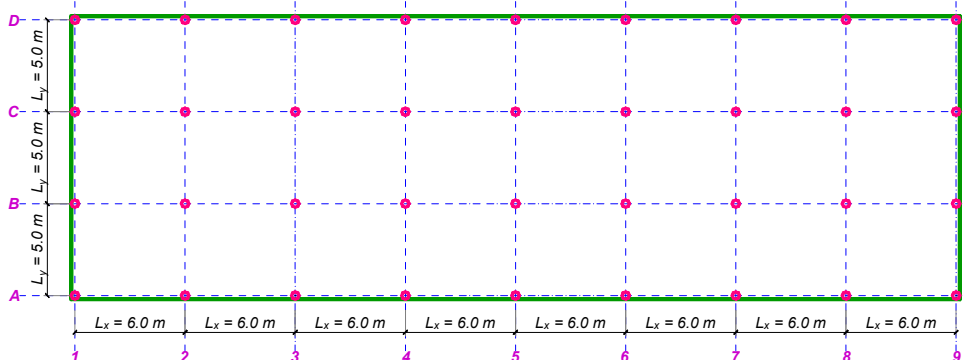


Ploča direktno oslonjena na stubove

1



Tipska međuspratna ploča petospratne konstrukcije oslonjena je na stubove konstantnog pravougaonog preseka. Dimenzija stubova u pravcu poprečnih osa ne sme biti više od 30 cm. Raster stubova je 6.0 m u podužnom, a 5.0 m u poprečnom pravcu.

Pored sopstvene težine, ploča je opterećena jednako raspodeljenim opterećenjem $\Delta g = 2 \text{ kN/m}^2$ i povremenim opterećenjem $p = 12.0 \text{ kN/m}^2$

Usvajanje debljine ploče

2

Minimalna debljina ploče (član 222. PBAB 87):

$$d_{p,\min.} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{\max}}{35} = \frac{600}{35} = 17.1 \text{ cm} \\ 15 \text{ cm} \end{array} \right\} = 17.1 \text{ cm} \Rightarrow \text{usv. } d_p = 20 \text{ cm}$$

Analiza opterećenja

sopstvena težina	0.20×25	= 5.0 kN/m ²
<u>dodatno stalno opterećenje</u>		= 2.0 kN/m ²
ukupno, stalno opterećenje	g	= 7.0 kN/m ²
povremeno opterećenje	p	= 12.0 kN/m ²

Veliki deo proračuna se sprovodi na potpuno isti način kao u prethodnom primeru (deo 1) pa se ne daju nikakva objašnjenja.

Određivanje sile u stubovima

3

Srednji stubovi

$$G_1 = 1.1 \times g \times L_x \times L_y = 1.1 \times 7.0 \times 6.0 \times 5.0 = 231 \text{ kN}$$

$$P_1 = 1.1 \times 12.0 \times 6.0 \times 5.0 = 396 \text{ kN}$$

Ivični stubovi

$$G_1 = 1.1 \times g \times \frac{L_x}{2} \times L_y = 1.1 \times 7.0 \times \frac{6.0}{2} \times 5.0 = 115.5 \text{ kN}$$

$$P_1 = 1.1 \times 12.0 \times \frac{6.0}{2} \times 5.0 = 198 \text{ kN}$$

Ugaoni stubovi

$$G_1 = 0.4 \times g \times \frac{L_x}{2} \times L_y = 0.4 \times 7.0 \times \frac{6.0}{2} \times 5.0 = 42 \text{ kN}$$

$$P_1 = 0.4 \times 12.0 \times \frac{6.0}{2} \times 5.0 = 72 \text{ kN}$$

Usvajanje dimenzije stuba

4

Ivični stubovi:

$$N_u = 5 \times (1.9 \times 115.5 + 2.1 \times 198) = 3176 \text{ kN}$$

$$\text{usvojeno: } MB 40 \Rightarrow f_B = 2.55 \text{ kN/cm}^2$$

$$\mu = A_d/A_b = 0.6\% = \mu_{\min}$$

$$A_{b,\text{potr}} = \frac{3176}{2.55 \times \left(1 + 0.6 \times 10^{-2} \times \frac{40}{2.55}\right)} = 1138 \text{ cm}^2 \Rightarrow d = \frac{1138}{30} = 37.9 \text{ cm}$$

Ukoliko se usvoje **kvadratni stubovi 30/30 cm**:

$$A_{a,\text{potr}} = \frac{N_u - A_b \times f_B}{\sigma_v} = \frac{3176 - 30 \times 30 \times 2.55}{40} = 22.03 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **8RØ19** (22.68 cm²)

Svi fasadni stubovi (ivični i ugaoni) su dimenzija 30/30 cm.

Usvajanje dimenzije stuba

5

Srednji stubovi:

$$N_u = 5 \times (1.9 \times 231 + 2.1 \times 396) = 6352.5 \text{ kN}$$

$$A_{b,\text{potr}} = \frac{6352.5}{2.55 \times \left(1 + 0.6 \times 10^{-2} \times \frac{40}{2.55}\right)} = 2276 \text{ cm}^2 \Rightarrow d = \frac{2276}{30} = 75.8 \text{ cm}$$

Ukoliko se usvoje stubovi **b/d = 30/60 cm**:

$$A_{a,\text{potr}} = \frac{N_u - A_b \times f_B}{\sigma_v} = \frac{6352.5 - 30 \times 60 \times 2.55}{40} = 44.06 \text{ cm}^2$$

usvojeno: **12RØ22** (45.62 cm²)

Svi srednji stubovi su dimenzija 30/60 cm.

Ovako usvojene preliminarne dimenzije stubova su odabrane kako bi se obezbedio što veći slobodan prostor (garaža), ali ih je potrebno potvrditi nakon kontrole probijanja kroz ploču.

Proračun ploče – podužni pravac

6

Pri proračunu uticaja u nekom srednjem polju konstrukcije uobičajeno je nosač tretirati kao obostrano uklještenu gredu. Proračun se sprovodi na isti način kao u delu 1.

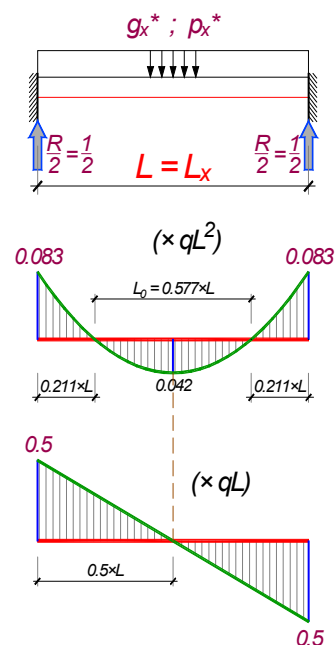
Do usvajanja konačnih dimenzija računaju se samo vrednosti uticaja u delovima bitnim za dopuštene napone (trake S1, S2, gornja zona):

$$q_u = 1.6 \times 7.0 + 1.8 \times 12.0 = 32.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\overline{M}_{xu,\text{osl}} = \frac{q_u \times L_x^2}{12} = \frac{32.8 \times 6.0^2}{12} = 98.4 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_{xu}^{S1} = 2.1 \times 98.4 = 206.6 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

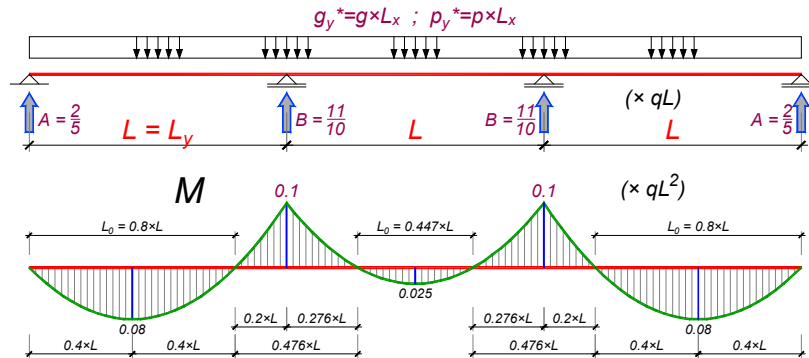
$$M_{xu}^{S2} = 1.4 \times 98.4 = 137.8 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$



Proračun ploče – poprečni pravac

7

Ploča je sistema kontinualnog nosača preko tri jednaka raspona:



$$\bar{M}_{y_u,osl} = \frac{q_u \times L_y^2}{10} = \frac{32.8 \times 5.0^2}{10} = 82 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_{y_u}^{S1} = 2.1 \times 82 = 172.2 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} ; M_{y_u}^{S2} = 1.4 \times 82 = 114.8 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

Dimenzionisanje – oslonačke trake, podužni pravac

8

Kako su momenti savijanja veći u podužnom pravcu, usvojeno:

pretp. $\emptyset 22 \Rightarrow a_{1x} = 2.2 + 2.2/2 = 3.3 \text{ cm} \Rightarrow h_x = 20 - 3.3 = 16.7 \text{ cm}$

polutraka S_1 (širina $0.2 \times L_y = 1.0 \text{ m}$):

$$k = \frac{16.7}{\sqrt{\frac{206.6}{2.55}}} = 1.855 \Rightarrow \zeta = 0.817 \Rightarrow A_{ax}^{S1} = \frac{206.6 \times 10^2}{0.817 \times 16.7 \times 40} = 37.87 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **$\emptyset 22/10$** (38.01 cm²/m)

polutrake S_2 (širina $2 \times 0.1 \times L_y = 2 \times 0.5 \text{ m}$):

Kako je moment savijanja u polutraci S_2 1.5 puta manji (1.4/2.1) od momenta u susednoj polutraci S_1 , sledi:

$$A_{ax}^{S2} \approx \frac{1.4}{2.1} A_{ax,potr.}^{S1} = \frac{A_{ax,potr.}^{S1}}{1.5} = \frac{37.87}{1.5} = 25.25 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **$\emptyset 22/15$** (25.34 cm²/m)

Dimenzionisanje – oslonačke trake, poprečni pravac

9

$$h_y = d_p - (a_0 + \emptyset_x + \emptyset_y/2) = 20 - (2.2 + 2.2 + 2.2/2) = 14.5 \text{ cm}$$

polutraka S_1 (širina $0.2 \times L_x = 1.2 \text{ m}$):

$$k = \frac{14.5}{\sqrt{\frac{172.2}{2.55}}} = 1.764 \Rightarrow \zeta = 0.791 \Rightarrow A_{ay}^{S1} = \frac{172.2 \times 10^2}{0.791 \times 14.5 \times 40} = 37.52 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø22/10** (38.01 cm²/m)

polutrake S_2 (širina $2 \times 0.1 \times L_x = 2 \times 0.6 \text{ m}$):

$$A_{ay}^{S2} \approx \frac{1.4}{2.1} A_{ay,potr.}^{S1} = \frac{A_{ay,potr.}^{S1}}{1.5} = \frac{37.52}{1.5} = 25.01 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø22/15** (25.34 cm²/m)

Kontrola probijanja – srednji stub

10

$$h_s = \frac{h_x + h_y}{2} = \frac{16.7 + 14.5}{2} = 15.6 \text{ cm}$$

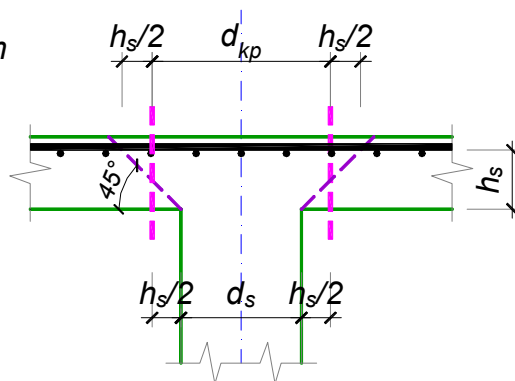
$$d_s = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times b \times d} ; b/d = 30/60 \text{ cm}$$

Kako je $d > 1.5 \times b$, u proračun se uzima samo deo stuba dužine $1.5 \times b = 45 \text{ cm}$:

$$d_s = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 30 \times 45} = 41.5 \text{ cm}$$

$$d_{kp} = \frac{2 \times h_s}{2} + d_s = 15.6 + 41.5 = 57.1 \text{ cm}$$

$$\tau = \frac{T_{\max}}{O_{kp} \times h_s} = \frac{G + P}{\pi \times d_{kp} \times h_s} = \frac{231 + 396}{\pi \times 57.1 \times 15.6} = 0.224 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$



$$\left. \begin{aligned} \mu_x &= \frac{1}{2} \times \left(\frac{38.01}{16.7} + \frac{25.34}{16.7} \right) = 1.90\% \\ \mu_y &= \frac{1}{2} \times \left(\frac{38.01}{14.5} + \frac{25.34}{14.5} \right) = 2.18\% \end{aligned} \right\} \Rightarrow \mu = \frac{1.90 + 2.18}{2} = 2.04\% > 1.5\% = \mu_{\max}$$

$$\gamma_2 = 0.45 \times \alpha_a \times \sqrt{\mu} = 0.45 \times 1.3 \times \sqrt{1.5} = 0.72$$

$$\tau_2 = \gamma_2 \times \tau_b = 0.72 \times 2.6 = 1.86 \text{ MPa}$$

Napon smicanja u kritičnom preseku je prekoračio dopušteni:

$$\tau = 0.224 \text{ kN/cm}^2 = 2.24 \text{ MPa} > \tau_2 = 1.86 \text{ MPa}$$

pa je neophodno povećati dimenzije ploče ili stuba ili kvalitet betona.

Kako dimenziju stuba nije moguće povećati (uslovom zadatka je propisano $b_{\max} = 30 \text{ cm}$, što drugu dimenziju čini irelevantnom za proveru proboja), biće formirano zadebljanje – kapitel.

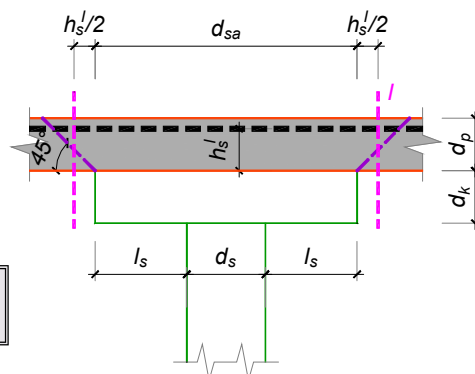
Prema slici 57, član 222 PBAB 87, debljina kapitela ne treba da bude manja od debljine ploče:

usvojeno: $d_k = d_p = 20 \text{ cm}$

Dimenzija kapitela u osnovi (prečnik ekvivalentnog kruga d_{sk}) će biti određena iz uslova da u označenom preseku $I-I$ ne bude prekoračen dopušteni napon τ_1 :

$$\gamma_1 = 1.3 \times \alpha_a \times \sqrt{\mu} = 1.3 \times 1.3 \times \sqrt{1.5} = 2.07$$

$$\tau_1 = \frac{2}{3} \times \gamma_1 \times \tau_a = \frac{2}{3} \times 2.07 \times 1.0 = 1.38 \text{ MPa}$$



$$\tau_{\max} = \frac{627}{\pi \times (d_{sk} + 15.6) \times 15.6} \leq \tau_1 = 0.138 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \Rightarrow d_{sa} \geq 77.1 \text{ cm}$$

$$d_{sa} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times b_k^2} \Rightarrow b_k \geq \sqrt{\frac{\pi}{4}} \times 77.1 = 68.3 \text{ cm}$$

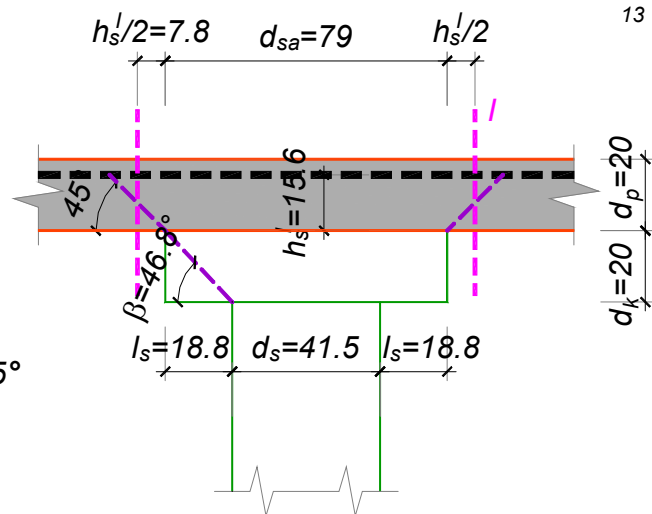
Usvojeni su kvadratni kapiteli dimenzija 70×70 cm u osnovi, debljine 20 cm na svim srednjim stubovima (ose B i C).

$$d_{sa} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 70^2} = 79 \text{ cm}$$

$$l_s = \frac{d_{sa} - d_s}{2}$$

$$l_s = \frac{79 - 41.5}{2} = 18.8 \text{ cm}$$

$$\beta = \arctan \frac{20}{18.8} = 46.8^\circ > 45^\circ$$



13

U skladu sa članom 220 PBAB 87, dimenzije kapitela zadovoljavaju slučaj **220a**, odnosno dovoljno je proveriti samo presek **I-I**.

Konačno, dimenzija kapitela u osnovi je manja od **$0.3 \times L_{\min} = 150 \text{ cm}$** , pa je proračun dopušteno sprovesti metodom zamenjujućih traka.

Kontrola probijanja – **ivični stub**

$$h_s = \frac{h_x + h_y}{2} = \frac{16.7 + 14.5}{2} = 15.6 \text{ cm}$$

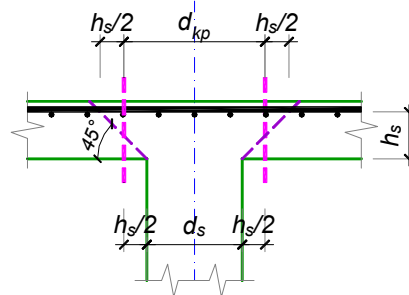
$$d_s = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times b \times d} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 30 \times 30} = 33.9 \text{ cm}$$

$$d_{kp} = \frac{2 \times h_s}{2} + d_s = 15.6 + 33.9 = 49.5 \text{ cm}$$

$$\tau = \frac{G + P}{0.6 \times \pi \times d_{kp} \times h_s} = \frac{115.5 + 198}{0.6 \times \pi \times 49.5 \times 15.6} = 0.216 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

U gornjoj zoni ivičnih stubova armatura u jednom pravcu ista kao kod srednjih (u podužnom pravcu za stubove u osama A i D, u poprečnom za stubove u osama 1 i 9), dok je u drugom pravcu armatura podeona i usvojena kao 20% glavne:

$$A_{ap} = 0.2 \times 37.87 = 7.57 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \text{usv. } \mathbf{\varnothing 14/20} \text{ (7.70 cm}^2/\text{m)}$$



14

Kontrola probijanja – **ivični stub**

15

$$\left. \begin{aligned} \mu_x &= \frac{1}{2} \times \left(\frac{38.01}{16.7} + \frac{25.34}{16.7} \right) = 1.90\% \\ \mu_y &= \frac{7.70}{14.5} = 0.53\% \end{aligned} \right\} \Rightarrow \mu = \frac{1.90 + 0.53}{2} = 1.21\%$$

$$\gamma_2 = 0.45 \times \alpha_a \times \sqrt{\mu} = 0.45 \times 1.3 \times \sqrt{1.21} = 0.64$$

$$\tau_2 = \gamma_2 \times \tau_b = 0.64 \times 2.6 = 1.68 \text{ MPa} > \tau_{\max} = 2.16 \text{ MPa}$$

Kako je prekoračena gornja vrednost dopuštenog napona, potrebno je povećati dimenzije ploče ili stuba ili kvalitet betona. S obzirom da je dopušteni napon gotovo dostigao maksimalnu vrednost (za $\mu=1.5\%$), a povećanje dimenzije stuba limitirano (ograničenje širine na 30 cm), problem se može rešiti formiranjem polukapitela ili ivične grede.

Pre definitivne odluke proverava se proboj ugaonog stuba.

Kontrola probijanja – **ugaoni stub**

16

Ugaoni stubovi su istog preseka kao i ivični ($b/d=30/30$ cm), pa sledi:

$$\tau = \frac{T_{\max}}{0.3 \times O_{kp} \times h_s} = \frac{G + P}{0.3 \times \pi \times d_{kp} \times h_s} = \frac{42 + 72}{0.3 \times \pi \times 49.5 \times 15.6} = 0.157 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

U gornjoj zoni ugaonih stubova nema računski potrebne armature, pa se vrednosti dopuštenih napona sračunavaju sa minimalnim procentom armiranja od 0.5%

$$\gamma_2 = 0.45 \times \alpha_a \times \sqrt{\mu} = 0.45 \times 1.3 \times \sqrt{0.5} = 0.413$$

$$\tau_2 = \gamma_2 \times \tau_b = 0.413 \times 2.6 = 1.08 \text{ MPa}$$

Kako je i ovde prekoračena gornja vrednost dopuštenog napona, rešenje problema proboja fasadnih stubova se rešava formiranjem ivične grede. Širina grede je jednaka širini stubova ($b=30$ cm) a visina uobičajenih $L/10$ do $L/12$. Usvojeno $b/d = 30/50$ cm.

Dimenzionisanje ploče

19

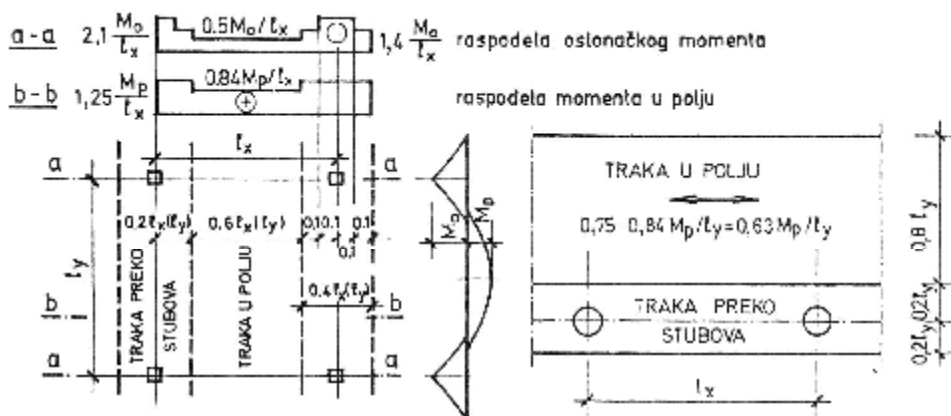
Nakon provjere proboja i usvajanja konačnih dimenzija ploče i stubova, proračun se završava dimenzionisanjem ploče prema momentima savijanja. U prethodnom primeru je proračun detaljno sproveden za ploču direktno oslonjenu na stubove, pa je glavna razlika u odnosu na taj slučaj tretiranje trake uz ivične grede.

U Priručniku za primenu Pravilnika za beton i armirani beton, u delu koji se odnosi na tumačenje člana 219 Pravilnika, Tom 1, str. 611, definisan je statički tretman ovog dela ploče: »Ako se ploča po ivici oslanja linijski na zid ili podvlaku, tada se dimenzionisanje preseka za traku u krajnjem polju paralelnu oslonačkoj ivici sprovodi u odnosu na 75% momenta u polju, tj. na iznos $0.63 \times M_{px}/L_y$, odnosno $0.63 \times M_{py}/L_x$, slika 219/2«.

Iz prethodne preporuke se može zaključiti da je traku uz zid, odnosno ivičnu gredu, na širini od $0.8 \times L$ potrebno armirati samo u donjoj zoni, što prosto ne odgovara dijagramima uticaja dobijenim iz referentnih programskih paketa (Tower, SAN i slično), kojima je proračunat veliki broj izvedenih objekata. Stoga se, umesto preporuke definisane u pojašnjenju člana 219 PBAB, predlaže se da se podela na trake izvrši na sledeći način:

Dimenzionisanje ploče – traka uz zid (ivičnu gredu)

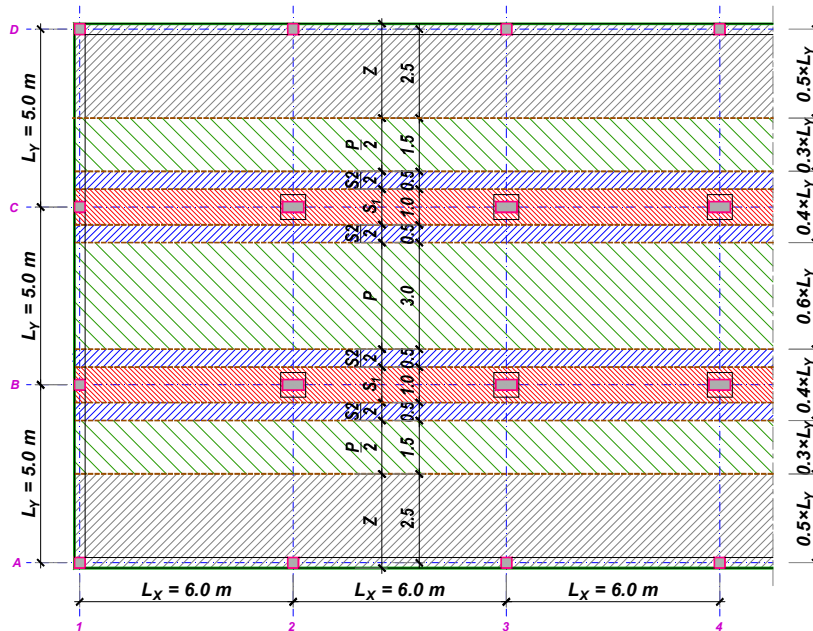
20



Slika 219/2 Smanjenje momenta savijanja u ivičnoj traci kod kontinualnog (linijskog) oslanjanja ivice ploče

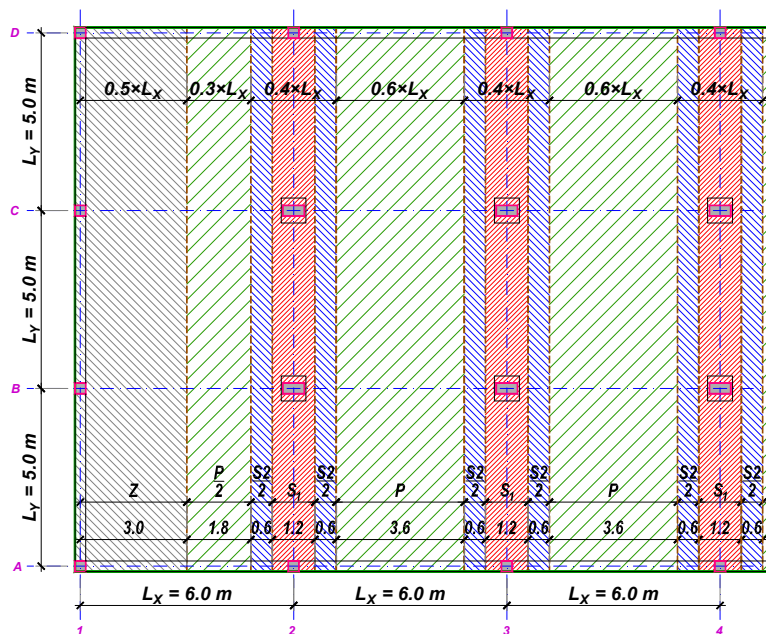
Raspored traka u osnovi – podužni pravac

21



Raspored traka u osnovi – poprečni pravac

22



Dimenzionisanje ploče – gornja zona

23

Nakon provjere proboja i dimenzionisanja stuba, potrebno je dovršiti dimenzionisanje ploče. U gornjoj zoni su dimenzionisane trake S1 i S2 (slajd 21, 22). Preostalo je da se dimenzionišu trake u polju P:

traka P – podužni pravac (širina $0.6 \times L_y = 3.0$ m):

$$\bar{M}_{osl} = \frac{32.8 \times 6.0^2}{12} = 98.4 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_u^P = 0.5 \times \bar{M}_{osl} \Rightarrow M_{xu}^P = 0.5 \times 98.4 = 49.2 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$k = \frac{16.7}{\sqrt{\frac{49.2}{2.55}}} = 3.802 \Rightarrow \zeta = 0.953 \Rightarrow A_{ax}^P = \frac{49.2 \times 10^2}{0.953 \times 16.7 \times 40} = 7.73 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø14/20** (7.70 cm²/m)

$$A_{ap} = 0.2 \times 7.73 = 1.54 \text{ cm}^2/\text{m} < 0.085 \times 20 = 1.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

usvojeno: **Ø10/30** (2.62 cm²/m)

Dimenzionisanje ploče – gornja zona

24

$$h_y = d_p - (a_0 + \varnothing_x + \varnothing_y/2) = 20 - (2.2 + 2.2 + 2.2/2) = 14.5 \text{ cm}$$

traka P – poprečni pravac (širina $0.6 \times L_x = 3.6$ m):

$$\bar{M}_{osl} = \frac{32.8 \times 5.0^2}{10} = 82 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_u^P = 0.5 \times \bar{M}_{osl} \Rightarrow M_{yu}^P = 0.5 \times 82 = 41 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$k = \frac{14.5}{\sqrt{\frac{41}{2.55}}} = 3.616 \Rightarrow \zeta = 0.95 \Rightarrow A_{ay}^P = \frac{41 \times 10^2}{0.95 \times 14.5 \times 40} = 7.44 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø14/20** (7.70 cm²/m)

$$A_{ap} = 0.2 \times 6.17 = 1.49 \text{ cm}^2/\text{m} < 0.085 \times 20 = 1.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

usvojeno: **Ø10/30** (2.62 cm²/m)

Raspodela pozitivnih momenata – podužni pravac

25

Kako se u podužnom pravcu (za razmatrano srednje polje) nosač tretira kao obostrano ukleštена greda, prosečan moment u polju je:

$$\bar{M}_p = \frac{32.8 \times 6.0^2}{24} = 49.2 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

traka S (širina $0.4 \times L_y$):

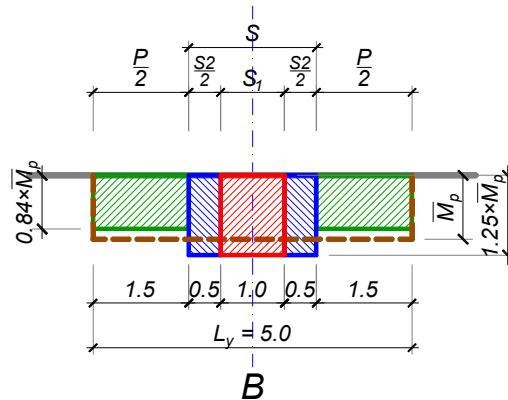
$$M_u^S = 1.25 \times \bar{M}_p$$

$$M_{xu}^S = 1.25 \times 49.2 = 61.5 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

traka P (širina $2 \times 0.3 \times L_y$):

$$M_u^P = 0.84 \times \bar{M}_p$$

$$M_{xu}^P = 0.84 \times 49.2 = 41 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$



Dimenzionisanje – donja zona, podužni pravac

26

pretp. $a_{1x} = 2.0 + 1.2/2 = 2.7 \text{ cm} \Rightarrow h_x = 20 - 2.7 = 17.3 \text{ cm}$

traka S (širina $0.4 \times L_y = 2.0 \text{ m}$):

$$k = \frac{17.3}{\sqrt{\frac{61.5}{2.55}}} = 3.523 \Rightarrow \zeta = 0.948 \Rightarrow A_{ax}^S = \frac{61.5 \times 10^2}{0.948 \times 17.3 \times 40} = 9.38 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø14/15** (10.26 cm²/m)

traka P (širina $2 \times 0.3 \times L_y = 2 \times 1.5 \text{ m}$):

$$A_{ax}^P \approx \frac{0.84}{1.25} A_{ax,potr.}^S = \frac{A_{ax,potr.}^S}{1.5} = \frac{9.38}{1.5} = 6.25 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø12/15** (7.54 cm²/m)

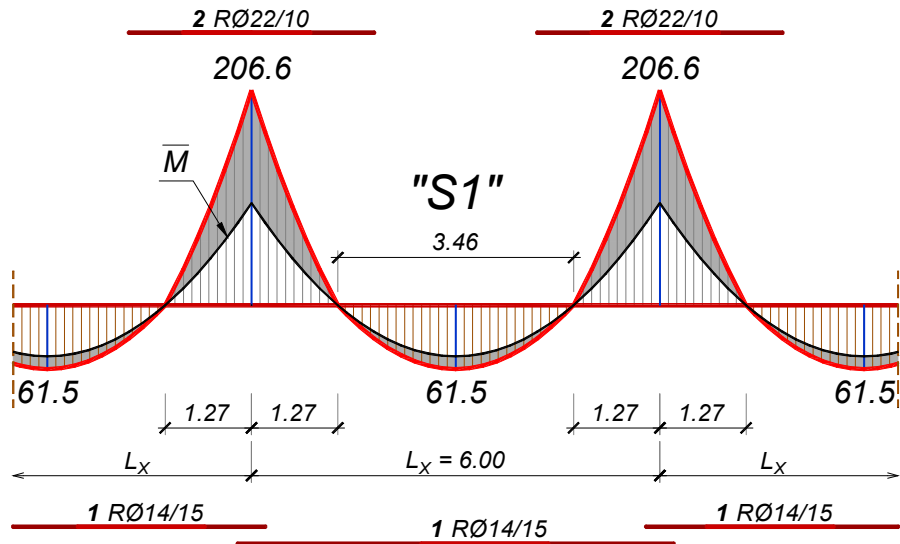
traka Z (širina $0.5 \times L_y = 2.5 \text{ m}$):

$$A_{ax}^Z \approx \frac{0.63}{1.25} A_{ax,potr.}^S = \frac{A_{ax,potr.}^S}{2} = \frac{9.38}{2} = 4.69 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø12/20** (7.54 cm²/m)

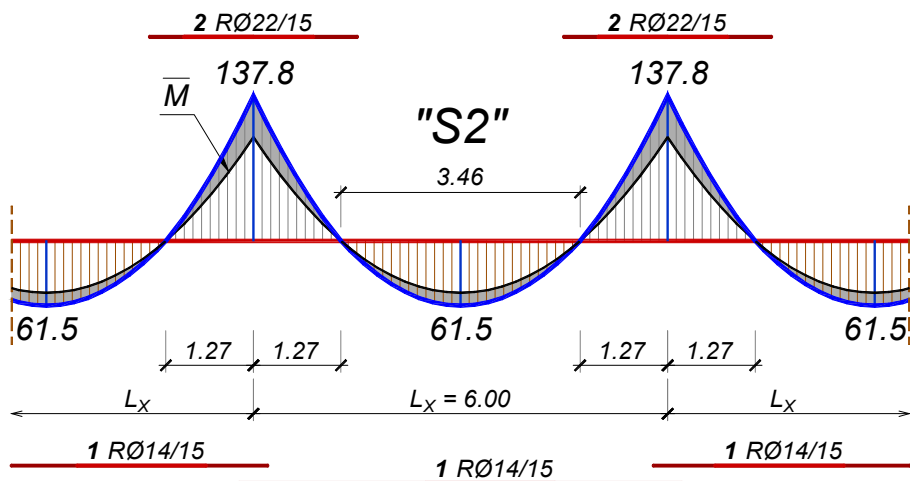
Podužni pravac, traka preko stubova – polutraka S1

27



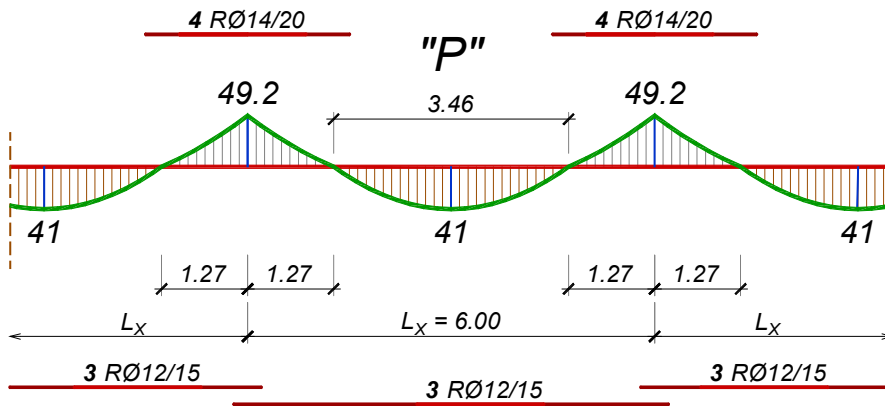
Podužni pravac, traka preko stubova – polutraka S2

28



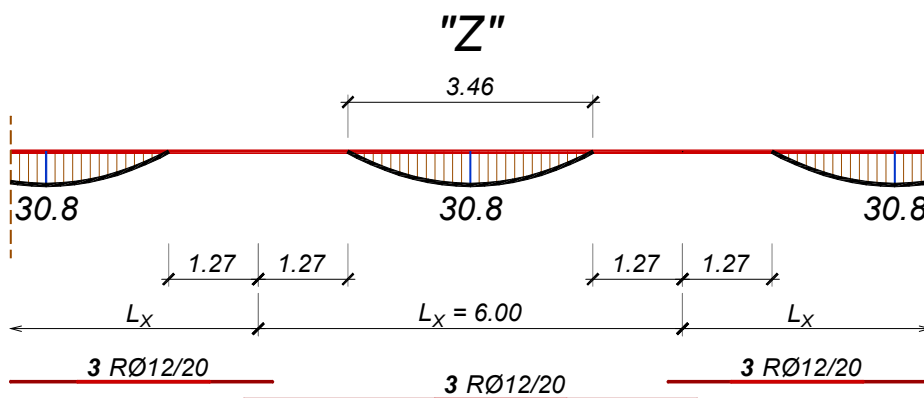
Podužni pravac - traka u polju P

29



Podužni pravac - traka uz ivičnu gredu Z

30



Donja zona – poprečni pravac

31

$$q_{u,y}^* = 1.6 \times g^* + 1.8 \times p^* = (1.6 \times g + 1.8 \times p) \times L_x$$

$$q_{u,y}^* = (1.6 \times 7.0 + 1.8 \times 12.0) \times 6.0 = 32.8 \times 6.0 = 196.8 \text{ kN/m}$$

U poprečnom pravcu ploča je kontinualni nosač na tri polja, pa su ukupni momenti u krajnjem i srednjem polju za traku širine $L_x = 6 \text{ m}$:

$$M_{u,y}^{p1} = 0.08 \times q_{u,y}^* \times L_y^2 = 0.08 \times 196.8 \times 5.0^2 = 393.6 \text{ kNm}$$

$$M_{u,y}^{p2} = 0.025 \times q_{u,y}^* \times L_y^2 = 0.025 \times 196.8 \times 5.0^2 = 123 \text{ kNm}$$

Prosečni momenti savijanja u poljima za poprečni pravac su:

$$\bar{M}_{p1} = \frac{M_{u,y}^{p1}}{L_x} = \frac{393.6}{6.0} = 65.6 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\bar{M}_{p2} = \frac{M_{u,y}^{p2}}{L_x} = \frac{123}{6.0} = 20.5 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

Raspodela pozitivnih momenata – poprečni pravac

32

Sprovodi se isto kao za podužni pravac, sa različitim vrednostima za krajnja polja i srednje polje:

traka S (širina $0.4 \times L_x$):

$$M_u^S = 1.25 \times \bar{M}_p$$

$$M_{yu,1}^S = 1.25 \times 65.6 = 82 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

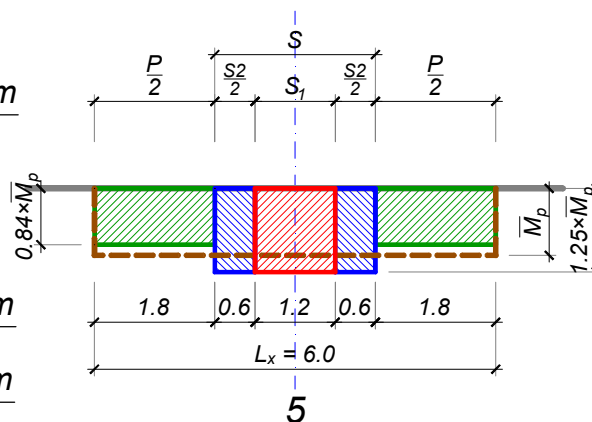
$$M_{yu,2}^S = 1.25 \times 20.5 = 25.6 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

traka P (širina $2 \times 0.3 \times L_x$):

$$M_u^P = 0.84 \times \bar{M}_p$$

$$M_{yu,1}^P = 0.84 \times 65.6 = 54.7 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$M_{yu,2}^P = 0.84 \times 20.5 = 17.1 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$



Dimenzionisanje – donja zona, poprečni pravac, polje 1³³

$$\text{pretp. } a_{1y} = 2.0 + 1.4 + 1.4/2 = 4.1 \text{ cm} \Rightarrow h_y = 20 - 4.1 = 15.9 \text{ cm}$$

traka S (širina $0.4 \times L_x = 2.4 \text{ m}$):

$$k = \frac{15.9}{\sqrt{\frac{82}{2.55}}} = 2.804 \Rightarrow \zeta = 0.926 \Rightarrow A_{ay,1}^S = \frac{82 \times 10^2}{0.926 \times 15.9 \times 40} = 13.93 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø14/10** (15.39 cm²/m)

traka P (širina $2 \times 0.3 \times L_x = 2 \times 1.8 \text{ m}$):

$$A_{ay,1}^P \approx \frac{0.84}{1.25} A_{ay,potr.}^S = \frac{A_{ay1,potr.}^S}{1.5} = \frac{13.93}{1.5} = 9.29 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø14/15** (10.27 cm²/m)

traka Z (širina $0.5 \times L_x = 3.0 \text{ m}$):

$$A_{ay,1}^Z \approx \frac{0.63}{1.25} A_{ay,potr.}^S = \frac{A_{ay1,potr.}^S}{2} = \frac{13.93}{2} = 6.96 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø14/20** (7.70 cm²/m)

Dimenzionisanje – donja zona, poprečni pravac, polje 2³⁴

$$\text{pretp. } a_{1y} = 2.0 + 1.4 + 1.4/2 = 4.1 \text{ cm} \Rightarrow h_y = 20 - 4.1 = 15.9 \text{ cm}$$

traka S (širina $0.4 \times L_x = 2.4 \text{ m}$):

$$k = \frac{15.9}{\sqrt{\frac{25.6}{2.55}}} = 5.016 \Rightarrow \zeta = 0.967 \Rightarrow A_{ay,2}^S = \frac{25.6 \times 10^2}{0.967 \times 15.9 \times 40} = 4.17 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø10/15** (5.24 cm²/m)

traka P (širina $2 \times 0.3 \times L_x = 2 \times 1.8 \text{ m}$):

$$A_{ay,2}^P \approx \frac{0.84}{1.25} A_{ay2,potr.}^S = \frac{A_{ay2,potr.}^S}{1.5} = \frac{4.17}{1.5} = 2.78 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

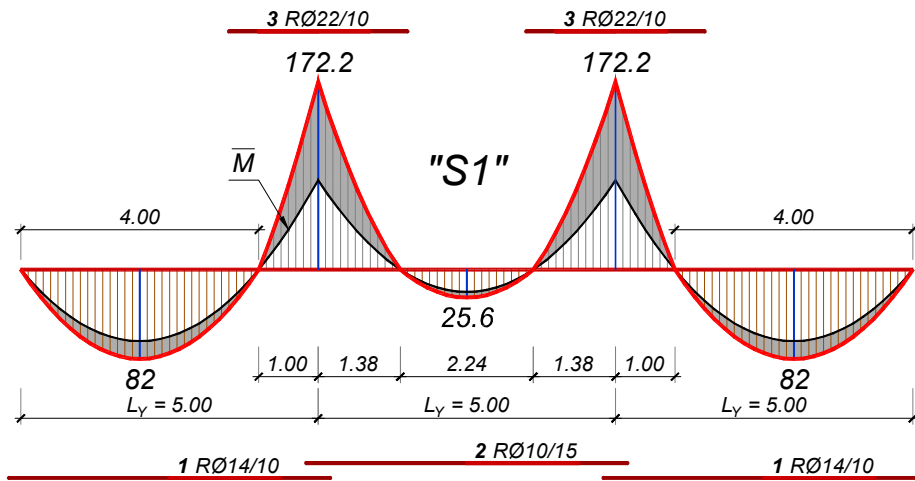
usvojeno: **Ø10/20** (3.93 cm²/m)

traka Z (širina $0.5 \times L_x = 3.0 \text{ m}$):

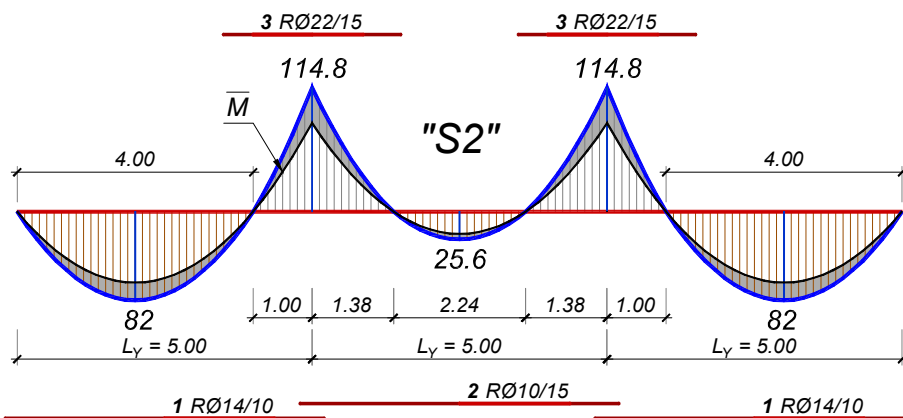
$$A_{ay,2}^Z \approx \frac{0.63}{1.25} A_{ay2,potr.}^S = \frac{A_{ay2,potr.}^S}{2} = \frac{4.17}{2} = 2.08 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} > A_{a,\text{min}} = 0.1 \times 20 = 2.0 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

usvojeno: **Ø10/20** (3.93 cm²/m)

Poprečni pravac, traka preko stubova – polutraka S1 35

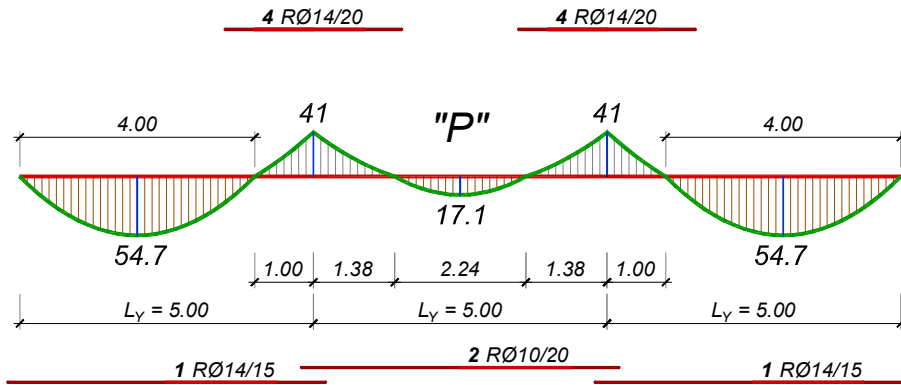


Poprečni pravac, traka preko stubova – polutraka S2 36



Poprečni pravac - traka u polju P

37



Poprečni pravac - traka uz ivičnu gredu Z

38

