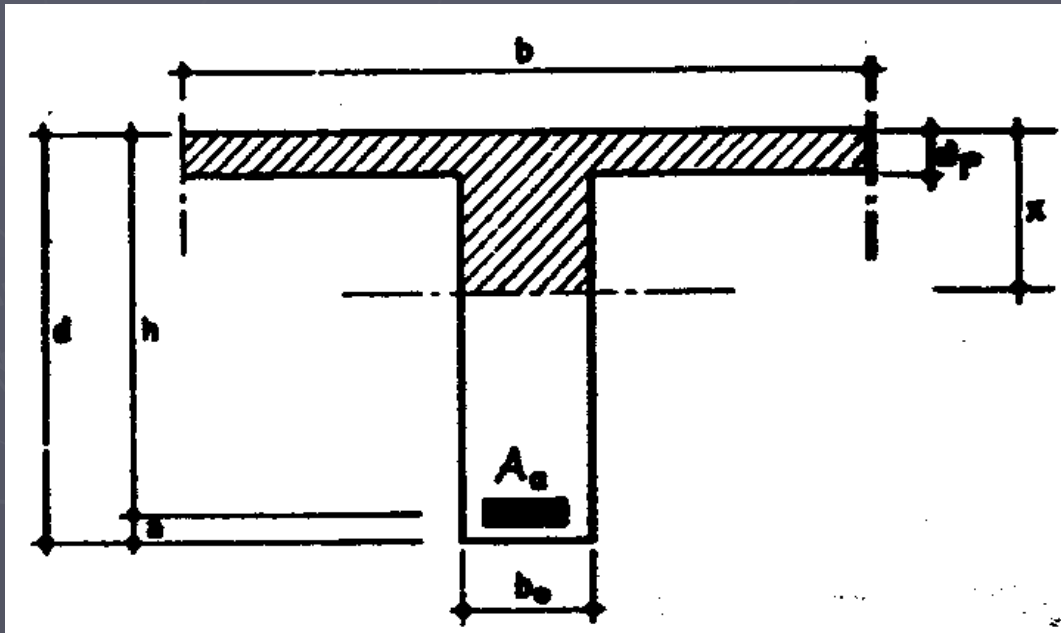


"T" presjek

Poprečni presjeci čija pritisnuta zona ima oblik "T" presjeka spadaju u "T" presjeke.

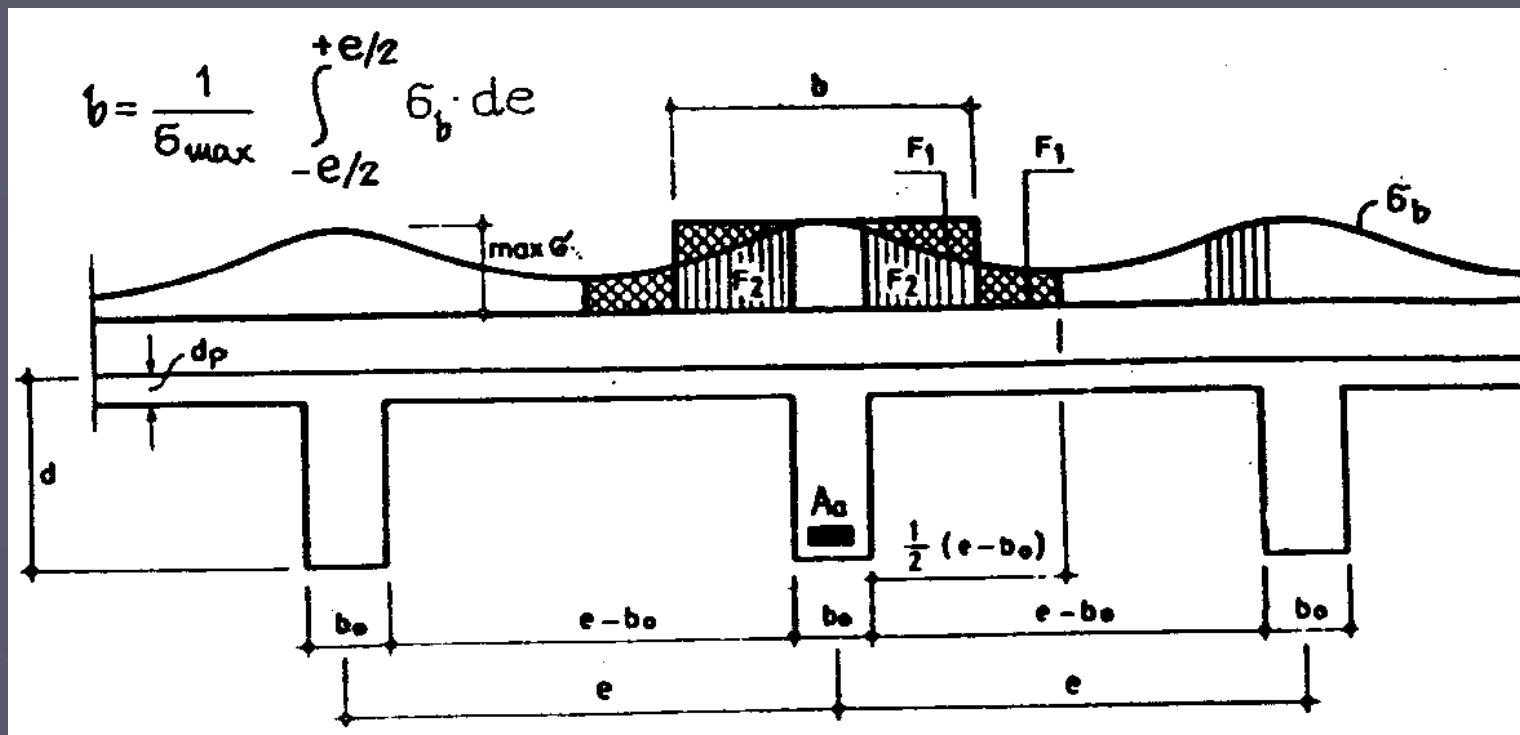
Za "T" presjeke mora biti ispunjen uslov da je $x > d_p$. Ako je $x \leq d_p$ presjek se računa kao pravougaoni, širine b i visine d .

Nosač oblika T presjeka može se u statičkom smislu tretirati kao T nosač samo ako rebro i ploča rade zajednički, odnosno ako veza između rebra i ploče može da primi smicanje.



Normalne napone pritiska, σ_b , prihvataju rebro i sodejstvujući dio ploče na izvesnoj širini, koju nazivamo računska aktivna širina ploče, na slici označena kao b , a često se u označava i kao B .

Karakteristične geometrijske veličine kod "T" presjeka



Stvarna i idealizovana raspodjela napona pritiska σ_b u ploči i računska aktivna širina b , za slučaj niza greda koje se nalaze na međusobnom rastojanju e

$$b = \min. \begin{cases} b_0 + 20 d_p & \leq e \\ b_0 + 0.25 l_0 & \leq e \end{cases}$$

$l_0 =$

l za prostu gredu

$0.6l(0.8l)$ za kontinualni nosač

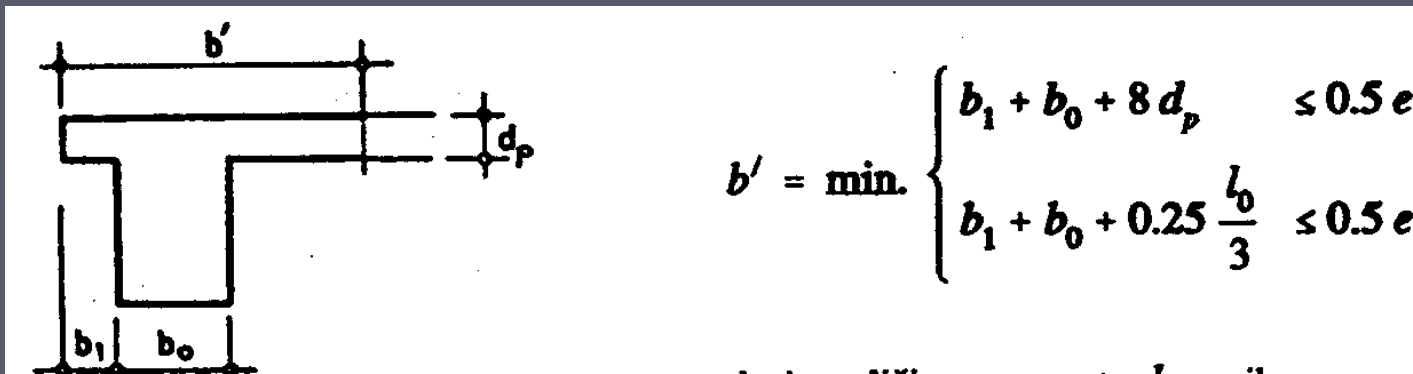
$1.5 l$ za konzolni nosač

b_0 je debljina rebra

d_p je debljina ploče

l_0 je rastojanje između oslonaca proste grede, odnosno rastojanje nultih tačaka dijagrama momenata savijanja na dijelu nosača na kome je ploča pritisnuta

e je rastojanje između greda



Ako se ploča nalazi većim dijelom sa jedne strane nosač se ne smije dimenzionisati kao simetričan T presjek, već se aktivna širina ploče usvaja kao minimalna vrijednost iz gornjeg izraza.

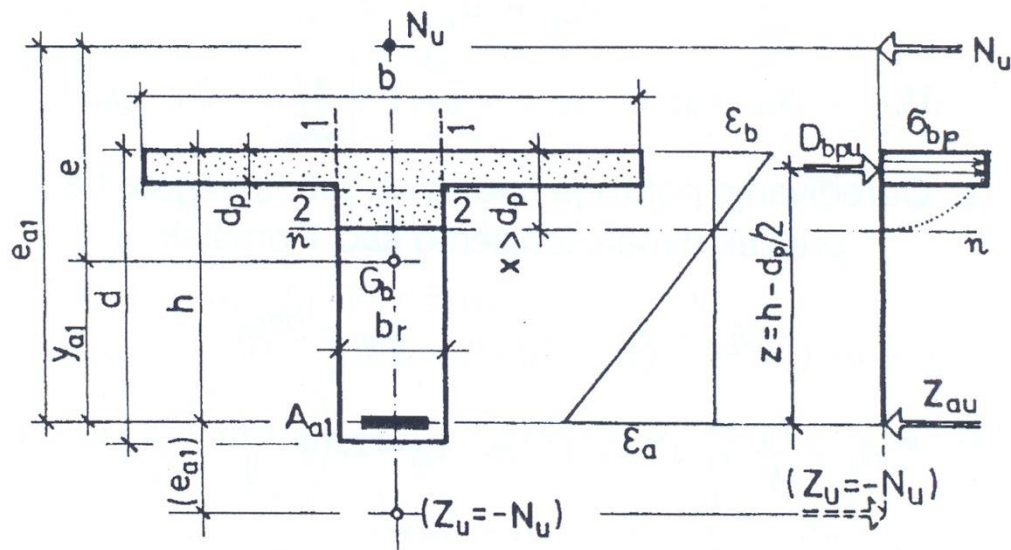
1. Nosači T presjeka se proračunavaju kao pravougaoni presjeci dimenzija $b \times d$, odnosno $b_0' \times d$, u slučajevima kada se:

- neutralna linija nalazi u ploči, $x \leq d_p$, proračun se vrši sa dimenzijama $b \times d$, gdje je b aktivna širina presjeka;
- Neutralna linija nalazi u rebru, ali se ploča nalazi u zategnutoj zoni poprečnog presjeka, npr. nad osloncima kontinualnog nosača. U ovom slučaju presjek proračunavamo kao pravougaoni dimenzija $b_0 \times d$, gdje je b_0 širina rebra.

2) Ako je ispunjen uslov $b > 5b_0$, neutralna osa se nalazi u rebru, a naponi u ploči nisu iskorišćeni, proračun se sprovodi po uprošćenom proračunu u kojem se dio pritiskute zone u betonu zanemaruje.

Pretpostavke ovog uprošćenog proračuna su sledeće:

- 1) Sve normalne napone pritiska prihvata samo ploča;
- 2) Rezultujuća sila pritiska djeluje u srednjoj ravni ploče.



$$\Sigma N = 0 \quad \Sigma M_{a1} = 0$$

$$A_{a1} = \frac{M_{au}}{\sigma_v(h - 0,5d_p)} - \frac{N_u}{\sigma_v}$$

σ_{bp} – napon u betonu u sredini ploče
je po pravilu od $0.5f_b$ do $0.8f_b$.

$$\varepsilon_{a1} = 10\text{‰}$$

$$x > d_p \Rightarrow \text{T presjek}$$

$$\sigma_{bp} = \frac{M_{au}}{b \cdot d_p \cdot \left(h - \frac{d_p}{2}\right)}$$

$$h = \frac{M_{au}}{\sigma_{bp} \cdot b \cdot d_p} + \frac{d_p}{2}$$

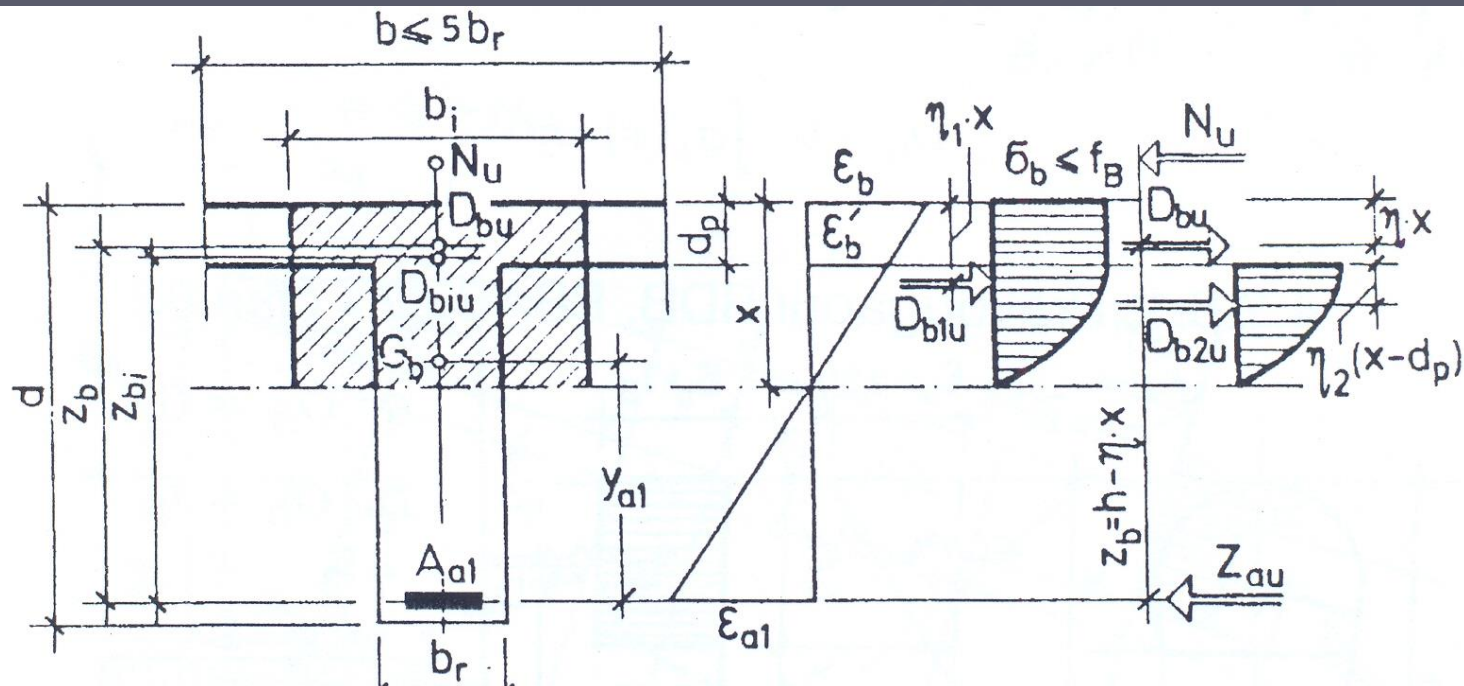
$$M_{au} = N_u \cdot e_{a1} = N_u(e + y_{a1}) = M_u + N_u \cdot y_{a1}$$

$$\sigma_b = \frac{f_B}{4} \cdot \varepsilon_b \cdot (4 - \varepsilon_b) \Rightarrow \varepsilon_{bp} = 2,0 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sigma_{bp}}{f_B}}\right)$$

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{bp} \cdot \frac{x}{x - \frac{d_p}{2}}$$

$$x = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{a1}}{\varepsilon_{bp}}} \cdot \left(h - \frac{d_p}{2}\right) + \frac{d_p}{2}$$

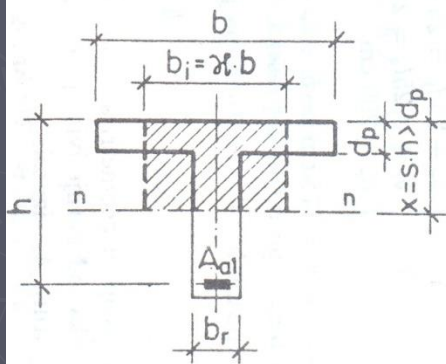
3) Ako je $b \leq 5b_r$ i $b > 5b_r$, a neutralna osa x duboko u rebru, umjesto tačnog postupka u praksi se najčešće koristi jednostavniji postupak zasnovan na iznalaženju idealizovane širine presjeka b_i . Širina b_i određuje se iz uslova da se pri jednakim položajima neutrelne linije dobijaju jednake sile pritiska u pritisnutom T – presjeku i idealizovanom pravougaonom presjeku.



$$x = x_i; D_{bu} = D_{biu} \quad D_{biu} = \alpha_b \cdot b_i \cdot x \cdot f_B = \alpha_b \cdot s \cdot f_B \cdot b_i \cdot h$$

$$b_i = \kappa \cdot b \quad \kappa = 1 - \frac{\alpha'_b}{\alpha_b} \left(1 - \frac{d_p}{h} \right) \cdot \left(1 - \frac{b_r}{b} \right)$$

d_p/h										b/b_r														
0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0			
$s = x/h$										$\lambda = b_i/b$														
0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	0,50	0,44	0,39	0,33	0,28	0,22	0,17	0,11	0,06	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
		0,50	0,44	0,38	0,31	0,25	0,19	0,13	0,06	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
			0,50	0,43	0,36	0,29	0,21	0,14	0,07	0,95	0,92	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
				0,50	0,42	0,33	0,25	0,17	0,08	0,91	0,87	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
					0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,87	0,81	0,77	0,75	0,73	0,71	0,70	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63
						0,50	0,38	0,25	0,13	0,83	0,75	0,70	0,66	0,64	0,62	0,60	0,56	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51
							0,50	0,33	0,17	0,79	0,69	0,62	0,58	0,55	0,53	0,50	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39
								0,50	0,25	0,75	0,62	0,55	0,50	0,46	0,44	0,40	0,35	0,32	0,30	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28
									0,50	0,71	0,56	0,47	0,42	0,37	0,34	0,30	0,24	0,21	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16



$$1 - \frac{\alpha_b'}{\alpha_b} \left(1 - \frac{d_p}{h} \right) \lambda \left(1 - \frac{b_r}{b} \right)$$

U tabeli 84/1 str. 187 PBAB'87 knjige 1 date su vrijednosti koeficijenta

Vezano dimenzionisanje "T" presjeka

U praksi se najčešće vrši vezano dimenzionisanje T presjeka, određuje se potrebna površina armature i kontroliše maksimalni napon pritiska u betonskoj ploči za presjek poznatih dimenzija.

U ovom slučaju postupak je sljedeći:

- 1) Odredi se aktivna širina ploče b (B)
- 2) Pretpostavi se položaj težišta zategnute armature u odnosu na krajnju zategnutu ivicu presjeka, a , čime je određena i statička visina h :
- 3) Smatrajući da je presjek pravougaoni dimenzija $b \times d$, uz pomoć tablica određujemo dilatacije i položaj neutralne ose. Ako je $x \leq d_p$. Neutralna linija je u ploči i potrebna površina armature se određuje kao za pravougaoni presjek dimenzija $b \times d$;
- 4) Ako je $x > d_p$ presjek se dimenzioniše kao "T" presjek, prema postupku datom u tački 2 ili 3 zavisno od veličine aktivne širine.

Minimalna površina armature kojom se armira rebro T presjeka zavisi od površine poprečnog presjeka rebra, a procenat armiranja zavisi od vrste armature.

$$A_{a,min} = \frac{\mu_{min} b_0 d}{100} \quad ; \quad \begin{array}{l} \mu_{min} = 0.25 \% \quad (GA \ 240/360) \\ \mu_{min} = 0.20 \% \quad (RA \ 400/500) \end{array}$$

Zadatak 1.

Za konstrukciju prikazanu na slici dimenzionisati presjeke za vrijednosti maksimalnih momenata. Za određivanje graničnih uticaja koristiti globalni koeficijent sigurnosti $\gamma=1.8$.

MB 30

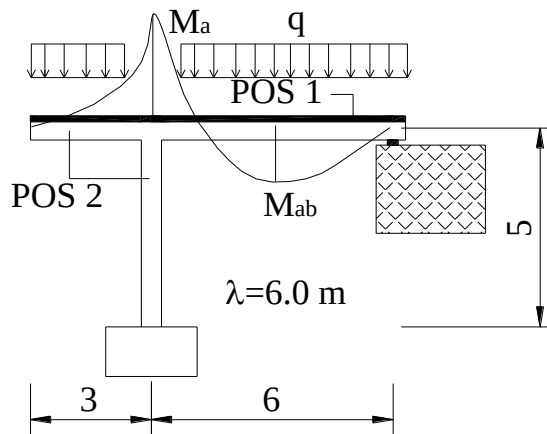
RA

$b_r = 25 \text{ cm}$

$d_p = 10 \text{ cm}$

$M_a = 950 \text{ kNm}$

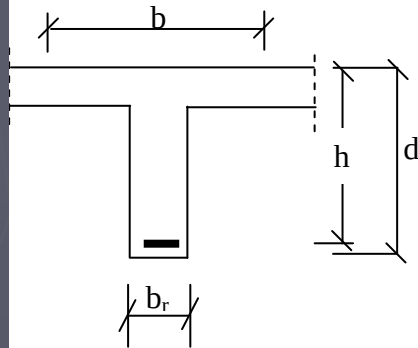
$M_{ab} = 700 \text{ kNm}$



Nacrtati raspored armature u poprečnim presjecima u razmjeri 1:10.

Rješenje:

Ulazi podaci



MB 30

$$f_b = 2,05 \text{ kN/cm}^2$$

RA 400/500

$$\sigma_v = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{abu} = 1.8 \times 700 = 1260 \text{ kNm}$$

a) Slobodno dimenzionisanje presjeka u polju grede rama

$$b = \begin{cases} b_r + 20d_p = 25 + 20 \times 10 = 225 \text{ cm} \\ b_r + 0.25l_0 = 25 + 0.25 \times 450 = 137.5 \text{ cm} \\ e = 600 \text{ cm} \end{cases} \quad b = 137.5 \text{ cm} > 5b_r = 125 \text{ cm}$$

može se primjeniti uprošćeni postupak

$$\text{Neka je } \sigma_{bp} = 0,7 \times f_b = 0,7 \times 20,5 = 14,35 \text{ MPa}$$

$$h_{potr} = \frac{M_{abu}}{\sigma_{bp} \cdot b \cdot d_p} + \frac{d_p}{2} = \frac{1260 \times 100}{1.435 \times 137.5 \times 10} + \frac{1}{2} \times 10 = 68,86 \text{ cm}$$

Za usvojeno σ_{bp} moramo provjeriti položaj neutralne ose

$$\varepsilon_{bp} = 2.0 \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sigma_{bp}}{f_b}} \right) = 2.0 \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{14.35}{20.5}} \right) = 0.904\%$$

$$X = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{a1}}{\varepsilon_{bp}}} (h - 0.5 \times d_p) + 0.5 \times d_p =$$

$$X = \frac{1}{1 + \frac{10}{0.904}} \times (68.86 - 0.5 \times 10) + 0.5 \times 10 = 10,29 \text{ cm} > d_p = 10 \text{ cm}$$

Pretpostavka da presjek radi kao "T" je važeća

$$A_a = \frac{M_{au}}{\sigma_v \times \left(h - \frac{d_p}{2} \right)} = \frac{1260 \times 100}{40 \times \left(68.86 - \frac{10}{2} \right)} = 49,32 \text{ cm}^2 \quad \text{usvaja se: } 10R\phi 25 (49,09 \text{ cm}^2)$$

Ako se armatura raporedi 2x4+2, $a_h = 3,13 \text{ cm}$ $a_a = 8,45 \text{ cm}$

$$d = h + a_a = 68,86 + 8,45 = 77,34 \text{ cm}$$

usvojene dimenzije grede: 25/80

a) Vezano dimenzionisanje nad osloncem

$$M_a = 950 \text{ kNm}, \quad M_{au} = 1,8 \times 950 = 1710 \text{ kNm}$$

$$M_{abu} = \left(\frac{h}{k^*} \right)^2 \times b \times f_b = \left(\frac{68.8}{1.719} \right)^2 \times 25 \times 2.05 / 100 = 820.95 \text{ kNm}$$

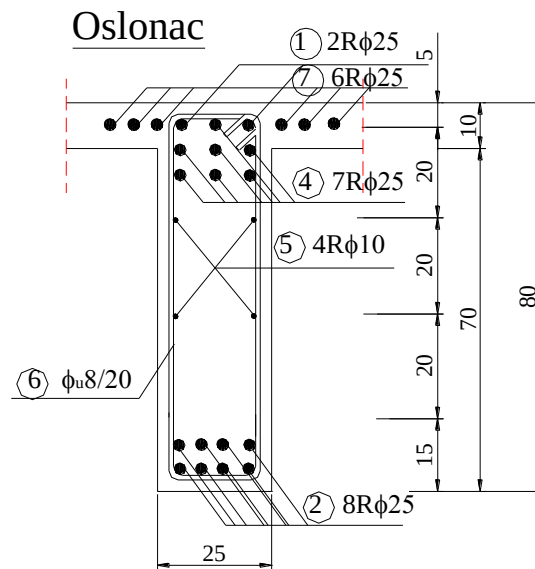
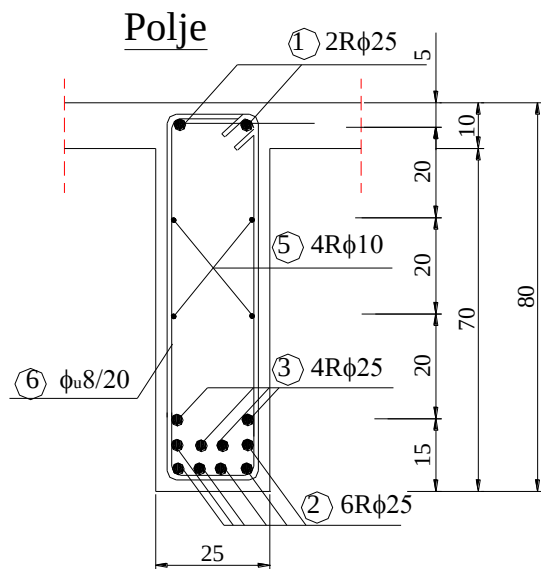
$$\Delta M_a = 1710 - 820.95 = 889.05 \text{ kNm}$$

$$A_{a1} = \left(\frac{\mu^*}{100} \right) \times b \times h \times \frac{f_b}{\sigma_v} + \frac{\Delta M_a}{\sigma_v \times (h - a_a)} =$$

$$A_{a1} = \frac{43.589}{100} \times 25 \times 68.8 \times \frac{2.05}{40} + \frac{889.05 \times 100}{40 \times (68.8 - 5)} = 38.4 + 34.83 = 73.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{a2} = \frac{\Delta M_a}{\sigma_v \times (h - a_a)} = \frac{889.05 \times 100}{40 \times (68.8 - 5)} = 34.83 \text{ cm}^2 \quad \text{usvaja se:} \quad \text{gornja zona } 15R\phi 25 \text{ (73.5 cm}^2\text{)}$$

donja zona $8R\phi 25$



Zadatak 2.

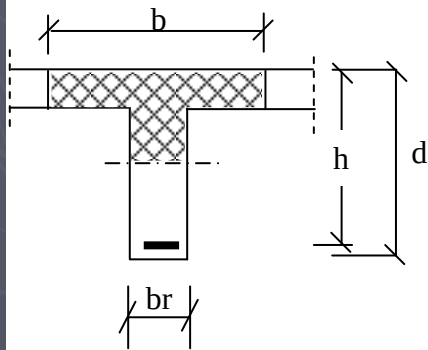
Dimenzionisati nosač T- presjeka sa zadatom debljinom ploče, širinom rebra i zadatim momentom savijanja pri lomu.

MB 45 RA $M_u = 4850 \text{ kNm}$

$br = 35 \text{ cm}$ $d_p = 12 \text{ cm}$ $b = 140 \text{ cm}$ $d = 115 \text{ cm}$

Nacrtati raspored armature u poprečnom presjeku u razmjeri R 1:10.

Rješenje:



MB 45

$$f_b = 2,775 \text{ kN/cm}^2$$

RA 400/500

$$\sigma_v = 40 \text{ kN/cm}^2$$

$M_u = 4850 \text{ kNm}$

$5 \times br = 5 \times 35 = 175 \text{ cm} > 140 \text{ cm}$, pretpostavljeno $h = 100 \text{ cm}$

$$5x_{br}=5 \times 35 = 175 \text{ cm} > 140 \text{ cm, pretpostavljeno } h = 100 \text{ cm}$$

$$k_b = \frac{100}{\sqrt{\frac{4850}{1.4 \times 2.775}}} = 2.830 \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 2,325/10\text{‰}; s=0,189$$

$$x=0,189 \times 100 = 18,9 \text{ cm} > d_p = 12 \text{ cm}$$

Presjek je u statičkom smislu T presjek, kako je $b < 5x_{br}$ ne može se zanemariti doprinos rebra. Potrebno je sprovesti tačniji, ali pojednostavljeni postupak pomoću idealizovanog pravougaonog presjeka.

I iteracija

- $b_i = k \times b$ iz tabele 84/1 str. 187 PBAB'87, knjiga 1, očitava se vrijednost za k , ako je $\delta = \frac{d_p}{h} = \frac{12}{100} = 0,12$; $s = 0,189$

- Za $\frac{d_p}{h} = 0,12$ uzimaju se prve dvije granične, a to su $\frac{d_p}{h} = 0,15$ i $\frac{d_p}{h} = 0,10$. Traži se vrijednost najbliža, nešto veća od $s=0,189$, a to je u ovom slučaju $s=0,202$

(dobija se linearnom interpolacijom $\frac{0,25 - 0,17}{0,15 - 0,1} \times (0,12 - 0,1) + 0,17 = 0,202$) i za $\frac{b}{b_0} = \frac{140}{35} = 4,0$

dobija se $k=0,8$

- $b_i = k \times 140 = 0,8 \times 140 = 112 \text{ cm}$ $k_b = \frac{100}{\sqrt{\frac{4850}{1.12 \times 2.775}}} = 2.531$

II iteracija

- U novoj iteraciji biramo novu vrijednost za $s > 0.223$, a to je $s=0.25$, $k=0.71$ i $b_i= 99.4 \text{ cm}$

- $$k_b = \frac{100}{\sqrt{\frac{4850}{0.994 \times 2.775}}} = 2.385 \quad s=0,246 \sim 0.25 \quad \Rightarrow \quad \bar{\mu}=19.591\% \text{ i } \varepsilon_a/\varepsilon_b=10/3.26 \%$$

$$A_a \frac{19.591}{100} \times 99.4 \times 100 \times \frac{2.775}{40} = 135.1 \text{ cm}^2 \quad \text{usvojeno: } 14R\phi 36 (142.5 \text{ cm}^2)$$

