

## Analiza opterećenja za ploču POS 1

1

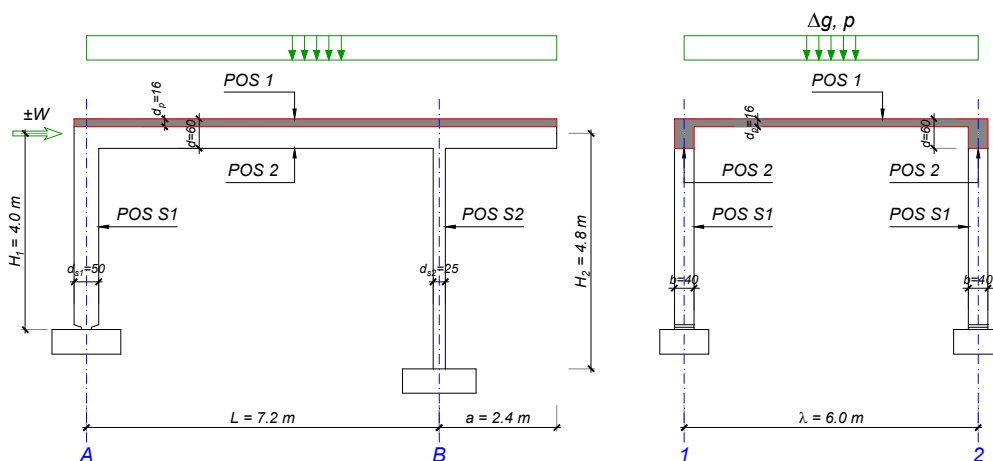
sopstvena težina	$d_p \times \gamma_b = 0.16 \times 25$	= 4.0 kN/m <sup>2</sup>
dodatno stalno opterećenje	$\Delta g$	= 2.0 kN/m <sup>2</sup>
ukupno, stalno opterećenje	$g$	= 6.0 kN/m <sup>2</sup>
povremeno opterećenje	$p$	= 4.0 kN/m <sup>2</sup>

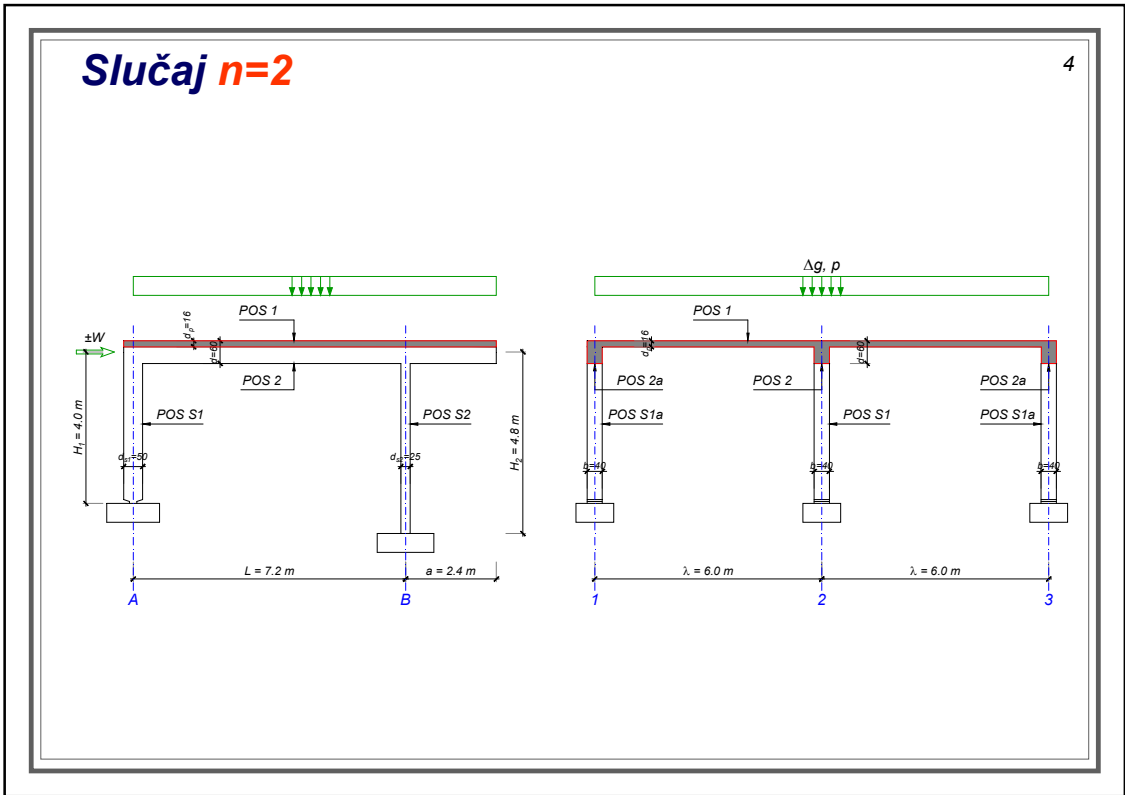
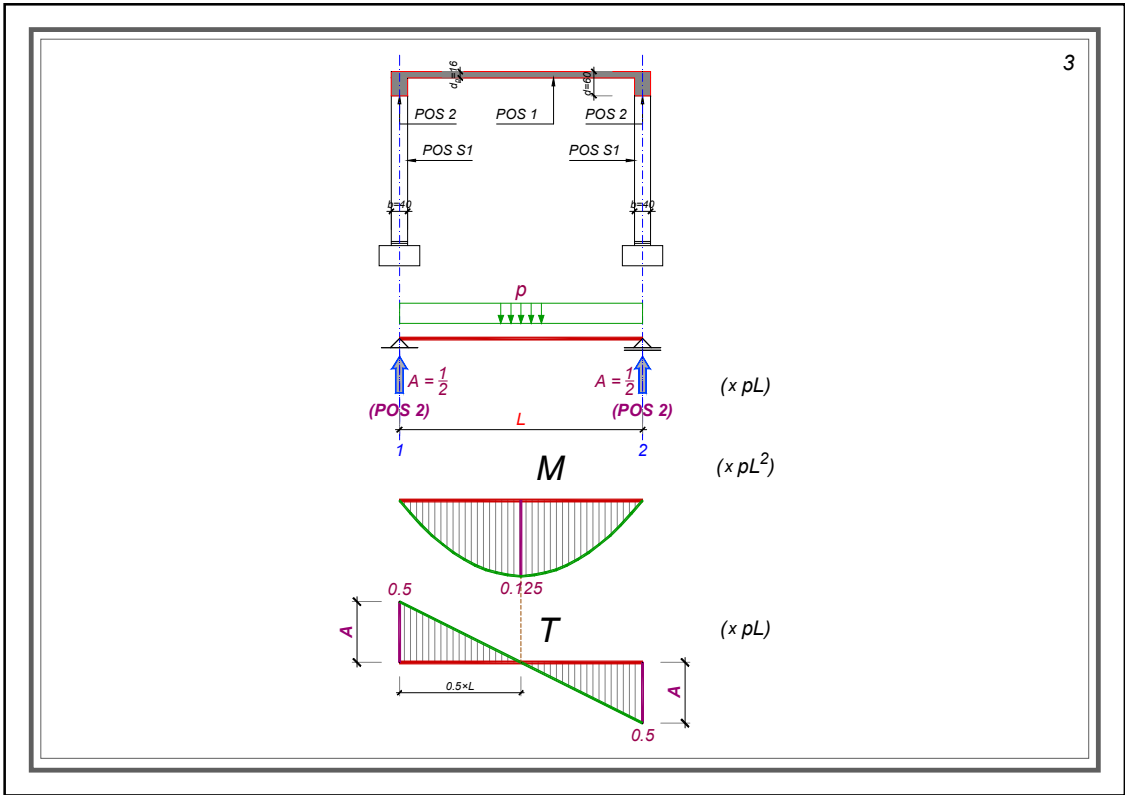
### Primer analize opterećenja:

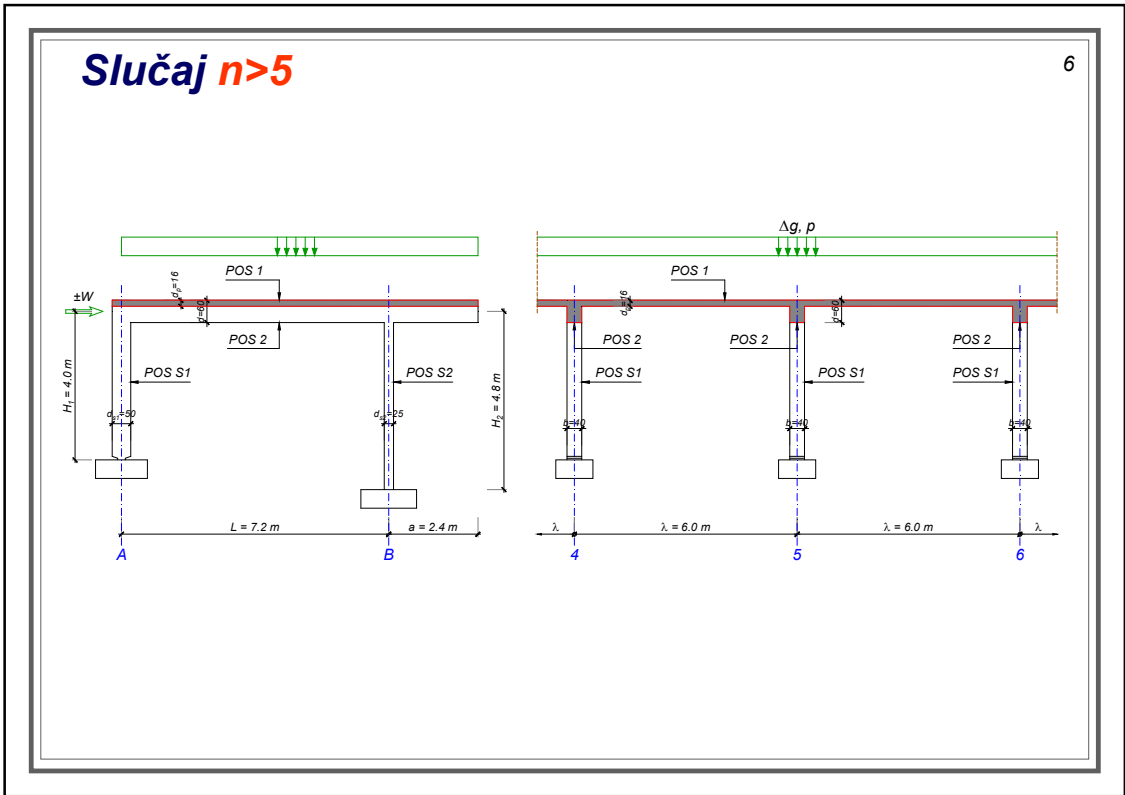
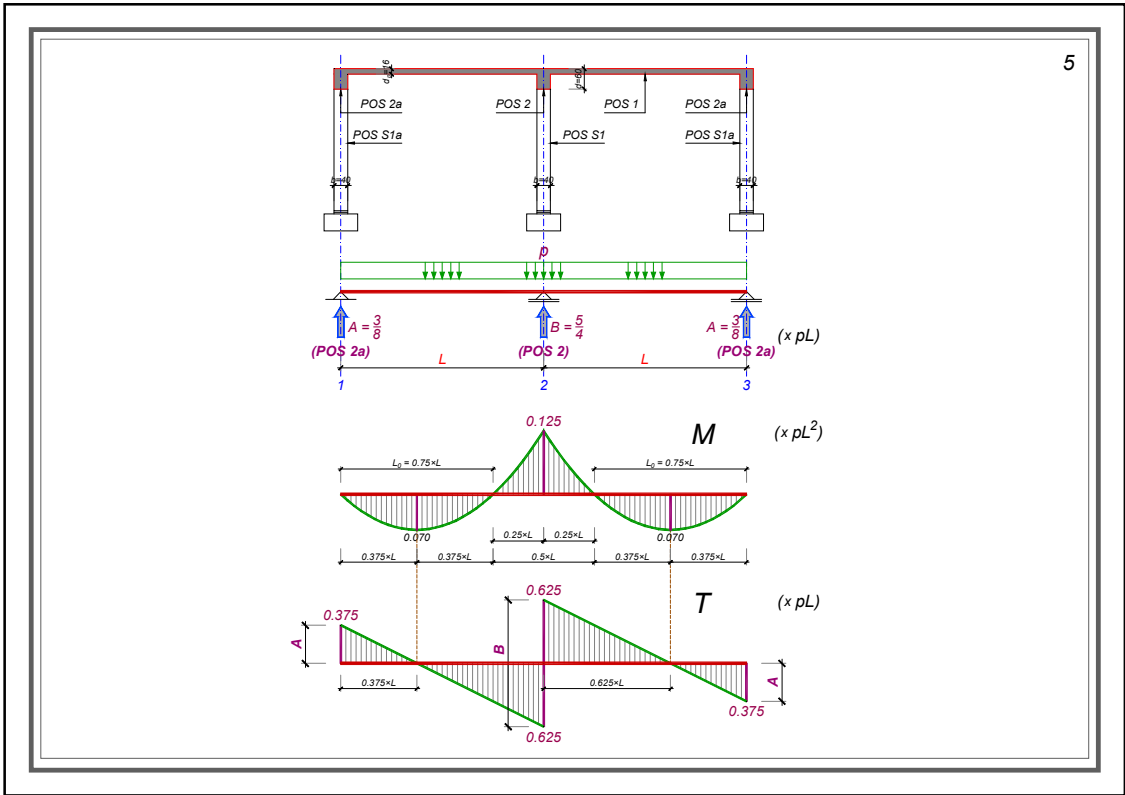
- parket 21 mm	$0.021 \times 8$	= 0.16 kN/m <sup>2</sup>
- cementni malter 5 cm	$0.05 \times 21$	= 1.05 kN/m <sup>2</sup>
- plafon (produžni malter) 1.5 cm	$0.015 \times 19$	= 0.29 kN/m <sup>2</sup>
ukupno, težina poda i plafona:	$\Delta g_1$	= 1.50 kN/m <sup>2</sup>
pregradni gips-kartonski zidovi, prosečno:	$\Delta g_2$	= 0.50 kN/m <sup>2</sup>
<b>ukupno dodatno stalno opterećenje:</b>	<b><math>\Delta g</math></b>	<b>= 2.00 kN/m<sup>2</sup></b>

## Slučaj n=1

2



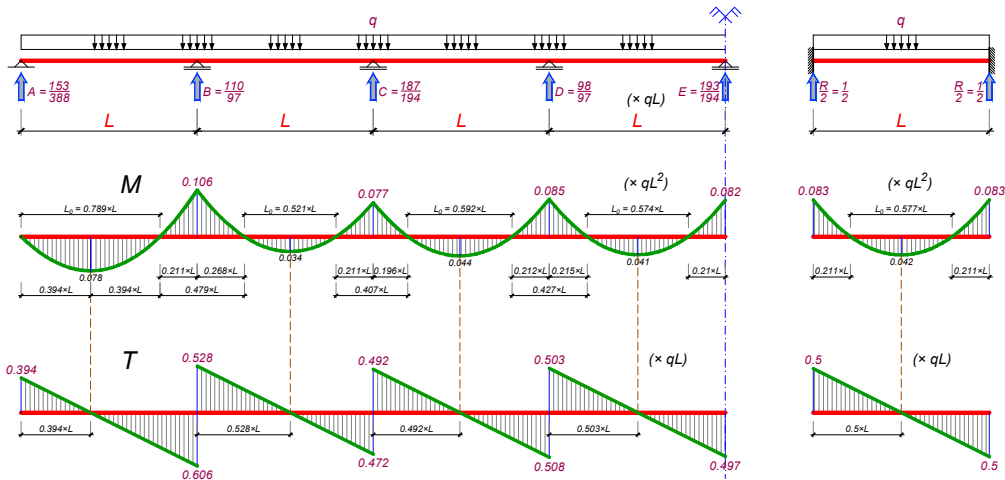




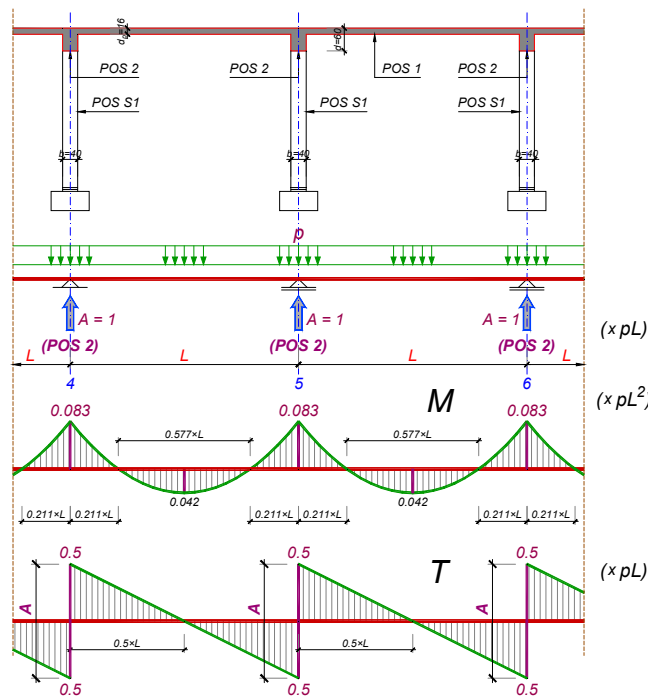
## Proračun kontinualnog nosača sa $n > 5$ polja

7

Pri proračunu uticaja **u nekom srednjem polju** konstrukcije uobičajeno je nosač tretirati kao obostrano uklještenu gredu:

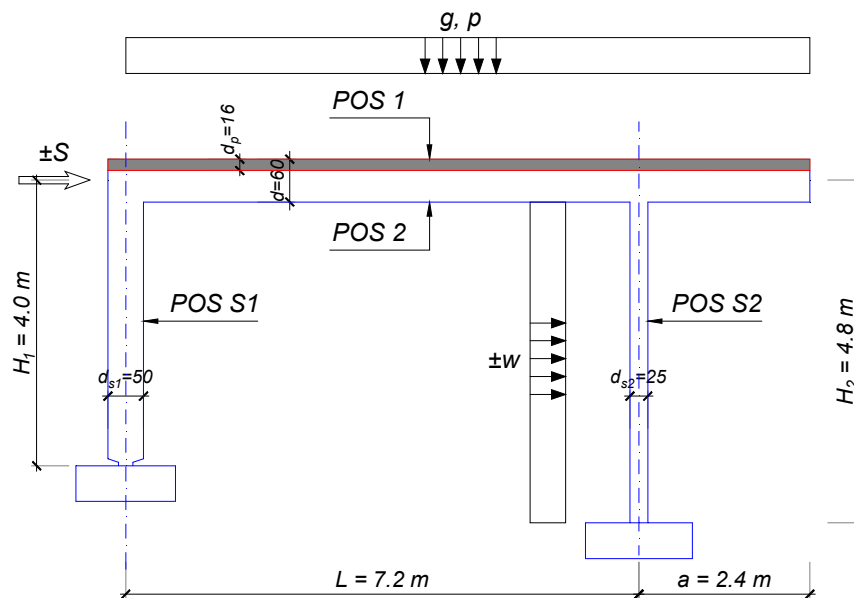


8



## Srednji ram POS 2, POS S1, POS S2

9



## Analiza vertikalnog opterećenja za gredu POS 2

10

Razmotren je slučaj sa  $n=2$  polja, raspona  $\lambda = 6$  m:

stalno opterećenje:

$$\text{sopstvena težina} \quad b \times d \times \gamma_b = 0.4 \times 0.6 \times 25 = 6.0 \text{ kN/m}^1$$

$$\text{od POS 1} \quad B_g = 45.0 \text{ kN/m}^1$$

$$\text{ukupno, stalno opterećenje} \quad g = 51.0 \text{ kN/m}^1$$

povremeno opterećenje:

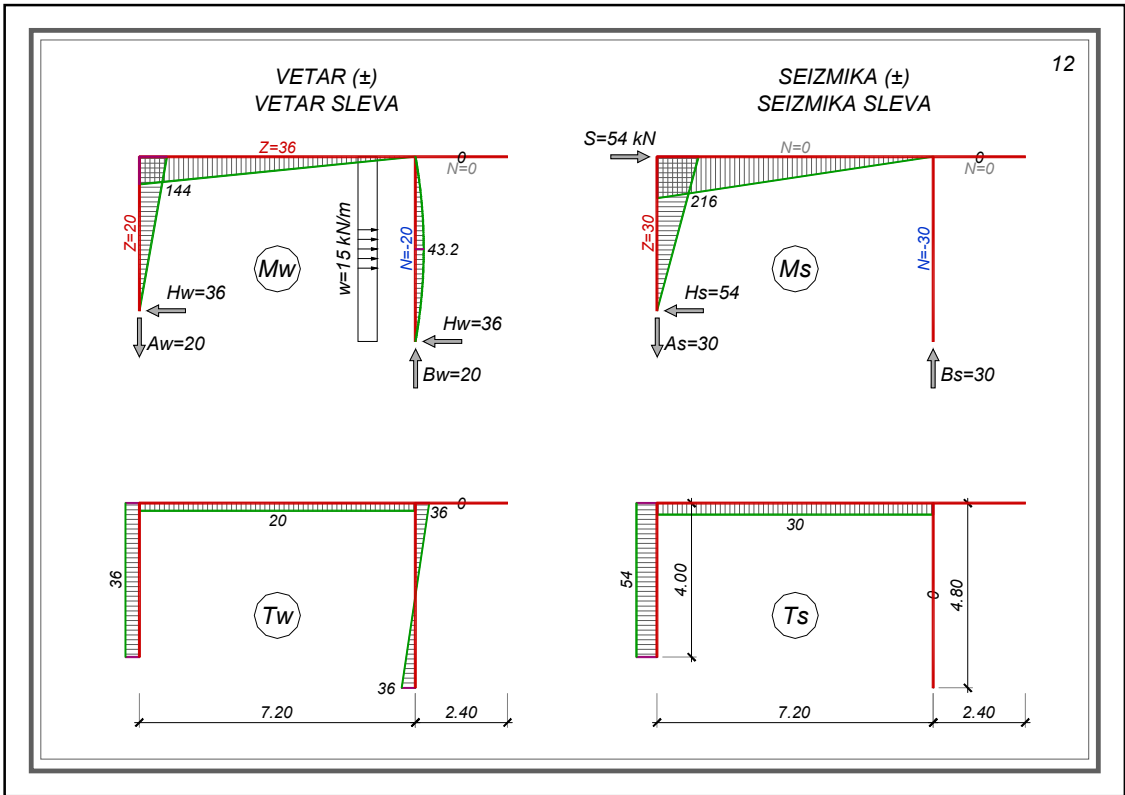
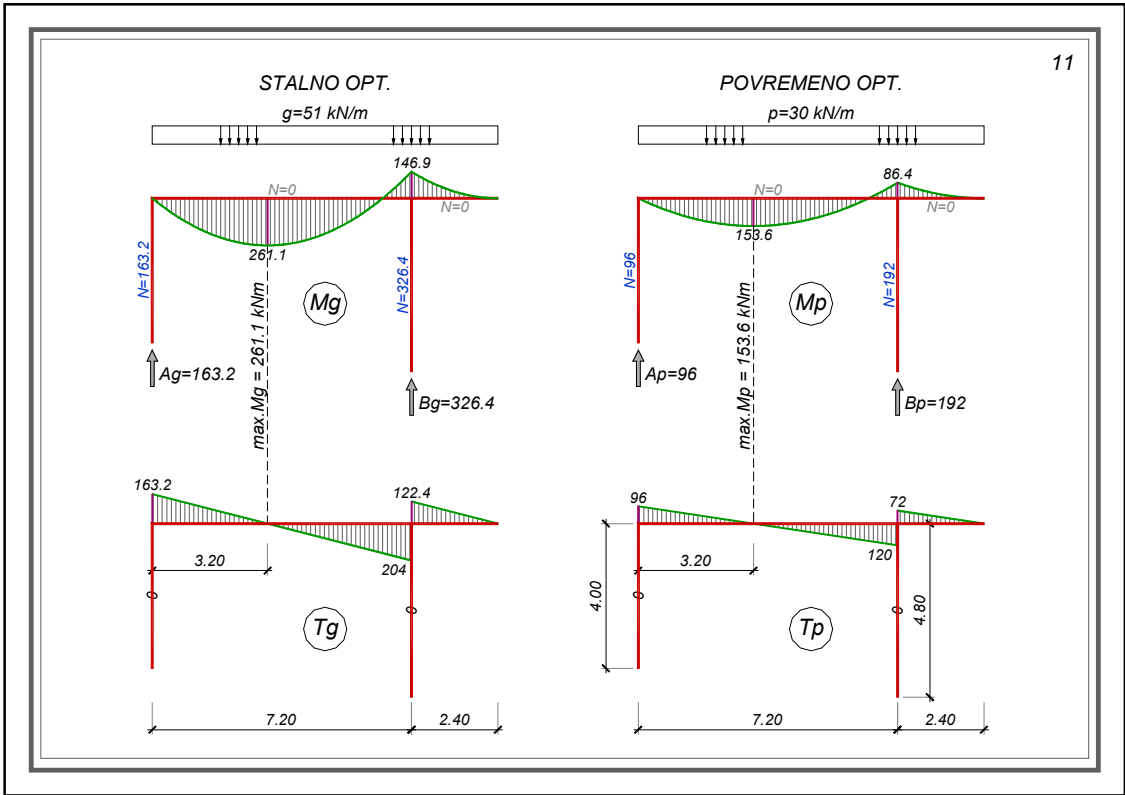
$$\text{od POS 1} \quad B_p = 30.0 \text{ kN/m}^1$$

opterećenje vetrom (svedeno na jedan ram):

$$\pm w = 15.0 \text{ kN/m}^1$$

opterećenje usled zemljotresa (svedeno na jedan ram):

$$\pm S = 54.0 \text{ kN}$$



## POS 2 - presek u polju

13

(1) kombinacija  $1.6 \times G + 1.8 \times (P + W_L)$

$$T_{u1} = 1.6 \times 163.2 + 1.8 \times (96 - 20) = 397.9 \text{ kN}$$

$$q_{u1} = 1.6 \times 51 + 1.8 \times 30 = 135.6 \text{ kN/m} \Rightarrow x_{\max} = \frac{397.9}{135.6} = 2.935 \text{ m}$$

$$M_{u1}^{S1} = 1.8 \times 144 = 259.2 \text{ kNm}$$

$$M_{u1} = 259.2 + 397.9 \times 2.935 - \frac{135.6 \times 2.935^2}{2} = 843.1 \text{ kNm}$$

(2) kombinacija  $1.3 \times (G + P + S_L)$

$$T_{u2} = 1.3 \times (163.2 + 96 - 30) = 298.0 \text{ kN}$$

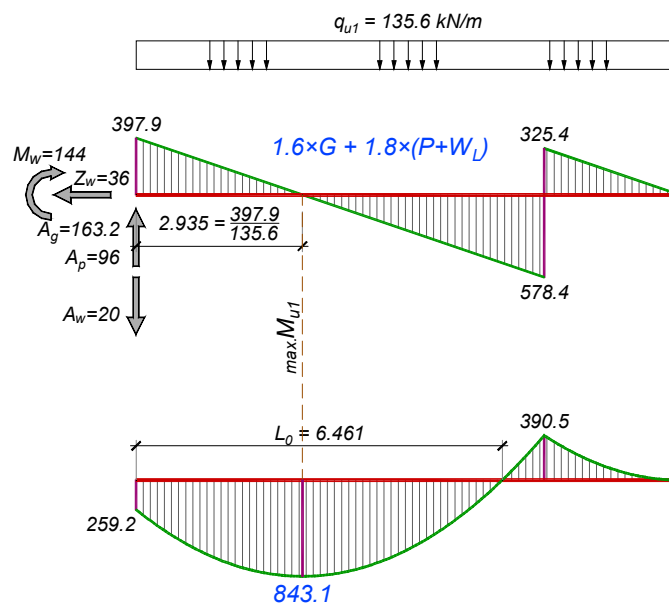
$$q_{u2} = 1.3 \times (51 + 30) = 105.3 \text{ kN/m} \Rightarrow x_{\max} = \frac{298.0}{105.3} = 2.83 \text{ m}$$

$$M_{u2}^{S1} = 1.3 \times 216.0 = 280.8 \text{ kNm}$$

$$M_{u2} = 280.8 + 298.0 \times 2.83 - \frac{105.3 \times 2.83^2}{2} = 702.4 \text{ kNm} < M_{u1}$$

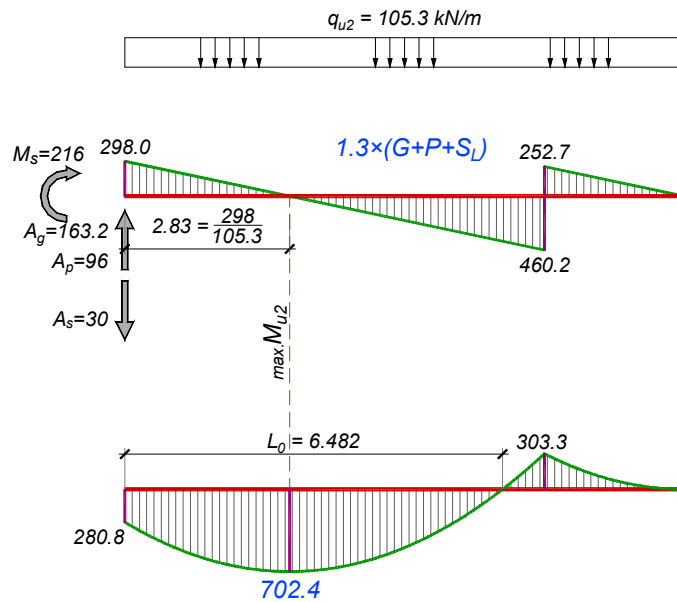
## POS 2 - presek u polju

14



## POS 2 - presek u polju

15



16

$$\text{usv. } L_0 \approx 6.4 \text{ m} \Rightarrow B = \min. \left\{ \begin{array}{l} 40 + 20 \times 16 = 360 \text{ cm} \\ 40 + 0.25 \times 640 = 200 \text{ cm} \end{array} \right\} = 200 \text{ cm}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 7 \text{ cm} \Rightarrow h = 60 - 7 = 53 \text{ cm}$$

$$\text{odg. } N_u = 1.8 \times Z_w = 1.8 \times (-36) = -64.8 \text{ kN (zatezanje)}$$

$$M_{au} = 843.1 - 64.8 \times \left( \frac{60}{2} - 7 \right) \times 10^{-2} = 828.1 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{53}{\sqrt{\frac{828.1 \times 10^2}{200 \times 2.05}}} = 3.729 \Rightarrow \varepsilon_b / \varepsilon_a = 1.529 / 10\% ; \bar{\mu} = 7.553\% ; s = 0.133$$

$$x = s \times h = 0.133 \times 53 = 7.03 \text{ cm} < 16 \text{ cm} = d_p$$

Pretpostavka o položaju neutralne linije je dobra, pa se potrebna površina zategnute armature određuje iz izraza:

$$A_{a,\text{potr.}} = 7.553 \times \frac{200 \times 53}{100} \times \frac{2.05}{40} + \frac{64.8}{40} = 42.65 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **9 RØ25** (44.18 cm<sup>2</sup>)

$$a_1 = \frac{5 \times 4.5 + 4 \times 10}{9} = 6.94 \text{ cm} \Rightarrow h_{\text{stv.}} = 60 - 6.94 = 53.06 \text{ cm} \approx 53 \text{ cm} = h_{\text{pretp.}}$$



## POS 2 - presek nad stubom S2

17

$$M_u^{S2} = 1.6 \times 146.9 + 1.8 \times 86.4 = 390.5 \text{ kNm}$$

Pritisnuta je donja ivica nosača, pa je oblik pritisnute zone preseka pravougaoni, širine **b=40 cm**. Ista vrednost momenta savijanja se javlja u presecima levo i desno od stuba S2. S druge strane, opterećenje vetrom ne izaziva momente savijanja, a izaziva aksijalne sile na delu levo od stuba S2, pa se u proračun može uzeti sila bilo kog znaka u cilju dobijanja veće potrebne površine armature. Veća površina zategnute armature se dobija kada, uz isti moment savijanja, na presek deluje i sila zatezanja (vetar »sleva«).

$$\text{pretp. } a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow h = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

$$\text{odg. } N_u = 1.8 \times Z_w = 1.8 \times (-36) = -64.8 \text{ kN (zatezanje)}$$

$$M_{au} = 390.5 - 64.8 \times \left( \frac{60}{2} - 5 \right) \times 10^{-2} = 374.3 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{55}{\sqrt{\frac{374.3 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.574 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.778/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 16.524\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 16.524 \times \frac{40 \times 55}{100} \times \frac{2.05}{40} + \frac{64.8}{40} = 20.25 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **5 RØ25** (24.54 cm<sup>2</sup>)

## POS 2 - presek nad stubom S1

18

$$M_u^{S1} = \pm \max \left\{ \begin{array}{l} 1.8 \times 144 = 259.2 \\ 1.3 \times 216 = 280.8 \end{array} \right\} = \pm 280.8 \text{ kNm}$$

Merodavan je uticaj seizmike, za koji se u gredi POS 2 ne javlja aksijalna sila. Za slučaj da je merodavno dejstvo vetra, javila bi se i odgovarajuća aksijalna sila:

- za slučaj dejstva vetra sleva sila zatezanja  $Z_u = 1.8 \times 36 = 64.8 \text{ kN}$ , pri čemu je zategnuta donja ivica grede, odnosno
- za slučaj dejstva vetra sdesna sila pritiska  $N_u = 1.8 \times 36 = 64.8 \text{ kN}$ , pri čemu je zategnuta gornja ivica grede.

Presek se dimenzioniše kao pravougaoni, širine **b=40 cm**:

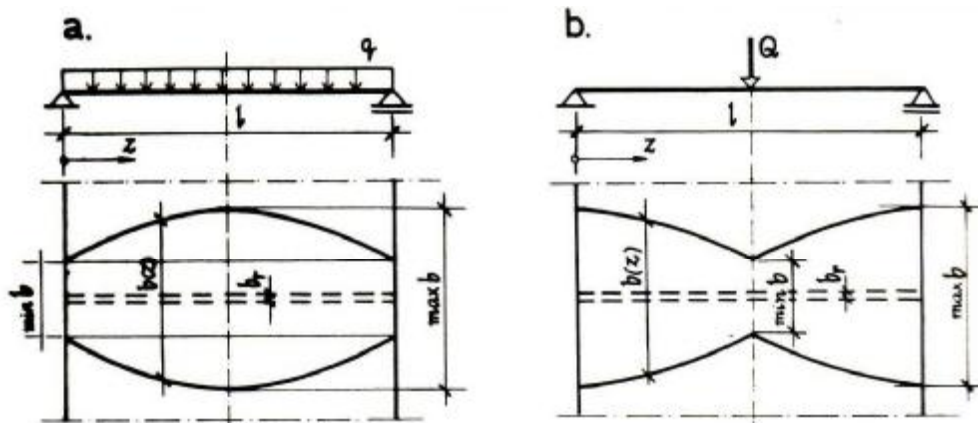
$$\text{pretp. } a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow h = 60 - 5 = 55 \text{ cm}$$

$$k = \frac{55}{\sqrt{\frac{280.8 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.972 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.139/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 12.129\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 12.129 \times \frac{40 \times 55}{100} \times \frac{2.05}{40} = 13.68 \text{ cm}^2$$

## POS 2 – promena aktivne širine B

19



Sl. 2.27 Promena aktivne širine ploče  $b$  duž raspona T-nosača za jednako podeljeno i koncentrisano opterećenje

## POS 2 - presek nad stubom S1

20

U ovom slučaju zanemaren je doprinos pritisnute armature nosivosti preseka. Naime, kako su momenti savijanja koji zatežu gornju i donju ivicu preseka jednaki, lako je zaključiti da će ista površina armature biti usvojena u obe zone nosača. Jedini način da se udeo ove armature uzme u proračun je dimenzionisanje simetrično armiranog preseka grafički, pomoću dijagrama interakcije. Sledi:

$$M_u = 280.8 \text{ kNm} \quad \Rightarrow \quad m_u = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_B} = \frac{280.8 \times 10^2}{40 \times 60^2 \times 2.05} = 0.095$$

$$N_u = 0 \quad \Rightarrow \quad n_u = \frac{N_u}{b \times d \times f_B} = 0$$

Sa dijagrama interakcije za ove vrednosti se očitava:  $\bar{\mu}_1 \approx 0.111$ :

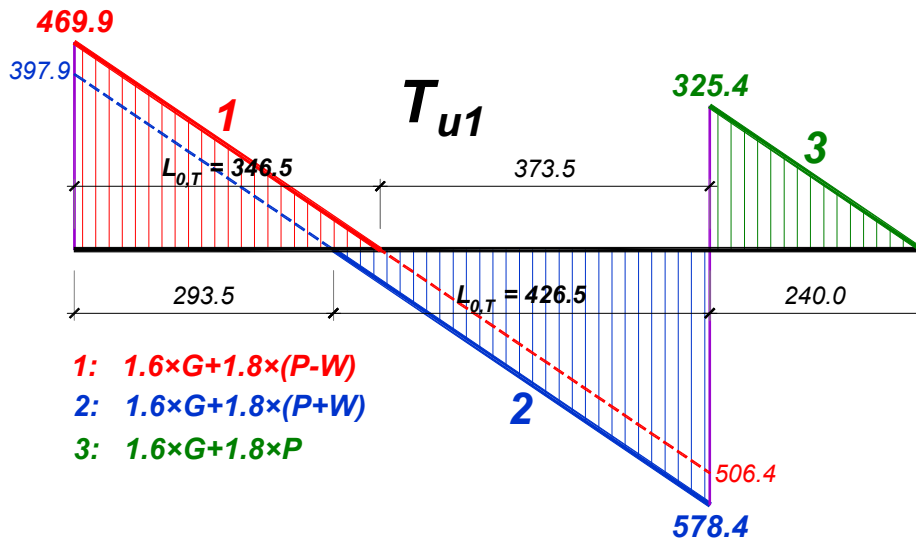
$$A_{a1} = \bar{\mu}_1 \times b \times d \times \frac{f_B}{\sigma_v} = 0.111 \times 40 \times 60 \times \frac{2.05}{40} = 13.63 \text{ cm}^2 \quad ; \quad A_{a2} = A_{a1}$$

usvojeno:  $\pm 3 \text{ R}\mathbf{\bar{O}25}$  ( $\pm 14.73 \text{ cm}^2$ )

Doprinos pritisnute armature nosivosti preseka je u ovom slučaju veoma mali (neutralna linija je visoko u preseku pa je dilatacija pritisnute armature, a samim tim i sila koju prihvata, mala). Međutim, porastom momenta savijanja raste i potrebna površina zategnute armature u preseku, a time i površina pritisnute armature čiju nosivost neopravdano zanemarujemo. Primera radi, za triput veći moment savijanja bi dobili potrebnu armaturu  $A_{a1} = 49.40 \text{ cm}^2$  za jednostruko, odnosno  $A_{a1} = 41.82 \text{ cm}^2$  za simetrično armiran presek.

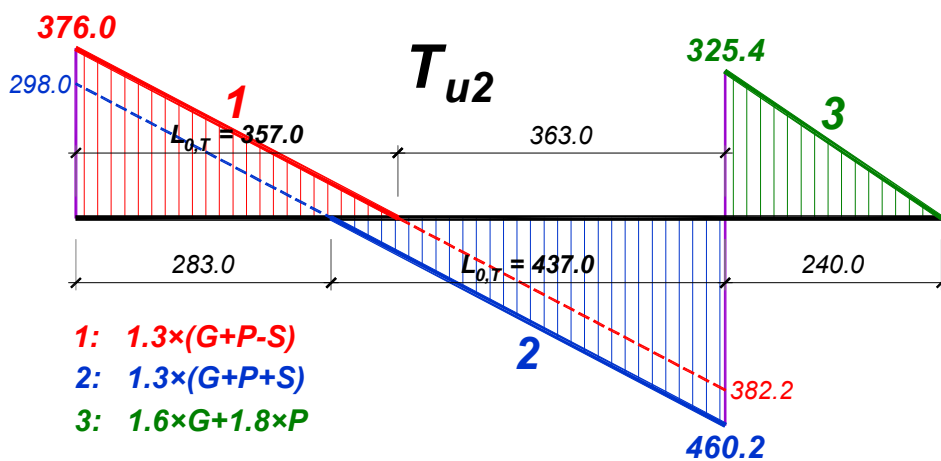
**POS 2 – T sile (kombinacije sa vetrom)**

21



**POS 2 – T sile (kombinacije sa seizmikom)**

22



## POS 2, glavni naponi zatezanja – deo B<sup>levo</sup> - A

23

$$T_{u,\max}^{B,I} = 1.6 \times 204 + 1.8 \times (120 + 20) = 578.4 \text{ kN} > 1.3 \times (204 + 120 + 30) = 460.2 \text{ kN}$$

$$\tau_n^{B,I} = \frac{578.4}{40 \times 47.7} = 0.303 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} > \tau_r = 0.11 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{u1} = 1.6 \times 51 + 1.8 \times 30 = 135.6 \text{ kN/m}$$

$$L_{0,T} = \frac{578.4}{135.6} = 4.265 \text{ m}$$

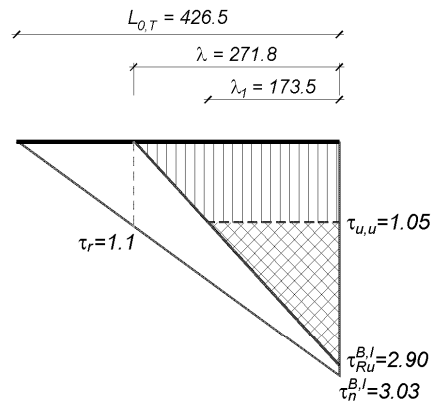
$$\lambda = 426.5 \times \left(1 - \frac{0.11}{0.303}\right) = 271.8 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^{B,I} = \frac{3}{2} \times (0.303 - 0.11) = 0.290 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

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

$$e_u = \frac{2 \times a_u^{(1)}}{40 \times 0.290} \times 40 \times (\cos 90^\circ + \sin 90^\circ \times \cot 45^\circ) = 6.90 \times a_u^{(1)}$$

$$\text{pretp. UR}\emptyset 10 (a_u^{(1)} = 0.785 \text{ cm}^2) \Rightarrow e_u = 6.90 \times 0.785 = 5.4 \text{ cm}$$



## POS 2, glavni naponi zatezanja – deo B<sup>levo</sup> - A

24

S obzirom na malo rastojanje uzengija, usvaja se kombinacija vertikalnih uzengija i koso povijenih profila. Rastojanje uzengija biće određeno iz minimalnog procenta armiranja:

$$e_u = \frac{m \cdot a_u^{(1)}}{b \cdot \mu_{uz,\min.}} = \frac{2 \times a_u^{(1)}}{40 \times 0.2 \times 10^{-2}} = 25 \times a_u^{(1)} = 25 \times 0.785 = 19.6 \text{ cm}$$

usvojeno: **UR** $\emptyset$ **10/15** ( $m=2$ )

$$\tau_{u,u} = \frac{2 \times 0.785}{40 \times 15} \times 40 \times (\cos 90^\circ + \sin 90^\circ \times \cot 45^\circ) = 0.105 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\lambda_1 = 271.8 \times \left(1 - \frac{0.105}{0.290}\right) = 173.5 \text{ cm}$$

$$H_{vu,k} = \frac{\tau_{Ru} - \tau_{u,u}}{2} \times \lambda_1 \times b = \frac{0.290 - 0.105}{2} \times 173.5 \times 40 = 642.1 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_k = 45^\circ \\ \theta = 45^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow A_{ak} = \frac{642.1}{40 \times (\cos 45^\circ + \sin 45^\circ \times \cot 45^\circ)} = 11.35 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **3 R** $\emptyset$ **25** ( $14.73 \text{ cm}^2$ )

$$\Delta A_a = 0 \text{ ("špic" momenata)}$$

## POS 2, glavni naponi zatezanja – deo A - B<sup>levo</sup>

25

$$T_{u,\max}^A = 1.6 \times 163.2 + 1.8 \times (96 + 20) = 469.9 \text{ kN} > 1.3 \times (163.2 + 96 + 30) = 376.0 \text{ kN}$$

$$\tau_n^A = \frac{469.9}{40 \times 47.7} = 0.246 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} > \tau_r$$

$$q_{u1} = 1.6 \times 51 + 1.8 \times 30 = 135.6 \text{ kN/m}$$

$$L_{0,T} = \frac{469.9}{135.6} = 3.465 \text{ m}$$

$$\lambda = 346.5 \times \left(1 - \frac{0.11}{0.246}\right) = 191.8 \text{ cm}$$

$$\tau_{Ru}^A = \frac{3}{2} \times (0.246 - 0.11) = 0.204 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

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

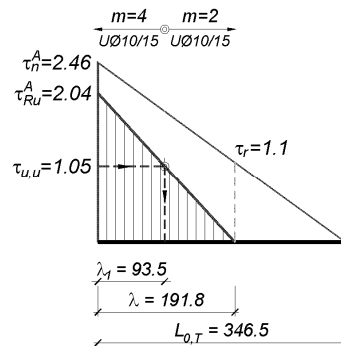
$$e_u = \frac{2 \times a_u^{(1)}}{40 \times 0.204} \times 40 \times (\cos 90^\circ + \sin 90^\circ \times \cot 45^\circ) = 9.78 \times a_u^{(1)}$$

pretp. URØ10 ( $a_u^{(1)} = 0.785 \text{ cm}^2$ )  $\Rightarrow e_u = 9.78 \times 0.785 = 7.7 \text{ cm}$

U ovom slučaju će problem malog rastojanja uzengija biti rešen povećanjem sečnosti, što širina preseka od 40 cm omogućava:

$$\text{URØ10 (m=4)} \Rightarrow e_u = 2 \times 7.7 = 15.4 \text{ cm}$$

usvojeno: **URØ10/15 (m=4)**



## POS 2, glavni naponi zatezanja – deo A - B<sup>levo</sup>

26

Nosivost dvosečnih uzengija URØ10/15 (što su ujedno i minimalne uzengije), sračunata je u tački 1.1.1 ( $\tau_{u,u} = 1.05 \text{ MPa}$ ). Dužina na kojoj su potrebne četvorosečne uzengije (ili koso povijeni profili) je dužina  $\lambda_1$  na kojoj je napon  $\tau_{Ru}$  veći od napona koji prihvataju ovako usvojene uzengije:

$$\lambda_1 = \lambda \times \left(1 - \frac{\tau_{u,u}}{\tau_{Ru}}\right) = 191.8 \times \left(1 - \frac{0.105}{0.204}\right) = 93.5 \text{ cm}$$

Dodatnu zategnutu armaturu nije potrebno dodati u gornju zonu («špic» momenta), već u donju zonu. U tom slučaju sila vetra deluje sleva i odgovarajuća transverzalna sila je:

$$T_u^A = 1.6 \times 163.2 + 1.8 \times (96 - 20) = 397.9 \text{ kN}$$

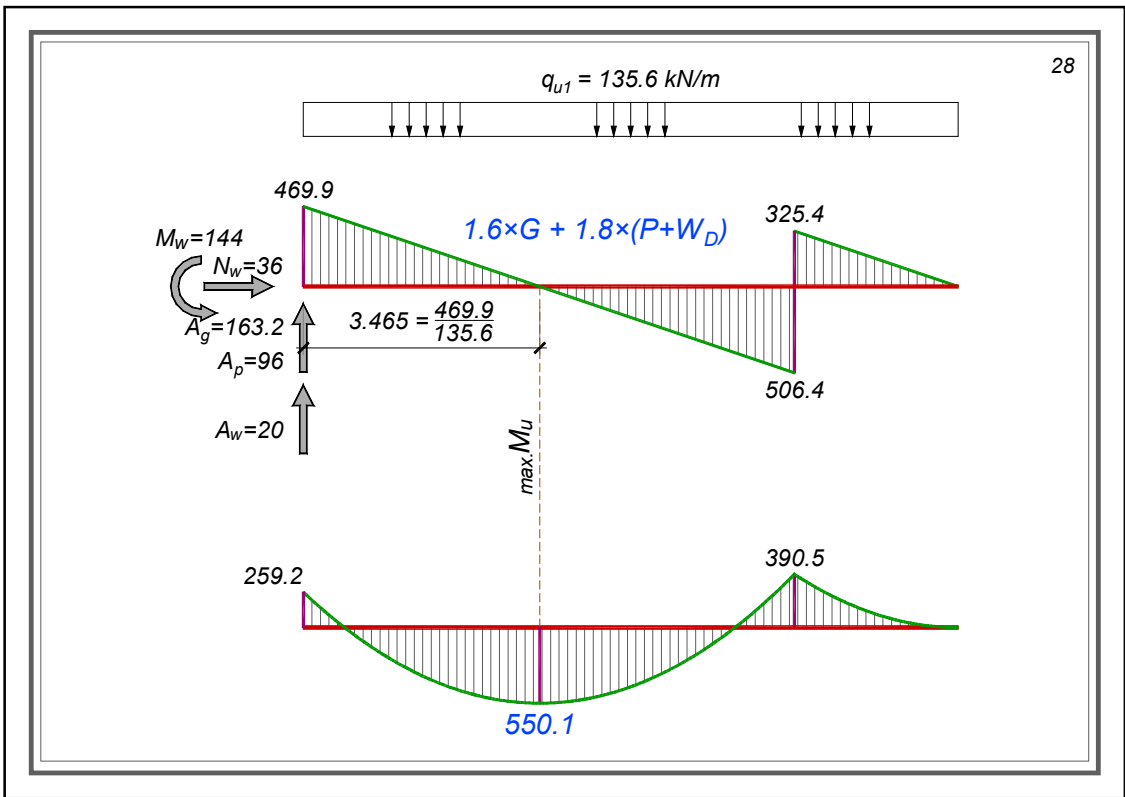
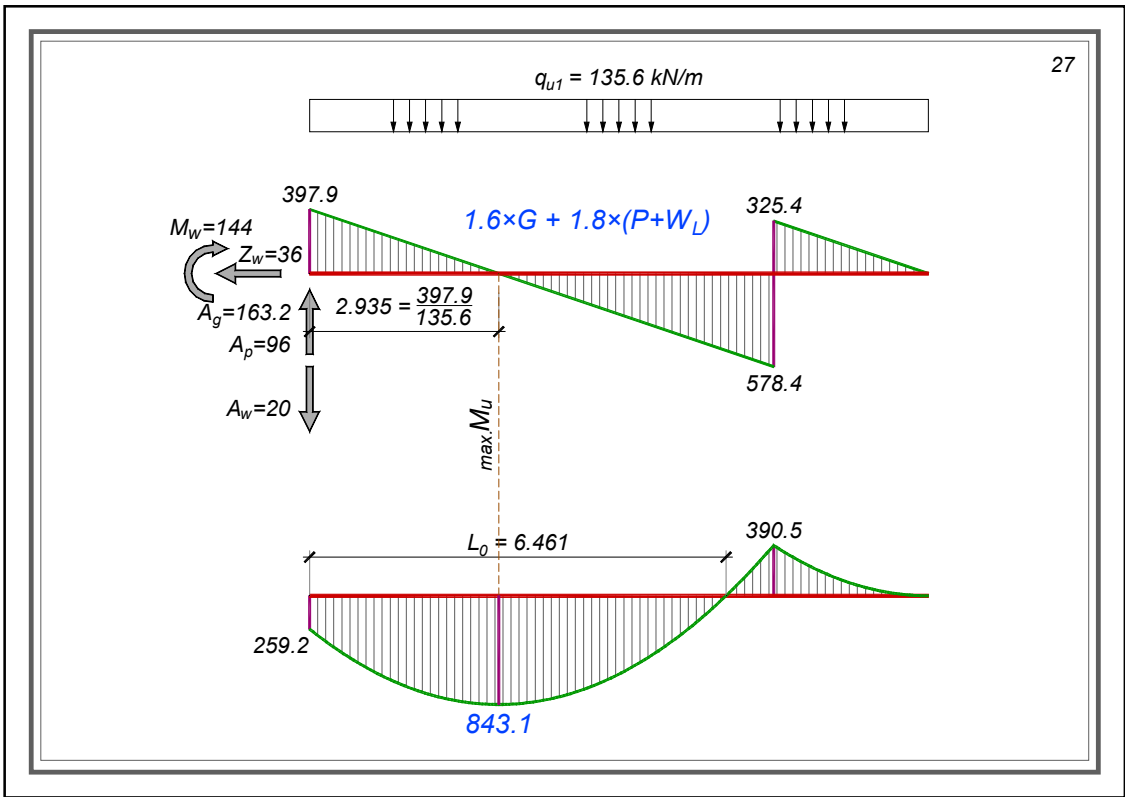
$$\Delta A_a = \frac{T_u}{2 \times \sigma_v} \times (\cot 45^\circ - \cot 90^\circ) = \frac{397.9}{2 \times 40} \times (1 - 0) = 4.97 \text{ cm}^2$$

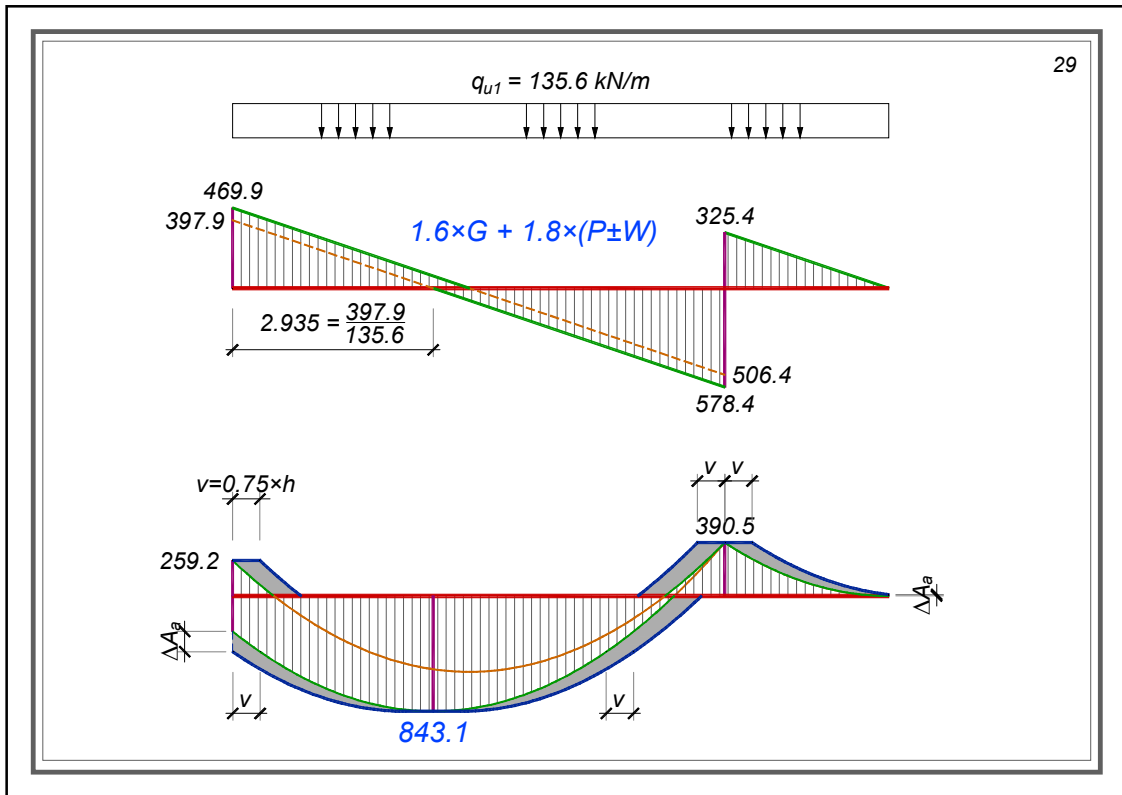
Ovu površinu armature treba dodati sračunatoj armaturi za prihvatanje momenata savijanja u donjoj zoni:

$$A_a = 13.63 + 4.97 = 18.6 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **4 RØ25 (19.63 cm<sup>2</sup>)**

Potrebna količina armature se obezbeđuje vođenjem armature duž nosača prema liniji zatežućih sila (grafička konstrukcija detaljno objašnjena u predmetu Teorija betonskih konstrukcija).





30

### POS S1 - dimensionisanje

$$\bar{M}_{u1} = 1.8 \times \bar{M}_{wL} = 1.8 \times 144 = 259.2 \text{ kNm}$$

$$N_{u,\min} = 1.0 \times G + 1.8 \times Z_w = 1.0 \times 163.2 + 1.8 \times (-20) = 127.2 \text{ kN}$$

pretp.  $a_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow h = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$

$$M_{au} = 259.2 + 127.2 \times \left( \frac{50}{2} - 5 \right) \times 10^{-2} = 284.6 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{284.6 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.415 \Rightarrow \varepsilon_b / \varepsilon_a = 3.171 / 10\text{‰} ; \bar{\mu} = 19.013\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 19.013 \times \frac{40 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} - \frac{127.2}{40} = 14.36 \text{ cm}^2$$

## POS S1 - dimenzionisanje

31

Za slučaj da vetar deluje sdesna, zategnuta je spoljašnja ivica stuba a aksijalna sila od vetra je pritisak:

$$\bar{M}_{u1} = 1.8 \times \bar{M}_{wD} = 1.8 \times 144 = 259.2 \text{ kNm}$$

$$N_{u,\min} = 1.0 \times G + 1.8 \times N_w = 1.0 \times 163.2 + 1.8 \times 20 = 199.2 \text{ kN}$$

$$M_{au} = 259.2 + 199.2 \times \left( \frac{50}{2} - 5 \right) \times 10^{-2} = 299.0 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{299.0 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.356 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 3.348/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 20.089\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 20.089 \times \frac{40 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} - \frac{199.2}{40} = 13.55 \text{ cm}^2$$

## POS S1 - dimenzionisanje

32

Očekivano, dobijene vrednosti potrebne površine armature se veoma malo razlikuju, pa se usvaja simetrično armiranje i presek dimenzioniše pomoću dijagrama interakcije:

$$M_u = 259.2 \text{ kNm} \Rightarrow m_u = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_B} = \frac{259.2 \times 10^2}{40 \times 50^2 \times 2.05} = 0.126$$

$$N_{u,\min} = 127.2 \text{ kN} \Rightarrow n_u = \frac{N_u}{b \times d \times f_B} = \frac{127.2}{40 \times 50 \times 2.05} = 0.031$$

Sa dijagrama interakcije za ove vrednosti se očitava vrednost mehaničkog koeficijenta armiranja  $\bar{\mu}_1 \approx 0.137$ , odnosno dilatacija zategnute armature  $\varepsilon_{a1} = 10\text{‰}$  (vrednosti koeficijenta sigurnosti su dobro pretpostavljene). Sledi:

$$A_{a1} = A_{a2} = \bar{\mu}_1 \times b \times d \times \frac{f_B}{\sigma_v} = 0.137 \times 40 \times 50 \times \frac{2.05}{40} = 14.05 \text{ cm}^2$$

Potpuno očekivano, kako je objašnjeno i kod dimenzionisanja POS 2 (presek uz stub S1), primenom dijagrama interakcije je dobijena manja potrebna površina armature u odnosu na proračun pomoću tablica, jer je uzet u obzir i doprinos pritisnute armature u preseku.



## POS S1 - dimensionisanje

33

Za slučaj da vetar deluje sleva nadesno (zategnuta unutrašnja ivica stuba):

$$\bar{M}_{u1} = 1.8 \times \bar{M}_{wL} = 1.8 \times 144 = 259.2 \text{ kNm}$$

$$N_{u,\max} = 1.6 \times G + 1.8 \times (P + Z_w) = 1.6 \times 163.2 + 1.8 \times (96 - 20) = 397.9 \text{ kN}$$

$$M_{au} = 259.2 + 397.9 \times \left( \frac{50}{2} - 5 \right) \times 10^{-2} = 338.8 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{338.8 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.214 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 3.5/8.735\text{‰} ; \bar{\mu} = 23.158\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 23.158 \times \frac{40 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} - \frac{397.9}{40} = 11.42 \text{ cm}^2 < 14.36 \text{ cm}^2$$

## POS S1 - dimensionisanje

34

Za slučaj da vetar deluje sdesna (zategnuta spoljašnja ivica stuba):

$$\bar{M}_{u1} = 1.8 \times \bar{M}_{wD} = 1.8 \times 144 = 259.2 \text{ kNm}$$

$$N_{u,\max} = 1.6 \times G + 1.8 \times (P + N_w) = 1.6 \times 163.2 + 1.8 \times (96 + 20) = 469.9 \text{ kN}$$

$$M_{au} = 259.2 + 469.9 \times \left( \frac{50}{2} - 5 \right) \times 10^{-2} = 353.2 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{353.2 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.168 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 3.5/8.157\text{‰} ; \bar{\mu} = 24.305\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 24.305 \times \frac{40 \times 45}{100} \times \frac{2.05}{40} - \frac{469.9}{40} = 10.67 \text{ cm}^2 < 13.55 \text{ cm}^2$$

## POS S1 - dimenzionisanje

35

Očekivano, i ovde se dobijene vrednosti potrebne površine armature veoma malo razlikuju, pa se usvaja simetrično armiranje:

$$M_u = 259.2 \text{ kNm} \Rightarrow m_u = \frac{259.2 \times 10^2}{40 \times 50^2 \times 2.05} = 0.126$$

$$N_{u,\max} = 469.9 \text{ kN} \Rightarrow n_u = \frac{469.9}{40 \times 50 \times 2.05} = 0.115$$

Sa dijagrama interakcije za ove vrednosti se očitava vrednost mehaničkog koeficijenta armiranja  $\bar{\mu}_1 \approx 0.096$ , odnosno dilatacija zategnute armature  $\varepsilon_{a1} = 10\%$  (vrednosti koeficijentata sigurnosti su dobro pretpostavljene). Sledi:

$$A_{a1} = A_{a2} = 0.096 \times 40 \times 50 \times \frac{2.05}{40} = 9.89 \text{ cm}^2 < 14.05 \text{ cm}^2$$

Dakle, merodavna je kombinacija sa minimalnom silom pritiska ( $\pm 14.05 \text{ cm}^2$  u odnosu na  $\pm 9.89 \text{ cm}^2$  za kombinaciju sa maksimalnom silom pritiska). Primena dijagrama interakcije daje racionalnija rešenja za veće vrednosti momenata savijanja, ali i kod većih sila pritiska.

## POS S1 - dimenzionisanje

36

S obzirom na pokazanu opravdanost simetričnog armiranja u ovom slučaju, a takođe imajući u vidu izuzetno malu razliku minimalne i maksimalne sile koje odgovaraju momentu savijanja usled seizmike, razmotriće se samo kombinacija sa minimalnom silom pritiska:

$$\bar{M}_{u2} = 1.3 \times \bar{M}_{sL} = 1.3 \times 216 = 280.8 \text{ kNm}$$

$$N_{u,\min} = 1.3 \times (G + P + Z_s) = 1.3 \times (163.2 + 96 - 30) = 298 \text{ kN}$$

$$M_u = 280.8 \text{ kNm} \Rightarrow m_u = \frac{280.8 \times 10^2}{40 \times 50^2 \times 2.05} = 0.137$$

$$N_{u,\min} = 298 \text{ kN} \Rightarrow n_u = \frac{298}{40 \times 50 \times 2.05} = 0.073$$

Sa dijagrama interakcije za ove vrednosti se očitava vrednost mehaničkog koeficijenta armiranja  $\bar{\mu}_1 \approx 0.130$ . U ovom slučaju vrednosti koeficijentata sigurnosti ne zavise od dilatacije zategnute armature  $\varepsilon_{a1}$ . Sledi:

$$A_{a1} = A_{a2} = 0.130 \times 40 \times 50 \times \frac{2.05}{40} = 13.31 \text{ cm}^2 < 14.05 \text{ cm}^2$$

Merodavna je površina armature određena za uticaj vetra sa minimalnom silom pritiska.

usvojeno: **±3 RØ25** ( $\pm 14.73 \text{ cm}^2$ )