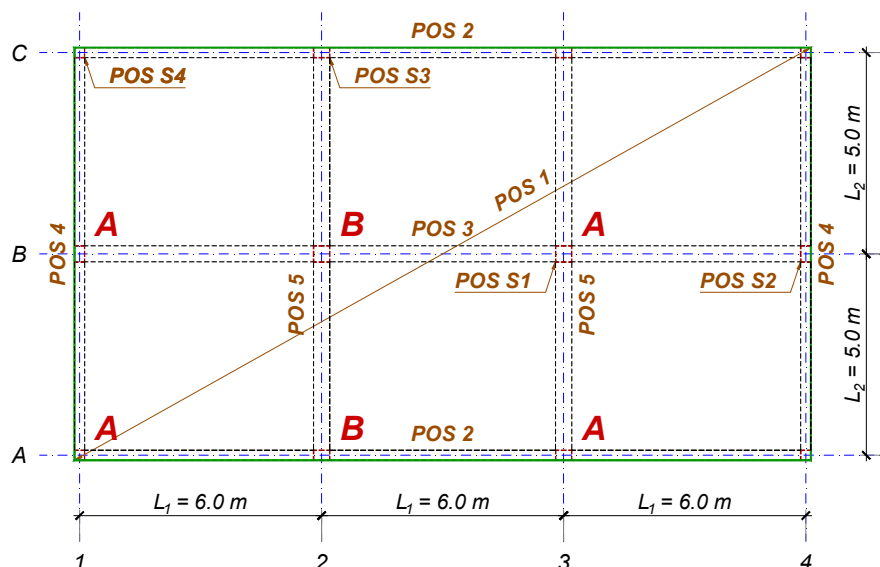


# 1 PRORAČUN PLOČE POS 1

- varijanta: krstasta ploča,  $p$  po čitavoj ploči -

## 1.1 STATIČKI SISTEM



Ploča POS 1 je gredama izdijeljena na šest polja. Svako polje je oslonjeno na sve četiri strane, a odnos dimenzija u osnovi je:

$$\frac{L_{\max}}{L_{\min}} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{6.0}{5.0} = 1.2 < 2$$

pa se ploča proračunava kao krstasta. Grede POS 2 i POS 3 su postavljene u dužem, a POS 4 i POS 5 u kraćem pravcu.

## 1.2 ANALIZA OPTEREĆENJA

S obzirom da se radi o varijantnom rešenju konstrukcije obrađene u primeru P1, usvojena su ista opterećenja kao u tom primeru:

$$\begin{aligned} \text{ukupno dodatno stalno opterećenje:} & \quad \Delta g & = & 2.50 \text{ kN/m}^2 \\ \text{povremeno opterećenje:} & \quad p & = & 4.00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Debljina ploče će biti usvojena u skladu sa članom 207 Pravilnika BAB 87:

»Ako se stanje deformacija ne dokazuje posebno, najmanja debljina ploče koja se računa u jednom ili dva pravca treba da iznosi 1/35 manjeg raspona, odnosno odstojanja nultih tačaka dijagrama momenata kod kontinualnih ili uklještenih ploča. Ako odstojanje nultih tačaka nije određeno statičkim proračunom, može se uzeti da to odstojanje iznosi 4/5 raspona.«

$$d_{p,\min} = \frac{L_{0,\min}}{35} = \frac{0.8 \times 500}{35} = 11.4 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad \text{usvojeno } d_p = 14 \text{ cm}$$

Radi poređenja, usvojena je debljina ploče ista kao u primeru P1. Razlozi za usvajanje nešto veće debljine od minimalno potrebnih 12 cm su objašnjeni u primeru P1.

Ukupno stalno, odnosno povremeno opterećenje:

- sopstvena težina ploče	$0.14 \times 25$	= 3.5 kN/m <sup>2</sup>
- dodatno stalno opterećenje	$\Delta g$	= 2.5 kN/m <sup>2</sup>
ukupno, stalno opterećenje	$g$	= 6.0 kN/m <sup>2</sup>
povremeno opterećenje:	$p$	= 4.0 kN/m <sup>2</sup>

### 1.3 STATIČKI UTICAJI

Momenti savijanja se proračunavaju za svako od razmatranih polja, usvajajući sledeće konturne uslove:

- na spoju dve ploče (postoji kontinuitet) – uklještena ivica;
- na kraju ploče – slobodno oslonjena ivica.

Vrednosti momenata savijanja za svako pojedinačno opterećenje (G,P) sračunate su pomoću tabele za određivanje uticaja u krstastim pločama. Za utvrđeni odnos strana (po usvojenoj notaciji u tabeli,  $L_y \geq L_x$ ) i tip oslanjanja, iz tabele se čitaju koeficijenti  $k_i$  i momenti usled opterećenja  $q$  (stalno, povremeno, granično) sračunavaju kao:

$$M_i = k_i \times Q \quad ; \quad Q = q \times L_x \times L_y$$

Nije pogošno, ali ni potrebno, raditi interpolaciju tabulisanih vrednosti koeficijenata  $k_i$ .

Sračunate vrednosti momenata savijanja su prikazane tabelarno. Ukoliko nije neophodno sprovesti kontrolu graničnih stanja u eksploataciji (naponi, prsline, ugibi), dovoljno je sračunati samo momente savijanja usled graničnog opterećenja (osenceno u tabelama).

Na delovima gde se susište krstaste ploče različitih dimenzija i/ili konturnih uslova (ili krstasta i statički neodređena ploča u jednom pravcu), javljaju se i različite vrednosti oslončkih momenata savijanja. S obzirom na relativno malu torzionu krutost greda i učinjene aproksimacije (usvajanje punog uklještenja kao konturnog uslova), ove vrednosti se, po pravilu, osrednjavaju. Na delovima gde se krstasta ploča susište sa konzolnim prepustom, zadržavaju se vrednosti momenata savijanja sa konzole, nezavisno od veličine momenata.

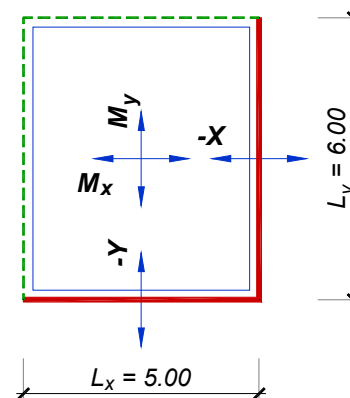
#### 1.3.1 Ploča "A"

$$L_y / L_x = 6.0 / 5.0 = 1.2$$

$$G = g \times L_x \times L_y = 6.0 \times 5.0 \times 6.0 = 180.0 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y = 4.0 \times 5.0 \times 6.0 = 120.0 \text{ kN}$$

	k		G	P	U
			kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.032	$M_x$	5.8	3.8	16.1
duži pravac, polje	0.023	$M_y$	4.1	2.8	11.6
kraći pravac, oslonac	0.071	-X	12.8	8.5	35.8
duži pravac, oslonac	0.062	-Y	11.2	7.4	31.2



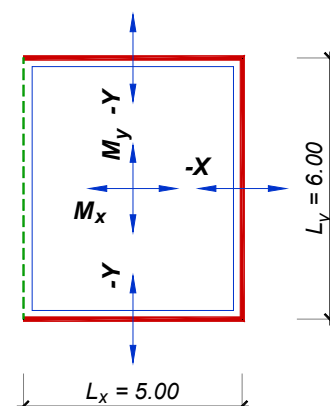
#### 1.3.2 Ploča "B"

$$L_y / L_x = 6.0 / 5.0 = 1.2$$

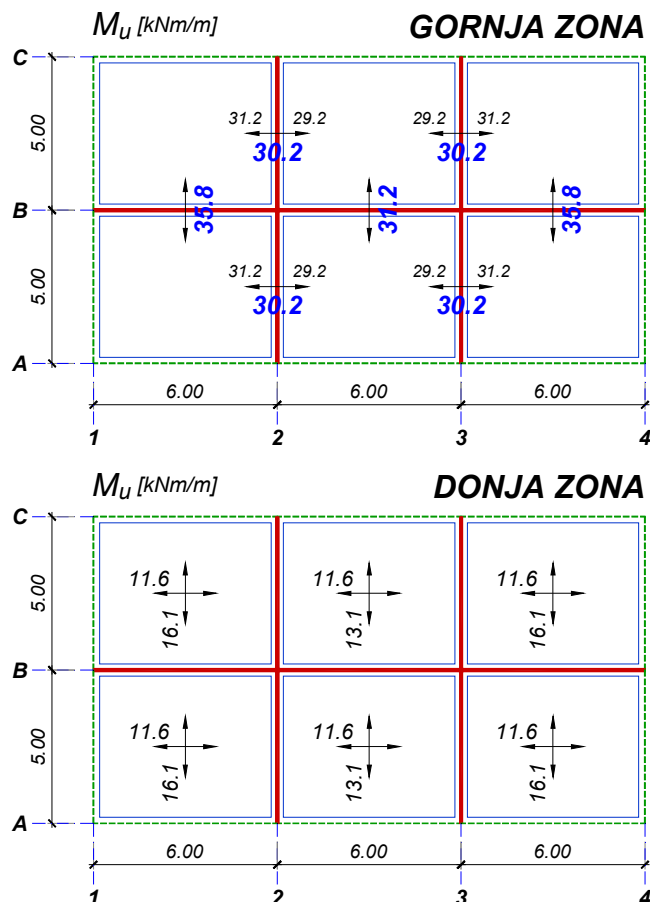
$$G = g \times L_x \times L_y = 6.0 \times 5.0 \times 6.0 = 180.0 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y = 4.0 \times 5.0 \times 6.0 = 120.0 \text{ kN}$$

	k		G	P	U
			kNm/m	kNm/m	kNm/m
kraći pravac, polje	0.026	$M_x$	4.7	3.1	13.1
duži pravac, polje	0.023	$M_y$	4.1	2.8	11.6
kraći pravac, oslonac	0.062	-X	11.2	7.4	31.2
duži pravac, oslonac	0.058	-Y	10.4	7.0	29.2



Granični momenti savijanja u ploči, posebno za donju, odnosno gornju zonu, su prikazani na narednim šemama. Posebno se naglašava da momenti savijanja  $M_x$  i  $M_y$  nisu momenti savijanja u pravcu nekakvih globalnih koordinatnih osa, već momenti određeni prema notaciji primenjenoj u tablicama ( $M_x$  je moment u kraćem, a  $M_y$  u dužem pravcu).



## 1.4 DIMENZIONISANJE

usvojeno: MB 30  $\Rightarrow f_B = 20.5 \text{ MPa}$   
RA 400/500  $\Rightarrow \sigma_v = 400 \text{ MPa}$

Kako su momenti u globalnom Y pravcu veći od momenata u X pravcu, šipke Y pravca se postavljaju u prvi, odnosno četvrti red, a šipke X pravca u drugi, odnosno treći red (sa manjom statičkom visinom i u gornjoj i u donjoj zoni).

### 1.4.1 Gornja zona - globalni pravac Y

$\max. M_u = M_{yu} = 35.8 \text{ kNm/m}$  (osa B: delovi 1-2, 3-4)

pretp.  $a_{1y} = 3 \text{ cm} \Rightarrow h_y = 14 - 3 = 11 \text{ cm}$  ;  $b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

$$k = \frac{11}{\sqrt{\frac{35.8 \times 10^2}{100 \times 2.05}}} = 2.633 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.658/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 15.733\%$$

$$A_a = 15.733 \times \frac{100 \times 11}{100} \times \frac{2.05}{40} = 8.87 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow e_a \leq \frac{100 \times 1.13}{8.87} = 12.7 \text{ cm}$$

usvojeno: **RØ12/12.5** ( $9.05 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

$$A_{ap} = 0.2 \times 8.87 = 1.77 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{RØ8/25} \text{ (} 2.01 \text{ cm}^2/\text{m)}$$

$M_{yu} = 31.2 \text{ kNm/m}$  (osa B: deo 2-3)

$$\text{pretp. } \emptyset 12 \Rightarrow a_{1y} = 2.0 + 1.2/2 = 2.6 \text{ cm} \Rightarrow h_y = 14 - 2.6 = 11.4 \text{ cm}$$

$$k = \frac{11.4}{\sqrt{\frac{31.2}{2.05}}} = 2.920 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.204/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 12.597\%$$

$$A_a = 12.597 \times 11.4 \times \frac{2.05}{40} = 7.36 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow e_a \leq \frac{100 \times 1.13}{7.36} = 15.4 \text{ cm}$$

usvojeno: **RØ12/15** (7.54 cm<sup>2</sup>/m)

$$A_{ap} = 0.2 \times 7.36 = 1.47 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{RØ8/30} \text{ (1.68 cm}^2/\text{m)}$$

#### 1.4.2 Gornja zona - globalni pravac X

$$\text{pretp. } \emptyset 12 \Rightarrow a_{1x} = 2.0 + 1.2 + 1.2/2 = 3.8 \text{ cm} \Rightarrow h_x = 14 - 3.8 = 10.2 \text{ cm}$$

$M_{xu} = 30.2 \text{ kNm/m}$  (ose 2 i 3)

$$k = \frac{10.2}{\sqrt{\frac{30.2}{2.05}}} = 2.656 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.614/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 15.440\%$$

$$A_a = 15.440 \times 10.2 \times \frac{2.05}{40} = 8.07 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow e_a \leq \frac{100 \times 1.13}{8.07} = 14.0 \text{ cm}$$

usvojeno: **RØ12/12.5** (9.05 cm<sup>2</sup>/m)

$$A_{ap} = 0.2 \times 8.07 = 1.61 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{RØ8/30} \text{ (1.68 cm}^2/\text{m)}$$

#### 1.4.3 Donja zona - globalni pravac Y

$$\text{pretp. } \emptyset 8 \Rightarrow a_{1y} = 2.0 + 0.8/2 = 2.4 \text{ cm} \Rightarrow h_y = 14 - 2.4 = 11.6 \text{ cm}$$

$M_{yu} = 16.1 \text{ kNm/m}$  (polja 1-2 i 3-4)

$$A_{ay} \approx \frac{16.1 \times 10^2}{0.9 \times 11.6 \times 40} = 3.86 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{RØ8/12.5} \text{ (4.02 cm}^2/\text{m)}$$

$M_{yu} = 13.1 \text{ kNm/m}$  (polja 2-3)

$$A_{ay} \approx \frac{13.1 \times 10^2}{0.9 \times 11.5 \times 40} = 3.17 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{RØ8/15} \text{ (3.35 cm}^2/\text{m)}$$

#### 1.4.4 Donja zona - globalni pravac X

$$\text{pretp. } \emptyset 8 \Rightarrow a_{1x} = 2.0 + 0.8 + 0.8/2 = 3.2 \text{ cm} \Rightarrow h_x = 14 - 3.2 = 10.8 \text{ cm}$$

$M_{xu} = 11.6 \text{ kNm/m}$  (sva polja)

$$A_{ax} \approx \frac{11.6 \times 10^2}{0.9 \times 10.8 \times 40} = 2.98 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{RØ8/15} \text{ (3.35 cm}^2/\text{m)}$$

Umesto rebraste armature, donju zonu je moguće armirati mrežastom armaturom:

$$A_a^{MA} = \frac{A_a^{RA} \times \sigma_v^{RA}}{\sigma_v^{MA}} = \frac{3.86 \times 40}{50} = 3.09 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{Q335}$$

## 2 PRORAČUN GREDA

Grede POS 2 i POS 3 su kontinualni nosači raspona 3×6,0 m a grede POS 4 i POS 5 raspona 2×5,0 m. Usvojene su dimenzije greda iz primera P1. Ivične grede POS 2 i POS 4 su dimenzija 25/50 cm, a srednje grede POS 3 i POS 5 dimenzija 40/50 cm.

### 2.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

Pored sopstvene težine i težine fasade (ivične grede POS 2 i POS 4), grede su opterećene opterećenjem od POS 1, koje se sračunava pomoću tabele za proračun krstastih ploča.

Slično proračunu momenata savijanja, za utvrđeni odnos strana i tip oslanjanja, iz tabele se čitaju koeficijenti  $k_i$  i ukupne sile  $Q_i$  koje se prenose na jednu oslonačku gredu (zid) usled opterećenja  $q$  (stalno, povremeno) sračunavaju kao:

$$Q_i = k_i \times Q \quad ; \quad Q = q \times L_x \times L_y$$

Mada je stvarna raspodela neznatno drugačija, uobičajeno se usvaja da je opterećenje oslonačkih greda (zidova) jednako raspodeljeno, pa se odgovarajuće vrednosti dobijaju deljenjem sračunatih sila  $Q_i$  sa odgovarajućim rasponima  $L_y$  ili  $L_x$ . Vrednosti ukupnih oslonačkih reakcija  $G_i$ ,  $P_i$  (za stalno, odnosno povremeno opterećenje), kao i opterećenja  $g_i$ ,  $p_i$  su prikazane tabelarno.

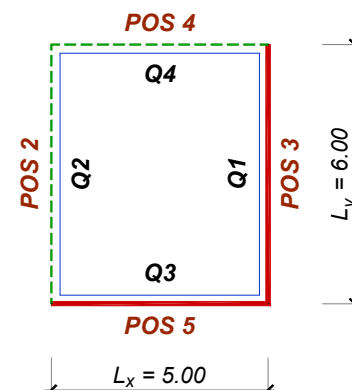
#### 2.1.1 Ploča "A"

$$L_y / L_x = 6.0 / 5.0 = 1.2$$

$$G = g \times L_x \times L_y = 6.0 \times 5.0 \times 6.0 = 180.0 \text{ kN}$$

$$P = p \times L_x \times L_y = 4.0 \times 5.0 \times 6.0 = 120.0 \text{ kN}$$

		G	P	L	g	p
k		kN	kN	m	kN/m	kN/m
0.331	Q <sub>1</sub>	59.6	39.7	6.0	9.93	6.62
0.226	Q <sub>2</sub>	40.7	27.1	6.0	6.78	4.52
0.257	Q <sub>3</sub>	46.3	30.8	5.0	9.25	6.17
0.186	Q <sub>4</sub>	33.5	22.3	5.0	6.70	4.46



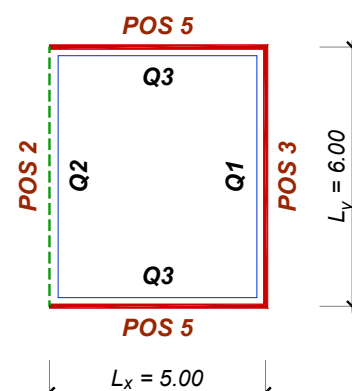
#### 2.1.2 Ploča "B"

$$L_y / L_x = 6.0 / 5.0 = 1.2$$

$$G = g \times L_x \times L_y = 6.0 \times 5.0 \times 6.0 = 180.0 \text{ kN}$$

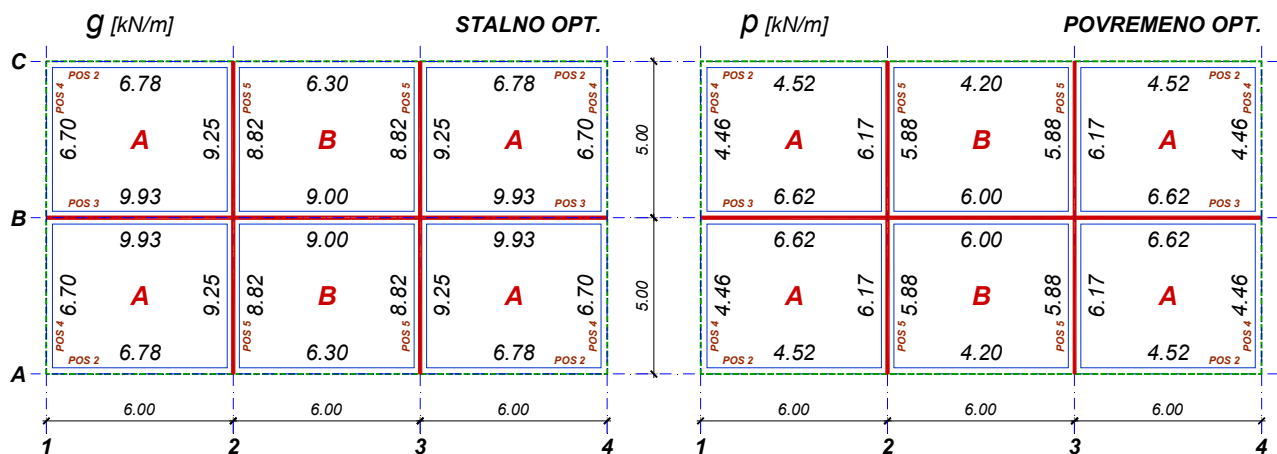
$$P = p \times L_x \times L_y = 4.0 \times 5.0 \times 6.0 = 120.0 \text{ kN}$$

		G	P	L	g	p
k		kN	kN	m	kN/m	kN/m
0.300	Q <sub>1</sub>	54.0	36.0	6.0	9.00	6.00
0.210	Q <sub>2</sub>	37.8	25.2	6.0	6.30	4.20
0.245	Q <sub>3</sub>	44.1	29.4	5.0	8.82	5.88



Jednako raspodeljeno opterećenje koje se sa ploče prenosi na pojedine grede, posebno za stalno, odnosno povremeno opterećenje, prikazano je na donjoj šemi. Stalnom opterećenju potrebno je dodati sopstvenu težinu greda, odnosno težinu fasade za ivične grede POS 2 i POS 4. Usvojena je težina fasade sračunata u primeru P1:

$$g_f = (H_{sp} - d) \times g_{25} + H_{sp} \times g_{kp} = (3.50 - 0.50) \times 4.60 + 3.50 \times 0.90 = 16.95 \text{ kN/m}$$



## 2.2 PRORAČUN GREDE POS 3

### 2.2.1 Analiza opterećenja

#### krajnja polja:

- sopstvena težina  $0.4 \times 0.5 \times 25 = 5.00 \text{ kN/m}$
- stalno opterećenje od POS 1  $2 \times 9.93 = 19.86 \text{ kN/m}$
- ukupno, stalno opterećenje  $g_1 = 24.86 \text{ kN/m}$
- povremeno opterećenje  $2 \times 6.62 = p_1 = 13.24 \text{ kN/m}$

#### srednje polje:

- sopstvena težina  $0.4 \times 0.5 \times 25 = 5.00 \text{ kN/m}$
- stalno opterećenje od POS 1  $2 \times 9.00 = 18.00 \text{ kN/m}$
- ukupno, stalno opterećenje  $g_2 = 23.00 \text{ kN/m}$
- povremeno opterećenje  $2 \times 6.00 = p_2 = 12.00 \text{ kN/m}$

### 2.2.2 Proračun presečnih sila

Proračun statičkih uticaja se vrši pomoću tabela za kontinualne nosače konstantnog preseka sa jednakim krajnjim rasponima, na način detaljno opisan u primeru P2. Proračunavaju se reakcije oslonaca za stalno i povremeno opterećenje, kao i granične vrednosti momenata savijanja i transverzalnih sila. Lako je pokazati za simetrično opterećenje ( $q_1=q_3$ ) i jednake raspone  $L_1=L_2=L_3=L$ :

$$M_{1q} = -\left(\frac{q_1}{15} + \frac{q_2}{20} - \frac{q_3}{60}\right) \times L^2 = -\left(\frac{q_1}{15} + \frac{q_2}{20} - \frac{q_1}{60}\right) \times L^2 = -\frac{q_1 + q_2}{2} \times \frac{L^2}{10} = M_{2q}$$

$$M_{1g} = -\frac{24.86 + 23}{2} \times \frac{6.0^2}{10} = -86.1 \text{ kNm} = M_{2g} \text{ (zategnuta gornja ivica preseka)}$$

$$A_g = \frac{24.86 \times 6.0}{2} - \frac{86.1}{6.0} = 60.2 \text{ kN} ; B_g = \frac{(2 \times 24.86 + 23) \times 6.0}{2} - 60.2 = 157.9 \text{ kN}$$

$$M_{1p} = -\frac{13.24 + 12}{2} \times \frac{6.0^2}{10} = -45.4 \text{ kNm} = M_{2p} \text{ (zategnuta gornja ivica preseka)}$$

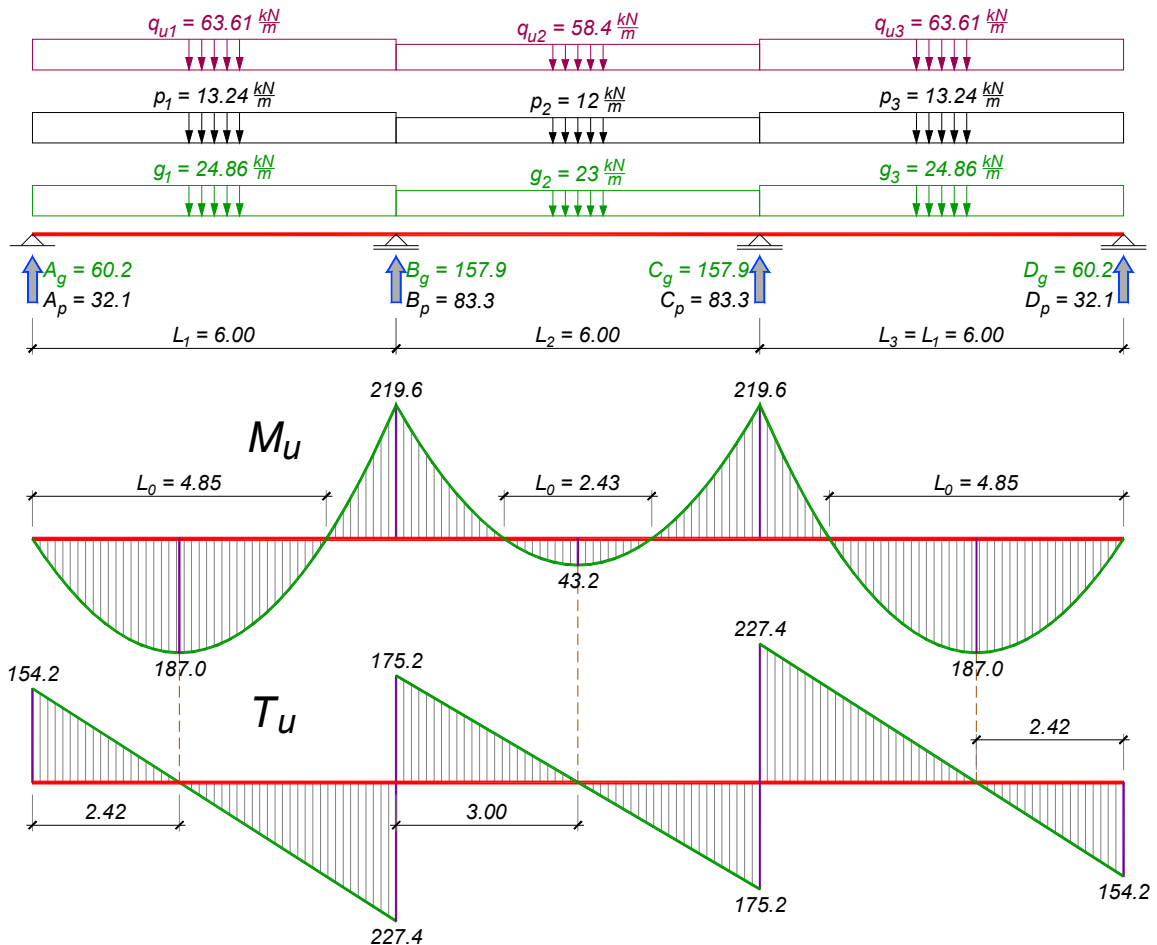
$$A_p = \frac{13.24 \times 6.0}{2} - \frac{45.4}{6.0} = 32.1 \text{ kN} ; B_p = \frac{(2 \times 13.24 + 12) \times 6.0}{2} - 32.1 = 83.3 \text{ kN}$$

$$q_{u1} = 1.6 \times 24.86 + 1.8 \times 13.24 = 63.61 \text{ kN/m} ; q_{u2} = 1.6 \times 23 + 1.8 \times 12 = 58.4 \text{ kN/m}$$

$$M_{u1} = M_{u2} = 1.6 \times 86.1 + 1.8 \times 45.4 = 219.6 \text{ kNm}$$

$$A_u = 1.6 \times 60.2 + 1.8 \times 32.1 = 154.2 \text{ kN} \Rightarrow T_u^{B,l} = 63.61 \times 6.0 - 154.2 = 227.4 \text{ kN}$$

$$B_u = 1.6 \times 157.9 + 1.8 \times 83.3 = 402.6 \text{ kN} \Rightarrow T_u^{B,d} = 402.6 - 227.4 = 175.2 \text{ kN}$$



## 2.2.3 Dimenzionisanje prema momentu savijanja

### 2.2.3.1 Presek nad osloncem

pretp.  $a_1 = 6 \text{ cm} \Rightarrow b/d/h = 40/50/44 \text{ cm}$

$$k = \frac{44}{\sqrt{\frac{219.6 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.689 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 2.554 / 10\text{‰} \\ \mu = 15.034\% \end{cases}$$

$$A_a = 15.034 \times \frac{40 \times 44}{100} \times \frac{2.05}{40} = 13.56 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **7RØ16** (14.07 cm<sup>2</sup>)

### 2.2.3.2 Preseci u krajnjim poljima

$$x_{\max} = \frac{A_u}{q_{u1}} = \frac{154.2}{63.61} = 2.42 \text{ m} \Rightarrow M_{u,\max} = 154.2 \times 2.42 - \frac{63.61 \times 2.42^2}{2} = 187.0 \text{ kNm}$$

$$L_0 = 2x_{\max} = 2 \times 2.42 = 4.85 \text{ m} \Rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 40 + 20 \times 14 = 320 \\ 40 + 0.25 \times 485 = 161 \end{array} \right\} = 161 \text{ cm}$$

Pretpostavlja se da će se neutralna linija naći u ploči:

$$\text{pretp. } a_1 = 6 \text{ cm} \Rightarrow B/b/d/h/d_p = 161/40/50/44/14 \text{ cm}$$

$$k = \frac{44}{\sqrt{\frac{187.0 \times 10^2}{161 \times 2.05}}} = 5.850 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 0.875 / 10\text{‰} \\ s = 0.080 \Rightarrow x = 0.080 \times 44 = 3.54 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm} \\ \bar{\mu} = 3.006\% \end{cases}$$

Pretpostavka o položaju neutralne linije je tačna, pa se potrebna površina armature određuje za pravougaoni presek širine  $B = 161 \text{ cm}$ :

$$A_a = 3.006 \times \frac{161 \times 44}{100} \times \frac{2.05}{40} = 10.93 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **6RØ16** ( $12.06 \text{ cm}^2$ )

### 2.2.3.3 Presek u srednjem polju

$$M_{u,\max} = \frac{58.4 \times 6.0^2}{8} = 219.6 = 43.2 \text{ kNm}$$

$$L_0 = \sqrt{\frac{8 \times 43.2}{58.4}} = 2.43 \text{ m} \Rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 40 + 20 \times 14 = 320 \\ 40 + 0.25 \times 243 = 101 \end{array} \right\} = 101 \text{ cm}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow B/b/d/h/d_p = 101/40/50/45/14 \text{ cm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{43.2 \times 10^2}{101 \times 2.05}}} = 9.844 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 0.489 / 10\text{‰} \\ s = 0.047 \Rightarrow x = 0.047 \times 45 = 2.1 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm} \\ \bar{\mu} = 1.049\% \end{cases}$$

$$A_a = 1.049 \times \frac{101 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} = 2.44 \text{ cm}^2 < A_{a,\min} = 0.2 \times \frac{40 \times 50}{100} = 4.0 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **3RØ16** ( $6.03 \text{ cm}^2$ )

## 2.2.4 Kontrola glavnih napona zatezanja

### 2.2.4.1 Presek $B^{\text{levo}}$ – od srednjeg oslonca ka krajnjem polju

$$\tau_n^{B,l} = \frac{227.4}{40 \times 0.9 \times 44} = 0.144 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \begin{cases} > \tau_r \\ < 3\tau_r \end{cases}$$

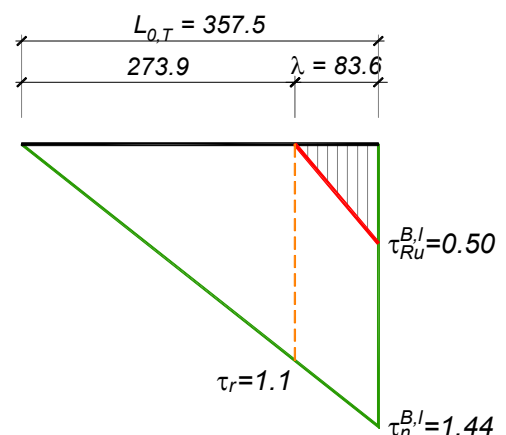
$$\lambda = (600 - 242) \times \left(1 - \frac{0.11}{0.144}\right) = 83.6 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^{B,l} = \frac{3}{2} \times (0.144 - 0.11) = 0.050 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$e_u \leq \frac{2 \times 0.503}{40 \times 0.2 \times 10^{-2}} = 12.6 \text{ cm}$$

usvojeno: **URØ8/12.5** ( $m=2$ )

$$\tau_{u,u} = \frac{2 \times 0.503}{40 \times 12.5} \times 40 = 0.080 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} > \tau_{Ru,\max}$$



Kako se radi o »špicu« momenta, dodatna zategnuta armatura nije potrebna ( $\Delta A_a = 0$ ).



### 2.2.4.2 Presek B<sup>desno</sup> – od srednjeg oslonca ka srednjem polju

$$\tau_n^{B,d} = \frac{175.2}{40 \times 0.9 \times 44} = 0.111 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \approx \tau_r = 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

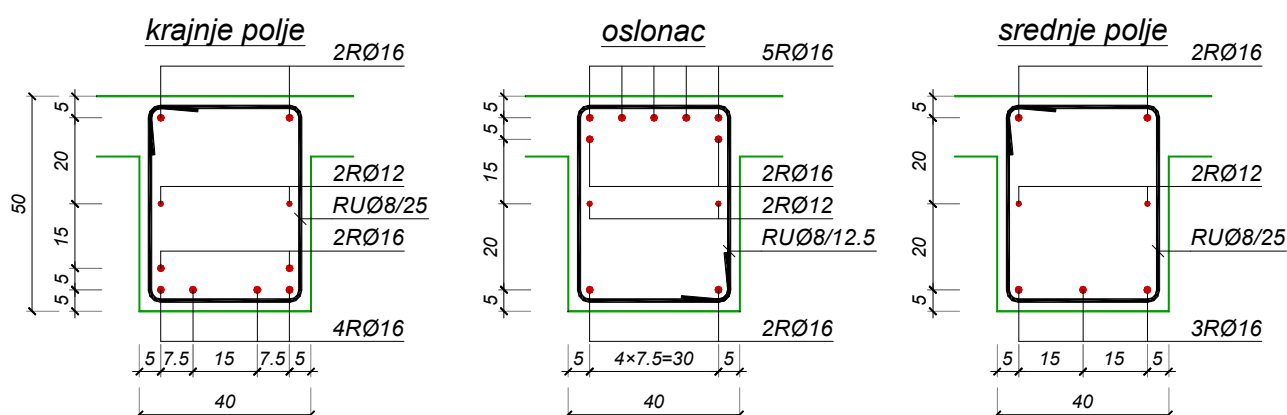
usvojeno: **URØ8/12.5** (m=2)

Kako se radi o »špicu« momenta, dodatna zategnuta armatura nije potrebna ( $\Delta A_a = 0$ ).

### 2.2.4.3 Presek A – kod krajnjeg oslonca

$$\tau_n^A = \frac{154.2}{40 \times 0.9 \times 44} = 0.097 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < \tau_r = 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

usvojeno: **URØ8/25 (12.5)** (m=2)



## 2.3 PRORAČUN GREDE POS 2

### 2.3.1 Analiza opterećenja za POS 2

#### krajnja polja:

- sopstvena težina  $0.25 \times 0.5 \times 25 = 3.13 \text{ kN/m}$
- težina fasade  $g_f = 16.95 \text{ kN/m}$
- stalno opterećenje od POS 1  $= 6.78 \text{ kN/m}$
- ukupno, stalno opterećenje  $g_1 = 26.86 \text{ kN/m}$
- povremeno opterećenje  $p_1 = 4.52 \text{ kN/m}$

#### srednje polje:

- sopstvena težina  $0.25 \times 0.5 \times 25 = 3.13 \text{ kN/m}$
- težina fasade  $g_f = 16.95 \text{ kN/m}$
- stalno opterećenje od POS 1  $= 6.30 \text{ kN/m}$
- ukupno, stalno opterećenje  $g_2 = 26.38 \text{ kN/m}$
- povremeno opterećenje  $p_2 = 4.20 \text{ kN/m}$

### 2.3.2 Proračun presečnih sila

$$M_{1g} = -\frac{26.86 + 26.38}{2} \times \frac{6.0^2}{10} = -95.8 \text{ kNm} = M_{2g} \text{ (zategnuta gornja ivica preseka)}$$

$$A_g = \frac{26.86 \times 6.0}{2} - \frac{95.8}{6.0} = 64.6 \text{ kN} ; B_g = \frac{(2 \times 26.86 + 26.38) \times 6.0}{2} - 64.6 = 175.7 \text{ kN}$$

$$M_{1p} = -\frac{4.52 + 4.2}{2} \times \frac{6.0^2}{10} = -15.7 \text{ kNm} = M_{2p} \text{ (zategnuta gornja ivica preseka)}$$

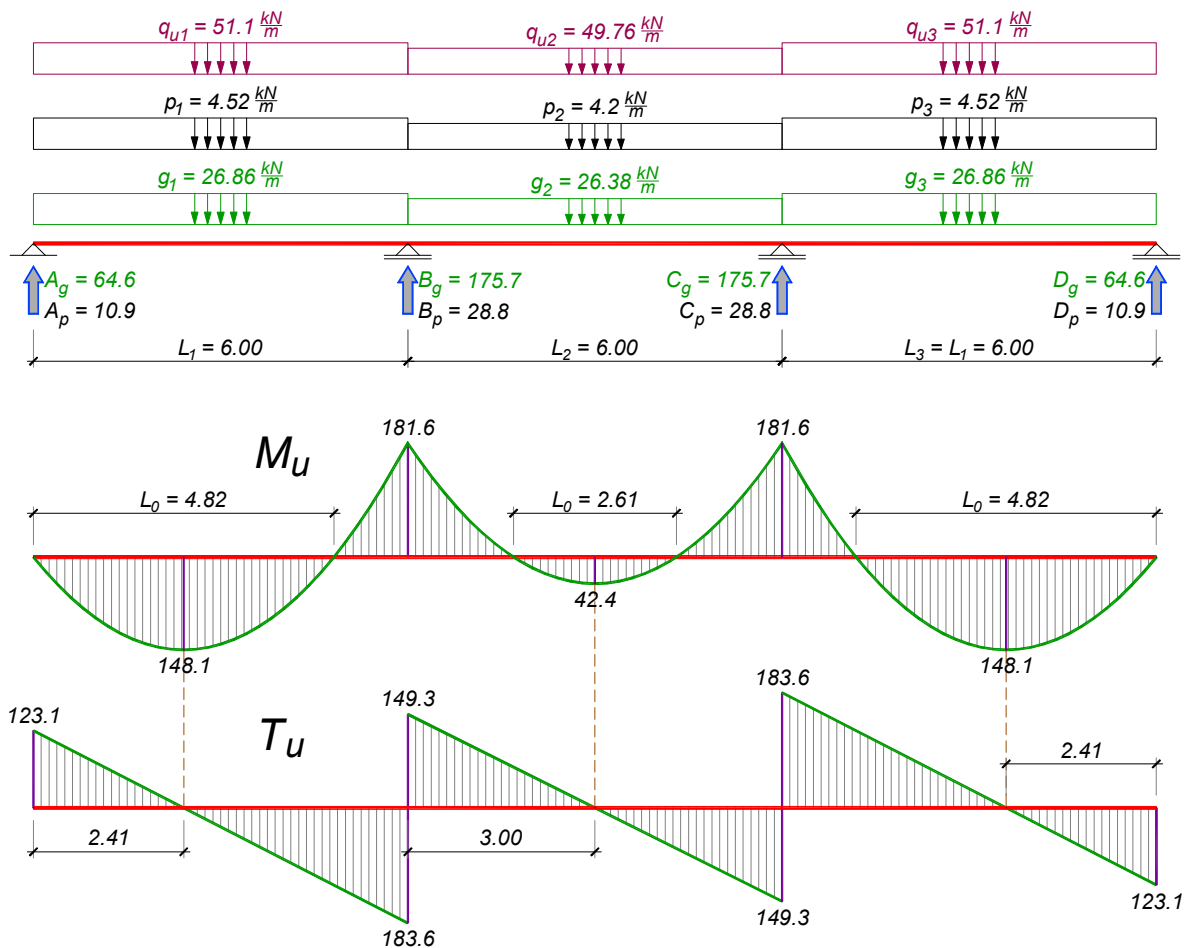
$$A_p = \frac{4.52 \times 6.0}{2} - \frac{15.7}{6.0} = 10.9 \text{ kN} ; B_p = \frac{(2 \times 4.52 + 4.2) \times 6.0}{2} - 10.9 = 28.8 \text{ kN}$$

$$q_{u1} = 1.6 \times 26.86 + 1.8 \times 4.52 = 51.1 \text{ kN/m} ; q_{u2} = 1.6 \times 26.38 + 1.8 \times 4.2 = 49.76 \text{ kN/m}$$

$$M_{u1} = M_{u2} = 1.6 \times 95.8 + 1.8 \times 15.7 = 181.6 \text{ kNm}$$

$$A_u = 1.6 \times 64.6 + 1.8 \times 10.9 = 123.1 \text{ kN} \Rightarrow T_u^{B,l} = 51.1 \times 6.0 - 123.1 = 183.6 \text{ kN}$$

$$B_u = 1.6 \times 175.7 + 1.8 \times 28.8 = 332.9 \text{ kN} \Rightarrow T_u^{B,d} = 332.9 - 183.6 = 149.3 \text{ kN}$$



### 2.3.3 Dimenzionisanje prema momentu savijanja

#### 2.3.3.1 Presek nad osloncem

$$\text{pretp. } a_1 = 7 \text{ cm} \Rightarrow b/d/h = 25/50/43 \text{ cm}$$

$$k = \frac{43}{\sqrt{\frac{181.6 \times 10^2}{25 \times 2.05}}} = 2.285 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 3.5 / 9.651\% \\ \mu = 21.544\% \end{cases}$$

$$A_a = 21.544 \times \frac{25 \times 43}{100} \times \frac{2.05}{40} = 11.87 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **6RØ16** (12.06 cm<sup>2</sup>)

### 2.3.3.2 Preseci u krajnjim poljima

$$x_{\max} = \frac{A_u}{q_{u1}} = \frac{123.1}{51.1} = 2.41 \text{ m} \Rightarrow M_{u,\max} = 123.1 \times 2.41 - \frac{51.1 \times 2.41^2}{2} = 148.1 \text{ kNm}$$

$$L_0 = 2x_{\max} = 2 \times 2.41 = 4.82 \text{ m} \Rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 25 + 8 \times 14 = 137 \\ 25 + \frac{482}{12} = 65 \end{array} \right\} = 65 \text{ cm}$$

Pretpostavlja se da će se neutralna linija naći u ploči:

$$\text{pretp. } a_1 = 7 \text{ cm} \Rightarrow B/b/d/h/d_p = 65/25/50/43/14 \text{ cm}$$

$$k = \frac{43}{\sqrt{\frac{148.1 \times 10^2}{65 \times 2.05}}} = 4.081 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 1.357 / 10\text{‰} \\ s = 0.119 \Rightarrow x = 0.119 \times 43 = 5.14 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm} \\ \bar{\mu} = 6.272\% \end{cases}$$

$$A_a = 6.272 \times \frac{65 \times 43}{100} \times \frac{2.05}{40} = 9.00 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **5RØ16** (10.05 cm<sup>2</sup>)

### 2.3.3.3 Presek u srednjem polju

$$M_{u,\max} = \frac{49.76 \times 6.0^2}{8} - 181.6 = 42.4 \text{ kNm}$$

$$L_0 = \sqrt{\frac{8 \times 42.4}{49.76}} = 2.61 \text{ m} \Rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 25 + 8 \times 14 = 137 \\ 25 + \frac{261}{12} = 46.7 \end{array} \right\} = 46.7 \text{ cm}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow B/b/d/h/d_p = 46.7/25/50/45/14 \text{ cm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{42.4 \times 10^2}{46.7 \times 2.05}}} = 6.765 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 0.741 / 10\text{‰} \\ s = 0.069 \Rightarrow x = 0.069 \times 45 = 3.1 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm} \\ \bar{\mu} = 2.239\% \end{cases}$$

$$A_a = 2.239 \times \frac{46.7 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} = 2.41 \text{ cm}^2 < A_{a,\min} = 0.2 \times \frac{25 \times 50}{100} = 2.5 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **2RØ16** (4.02 cm<sup>2</sup>)

## 2.3.4 Kontrola glavnih napona zatezanja

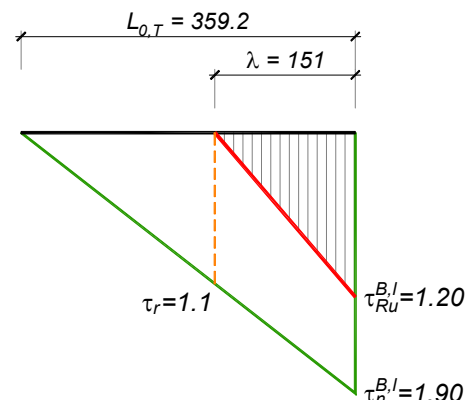
### 2.3.4.1 Presek B<sup>levo</sup> – od srednjeg oslonca ka krajnjem polju

$$\tau_n^{B,l} = \frac{183.6}{25 \times 0.9 \times 43} = 0.190 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \left\{ \begin{array}{l} > \tau_r \\ < 3\tau_r \end{array} \right.$$

$$\lambda = (600 - 241) \times \left( 1 - \frac{0.11}{0.19} \right) = 151 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^{B,l} = \frac{3}{2} \times (0.19 - 0.11) = 0.12 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

usvojeno:  $m = 2$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\theta = 45^\circ$ :



$$e_u = \frac{2 \times 0.503}{25 \times 0.12} \times 40 \times (0 + 1 \times 1) = 13.4 \text{ cm}$$

usvojeno: **URØ8/12.5** (m=2)

Kako se radi o »špicu« momenta, dodatna zategnuta armatura nije potrebna ( $\Delta A_a = 0$ ).

### 2.3.4.2 Presek B<sup>desno</sup> – od srednjeg oslonca ka srednjem polju

$$\tau_n^{B,d} = \frac{149.3}{25 \times 0.9 \times 43} = 0.154 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \begin{cases} > \tau_r \\ < 3\tau_r \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{600}{2} \times \left(1 - \frac{0.11}{0.154}\right) = 86.1 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^{B,d} = \frac{3}{2} \times (0.154 - 0.11) = 0.066 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$e_u \leq \frac{2 \times 0.503}{25 \times 0.2 \times 10^{-2}} = 20.1 \text{ cm}$$

usvojeno: **URØ8/20** (m=2)

$$\tau_{u,u} = \frac{2 \times 0.503}{25 \times 20} \times 40 = 0.080 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} > \tau_{Ru,max}$$

Kako se radi o »špicu« momenta, dodatna zategnuta armatura nije potrebna ( $\Delta A_a = 0$ ).

### 2.3.4.3 Presek A – kod krajnjeg oslonca

$$\tau_n^A = \frac{123.1}{25 \times 0.9 \times 43} = 0.127 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \begin{cases} > \tau_r \\ < 3\tau_r \end{cases}$$

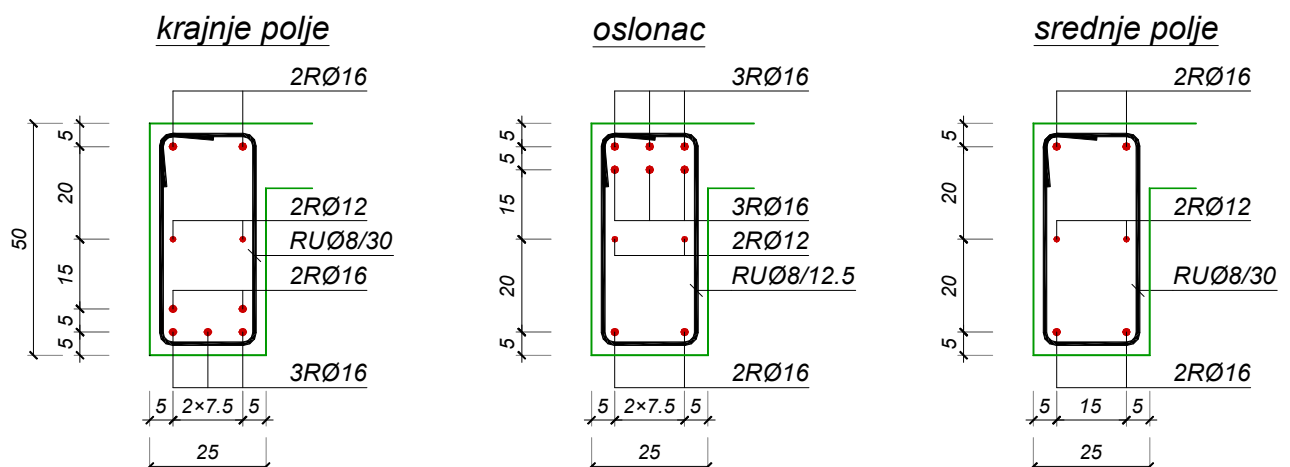
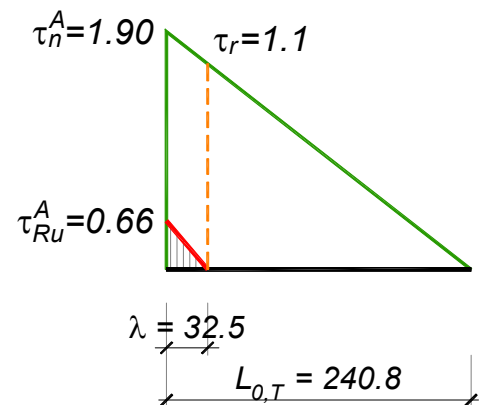
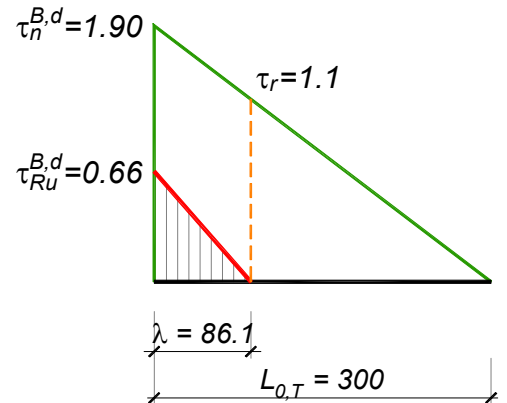
$$\lambda = 241 \times \left(1 - \frac{0.11}{0.127}\right) = 32.5 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^A = \frac{3}{2} \times (0.127 - 0.11) = 0.026 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

usvojeno: **URØ8/20** (m=2)

$$\Delta A_a = \frac{123.1}{2 \times 40} \times (\cot 45^\circ - \cot 90^\circ) = 1.54 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **2RØ16** (4.02 cm<sup>2</sup>)



## 2.4 PRORAČUN GREDE POS 5

Grede POS 5 su kontinualni nosači raspona  $2 \times 5,0$  m, dimenzija 40/50 cm. Kako su opterećenja u oba polja jednaka, proračun statičkih uticaja je elementarno tablični.

### 2.4.1 Analiza opterećenja

- sopstvena težina  $0.4 \times 0.5 \times 25 = 5.00$  kN/m
- stalno opterećenje od POS 1  $9.25 + 8.82 = 18.07$  kN/m
- ukupno, stalno opterećenje  $g = 23.07$  kN/m
- povremeno opterećenje  $6.17 + 5.88 = p = 12.05$  kN/m

### 2.4.2 Proračun presečnih sila

$$A_g = 0.375 \times 23.07 \times 5.0 = 43.3 \text{ kN}$$

$$B_g = 1.25 \times 23.07 \times 5.0 = 144.2 \text{ kN}$$

$$A_p = 0.375 \times 12.05 \times 5.0 = 22.6 \text{ kN}$$

$$B_p = 1.25 \times 12.05 \times 5.0 = 75.3 \text{ kN}$$

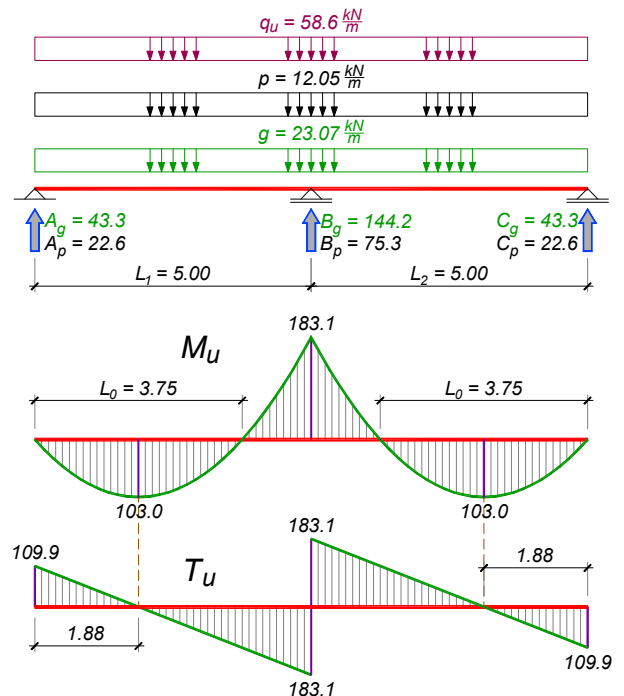
$$q_u = 1.6 \times 23.07 + 1.8 \times 12.05 = 58.6 \text{ kN/m}$$

$$M_u^{osl} = \frac{58.6 \times 5.0^2}{8} = 183.1 \text{ kNm}$$

$$M_u^{polje} = \frac{9 \times 58.6 \times 5.0^2}{128} = 103.0 \text{ kNm}$$

$$T_u^{B,I} = \frac{5 \times 58.6 \times 5.0}{8} = 183.1 \text{ kN}$$

$$T_u^A = \frac{3 \times 58.6 \times 5.0}{8} = 109.9 \text{ kN}$$



### 2.4.3 Dimenzionisanje prema momentu savijanja

#### 2.4.3.1 Presek nad osloncem

$$\text{pretp. } a_1 = 6 \text{ cm} \Rightarrow b/d/h = 40/50/44 \text{ cm}$$

$$k = \frac{44}{\sqrt{\frac{183.1 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.944 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 2.173 / 10\text{‰} \\ \mu = 12.376\% \end{cases}$$

$$A_a = 12.376 \times \frac{40 \times 44}{100} \times \frac{2.05}{40} = 11.16 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **6RØ16** (12.06 cm<sup>2</sup>)

#### 2.4.3.2 Presek u polju

$$L_0 = 0.75 \times L = 0.75 \times 5.0 = 3.75 \text{ m} \Rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 40 + 20 \times 14 = 320 \\ 40 + 0.25 \times 375 = 134 \end{array} \right\} = 134 \text{ cm}$$

Pretpostavlja se da će se neutralna linija naći u ploči:

$$\text{pretp. } a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow B/b/d/h/d_p = 134/40/50/45/14 \text{ cm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{103.0 \times 10^2}{134 \times 2.05}}} = 7.343 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 0.675 / 10\text{‰} \\ s = 0.063 \Rightarrow x = 0.063 \times 45 = 2.85 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm} \\ \mu = 1.896\% \end{cases}$$

Pretpostavka o položaju neutralne linije je tačna, pa se potrebna površina armature određuje za pravougaoni presek širine  $B = 137 \text{ cm}$ :

$$A_a = 1.896 \times \frac{134 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} = 5.85 \text{ cm}^2 > A_{a,\min} = 0.2 \times \frac{40 \times 50}{100} = 4.0 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **3RØ16** ( $6.03 \text{ cm}^2$ )

## 2.4.4 Kontrola glavnih napona zatezanja

### 2.4.4.1 Presek B<sup>levo</sup> – kod srednjeg oslonca

$$\tau_n^{B,l} = \frac{183.1}{40 \times 0.9 \times 44} = 0.116 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \approx \tau_r = 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$e_u \leq \frac{2 \times 0.503}{40 \times 0.2 \times 10^{-2}} = 12.6 \text{ cm}$$

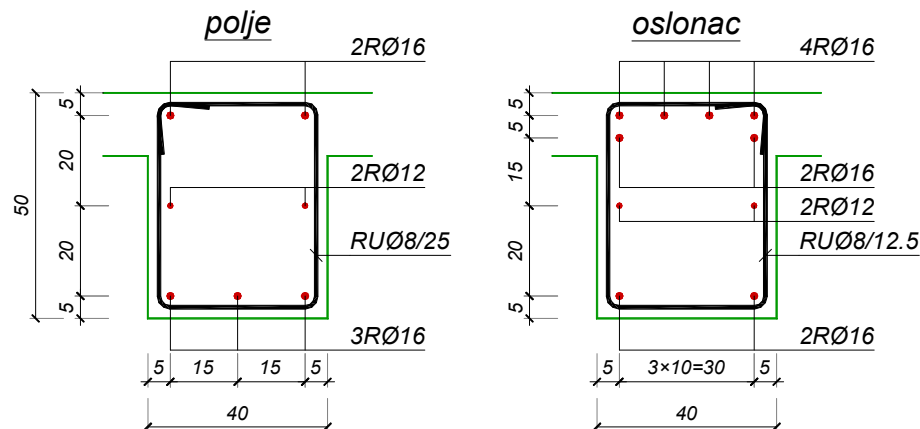
usvojeno: **URØ8/12.5** ( $m=2$ )

Kako se radi o »špicu« momenta, dodatna zategnuta armatura nije potrebna ( $\Delta A_a = 0$ ).

### 2.4.4.2 Presek A – kod krajnjeg oslonca

$$\tau_n^A = \frac{109.9}{40 \times 0.9 \times 44} = 0.069 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < \tau_r = 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

usvojeno: **URØ8/25 (12.5)** ( $m=2$ )



## 2.5 PRORAČUN GREDE POS 4

Grede POS 4 su kontinualni nosači raspona  $2 \times 5,0 \text{ m}$ , dimenzija  $25/50 \text{ cm}$ .

### 2.5.1 Analiza opterećenja

- sopstvena težina	$0.25 \times 0.5 \times 25$	= 3.13 kN/m
- težina fasade	$g_f$	= 16.95 kN/m
- stalno opterećenje od POS 1		= 6.70 kN/m
ukupno, stalno opterećenje		<b><math>g = 26.78 \text{ kN/m}</math></b>
povremeno opterećenje		<b><math>p = 4.46 \text{ kN/m}</math></b>

## 2.5.2 Proračun presečnih sila

$$A_g = 0.375 \times 26.78 \times 5.0 = 43.3 \text{ kN}$$

$$B_g = 1.25 \times 26.78 \times 5.0 = 144.2 \text{ kN}$$

$$A_p = 0.375 \times 4.46 \times 5.0 = 22.6 \text{ kN}$$

$$B_p = 1.25 \times 4.46 \times 5.0 = 75.3 \text{ kN}$$

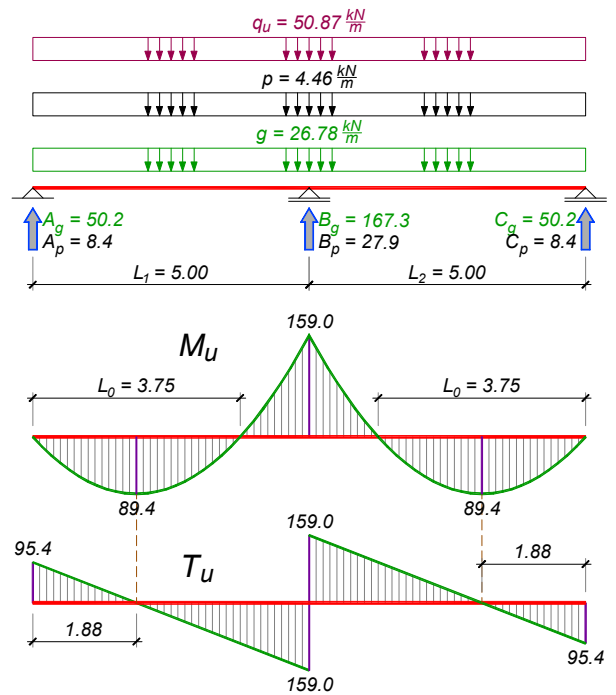
$$q_u = 1.6 \times 26.78 + 1.8 \times 4.46 = 50.87 \text{ kN/m}$$

$$M_u^{osl} = \frac{50.87 \times 5.0^2}{8} = 159.0 \text{ kNm}$$

$$M_u^{polje} = \frac{9 \times 50.87 \times 5.0^2}{128} = 89.4 \text{ kNm}$$

$$T_u^{B,I} = \frac{5 \times 50.87 \times 5.0}{8} = 159.0 \text{ kN}$$

$$T_u^A = \frac{3 \times 50.87 \times 5.0}{8} = 95.4 \text{ kN}$$



## 2.5.3 Dimenzionisanje prema momentu savijanja

### 2.5.3.1 Presek nad osloncem

pretp.  $a_1 = 6 \text{ cm} \Rightarrow b/d/h = 25/50/44 \text{ cm}$

$$k = \frac{44}{\sqrt{\frac{159.0 \times 10^2}{25 \times 2.05}}} = 2.498 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 2.952 / 10\text{‰} \\ \bar{\mu} = 17.644\% \end{cases}$$

$$A_a = 17.644 \times \frac{25 \times 44}{100} \times \frac{2.05}{40} = 9.95 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **5RØ16** (10.05 cm<sup>2</sup>)

### 2.5.3.2 Presek u polju

$$L_0 = 0.75 \times L = 0.75 \times 500 = 375 \text{ cm} \Rightarrow B = \min \left\{ \begin{array}{l} 25 + 8 \times 14 = 137 \\ 25 + \frac{375}{12} = 56 \end{array} \right\} = 56 \text{ cm}$$

Pretpostavlja se da će se neutralna linija naći u ploči:

pretp.  $a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow B/b/d/h/d_p = 56/25/50/45/14 \text{ cm}$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{89.4 \times 10^2}{56 \times 2.05}}} = 5.112 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_b / \varepsilon_a = 1.026 / 10\text{‰} \\ s = 0.093 \Rightarrow x = 0.093 \times 45 = 4.19 \text{ cm} < d_p = 14 \text{ cm} \\ \bar{\mu} = 3.955\% \end{cases}$$

Pretpostavka o položaju neutralne linije je tačna, pa se potrebna površina armature određuje za pravougaoni presek širine  $B = 56 \text{ cm}$ :

$$A_a = 3.955 \times \frac{56 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} = 5.14 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **3RØ16** (6.03 cm<sup>2</sup>)

## 2.5.4 Kontrola glavnih napona zatezanja

### 2.5.4.1 Presek B<sup>levo</sup> – od srednjeg oslonca ka krajnjem polju

$$\tau_n^{B,l} = \frac{159.0}{25 \times 0.9 \times 44} = 0.161 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \begin{cases} > \tau_r \\ < 3\tau_r \end{cases}$$

$$\lambda = (600 - 187.5) \times \left(1 - \frac{0.11}{0.161}\right) = 98.4 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^{B,l} = \frac{3}{2} \times (0.161 - 0.11) = 0.076 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

usvojeno:  $m = 2$ ;  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\theta = 45^\circ$ :

$$e_u = \frac{2 \times 0.503}{25 \times 0.076} \times 40 \times (0 + 1 \times 1) = 21.2 \text{ cm}$$

$$e_u \leq \frac{2 \times 0.503}{25 \times 0.2 \times 10^{-2}} = 20.1 \text{ cm}$$

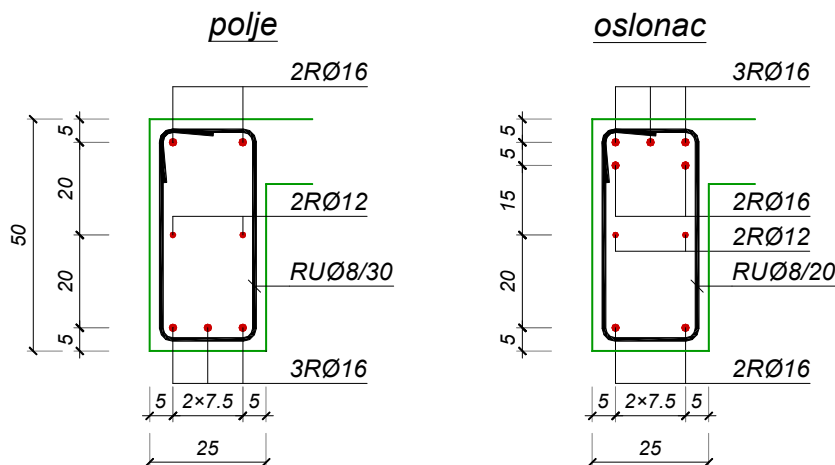
usvojeno: **URØ8/20** ( $m=2$ )

Kako se radi o »špicu« momenta, dodatna zategnuta armatura nije potrebna ( $\Delta A_a = 0$ ).

### 2.5.4.2 Presek A – kod krajnjeg oslonca

$$\tau_n^A = \frac{95.4}{25 \times 0.9 \times 44} = 0.096 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} < \tau_r$$

usvojeno: **URØ8/30 (20)** ( $m=2$ )

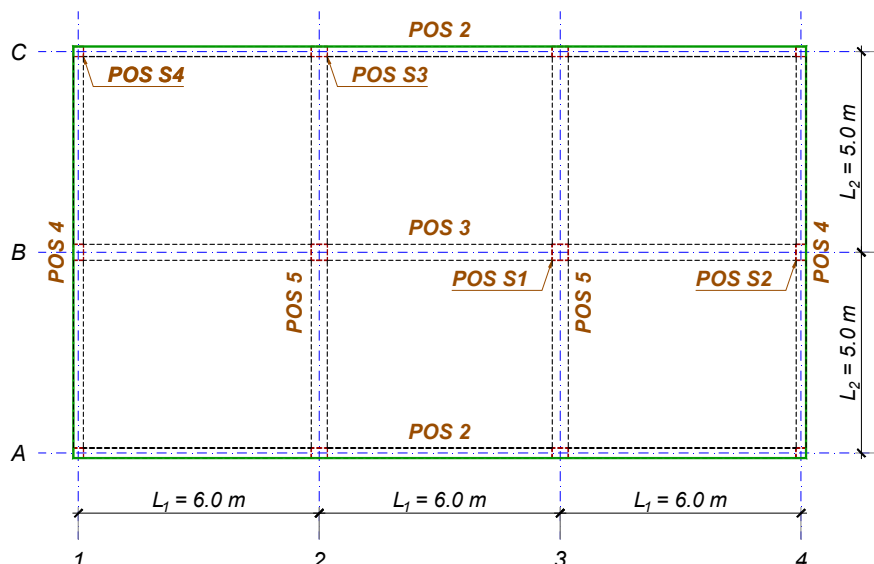


## 2.6 KOMENTAR

Sprovedeno dimenzionisanje je pokazalo da je dimenzije greda moguće smanjiti, što se naročito odnosi na srednje grede POS 3 i POS 5. Naime, ako je visina greda usvojena iz deformacijskih uslova i ne treba je smanjivati, a širina greda POS 2 i POS 4 uzrokovana dimenzijom opekarskog proizvoda u fasadi, širina srednjih greda se bez problema može smanjiti (recimo, da sve grede budu dimenzija 25/50 cm). Ovo bi dovelo do neznatnog povećanja potrebne površine zategnute armature, odnosno znatnog povećanja napona smicanja, koji ionako jedva prelaze granicu  $\tau_r$  u najopterećenijim delovima nosača. Čak i u ovom slučaju se potrebna podužna i poprečna armatura može bez problema smestiti u presek. Ipak, radi poređenja rezultata (količine armature), zadržane su dimenzije greda iz primera P1.



### 3 PRORAČUN SILA U STUBOVIMA



#### 3.1 STUBOVI POS S1

Dva središnja stuba, nazvani po osama u kojima se nalaze: 2B i 3B. Prihvataju srednje reakcije greda POS 3 i POS 5:

$$G^{S1} = B_g^{\text{POS } 3} + B_g^{\text{POS } 5} = 157.9 + 144.2 = 302.1 \text{ kN}$$

$$P^{S1} = B_p^{\text{POS } 3} + B_p^{\text{POS } 5} = 83.3 + 75.3 = 158.6 \text{ kN}$$

#### 3.2 STUBOVI POS S2

Dva ivična stuba, nazvani po osama u kojima se nalaze: 1B i 4B. Prihvataju krajnje reakcije greda POS 3 i srednje reakcije greda POS 4:

$$G^{S2} = A_g^{\text{POS } 3} + B_g^{\text{POS } 4} = 60.2 + 167.3 = 227.5 \text{ kN}$$

$$P^{S2} = A_p^{\text{POS } 3} + B_p^{\text{POS } 4} = 32.1 + 27.9 = 60.0 \text{ kN}$$

#### 3.3 STUBOVI POS S3

Četiri ivična stuba, nazvani po osama u kojima se nalaze: 2A, 2C, 3A i 3C. Prihvataju srednje reakcije greda POS 2 i krajnje reakcije greda POS 5:

$$G^{S3} = B_g^{\text{POS } 2} + A_g^{\text{POS } 5} = 175.7 + 43.3 = 218.9 \text{ kN}$$

$$P^{S3} = B_p^{\text{POS } 2} + A_p^{\text{POS } 5} = 28.8 + 22.6 = 51.4 \text{ kN}$$

#### 3.4 STUBOVI POS S4

Četiri ugaona stuba, nazvani po osama u kojima se nalaze: 1A, 1C, 4A i 4C. Prihvataju krajnje reakcije greda POS 2 i POS 4:

$$G^{S4} = A_g^{\text{POS } 2} + A_g^{\text{POS } 4} = 64.6 + 50.2 = 114.8 \text{ kN}$$

$$P^{S4} = A_p^{\text{POS } 2} + A_p^{\text{POS } 4} = 10.9 + 8.4 = 19.3 \text{ kN}$$

Dimenzionisanje stubova će biti sprovedeno nakon sračunavanja uticaja od horizontalnih dejstava (vetar, seizmika).

### 3.5 KONTROLA PRORAČUNA SILA U STUBOVIMA

#### 3.5.1 Raspodeljeno opterećenje na POS 1

$$A = 3 \times 6.0 \times 2 \times 5.0 = 18.0 \times 10.0 = 180.0 \text{ m}^2$$

$$G_1 = (3.5 + 2.5) \times 180.0 = 1080 \text{ kN}$$

$$P = 4.0 \times 180.0 = 720 \text{ kN}$$

#### 3.5.2 Sopstvena težina greda

$$G_2 = 2 \times 3.125 \times 18.0 = 112.5 \text{ kN}$$

$$G_3 = 5.00 \times 18.0 = 90 \text{ kN}$$

$$G_4 = 2 \times 3.125 \times 10.0 = 62.5 \text{ kN}$$

$$G_5 = 2 \times 5.00 \times 10.0 = 100 \text{ kN}$$

$$G_g = 112.5 + 90 + 62.5 + 100 = 365 \text{ kN}$$

#### 3.5.3 Težina fasade

$$O = 2 \times (18.0 + 10.0) = 56.0 \text{ m}$$

$$G_F = 16.95 \times 56.0 = 949.2 \text{ kN}$$

#### 3.5.4 Ukupno, stalno i povremeno opterećenje

$$\Sigma G = 1080 + 365 + 949.2 = 2394.2 \text{ kN}$$

$$\Sigma P = 720 \text{ kN}$$

$$2 \times (302.1 + 227.5) + 4 \times (218.9 + 114.8) = 2394.2 \text{ kN} = \Sigma G$$

$$2 \times (158.6 + 60) + 4 \times (51.4 + 19.3) = 720 \text{ kN} = \Sigma P$$

Ova kontrola je sprovedena kao lak način provere tačnosti statičkog proračuna (naročito za povremeno opterećenje). Podrazumeva se da je nije neophodno raditi.