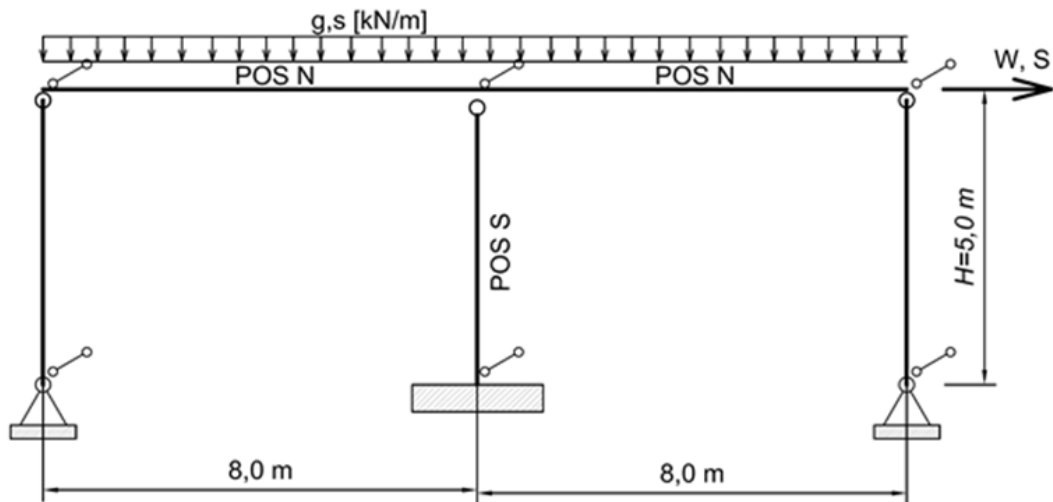


Za konstrukciju prikazanu na slici potrebno je:

1. Dimenzionisati nosač POS N. Za poprečni presek nosača usvojiti vrućevaljani HEA profil. Nosač je bočno pridrzan na mestima veze sa stubom. Opterećenje deluje na donjoj nožici nosača.
2. Dimenzionisati stub POS S. Za poprečni presek stuba usvojiti vrućevaljani HEA profil. Stub je bočno pridrzan na krajevima.



Konstrukcija je opterećena u svemu prema skici:

- Stalno opterećenje:  $g=24$  kN/m;
- Sneg:  $s=12$  kN/m ( $h<1000$  mm);
- Vetar:  $W = 12,0$  kN;
- Seizmika:  $S=10$  kN.

Konstrukcija se izvodi od čelika S275.

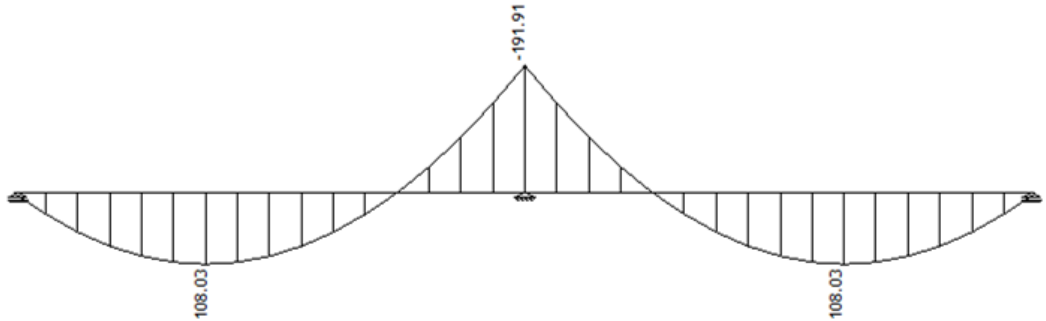
*Napomena: Vreme predviđeno za izradu ovog zadatka bilo je 4 sata.  
Ispiti od školske 2020/2021. godine traju 2 sata i 15 minuta.*

**1. Nosač POS N**

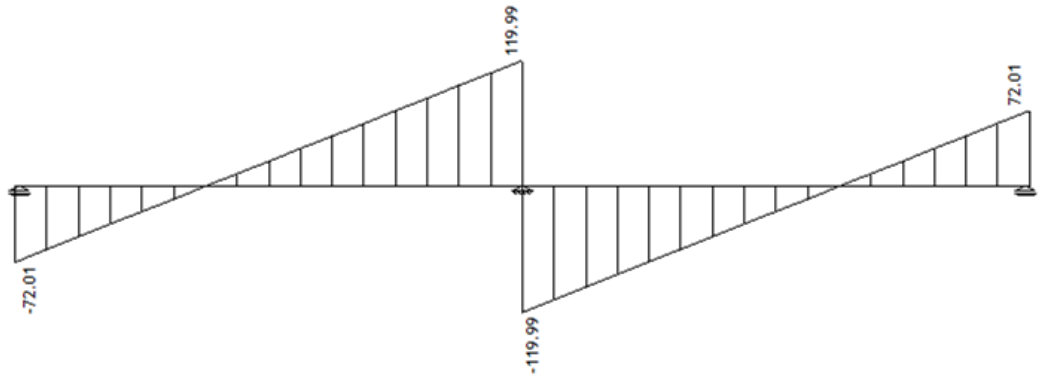
Statički uticaji

stalno opterećenje, g

**$M_g$**   
(kNm)

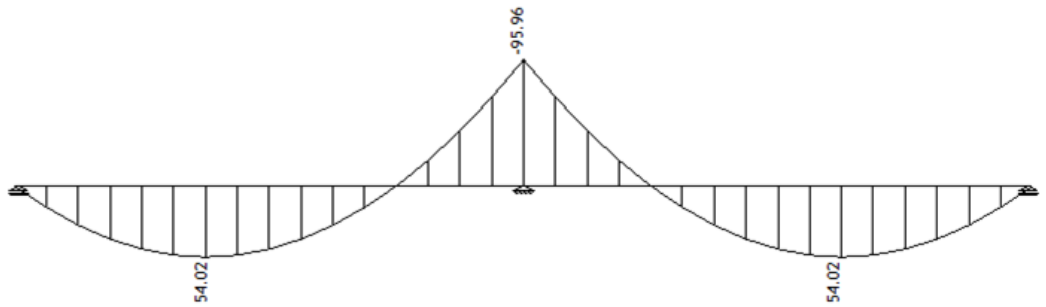


**$V_g$**   
(kN)

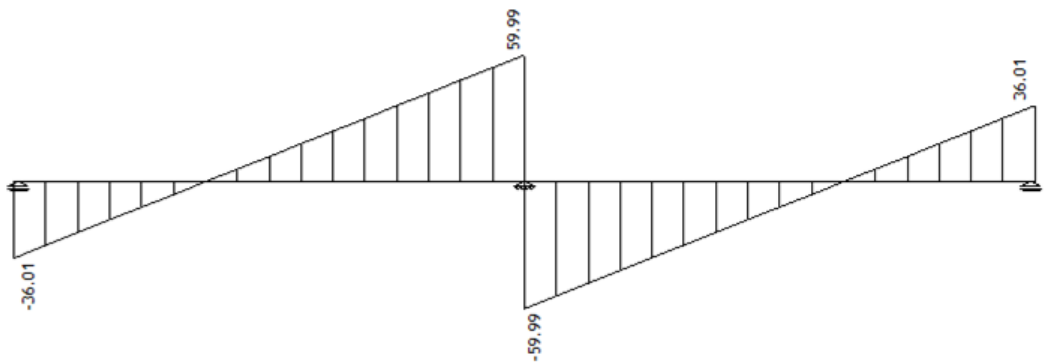


sneg, s

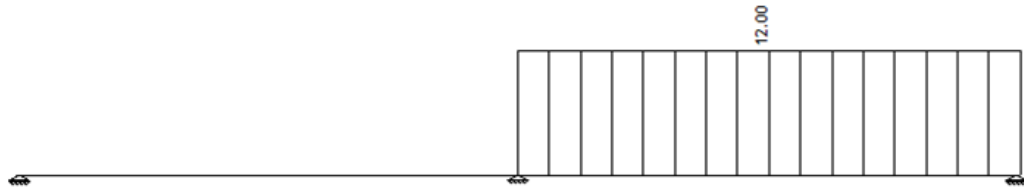
**$M_s$**   
(kNm)



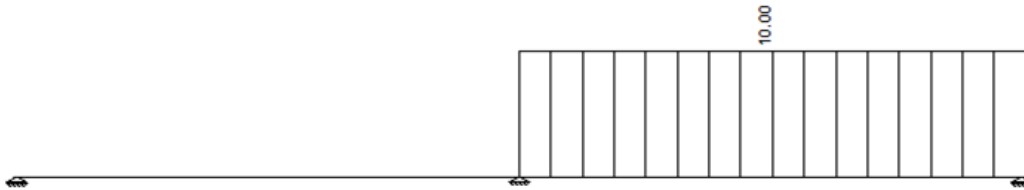
**$V_s$**   
(kN)



vetar, w

 $N_w$   
(kN)

seizmika, S

 $N_s$   
(kN)Proračunske vrednosti uticaja

$$\psi_{os} := 0.5 \quad \psi_{ow} := 0.6 \quad \psi_{2s} := 0 \quad \psi_{2w} := 0$$

kombinacije opterećenja za stalne i prolazne proračunske situacije:

$$1.35 g + 1.5 s + 1.5 \psi_{ow} w$$

$$1.35 g + 1.5 w + 1.5 \psi_{os} s$$

1) max momenat nad osloncem i odgovarajuća normalna sila:

$$M_{Edosl1} := 1.35 M_{gosl} + 1.5 M_{sosl} = 403.02 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Edosl1} := 1.35 V_{gosl} + 1.5 V_{sosl} = 251.97 \text{ kN}$$

$$N_{Ed1} := 1.5 \psi_{ow} \cdot N_w = 10.8 \text{ kN}$$

2) max normalna sila i odgovarajući momenat:

$$M_{Edosl2} := 1.35 M_{gosl} + 1.5 \psi_{os} \cdot M_{sosl} = 331.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Edosl2} := 1.35 V_{gosl} + 1.5 \psi_{os} \cdot V_{sosl} = 206.98 \text{ kN}$$

$$N_{Ed2} := 1.5 N_w = 18 \text{ kN}$$

kombinacija opterećenja za seizmičke proračunske situacije:

$$g + S + \psi_{2w} w + \psi_{2s} s = g + S$$

3)  $M_{Edosl3} := M_{gosl} = 191.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 

$$V_{Edosl3} := V_{gosl} = 119.99 \text{ kN}$$

$$N_{Ed3} := N_S = 10 \text{ kN}$$

S obzirom na sračunate proračunske vrednosti uticaja, kombinacija opterećenja za seizmičke proračunske situacije nije merodavna za dimenzionisanje POS N!

Koeficijenti sigurnosti za nosivost

$$\gamma_{M0} := 1 \quad \gamma_{M1} := 1$$

Mehaničke karakteristike materijala

$$f_y := 275 \text{ MPa} \quad f_u := 430 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = 0.92$$

$$E := 210 \text{ GPa} \quad G := 81 \text{ GPa}$$

Geometrija poprečnog preseka

Usvaja se poprečni presek HEA 320.

$$\begin{aligned}
 h &= 310 \text{ mm} & b_f &= 300 \text{ mm} & t_w &= 9 \text{ mm} & t_f &= 15.5 \text{ mm} & r &= 27 \text{ mm} \\
 I_y &= 22930 \text{ cm}^4 & I_z &= 6985 \text{ cm}^4 & I_t &= 108 \text{ cm}^4 & I_w &= 1512000 \text{ cm}^6 & W_{ply} &= 1628 \text{ cm}^3 \\
 A_{vz} &= 41.13 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Klasa poprečnog preseka

nožica:

$$c := \frac{b_f - t_w}{2} - r = 118.5 \text{ mm} \quad \frac{c}{t_f} = 7.65 < \lambda_{K1} := 9 \quad \varepsilon = 8.32 \quad \mathbf{K1}$$

rebro:

$$c := h - 2 t_f - 2 r = 225 \text{ mm} \quad \frac{c}{t_w} = 25 < \lambda_{K1} := 72 \quad \varepsilon = 66.56 \quad \mathbf{K1}$$

Poprečni presek je klase 1.

*Napomena: Klasa poprečnog preseka određena je za slučaj čistog savijanja, što je nepovoljniji slučaj naprezanja sa stanovišta izbočavanja od kombinovanog dejstva momenta savijanja i sile zatezanja.*

Kontrola graničnog stanja nosivostiKontrola nosivosti poprečnog preseka na savijanje

$$\begin{aligned}
 M_{cRd} &:= \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 447.7 \text{ kN} \cdot \text{m} \\
 \frac{M_{Edos1}}{M_{cRd}} &= 0.9 < 1
 \end{aligned}$$

Kontrola nosivosti poprečnog preseka na smicanje

$$h_w := h - 2 t_f = 279 \text{ mm} \quad \eta := 1$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 31 < 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 66.56$$

Vitkost rebra zadovoljava uslov za primenu plastične nosivosti preseka na smicanje i ne treba proveravati izbočavanje smicanjem.

$$\begin{aligned}
 V_{plzRd} &:= \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 653.03 \text{ kN} \\
 \frac{V_{Edos1}}{V_{plzRd}} &= 0.39 < 1
 \end{aligned}$$

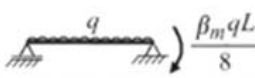

$$\frac{V_{Edos1}}{V_{plzRd}} < 0.5 \quad \text{Ne treba sprovesti kontrolu interakcije savijanja i smicanja.}$$

Kontrola nosivosti poprečnog preseka na zatezanje

$$\begin{aligned}
 N_{plRd} &:= \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 3421 \text{ kN} \\
 \frac{N_{Ed2}}{N_{plRd}} &= 0.005 < 1
 \end{aligned}$$


$$\frac{N_{Ed2}}{N_{plRd}} < 0.25 \quad \frac{N_{Ed2}}{A_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} < 0.5 \quad \text{Ne treba sprovoditi kontrolu interakcije savijanja i zatezanja.}$$

Kontrola nosivosti elementa na BTI  $L := 8 \text{ m}$

Beam	Moment distribution	$\alpha_m$	Range
		$1.13 + 0.10\beta_m$ $-1.25 + 3.5\beta_m$	$0 \leq \beta_m \leq 0.7$ $0.7 \leq \beta_m \leq 1$

$$\beta_m := \text{root} \left( \frac{\beta_m \cdot (1.35 g + 1.5 s) \cdot L^2}{8} - M_{Edosl1}, \beta_m, 0, 1 \right) = 1$$

$$C_1 := -1.25 + 3.5 \beta_m = 2.25$$

Statički sistem i opterećenje	$k_z$ i $k_w$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
	1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980

$$k_z := 1 \quad k_w := 1 \quad C_2 := 0.459 \quad C_3 := 0.525 \quad z_j := 0 \text{ mm}$$

rastojanje od mesta delovanja opterećenja do centra smicanja  $z_g := -\frac{h}{2} = -155 \text{ mm}$   
(opterećenje deluje na donjem pojasu, suprotno centru smicanja, pa se usvaja negativan znak)

$$M_{cr} := C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{k_z \cdot L^2} \cdot \left( \sqrt{\left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right)$$

$$M_{cr} = 1662.34 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Edosl1}}{M_{cr}} = 0.24 > 0.16 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu BTI.}$$

$$M_{Rk} := W_{ply} \cdot f_y = 447.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$


$$\lambda_{LT} := \sqrt{\frac{M_{Rk}}{M_{cr}}} = 0.52 > 0.4 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu BTI.}$$

metoda za vrućevaljane profile

$$\frac{h}{b_f} = 1.03 < 2 \quad \text{kriva izvijanja je b} \quad \alpha_{LT} = 0.34$$

$$\Phi_{LT} := 0.5 \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.4) + 0.75 \lambda_{LT}^2 \right) = 0.62$$

$$\chi_{LT} := \min \left( \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - 0.75 \lambda_{LT}^2}}, 1, \frac{1}{\lambda_{LT}^2} \right) = 0.952$$

Dijagram momenata	$k_c$
	0,91

$$k_c := 0.91$$

$$f := \min\left(1 - 0.5 (1 - k_c) \cdot (1 - 2 (\lambda_{LT} - 0.8)^2), 1\right) = 0.96$$

$$\chi_{LTmod} := \min\left(\frac{\chi_{LT}}{f}, 1\right) = 0.99$$

$$M_{bRd} := \chi_{LTmod} \frac{M_{Rk}}{\gamma_{M1}} = 443.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Edosl1}}{M_{bRd}} = 0.91 < 1$$

*Napomena: Pre sprovođenja kontrole nosivosti elementa na BTI može se proveriti da li je vitkost ekvivalentne pritisnute nožice manja od granične vrednosti. U slučaju da je uslov ispunjen, kontrola BTI se ne mora dalje sprovoditi i nosač se može smatrati neosetljivim na BTI.*

$$i_{fc} := \frac{b_f}{\sqrt{12}} \cdot \sqrt{\frac{b_f \cdot t_f}{b_f \cdot t_f + h_w \cdot \frac{t_w}{3}}} = 79.72 \text{ mm} \quad \begin{array}{l} \text{poluprečnik inercije} \\ \text{ekvivalentne pritisnute nožice} \end{array}$$

$$\lambda_1 := 93.9 \quad \varepsilon = 86.8 \quad \lambda_{c0} := 0.5$$

$$\lambda_f := \frac{k_c \cdot L}{i_{fc} \cdot \lambda_1} = 1.05 > \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{cRd}}{M_{Edosl1}} = 0.56$$

Obzirom da u ovom slučaju uslov nije ispunjen, zaključuje se da treba sprovesti kontrolu BTI.

### **Kontrola graničnog stanja upotrebljivosti**

#### **Kontrola ugiba**

$$w_g := 0.248 \cdot \frac{g L^4}{I_y \cdot 10^7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 1.06 \text{ mm} \quad w_s := 0.248 \cdot \frac{s L^4}{I_y \cdot 10^7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 0.53 \text{ mm}$$

$$w := w_g + w_s = 1.59 \text{ mm} < \frac{L}{250} = 32 \text{ mm}$$

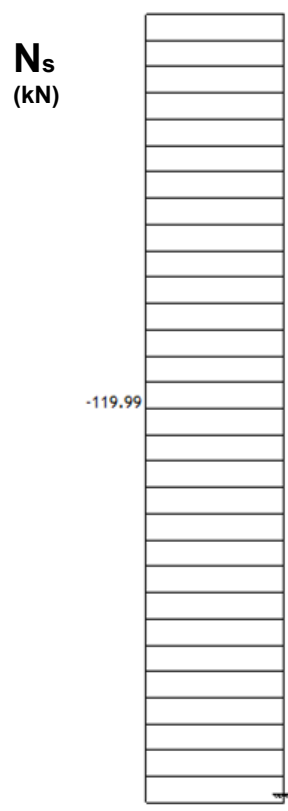
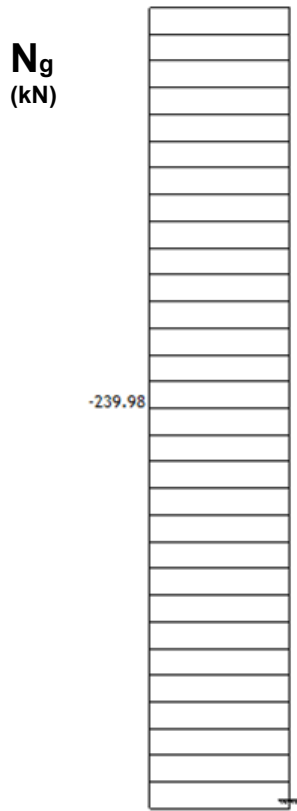
*Napomena: Iako u postavci zadatka nije zahtevana kontrola graničnog stanja upotrebljivosti, sprovedena je radi pokazivanja postupka i skretanja pažnje studentima da se pri formiranju kombinacija ne koriste parcijalni koeficijenti sigurnosti.*

**2. Stub POS S**

Statički uticaji

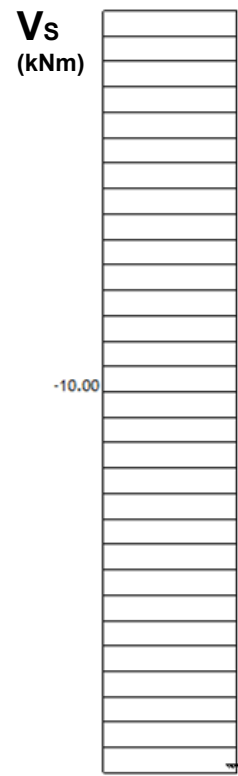
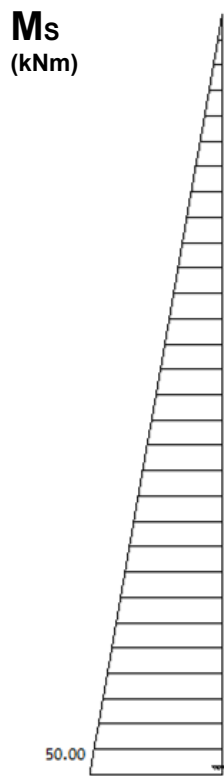
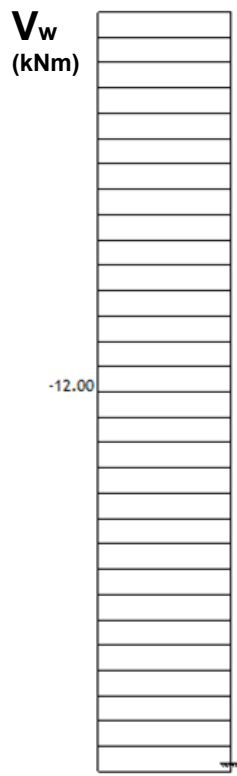
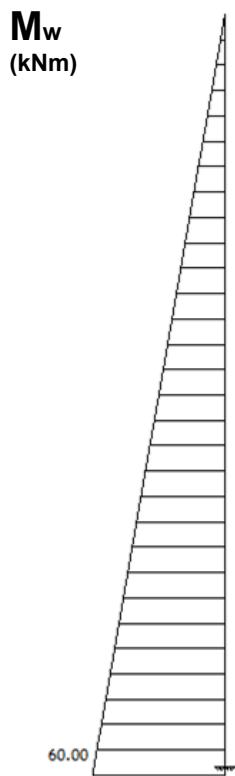
stalno opterećenje, g

sneg, s



vetar, w

seizmika, S



Proračunske vrednosti uticaja

kombinacije opterećenja za stalne i prolazne proračunske situacije:

$$1.35 g + 1.5 s + 1.5 \psi_{ow} w$$

$$1.35 g + 1.5 w + 1.5 \psi_{os} s$$

1) max momenat u uklještenju i odgovarajuća normalna sila:

$$M_{Ed1} := 1.5 M_w = 90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed1} := 1.5 V_w = 18 \text{ kN}$$

$$N_{Ed1} := 1.35 N_g + 1.5 \psi_{os} \cdot N_s = 413.97 \text{ kN}$$

2) max normalna sila i odgovarajući momenat:

$$M_{Ed2} := 1.5 \psi_{ow} \cdot M_w = 54 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed2} := 1.5 \psi_{ow} \cdot V_w = 10.8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed2} := 1.35 N_g + 1.5 N_s = 503.96 \text{ kN}$$

kombinacija opterećenja za seizmičke proračunske situacije:

$$g + S + \psi_{2w} w + \psi_{2s} s = g + S$$

$$M_{Ed3} := M_S = 50 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed3} := V_S = 10 \text{ kN}$$

$$N_{Ed3} := N_g = 239.98 \text{ kN}$$

S obzirom na sračunate proračunske vrednosti uticaja, kombinacija opterećenja za seizmičke proračunske situacije nije merodavna za dimenzionisanje POS S!

Geometrija poprečnog preseka

Usvaja se poprečni presek HEA 240.

$$h = 230 \text{ mm} \quad b_f = 240 \text{ mm} \quad t_w = 7.5 \text{ mm} \quad t_f = 12 \text{ mm} \quad r = 21 \text{ mm}$$

$$I_y = 7763 \text{ cm}^4 \quad I_z = 2769 \text{ cm}^4 \quad I_t = 41.55 \text{ cm}^4 \quad I_w = 328500 \text{ cm}^6 \quad W_{ply} = 744.6 \text{ cm}^3$$

$$A_{vz} = 25.18 \text{ cm}^2$$

Klasa poprečnog preseka

nožica:

$$c := \frac{b_f - t_w}{2} - r = 95.25 \text{ mm} \quad \frac{c}{t_f} = 7.94 < \lambda_{K1} := 9 \quad \varepsilon = 8.32 \quad \mathbf{K1}$$

rebro:

$$c := h - 2 t_f - 2 r = 164 \text{ mm} \quad \frac{c}{t_w} = 21.87 < \lambda_{K1} := 33 \quad \varepsilon = 30.51 \quad \mathbf{K1}$$

Poprečni presek je klase 1.

*Napomena: Klasa poprečnog preseka određena je za slučaj čistog pritiska, što je nepovoljniji slučaj naprezanja sa stanovišta izbočavanja od kombinovanog dejstva momenta savijanja i sile pritiska. S obzirom da se ispostavilo da je presek klase 1 u slučaju čistog pritiska, zaključuje se da je klasa 1 i u slučaju kombinovanog naprezanja.*

Kontrola graničnog stanja nosivosti

Kontrola nosivosti poprečnog preseka na savijanje

$$M_{cRd} := \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 204.77 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



$$\frac{M_{Ed1}}{M_{cRd}} = 0.44 < 1$$

#### Kontrola nosivosti poprečnog preseka na smicanje

$$h_w := h - 2 t_f = 206 \text{ mm} \quad \eta := 1$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 27.47 < 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 66.56$$

Vitkost rebra zadovoljava uslov za primenu plastične nosivosti preseka na smicanje i ne treba proveravati izbočavanje smicanjem.

$$V_{plzRd} := \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 399.79 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed1}}{V_{plzRd}} = 0.05 < 1$$

$$\frac{V_{Ed1}}{V_{plzRd}} < 0.5 \quad \text{Ne treba sprovesti kontrolu interakcije savijanja i smicanja.}$$

#### Kontrola nosivosti poprečnog preseka na pritisak

$$N_{cRd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 2112 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed2}}{N_{cRd}} = 0.239 < 1$$

$$\frac{N_{Ed2}}{N_{cRd}} = 0.24 < 0.25 \quad \frac{N_{Ed2}}{h_w \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = 1.19 > 0.5 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu interakcije savijanja i pritiska.}$$

$$n := \frac{N_{Ed2}}{N_{cRd}} = 0.24 \quad a := \min \left( \frac{A - 2 b_f \cdot t_f}{A}, 0.5 \right) = 0.25$$

$$M_{NRd} := M_{cRd} \cdot \frac{1 - n}{1 - 0.5 a} = 178.18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed1}}{M_{NRd}} = 0.51 < 1$$

*Napomena: Kontrola interakcije savijanja i pritiska sprovedena je koristeći maksimalnu normalnu silu (kombinacija 1) i maksimalni moment (kombinacija 2). Iako se proračunske vrednosti uticaja iz različitih kombinacija ne mogu istovremeno javiti, ovakva pretpostavka je na strani sigurnosti.*

#### Kontrola nosivosti elementa na fleksiono izvijanje

$$L_y := 10 \text{ m}$$

$$L_z := 5 \text{ m}$$

$$N_{cry} := \pi^2 \frac{E \cdot I_y}{L_y^2} = 1608.97 \text{ kN} \quad N_{crz} := \pi^2 \frac{E \cdot I_z}{L_z^2} = 2295.63 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed2}}{N_{cry}} = 0.31 > 0.04 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu fleksionog izvijanja oko y ose.}$$

$$\frac{N_{Ed2}}{N_{crz}} = 0.22 > 0.04 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu fleksionog izvijanja oko z ose.}$$

$$N_{Rk} := A \cdot f_y = 2112 \text{ kN}$$

$$\lambda_y := \sqrt{\frac{N_{Rk}}{N_{cry}}} = 1.15 > 0.2 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu fleksionog izvijanja oko y ose.}$$

$$\lambda_z := \sqrt{\frac{N_{Rk}}{N_{crz}}} = 0.96 > 0.2 \quad \text{Treba sprovesti kontrolu fleksionog izvijanja oko z ose.}$$

$$\frac{h}{b_f} = 0.96 < 1.2 \quad \text{kriva izvijanja za izvijanje oko y ose je b} \quad \alpha_y := 0.34$$

$$\text{kriva izvijanja za izvijanje oko z ose je c} \quad \alpha_z := 0.49$$

$$\Phi_y := 0.5 \left( 1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0.2) + \lambda_y^2 \right) = 1.32 \quad \Phi_z := 0.5 \left( 1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0.2) + \lambda_z^2 \right) = 1.15$$

$$\chi_y := \min \left( \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_y^2}}, 1 \right) = 0.508 \quad \chi_z := \min \left( \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_z^2}}, 1 \right) = 0.564$$

$$\chi := \min(\chi_y, \chi_z) = 0.508$$

$$N_{bRd} := \chi \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1073.84 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed2}}{N_{bRd}} = 0.47 < 1$$

Kontrola nosivosti elementa na BTI

$$L := 5 \text{ m}$$

Beam	Moment distribution	$\alpha_m$	Range
$M \left( \text{---} \right) \beta_m M$	$M \cdot \text{---} \beta_m M$	$\frac{1.75 + 1.05 \beta_m + 0.3 \beta_m^2}{2.5}$	$-1 \leq \beta_m \leq 0.6$ $0.6 \leq \beta_m \leq 1$

$$\beta_m := 0 \quad C_1 := 1.75$$

$$k_z := 1 \quad k_w := 1 \quad z_j := 0 \text{ mm} \quad z_g := 0 \text{ mm}$$

$$M_{cr} := C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{k_z \cdot L^2} \cdot \left( \sqrt{\left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right)$$


$$M_{cr} = 654.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed1}}{M_{cr}} = 0.14 < 0.16 \quad \text{Kontrola BTI se ne mora sprovoditi.}$$

*Napomena: Do istog zaključka po pitanju sprovođenja kontrole BTI moglo se doći kontrolom vitkosti ekvivalentne pritisnute nožice, čime bi se izbegla potreba za određivanjem kritičnog momenta i čime bi se skratio postupak proračuna.*

$$i_{fc} := \frac{b_f}{\sqrt{12}} \cdot \sqrt{\frac{b_f \cdot t_f}{b_f \cdot t_f + h_w \cdot \frac{t_w}{3}}} = 63.81 \text{ mm} \quad \begin{array}{l} \text{poluprečnik inercije} \\ \text{ekvivalentne pritisnute nožice} \end{array}$$

$$\lambda_1 := 93.9 \quad \varepsilon = 86.8 \quad \lambda_{c0} := 0.5$$

Dijagram momenata	$k_c$
	$\frac{1}{1.33 - 0.33\psi}$

$$k_c := \frac{1}{1.33} = 0.75$$

$$\lambda_f := \frac{k_c \cdot L}{i_{fc} \cdot \lambda_1} = 0.68 < \lambda_{c0} \cdot \frac{M_{cRd}}{M_{Ed1}} = 1.14 \quad \text{Kontrola BTI se ne mora sprovoditi.}$$

$$M_{Rk} := W_{ply} \cdot f_y = 204.77 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \chi_{LT} := 1$$

$$M_{bRd} := \chi_{LT} \frac{M_{Rk}}{\gamma_{M1}} = 204.77 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Ed1}}{M_{bRd}} = 0.44 < 1$$

#### Kontrola nosivosti ekscentrično pritisnutog elementa

$C_{my} := 0.6$  (dijagram momenata  $M_y$ , između tačaka pridržanja u pravu ose z)

$C_{mz} := 0$  (dijagram momenata  $M_z$ , između tačaka pridržanja u pravu ose y)

$C_{mLT} := 0.6$  (dijagram momenata  $M_y$ , između tačaka pridržanja u pravu ose y)

$$k_{yy} := \min \left( C_{my} \cdot \left( 1 + (\lambda_y - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed2}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right), C_{my} \cdot \left( 1 + 0.8 \cdot \frac{N_{Ed2}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \right) = 0.83$$

$$\chi_{LT} = 1 \quad k_{zy} := 0.6 \quad k_{yy} = 0.5$$

$$\frac{N_{Ed2}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Ed1}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.832 < 1$$

$$\frac{N_{Ed2}}{\chi_z \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Ed1}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.641 < 1$$

**Kontrola graničnog stanja upotrebljivosti****Kontrola horizontalnog pomeranja vrha stuba**

$$w_w := \frac{W L^3}{3 I_y \cdot E} = 30.67 \text{ mm}$$

$$w := w_w = 30.67 \text{ mm} < \frac{L}{150} = 33.33 \text{ mm}$$

*Napomena: Iako u postavci zadatka nije zahtevana kontrola graničnog stanja upotrebljivosti, sprovedena je radi pokazivanja postupka i skretanja pažnje studentima da se pri formiranju kombinacija ne koriste parcijalni koeficijenti sigurnosti.*