

Komentari za Godišnji zadatak – list 2Zadatak 2

Treba zadržati sve podatke iz Zadatka 1 (sve zadate, kao i usvojenu visinu d) i dodati zadatu aksijalnu silu. Potrebno je dimenzionirati SAMO presek u uklještenju¹.

Sama tehnika računa ne bi trebalo da bude sporna, pa ću se samo zadržati na numerici. Ulazne podatke videti u Primeru 1.

a1. sila pritiska $N_g = 400$ kN, presek na osloncu

$$N_u = 1.6 \times 400 = 640 \text{ kN} \quad ; \quad \text{pretp. } a_1 = 6 \text{ cm}^2$$

$$M_{au} = 450 + 640 \times \left(\frac{0.6}{2} - 0.06 \right) = 603.6 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{54}{\sqrt{\frac{603.6 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 1.990 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 3.5/6.005\text{‰}, \mu_{1M} = 29.809\%$$

$$A_a = 29.809 \times \frac{40 \times 54}{100} \times \frac{2.05}{40} - \frac{640}{40} = 17.00 \text{ cm}^2 \Rightarrow \quad \text{usv.: } \mathbf{6R\text{Ø}19} (17.01 \text{ cm}^2)$$

$$a_1 = \frac{4 \times 4.5 + 2 \times 9.5}{6} = 6.17 \text{ cm} \Rightarrow \quad h_{stv.} = 60 - 6.17 = 53.83 \text{ cm} \approx h_{rač}$$

Gospodo formalisti i tabači, možete odustati OVDE. Dalje nije obavezno za elaborat.

U vašim primerima se ne traži, ali dimenzionisaću i presek u polju. Voleo bih da uočite neke odnose, biće potrebno za kasnije:

a2. sila pritiska $N_g = 400$ kN, presek u polju

$$M_{au} = 253.1 + 640 \times \left(\frac{0.6}{2} - 0.06 \right) = 406.7 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{54}{\sqrt{\frac{406.7 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.425 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 3.145/10\text{‰}, \mu_{1M} = 18.851\%$$

$$A_a = 18.851 \times \frac{40 \times 54}{100} \times \frac{2.05}{40} - \frac{640}{40} = 4.87 \text{ cm}^2 \Rightarrow \quad \text{usv.: } \mathbf{3R\text{Ø}16} (6.03 \text{ cm}^2)$$

Opet, ne traži se – imate lli pritisak, ili zatezanje, uradiću i ovo drugo:

b1. sila zatezanja $Z_g = 400$ kN, presek na osloncu

$$Z_u = 1.6 \times 400 = 640 \text{ kN}$$

$$M_{au} = 450 - 640 \times \left(\frac{0.6}{2} - 0.06 \right) = 296.4 \text{ kNm}$$

¹ U zadatku piše »presek na osloncu«, zapravo se misli na armaturu GORNJE zone jer se iskreno nadam da nećete pokušati dimenzionirati presek u kome je $M=0$.

² U prethodnom primeru (čisto savijanje) dobijeno je $a_1 = 6.07$ cm. U ovom slučaju, zbog dejstva sile PRITISKA, biće dobijena MANJA potrebna armatura, pa je besmisleno pretpostavljati veću vrednost a_1 . Nije odlučujuće, ali svedoči o stepenu razumevanja onoga što radite

$$k = \frac{54}{\sqrt{\frac{296.4 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 2.840 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 2.312/10\text{‰}, \mu_{1M} = 13.362\%$$

$$A_a = 13.362 \times \frac{40 \times 54}{100} \times \frac{2.05}{40} + \frac{640}{40} = 30.79 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \text{usv.: } \mathbf{7R\text{Ø}25} \text{ (34.36 cm}^2\text{)}$$

$$a_1 = \frac{5 \times 4.5 + 2 \times 10}{7} = 6.07 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad h_{\text{stv.}} = 60 - 6.07 = 53.93 \text{ cm} \approx h_{\text{rač}}$$

b2. sila zatezanja $Z_g = 400 \text{ kN}$, presek u polju

$$Z_u = 1.6 \times 400 = 640 \text{ kN}$$

$$M_{au} = 253.1 - 640 \times \left(\frac{0.6}{2} - 0.06 \right) = 99.5 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{54}{\sqrt{\frac{99.5 \times 10^2}{40 \times 2.05}}} = 4.902 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon_b / \varepsilon_a = 1.079/10\text{‰}, \mu_{1M} = 4.310\%$$

$$A_a = 4.310 \times \frac{40 \times 54}{100} \times \frac{2.05}{40} + \frac{640}{40} = 20.77 \text{ cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \text{usv.: } \mathbf{6R\text{Ø}22} \text{ (22.81 cm}^2\text{)}$$

$$a_1 = \frac{5 \times 4.5 + 2 \times 10}{7} = 6.07 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad h_{\text{stv.}} = 60 - 6.07 = 53.93 \text{ cm} \approx h_{\text{rač}}$$

Hajde da UPOREDIMO proračunski potrebne površine armature u primerima 6 i 7:

primer	N_u	$M_{u,osl.}$	$A_{a,osl.}$	$M_{u,polje}$	$A_{a,polje}$	M_o/M_p	$A_{a,o}/A_{a,p}$
6	0	450	23.29	253.1	12.51	1.78	1.86
7a	640	450	17.00	253.1	4.87	1.78	3.49
7b	-640	450	30.79	253.1	20.77	1.78	1.48

Na prvim vežbama iz savijanja (ČISTO savijanje), Primeri 1 i 2, prezentacija

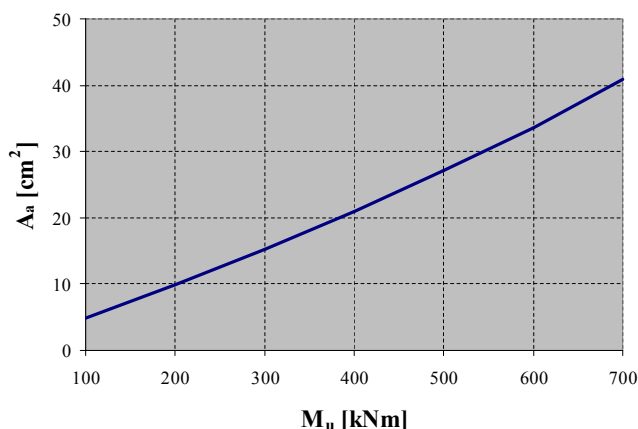
03 - VELIKI EKSCENTRICITET - CISTO SAVIJANJE PRAVOUGAONIK.PPT

određene su potrebne površine armature za presek istih dimenzija, opterećene graničnim momentima od 300 kNm, odnosno 600 kNm. U razmatranom slučaju ČISTOG savijanja, potrebna A_a je:

$$A_a = \frac{M_u}{z_b \times \sigma_v} = \frac{M_u}{\zeta \times h \times \sigma_v} \approx \frac{M_u}{0.9 \times h \times \sigma_v}$$

Zavisnost je prikazana i na skici desno i vidi se da vrlo malo odstupa od linearne.

Naime, koeficijent kraka unutrašnjih sila ζ se menja u vrlo uskim granicama (pogledajte TABLICE), približna vrednost mu je $\zeta \approx 0.9$. Što znači da **dvaput veći moment zahteva približno dvaput veću armaturu**. Pri povećanju M neutralna linija se pomera ka zategnutoj ivici preseka (povećava se pritisnuta zona preseka) što dovodi do smanjenja kraka sila, odnosno smanjenja koeficijenta ζ pa će **potrebna površina armature rasti nešto BRŽE od porasta momenta savijanja**.



Navedeno se može uočiti i u ovom primeru. Moment nad osloncem je veći 1.78 puta od momenta u polju, a potrebna površina armature je veća 1.86 puta (tablica na prethodnoj strani). Dosta dobra i jednostavna kontrola tačnosti proračuna. Naravno, ukoliko je u pitanju ISTI TIP preseka (oba puta pravougaoni) i ako je STATIČKA VISINA ISTA.

Da li je isti slučaj i kod SLOŽENOG savijanja?

Nije, ne bih radio ovolike primere da jeste. U tom slučaju armatura se određuje iz izraza:

$$A_a = \frac{M_{au}}{z_b \times \sigma_v} - \frac{N_u}{\sigma_v} = \frac{M_{au}}{\zeta \times h \times \sigma_v} - \frac{N_u}{\sigma_v} \approx \frac{M_{au}}{0.9 \times h \times \sigma_v} - \frac{N_u}{\sigma_v}$$

Ukoliko usvojimo okvirno, a dovoljno tačno:

$$a_1 \approx 0.1 \times d \Rightarrow h = d - a_1 \approx 0.9 \times d$$

$$z_b \approx 0.9 \times h = 0.9 \times 0.9 \times d \approx 0.8 \times d$$

$$y_{a1} = y_{b1} - a_1 = \frac{d}{2} - a_1 \approx 0.4 \times d$$

$$M_{au} = M_u + N_u \times y_{a1} \approx M_u + 0.4 \times d \times N_u$$

dalje sledi:

$$A_a \approx \frac{M_u + 0.4 \times N_u \times d}{0.8 \times d \times \sigma_v} - \frac{N_u}{\sigma_v} = \frac{M_u}{0.8 \times d \times \sigma_v} + \frac{0.4 \times N_u \times d}{0.8 \times d \times \sigma_v} - \frac{N_u}{\sigma_v}$$

$$A_a \approx \frac{M_u}{0.8 \times d \times \sigma_v} + \frac{N_u}{2 \times \sigma_v} - \frac{N_u}{\sigma_v} = \frac{M_u}{0.8 \times d \times \sigma_v} - \frac{N_u}{2 \times \sigma_v} \quad \text{i konačno}$$

$$A_a \approx \frac{M_u}{0.9 \times h \times \sigma_v} - \frac{N_u}{2 \times \sigma_v}$$

Iz poslednjeg izraza se vidi da se pri dejstvu sile PRITISKA dobija MANJE, a pri dejstvu sile ZATEZANJA VIŠE armature nego pri čistom savijanju. O čemu je već bilo reči, naročito u objašnjavanju sadržaja Starog godišnjeg zadatka, LIST 2, zadatak 2.

Isto tako, vidi se da:

- pri dejstvu konstantne sile pritiska, potrebna A_a brže raste od porasta M_u
- pri dejstvu konstantne sile zatezanja, potrebna A_a sporije raste od porasta M_u

U svakom slučaju, zaključak **DUPLO VEĆEM MOMENTU PRIBLIŽNO ODGOVARA DUPLO VEĆA ARMATURA** važi samo, jedino i isključivo **za ČISTO savijanje**.

Zašto sam ovo pitanje uopšte potezao? Biće jasnije kad se doхватimo i zadataka 4 i 5 i prelistamo ispitne zadatke. Vratite se nešto kasnije i na ovo.

U svakom slučaju, treba da:

- uradite samo 1 presek (1 sila, nekom N, nekom Z), samo oslonac
- da uočite i zapamtite da PRI ISTOM M sila N daje manju, a sila Z veću armaturu nego kad je presek napregnut na čisto savijanje
- odmah posle 10 minuta potrebnih za ovaj zadatak pređete na zadatak 4