

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

$$M_u = \pm 300 \text{ kNm}$$

1.1.1 ZATEGNUTA DONJA IVICA PRESEKA

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

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

$$k = \frac{55}{\sqrt{\frac{300 \times 10^2}{200 \times 2.05}}} = 6.43 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 0.785/10\% ; \bar{\mu} = 2.481\% ; s = 0.073$$

$$x = s \times h = 0.073 \times 55 = 4.0 \text{ cm} < 16 \text{ cm} = d_p$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 2.481 \times \frac{200 \times 55}{100} \times \frac{2.05}{40} = 13.99 \text{ cm}^2$$

1.1.2 ZATEGNUTA GORNJA IVICA PRESEKA

$$k = \frac{55}{\sqrt{\frac{300 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.875 \Rightarrow \varepsilon_b/\varepsilon_a = 2.263/10\% ; \bar{\mu} = 13.015\%$$

$$A_{a,\text{potr.}} = 13.015 \times \frac{40 \times 55}{100} \times \frac{2.05}{40} = 14.67 \text{ cm}^2$$

1.1.3 SIMETRIČNO ARMIRANJE

$$M_u = 300 \text{ kNm} \Rightarrow m_u = \frac{M_u}{b \times d^2 \times f_B} = \frac{300 \times 10^2}{40 \times 60^2 \times 2.05} = 0.102$$

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

Sa dijagrama interakcije za ove vrednosti se očitava: $\bar{\mu}_1 \approx 0.119$:

$$A_{a1} = \bar{\mu}_1 \times b \times d \times \frac{f_B}{\sigma_v} = 0.119 \times 40 \times 60 \times \frac{2.05}{40} = 14.59 \text{ cm}^2 = A_{a2}$$

	T	P	D.I.
300	13.99	14.67	14.59
600	28.33	31.91	29.64
900	42.98	52.16	44.71

P1. Dimenzionisati stub pravougaonog poprečnog preseka, širine 30 cm, opterećen silama pritiska usled stalnog, odnosno povremenog opterećenja. Uticaj izvijanja se može zanemariti.

$$N_g = 500 \text{ kN} \quad N_p = 1000 \text{ kN} \quad \text{MB 30} \quad \text{GA 240/360}$$

Dopušteni središnji napon u betonu se određuje prema članu 122 Pravilnika BAB 87. Pretpostavlja se da je manja dimenzija stuba $\min(b,d) \geq 20 \text{ cm}$, pa sledi:

$$\text{MB 30} \Rightarrow \sigma_s = 8 \text{ MPa} = 0.8 \text{ kN/cm}^2$$

Iz veze napon-dilatacija (za oba materijala važi Hooke-ov zakon) i uslova zajedničkog rada betona i čelika sledi jednakost dilatacija, odnosno:

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b} = \varepsilon_a = \frac{\sigma_a}{E_a} \Rightarrow \sigma_a = \frac{E_a}{E_b} \times \sigma_b = n \times \sigma_b$$

U proračunu po teoriji dopuštenih napona se usvaja vrednost broja ekvivalencije $n=10$, bez obzira što je stvarni odnos modula deformacije čelika i betona manji. Dakle, napon u armaturi je desetostruko veći od napona u betonu σ_s , što je znatno manje od dopuštenih vrednosti napona u armaturi i za glatku i za rebrastu armaturu (član 124 PBAB).

Tabela 21. Dopušteni naponi u armiranom betonu (MPa)

Vrste napona	Oblasti primene	Marka betona (MB)							
		15	20	30	40	50	60		
Središnji naponi pritiska σ_s	stubovi	$b \geq 20$ cm (1)							
	zidna platna	$d \geq 15$ cm (2)							
	sandučasti presecci	$d \geq 12$ cm							
	stubovi	$b < 20$ cm							
	zidna platna	$d < 15$ cm							
	sandučasti presecci	$d < 12$ cm							
Ivični naponi pritiska σ_r	pravo savijanje ili koso čisto savijanje	stubovi $b \geq 12$ cm	6	8	12	16	18,5	20,5	
		grede ploče $d \geq 12$ cm							
	koso složeno savijanje	stubovi $b < 20$ cm	4,5	6	9	12	14	16	
		ploče $d < 12$ cm	7	9	13,5	18	20,5	23	
	Glavni naponi natezanja τ_a	konstrukcijska armatura	savijanje ili torzija		0,5	0,6	0,8	1	1,1
proračunska armatura		savijanje i torzija		0,6	0,8	1	1,1	1,2	1,3
		jednovremeno savijanje ili torzija		1,5	1,8	2,2	2,6	3	3,4
proračunska gusta armatura		jednovremeno savijanje i torzija		1,9	2,2	2,3	3,4	4,9	4,4
	jednovremeno savijanje		1,5	2,5	3,3	4	4,5	5	

1) b - manja strana stuba2) d - debljina platna, zida sandučastog preseka ili ploče

Uslov ravnoteže normalnih sila može napisati u obliku:

$$N = A_b \times \sigma_b + A_a \times \sigma_a = A_b \times \sigma_b + A_a \times n \times \sigma_b = \sigma_b \times (A_b + n \times A_a) = \sigma_b \times A_i$$

gde je sa A_i označena tzv. idealizovana površina preseka. Uslov ravnoteže momenata savijanja identički je zadovoljen ukoliko se usvoji simetričan presek, armiran tako da se težište betonskog preseka i usvojene armature poklapaju i nalaze na napadnoj liniji spoljašnje sile. Gornji izraz se piše i u obliku:

$$N = A_b \times \sigma_b \times \left(1 + n \times \frac{A_a}{A_b}\right) = A_b \times \sigma_b \times (1 + n \times \mu)$$

pri čemu se za napon u betonu usvaja dopuštena vrednost σ_s , a za procenat armiranja μ po pravilu minimalna vrednost $\mu_{min} = 0.6\%$:

$$N = 500 + 1000 = 1500 \text{ kN}$$

$$\mu = 0.6\% \Rightarrow A_{b, \text{potr.}} = \frac{N}{\sigma_s \times (1 + n \times \mu)} = \frac{1500}{0.8 \times (1 + 10 \times 0.6 \times 10^{-2})} = 1769 \text{ cm}^2$$

$$d_{\text{potr.}} = \frac{A_{b, \text{potr.}}}{b} = \frac{1769}{30} = 59 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno } d = 60 \text{ cm}$$

Dobijena vrednost je veća od 20 cm, pa je učinjena pretpostavka o dimenzijama elementa ($\min(b, d) \geq 20$ cm) zadovoljena. U protivnom, bila bi sprovedena korekcija dopuštenog napona i proračun bi bio ponovljen.

$$A_{a, \text{potr.}} = \mu \times A_{b, \text{potr.}} = 0.6 \times 10^{-2} \times 1769 = 10.61 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{usvojeno: } 8\emptyset 14 \text{ (12.32 cm}^2\text{)}$$

P6. Dimenzionisati konzolni stub, visine 3.0 m, pravougaonog poprečnog preseka, širine 30 cm, opterećen silama pritiska usled stalnog, odnosno povremenog opterećenja.

$$N_g = 500 \text{ kN} \quad N_p = 1000 \text{ kN} \quad MB \ 30 \quad GA \ 240/360$$

Problem izvijanja se po klasičnoj teoriji rešava povećanjem zahtevanog procenta armiranja i smanjenjem dopuštenog napona u betonu (članovi 189. i 126. Pravilnika BAB 87).

Najpre se utvrđuje vitkost stuba, koja pri proračunu po teoriji dopuštenih napona treba da se nalazi u granicama od 50 do 120. Kako jedna dimenzija preseka nije poznata, pretpostavlja se da je ona veća od poznate $b=30$ cm, pa širina postaje merodavna. Ukoliko se pretpostavka pokaže pogrešnom, proračun se ponavlja.

$$i_b = \sqrt{\frac{J_b}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{b \times d^3}{12}}{b \times d}} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{30}{\sqrt{12}} = 8.66 \text{ cm}$$

$$\lambda_{b} = \frac{L_{i,b}}{i_b} = \frac{2 \times H}{i_b} = \frac{2 \times 300}{8.66} = 69.3 \quad \begin{cases} > 50 \\ < 120 \end{cases}$$

Dopušteni napon u betonu pri ovoj vitkosti:

$$\sigma_i = 1.4 \times \sigma_s - 0.4 - (\sigma_s - 1) \times \frac{\lambda}{125} = 1.4 \times 8.0 - 0.4 - (8.0 - 1) \times \frac{69.3}{125} = 6.92 \text{ MPa}$$

Posebno se naglašava da se vrednost dopuštenog središnjeg napona u betonu σ_s (član 122 PBAB 87) u izraz za σ_i unosi u **MPa**.

$$\mu_{min.} = \frac{\lambda}{50} - 0.4 = \frac{69.3}{50} - 0.4 = 0.986\%$$

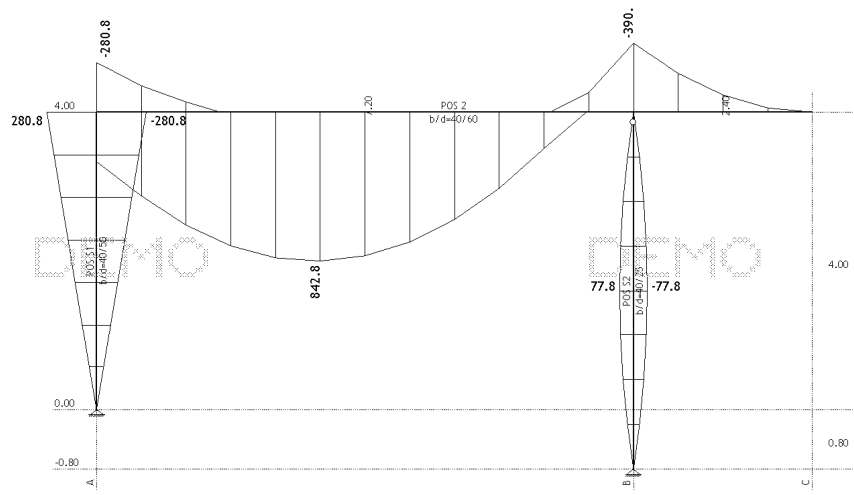
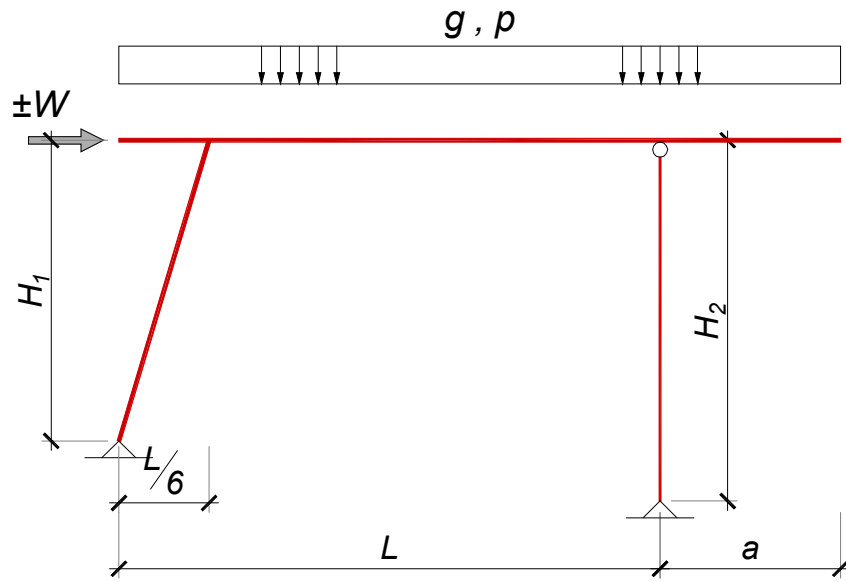
Uvrštavanjem dopuštenog napona σ_i i minimalnog procenta armiranja u uslov ravnoteže normalnih sila, sledi:

$$A_{b,potr.} = \frac{N}{\sigma_i \times (1 + n \times \mu_{min.})} = \frac{500 + 1000}{0.692 \times (1 + 10 \times 0.986 \times 10^{-2})} = 1973 \text{ cm}^2$$

$$d_{potr.} = \frac{A_{b,potr.}}{b} = \frac{1973}{30} = 65.8 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad \text{usvojeno } d = 65 \text{ cm}$$

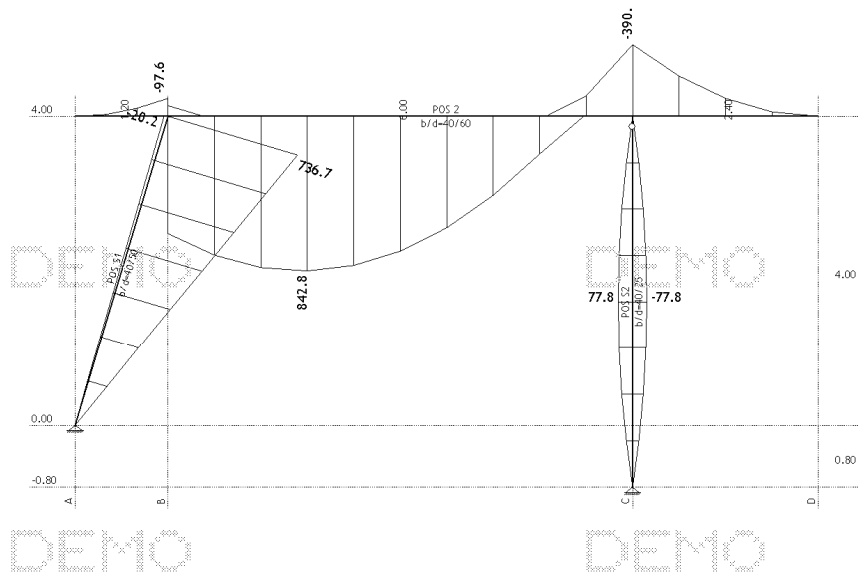
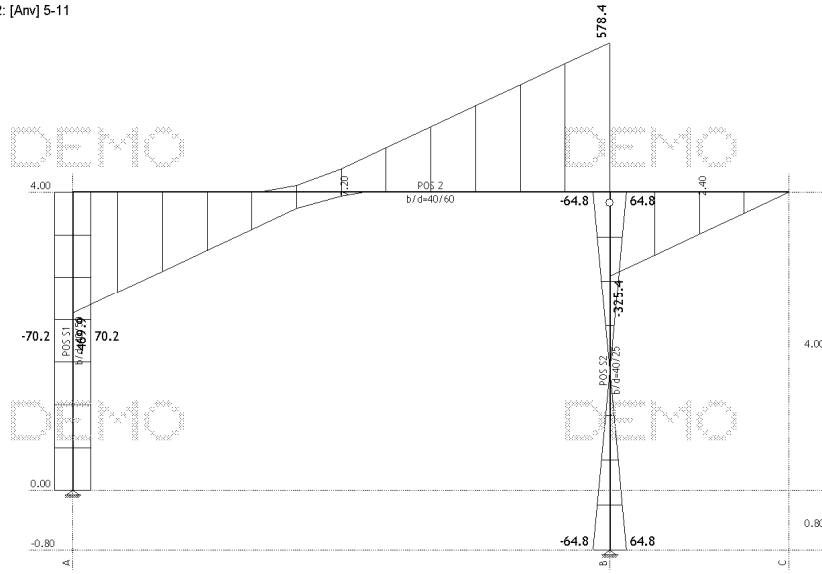
Dobijena vrednost je veća od $b=30$ cm, pa je učinjena pretpostavka o merodavnoj dimenziji za izvijanje zadovoljena. U protivnom, bila bi sprovedena korekcija dopuštenog napona i proračun bi bio ponavljen.

$$A_{a,potr.} = \mu \times A_{b,potr.} = 0.986 \times 10^{-2} \times 1973 = 19.45 \text{ cm}^2$$



Utjecaji u gredi: max M3= 842.8 / min M3= -390.5 kNm

Opt. 12: [Anv] 5-11



Uticaji u gredi: max M3= 842.8 / min M3= -390.5 kNm

Opt. 12: [Anv] 5-11

