

## BETONSKE KONSTRUKCIJE

### VJEŽBA 6.

#### Zadatak1.

Armiranobetonski stub, slobodno oslonjen na obje strane, visine  $h= 3.0$  m, kvadratnog poprečnog presjeka, centrično je pritisnut silom

$$N_g = 1000 \text{ kN} \quad N_p = 1200 \text{ kN}$$

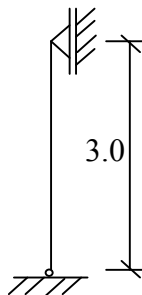
- dimenzionisati stub ne uzimajući u obzir vitkost (kratak stub);
- zadržavajući dimenzije stuba iz tačke a) odrediti potrebnu armaturu za slučaj vitkosti  $\lambda = 60$ .

Kvalitet usvojenog materijala: MB 30 RA 400/500  
Nacrtati plan armature poprečnog presjeka stuba u razmjeri R 1:10.

#### Rješenje:

##### a) Kratak stub (izvijanje se ne uzima u obzir)

###### a.1. Statički sistem



###### a.2. Statički uticaji

Cio presjek je pritisnut,  $\varepsilon_a < 0\%$ , pa su koeficijenti sigurnosti  $\gamma_g = 1.9$  i  $\gamma_p = 2.1$ .

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 1000 + 2.1 \cdot 1200 = 4420 \text{ kN}$$

### a.3. Dimenzionisanje

$$\text{Usvojeno } \mu_{\min} = 0.6\% \quad \bar{\mu} = \mu \cdot \frac{\sigma_v}{f_b} = 0.6 \cdot \frac{400}{20.5} = 11.71\%$$

$$A_b = \frac{N_u}{f_b \cdot (1 + \bar{\mu})} = \frac{4420}{2.05 \cdot \left(1 + \frac{11.71}{100}\right)} = 1930.1 \text{ cm}^2$$

$$b = \sqrt{A_b} = 43.9 \text{ cm} \Rightarrow \text{usvojeno } b = 45 \text{ cm}$$

### a.5. Kontrola vitkosti

$$h=l=3.0 \text{ m}$$

$$i = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{45}{\sqrt{12}} = 13 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{h}{i} = \frac{300}{13} = 23.1 < 25$$

Ne vrši se provjera stabilnosti na uticaje izvijanja  
(član 105 PBAB'87 knjiga 2)

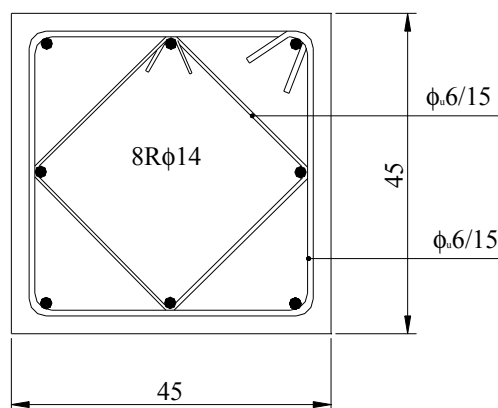
### a.6. Određivanje armature

$$\bar{\mu} = \frac{N_u}{f_b \cdot A_b} - 1 = \frac{4420}{2.05 \cdot 45^2} - 1 = 0.0647 = 6.47\%$$

$$\mu = \bar{\mu} \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = 6.47 \cdot \frac{2.05}{40} = 0.33\%$$

$$\mu_{\min} = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{\sigma_b}{f_b}\right) = 0.3 \cdot \left(1 + \frac{4420}{2.05 \cdot 45 \cdot 45}\right) = 0.619\% > 0.33\%$$

$$A_a = \frac{0.619}{100} \cdot 45 \cdot 45 = 12.54 \text{ cm}^2 \quad \text{Usvaja se : } 8R\phi 14 \text{ (12.32 cm}^2\text{)}$$



### b) Vitki stubovi (izvijanje se uzima u obzir)

#### b.1. Umjereno vitak stub ( $25 \leq \lambda_i \leq 75$ )

$$\lambda = 60 \text{ i } h = 7.8 \text{ m}$$

$$e = e_0 + e_1 + e_\varphi + e_2$$

$e$  – ukupna ekcentričnost

$e_0$  – ekcentričnost usljed udstupanja od vertikale pri izvođenju

$$e_1 - e_1 = \frac{M}{N}$$

$e_\varphi$  – ekcentričnost usljed uticaja tečenja

$e_2$  – ekcentričnost koju izaziva sila pritiska usled deformacija stuba, uticaji drugog reda

b.1.2. Metoda dopunske ekcentričnosti za  $25 \leq \lambda_i \leq 75$ , važi za  $\lambda=60$

$$e_0 \quad e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{780}{300} = 2.6 \text{ cm, treba da važi } 2 \text{ cm} \leq e_0 \leq 10 \text{ cm}$$

$$e_1 \quad M=0, \text{ pa je } e_1=0$$

$e_\varphi$  Efekti tečenja mogu biti zanemareni ako je ispunjen jedan od sljedećih uslova

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_i \leq 50 \quad \lambda_i = 60 \\ e_1/d > 2 \quad e_1/d = 0 \\ N_g \leq 0.2N_q \quad 1000 > 0.2 \times (1000 + 1200) = 440 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{nije} \\ \text{nije} \\ \text{nije} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{tečenje se ne može} \\ \text{zanemariti} \end{array}$$

$$e_\varphi = (e_{1g} + e_0) \cdot \left( e^{\frac{\alpha_E \varphi}{1 - \alpha_E}} - 1 \right), \quad \alpha_E = \frac{N_g}{N_E},$$

$$N_E = \frac{E_b I_b \pi^2}{h_i^2} \quad \text{Ojlerova sila izvijanja}$$

$$N_E = \frac{3150 \cdot 45^4}{780^2} = 17462 \text{ kN}; \quad N_g = 1000 \text{ kN}; \quad \alpha_E = \frac{1000}{17462} = 0.057$$

Za MB 30  $E_b = 31500 \text{ MPa}$

PBAB'87, član 52, tabela 8.

$\varphi_\infty = 2.5$

PBAB'87, član 59, tabela 11.

$$e_\varphi = 2.6 \cdot \left( e^{\frac{0.057}{1 - 0.057} \cdot 2.5} - 1 \right) = 0.42 \text{ cm}$$

$e_2$  Postupak dopunske ekcentričnosti za  $\lambda_i \leq 75$

$$\frac{e_2}{d} = \frac{\lambda_i - 25}{100} \cdot \sqrt{0.10 + \frac{e_1}{d}} \geq 0 \quad \text{kada je } 0 \leq \frac{e_1}{d} \leq 0.30$$

$$\frac{e_2}{d} = \frac{\lambda_i - 25}{160} \geq 0 \quad \text{kada je } 0.3 \leq \frac{e_1}{d} < 2.5$$

$$\frac{e_2}{d} = \frac{\lambda_i - 25}{160} \cdot \left( 3.5 - \frac{e_1}{d} \right) \quad \text{kada je } 2.5 \leq \frac{e_1}{d} < 3.5$$

$$e_1 = 0, \text{ pa je } e_2 = \frac{\lambda_i - 25}{100} \cdot \sqrt{0.10} \cdot d = \frac{60 - 25}{100} \cdot \sqrt{0.10} \cdot 45 = 4.98$$

$$e = e_0 + e_1 + e_\varphi + e_2 = 2.6 + 0 + 0.42 + 4.98 = 8 \text{ cm}$$

### b.1.3. Statički uticaji

$$N_u = 4420 \text{ kN}$$

$$M_u = e \cdot N_u = 0.08 \cdot 4420 = 353.6 \text{ kNm}$$

### b.1.4. Dimenzionisanje

$$\left. \begin{aligned} m_u &= \frac{M_u \cdot 100}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{353.6 \cdot 100}{45^3 \cdot 2.05} = 0.189 \\ n_u &= \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{4420}{45^2 \cdot 2.05} = 1.065 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} A_{a1} &= A_{a2}; a/d = 0.1; RA \\ \bar{\mu}_1 &= \bar{\mu}_2 = 0.26 \end{aligned}$$

$$A_{a1} = A_{a2} = \bar{\mu} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = 0.26 \cdot 45 \cdot 45 \cdot \frac{2.05}{40} = 26.98 \text{ cm}^2, \quad \text{pa je } A_a = 53.98 \text{ cm}^2$$

Usvaja se: 4R $\phi$ 28+4R $\phi$ 32 (56.8 cm<sup>2</sup>)

