

## PROJEKTOVANJE I GRAĐENJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

### VJEŽBA 1.

#### Zadatak1.

Konzolni armiranobetonski stub, visine  $h = 3.0\text{ m}$ , pravougaonog poprečnog presjeka  $b/d = 30/50\text{ cm}$ , opterećen je momentima savijanja i normalnim silama od stalnog i povremenog opterećenja. Uticaji su konstantni duž čitave visine stuba.

$$\begin{array}{ll} N_g = 600\text{ kN} & N_p = 850\text{ kN} \\ M_g = 35\text{ kNm} & M_p = 45\text{ kNm} \end{array}$$

- Odrediti potrebnu količinu armature stuba ne uzimajući u obzir vitkost (kratak stub);
- Odrediti potrebnu količinu armature stuba uzimajući u obzir vitkost.

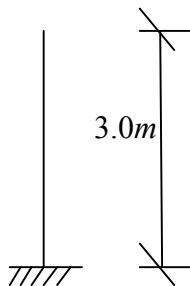
Kvalitet usvojenog materijala: MB 30 GA 240/360

Nacrtati plan armature poprečnog presjeka stuba u razmjeri R 1:10 za oba slučaja.

#### Rješenje:

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

###### a.1. Statički sistem



###### a.2. Statički uticaji

Presjek je u fazi malog ekscentriciteta, pa su koeficijenti sigurnosti  $\gamma_g=1.9$  i  $\gamma_p=2.1$ .

$$N_u = 1.9 \cdot N_g + 2.1 \cdot N_p = 1.9 \cdot 600 + 2.1 \cdot 850 = 2925\text{ kN}$$

$$M_u = 1.9 \cdot M_g + 2.1 \cdot M_p = 1.9 \cdot 35 + 2.1 \cdot 45 = 161\text{ kNm}$$

### a.3. Dimenzionisanje

Dimenzionisanje se vrši pomoću interakcionih dijagrama. PBAB'87 Prilog 2.4  
Kod pravougaonih presjeka, koji rade u fazi malog ekscentriciteta, optimalna rješenja, dobijaju se ako se presjeci simetrično armiraju.

$$\begin{aligned}
 m_u &= \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{161 \cdot 100}{30 \cdot 50^2 \cdot 2.05} = 0.1047 \\
 n_u &= \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{2925}{30 \cdot 50 \cdot 2.05} = 0.951 \\
 A_{a1} = A_{a2} &= \bar{\mu} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = 0.12 \cdot 30 \cdot 50 \cdot \frac{2.05}{24} = 15.3 \text{ cm}^2, \text{ pa je } \Sigma A_a = 30.6 \text{ cm}^2
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} A_{a1} = A_{a2}; a/d = 0.1; GA 240/360 \\ \bar{\mu}_1 = \bar{\mu}_2 = 0.12 \end{array} \right\}$$

Usvaja se: 2 x 5φ20 (2 x 15.7 cm<sup>2</sup>)

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

$$\begin{aligned}
 h_i &= \beta \cdot l = 2 \cdot 300 = 600 \text{ cm} \\
 i &= \frac{d}{\sqrt{12}} = \frac{50}{\sqrt{12}} = 14.43 \text{ cm} \\
 \lambda &= \frac{h_i}{i} = \frac{600}{14.43} = 41.6 > 25
 \end{aligned}
 \quad \begin{array}{l} \text{Vrši se provjera stabilnosti na uticaje izvijanja} \\ \text{(član 105 PBAB'87 knjiga 2)} \end{array}$$

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

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 41.6 \text{ i } h_i = 6.0 \text{ m} \\
 e &= e_0 + e_1 + e_\varphi + e_2 \\
 e & - \text{ ukupna ekcentričnost} \\
 e_0 & - \text{ ekcentričnost usljed odstupanja od vertikale pri izvođenju} \\
 e_1 - e_1 &= \frac{M}{N} \\
 e_\varphi & - \text{ ekcentričnost usljed uticaja tečenja} \\
 e_2 & - \text{ ekcentričnost koju izaziva sila pritiska usljed deformacija stuba, uticaji drugog reda}
 \end{aligned}$$

#### b.1.2. Metoda dopunske ekcentričnosti za $25 \leq \lambda_i \leq 75$ , važi za $\lambda = 41.6$

$$e_0 = \frac{h_i}{300} = \frac{600}{300} = 2.0 \text{ cm, treba da važi } 2 \text{ cm} \leq e_0 \leq 10 \text{ cm} \rightarrow \text{usv. } e_0 = 2 \text{ cm}$$

$$e_1 \quad e_1 = \frac{M}{N} = \frac{35+45}{600+850} \cdot 100 = 5.5 \text{ cm}$$

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

$\lambda_i \leq 50$	$\lambda_i = 41.6$	}	tečenje se može zanemariti	
$e_1/d > 2$	$e_1/d = 0.11$			jeste
$N_g \leq 0.2N_q$	$600 > 0.2 \times (600+850) = 290$			nije

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

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

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

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

$$\frac{e_1}{d} = 0.11, \text{ pa je } e_2 = d \cdot \frac{\lambda_i - 25}{100} \cdot \sqrt{0.10 + \frac{e_1}{d}} = 50 \cdot \frac{41.6 - 25}{100} \cdot \sqrt{0.10 + 0.11} = 3.80 \text{ cm}$$

$$e = e_0 + e_1 + e_\varphi + e_2 = 2.0 + 5.5 + 0 + 3.80 = 11.3 \text{ cm}$$

### b.1.3. Statički uticaji

$$N_u = 2925 \text{ kN}$$

$$M_u = e \cdot N_u = 0.113 \cdot 2925 = 330.5 \text{ kNm}$$

### b.1.4. Dimenzionisanje

$$m_u = \frac{M_u \cdot 100}{b \cdot d^2 \cdot f_b} = \frac{330.5 \cdot 100}{30 \cdot 50^2 \cdot 2.05} = 0.215 \quad \left. \begin{array}{l} A_{a1} = A_{a2}; a/d = 0.1; GA \\ \bar{\mu}_1 = \bar{\mu}_2 = 0.27 \end{array} \right\}$$

$$n_u = \frac{N_u}{b \cdot d \cdot f_b} = \frac{2925}{30 \cdot 50 \cdot 2.05} = 0.951$$

$$A_{a1} = A_{a2} = \bar{\mu} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = 0.27 \cdot 30 \cdot 50 \cdot \frac{2.05}{24} = 34.59 \text{ cm}^2, \quad \text{pa je } \Sigma A_a = 69.18 \text{ cm}^2$$

Usvaja se: 2 x 8φ25 (2 x 39.28 cm<sup>2</sup>)