

Komentari za Godišnji zadatak – list 2

Zadatak 4. Odrediti potrebnu površinu armature za stub poznatih dimenzija, pravougaonog poprečnog preseka, opterećen momentima savijanja M_g i povremenog M_w , kao i normalnim silama usled stalnog, odnosno vertikalnog povremenog opterećenja N_g i N_p . Povremena opterećenja p i w NE MORAJU delovati istovremeno. Podaci za proračun:

$$M_g = 100 \text{ kNm} \quad N_p = 200 \text{ kN} \quad b = 25 \text{ cm} \quad \text{MB 35}$$

$$M_w = \pm 200 \text{ kNm} \quad N_p = 600 \text{ kN} \quad d = 65 \text{ cm} \quad \text{RA 400/500}$$

VEOMA ČEST ISPITNI ZADATAK – u raznim varijantama odnosa sila i momenata. PRAKTIČNO OBAVEZAN (ili ovaj, ili zadatak br. 5) U SVAKOM ROKU !!!

Tehnika dimenzionisanja odrađena je u primeru 2, nema ničeg novog. Osim pravljenja kombinacija uticaja, koje (valjda) nisu sporne.

Ako budete imali ikakvu dilemu, pogledajte i 3 primera u materijalu

[Razni primeri dimenzionisanja STUBOVA.ppt](#) odnosno

[RAZNI PRIMERI DIMENZIONISANJA STUBOVA.PDF](#)

na IMKSUS-u.

Tok razmišljanja bi trebalo da bude otprilike ovakav:

- stub je napregnut na složeno savijanje, (verovatno) u fazi velikog ekscentriciteta¹
- u takvoj proračunskoj situaciji **momenti savijanja su dominantni uticaji**, pa treba pronaći njihove maksimalne vrednosti. Jasno, potrebno je u proračun uvesti i ODGOVARAJUĆE vrednosti normalnih sila
- momenti savijanja mogu zatezati i jednu i drugu ivicu preseka – uticaj vetra, koji je alternativan, je veći od momenta M_g koji ne menja znak
- kada su dimenzije preseka poznate, sprovodi se postupak VEZANOG dimenzionisanja, posebno za jednu, odnosno drugu ivicu (npr. primer 2 sa ovog lista)
- ukoliko je dimenzija d nepoznata, odredi se kombinacija sa najvećim momentom savijanja, sprovede postupak SLOBODNOG dimenzionisanja - iterativan postupak, složeno savijanje, Primer 8, strana 17 u materijalu

01 - SAVIJANJE - PRAVOUGAONI PRESEK.PDF

Kada se usvoji dimenzija elementa, za sve ostale kombinacije uticaja sprovodi se VEZANO dimenzionisanje.

U opštem slučaju, neophodno je sprovesti proračun za DVE kombinacije uticaja (maksimalni momenti savijanja koji zatežu dve ivice preseka), ali se u određenim slučajevima može pojaviti još jedna potencijalno moguća kombinacija, kako će u narednom primeru biti izloženo. Konačno, da naglasim još jednom:

- stalno opterećenje se MORA nalaziti na konstrukciji, samim tim i u svim razmatranim kombinacijama (makar kao POVOLJNO dejstvo)
- vetar i vertikalno povremeno opterećenje se NE moraju uzeti u razmatranje, a mogu i delovati nezavisno jedno od drugog

¹ Ukoliko, kojim slučajem, u proračunu najopterećenijeg preseka, potrebna površina armature bude NEGATIVNA, ili se dobije da je proračunska pritisnuta armatura VEĆA od zategnute, presek treba armirati simetrično i dimenzionisati pomoću dijagrama interakcije (zadatak 5)

1. zategnuta LEVA strana stuba – M_g i M_w ISTOG znaka

Moguće je u račun uzeti samo stalno opterećenje. Međutim, postoji i uticaj od vetra koji je istog znaka kao M_g . Povećanjem momenta dobićemo veću površinu armature, pa uticaj SAMO stalnog opterećenja nećemo razmatrati.

S druge strane, vertikalno opterećenje P samo povećava normalnu silu pritiska. Što SMANJUJE potrebnu površinu ZATEGNUTE armature. Kako je opterećenje POVREMENO, ne mora biti i neće biti uzeto u razmatranje. Dakle, $G + \overline{W}$.

$$M_u = 1.6 \times 100 + 1.8 \times 200 = 520 \text{ kNm}$$

$$N_u = 1.6 \times 200 = 320 \text{ kN}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 7 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad h = 65 - 7 = 58 \text{ cm}$$

$$M_{au} = 520 + 320 \times \left(\frac{0.65}{2} - 0.07 \right) = 601.6 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{58}{\sqrt{\frac{601.6 \times 10^2}{25 \times 2.3}}} = 1.793 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 3.5 / 3.791\text{‰}, \quad \overline{\mu} = 38.862\%$$

$$A_{a1} = 38.862 \times \frac{25 \times 58}{100} \times \frac{2.3}{40} - \frac{320}{40} = 24.40 \text{ cm}^2$$

Od ove vrednosti ne možemo dobiti veću zategnutu armaturu. Međutim, u ovom primeru treba uočiti da se dilatacija zategnute armature opasno približila granici nakon koje se pristupa dvostrukom armiranju ($\varepsilon_{a1} = 3\text{‰}$). Povećanjem sile pritiska (vertikalno povremeno opterećenje) sigurno se pojavljuje proračunski potrebna pritisnuta armatura. Stoga je sledeća kombinacija koja se razmatra:

2. zategnuta LEVA strana stuba – M_g i M_w ISTOG znaka + sila P

$$M_u = 1.6 \times 100 + 1.8 \times 200 = 520 \text{ kNm}$$

$$N_u = 1.6 \times 200 + 1.8 \times 600 = 1400 \text{ kN}$$

$$\text{pretp. } a_1 = 7 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad h = 65 - 7 = 58 \text{ cm}$$

$$M_{au} = 520 + 1400 \times \left(\frac{0.65}{2} - 0.07 \right) = 877 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{58}{\sqrt{\frac{877 \times 10^2}{25 \times 2.3}}} = 1.485 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_a < 3\text{‰} \quad \Rightarrow \quad \text{dvostruko armiranje}$$

$$\text{usvojeno: } \varepsilon_{a1}^* = 3\text{‰} \quad \Rightarrow \quad k^* = 1.719, \quad \overline{\mu}^* = 43.590\%$$

$$M_{abu} = \left(\frac{58}{1.719} \right)^2 \times 25 \times 2.3 = 65430 \text{ kNcm} = 654.3 \text{ kNm}$$

$$\Delta M_{au} = 877 - 654.3 = 222.7 \text{ kNm}$$

$$\text{pretp. } a_2 = 5 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad A_{a2} = \frac{222.7 \times 10^2}{(58 - 5) \times 40} = 10.50 \text{ cm}^2$$

$$A_{a1} = 43.590 \times \frac{25 \times 58}{100} \times \frac{2.3}{40} - \frac{1400}{40} + 10.50 = 11.85 \text{ cm}^2 < 24.40 \text{ cm}^2 \text{ (slučaj 1)}$$

3. zategnuta DESNA strana stuba – M_g i M_w SUPROTNOG znaka

Kako je M_w veći od M_g , može se dogoditi da je desna strana stuba zategnuta. Stalno opterećenje se MORA uzeti u obzir. Kako smanjuje uticaj (moment savijanja), tretira se kao povoljno dejstvo i uzima u obzir sa odgovarajućim koeficijentom sigurnosti **1.0**:

$$M_u = 1.0 \times (-100) + 1.8 \times 200 = 260 \text{ kNm}$$

$$N_u = 1.0 \times 200 = 200 \text{ kN}$$

Napominje se da se vrednost koeficijenta sigurnosti za stalno opterećenje određuje prema MOMENTIMA savijanja kao dominantnim uticajima.

Sila **P** od vertikalnog povremenog opterećenja je PRITISAK pa bi smanjila površinu armature i neće biti uzeta u obzir.

Kako je moment manji nego u prvom slučaju, očekuje se manja površina armature i pretpostavlja manja vrednost a_1 :

$$\text{pretp. } a_1 = 5 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad h = 65 - 5 = 60 \text{ cm}$$

$$M_{au} = 260 + 200 \times \left(\frac{0.65}{2} - 0.05 \right) = 315 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{60}{\sqrt{\frac{315 \times 10^2}{25 \times 2.3}}} = 2.563 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 2.801 / 10\text{‰}, \quad \bar{\mu} = 16.676\%$$

$$A_{a1} = 16.676 \times \frac{25 \times 60}{100} \times \frac{2.3}{40} - \frac{200}{40} = 9.38 \text{ cm}^2 < A_{a2} = 10.50 \text{ cm}^2 \text{ (slučaj 2)}$$

Ova armatura se smešta uz DESNU ivicu preseka. Upoređuje se sa PRITISNUTOM armaturom iz prethodne tačke. Kako vetar ne može istovremeno duvati u oba smera, usvaja se VEĆA od ove dve vrednosti.

U poslednjem primeru nije razmatrana kombinacija koja bi pored vetra sdesna uključila i silu P. Zategnuta armatura bi bila manja nego u primeru 3, a eventualna pritisnuta armatura NIJE REALNA (u primeru 3 lom je po armaturi, daleko iznad granice od 3‰). Sve i da se pojavi, trebalo bi da bude veća od potrebne armature uz levu ivicu preseka (zategnuta iz primera 1), što je potpuno nemoguće.

Rezime je prikazan tabelarno:

	LEVO	DESNO	
G+W A_{a1}	24.40	–	
G+P+W A_{a1}	11.85	10.50	A_{a2}
G-W	–	9.38	A_{a1}
max.	24.40	10.50	
usv.	5RØ25	3RØ22	

$$a_1 = \frac{3 \times 4.5 + 2 \times 10}{5} = 6.7 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad h_{stv.} = 65 - 6.7 = 58.3 \text{ cm} > h_{pretp.} = 58 \text{ cm}$$

$$a_2 = 4.5 \text{ cm} < 5 \text{ cm} = a_{2,pretp.}$$