{-2} = 0$$

$$s^2 + 0,077 \cdot s - 0,077 = 0 \rightarrow \boxed{s = 0,242}$$

$$z_b = h \cdot (1 - \frac{s}{3}) = 13,0 \cdot (1 - \frac{0,242}{3}) = 11,95 \text{ cm}$$

- НАПОН И ДИЛАТАЦИЈА У АРМАТУРИ (СТАЊЕ II):

$$\sigma_{a1} = \frac{M}{z_b \cdot A_{a1}} = \frac{21,6 \cdot 10^2}{11,95 \cdot 7,85} = 23,01 \text{ kN/cm}^2 = 230,1 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{a1} = \frac{230,1}{210 \cdot 10^3} = 1,096\%$$

- МОМЕНТ ПОЈАВЕ ПРСЛИНЕ

$$M^* \approx f_{bz5} \cdot W_{B1}$$

$$f_{bz5} = 0,7 \cdot 2,65 \cdot (0,6 + \frac{0,14}{\sqrt[4]{0,16}}) = 2,29 \text{ MPa} = 0,229 \text{ kN/cm}^2$$

$$W_{B1} = \frac{100,0 \cdot 16,0^2}{6} = 4266,7 \text{ cm}^3$$

$$M^* \approx 0,229 \cdot 4266,7 \cdot 10^{-2} = 9,75 \text{ kNm/m'}$$

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= 1,0 \text{ (RA 400/500)} \\ \beta_2 &= 1,0 \text{ (}\xi = 0\text{)} \end{aligned} \right\} \xi_a = 1 - 1,0 \cdot 1,0 \cdot \left( \frac{9,75}{21,60} \right)^2 = 0,796$$

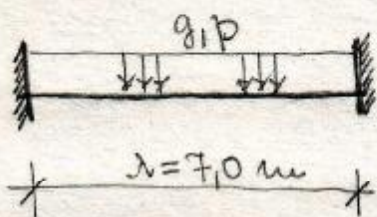
$$\varepsilon_{a1,SR} = \xi_a \cdot \varepsilon_a = 0,796 \cdot 1,096 = 0,872\%$$

- КАРАКТЕРИСТИЧНА ШИРИНА ПРСЛИНА

$$a_{pk} = 1,7 \cdot \varepsilon_{a1,SR} \cdot \lambda_{ps} = 1,7 \cdot 0,872 \cdot 10^{-3} \cdot 12,1 = 17,9 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$a_{pk} = 0,179 \text{ mm}$$

## POS 2 - КОНТИНУАЛНА ГРЕДА



- СОПСТВЕНА ТЕЖИНА:  $0,30 \cdot 0,70 \cdot 25,0 = 5,25 \text{ kN/m'}$
- СТАЛНО ОПТ. СА POS 1:  $B_{g1} = 13,20 \text{ kN/m'}$

$$g = 18,45 \text{ kN/m'}$$

- ПОВРЕМЕНО ОПТ. СА POS 1:  $B_{p1} =$

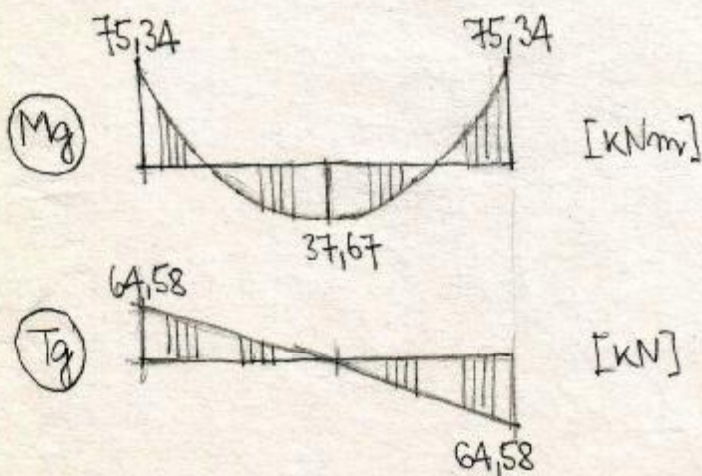
$$p = 66,0 \text{ kN/m'}$$

### а) СТАЛНО ОПТЕРЕТЕЊЕ

$$M_g^o = 18,45 \cdot 7,0^2 / 12 = 75,34 \text{ kNm}$$

$$M_g^p = 18,45 \cdot 7,0^2 / 24 = 37,67 \text{ kNm}$$

$$T_g = 18,45 \cdot 7,0 / 2 = 64,58 \text{ kN}$$

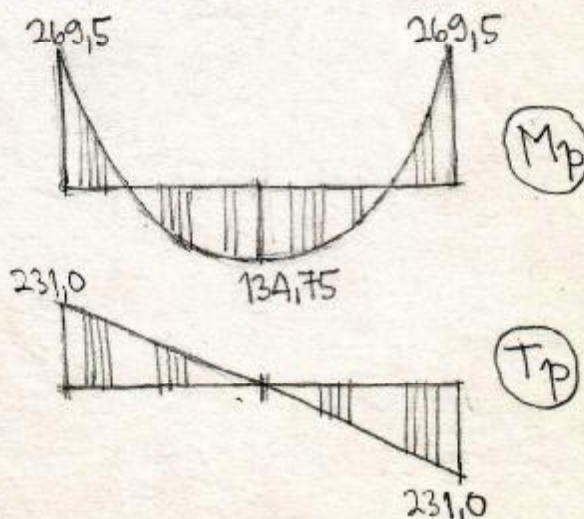


### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕТЕЊЕ

$$M_p^o = 66,0 \cdot 7,0^2 / 12 = 269,5 \text{ kNm}$$

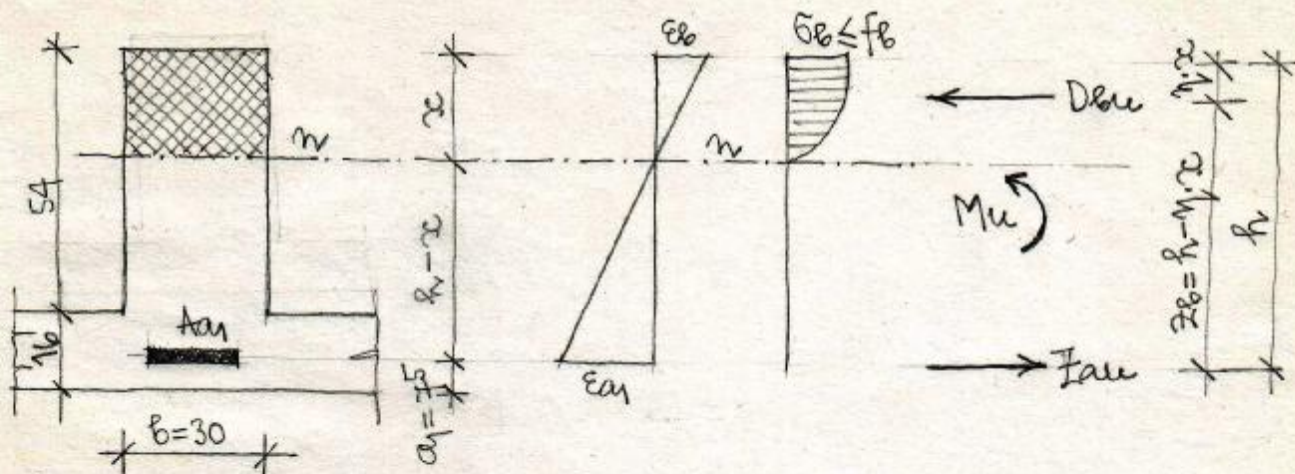
$$M_p^p = 66,0 \cdot 7,0^2 / 24 = 134,75 \text{ kNm}$$

$$T_p = 66,0 \cdot 7,0 / 2 = 231,0 \text{ kN}$$



# ОДРЕЂИВАЊЕ МОМЕНТА ЛОМА ПОЗНАТОГ ПРЕСЕКА

5.



УСЛОВИ РАВНОТЕЖЕ :

$$\sum N = 0 : D_{b,c} - F_{a,s} = 0$$

$$\sum M_{ay} = 0 : D_{b,c} \cdot z_b = M_u$$

$$D_{b,c} = \alpha_b \cdot b \cdot x \cdot f_b = \alpha_b \cdot \xi \cdot b \cdot h \cdot f_b$$

$$F_{a,s} = \sigma_{a,s} \cdot A_{a,s} = A_{a,s} \cdot \sigma_v \quad (\text{ЗА } \sigma_{a,s} = \sigma_v, \text{ ТЈ. } \epsilon_{a,s} > \frac{\sigma_v}{E_a})$$

ПОЛОЖАЈ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ ОДРЕЂУЈЕМО ИЗ  $\sum N = 0$ . ПРЕТПОСТАВ-  
ЉАМО СИМУЛТАНИ ЛОМ ( $\epsilon_b / \epsilon_{a,s} = 3,5 / 10,0$ )

$$\epsilon_b = 3,5\% \rightarrow \alpha_b = 0,810$$

$$\xi = \frac{1}{1 + \frac{10,0}{3,5}} = 0,259$$

$$h = d - a_s = 70,0 - 7,5 = 62,5 \text{ cm}$$

$$D_{b,c} = 0,810 \cdot 0,259 \cdot 62,5 \cdot 30,0 \cdot 2,30 = 905,09 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{a,s} = 10\% > \epsilon_v = \frac{400}{210 \cdot 10^3} = 1,905\% \rightarrow \sigma_{a,s} = \sigma_v = 400 \text{ MPa} = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{a,s} = 8R\phi 22 = 30,41 \text{ cm}^2$$

$$F_{a,s} = 30,41 \cdot 40,0 = 1216,4 \text{ kN} > D_{b,c} = 905,09 \text{ kN}$$

ДА БИ ЗАДОВОЉИЛИ УСЛОВ РАВНОТЕЖЕ  $\sum N = 0$ , ПОТРЕБНО ЈЕ ПОВЕЋАТИ ПРИТИСНУТИ ДЕО ПРЕСЕКА (СМАЊЕЊЕМ  $\epsilon_{a,s}$ , ЈЕР ЈЕ ДИЛАТАЦИЈА У БЕТОНУ ДОСТИГЛА МАКСИМАЛНИХ  $\epsilon_b = 3,5\%$ ). ПРИ ТОМЕ СИЛА  $F_{a,s}$  ОСТАЈЕ КОНСТАНТНА ДОК ГОД ЈЕ  $\epsilon_{a,s} > 1,905\%$ , ТЈ. ДОК ЈЕ  $\sigma_{a,s} = \sigma_v$ .

ВАРИРАЊЕМ ВРЕДНОСТИ  $\epsilon_{a,s}$  МЕНЈА СЕ И  $\xi$ , А ТИМЕ И  $D_{b,c}$ . КАКО ЈЕ  $\epsilon_b = 3,5\%$ , ТО ВРЕДНОСТ КОЕФИЦИЈЕНТА ПУНОТЕ НАПОНСКОГ ДИЈАГРАМА БЕТОНА ОСТАЈЕ КОНСТАНТНА, ТЈ.  $\alpha_b = 0,810$ .

$$D_{bu} = 0,810 \cdot 5 \cdot 30,0 \cdot 62,5 \cdot 2,30 = \Sigma M_u = 1216,4$$

$$s = \frac{1216,4}{3491,07} = 0,348$$

$$s = 0,348 = \frac{1}{1 + \frac{\epsilon_{ay}}{3,5}} \longrightarrow \boxed{\epsilon_{ay} = 6,545\%} > \epsilon_v \rightarrow \sigma_{ay} = \sigma_v$$

СВЕ ПРЕТПОСТАВКЕ СУ ЗАДОВОЉЕНЕ, ПА СУ ТИМЕ ОДРЕЂЕНЕ ГРАНИЧНЕ ДИЛАТАЦИЈЕ  $\epsilon_b/\epsilon_{ay} = 3,5/6,545\%$ .

$$z_b = r(1 - \eta \cdot s) = 62,5 \cdot (1 - 0,416 \cdot 0,348) = 53,44 \text{ cm}$$

(за  $\epsilon_b = 3,5\% \rightarrow \eta = 0,416$ )

$$M_u = D_{bu} \cdot z_b = 1216,4 \cdot 53,44 \cdot 10^{-2} = 650,1 \text{ kNm}$$

$$\boxed{M_u = 650,1 \text{ kNm}} \longrightarrow \text{МОМЕНТ ЛОМА (НОСИВОСТИ) ЗАДАТОГ ПРЕСЕКА}$$

$$\Sigma \chi_{ui} \cdot M_i = 1,6 \cdot 75,34 + 1,8 \cdot 269,50 = 605,64 \text{ kNm} < M_u$$

$$\boxed{\Sigma \chi_{ui} \cdot M_i = 605,64 \text{ kNm}} \longrightarrow \text{ГРАНИЧНИ РАЧУНСКИ МОМЕНТ ЛОМА ПРЕСЕКА}$$

С ОБЗИРОМ ДА ЈЕ  $M_u > \Sigma \chi_{ui} \cdot M_i$ , ПРЕСЕК ЈЕ КОРЕКТНО ДИМЕНЗИОНИСАН.

#### НАПОМЕНА:

ДО ВРЕДНОСТИ  $M_u$  ЗА ЈЕДНОСТРУКО АРМИРАН ПРЕСЕК СЕ ЛАКО МОГЛО ДОЋИ ПОМОЋУ ТАБЛИЦА ЗА ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ЈЕДНОСТРУКО АРМИРАНИХ ПРЕСЕКА ОПТЕРЕЖЕНИХ НА ЧИСТО САВИЈАЊЕ, ЗА ПОЗНАТУ ВРЕДНОСТ МЕХАНИЧКОГ КОЕФИЦИЈЕНТА АРМИРАЊА  $\mu$ , ПОЛОЖАЈ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ ЈЕ ЈЕДНОЗНАЧНО ОДРЕЂЕН.

$$\mu = \frac{A_{ay}}{b \cdot h} \cdot \frac{\sigma_v}{f_b} = \frac{30,41}{30 \cdot 62,5} \cdot \frac{40,0}{2,3} = 0,282 = 28,207\% (= \alpha_b \cdot s)$$

ЗА  $\mu = 28,207\%$  ИЗ ТАБЛИЦЕ НАЛАЗИМО:

$$\epsilon_b/\epsilon_{ay} = 3,5/6,55\%$$

$$k = 2,037$$

$$\xi_b = 0,855$$

$$s = 0,348$$

} ЗА НАЈБЛИЖУ ВРЕДНОСТ  $\mu = 28,192\%$ .

$$M_u = \left(\frac{r}{k}\right)^2 \cdot b \cdot f_b = \left(\frac{62,5}{2,037}\right)^2 \cdot 0,30 \cdot 2,30 = 649,6 \text{ kNm}$$

ИЛИ:

$$M_u = \alpha_b \cdot s \cdot \xi_b \cdot b h^2 f_b = \mu \cdot \xi_b \cdot b h^2 f_b = 0,282 \cdot 0,855 \cdot 30 \cdot 62,5^2 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$M_u = 650,03 \text{ kNm}$$

ШТО ОДГОВАРА ТАЧНО СРАЧУНАТОЈ ВРЕДНОСТИ.

## ОДРЕЂИВАЊЕ НАПОНА У БЕТОНУ И АРМАТУРИ

7.

$$M = M_g + M_p = 75,34 + 269,50 = 344,84 \text{ kNm}$$

$$b/d/h = 30/70/62,5 \text{ cm}$$

$$A_{a1} = 30,41 \text{ cm}^2 \rightarrow \mu_1 = \frac{30,41}{30 \cdot 62,5} = 1,622\%$$

$$A_{a2} = 0 \rightarrow \mu_2 = 0$$

### ПОЛОЖАЈ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ

ЗА ПРАВОУГАОНИ ПРЕСЕК ОПТЕРЕЋЕН НА ЧИСТО САВИЈАЊЕ ПОЛОЖАЈ НЕУТРАЛНЕ ЛИНИЈЕ СЕ ДОБИЈА РЕШАВАЊЕМ КВАДРАТНЕ ЈЕДНАЧИНЕ ОБЛИКА:

$$s^2 + 2m \cdot (\mu_1 + \mu_2) \cdot s - 2m(\mu_1 + \alpha_2 \mu_2) = 0$$

$$m = \frac{E_a}{E_b} = \frac{210,0}{33,0} = 6,36$$

$$s^2 + 2 \cdot 6,36 \cdot 1,622 \cdot 10^{-2} \cdot s - 2 \cdot 6,36 \cdot 1,622 \cdot 10^{-2} = 0$$

$$s^2 + 0,206 \cdot s - 0,206 = 0 \rightarrow \boxed{s = 0,363}$$

$$J_{nb} = \frac{s^2}{2} \left(1 - \frac{s}{3}\right) = \frac{0,363^2}{2} \cdot \left(1 - \frac{0,363}{3}\right) = 0,058$$

### НАПОНИ У БЕТОНУ И АРМАТУРИ

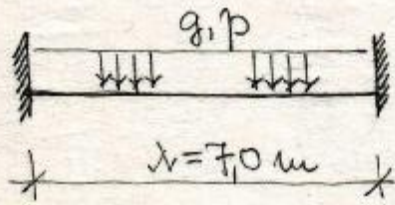
ЗА ЈЕДНОСТРУКО АРМИРАНИ ПРЕСЕК СЛЕДИ:

$$\sigma_b = \frac{M}{b \cdot h^2} \cdot \frac{s}{J_{nb}} = \frac{344,84 \cdot 10^2}{30,0 \cdot 62,5^2} \cdot \frac{0,363}{0,058} = 1,846 \text{ kN/cm}^2 = 18,46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{a1} = m \cdot \sigma_b \cdot \frac{1-s}{s} = 6,36 \cdot 18,46 \cdot \frac{1-0,363}{0,363} = 206,38 \text{ MPa}$$

## POS 3

### — КОНТИНУАЛНА ГРЕДА



сопств. ТЕЖИНА:  $0,30 \cdot 0,70 \cdot 25,0 = 5,25 \text{ kN/m}'$   
од POS 1:  $A_g = 4,80 \text{ kN/m}'$

$$\boxed{g = 10,05 \text{ kN/m}'}$$

ПОВРЕМЕНО ОД POS 1:

$$A_p = \boxed{p = 24,0 \text{ kN/m}'}$$

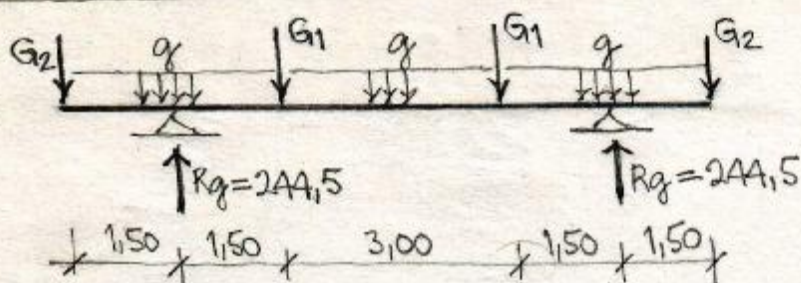
$$R_{g3} = 10,05 \cdot 7,0 / 2 = 35,18 \text{ kN}$$

$$R_{p3} = 24,0 \cdot 7,0 / 2 = 84,0 \text{ kN}$$



# POS 4 - ГРЕДА СА ПРЕПУСТИМА

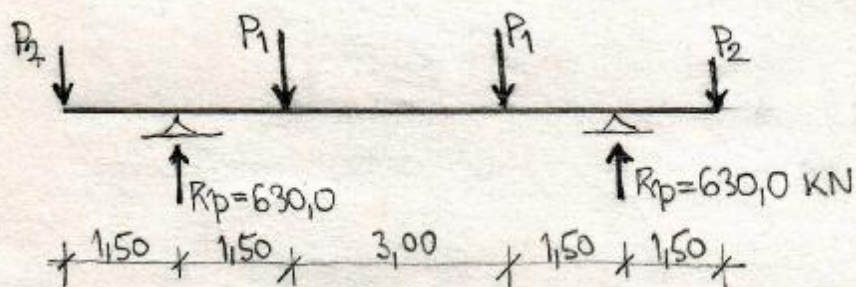
## а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



- СОПСТВЕНА ТЕЖИНА :  $0,40 \cdot 1,00 \cdot 25,0 = 10,0 \text{ kN/m}'$   
 - ОД POS 2 :  $2R_{q2} = 2 \cdot 64,58 = 129,15 \text{ kN} = G_1$   
 - ОД POS 3 :  $2R_{q3} = 2 \cdot 35,18 = 70,35 \text{ kN} = G_2$

$$R_q = 10,0 \cdot 9,0 / 2 + 129,15 + 70,35 = 244,5 \text{ kN}$$

## б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



$$P_1 = 2R_{p2} = 2 \cdot 231,0 = 462,0 \text{ kN}$$

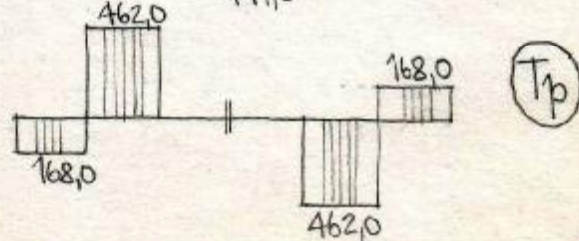
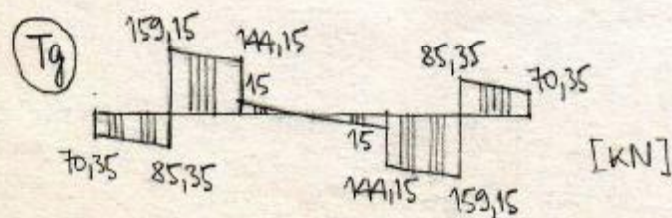
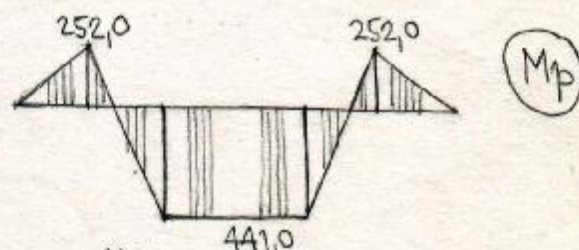
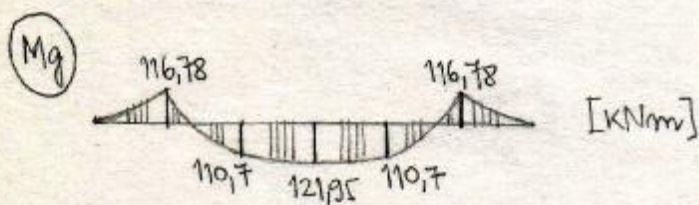
$$P_2 = 2R_{p3} = 2 \cdot 84,0 = 168,0 \text{ kN}$$

$$R_p = P_1 + P_2 = 462,0 + 168,0 = 630,0 \text{ kN}$$

## ДИЈАГРАМИ СТАТИЧКИХ УТИЦАЈА

### а) СТАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

### б) ПОВРЕМЕНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ



# ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ

## - ОСЛОЈАЦ

$$M_u = 1,6 \cdot 116,78 + 1,8 \cdot 252,0 = 640,45 \text{ kNm}$$

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

$$k_v = \frac{95,0}{\sqrt{\frac{640,45}{0,40 \cdot 2,30}}} = 3,601 \longrightarrow \begin{aligned} \epsilon_b/\epsilon_a &= 1,6/10\% \\ \bar{\mu} &= 8,092\% \end{aligned}$$

$$A_a = 8,092 \cdot \frac{40,0 \cdot 95,0}{100} \cdot \frac{2,30}{40,0} = 17,68 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{5R\phi 22}$  (19,01 cm<sup>2</sup>)

## - ПОЛБЕ

$$M_u = 1,6 \cdot 121,95 + 1,8 \cdot 441,0 = 988,92 \text{ kNm}$$

$$B = \min \left\{ \begin{aligned} 40 + 20 \cdot 16 &= 360 \text{ cm} \\ 40 + 0,25 \cdot 0,8 \cdot 600 &= 160 \text{ cm} \\ \lambda &= 700 \text{ cm} \end{aligned} \right\} = 160 \text{ cm}$$

$$B/d/r = 160/100/93 \text{ cm}$$

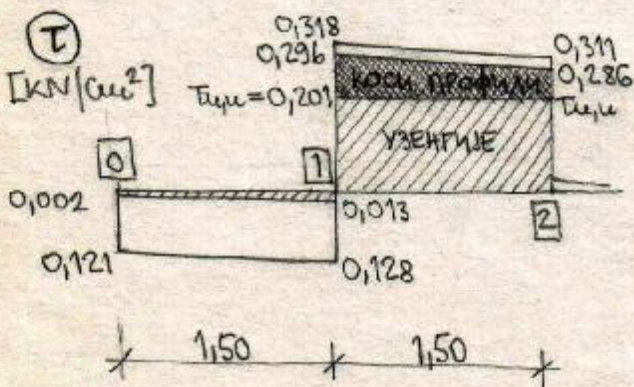
$$k_v = \frac{93,0}{\sqrt{\frac{988,92 \cdot 10^2}{160 \cdot 2,30}}} = 5,673 \longrightarrow \begin{aligned} \epsilon_b/\epsilon_a &= 0,90/10\% \\ s &= 0,083 \\ \bar{\mu} &= 3,158\% \end{aligned}$$

$$s \cdot r = 0,083 \cdot 93,0 = 7,72 \text{ cm} < d_p = 16 \text{ cm}$$

$$A_a = 3,158 \cdot \frac{160,0 \cdot 93,0}{100} \cdot \frac{2,30}{40} = 27,02 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО  $\boxed{7R\phi 22}$  (26,61 cm<sup>2</sup>)

## КОНТРОЛА ГЛАВНИХ НАПОНА ЗАТЕЗАЊА



$$z = 0,9 \cdot r = 0,9 \cdot 95,0 = 85,5 \text{ cm}$$

$$T_u^0 = 1,6 \cdot 70,35 + 1,8 \cdot 168,0 = 414,96 \text{ kN}$$

$$T_u^{1L} = 1,6 \cdot 85,35 + 1,8 \cdot 168,0 = 438,96 \text{ kN}$$

$$T_u^{1D} = 1,6 \cdot 159,15 + 1,8 \cdot 462,0 = 1086,24 \text{ kN}$$

$$T_u^{2L} = 1,6 \cdot 144,15 + 1,8 \cdot 462,0 = 1062,24 \text{ kN}$$

$$T_u^{2D} = 1,6 \cdot 15,0 = 24,0 \text{ kN}$$

$$T_n^0 = \frac{414,96}{40 \cdot 85,5} = 0,121 \text{ kN/cm}^2 \approx T_c = 0,12 \text{ kN/cm}^2$$

$$T_{Ru}^0 = \frac{3}{2} \cdot (0,121 - 0,12) = 0,002 \text{ kN/cm}^2 \approx 0$$

$$T_n^{1L} = \frac{438,96}{40 \cdot 85,5} = 0,128 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow T_{Ru}^{1L} = \frac{3}{2} \cdot (0,128 - 0,12) = 0,013 \text{ kN/cm}^2$$

$$T_n^{1D} = \frac{1086,24}{40 \cdot 85,5} = 0,318 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow T_{Ru}^{1D} = \frac{3}{2} \cdot (0,318 - 0,12) = 0,296 \text{ kN/cm}^2$$

$$T_n^{2L} = \frac{1062,24}{40 \cdot 85,5} = 0,311 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow T_{Ru}^{2L} = \frac{3}{2} \cdot (0,311 - 0,12) = 0,286 \text{ kN/cm}^2$$

### ДЕО 0-1

ОСИГУРАЊЕ СЕ ВРШИ ВЕРТИКАЛНИМ УЗЕНГИЈАМА, ОДРЕЂЕНИМ ИЗ МИНИМАЛНОГ ПРОЦЕНТА АРМИРАЊА  $\min. \mu_{sz} = 0,2\%$  :

УСВОЈЕНО :  $m=2$  ,  $\alpha=90^\circ$  ;  $\theta=45^\circ$  ;  $UR\phi 8$  ( $a_{ii}^{(1)} = 0,503 \text{ cm}^2$ )

$$\max. e_{ii} = \frac{m \cdot a_{ii}^{(1)}}{b \cdot \min. \mu_{sz}} = \frac{2 \cdot 0,503}{40,0 \cdot 0,2 \cdot 10^{-2}} = 12,57 \text{ cm}$$

УСВОЈЕНО UR $\phi$ 8/12,5 ( $m=2$ )

НА ЧИТАВОЈ ДУЖИНИ ПРЕПУСТА

$$T_{e,ii} = \frac{2 \cdot 0,503}{40 \cdot 12,5} \cdot 40,0 = 0,080 \text{ kN/cm}^2 > T_{Ru}^{1L} = 0,013 \text{ kN/cm}^2$$

### ДЕО 1-2

УСВАЈАЈУ СЕ ВЕРТИКАЛНЕ УЗЕНГИЈЕ ДУЖИНИ ОСИГУРАЊА  $\lambda = 1,50 \text{ m}$ .

UR $\phi$ 8/10 ( $m=4$ ) ~~НА~~

$$T_{e,ii} = \frac{4 \cdot 0,503}{40,0 \cdot 10,0} \cdot 40,0 = 0,201 \text{ kN/cm}^2$$

$$H_{vii,k} = \left( \frac{0,296 + 0,286}{2} - 0,201 \right) \cdot 40,0 \cdot 150,0 = 540,58 \text{ kN}$$

$$\alpha_k = 45^\circ \rightarrow A_{ak} = \frac{540,58}{40,0 \cdot \sqrt{2}} = 9,56 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО 3R $\phi$ 22 ( $11,40 \text{ cm}^2$ )

а) ОБИЧНО АРМИРАЊ

$$N_u = 1,9 \cdot 244,5 + 2,1 \cdot 630,0 = 1787,55 \text{ kN}$$

УСВОЈЕНО:  $\mu = 0,6\%$

$$\bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_v}{f_b} = 0,6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{40,0}{2,30} = 10,44 \cdot 10^{-2}$$

$$A_{b, \text{ПОТР.}} = \frac{N_u}{f_b \cdot (1 + \bar{\mu})} = \frac{1787,55}{2,30 \cdot (1 + 0,1044)} = 703,8 \text{ cm}^2$$

$$A_b = D^2 \cdot \pi / 4 \rightarrow D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot 703,8} = 29,93 \text{ cm}$$

УСВОЈЕНО  $D = 30 \text{ cm}$

$$\text{ПОТР. } A_a = 0,6 \cdot 10^{-2} \cdot 703,8 = 4,22 \text{ cm}^2$$

MIN.  $A_a = 6\phi 12$

УСВОЈЕНО  $6R\phi 12$  ( $6,78 \text{ cm}^2$ )  
 $UR\phi 6/15$  (MAX.  $e_u = 15 \cdot 1,2 = 18,0 \text{ cm}$ )

б) СПИРАЛНО АРМИРАЊ

$$N = N_g + N_p = 244,5 + 630,0 = 874,5 \text{ kN}$$

УСВАЈАМО:  $\mu_0 = 0,6\%$   
 $\mu_s = 1,5\% = 2,5 \cdot \mu_0$

$$k_0 = k_s = \frac{\sigma_v}{0,7 \cdot f_{bk}} = \frac{40,0}{0,7 \cdot 3,5} = 16,33$$

$$A_{bs} = \frac{3N}{f_{bk} \cdot (1 + k_0 \mu_0 + 2k_s \mu_s)} = \frac{3 \cdot 874,5}{3,5 \cdot [1 + 16,33 \cdot (0,6 + 2 \cdot 1,5) \cdot 10^{-2}]} = 472,1 \text{ cm}^2$$

$$D_s = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot A_{bs}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot 472,1} = 24,5 \text{ cm}$$

$$D = D_s + \phi_s + 2a_0 = 24,5 + 0,8 + 2 \cdot 2,5 = 30,3 \approx 30 \text{ cm}$$

$$A_{a0} = 0,6 \cdot 472,1 \cdot 10^{-2} = 2,83 \text{ cm}^2 < 6,78 \text{ cm}^2 = \text{MIN. } A_{a0} = 6\phi 12$$

$$A_{as} = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 472,1 = 7,08 \text{ cm}^2$$

$$\text{MAX. } e_s = D_s / 5 = 4,90 \sim 5,0 \text{ cm} = e_s, \text{ уcb.}$$

$$A_{as}^{(1)} = \frac{A_{as} \cdot e_s}{D_s \cdot \pi} = \frac{7,08 \cdot 5,0}{24,5 \cdot \pi} = 0,46 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{ycb. } R\phi 8$$

$$A_{as} = \frac{0,503 \cdot 24,5 \cdot \pi}{5,0} = 7,74 \text{ cm}^2$$

УСВОЈЕНО:  $D = 30 \text{ cm}$   
 $R\phi_s 8/5$  ( $7,74 \text{ cm}^2$ )  $\rightarrow A_{as}$   
 $6R\phi 12$  ( $6,78 \text{ cm}^2$ )  $\rightarrow A_{a0}$