

BETONSKE KONSTRUKCIJE

Vežba br.8

Jelena Dragaš dipl. građ. inž.

Kabinet br. 3

Miodrag Stojanović dipl. građ. inž.

Kabinet br. 3

Konsultacije:

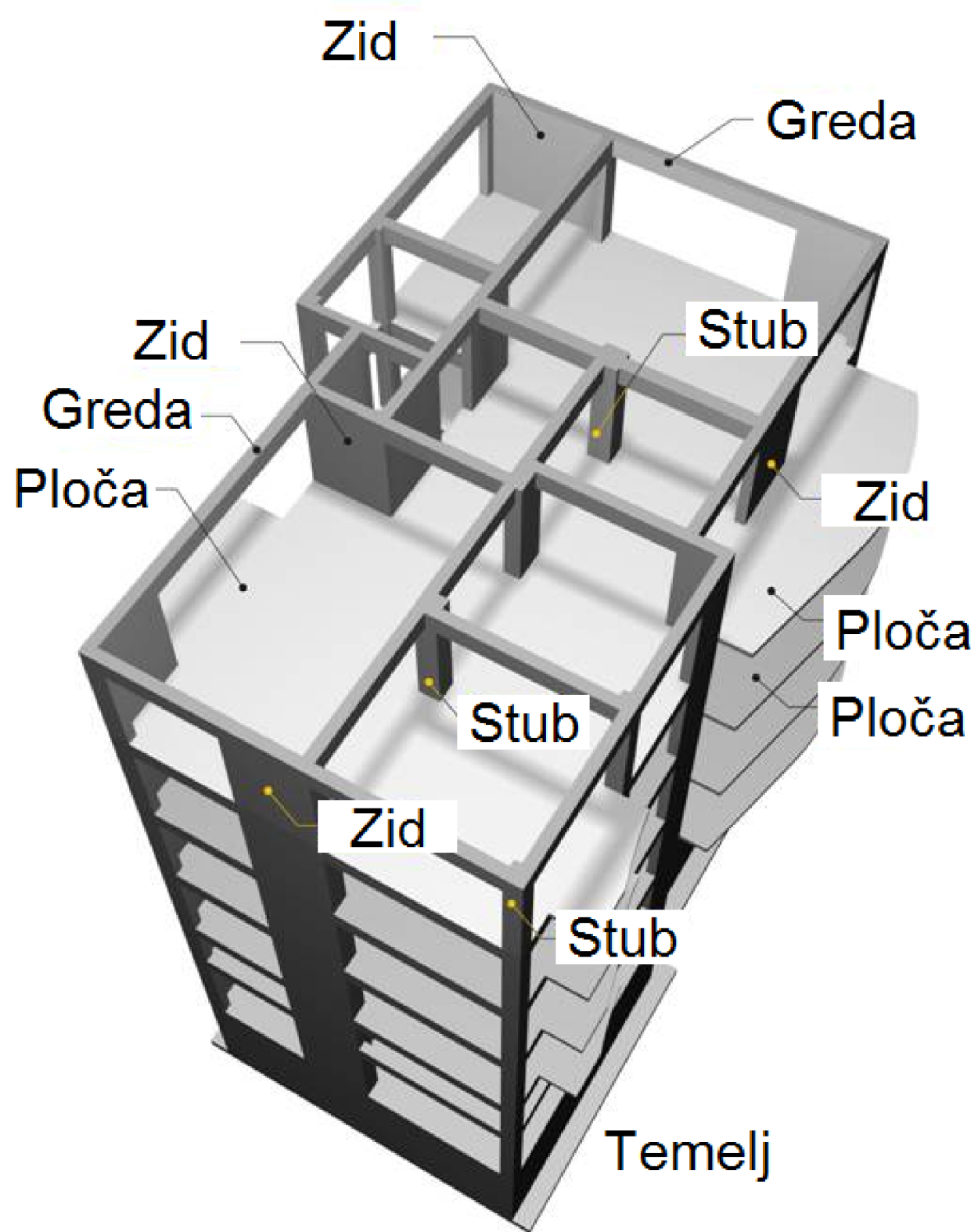
Kabinet br. 3 – Pon. 14-16h, Uto. 14-16h, Čet. 15-16h
jelenad@imk.grf.bg.ac.rs

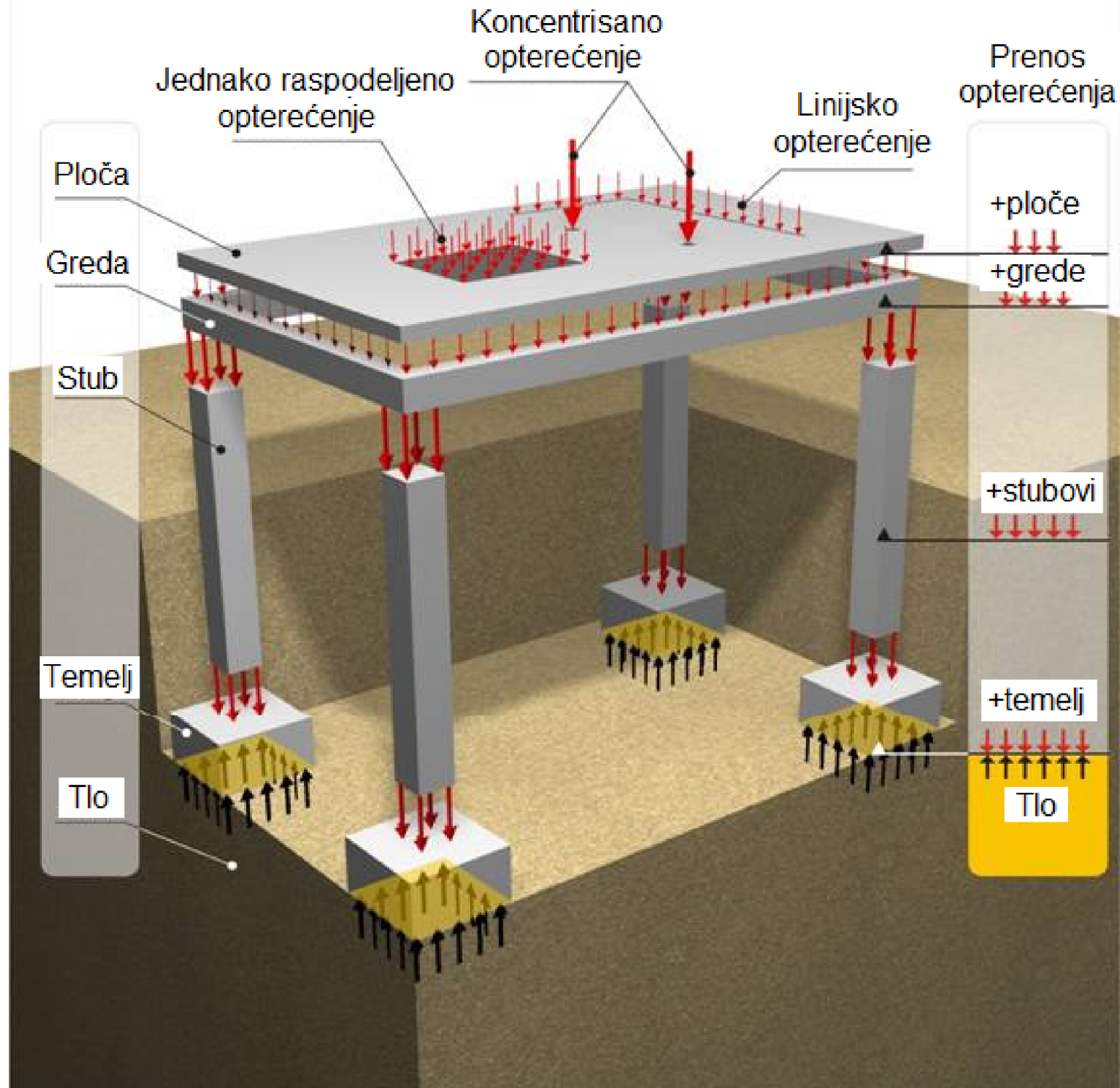
Semestar: V

ESPB: 6

AB Ploče

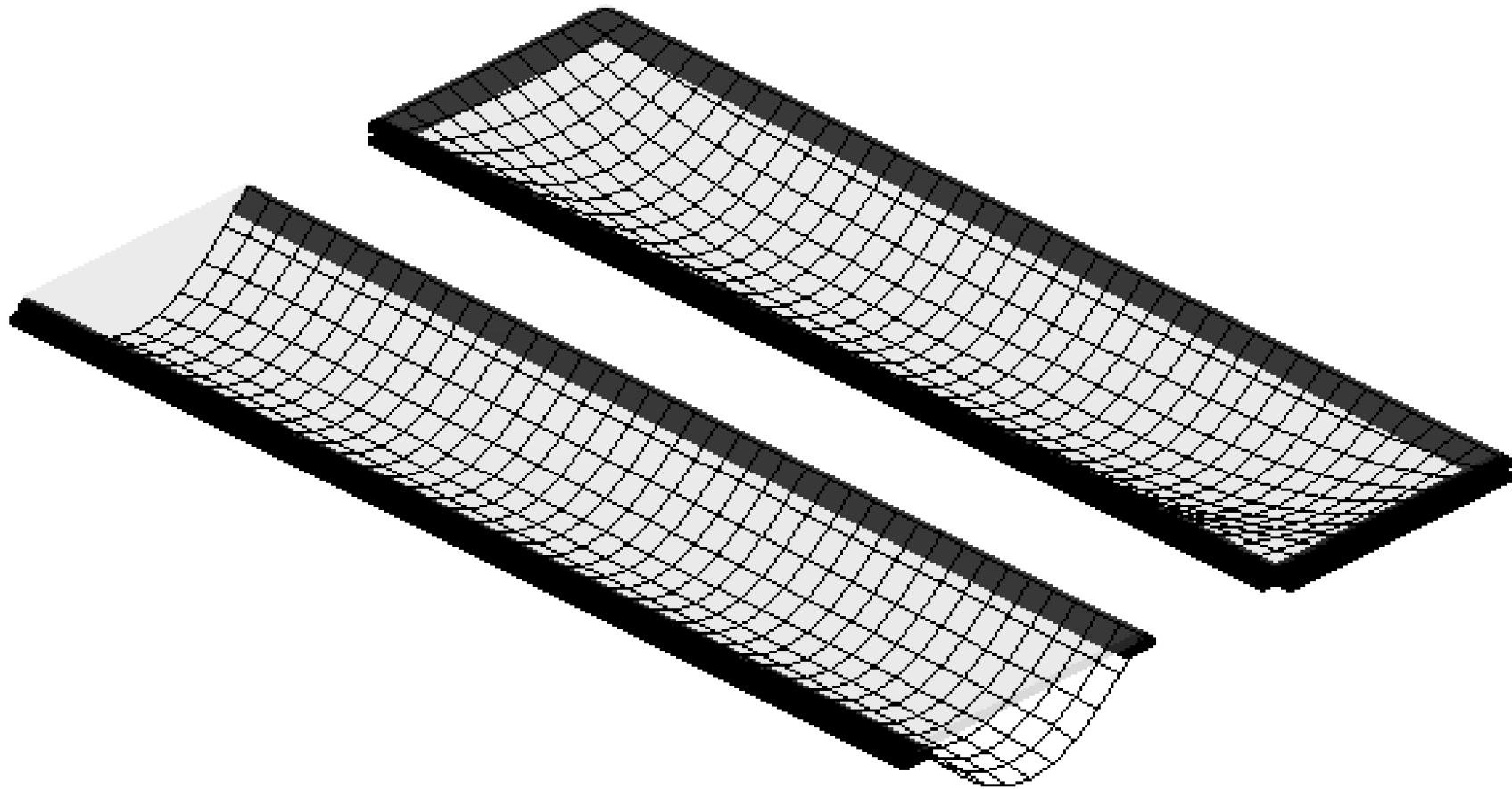
- 1. Elementi konstrukcija i opterećenja***
- 2. Ploče koje prenose opterećenje u jednom pravcu***
- 3. Primer 1***
- 4. Primer 2***





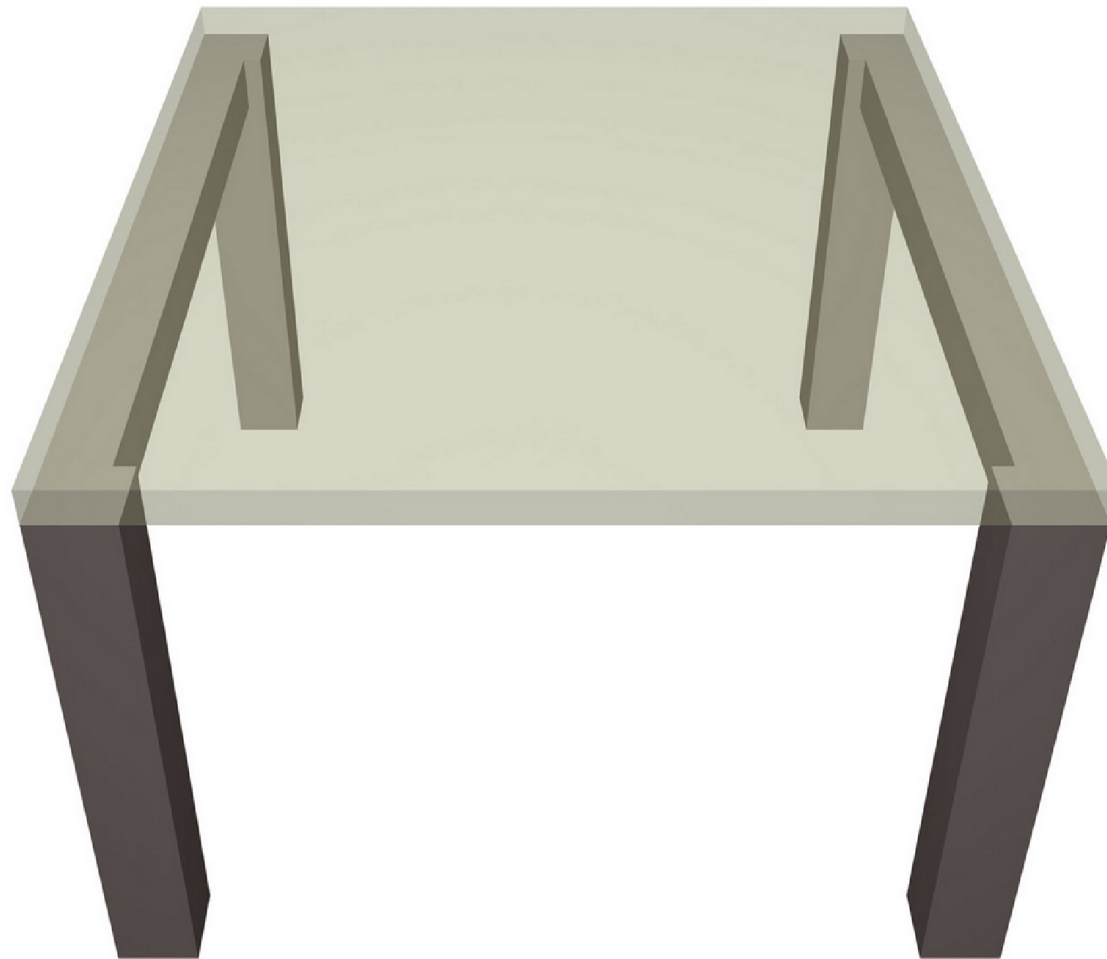
1. Ploče u jednom pravcu

- *Po ivicama se oslanjaju na grede – duž 2 naspramne strane ili duž sve 4 strane*



1. Ploče u jednom pravcu

- *Ako su oslonjene samo duž 2 naspramne ivice – prenose opterećenje upravno na te ivice (bez obzira je li to duži ili kraći raspon!)*



1. Ploče u jednom pravcu

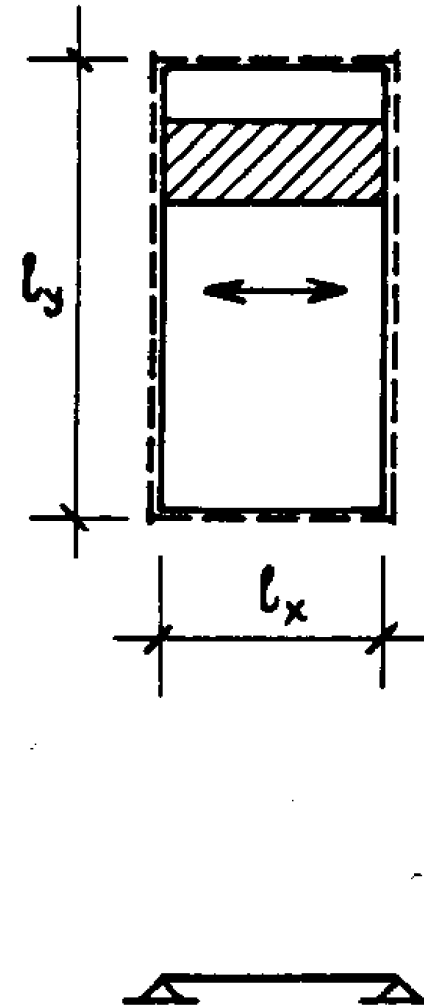
- Ako su oslonjene duž sve 4 ivice:

$$l_y > 2l_x$$

Proračunavaju se kao ploče u jednom pravcu

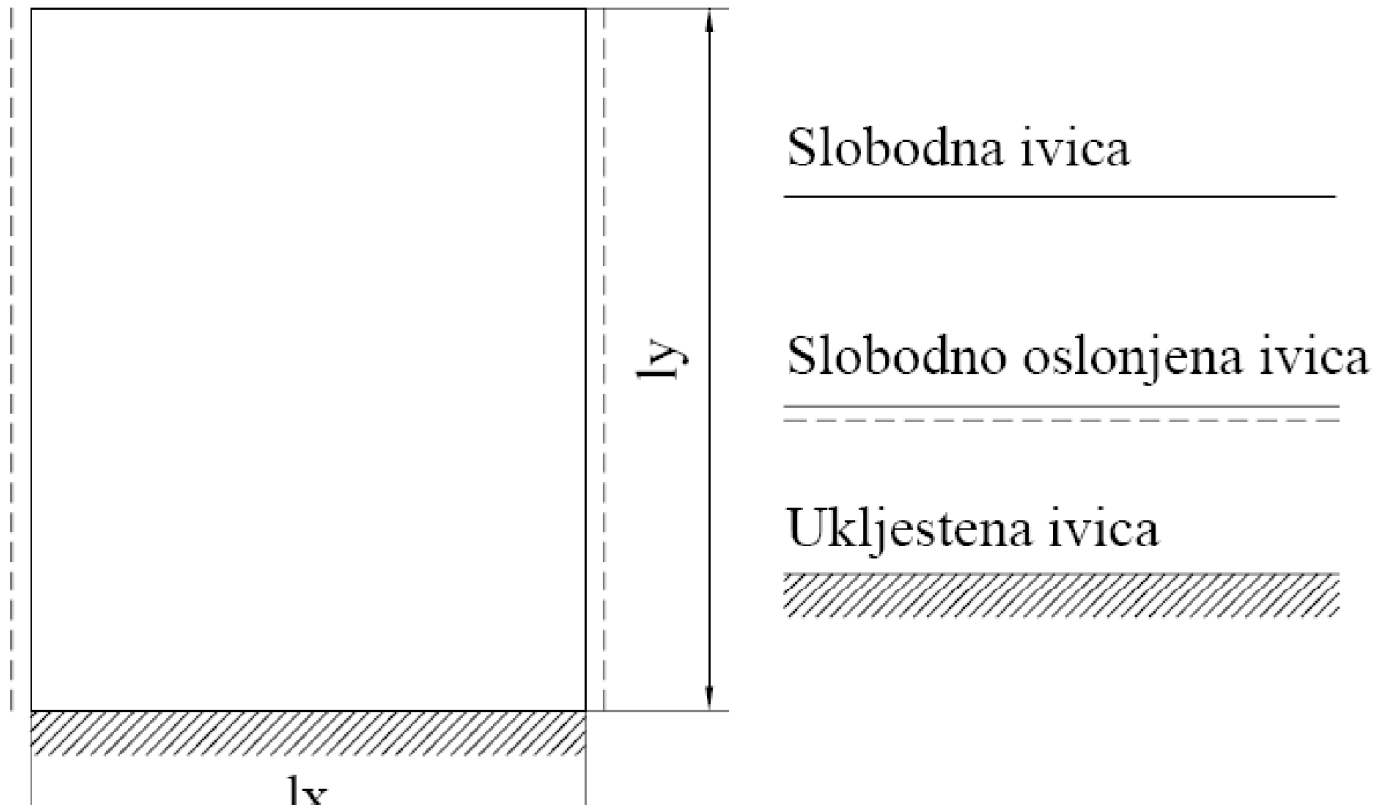
$$l_y \leq 2l_x$$

Proračunavaju kao da prenose opterećene u oba pravca (krstasto armirane ploče)



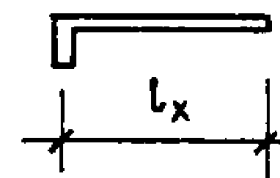
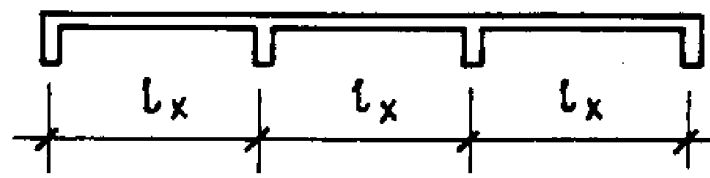
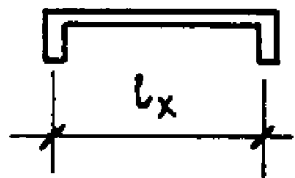
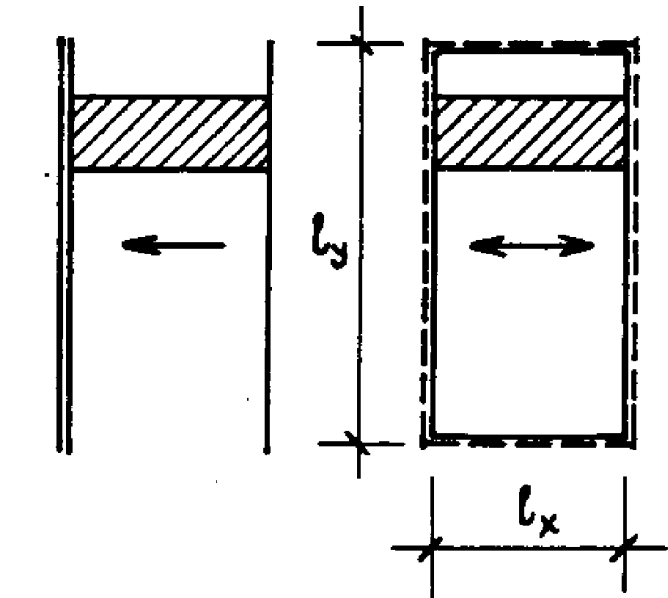
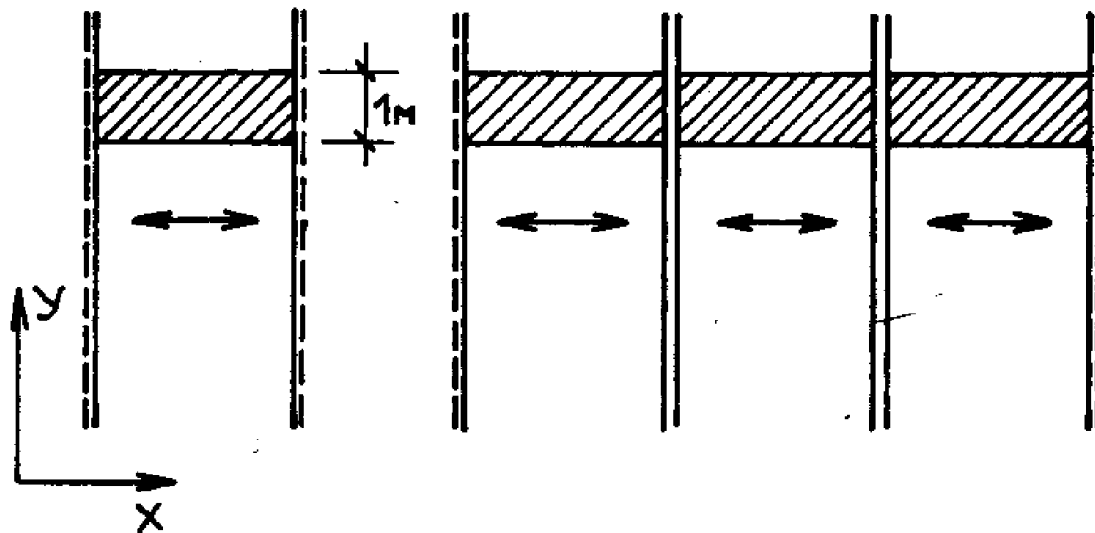
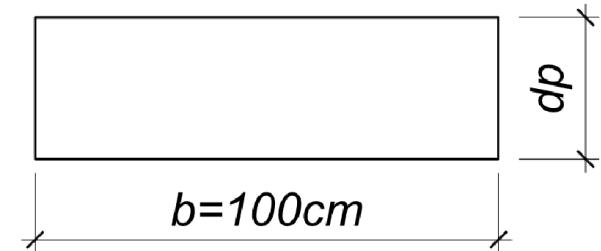
1. Ploče u jednom pravcu

- U statičkim proračunima predstavljaju se šematskim linijama



1. Ploče u jednom pravcu

- Proračunavaju se kao linijski elementi



a.

b.

c.

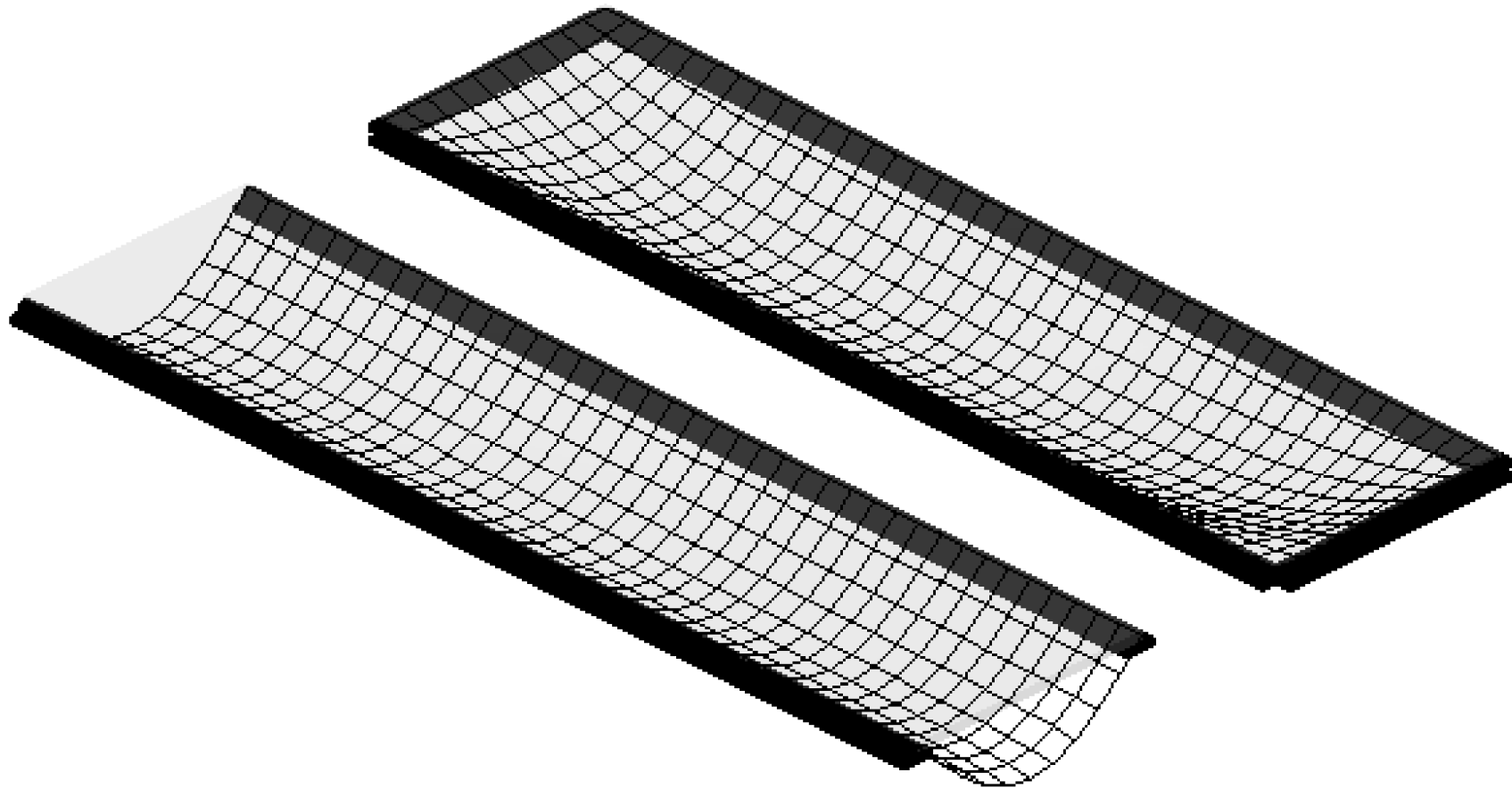
d.

1. Ploče u jednom pravcu

- $D_{pl,min} = \begin{cases} 7cm \\ 5cm - \text{krovne ploče} \\ 10cm - \text{ploča preko koje se kreću vozila} \\ 12cm - \text{ploča preko koje se kreću teretna vozila} \\ l_o / 35, l_o \text{ razmak između nultih tačaka momentnog} \\ \text{dijagrama (ako se ne vrši proračun i dokaz ugiba)} \end{cases}$
- Debljina ploča međuspratnih konstrukcija je obično od 14 do 20cm

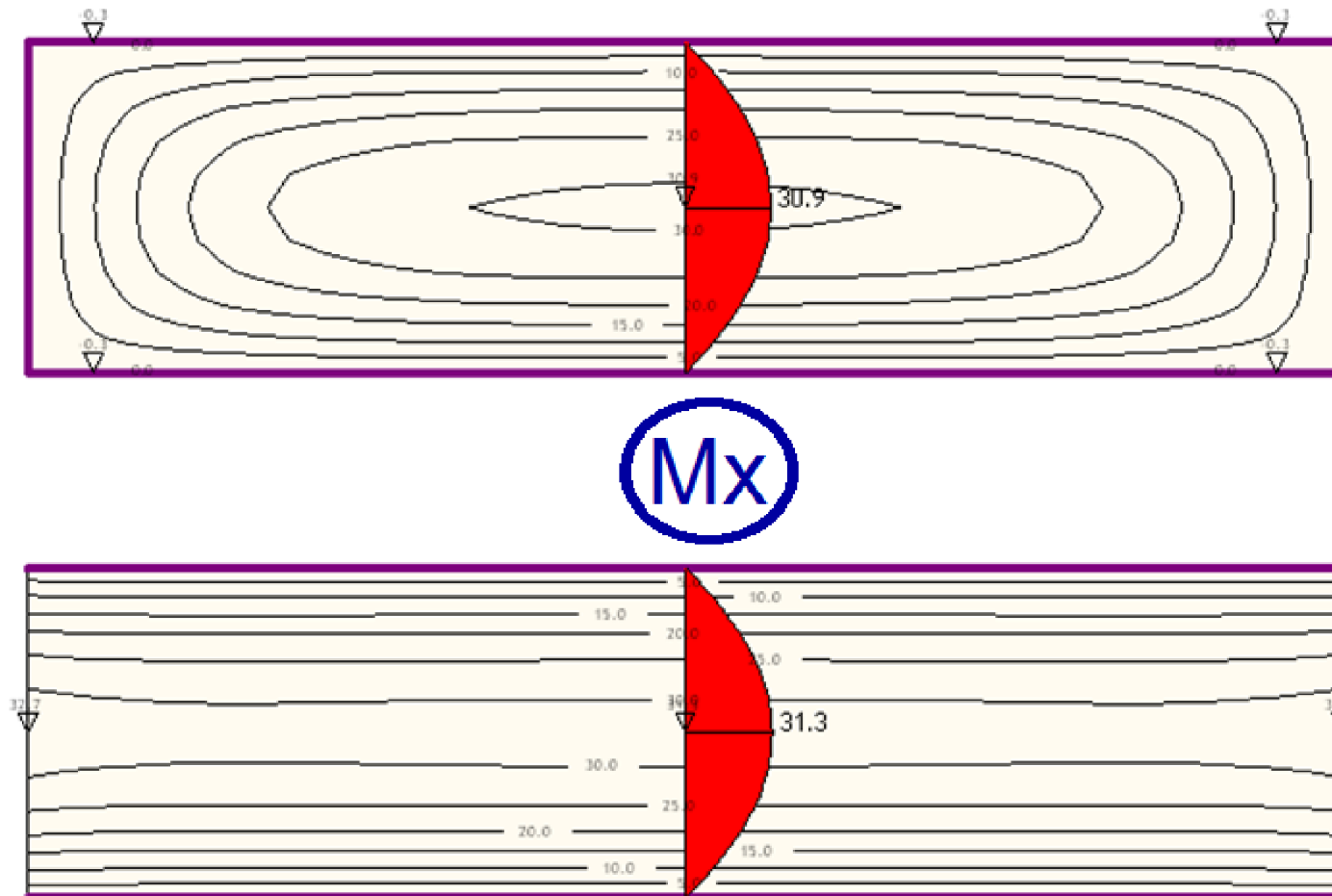
1. Ploče u jednom pravcu

- Za jednako raspodeljeno opterećenje, proračun statičkih uticaja sprovodi se za traku širine 1m za odgovarajući linijski nosač raspona l_x



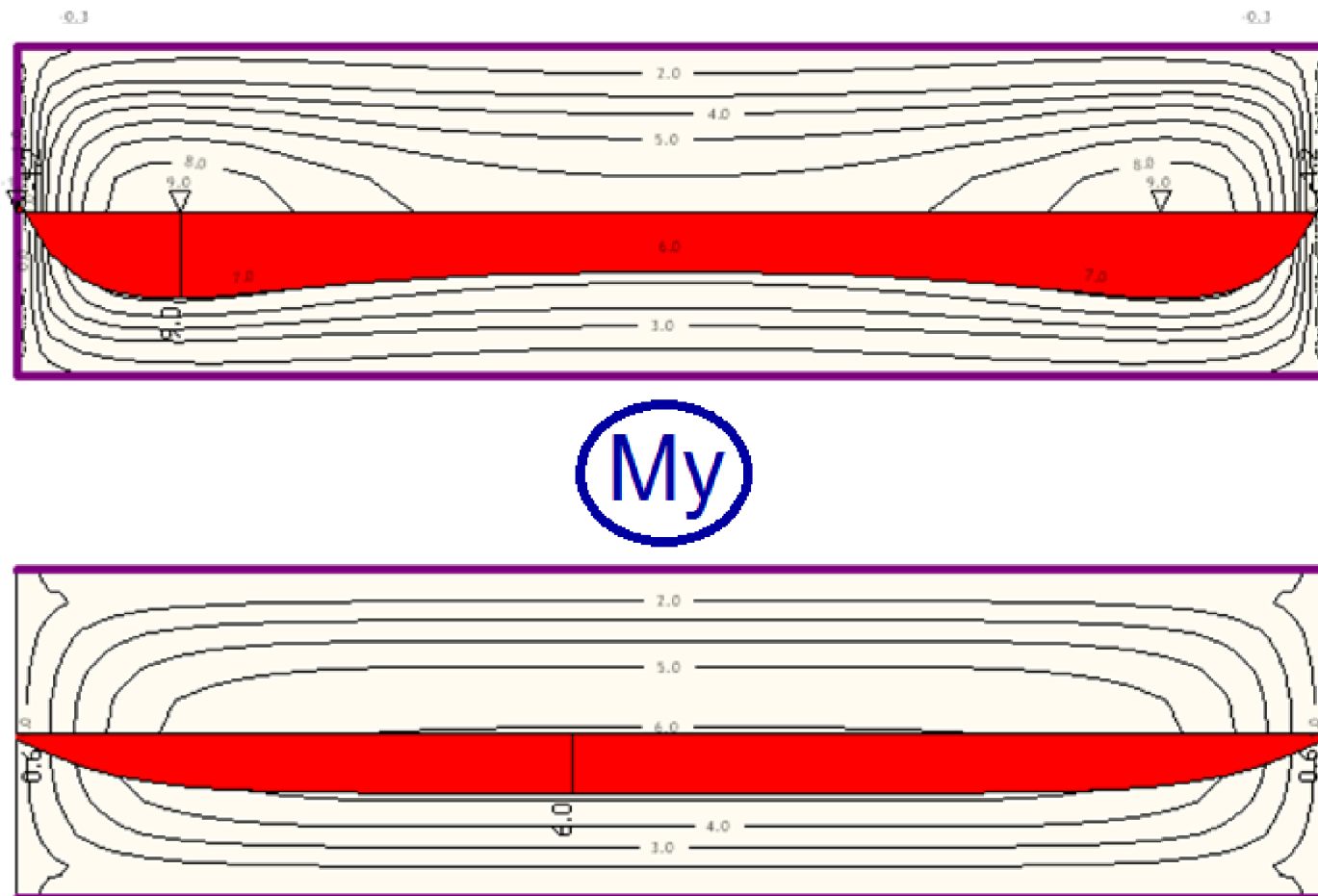
1. Ploče u jednom pravcu

- U pravcu nošenja ploče javljaju se momenti M_x



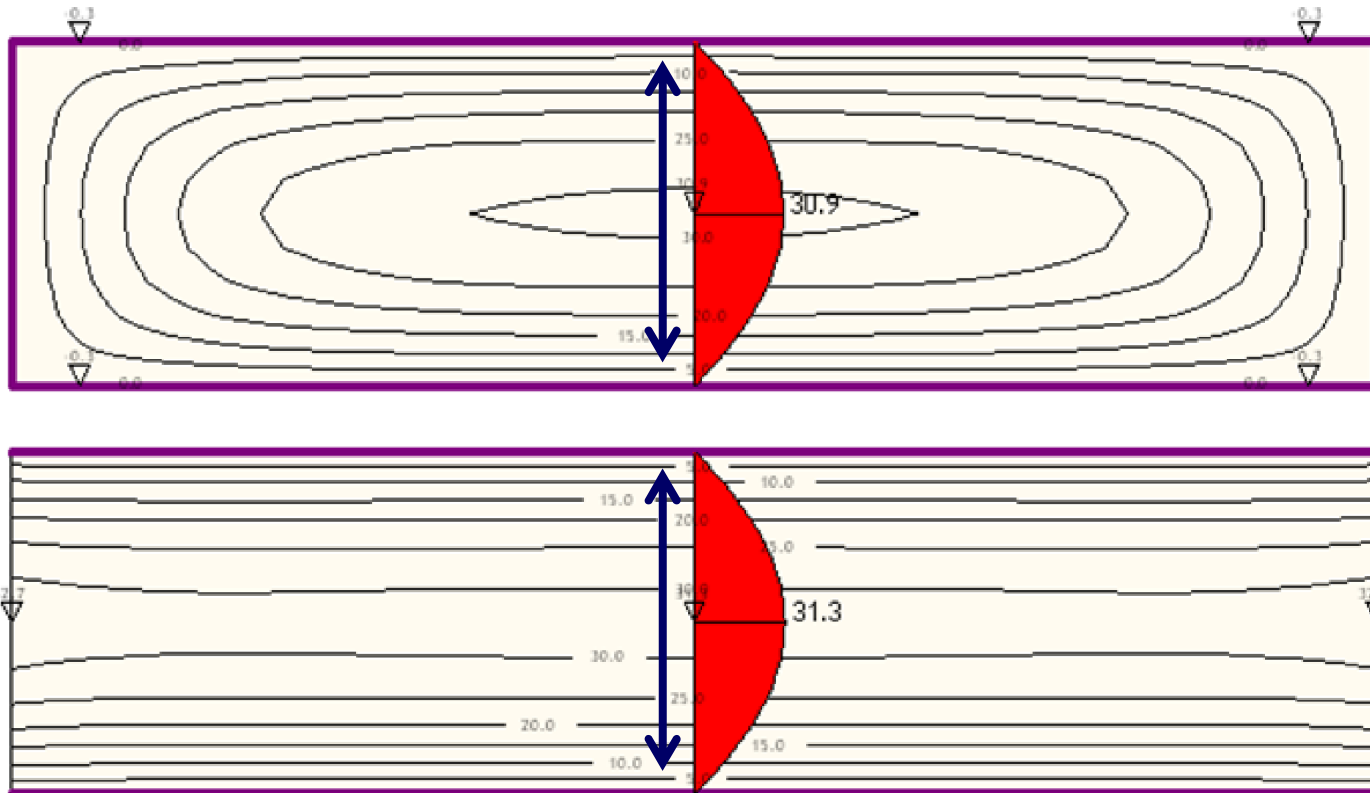
1. Ploče u jednom pravcu

- Zbog sprečenih bočnih deformacija u y pravcu, javljaju se i momenti $M_y = \nu M_x$ ($\nu = 0,16 \div 0,20$, Poisson-ov koeficijent)



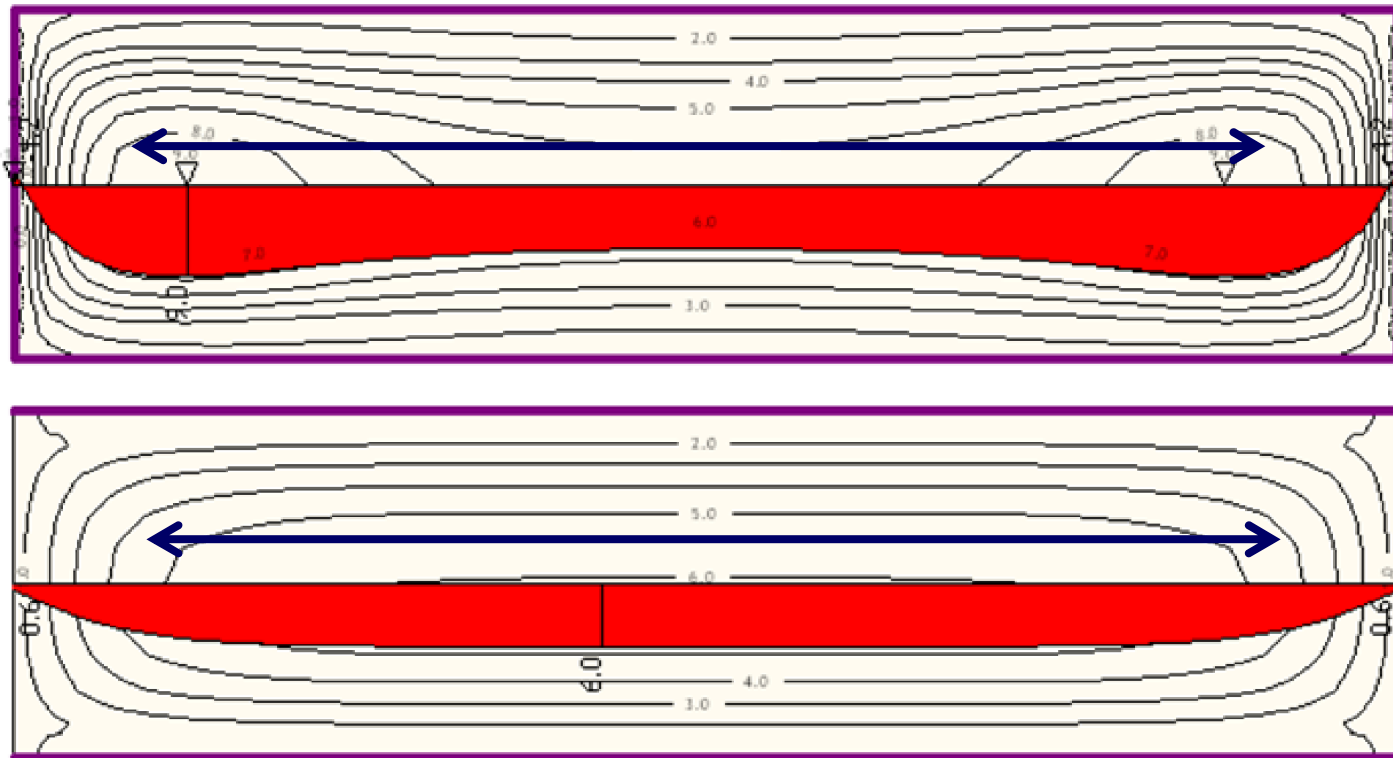
1. Ploče u jednom pravcu

- U pravcu nošenja I_x postavlja se glavna armatura A_a sračunata iz momenta M_x sa većom statičkom visinom na rastojanju e
- U drugom pravcu I_y postavlja se poprečna armatura $A_{ap}=0.2A_a$ sračunata iz momenta M_y sa manjom statičkom visinom na rastojanju e_p



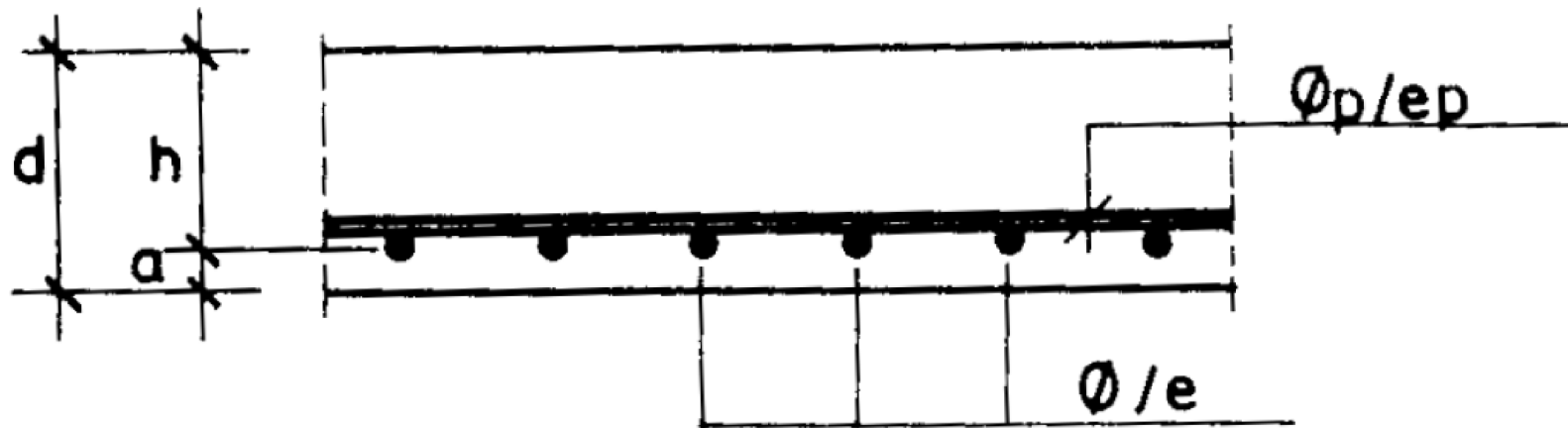
1. Ploče u jednom pravcu

- U pravcu nošenja I_x postavlja se glavna armatura A_a sračunata iz momenta M_x sa većom statičkom visinom na rastojanju e
- U drugom pravcu I_y postavlja se poprečna armatura $A_{ap}=0.2A_a$ sračunata iz momenta M_y sa manjom statičkom visinom na rastojanju e_p



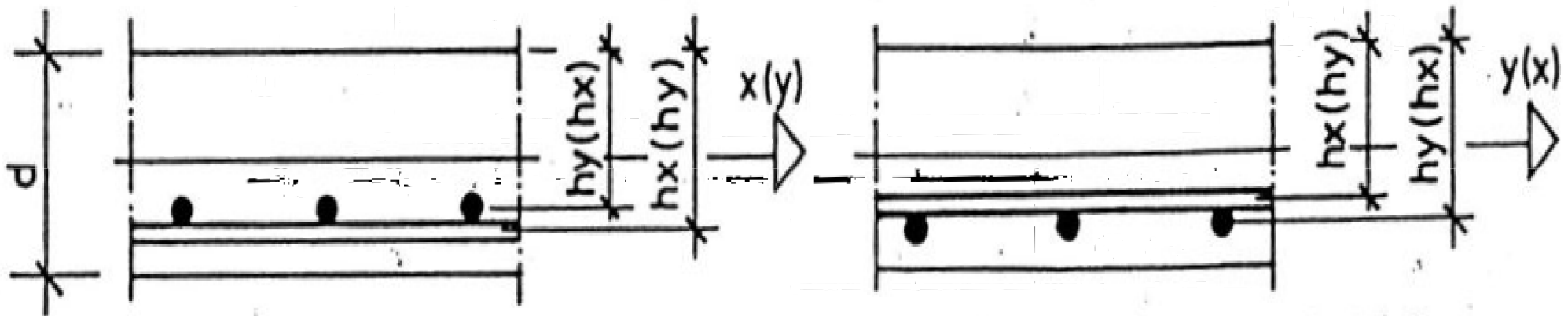
1. Ploče u jednom pravcu

- U pravcu nošenja I_x postavlja se glavna armatura A_a sračunata iz momenta M_x sa većom statičkom visinom na rastojanju e
- U drugom pravcu I_y postavlja se poprečna armatura $A_{ap}=0.2A_a$ sračunata iz momenta M_y sa manjom statičkom visinom na rastojanju e_p



1. Ploče u jednom pravcu

- U pravcu nošenja I_x postavlja se glavna armatura A_a sračunata iz momenta M_x sa većom statičkom visinom na rastojanju e
- U drugom pravcu I_y postavlja se poprečna armatura $A_{ap}=0.2A_a$ sračunata iz momenta M_y sa manjom statičkom visinom na rastojanju e_p



1. Ploče u jednom pravcu

- Ploče se računaju na dužni metar, dimenzionišu na dužni metar i armatura se određuje na dužni metar:

$$k = \frac{h}{\sqrt{\frac{M_{au}}{b \times f_B}}} \xrightarrow{\text{TABLICE}} \bar{\mu} (\zeta) \Rightarrow A_a = \bar{\mu} \times \frac{b \times h}{100} \times \frac{f_B}{\sigma_v}$$

||
||
100cm
100cm

$$A_a = \bar{\mu}(\%) \times \frac{b \times h}{100} \times \frac{f_B}{\sigma_v} = \bar{\mu}(\%) \times \frac{100 \times h}{100} \times \frac{f_B}{\sigma_v} =$$

$$= \bar{\mu}(\%) \times h \times \frac{f_B}{\sigma_v} \quad (\text{cm}^2 / \text{m})$$

1. Ploče u jednom pravcu

- Sračunata armatura A_a (cm^2/m) – umesto broja šipki na dužni metar, određuje se razmak između šipki:

- broj šipki: $n = \frac{A_a}{a_a^{(1)}} \text{ kom /m'}$

- Razmak e_a računski potrebnih n šipki na dužni metar:

$$e_a = \frac{1 \text{ m}}{n} = \frac{100 \text{ cm}}{n} = \frac{100}{\frac{A_a}{a_a^{(1)}}} = \frac{100 \times a_a^{(1)}}{A_a} \text{ (cm)}$$

- Uobičajni razmak šipki je 10 ÷ 20cm (7.5, 10, 12.5, 15, 20cm)

1. Ploče u jednom pravcu

- Najveće rastojanje šipki **e** – **glavne armature** u pločama (na mestima maksimalnih naprezanja):

Za jednako podeljeno opterećenje

$$\max e = \min \left\{ \begin{array}{l} 2d \\ 20 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

- Najveće rastojanje šipki **e_p** – **podeone armature** u pločama (na mestima maksimalnih naprezanja):

Za jednako podeljeno opterećenje

$$\max e_p = \min \left\{ \begin{array}{l} 4d \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

1. Ploče u jednom pravcu

- Minimalni koeficijenti armiranja ploče glavnom armaturom:

$$\mu_{x,\min} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,15\% & \text{za GA240 / 360} \\ 0,10\% & \text{za RA400 / 500} \\ 0,075\% & \text{za MA500 / 560} \end{array} \right\}$$

$$\min A_{ax} = \mu_x (\%) \times d$$

- Minimalni koeficijenti armiranja ploče podeonom armaturom:

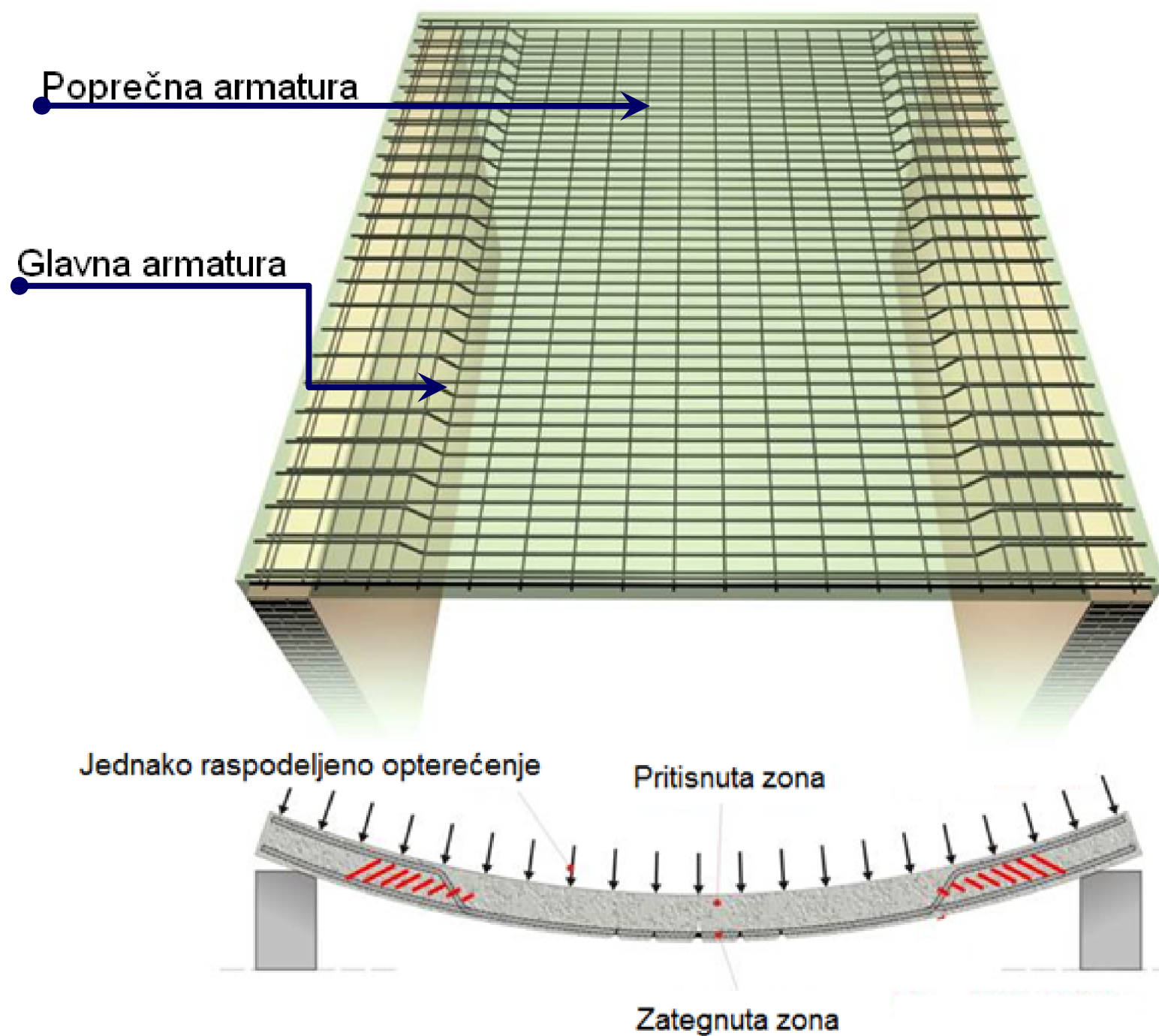
$$\mu_{y,\min} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,10\% & \text{za GA240 / 360} \\ 0,085\% & \text{za RA400 / 500} \\ 0,075\% & \text{za MA500 / 560} \end{array} \right\}$$

$$\min A_{ap} = \mu_y (\%) \times d$$

1. Ploče u jednom pravcu

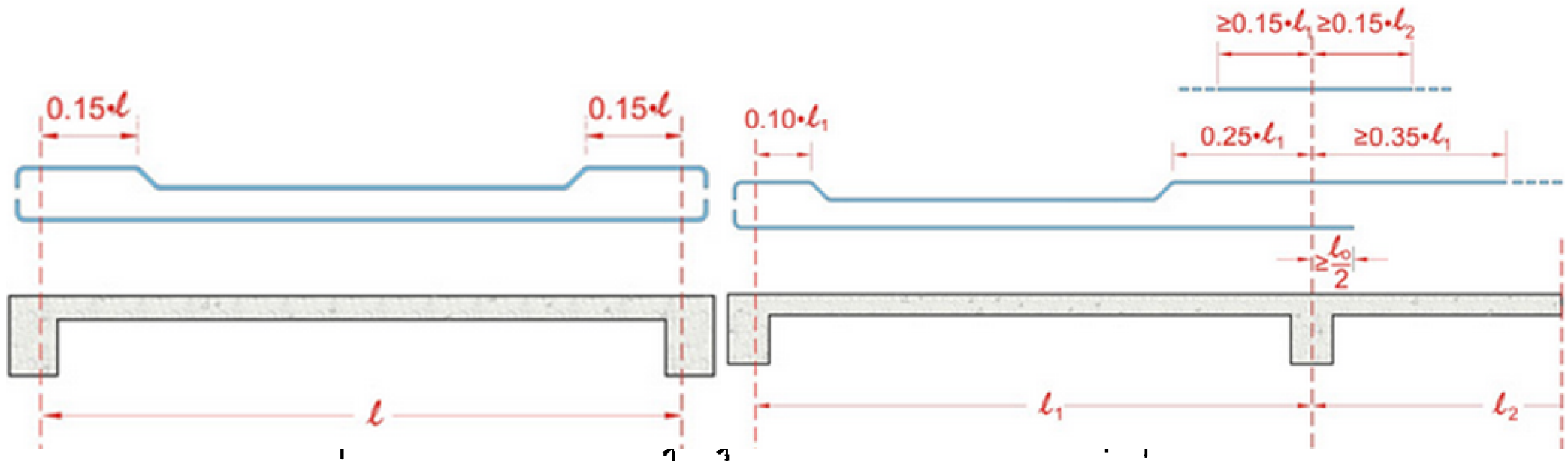
- Zaštitni sloj kod ploča:

agresivnost sredine	grede, stubovi	ploče, ljske, zidovi
slaba	2.0	1.5
srednja (umerena)	2.5	2.0
jaka	3.5	3.0



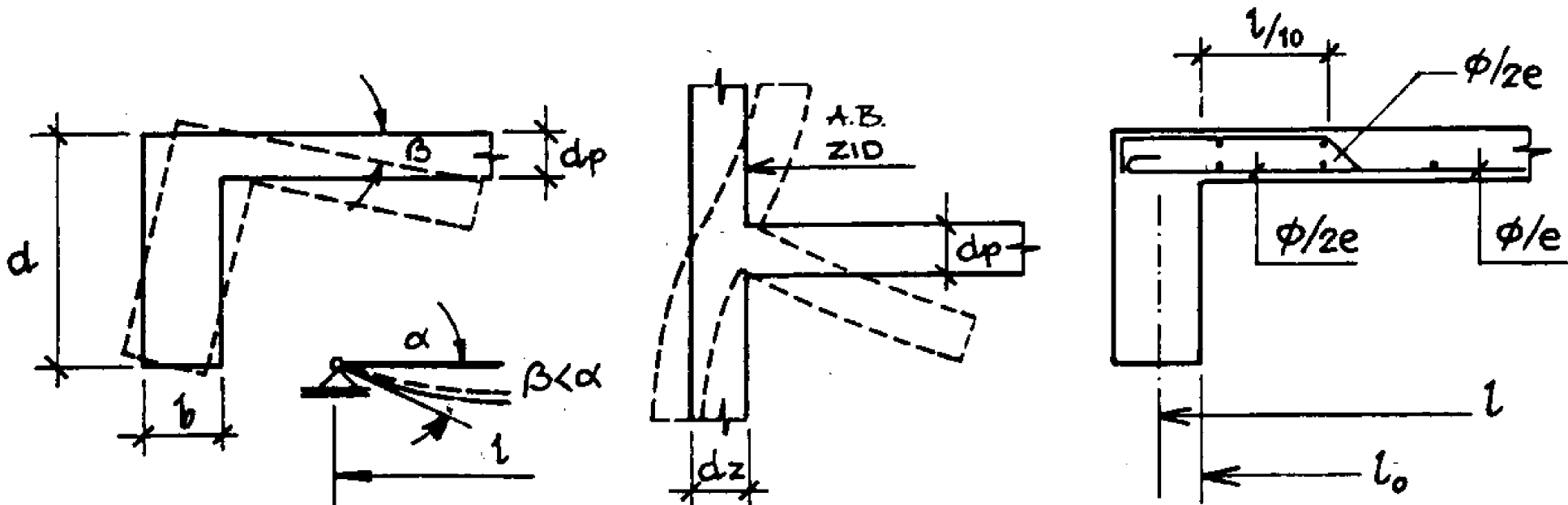
1. Ploče u jednom pravcu

- Usled monolitne veze grede i ploče, greda se svojom torzionom krutošću suprotstavlja slobodnoj rotaciji ploče
- U ploči se iz tih razloga javljaju negativni momenti savijanja u gornjoj zoni iznad oslonaca – **elastično uklještenje ploče**
- Ovi negativni momenti se ne računaju, već se prihvataju armaturom koja mora biti veća od polovine armature iz polja
- Članovi **168 i 209 BAB87**



1. Ploče u jednom pravcu

- Usled monolitne veze grede i ploče, greda se svojom torzionom krutošću suprotstavlja slobodnoj rotaciji ploče
- U ploči se iz tih razloga javljaju negativni momenti savijanja u gornjoj zoni iznad oslonaca – **elastično uklještenje ploče**
- Ovi negativni momenti se ne računaju, već se prihvataju armaturom koja mora biti veća od polovine armature iz polja
- Članovi **168 i 209 BAB87**

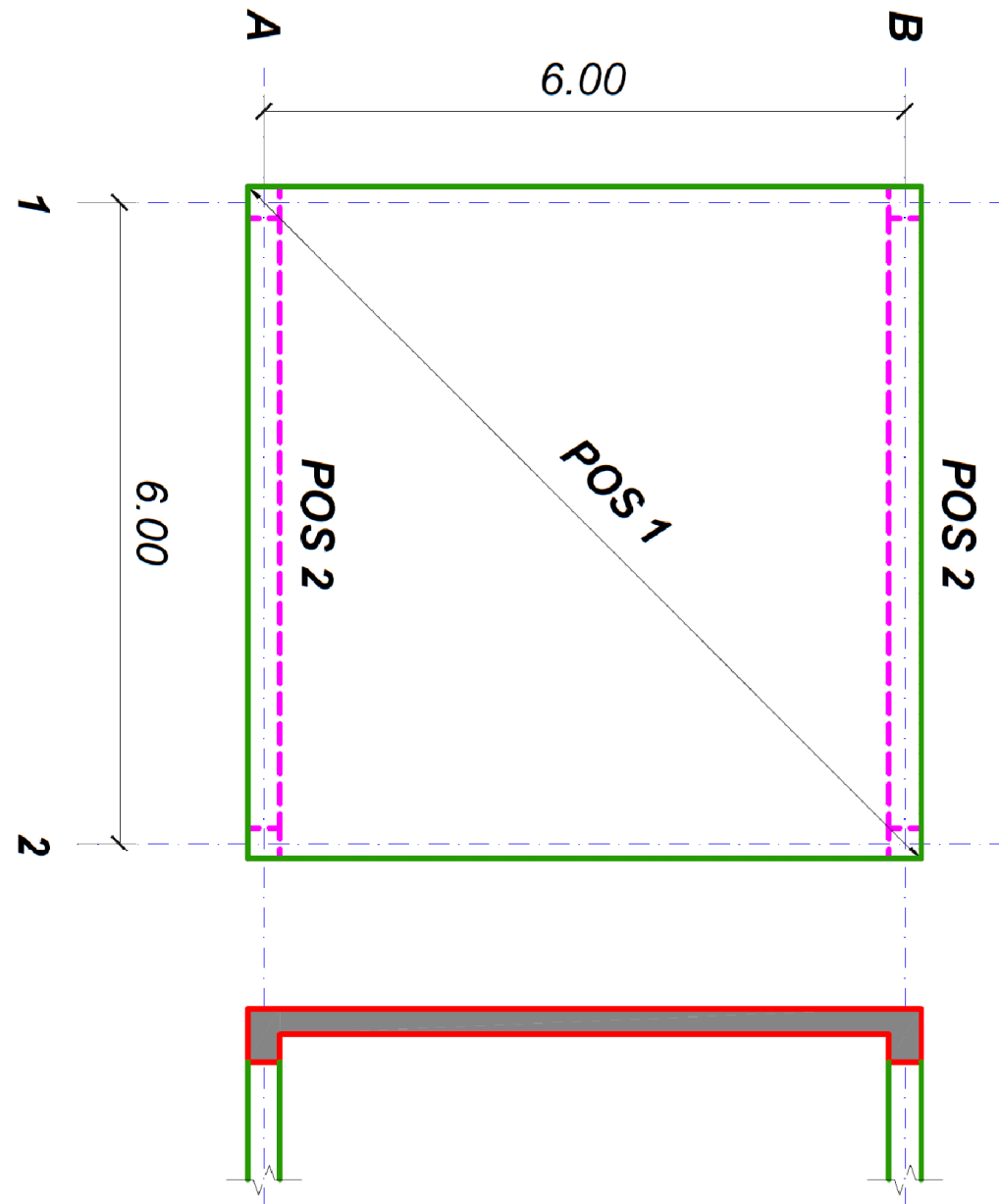


2. Primer 1

Ploča dimenzija 6.0×6.0m u osnovi oslonjena je na dve paralelne grede, koje su oslonjene na stubove u uglovima ploče.

$$\Delta g = 2.0 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 4.0 \text{ kN/m}^2$$



2. Primer 1

1.1 ANALIZA OPTEREĆENJA I STATIČKI UTICAJI

$$d_{p,min.} = \frac{L_0}{35} = \frac{600}{35} = 17.1 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno } d_p = 18 \text{ cm}$$

$$\text{sopstvena težina ploče} \quad d_p \times \gamma_b = 0.18 \times 25 = 4.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{dodatno stalno opterećenje} = 2.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{ukupno, stalno opterećenje} \quad g = 6.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{povremeno opterećenje} \quad p = 4.0 \text{ kN/m}^2$$

$$M_g = 6.5 \times 6.0^2 / 8 = 29.25 \text{ kNm/m} \quad ; \quad M_p = 4.0 \times 6.0^2 / 8 = 18.0 \text{ kNm/m}$$

$$T_g = 6.5 \times 6.0 / 2 = 19.5 \text{ kN/m} \quad ; \quad T_p = 4.0 \times 6.0 / 2 = 12.0 \text{ kN/m}$$

2. Primer 1

1.2 DIMENZIONISANJE

$$M_u = 1.6 \times 29.25 + 1.8 \times 18 = 79.2 \text{ kNm/m}$$

$$MB \ 30 \quad \Rightarrow \quad f_B = 20.5 \text{ MPa} = 2.05 \text{ kN/cm}^2$$

$$RA \ 400/500 \quad \Rightarrow \quad \sigma_v = 400 \text{ MPa} = 40.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{pretp. } a_1 = 3 \text{ cm} \Rightarrow h = 18 - 3 = 15 \text{ cm} ; b = 100 \text{ cm} = 1.0 \text{ m}$$

$$k = \frac{15}{\sqrt{\frac{79.2 \times 10^2}{100 \times 2.05}}} = 2.413 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 3.177/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 19.049\%$$

2. Primer 1

$$A_{a, \text{potr.}} = 19.049 \times \frac{100 \times 15}{100} \times \frac{2.05}{40} = 14.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

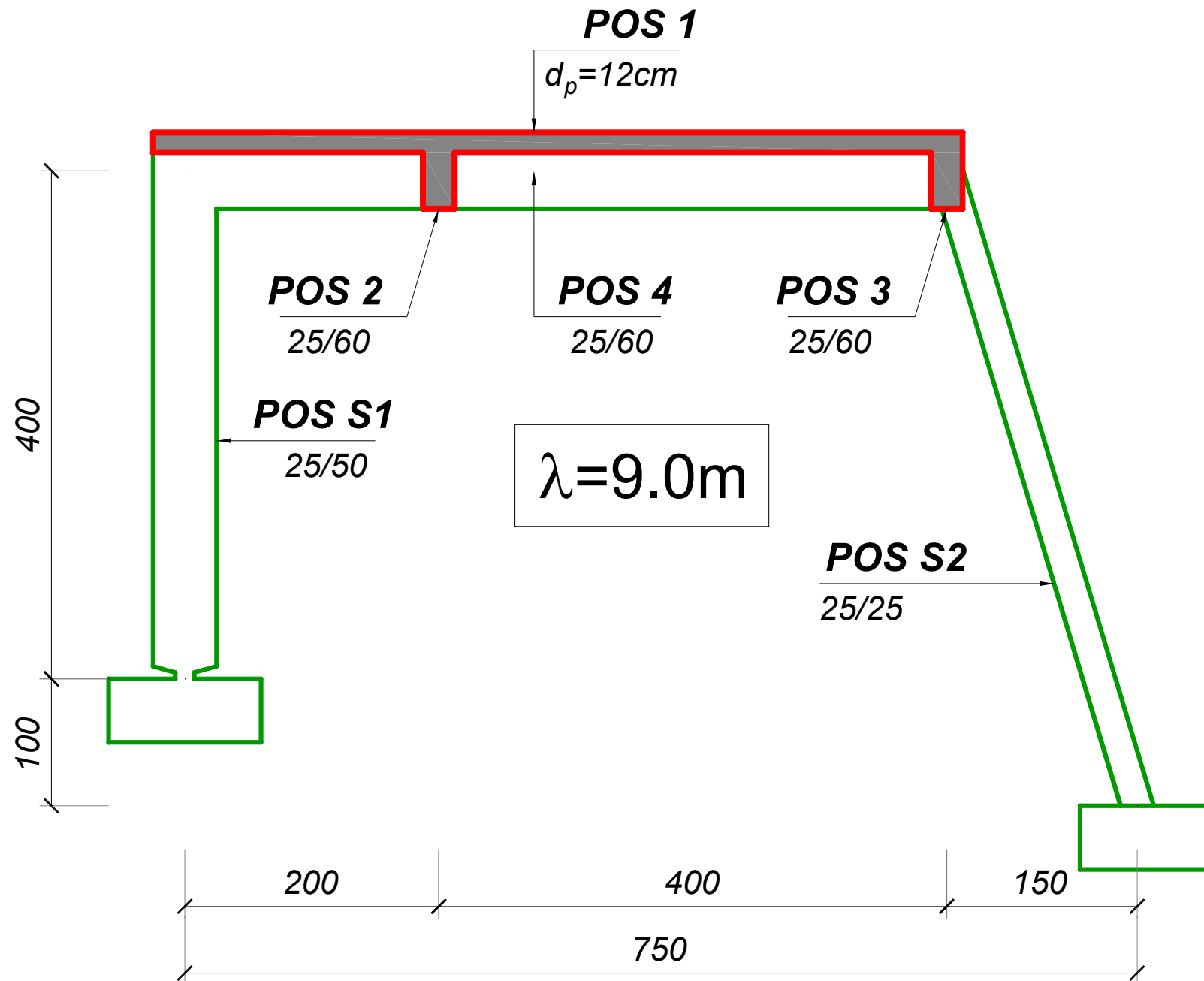
$$\text{pretp. } \emptyset 14 (a_a^{(1)} = 1.54 \text{ cm}^2) \Rightarrow e_a = \frac{100 \times a_a^{(1)}}{A_{a, \text{potr.}}} = \frac{100 \times 1.54}{14.64} = 10.5 \text{ cm}$$

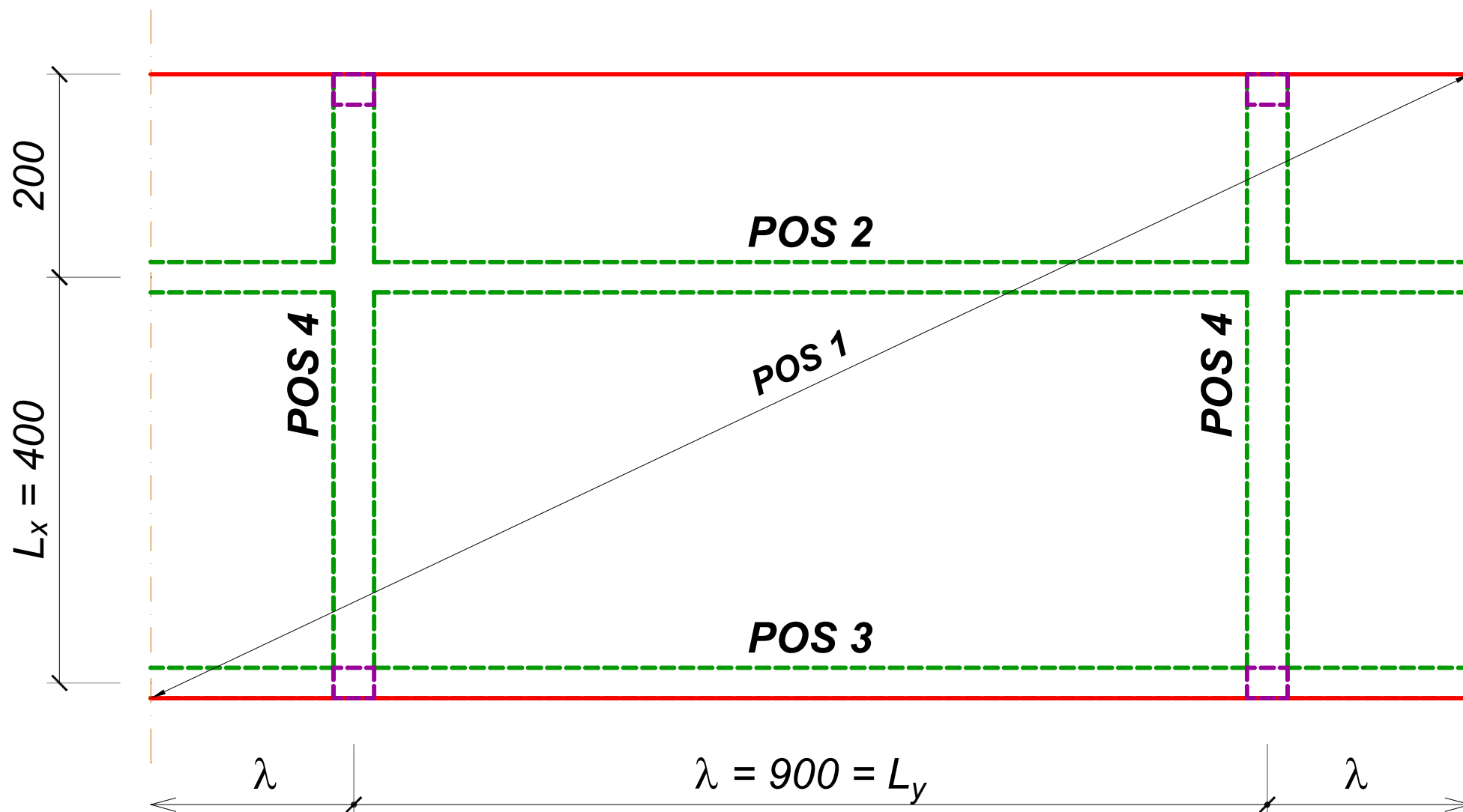
usvojeno: **$\emptyset 14/10$ (15.40 cm²/m)**

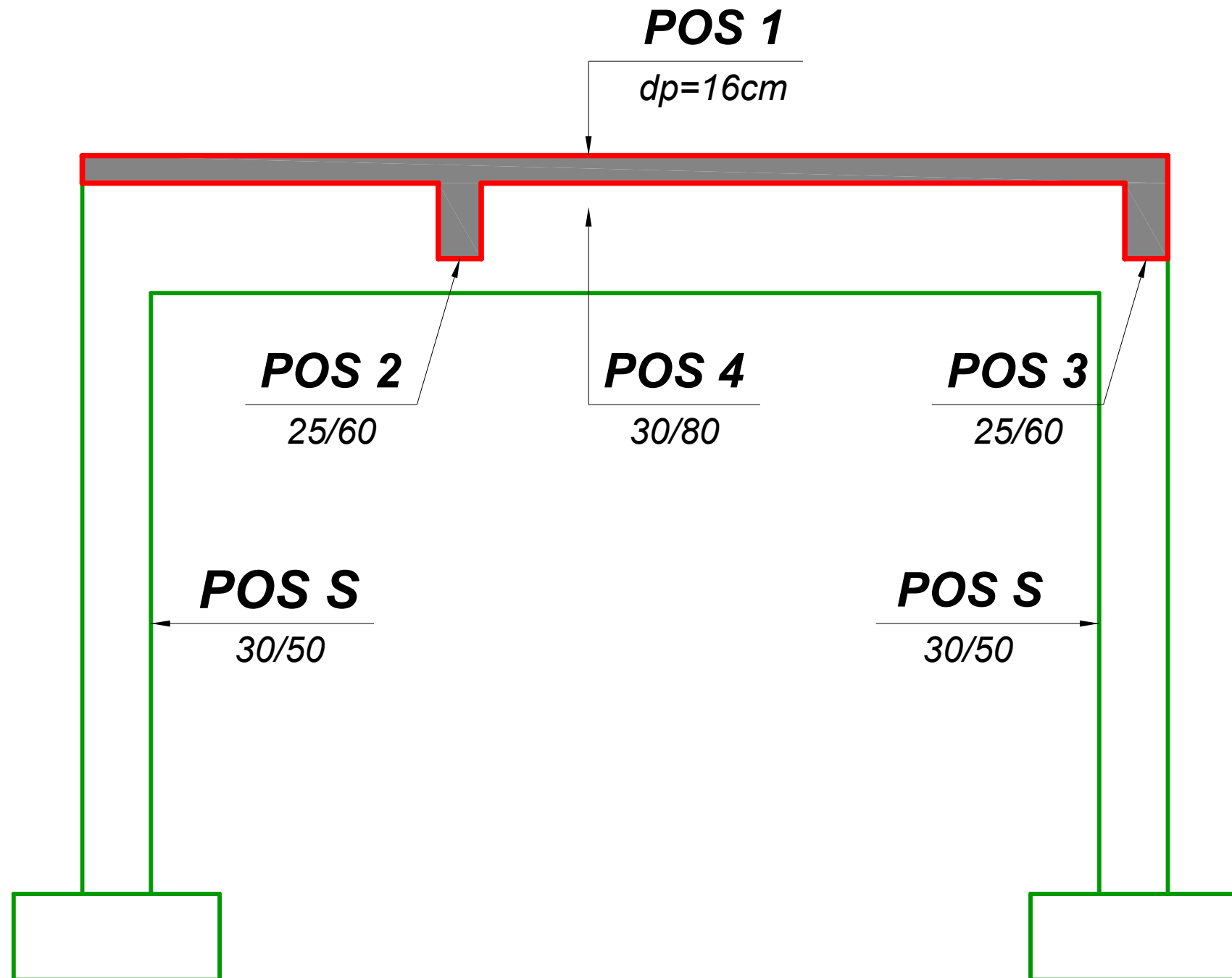
$$A_{ap} = 0.20 \times A_{a, \text{potr.}} = 0.20 \times 14.64 = 2.93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

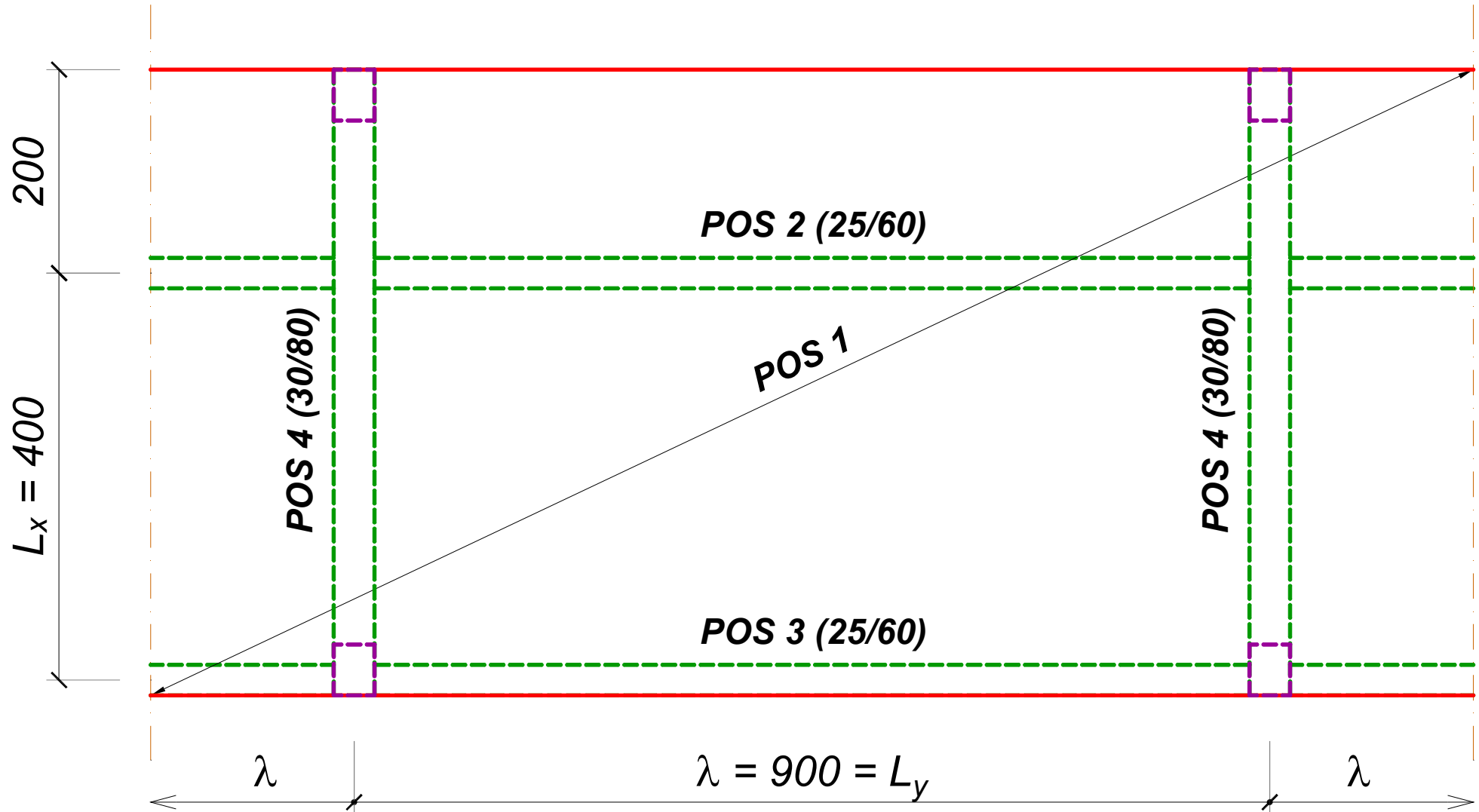
$$\text{pretp. } \emptyset 10 (a_{ap}^{(1)} = 0.785 \text{ cm}^2) \Rightarrow e_{ap} = \frac{100 \times a_{ap}^{(1)}}{A_{ap, \text{potr.}}} = \frac{100 \times 0.785}{2.93} = 26.8 \text{ cm}$$

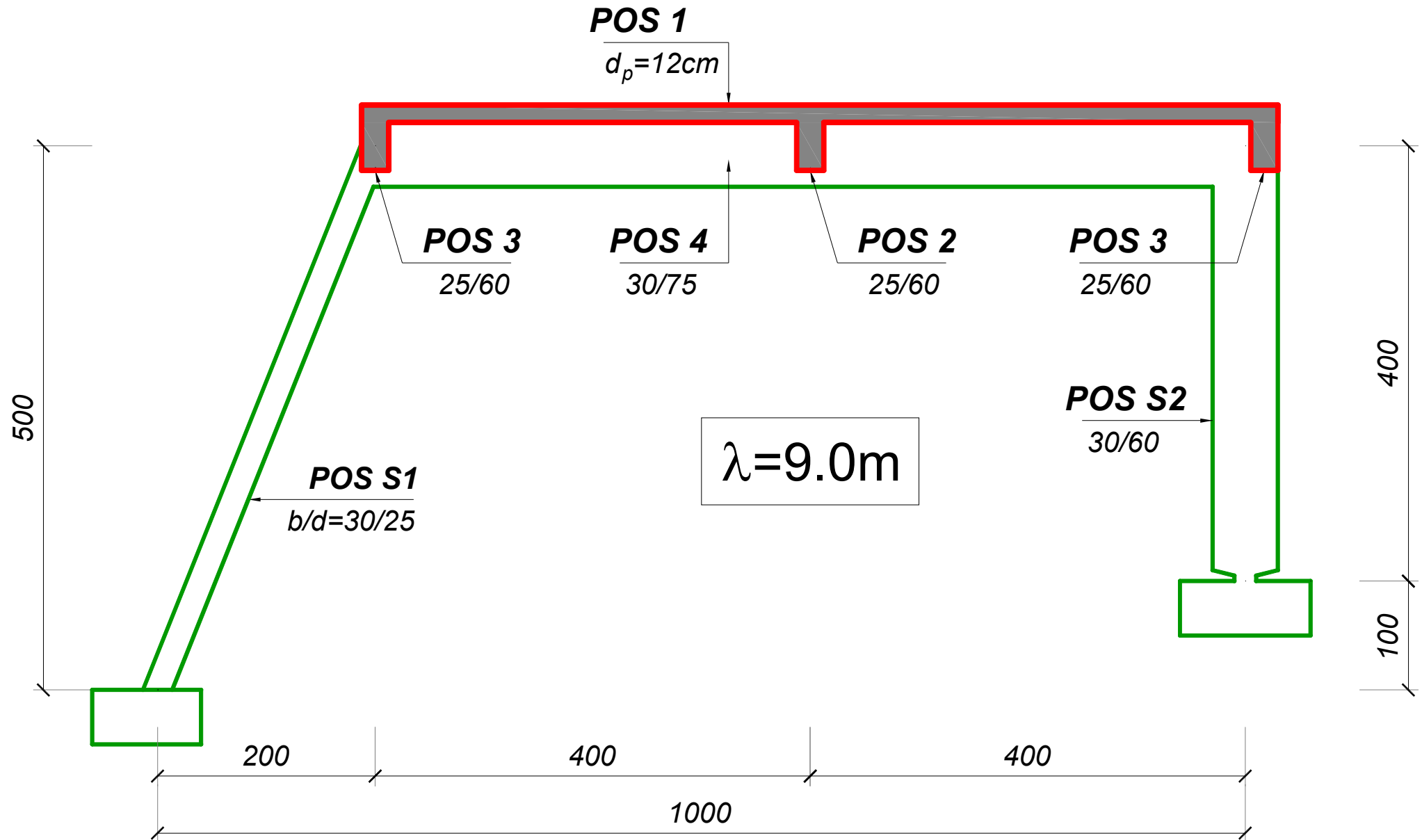
usvojeno: **$\emptyset 10/25$ (3.14 cm²/m)**

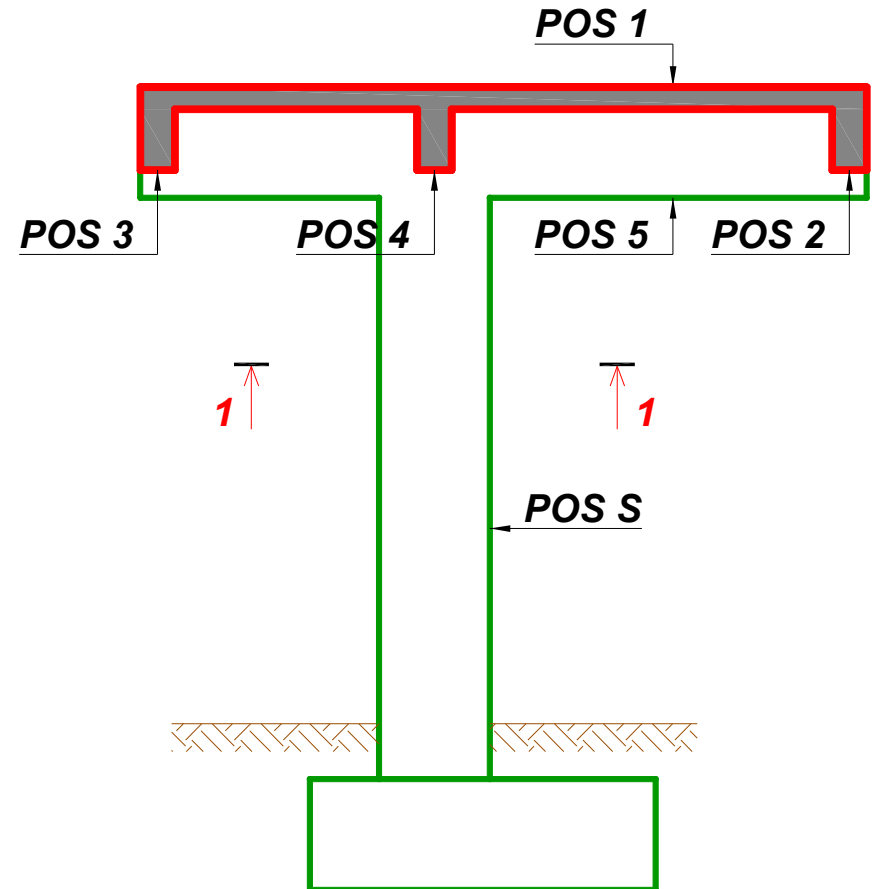
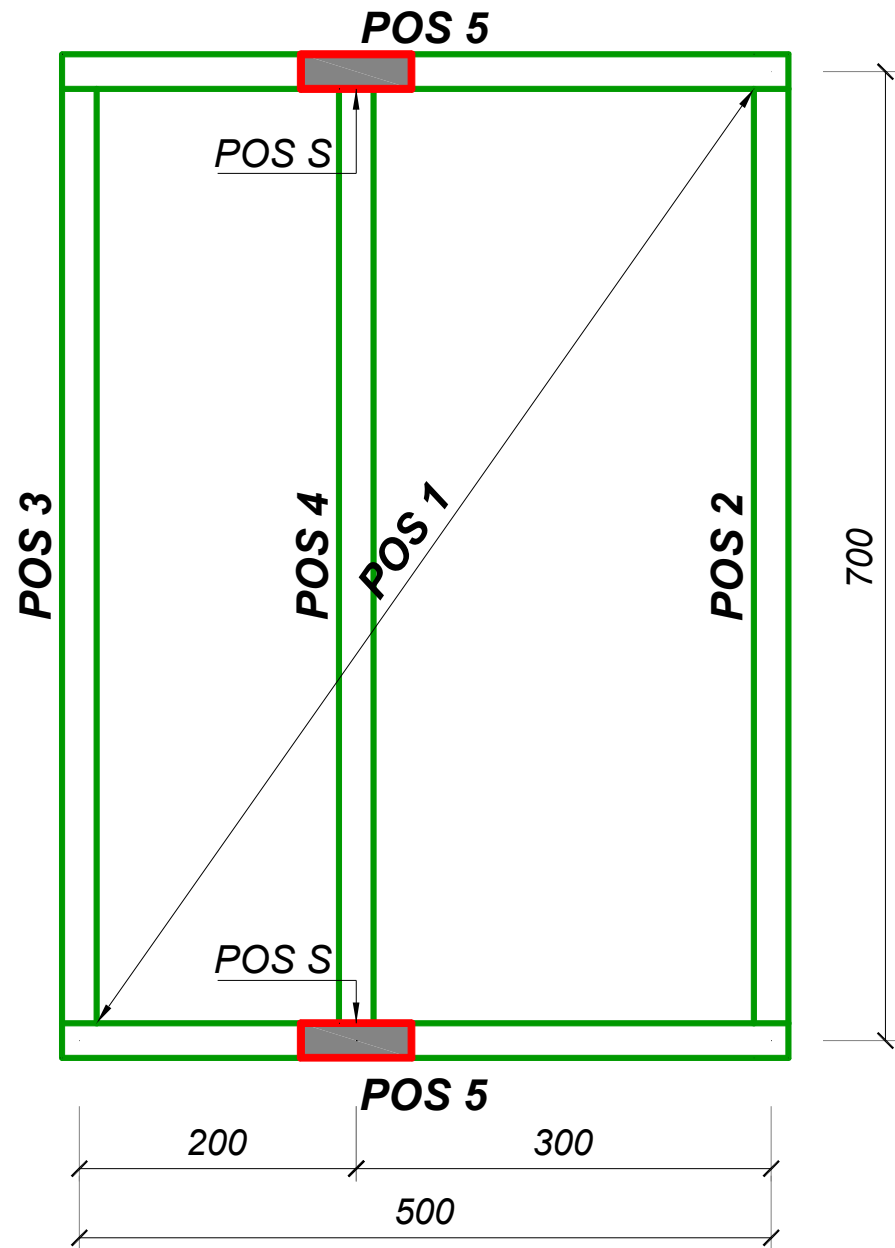


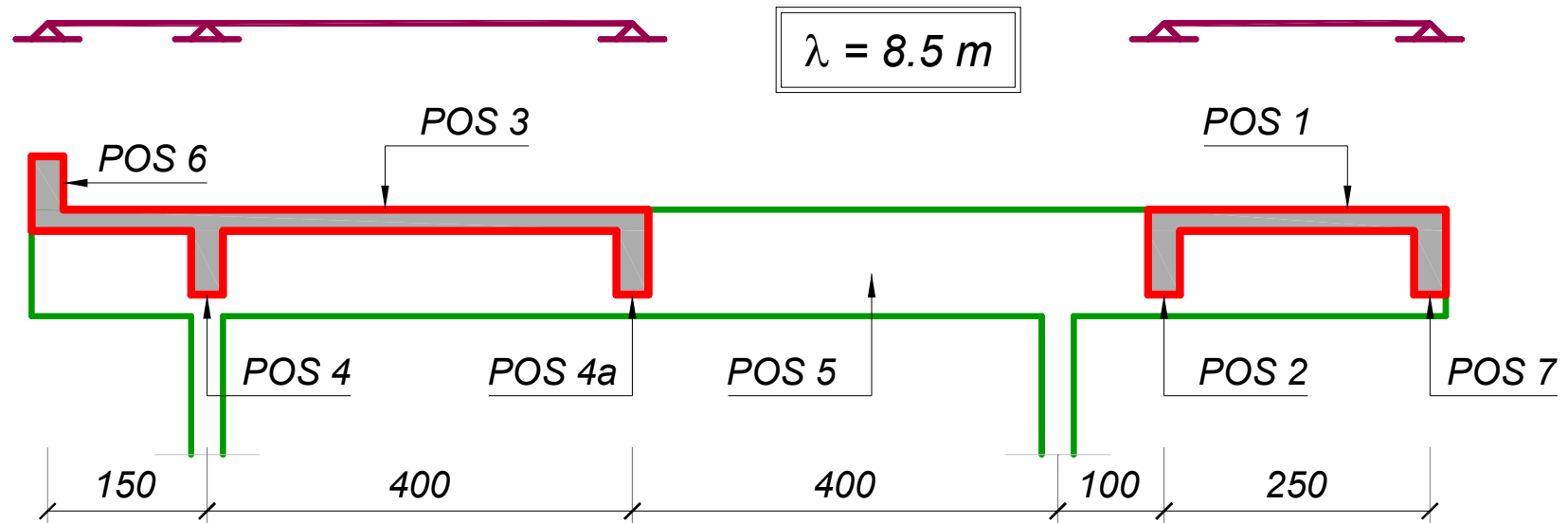
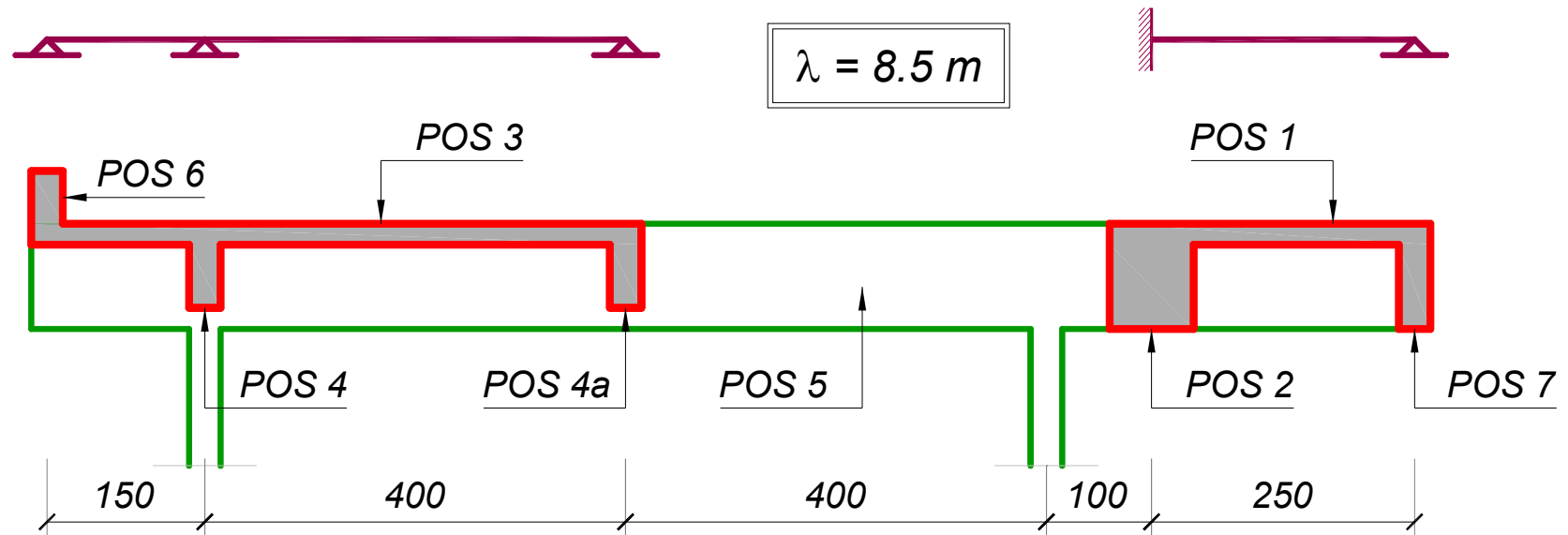












1. Ploče u jednom pravcu

- Sidrenje armature (BAB87 član149):

$$l_s = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_v}{\gamma_u \cdot \tau_p} \quad l_s = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_v}{1.8 \cdot \frac{2}{3} \cdot \tau_p}$$

Dužina sidrenja zavisi od položaja profila u elementu pri betoniranju, od vrste čelika, od marke betona i prečnika profila armature.

Dopušteni naponi prijanjanja τ_p u uslovima dobre adhezije, zavisi su od položaja armature pri betoniranju, a odnose se:

- na armaturu koja je pri betoniranju nagnuta za 45-90° prema horizontali;
- na armaturu koja je pri betoniranju nagnuta za manje od 45° prema horizontali ili na horizontalnu armaturu, ako se profili te armature pri betoniranju nalaze u donjoj polovini poprečnog preseka elementa ili su udaljene najmanje za 30 cm od gornje slobodne površine elementa.

1. Ploče u jednom pravcu

- Sidrenje armature (BAB87 član149):

$$l_s = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_v}{\gamma_u \cdot \tau_p} \quad l_s = \frac{\emptyset}{4} \cdot \frac{\sigma_v}{1.8 \cdot \frac{2}{3} \cdot \tau_p}$$

Tabela 25. Dopuštene vrednosti napona prijanjanja τ_p (u MPa) za uslove dobre adhezije

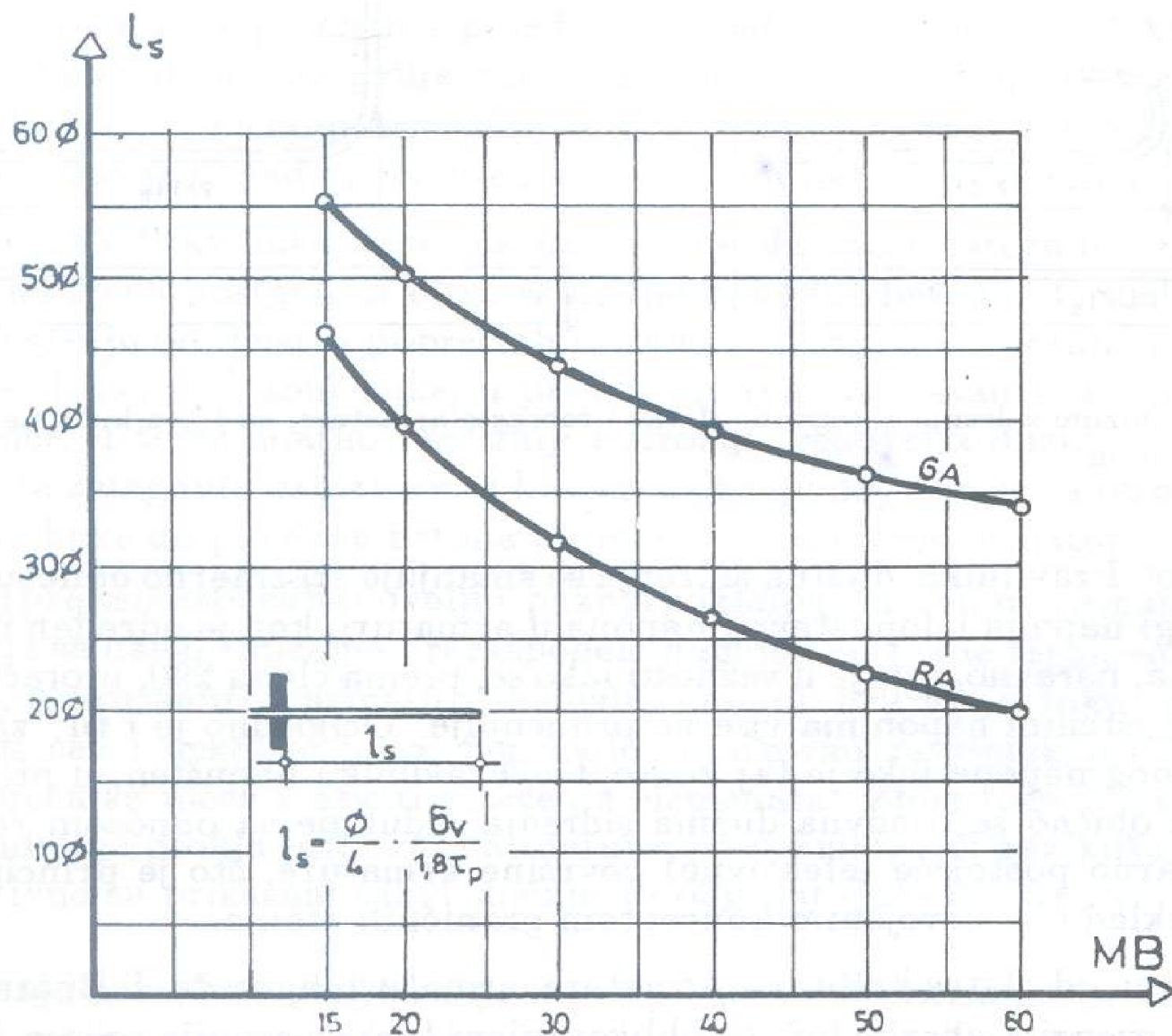
Vrsta čelika	Marka betona (MB)					
	15	20	30	40	50	60
Glatka armatura (GA)	0,60	0,67	0,76	0,85	0,92	0,98
Rebrasta armatura (RA)	1,2	1,4	1,75	2,10	2,45	2,80

153

Sidrenje zategnute glatke armature pravim šipkama bez kuka ne dozvoljava se, izuzev u slučajevima kad se sidrenje sa kukama ne može izvesti.

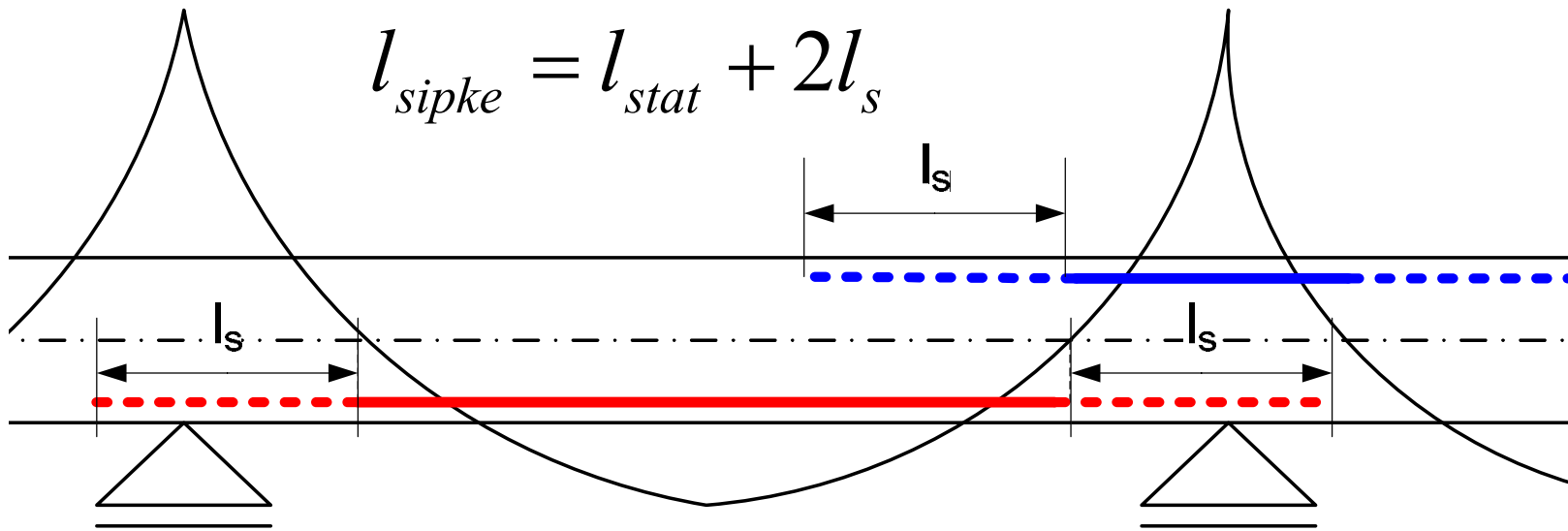
Sidrenje profila zategnute rebraste armature vrši se pravim delom ili pravim delom sa pravougaonom kukom (90°).

Sidrenje profila pritiskute armature po pravilu se vrši bez kuka.



a 148/4 Dijagram dužine sidrenja za glatku i za rebrastu armaturu, u zavisnosti od marke betona i profila armature, za dobre uslove prijanjanja, prema BAB 87

1. Ploče u jednom pravcu

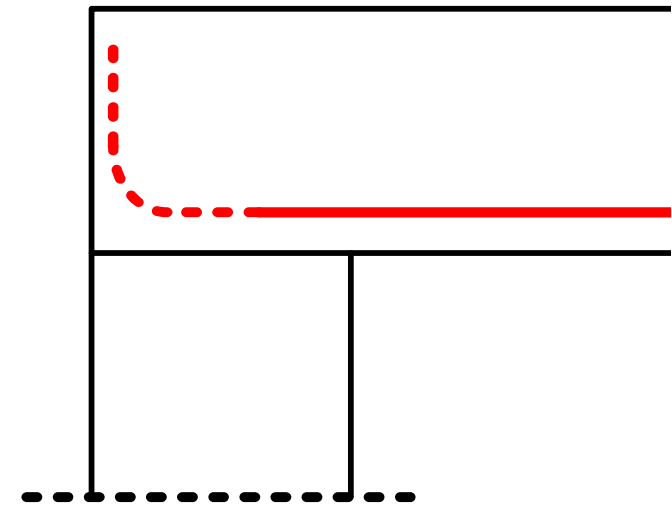


$$l_{s,ef} = \alpha \cdot l_s \cdot \frac{\sigma_{a,ef}}{\sigma_a} \geq l_s \quad \begin{matrix} \alpha = 1 \\ \alpha = 2/3 \end{matrix}$$

$$l_{s,min} = 0.5l_s \geq 10\phi \geq 15cm$$

$$Dobra \cong 30\phi$$

$$Loša \cong 45\phi$$



1. Ploče u jednom pravcu

- Nastavljanje armature (BAB87 član161):

$$l_p = \alpha_1 \cdot l_{s,ef} \geq \frac{l_s}{2}, 15\phi, 20cm$$

- maksimalni procenti nastavljajanja zategnute armature

100% za RA, $\emptyset < 16$;

50% za RA, $\emptyset \geq 16$;

50% za GA, $\emptyset < 16$;

25% za GA, $\emptyset \geq 16$;

1. Ploče u jednom pravcu

Tabela 27. Vrednosti koeficijenata za dužinu nastavka α_1

Čist razmak između dva susedna preklapanja u jednom preseku	Čist razmak od najbliže površine betona	Procent nastavljjanja šipki preklapanjem u jednom preseku				
		20%	25%	33%	50%	> 50%
$a \leq 10\phi$	$b \leq 5\phi$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$a > 10\phi$	$b > 5\phi$	1	1,1	1,2	1,3	1,4

Najveći dozvoljeni procent nastavljjanja zategnute armature preklapanjem u jednom preseku može iznositi:

- 100% za rebrastu armaturu ako se armatura nastavlja sa profilima $\phi < 16$, odnosno 50% za profile $\phi \geq 16$;
- 50% za glatku armaturu $\phi < 16$, odnosno 25% za profile $\phi \geq 16$.

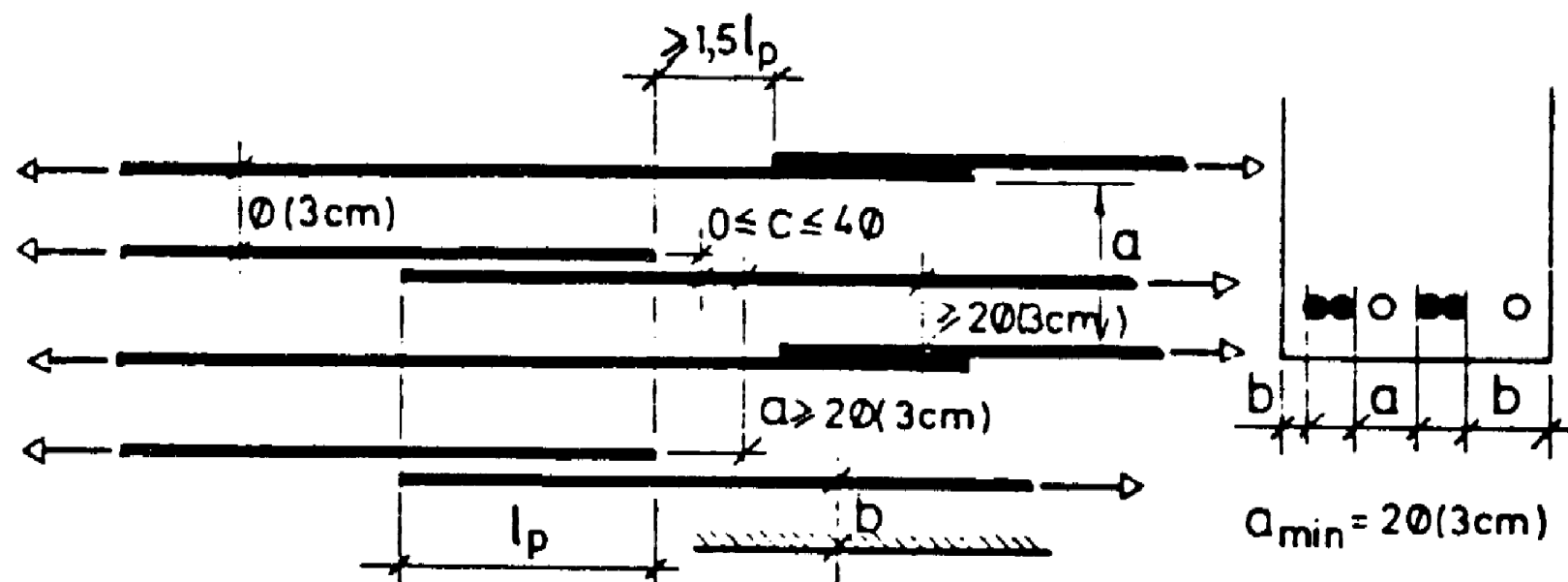
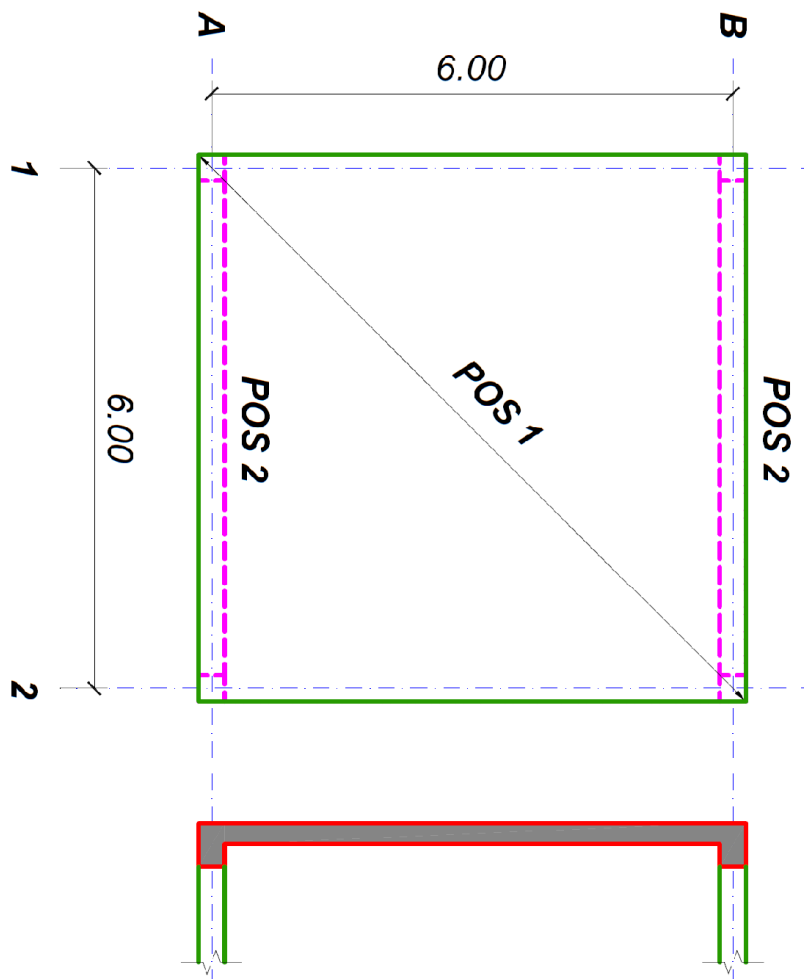


Tabela 27. Vrednosti koeficijenata za dužinu nastavka α_1

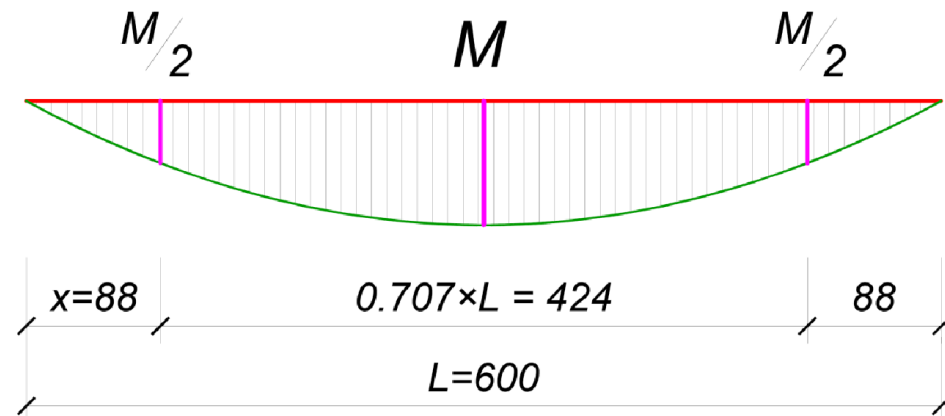
Čist razmak između dva susedna preklapanja u jednom preseku	Čist razmak od najbliže površine betona	Procent nastavljanja šipki preklapanjem u jednom preseku				
		20%	25%	33%	50%	> 50%
$a \leq 10\phi$	$b \leq 5\phi$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$a > 10\phi$	$b > 5\phi$	1	1,1	1,2	1,3	1,4

1. Ploče u jednom pravcu

- Određivanje dužine šipki armature:
 - Pokrivamo dijagram momenata (linije zatežućih sila) sa armaturom



RØ16/10, RØ10/25



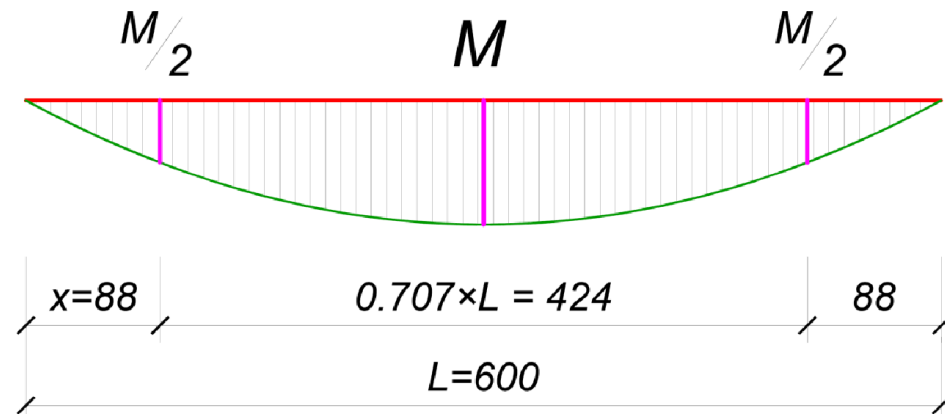
$$x = \frac{L}{2} \times \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 0.146 \times L = 88 \text{ cm}$$

- Usvajamo dve pozije šipki
- Procenjujemo mesto na kom se moment smanji napola maksimalne vrednosti

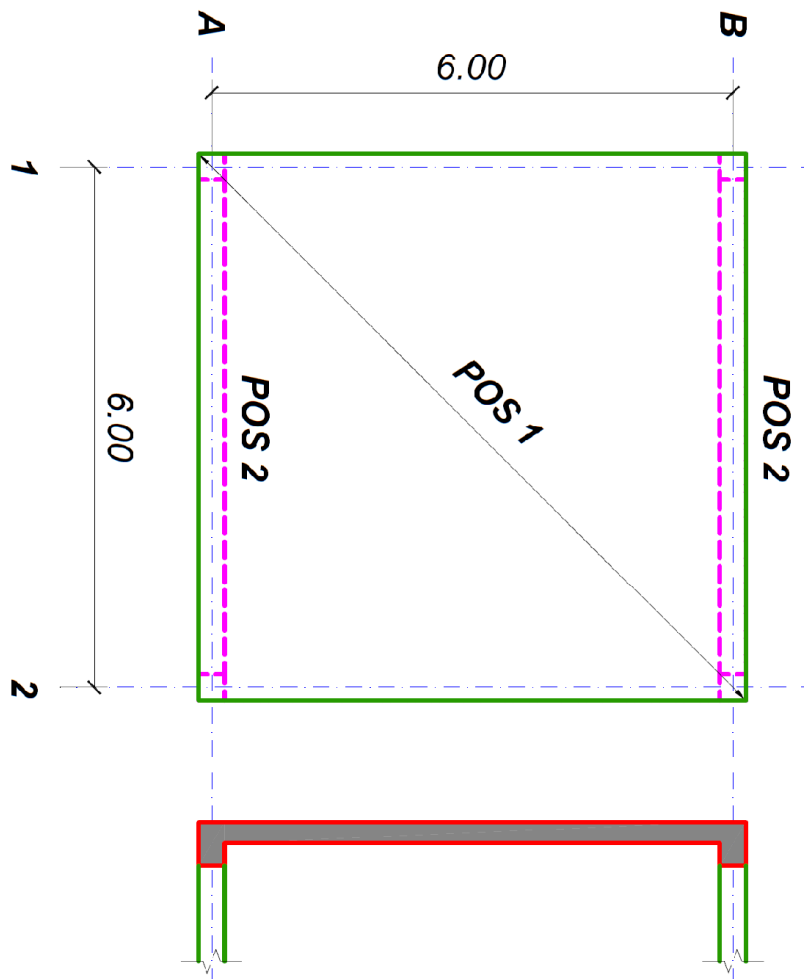
1. Ploče u jednom pravcu

- Određivanje dužine šipki armature:
 - Pokrivamo dijagram momenata (linije zatežućih sila) sa armaturom

$R\emptyset 16/10$, $R\emptyset 10/25$



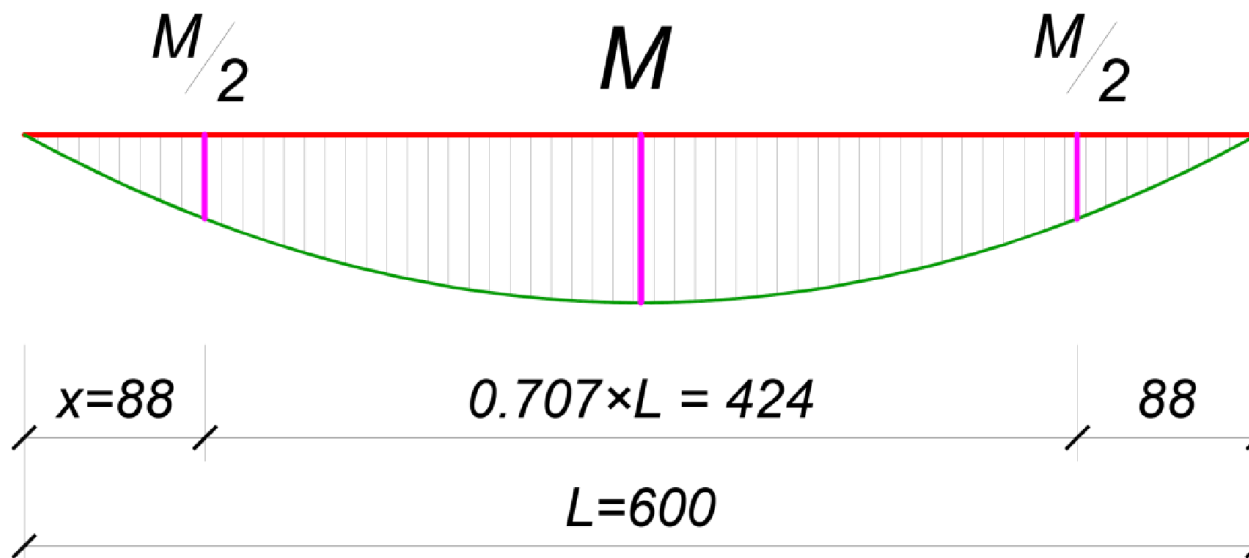
$R\emptyset 16/20$



1. Ploče u jednom pravcu

- *Sidrenje armature:*
 - *Svaka šipka treba da je usidrena!*

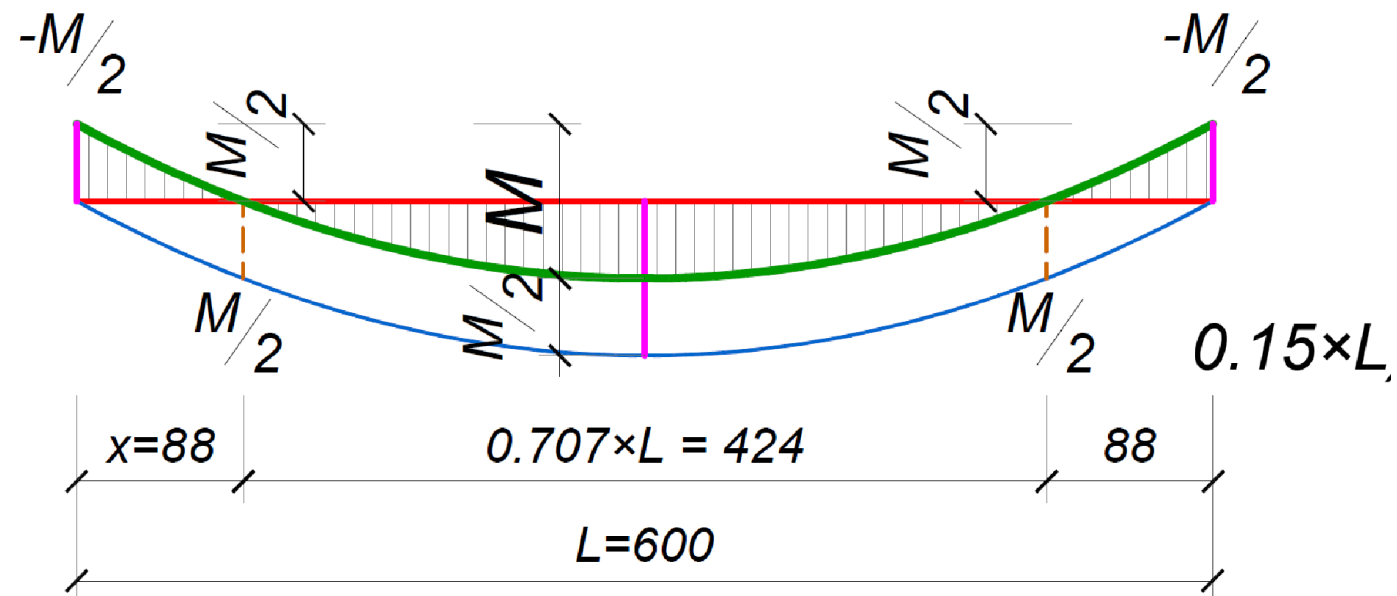
$$L_{s2} = \frac{\emptyset \times 400}{4 \times \left(\frac{2}{3} \times 1.75 \right) \times 1.8} = 47.6 \times \emptyset = 47.6 \times 1.6 = 76 \text{ cm}$$



$$L_g = L_{stat} + 2 \times L_s = 424 + 2 \times 76 = 576 \text{ cm}$$

1. Ploče u jednom pravcu

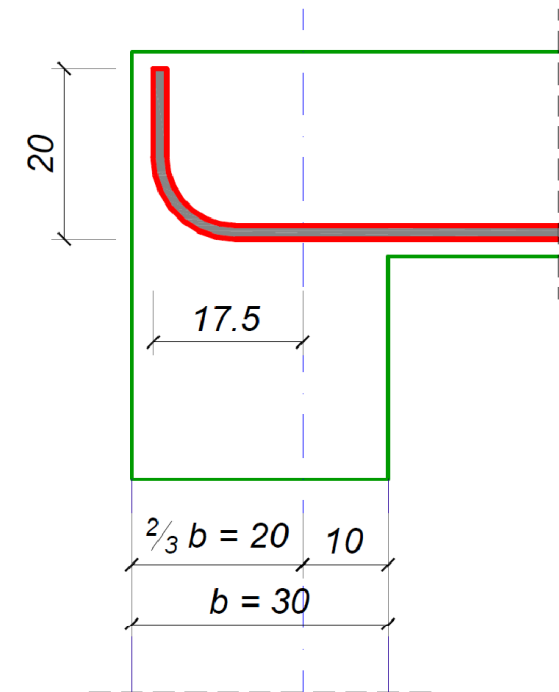
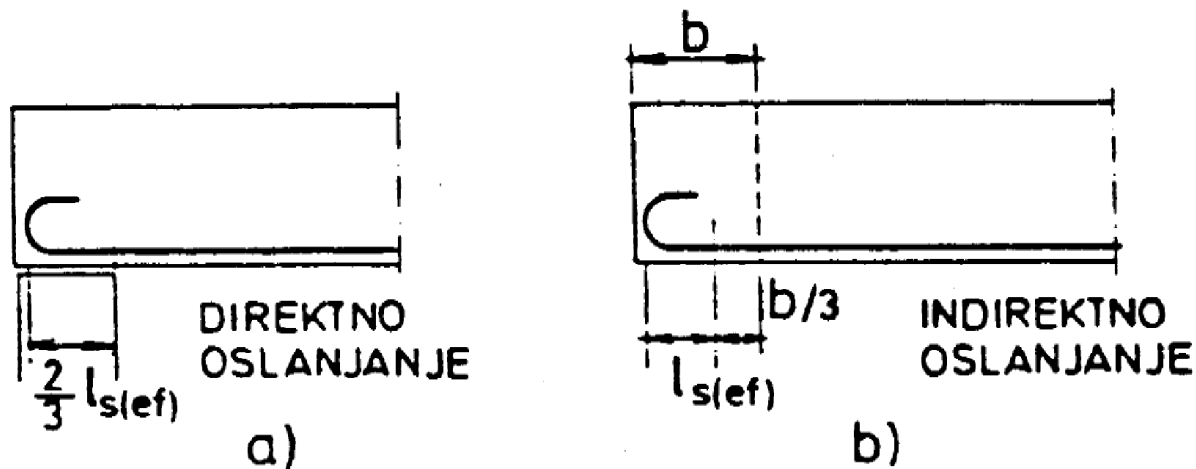
- *Elastično uklještenje:*
 - *Polovina armature iz polja se mora prevesti u gornju zonu iznad oslonaca!*



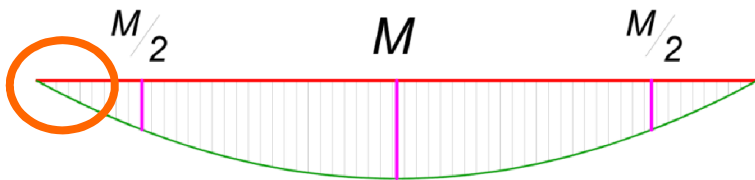
$$L_{s1} = \frac{\emptyset \times 400}{4 \times 1.75 \times 1.8} = 31.7 \times \emptyset = 31.7 \times 1.6 = 51 \text{ cm}$$

1. Ploče u jednom pravcu

- *Elastično uklještenje:*
 - *Sidrenje armature nad osloncem BAB87 član 168!*

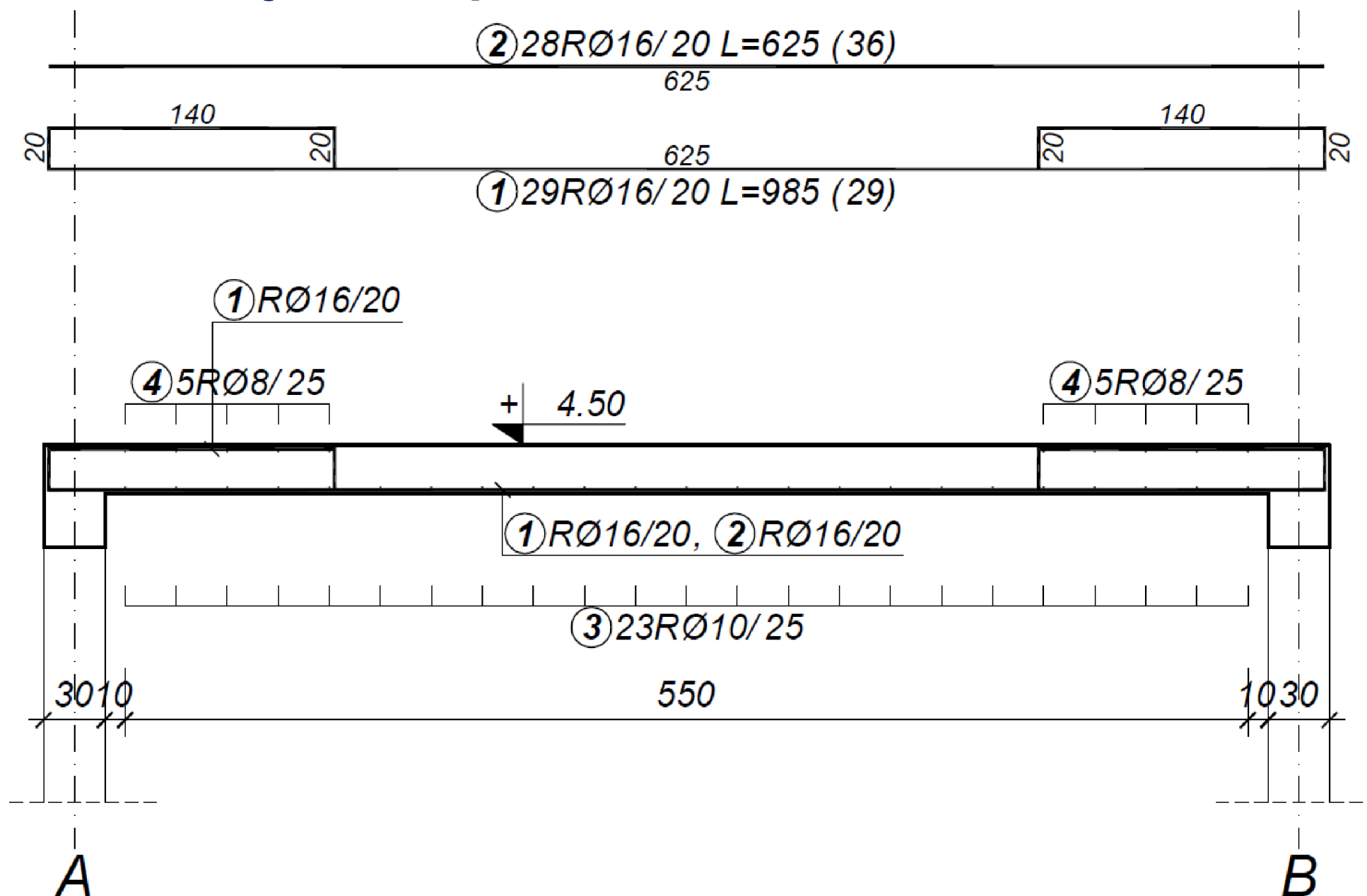


$$L_{s1} = \frac{\emptyset \times 400}{4 \times 1.75 \times 1.8} = 31.7 \times \emptyset = 31.7 \times 1.6 = 51 \text{ cm}$$



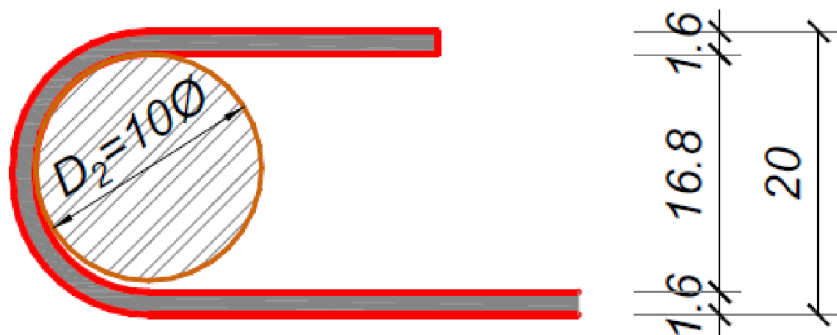
$$37.5 \text{ cm} = L_{s,min} > L_s / 2 = 51 / 2 = 25.5 \text{ cm}$$

1. Ploče u jednom pravcu

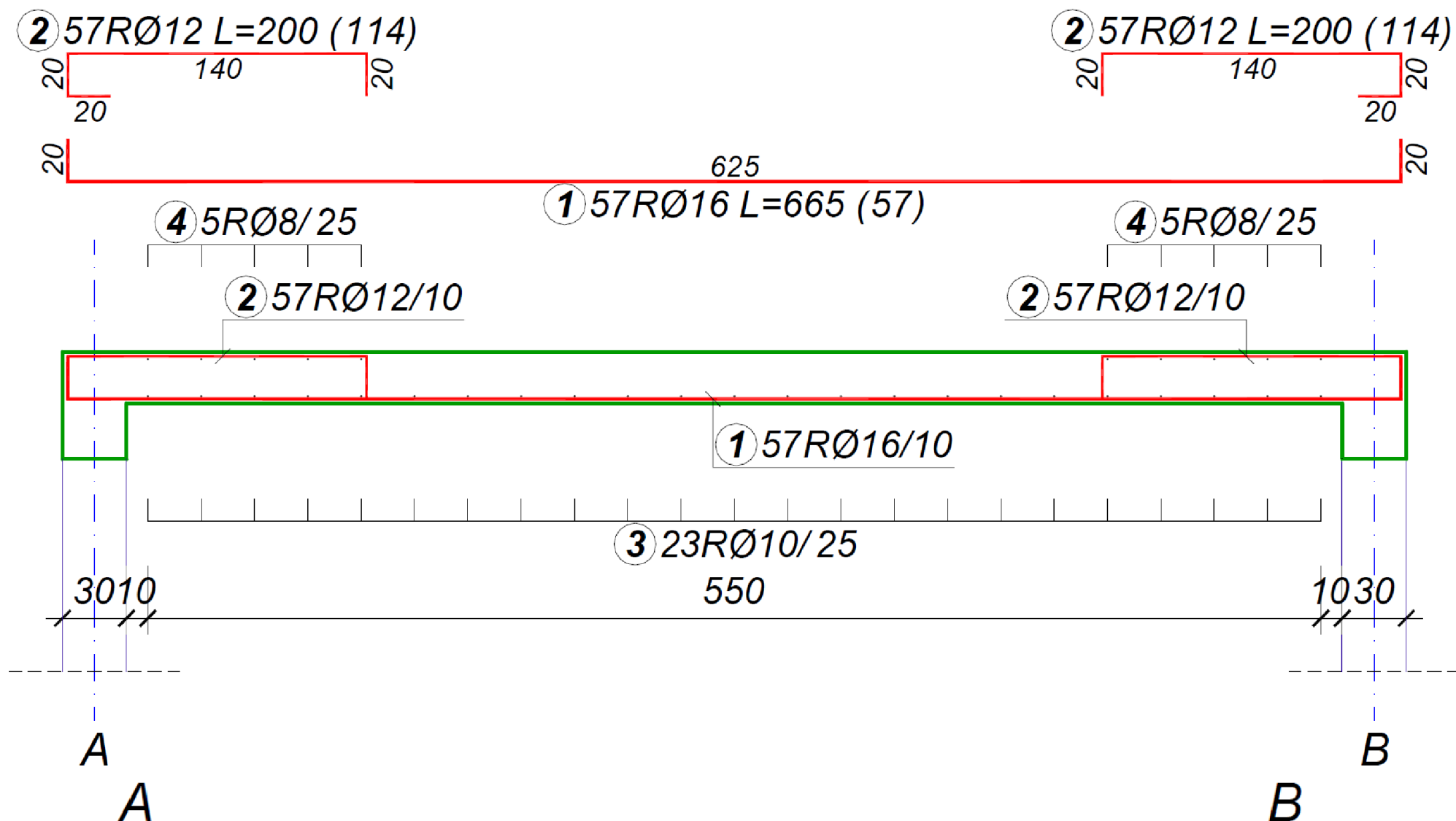


1. Ploče u jednom pravcu

- Oblikovanje armature:
 - Svaka šipka se savija po propisima BAB87, članovi 140 do 147!
 - Unutrašnji prečnik povijanja armature je $15\emptyset$
 - Kod formiranja kuke prečnik povijanja je $10\emptyset$
 - Kod uzengija ($\emptyset_{\max}=12\text{mm}$) je $5\emptyset$

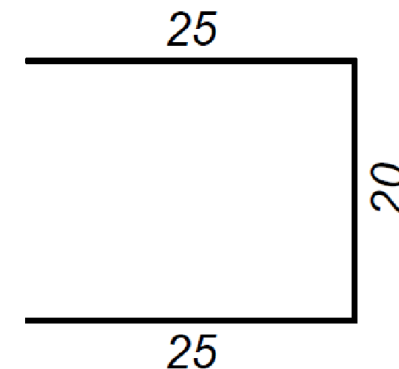


1. Ploče u jednom pravcu

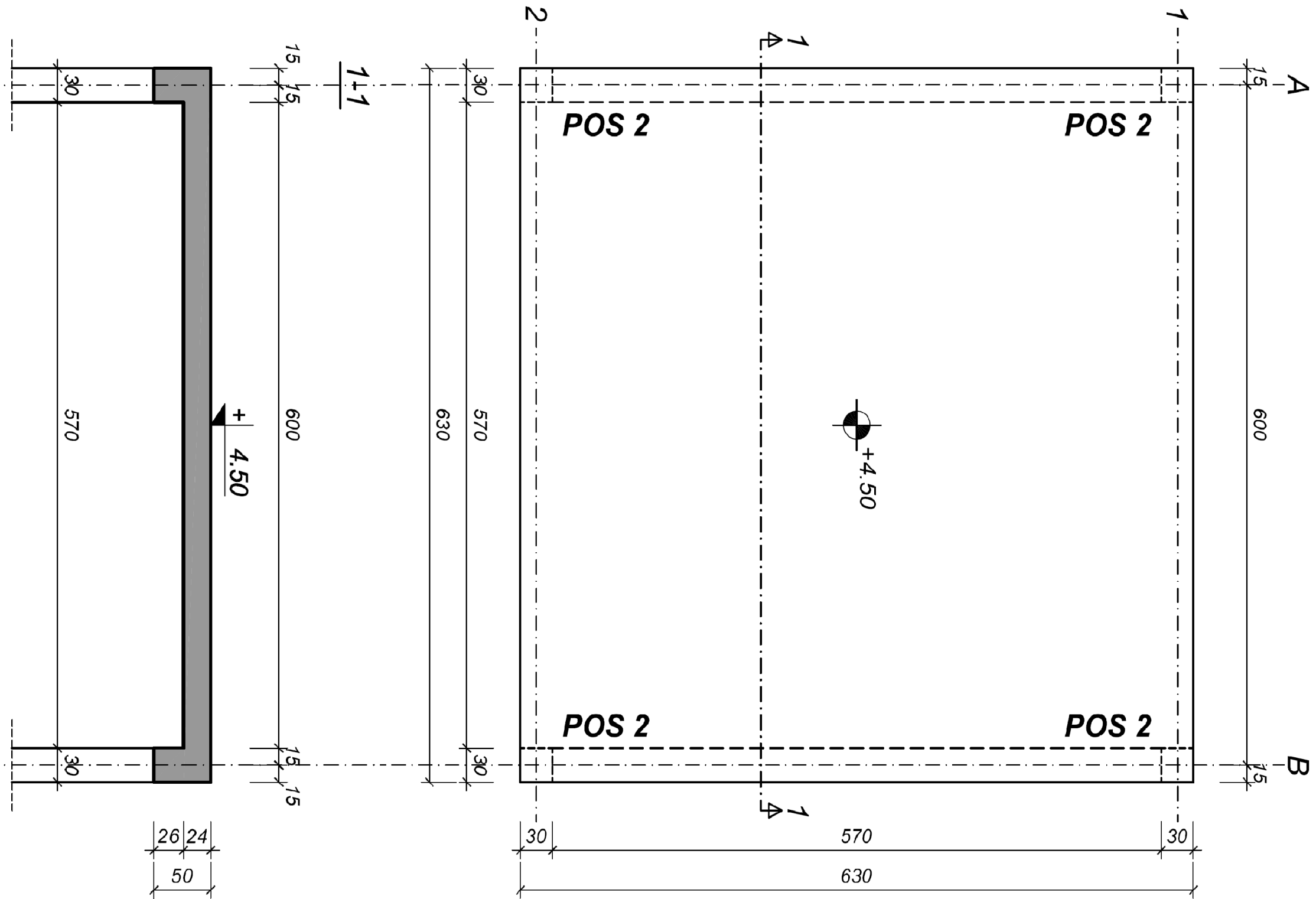


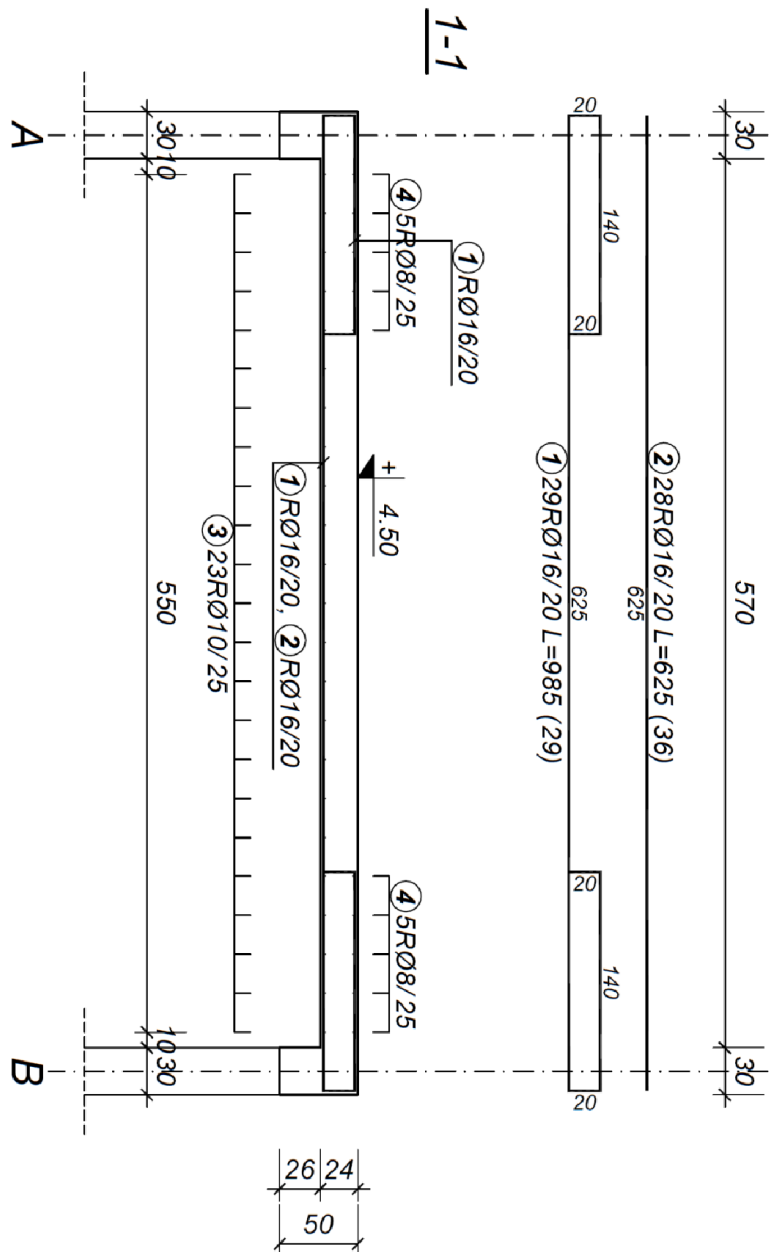
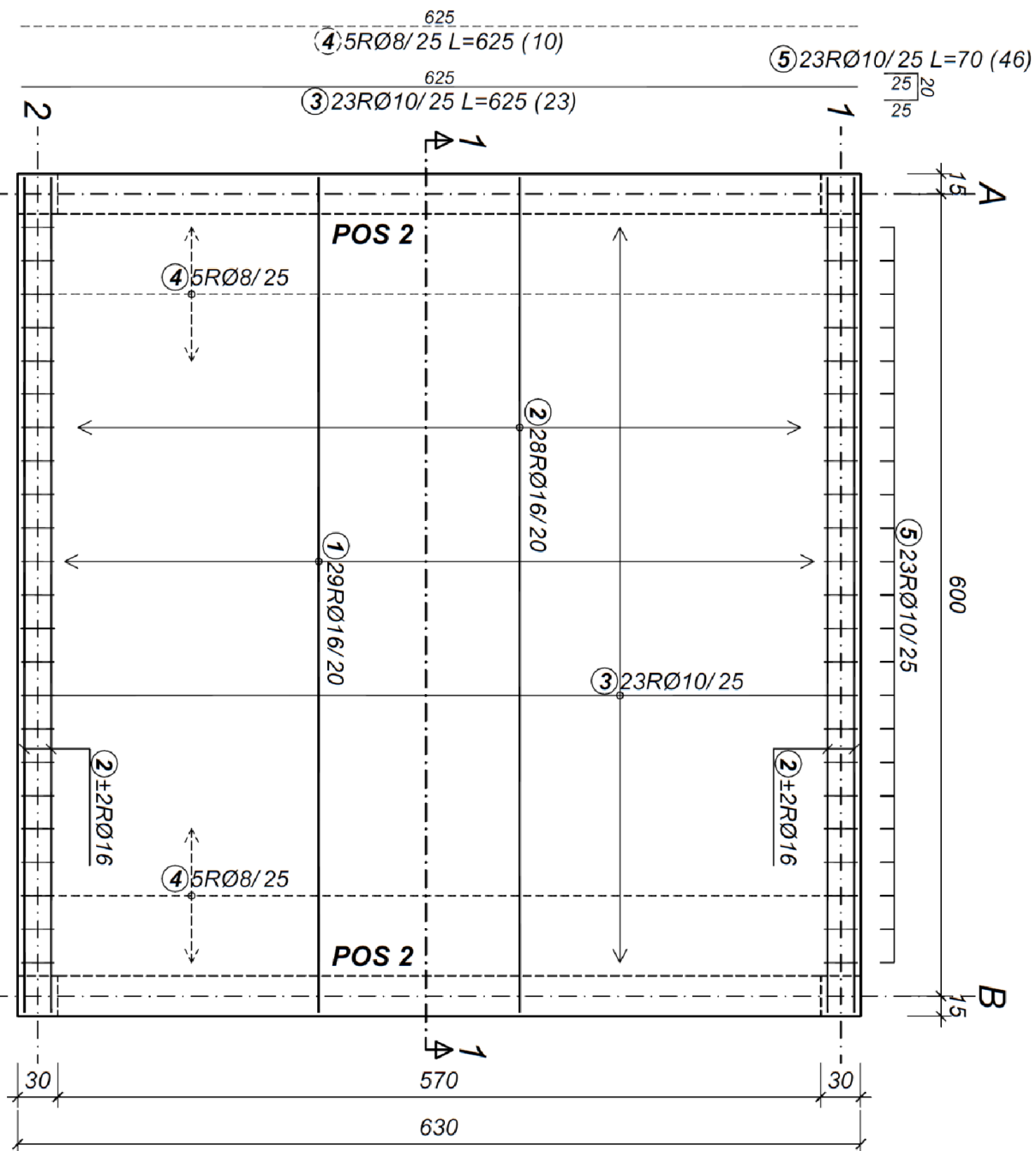
1. Ploče u jednom pravcu

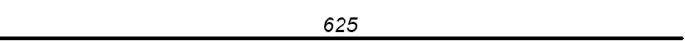
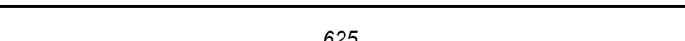
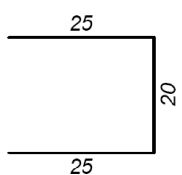
- *Armiranje slobodne ivice ploče, član 210:*
 - *Slobodna ivica se armira ukosnicama prečnika istog kao poprečna armatura ili manjeg i usvaja se na rastojanju do 30cm*



- *Potrebno je usvojiti poprečnu armaturu tamo gde imamo glavnu*





Šipke - specifikacija						
ozn.	oblik i mere [cm]	ozn.	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
POS 1 (1 kom)						
1		RA2	16	9.85	29	285.65
2		RA2	16	6.25	36	225.00
3		RA2	10	6.25	23	143.75
4		RA2	8	6.25	10	62.50
5		RA2	10	0.70	46	32.20

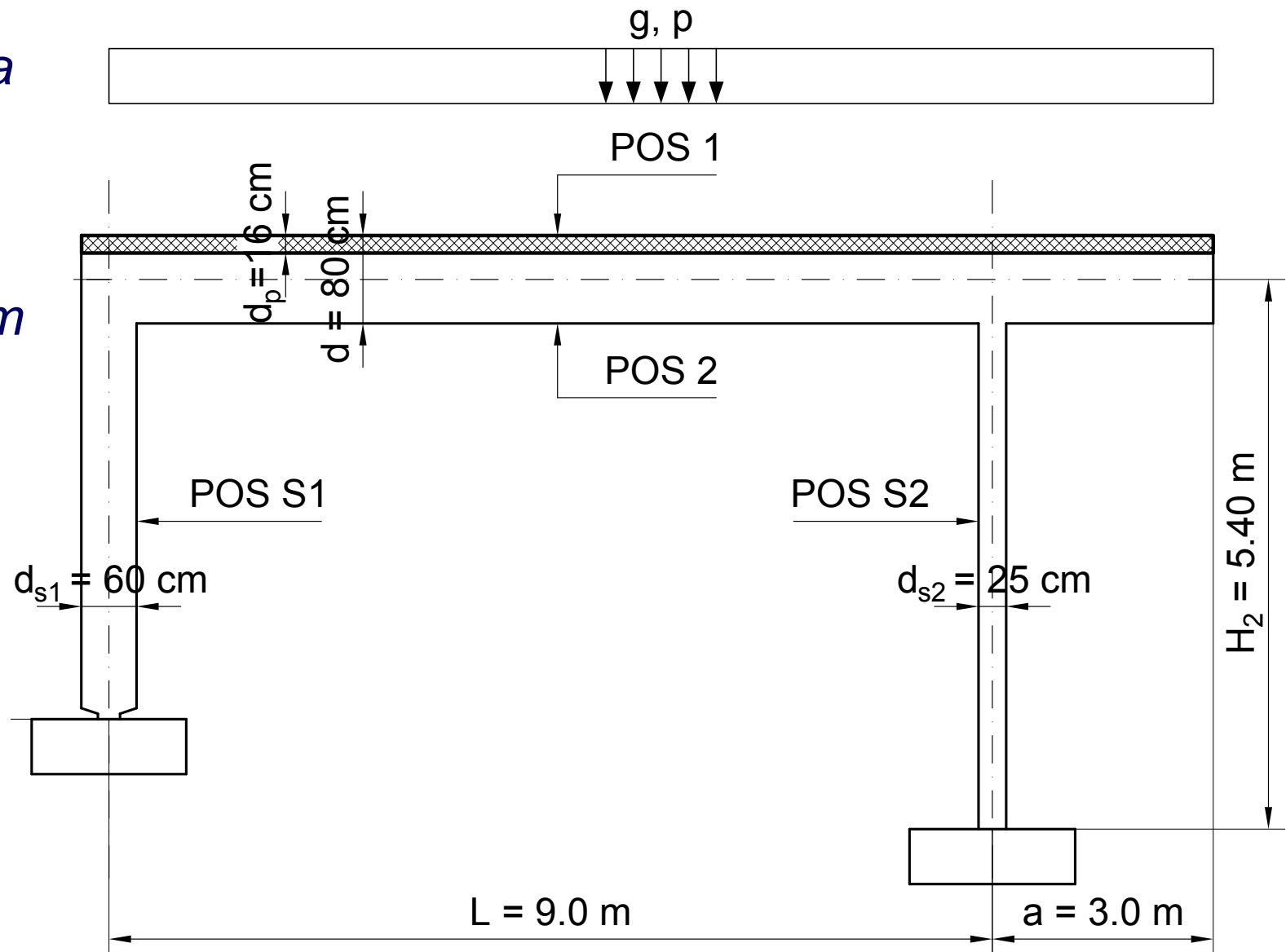
Šipke - rekapitulacija			
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Težina [kg]
RA2			
8	62.50	0.41	25.31
10	175.95	0.63	111.38
16	510.65	1.62	827.76
Ukupno			964.45

3. Primer 2

Ploča je sistema kontinualnog nosača preko dva polja raspona $\lambda=6.0$ m

$$\Delta g = 2.0 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 3.0 \text{ kN/m}^2$$



3. Primer 2

ANALIZA OPTEREĆENJA

a. stalno opterećenje

- sopstvena težina ploče	0.16×25	$= 4.0 \text{ kN/m}^2$
- <u>slojevi, izolacije</u>	Δg	$= 2.0 \text{ kN/m}^2$
ukupno stalno opterećenje	g	$= 6.0 \text{ kN/m}^2$

b. povremeno opterećenje

ukupno povremeno opterećenje	p	$= 3.0 \text{ kN/m}^2$
------------------------------	-----	------------------------

3. Primer 2

PRORAČUN STATIČKIH UTICAJA

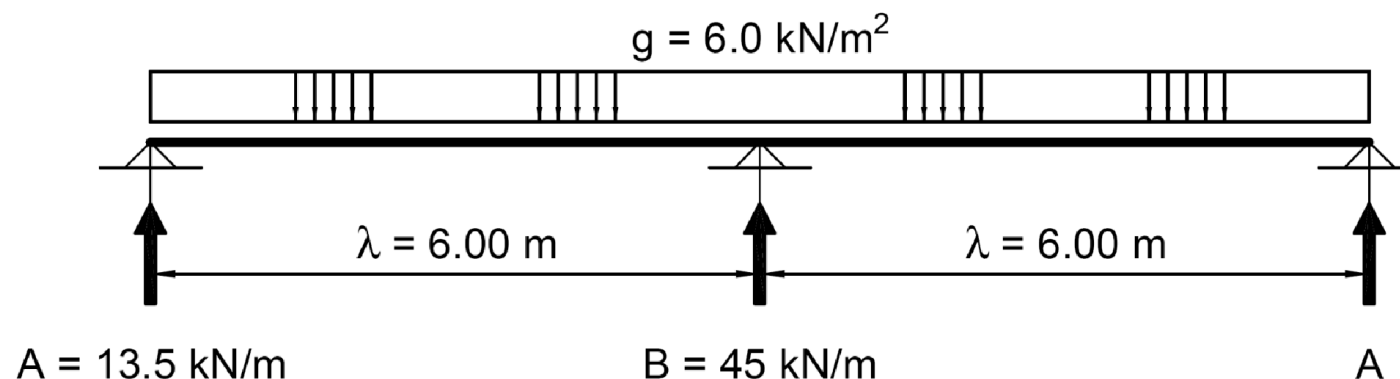
stalno opterećenje

$$A_g = 0.375 \times 6.0 \times 6.0 = 13.5 \text{ kN/m} \quad ;$$

$$B_g = 1.25 \times 6.0 \times 6.0 = 45.0 \text{ kN/m} \quad ;$$

$$M_{g,osl} = 0.125 \times 6.0 \times 6.0^2 = 27.0 \text{ kNm/m} \quad ;$$

$$M_{g,polje} = 0.07 \times 6.0 \times 6.0^2 = 15.2 \text{ kNm/m} \quad ;$$



3. Primer 2

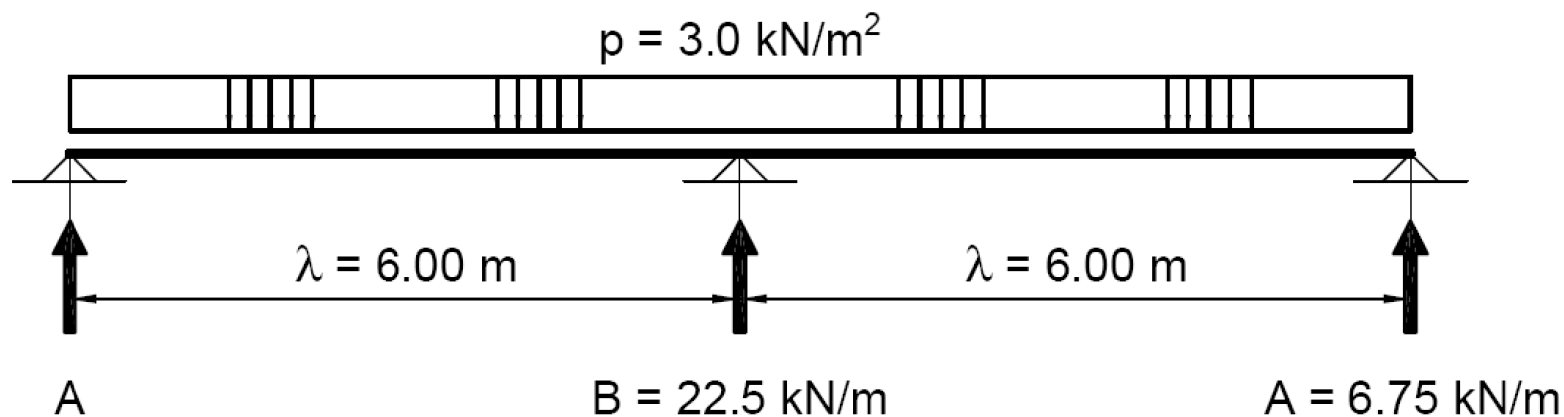
povremeno opterećenje

$$A_p = 0.375 \times 3.0 \times 6.0 = 6.75 \text{ kN/m}$$

$$B_p = 1.25 \times 3.0 \times 6.0 = 22.5 \text{ kN/m}$$

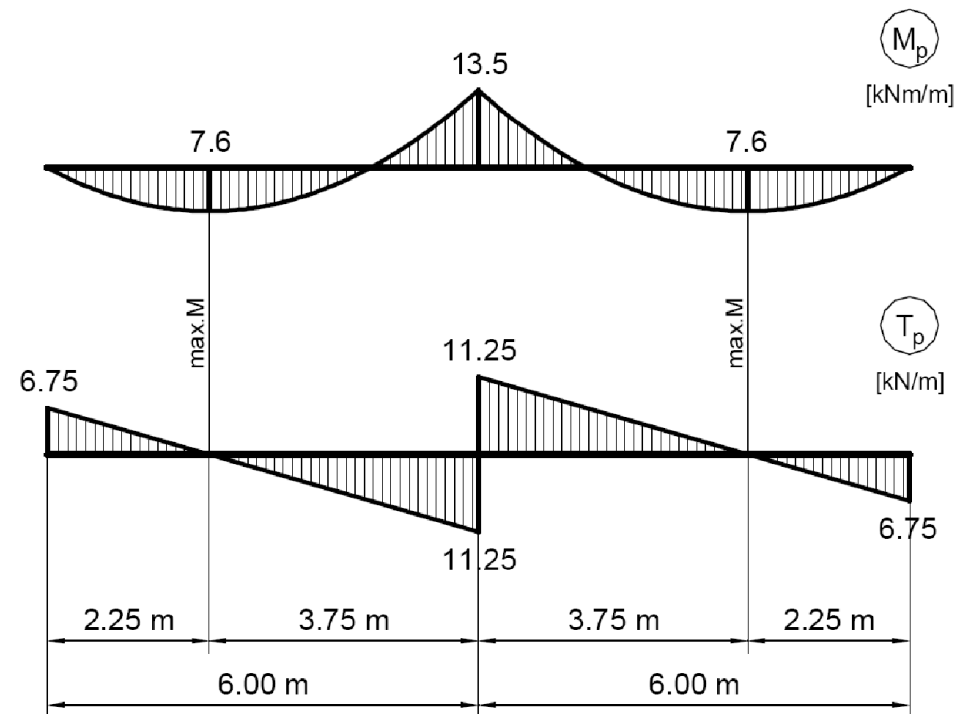
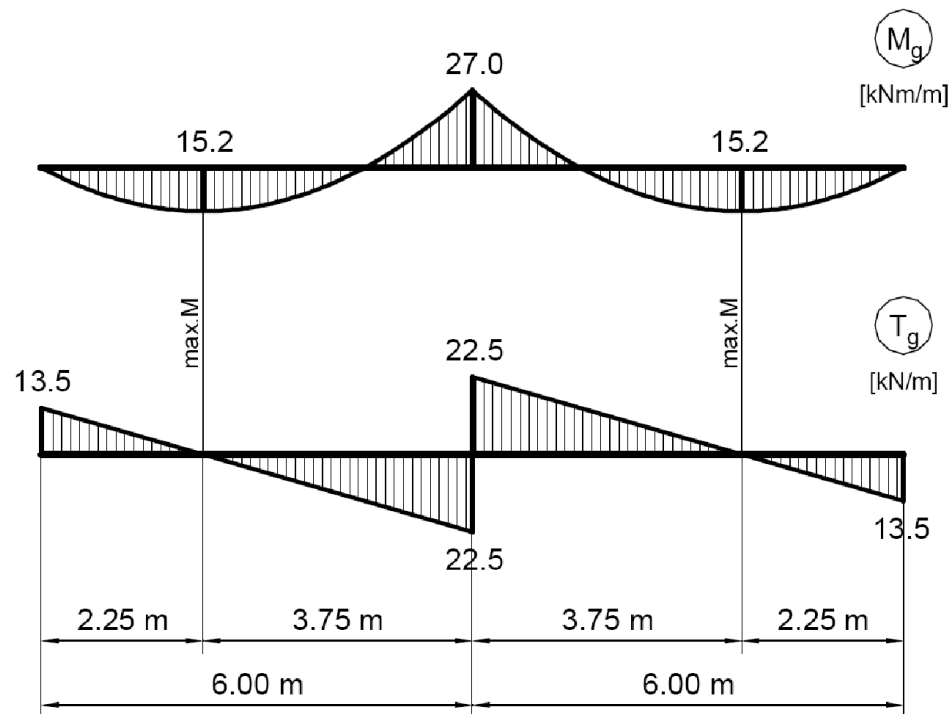
$$M_{p,osl} = 0.125 \times 3.0 \times 6.0^2 = 13.5 \text{ kNm/m}$$

$$M_{p,polje} = 0.07 \times 3.0 \times 6.0^2 = 7.6 \text{ kNm/m}$$



3. Primer 2

61



3. Primer 2

DIMENZIONISANJE

$$\text{MB 30} \Rightarrow f_B = 2.05 \text{ kN/cm}^2 ; \text{RA 400/500} \Rightarrow \sigma_v = 40 \text{ kN/cm}^2$$

gornja zona

$$M_u = 1.6 \times 27.0 + 1.8 \times 13.5 = 67.5 \text{ kNm/m}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 2.5 \text{ cm} \Rightarrow b/d/h = 100/16/13.5 \text{ cm}$$

$$k = \frac{13.5}{\sqrt{\frac{67.5 \times 10^2}{100 \times 2.05}}} = 2.353 \Rightarrow \epsilon_b/\epsilon_a = 3.357/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 20.143\%$$

3. Primer 2

$$A_a = 20.143 \times \frac{100 \times 13.5}{100} \times \frac{2.05}{40} = 13.94 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{a,\min.} = 0.10 \times 16 = 1.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{pretp. } \emptyset 14 (a_a^{(1)} = 1.54 \text{ cm}^2/\text{m}) \quad \Rightarrow \quad e_a = \frac{100 \times a_a^{(1)}}{A_a} = \frac{100 \times 1.54}{13.94} = 11.05 \text{ cm}$$

usvojeno **RØ14/10** (15.39 cm²/m)

$$A_{ap} = 0.2 \times 13.94 = 2.79 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{ap,\min.} = 0.085 \times 16 = 1.36 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{pretp. } \emptyset 10 (a_{ap}^{(1)} = 0.785 \text{ cm}^2/\text{m}) \quad \Rightarrow \quad e_{ap} = \frac{100 \times a_{ap}^{(1)}}{A_{ap}} = \frac{100 \times 0.785}{2.79} = 28.2 \text{ cm}$$

usvojeno **RØ10/25** (3.14 cm²/m)

3. Primer 2

donja zona

$$M_u = 1.6 \times 15.2 + 1.8 \times 7.6 = 38.0 \text{ kNm/m}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 2.5 \text{ cm} \Rightarrow b/d/h = 100/16/13.5 \text{ cm}$$

$$k = \frac{13.5}{\sqrt{\frac{38.0 \times 10^2}{100 \times 2.05}}} = 3.136 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 1.963/10\text{‰} ; \bar{\mu} = 10.835\%$$

$$A_a = 10.835 \times \frac{100 \times 13.5}{100} \times \frac{2.05}{40} = 7.50 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{a,\text{min.}} = 1.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

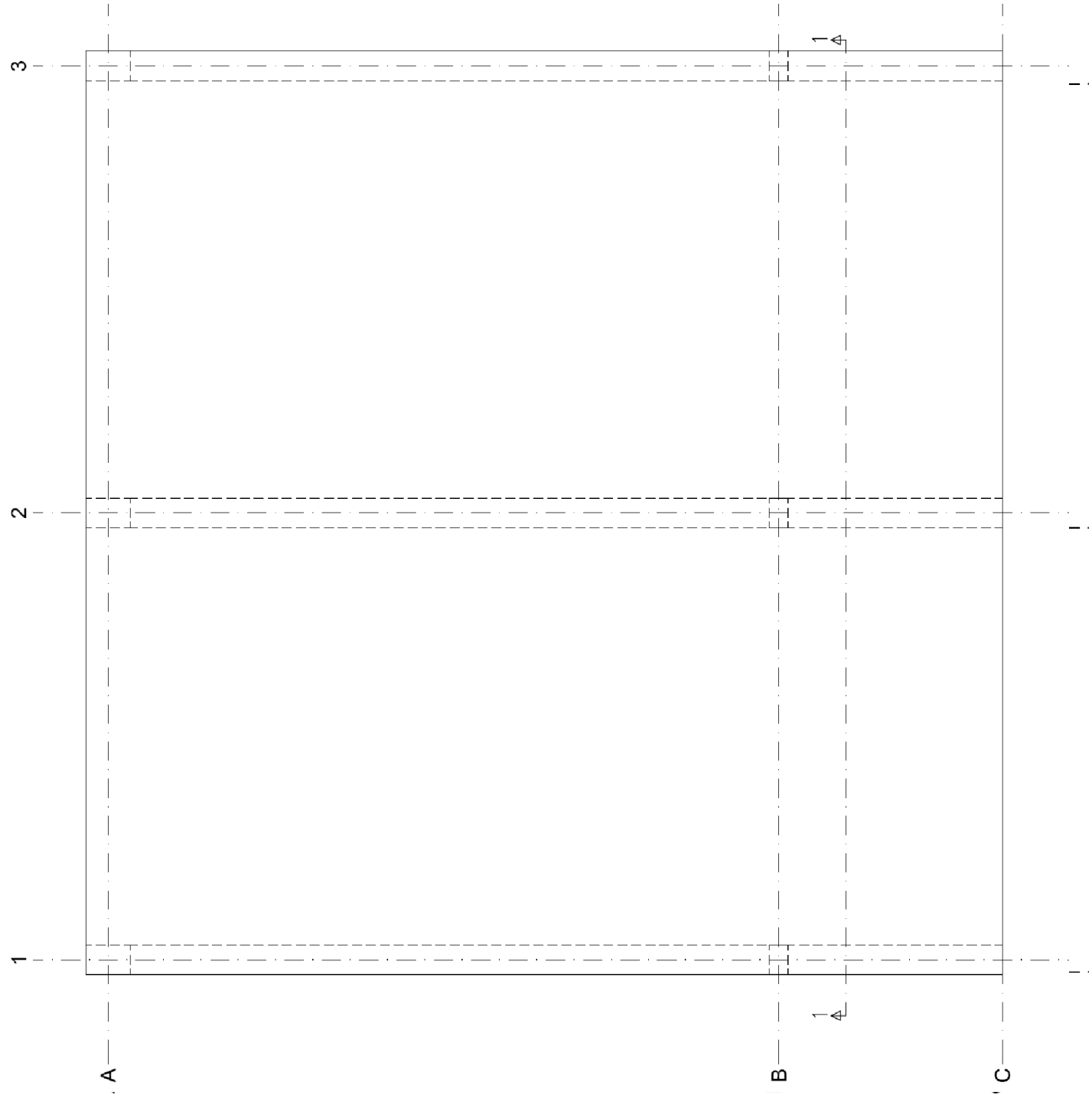
$$\text{pretp. } \emptyset 10 (a_a^{(1)} = 0.785 \text{ cm}^2/\text{m}) \Rightarrow e_a = \frac{100 \times a_a^{(1)}}{A_a} = \frac{100 \times 0.785}{7.50} = 10.5 \text{ cm}$$

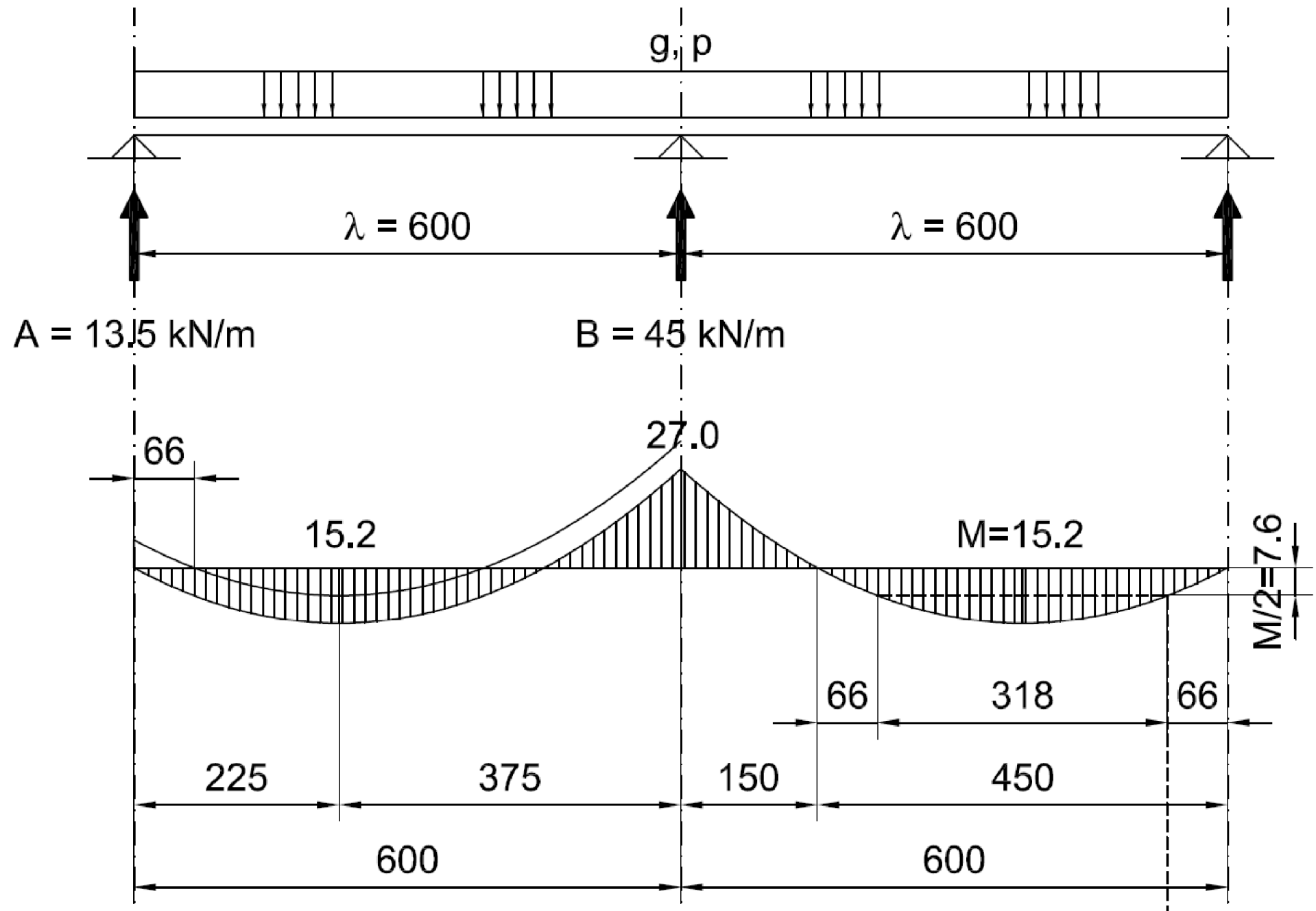
usvojeno **RØ10/10** (7.85 cm²/m)

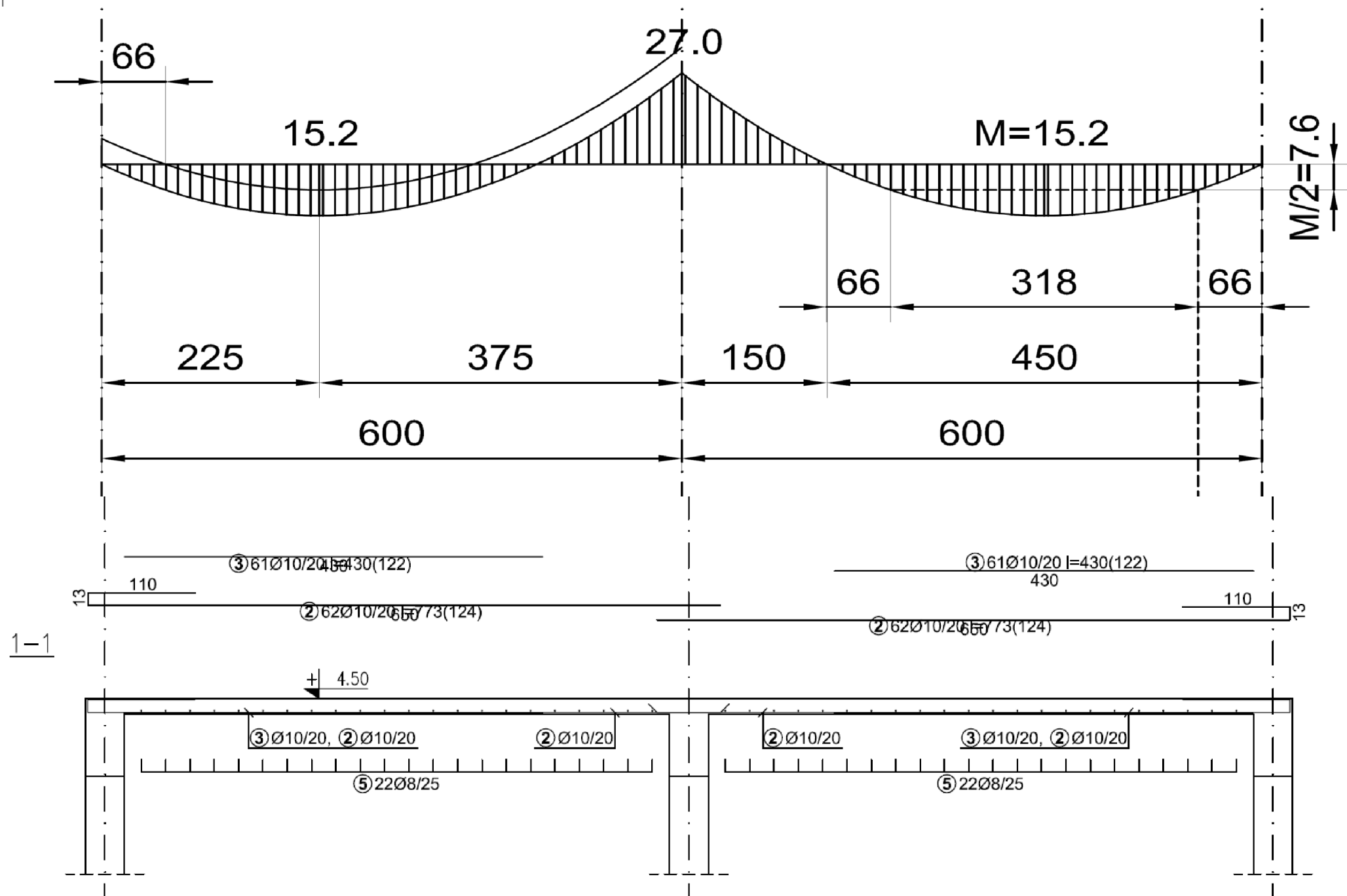
$$A_{ap} = 0.2 \times 7.50 = 1.50 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{ap,\text{min.}} = 1.36 \text{ cm}^2/\text{m}$$

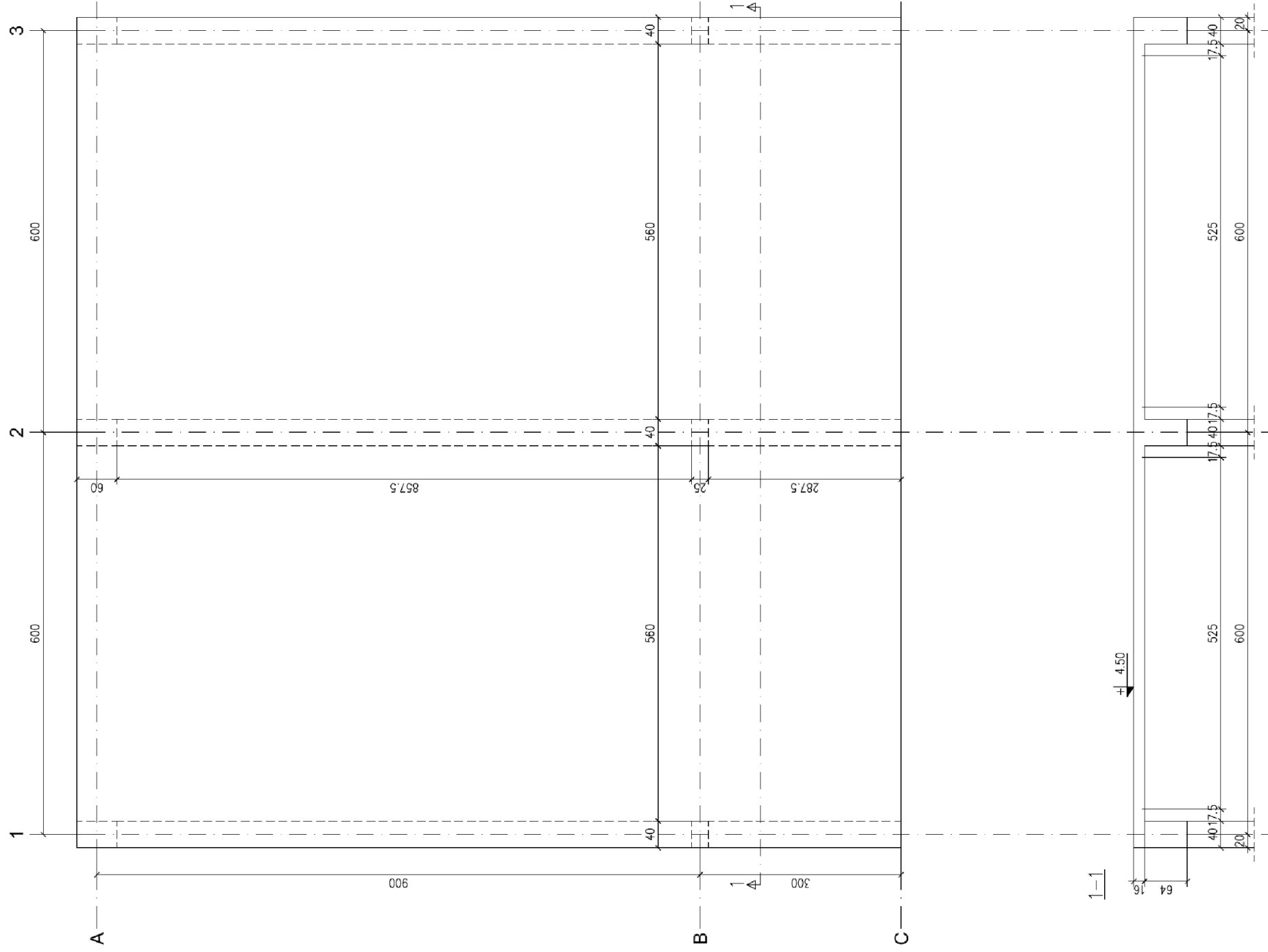
$$\text{pretp. } \emptyset 8 (a_{ap}^{(1)} = 0.503 \text{ cm}^2/\text{m}) \Rightarrow e_{ap} = \frac{100 \times a_{ap}^{(1)}}{A_{ap}} = \frac{100 \times 0.503}{1.50} = 33.5 \text{ cm}$$

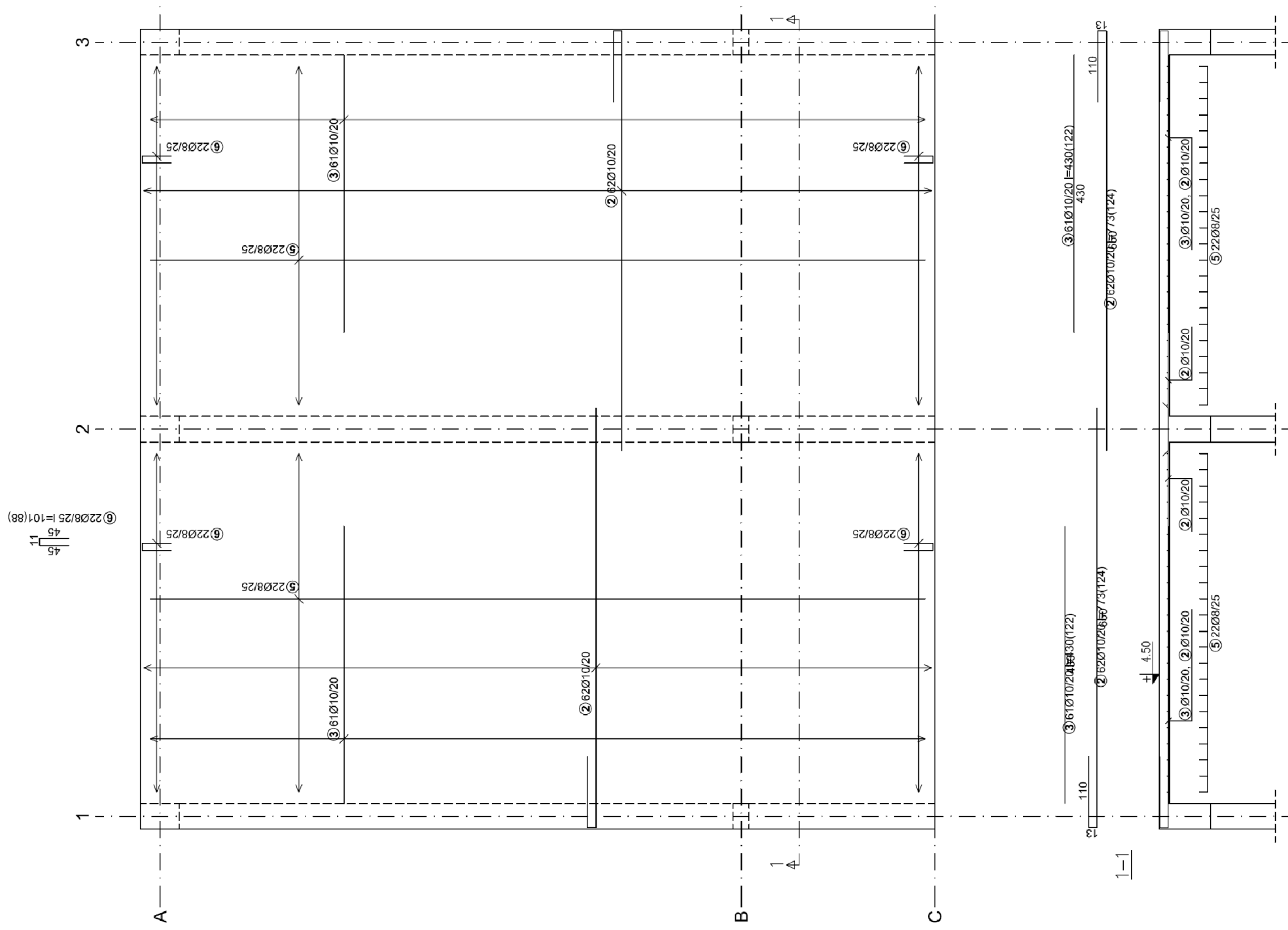
usvojeno **RØ8/25** (2.01 cm²/m)



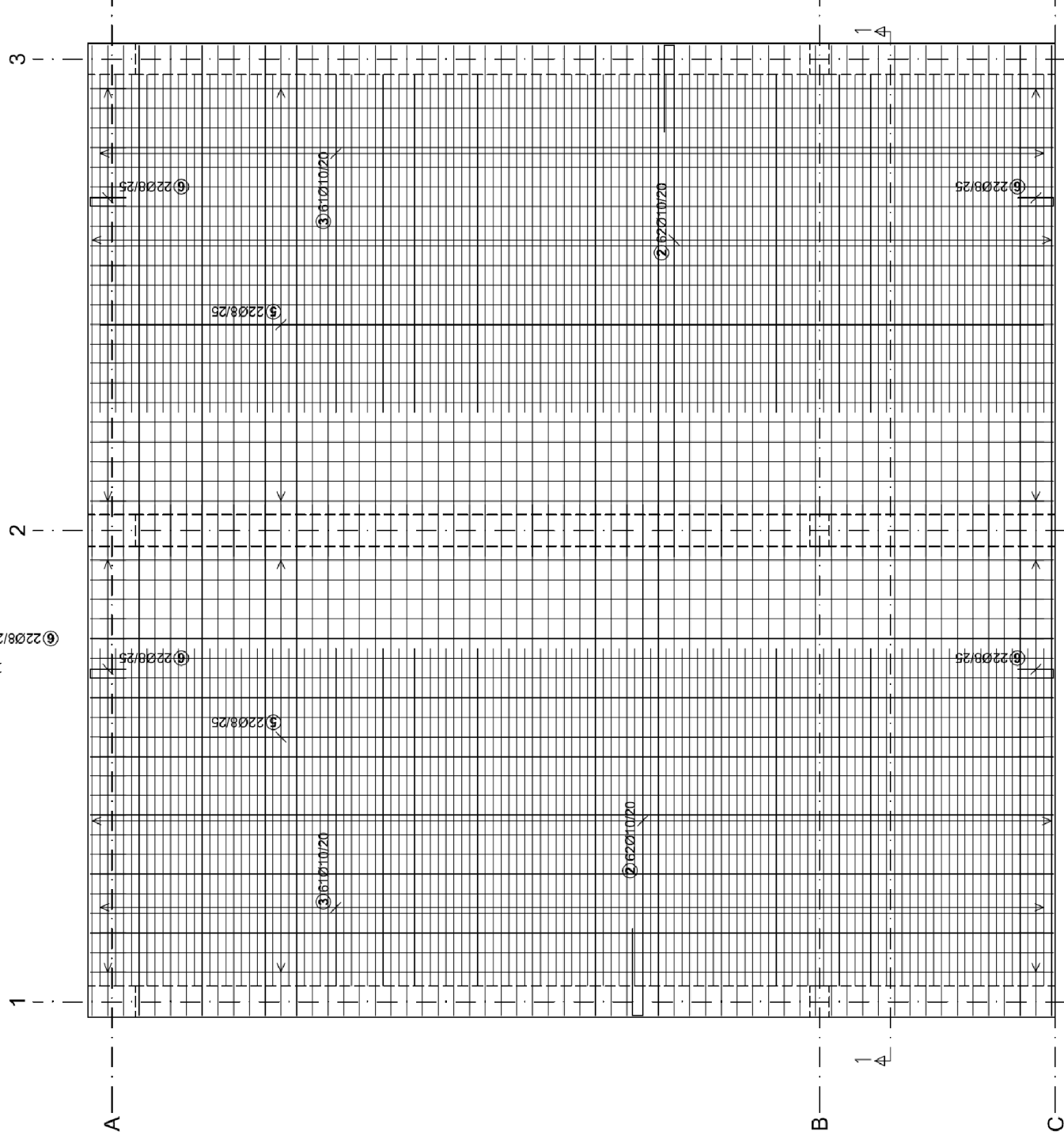








⑥ 22Ø8/25 I=101(88)
45
11
45



③ 61Ø10/20 I=430(122)

110

② 62Ø10/20 I=430(124)

110

+ 4.50

③ 61Ø10/20 I=430(122)

430

② 62Ø10/20 I=430(124)

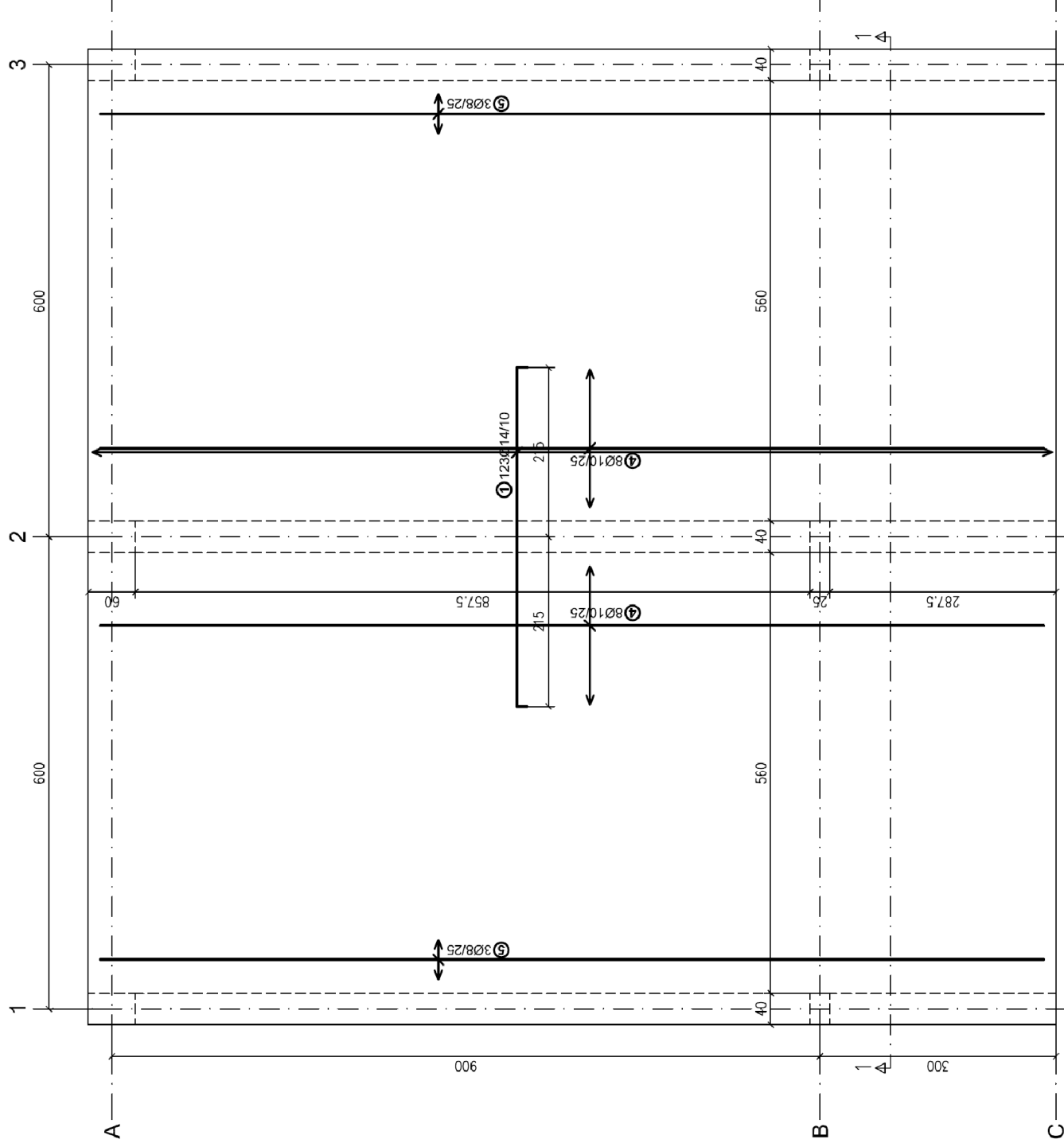
110

③ 61Ø10/20, ② 62Ø10/20
⑤ 22Ø8/25

② 62Ø10/20

③ 61Ø10/20

⑤ 22Ø8/25



① 123Ø14/10 | =456(123)

