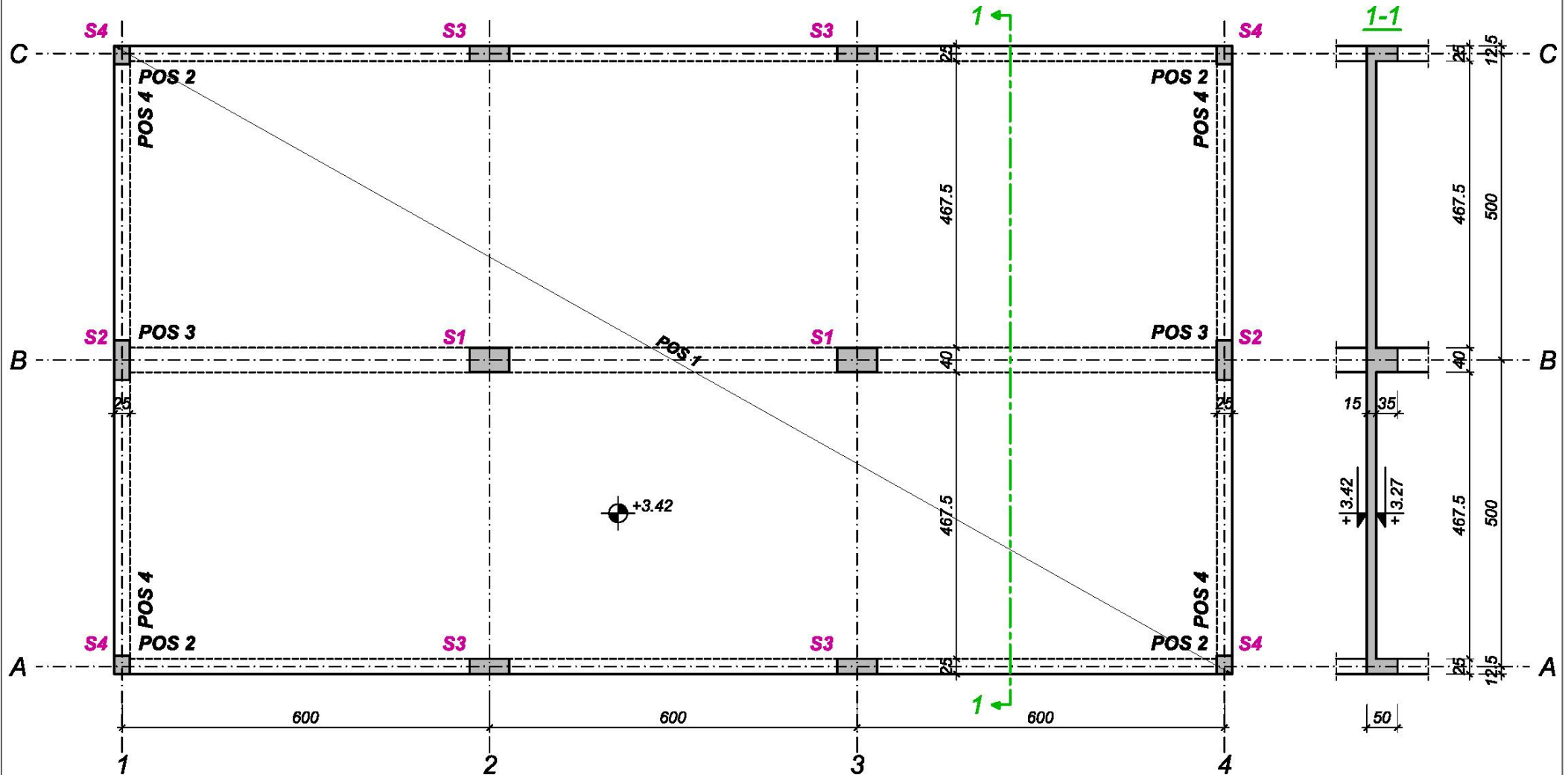


Ploča POS 1 na gredama u jednom pravcu

1



1.2 ANALIZA OPTEREĆENJA ZA POS 1

- sopstvena težina ploče	0.15×25	$= 3.75 \text{ kN/m}^2$
- dodatno stalno opterećenje	Δg	$= 2.25 \text{ kN/m}^2$
ukupno, stalno opterećenje	g	$= 6.00 \text{ kN/m}^2$
povremeno opterećenje:	q	$= 4.00 \text{ kN/m}^2$

1.3 STATIČKI UTICAJI ZA POS 1

Reakcije oslonaca se sračunavaju za svako pojedinačno opterećenje:

- na gredu POS 2:

$$A_g = 0.375 \times 6.0 \times 5.0 = 11.25 \text{ kN/m}$$

$$A_q = 0.375 \times 4.0 \times 5.0 = 7.5 \text{ kN/m}$$

- na gredu POS 3:

$$B_g = 1.25 \times 6.0 \times 5.0 = 37.5 \text{ kN/m}$$

$$B_q = 1.25 \times 4.0 \times 5.0 = 25.0 \text{ kN/m}$$

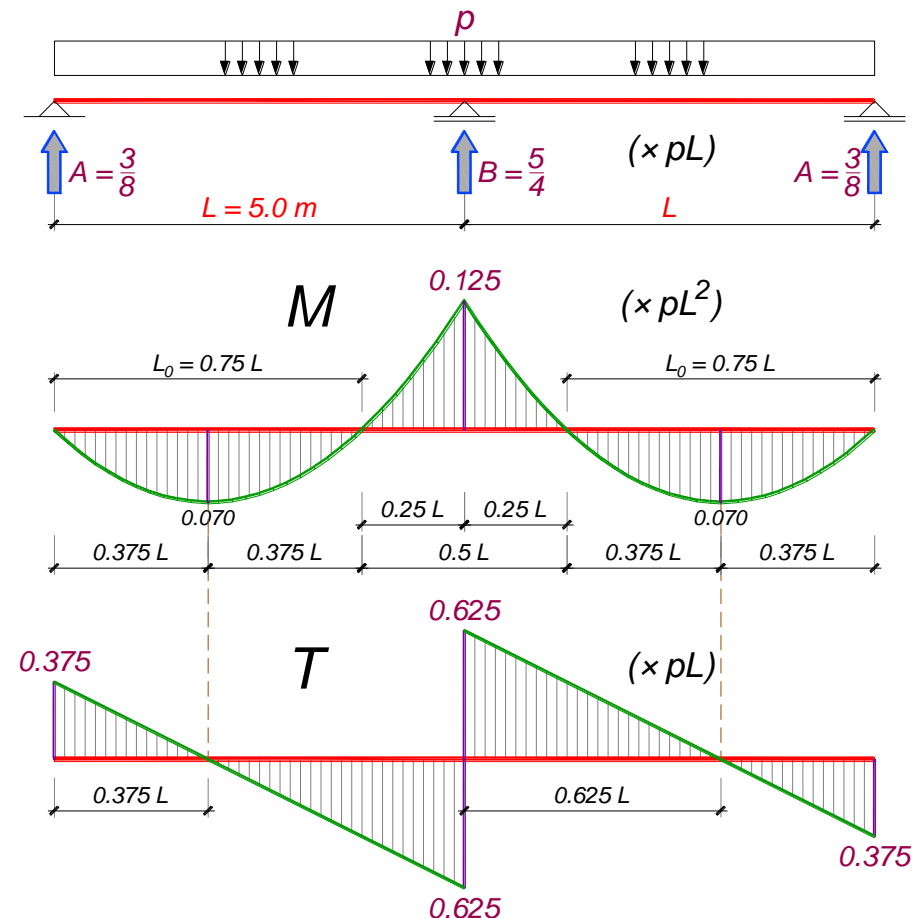
dok je momente savijanja i transverzalne sile dovoljno sračunati samo za granično opterećenje ukoliko se ne vrši kontrola napona, prslina i ugiba (graničnih stanja upotrebljivosti):

$$p_{Ed} = 1.35 \times 6.0 + 1.5 \times 4.0 = 14.1 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed,1} = 14.1 \times 5.0^2 / 8 = 44.1 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,01} = 0.07 \times 14.1 \times 5.0^2 = 24.8 \text{ kNm/m}$$

$$V_{Ed,max} = 0.625 \times 14.1 \times 5.0 = 44.1 \text{ kN/m}$$



2.2 ANALIZA OPTEREĆENJA ZA POS 3

3

Uobičajena visina greda je:

$$h \approx \frac{L}{10} \div \frac{L}{12} = \frac{600}{10} \div \frac{600}{12} = 60 \div 50 \text{ cm} \Rightarrow \text{pretp. } h = 50 \text{ cm}$$

Sa pretpostavljenom širinom grede POS 3 od $b = 40 \text{ cm}$, sledi:

- sopstvena težina POS 3 $0.4 \times 0.5 \times 25 = 5.0 \text{ kN/m}$
- stalno opterećenje od POS 1 $B_g = 37.5 \text{ kN/m}$
- ukupno, stalno opterećenje $g = 42.5 \text{ kN/m}$
- povremeno opterećenje od POS 1: $B_q = q = 25.0 \text{ kN/m}$

2.3 PRELIMINARNO DIMENZIONISANJE POS 3

2.3.1 Dimenzionisanje prema momentu savijanja

$$p_{Ed} = 1.35 \times 42.5 + 1.5 \times 25.0 = 94.88 \text{ kN/m}$$

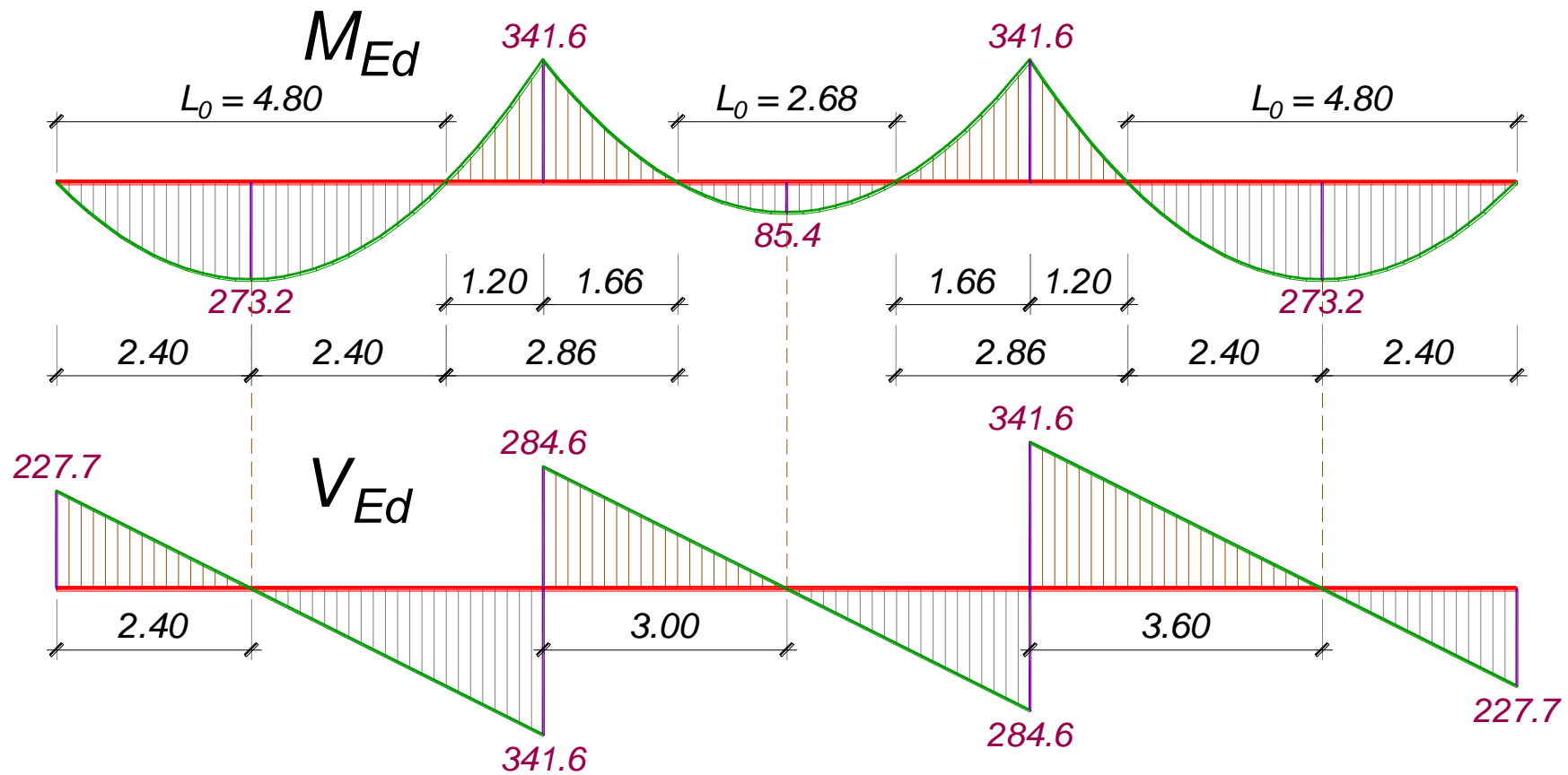
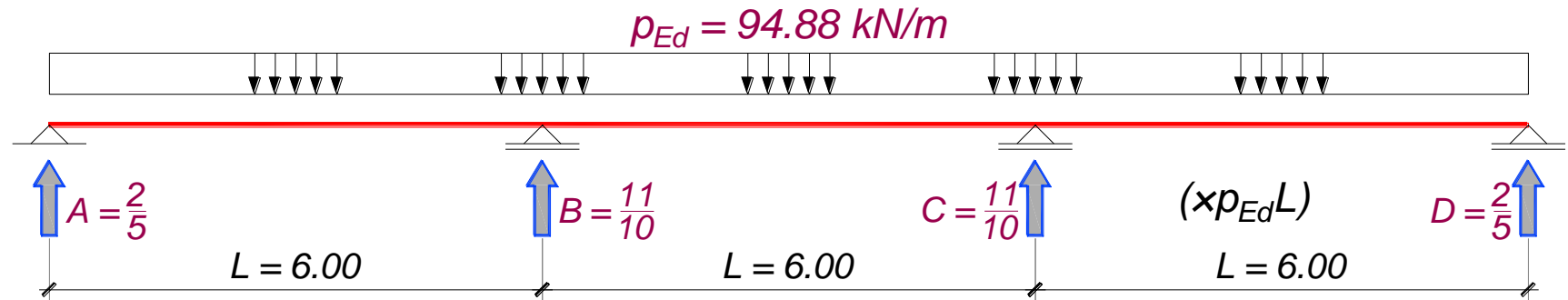
$$M_{Ed,1} = 94.88 \times 6.0^2 / 10 = 341.6 \text{ kNm} \quad - \text{ gornja zona, oslonac}$$

$$\text{pretp. } d_1 = 7 \text{ cm} \Rightarrow b/h/d = 40/50/43 \text{ cm}$$

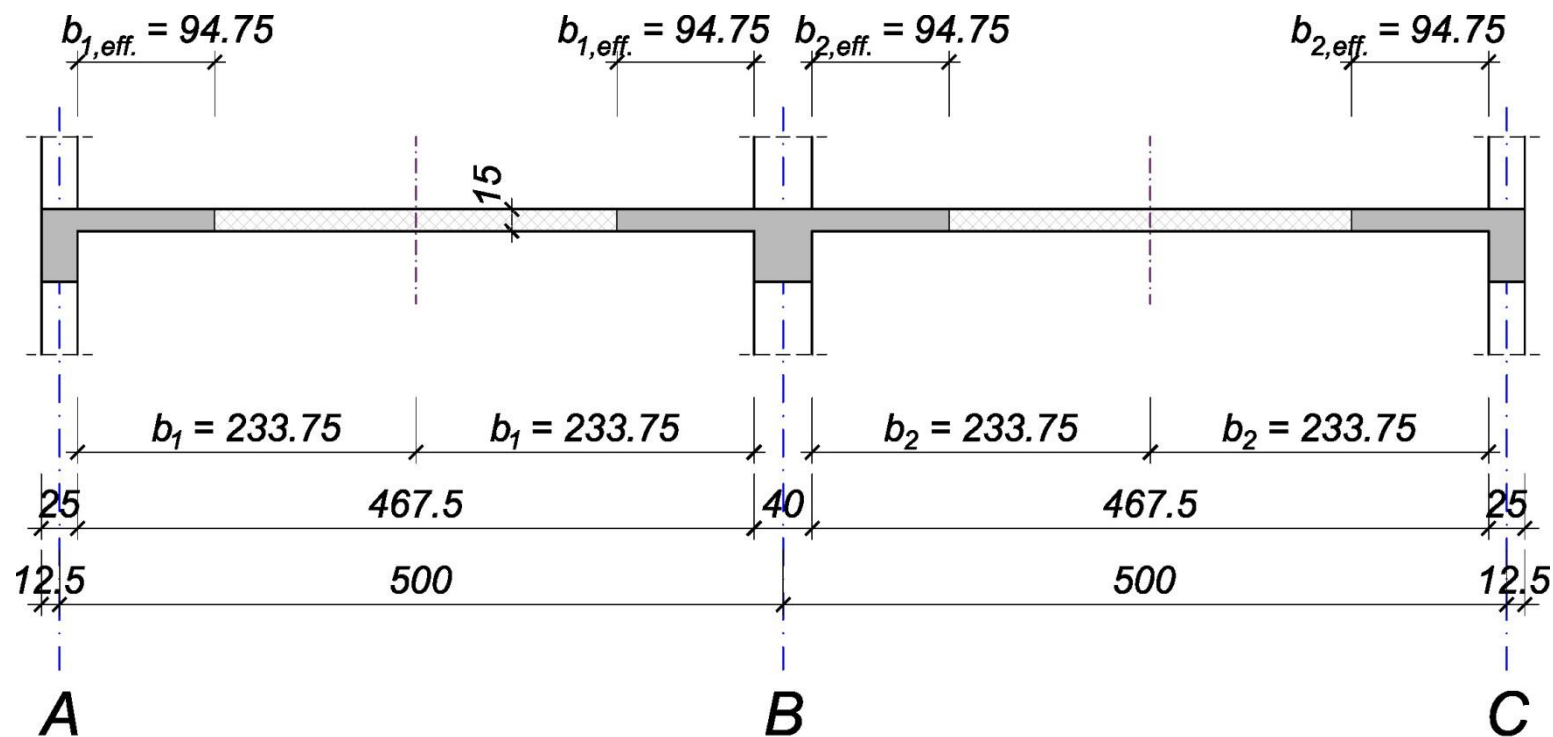
$$k = \frac{43}{\sqrt{\frac{341.6 \times 10^2}{40 \times 1.42}}} = 1.751 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5 / 3.342\% \\ \omega = 41.409\% \end{cases}$$

$$A_s = 41.409 \times \frac{40 \times 43}{100} \times \frac{1.42}{43.5} = 23.21 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{8\emptyset 20} \text{ (25.13 cm}^2\text{)}$$

POS 3 - granično opterećenje ($1.35 \times G + 1.5 \times Q$)



POS 2, POS 3 - Određivanje aktivne širine ploče – krajnja polja 5



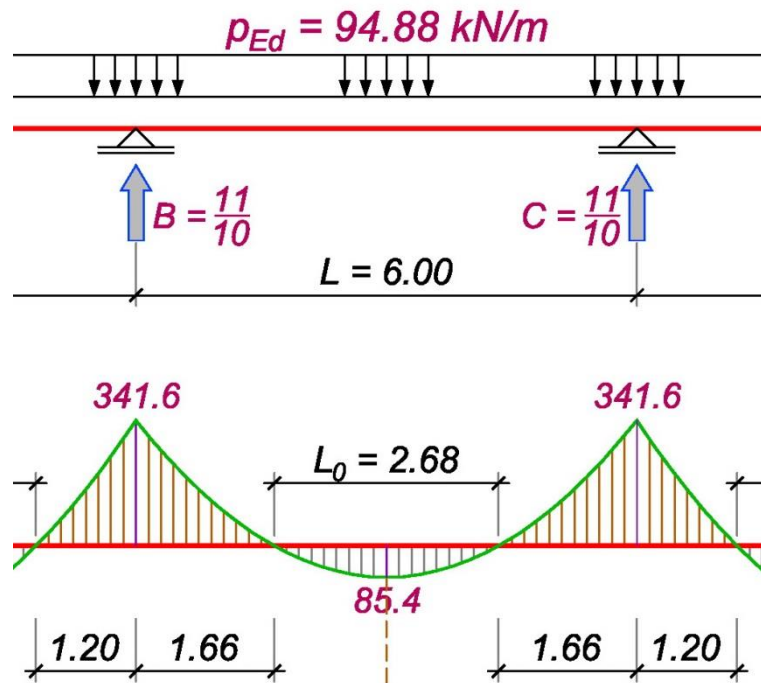
$$b_{1,eff.} = b_{2,eff.} = 0.2b_1 + 0.1L_0 \leq 0.2L_0 \quad L_0 = 0.8 \times 600 = 480 \text{ cm}$$

$$b_{1,eff.} = b_{2,eff.} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.2 \times 233.75 + 0.1 \times 480 = 94.75 \\ 0.2L_0 = 0.2 \times 480 = 96 \end{array} \right\} = 94.75 \text{ cm}$$

$$\text{POS 3: } B_3 = 2 \times 94.75 + 40 = 229.5 \text{ cm}$$

$$\text{POS 2: } B_2 = 94.75 + 25 = 119.75 \text{ cm}$$

POS 2, POS 3 - Određivanje aktivne širine ploče – srednje polje 6



$$\frac{p_{Ed} L_0^2}{8} = M_{Ed} \Rightarrow 94.88 \times \frac{L_0^2}{8} = 85.4$$

$$L_0 = \sqrt{\frac{8 \times 85.4}{94.88}} = 2.68 \text{ m}$$

$$L_0 = \frac{600}{\sqrt{5}} = 268 \text{ cm}$$

$$b_{1,eff.} = b_{2,eff.} = 0.2b_1 + 0.1L_0 \leq 0.2L_0$$

$$b_{1,eff.} = b_{2,eff.} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.2 \times 233.75 + 0.1 \times 268 = 73.6 \\ 0.2L_0 = 0.2 \times 268 = 53.7 \end{array} \right\} = 53.7 \text{ cm}$$

$$\text{POS 3: } B_3 = 2 \times 53.7 + 40 = 147.3 \text{ cm}$$

$$\text{POS 2: } B_2 = 53.7 + 25 = 78.7 \text{ cm}$$

2.6.1.2 Preseci u krajnjim poljima

$$L_0 = 0.8 \times 600 = 480 \text{ cm} \Rightarrow B = 40 + 2 \times 94.75 = 229.5 \text{ cm}$$

Pretpostavlja se da će se neutralna linija naći u ploči:

$$k = \frac{43}{\sqrt{\frac{273.2 \times 10^2}{229.5 \times 1.42}}} = 4.691 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5 / 57.345\text{‰} \\ \xi = 0.058 \Rightarrow x = 0.058 \times 43 = 2.47 \text{ cm} < h_p = 15 \text{ cm} \\ \omega = 4.657\% ; \zeta = 0.976 \end{cases}$$

Pretpostavka o položaju neutralne linije je tačna, pa se potrebna površina armature određuje za pravougaoni presek širine $B = 229.5 \text{ cm}$:

$$A_s = \frac{273.2 \times 10^2}{0.976 \times 43 \times 43.5} = 14.97 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{5\emptyset 20} \text{ (15.71 cm}^2\text{)}$$

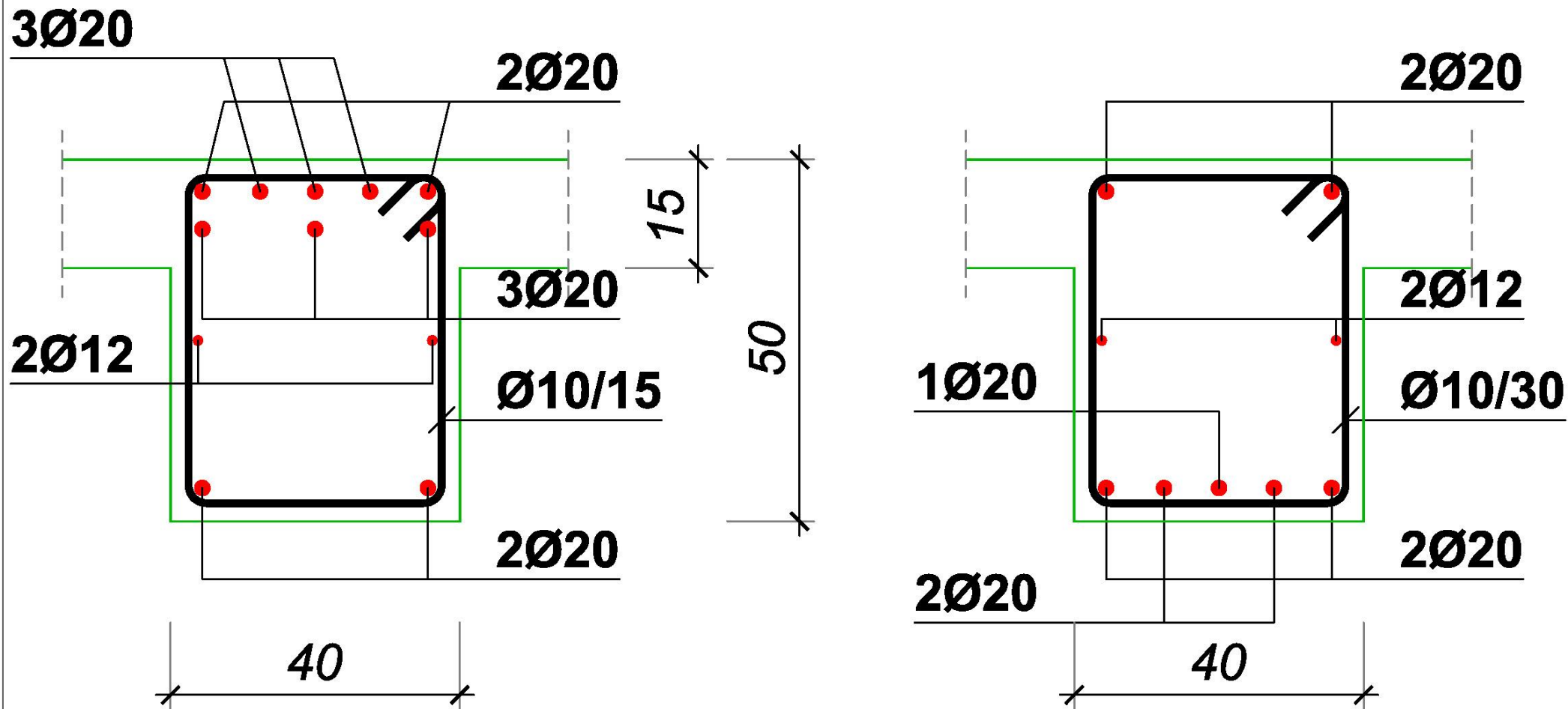
2.6.1.3 Presek u srednjem polju

$$L_0 = \frac{L}{\sqrt{5}} = \frac{600}{\sqrt{5}} = 268 \text{ cm} \Rightarrow B = 40 + 2 \times 53.7 = 147.3 \text{ cm}$$

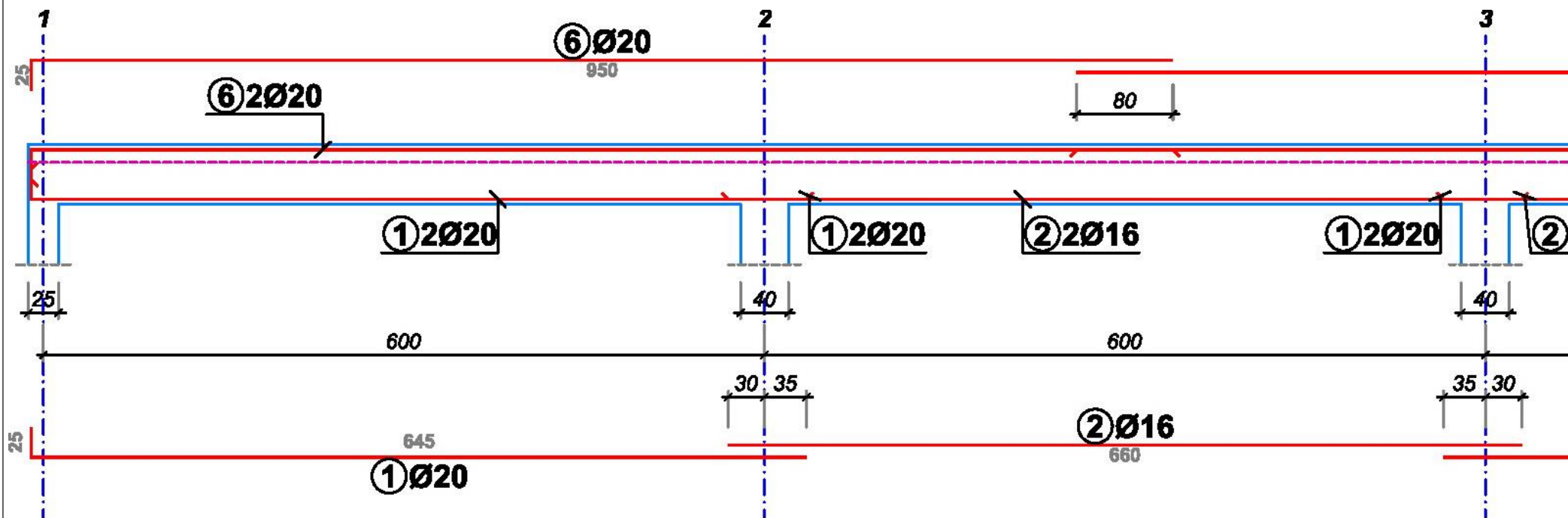
$$k = \frac{45}{\sqrt{\frac{85.4 \times 10^2}{147.3 \times 1.42}}} = 7.036 \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon_c / \varepsilon_s = 3.5 / 135.3\text{‰} \\ \xi = 0.025 \Rightarrow x = 0.025 \times 45 = 1.13 \text{ cm} < h_p = 15 \text{ cm} \\ \omega = 2.042\% ; \zeta = 0.990 \end{cases}$$

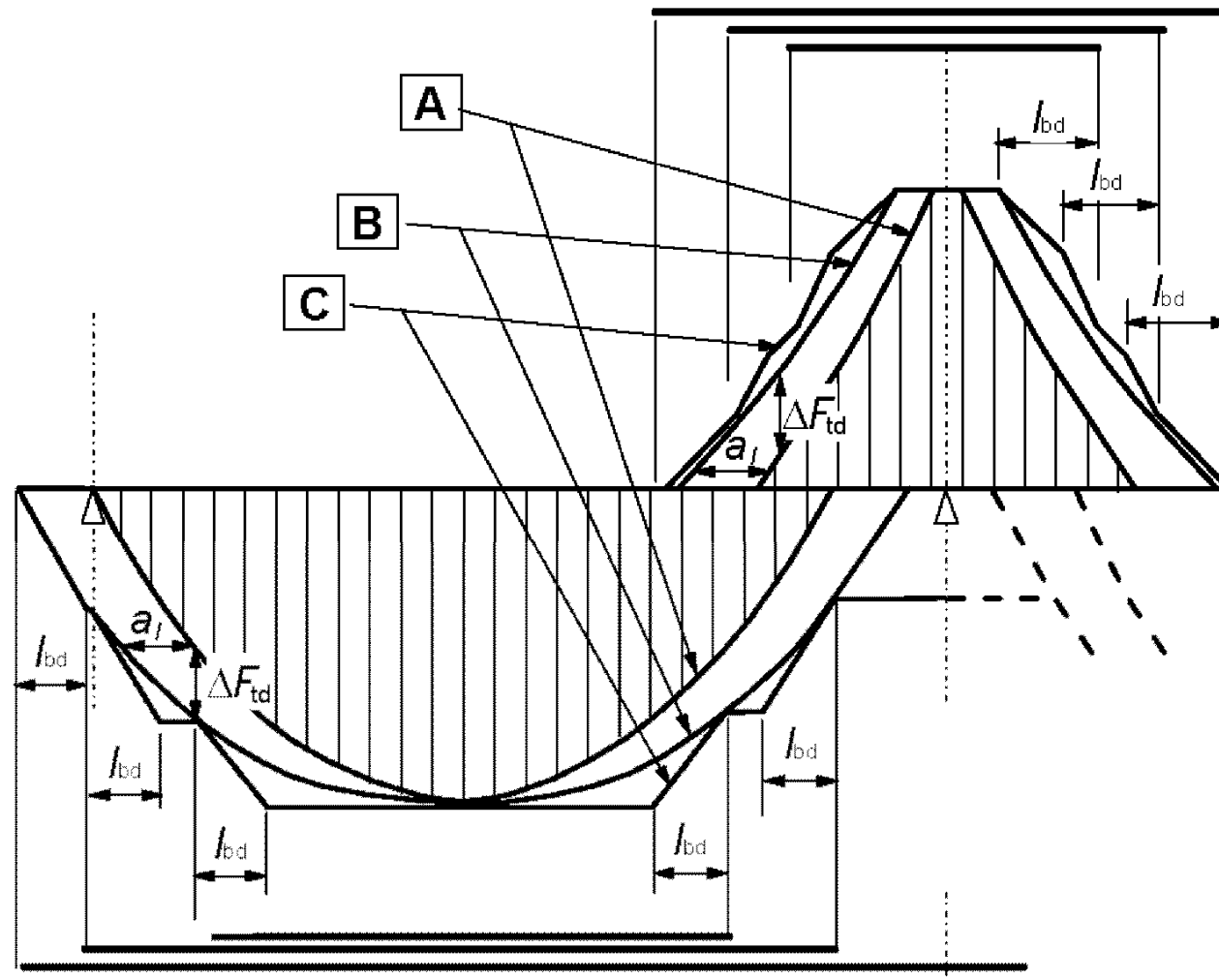
$$A_s = \frac{85.4 \times 10^2}{0.990 \times 45 \times 43.5} = 4.41 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{2\emptyset 16 + 2\emptyset 12} \text{ (6.28 cm}^2\text{)}$$

POS 3 – preseci nad osloncem i u krajnjem polju



Armatura kontinualne grede – ugaone šipke

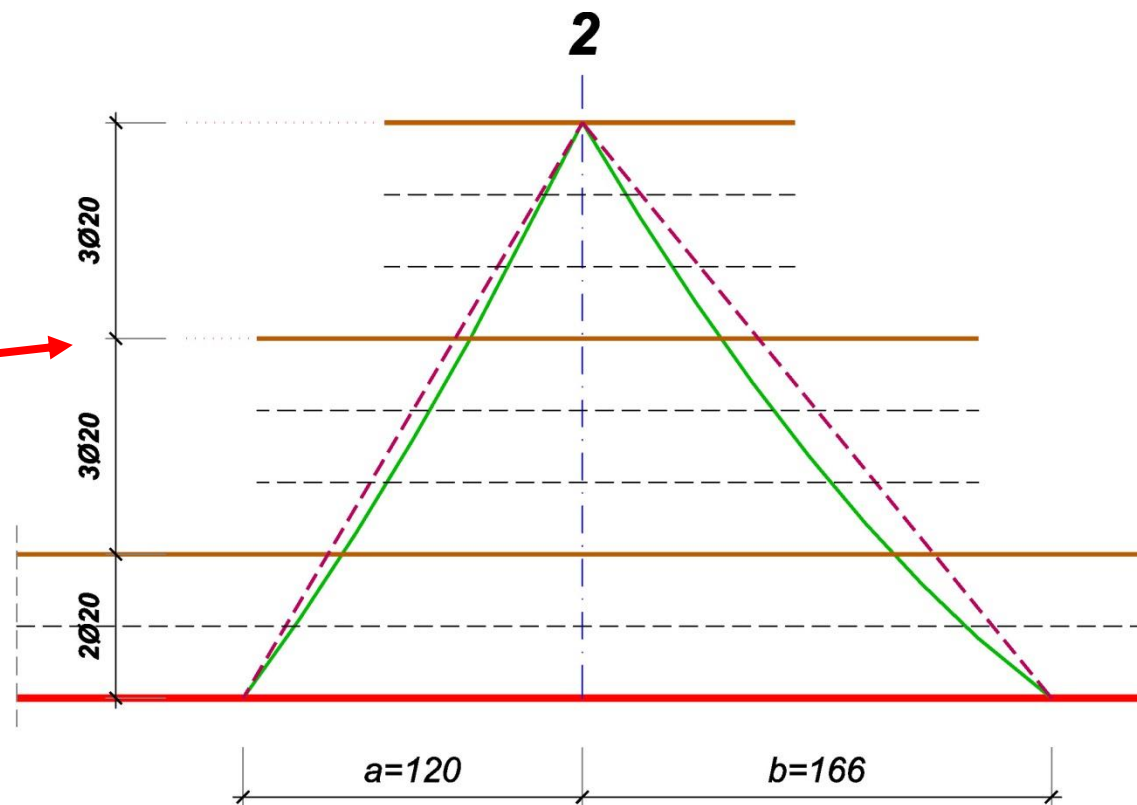
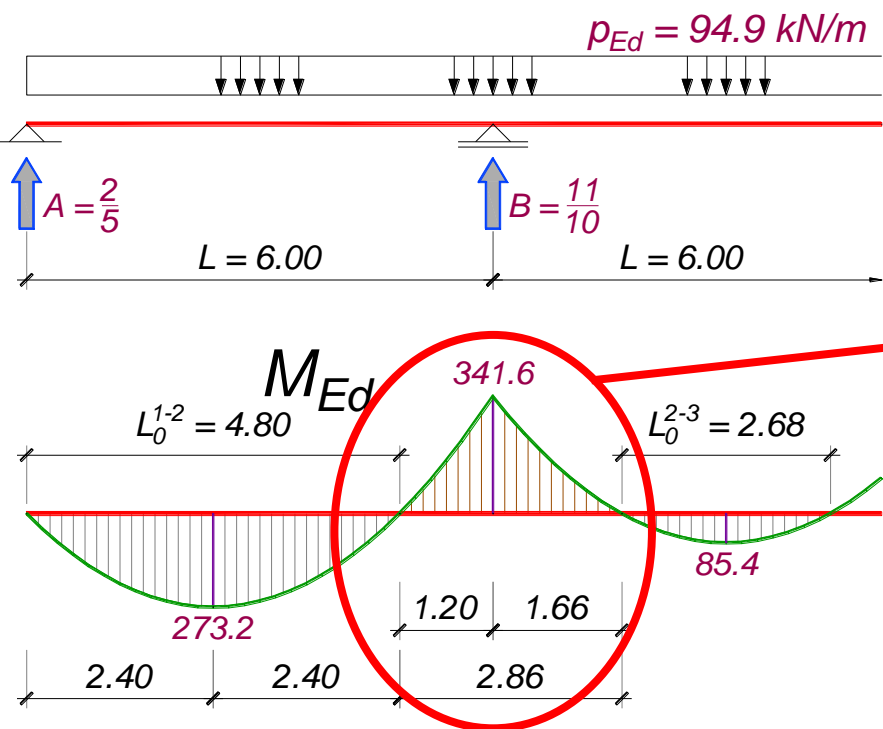




A - анvelopа $M_{Ed}/Z + N_{Ed}$ **B** - сила затезања у пресеку F_s **C** - носивост при затезању F_{Rs}

Слика 9.2 – Приказ прекидања подужне арматуре, узимајући у обзир утицаје косих прелина и носивости арматуре на дужинама сидрења

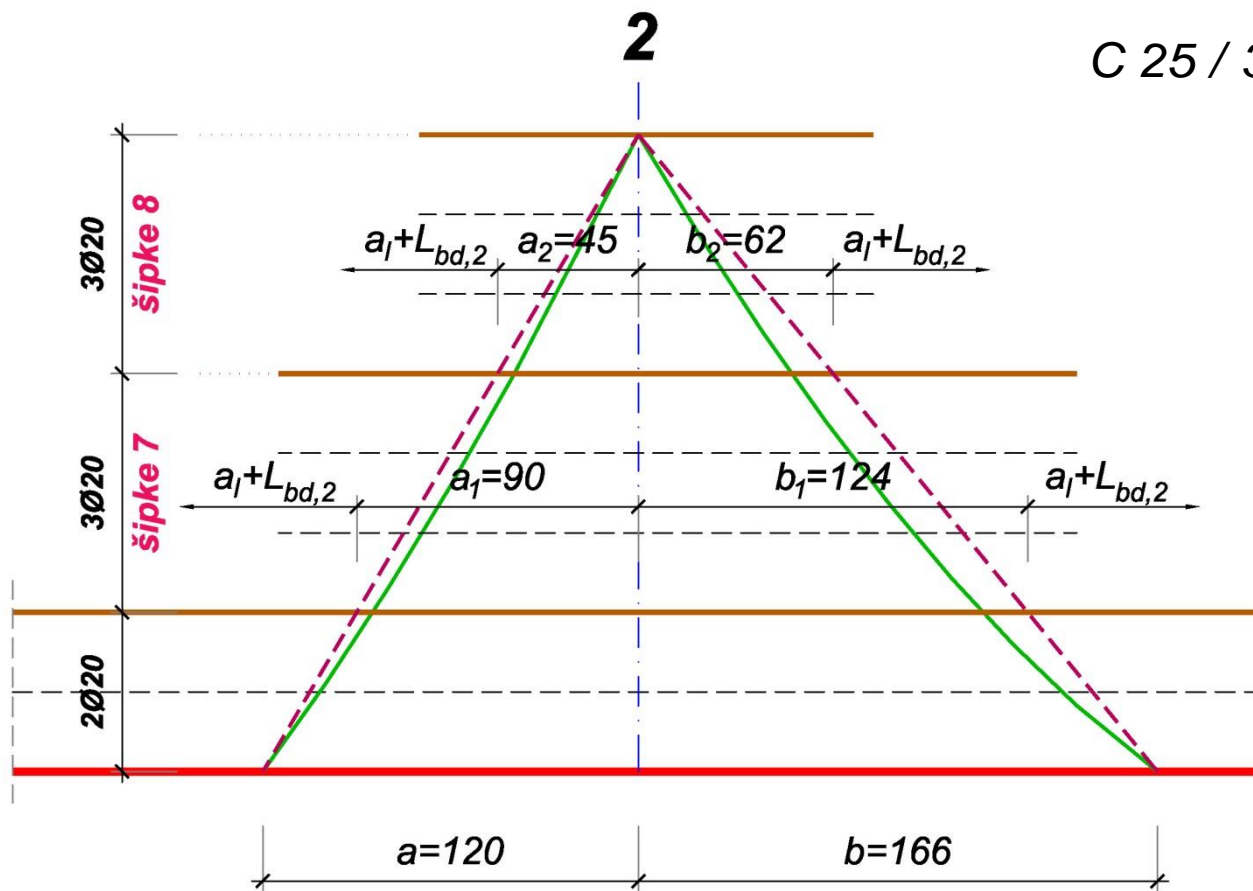
Procena dužine šipki u gornjoj zoni



$$L_0^{1-2} = 0.8 \times L = 0.8 \times 600 = 480 \text{ cm} \Rightarrow a = L - L_0^{1-2} = 600 - 480 = 120 \text{ cm}$$

$$L_0^{2-3} = \frac{L}{\sqrt{5}} = \frac{600}{\sqrt{5}} = 268 \text{ cm} \Rightarrow b = \frac{L - L_0^{2-3}}{2} = \frac{600 - 268}{2} = 166 \text{ cm}$$

Procena dužine šipke u gornjoj zoni



$$a_1 = \frac{z}{2} = \frac{0.9 \times 43}{2} \approx 19 \text{ cm}$$

$$C 25 / 30 \Rightarrow f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times \frac{25}{1.5} = 2.69 \text{ MPa}$$

$$L_{bd,1} = \frac{435}{4 \times 2.69} \varnothing = 40 \times \varnothing$$

$$L_{bd,2} = \frac{L_{bd,1}}{0.7} = 58 \times \varnothing$$

$$a_1 + L_{bd,2} = 19 + 58 \times 2.0 = 135 \text{ cm}$$

$$a_1 = a \times \frac{6\varnothing 20}{8\varnothing 20} = \frac{6}{8} \times 120 = 90 \text{ cm}$$

$$a_2 = a \times \frac{3\varnothing 20}{8\varnothing 20} = \frac{3}{8} \times 120 = 45 \text{ cm}$$

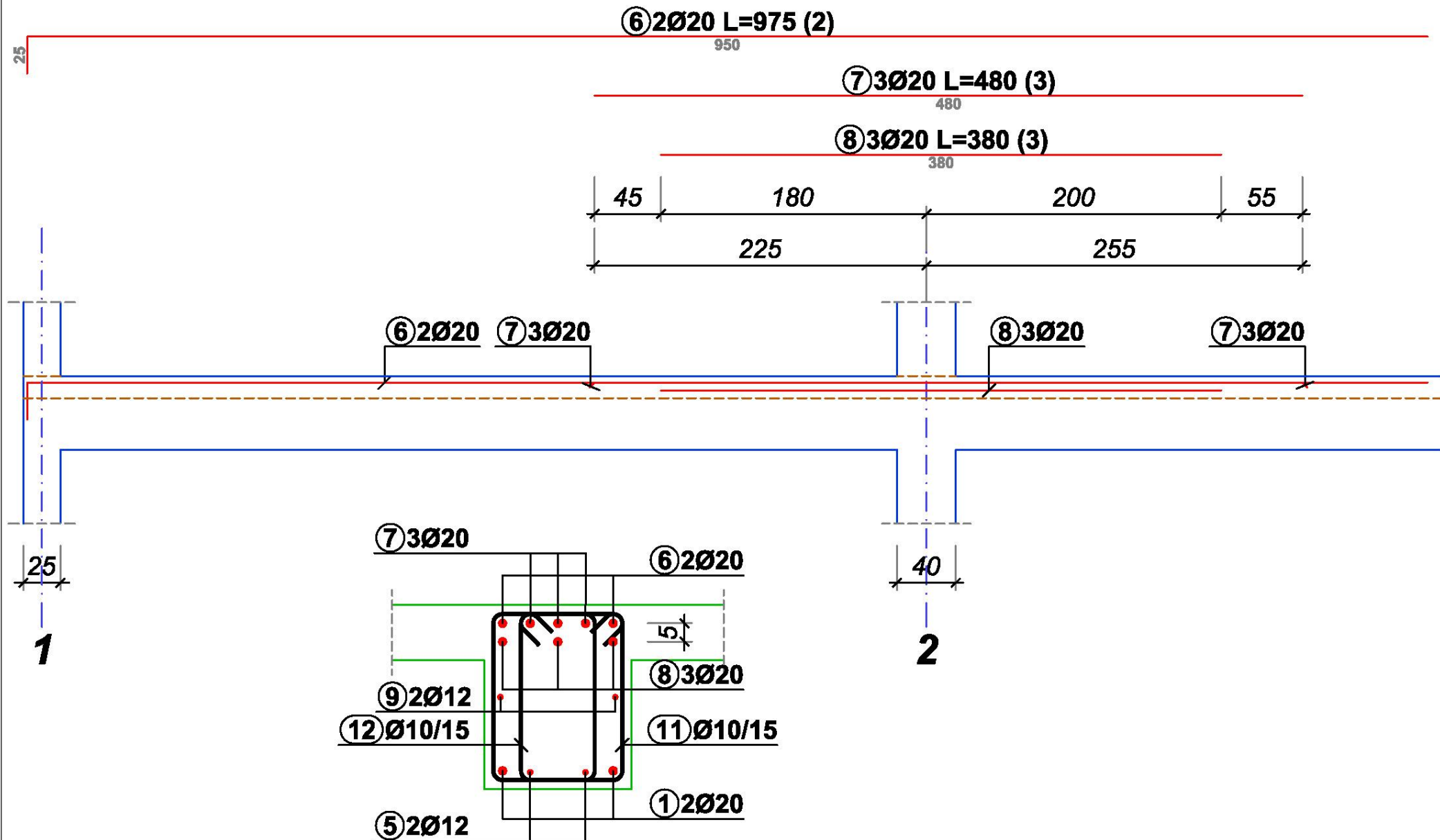
$$b_1 = b \times \frac{6\varnothing 20}{8\varnothing 20} = \frac{6}{8} \times 166 = 124 \text{ cm}$$

$$b_2 = b \times \frac{3\varnothing 20}{8\varnothing 20} = \frac{3}{8} \times 166 = 62 \text{ cm}$$

$$L^{\text{POS } 7} = 135 + 90 + 124 + 135 \approx 480 \text{ cm}$$

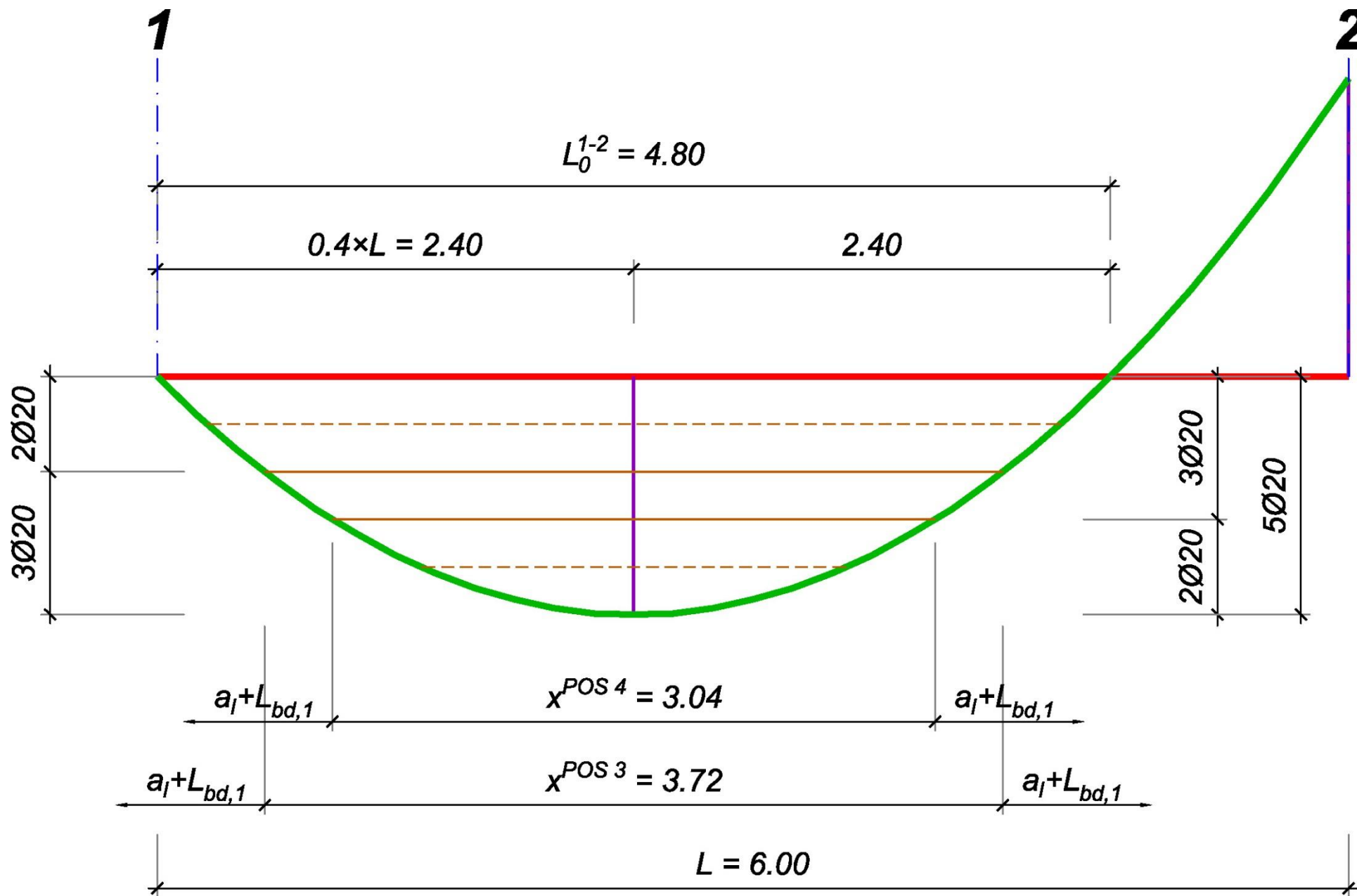
$$L^{\text{POS } 8} = 135 + 45 + 62 + 135 \approx 380 \text{ cm}$$

Procena dužine šipki u gornjoj zoni



Procena dužine šipki u donjoj zoni – krajnja polja

14



Procena dužine šipki u donjoj zoni

$$x^{POS4} = L_0 \times \sqrt{\frac{M_1}{M}} = L_0 \times \sqrt{\frac{2\emptyset 20}{5\emptyset 20}} = 4.80 \times \sqrt{0.4} = 3.04 \text{ m}$$

$$a_l + L_{bd,1} = 19 + 80 \approx 100 \text{ cm}$$

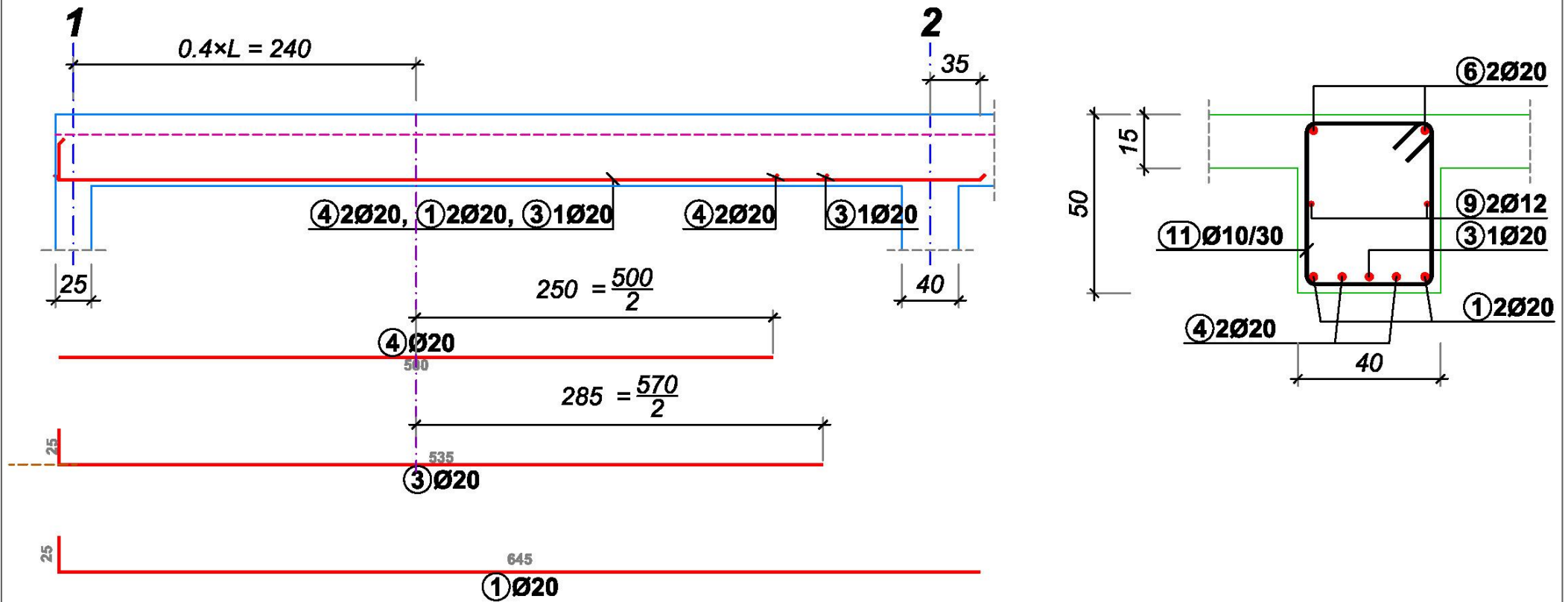
$$L^{POS4} \approx a_l + L_{bd,1} + x^{POS4} + a_l + L_{bd,1} = 100 + 304 + 100 \approx 500 \text{ cm}$$

$$x^{POS3} = L_0 \times \sqrt{\frac{M_2}{M}} = L_0 \times \sqrt{\frac{3\emptyset 20}{5\emptyset 20}} = 4.80 \times \sqrt{0.6} = 3.72 \text{ m}$$

$$L^{POS3} \approx a_l + L_{bd,1} + x^{POS3} + a_l + L_{bd,1} = 100 + 372 + 100 \approx 570 \text{ cm}$$

Šipke su simetrično postavljene u odnosu na mesto maksimalnog momenta u polju ($x = 2.4 \text{ m}$ od ose 1 ka osi 2)

Procena dužine šipki u donjoj zoni – krajnja polja



Kontrola glavnih napona zatezanja

$$d_1 = 7 \text{ cm} \Rightarrow d = 50 - 7 = 43 \text{ cm} ; z \approx 0.9d = 0.9 \times 43 = 38.7 \text{ cm}$$

$$f_{cd} = \frac{0.85 \times 25}{1.5} = 14.2 \text{ MPa} \quad ; \quad v_1 = v = 0.6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \times \left(1 - \frac{25}{250} \right) = 0.54$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} k \sqrt[3]{100 \rho_l f_{ck}} + k_1 \sigma_{cp} \right) b_w d$$

$$A_s = 25.13 \text{ cm}^2 (8\emptyset 20) \Rightarrow \rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{25.13}{40 \times 43} = 1.46\% < 2\% = \rho_{l,max}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12 \quad ; \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \Rightarrow k = 1 + \sqrt{\frac{200}{430}} = 1.682$$

$$v_{min} = 0.035 k^2 \sqrt[3]{f_{ck}} = 0.035 \times 1.682^2 \times \sqrt[3]{25} = 0.382 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} k \sqrt[3]{100 \rho_l f_{ck}} = 0.12 \times 1.682 \times \sqrt[3]{1.46 \times 25} = 0.67 \text{ MPa} > v_{min} = 0.382 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \Rightarrow V_{Rd,c} = \left(v_{Rd,c} + k_1 \sigma_{cp} \right) b_w d = (0.67 + 0) \times 40 \times 43 = 115.2 \text{ kN}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \Rightarrow \alpha_{cw} = 1 ; \theta = 45^\circ \Rightarrow \tan \theta = \cot \theta = 1$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} v_1 f_{cd} b_w z}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1 \times 0.54 \times 14.2 \times 40 \times 38.7}{1 + 1} = 592.1 \text{ kN}$$

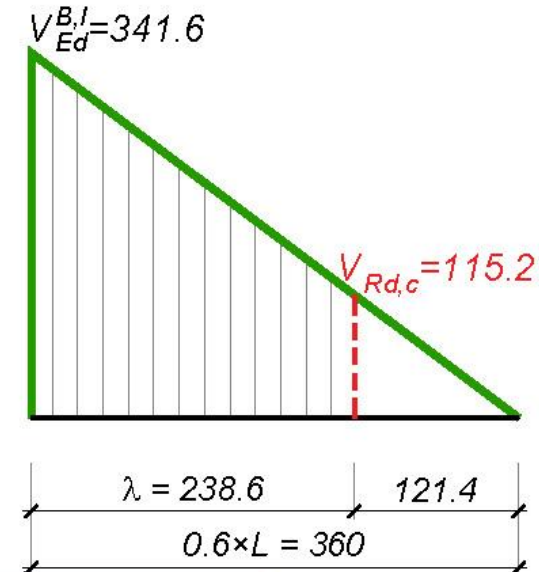
Kontrola glavnih napona zatezanja će, do konačnog usvajanja dimenzija greda i kvaliteta materijala, biti sprovedena samo u preseku sa maksimalnom silom V_{Ed} (presek B^{levo}):

$$p_{Ed} = 1.35 \times 42.5 + 1.5 \times 25 = 94.9 \frac{kN}{m} \Rightarrow V_{Ed}^{B,levo} = 0.6 \times 94.9 \times 6.0 = 341.6 \text{ kN} \begin{cases} > V_{Rd,c} \\ < V_{Rd,max} \end{cases}$$

Kako je V_{Ed} manje od maksimalno dopuštene vrednosti, nije neophodno menjati pretpostavljene dimenzije ili kvalitet materijala. Kako je prekoračena vrednost $V_{Rd,c}$ potrebno je izvršiti osiguranje armaturom na dužini osiguranja λ :

$$\lambda = \left(1 - \frac{V_{Rd,c}}{V_{Ed}}\right) L_{0,V} = \left(1 - \frac{115.2}{341.6}\right) \times 360 = 238.6 \text{ cm}$$

Maksimalno podužno i poprečno rastojanje armature za smicanje, u zavisnosti od veličine V_{Ed} , dato je u tabeli:



Proračunska vrednost sile smicanja		Klasa čvrstoće betona $\leq C50/60$
$V_{Ed} \leq 0.3V_{Rd,max}$	$s_{l,max}$	$0,75d \leq 30 \text{ cm}$
	$s_{t,max}$	$0,75d \leq 60 \text{ cm}$
$0.3V_{Rd,max} \leq V_{Ed} \leq 0.6V_{Rd,max}$	$s_{l,max}$	$0,55d \leq 30 \text{ cm}$
	$s_{t,max}$	$0,75d \leq 60 \text{ cm}$
$V_{Ed} > 0.6V_{Rd,max}$	$s_{l,max}$	$0,3d \leq 20 \text{ cm}$
	$s_{t,max}$	$0,3d \leq 30 \text{ cm}$

Kako je maksimalna vrednost sile V_{Ed} u granicama

$$0.3 < \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{341.6}{592.1} = 0.58 < 0.6$$

na čitavoj dužini osiguranja potrebno je da maksimalno rastojanje uzengija u poprečnom preseku bude:

$$s_{t,max} = 0.75 \times 43 = 32.2 \text{ cm}$$

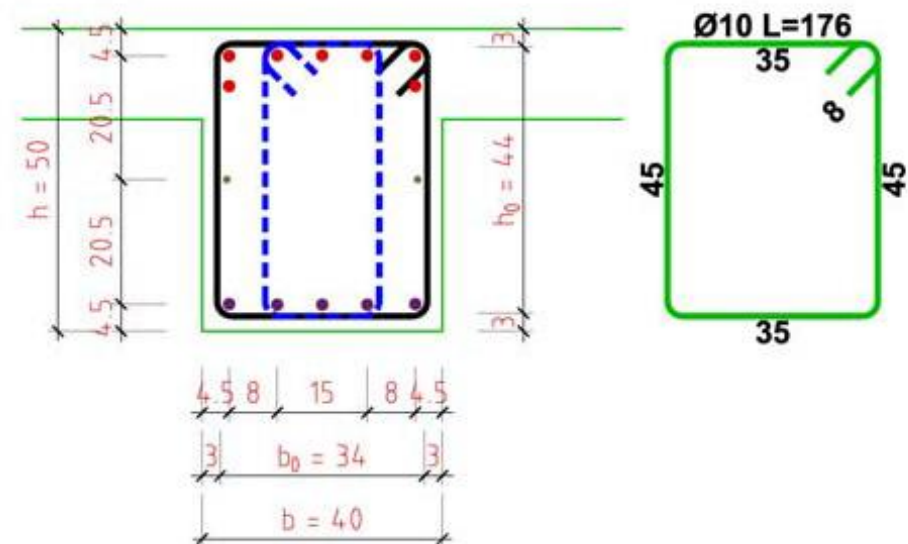
Kako je usvojena debljina zaštitnog sloja $c = 2.5 \text{ cm}$ (XC1), spoljašnja i osovinska širina uzengije su respektivno:

$$b - 2c = 40 - 2 \times 2.5 = 35 \text{ cm} ; \quad b_0 = 35 - 2 \frac{\varnothing_u}{2} = 35 - 2 \times \frac{1.0}{2} = 34 \text{ cm} > s_{t,max} = 32.2 \text{ cm}$$

što znači da samo spoljašnja uzengija u preseku nije dovoljna i da se MORA usvojiti minimalno trosečna uzengija na čitavoj dužini osiguranja.

Potrebna površina armature za smicanje se određuje iz izraza:

$$\frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{s} \geq \frac{V_{Ed}}{z f_{yd} \cot \theta}$$



$$\frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{s} = \frac{341.6}{38.7 \times 43.5 \times \cot 45^\circ} = 0.203 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Usvajajući $m=4$ i uzengiju prečnika 10 mm, sledi:

$$s \leq \frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{0.203} = \frac{4 \times 0.785}{0.203} = 15.5 \text{ cm} \Rightarrow \underline{\text{usvojeno U}\varnothing\text{10/15 (m=4)}}$$

Kako je ovde unutrašnja uzengija usvojena radi zadovoljenja maksimalnog razmaka uzengija u poprečnom pravcu, nema mnogo prostora za uštedu prilagođavanjem razmaka ili prečnika šipki veličini transverzalne sile. Naime, mogle bi se na delu dužine osiguranja postaviti uzengije prečnika 8 mm ili "C" šipke (praktično, trosečne uzengije), ali takva racionalizacija na ovako maloj dužini ne bi bila opravdana.

Dodatnu zategnutu armaturu u razmatranom preseku B^{levo} (kao ni u susednom, B^{desno}) nije potrebno sračunati i dodati armaturi sračunatoj iz oslonačkog momenta savijanja, jer se ovde radi o "špicu momenta". Podužna armatura za prihvatanje transverzalnih sila se usvaja posredno, obezbeđivanjem dodatne dužine

$$a_l = \frac{z}{2} (\cot \theta - \cot \alpha) = \frac{z}{2} \approx 0.45d = 19.35 \approx 20 \text{ cm}$$

u odnosu na dužinu šipki neophodnu za prihvatanje momenta M_{Ed} . O ovome voditi računa naročito u situaciji kada se, radi smanjenja količine uzengija, odabere ugao θ manji od 45° .

2.6.2.2 Presek B_{desno} – od srednjeg oslonca ka srednjem polju

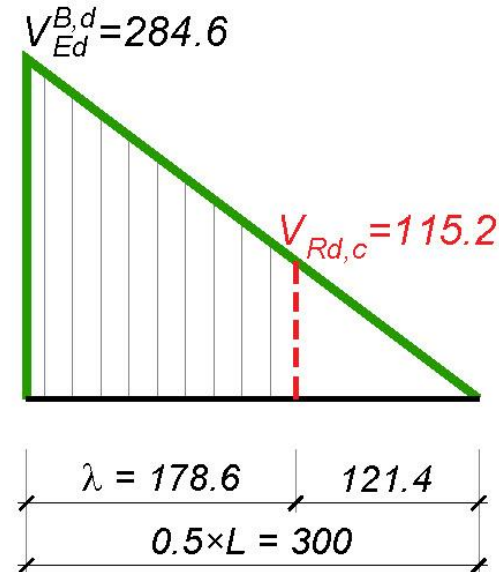
$$V_{Ed}^{B,desno} = 0.5 \times 94.9 \times 6.0 = 284.6 \text{ kN} \begin{cases} > V_{Rd,c} \\ < V_{Rd,max} \end{cases}$$

$$\lambda = \left(1 - \frac{115.2}{284.6}\right) \times 300 = 178.6 \text{ cm}$$

$$\frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{s} = \frac{284.6}{38.7 \times 43.5 \times \cot 45^\circ} = 0.169 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Usvajajući $m=4$ i uzengiju prečnika 10 mm, sledi:

$$s \leq \frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{0.169} = \frac{4 \times 0.785}{0.169} = 18.6 \text{ cm}$$



U tački 2.3.2. je pokazano da je na čitavoj dužini osiguranja potrebno postaviti barem trosečne uzengije radi zadovoljenja maksimalnog poprečnog rastojanja uzengija $s_{t,max}$, nezavisno od prečnika usvojene armature. Usvajajući trosečnu uzengiju $\emptyset 10$ sledi:

$$s \leq \frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{0.169} = \frac{3 \times 0.785}{0.169} = 13.9 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno: } \mathbf{U\emptyset 10/12.5} \text{ (} m=3 \text{)}$$

Kao varijantno rešenje, ovde će biti usvojene spoljašnje uzengije $U\emptyset 10/15$ (kao na delu B^{levo}), dok će prečnik unutrašnje uzengije biti sračunat iz potrebne površine armature. Jasno je da, iz praktičnih razloga, unutrašnja uzengija treba da bude postavljena na rastojanju od 15 cm (kao i spoljna) ili eventualno dvostruko većem rastojanju.

$$0.169 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = \frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{s} = \frac{2 \times 0.785}{15} + \frac{2 \times a_{sw}^{(2)}}{s_2} \Rightarrow a_{sw}^{(2)} = \frac{0.169 \times 15}{2} - 0.785 = 0.483 \text{ cm}^2$$

usvojeno $U\emptyset 8$ ($a_{sw} = 0.503 \text{ cm}^2$) \Rightarrow usvojeno $\mathbf{U\emptyset 10/15 + U\emptyset 8/15}$

2.6.2.3 Presek A – kod krajnjeg oslonca

U ovom slučaju za proračun sile V_{Rdc} treba uzeti minimalnu armaturu usidrenu preko slobodnog oslonca (minimalno trećinu armature iz polja), odnosno $2\emptyset 20$:

$$A_s = 6.28 \text{ cm}^2 (2\emptyset 20) \Rightarrow \rho_l = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{6.28}{40 \times 43} = 0.365\% < 2\% = \rho_{l,max}$$

$$C_{Rd,c} k \sqrt[3]{100 \rho_l f_{ck}} = 0.12 \times 1.682 \times \sqrt[3]{0.365 \times 25} = 0.42 \text{ MPa} > v_{min} = 0.382 \text{ MPa}$$

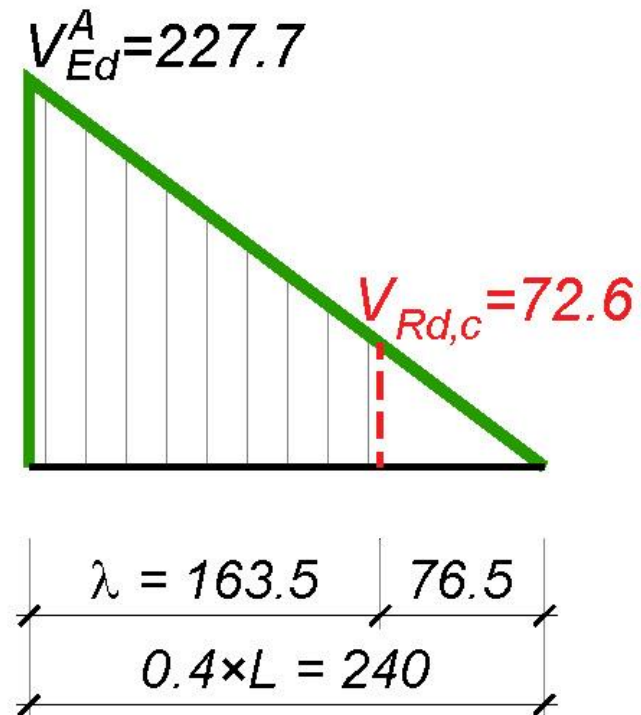
$$\sigma_{cp} = 0 \Rightarrow V_{Rd,c} = (v_{Rd,c} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0.042 + 0) \times 40 \times 43 = 72.6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed}^A = 0.4 \times 94.9 \times 6.0 = 227.7 \text{ kN} \begin{cases} > V_{Rd,c} \\ < V_{Rd,max} \end{cases}$$

$$\lambda = \left(1 - \frac{72.6}{227.7}\right) \times 240 = 163.5 \text{ cm}$$

$$\frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{s} = \frac{227.7}{38.7 \times 43.5 \times \cot 45^\circ} = 0.135 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Ponovo je potrebno usvojiti barem trosečne uzengije radi zadovoljenja rastojanja $s_{t,max}$. Usvajajući $m=3$ i uzengiju prečnika 10 mm, sledi:



$$s \leq \frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{0.135} = \frac{3 \times 0.785}{0.135} = 17.4 \text{ cm}$$

Ukoliko bi i na ovom delu postavili dvosečne uzengije UØ10/15, nedostajuće uzengije bi sračunali na isti način kao u preseku B^{desno}:

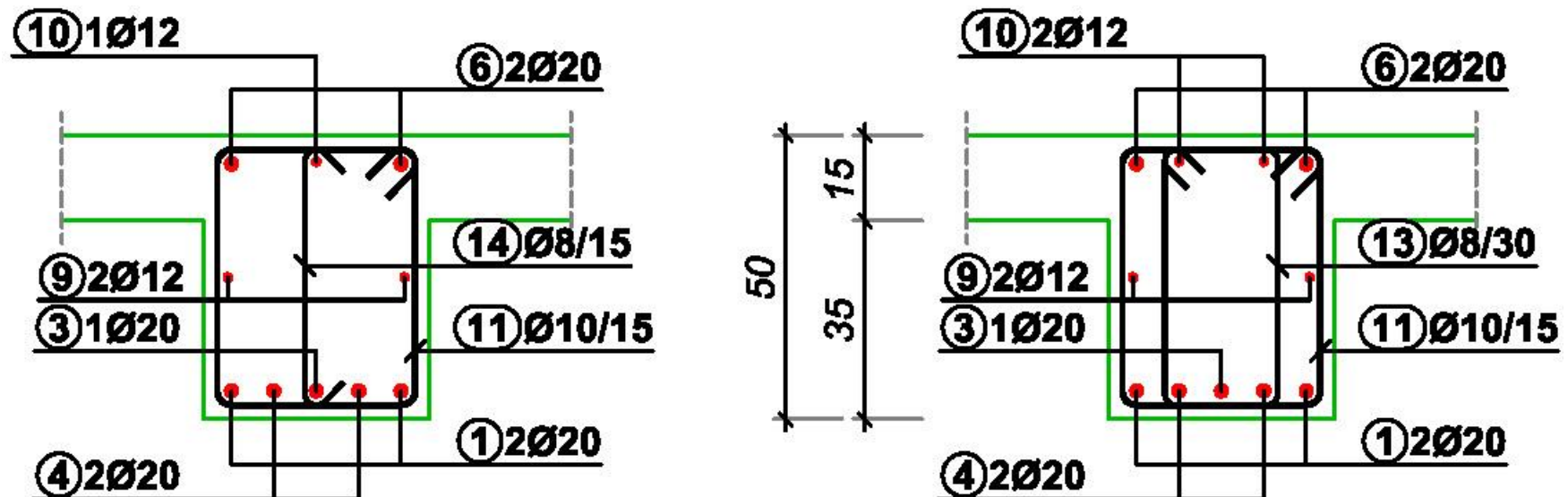
$$0.135 \frac{\text{cm}^2}{m} = \frac{m \times a_{sw}^{(1)}}{s} = \frac{2 \times 0.785}{15} + \frac{2 \times a_{sw}^{(2)}}{s_2} \Rightarrow a_{sw}^{(2)} = \frac{0.135 \times 15}{2} - 0.785 = 0.23 \text{ cm}^2$$

Ukoliko bi usvojili $s_2 = 30 \text{ cm}$, potrebna površina preseka unutrašnje uzengije je:

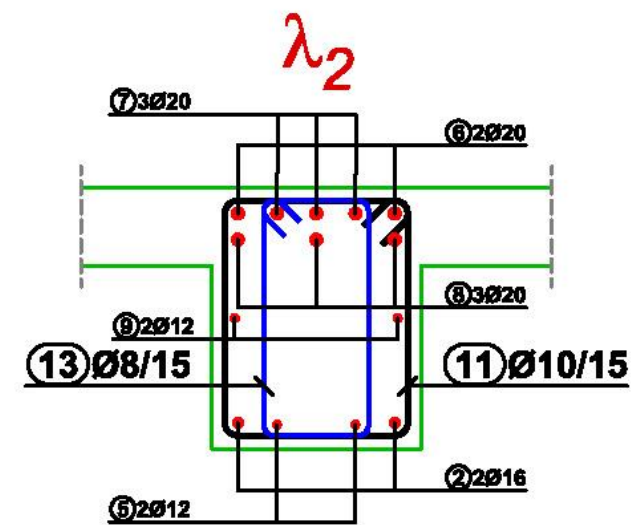
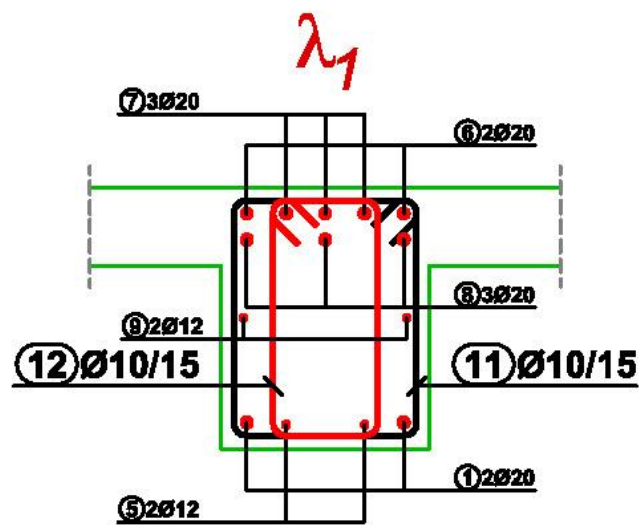
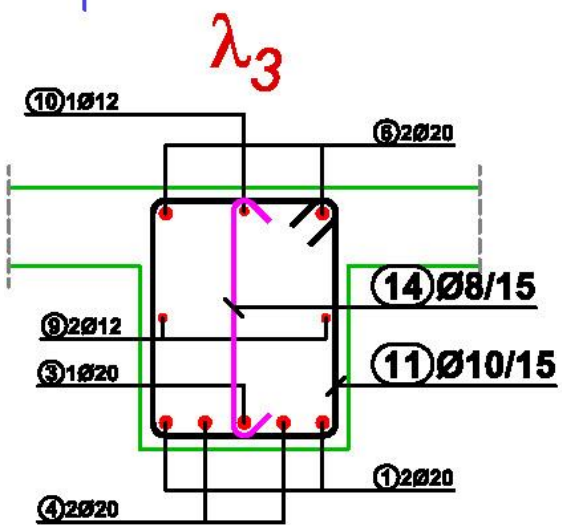
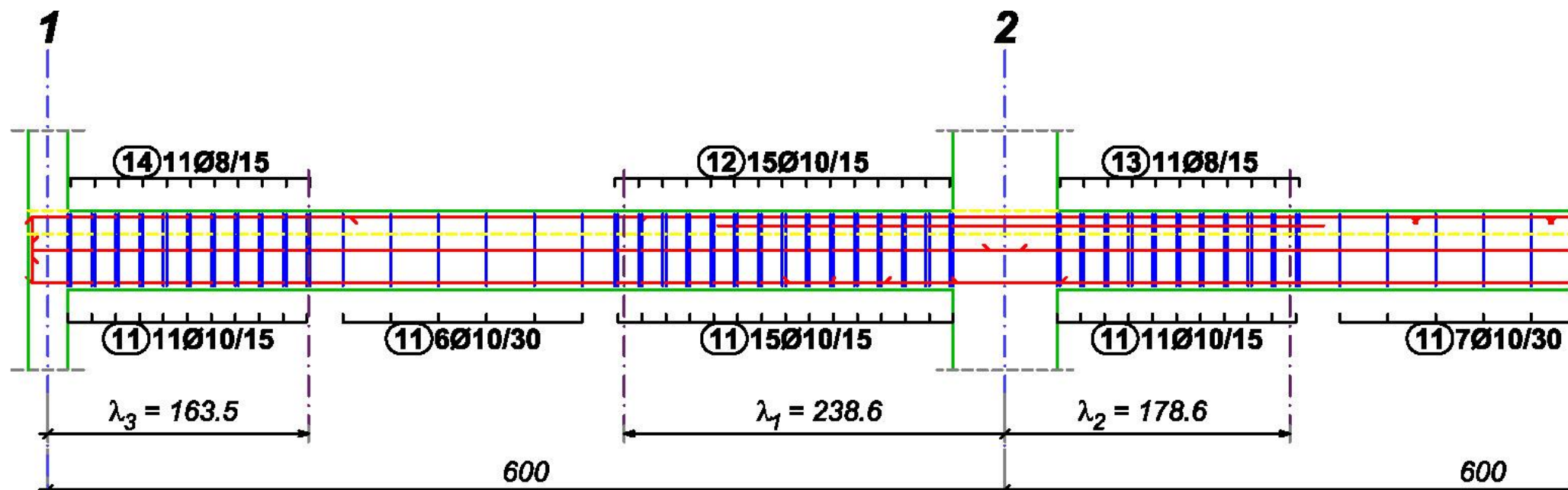
$$a_{sw}^{(2)} = 2 \times 0.23 = 0.46 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \text{usvojeno } \mathbf{UØ10/15 + UØ8/30}$$

Za sečnost unutrašnje šipke $m=1$ ("C" šipka) potrebna površina preseka je

$$a_{sw}^{(2)} = 2 \times 0.23 = 0.46 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \text{usvojeno } \mathbf{UØ10/15 + Ø8/15}$$

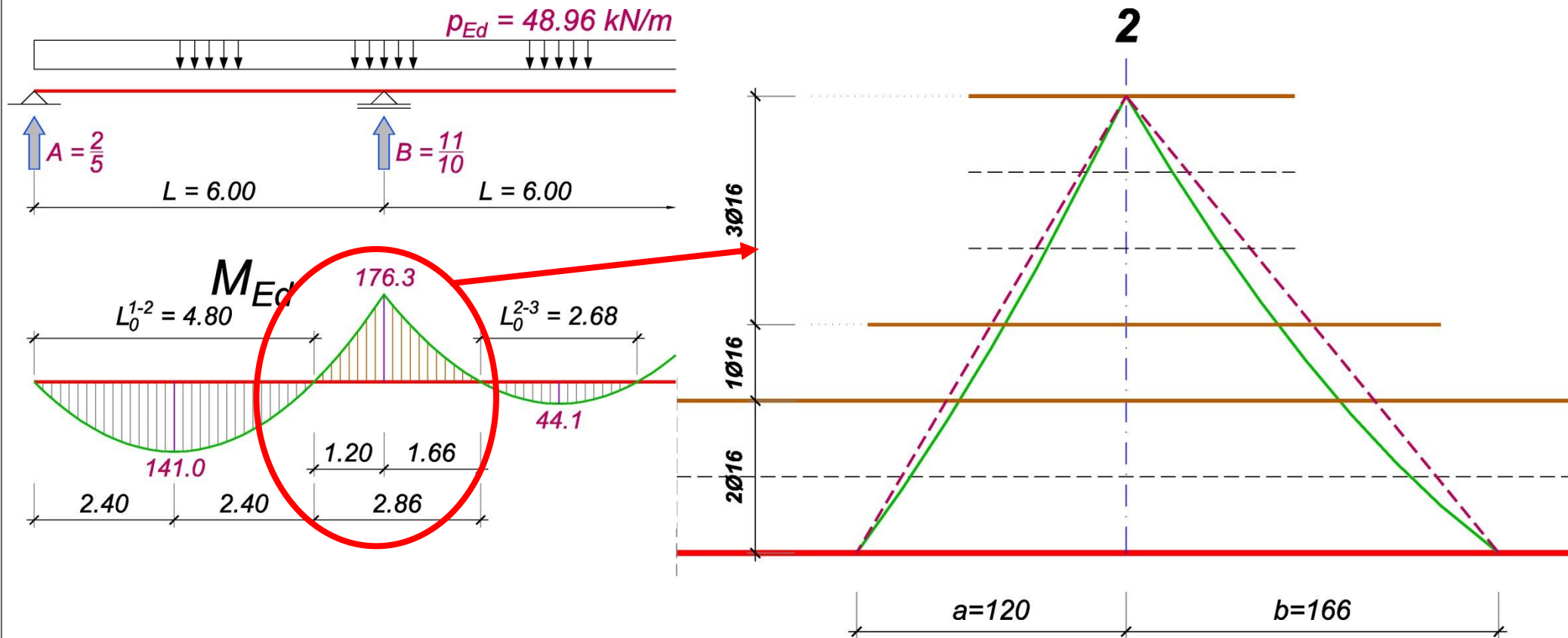


POS 3 – raspoređivanje uzengija



POS 2 - Procena dužine šipki u gornjoj zoni

25

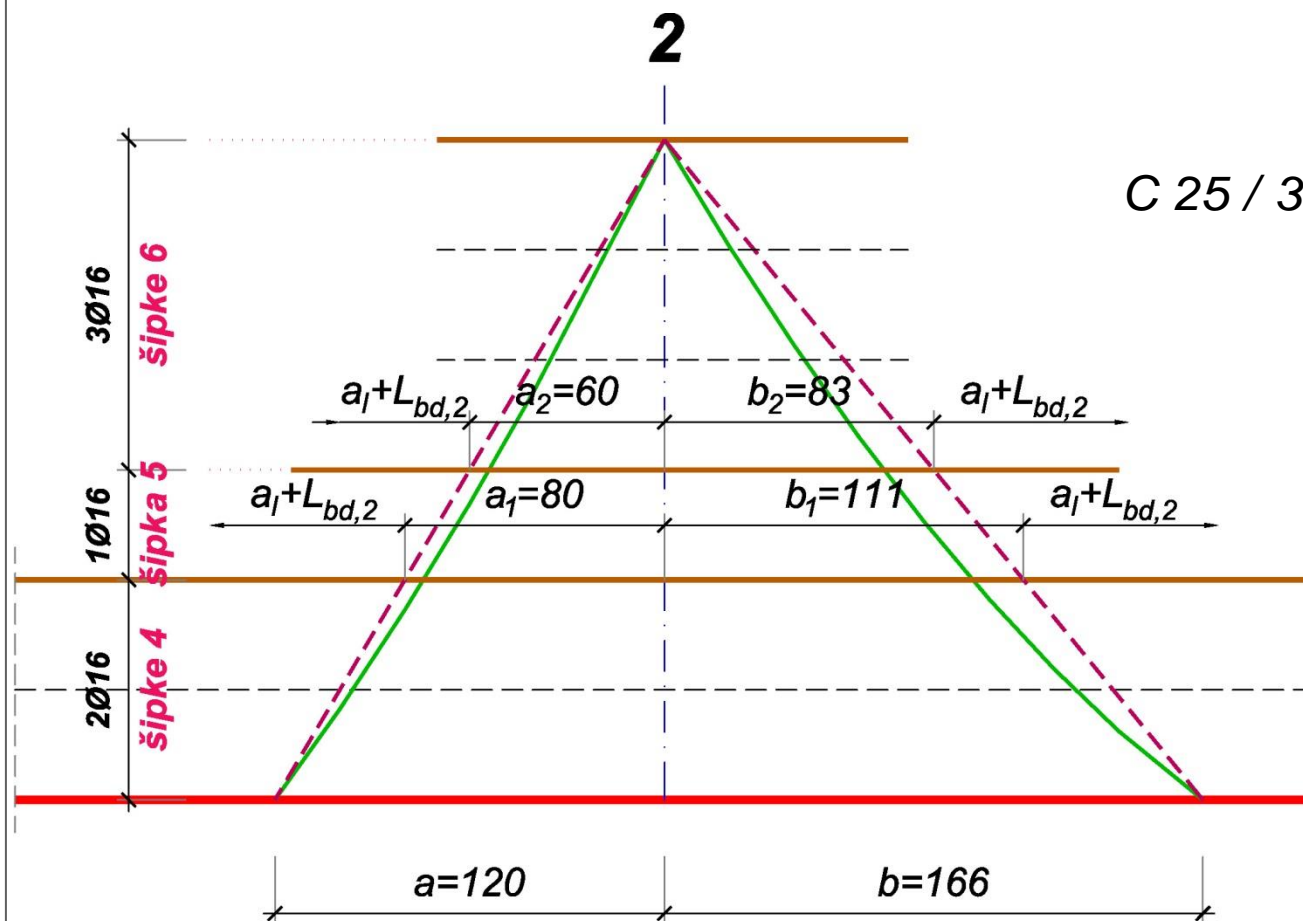


$$L_0^{1-2} = 0.8 \times L = 0.8 \times 600 = 480 \text{ cm} \Rightarrow a = L - L_0^{1-2} = 600 - 480 = 120 \text{ cm}$$

$$L_0^{2-3} = \frac{L}{\sqrt{5}} = \frac{600}{\sqrt{5}} = 268 \text{ cm} \Rightarrow b = \frac{L - L_0^{2-3}}{2} = \frac{600 - 268}{2} = 166 \text{ cm}$$

POS 2 - Procena dužine šipke u gornjoj zoni

26



$$a_l = \frac{z}{2} = \frac{0.9 \times 43}{2} \approx 19 \text{ cm}$$

$$C 25 / 30 \Rightarrow f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times \frac{25}{1.5} = 2.69 \text{ MPa}$$

$$L_{bd,1} = \frac{435}{4 \times 2.69} \varnothing = 40 \times \varnothing$$

$$L_{bd,2} = \frac{L_{bd,1}}{0.7} = 58 \times \varnothing$$

$$a_l + L_{bd,2} = 19 + 58 \times 1.6 \approx 110 \text{ cm}$$

$$a_1 = a \times \frac{4\varnothing 16}{6\varnothing 16} = \frac{4}{6} \times 120 = 80 \text{ cm}$$

$$a_2 = a \times \frac{3\varnothing 16}{6\varnothing 16} = \frac{3}{6} \times 120 = 60 \text{ cm}$$

$$b_1 = b \times \frac{4\varnothing 16}{6\varnothing 16} = \frac{4}{6} \times 166 = 111 \text{ cm}$$

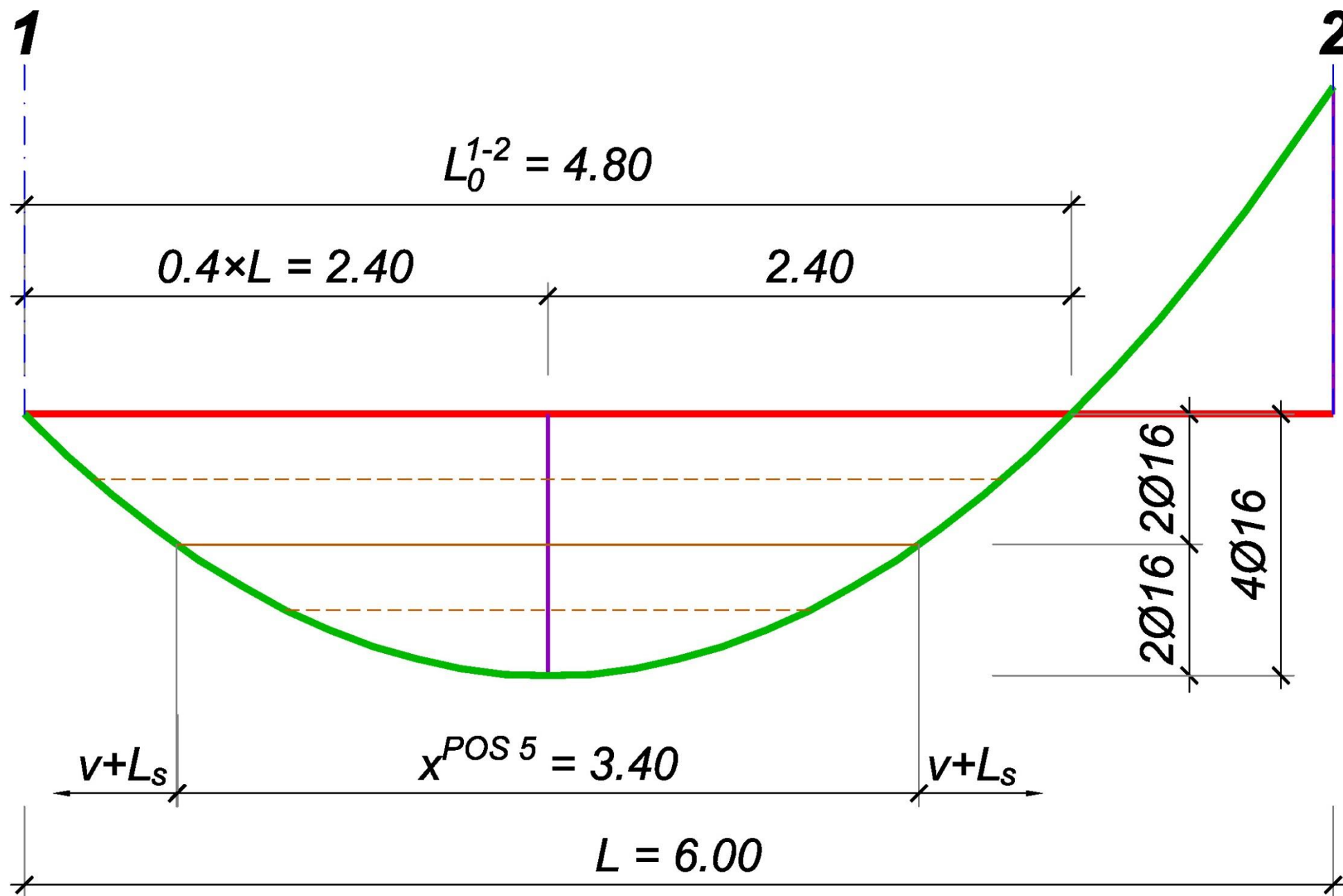
$$b_2 = b \times \frac{3\varnothing 16}{6\varnothing 16} = \frac{3}{6} \times 166 = 83 \text{ cm}$$

$$L^{\text{POS } 5} = 110 + 80 + 111 + 110 \approx 410 \text{ cm}$$

$$L^{\text{POS } 6} = 110 + 60 + 83 + 110 \approx 360 \text{ cm}$$

POS 2 - Procena dužine šipki u donjoj zoni – krajnja polja

27



POS 2 - Procena dužine šipki u donjoj zoni – krajnja polja

28

$$x^{POS4} = L_0 \times \sqrt{\frac{M_1}{M}} = L_0 \times \sqrt{\frac{2\emptyset 16}{4\emptyset 16}} = 4.80 \times \sqrt{0.5} = 3.39 \text{ m}$$

$$L_{bd,1} = \frac{435}{4 \times 2.69} \emptyset = 40 \times \emptyset \Rightarrow a_l + L_{bd,1} = 19 + 64 = 83 \text{ cm}$$

$$L^{POS4} \approx a_l + L_{bd,1} + x^{POS4} + a_l + L_{bd,1} = 83 + 339 + 83 = 505 \text{ cm}$$

Šipke su simetrično postavljene u odnosu na mesto maksimalnog momenta u polju ($x = 2.4 \text{ m}$ od ose 1 ka osi 2)