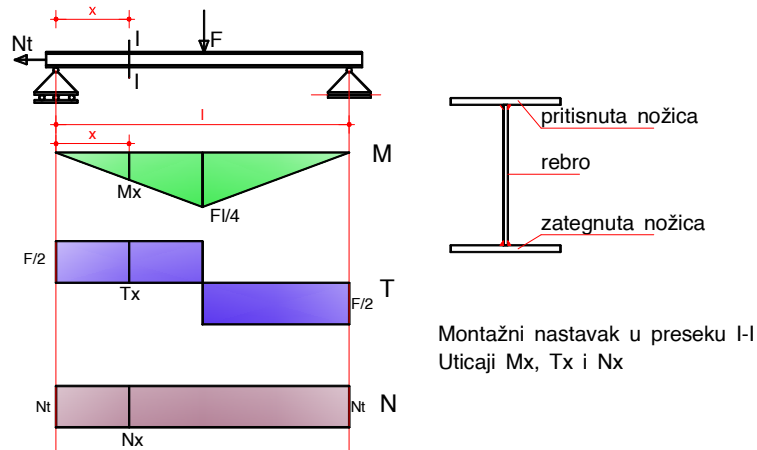


Proračun montažnih nastavaka nosača prema zadatim silama



- Nastavak se dimenzioniše prema stvarnim uticajima na mestu nastavljanja nosača
- Uticaji se raspodeljuju na njegove sastavne delove, nožice i rebro
- Momenti se raspodeljuju prema momentu inercije

$$M = M_f + M_w \quad M_f = M \frac{I_f}{I} \quad M_w = M \frac{I_w}{I}$$
- Transverzalne sile se prenosi samo preko rebra profila
- Normalne sile se prenose na isti način kao kod štapova (prema površini preseka)

Postupak proračuna prikazaćemo na primeru

Zadatak 1.

Dimenzionisati montažni nastavak valjanog profila INP 400, ako je:

$M=200 \text{ kNm}$ $T=150 \text{ kN}$ $N_t=200 \text{ kN}$

Nastavak izvesti jednostranim podvezicama, sa neobrađenim zavrtnjevima klase čvrstoće 5.6.

Osnovni materijal je S235 (Č0361) , II slučaj opterećenja

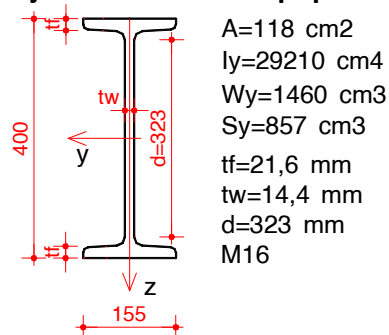
Rešenje**1.1 Osnovni podaci za proračun**

Osnovni materijal: II slučaj opterećenja

Č0361 $\sigma_{dop} = 18,0 \text{ kN/cm}^2$ $\tau_{dop} = 10,0 \text{ kN/cm}^2$

Zavrtnjevi: neobrađeni klase čvrstoće 5.6

$\tau_{dop} = 15,7 \text{ kN/cm}^2$ $\sigma_{dop} = 30,5 \text{ kN/cm}^2$

1.2 Geometrijske karakteristike poprečnog preseka**1.3 Kontrola napona u nosaču van zone nastavka**

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A_{br}} + \frac{M}{W} = \frac{200}{118} + \frac{200 \cdot 10^2}{1460} = 15,39 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{dop}$$

$$\tau_{\max} = \frac{T \cdot S_y}{I_y \cdot b_y} = \frac{150 \cdot 857}{29210 \cdot 1,44} = 3,10 \text{ kN/cm}^2 < \tau_{dop}$$

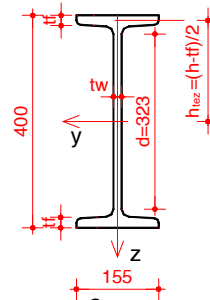
1.4 Raspodela momenta na nožice i rebro

$$M = M_f + M_w \quad M_f = M \frac{I_f}{I} \quad M_w = M \frac{I_w}{I}$$

$$I_f = 2 \cdot A_f \cdot h_{tez}^2 = 2 \cdot 33,48 \left(\frac{40 - 2,16}{2} \right)^2 = 2 \cdot 11984,7 = 23969,43 \text{ cm}^4$$

$$A_f = b \cdot t_f = 15,5 \cdot 2,16 = 33,48 \text{ cm}^2$$

$$I_w = I - 2I_f = 29210 - 2 \cdot 11984,7 = 5240,60 \text{ cm}^4$$



1.5 Nosivost zavrtnjeva

Usvojeni zavrtnjevi M16 x Ik.č. 5.6

$$\text{Nosivost na smicanje: } F_v = m \cdot A_{v,1} \cdot \tau_{dop} = m \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \tau_{dop}$$

$$F_v = 1 \cdot \frac{1,6^2 \pi}{4} \cdot 15,7 = 31,55 \text{ kN}$$

$$F_b = \min A_b \cdot \sigma_{b,dop} = \min \Sigma t \cdot d_0 \cdot \sigma_{b,dop}$$

$$F_b = 2,16 \cdot 1,6 \cdot 30,5 = 105,41 \text{ kN}$$

$$F_{v,dop} = \min \{F_v, F_b\} = 31,55 \text{ kN}$$

1.6 Proračun sila koje primaju zavrtnjevi i broja zavrtnjeva

-pritisnuta nožica

$$F_{f,c} = \frac{M_f}{h_f} - N_f \quad N_f = N_t \frac{A_f}{A} = 200 \frac{2 \cdot 33,48}{118} = 113,49 \text{ kN}$$

$$A_w = A - 2 \cdot A_f = 118 - 2 \cdot 33,48 = 51,04 \text{ cm}^2$$

$$N_w = N_t \frac{A_w}{A} = 200 \frac{51,04}{118} = 86,51 \text{ kN}$$

$$h_f = h = 40 \text{ cm}$$

$$F_{f,c} = \frac{M_f}{h_f} - N_f = \frac{164,12 \cdot 10^2}{40} - 113,49 = 296,81 \text{ kN}$$

potreban broj zavrtnjeva

$$n = \frac{296,81}{31,55} = 9,40 \text{ kom} \quad \text{Usvojeno 10M16 x lk.č. 5.6}$$

-zategnuta nožica

$$F_{f,t} = \frac{M_f}{h_f} + N_f = \frac{164,12 \cdot 10^2}{40} + 113,49 = 523,79 \text{ kN}$$

potreban broj zavrtnjeva

$$n = \frac{523,79}{31,55} = 16,60 \text{ kom} \quad \text{Usvojeno 18M16 x lk.č. 5.6}$$

1.7 Kontrola napona na mestu nastavka

$$I_{\text{net}} = I - \Delta A \cdot h_t^2 = 29210 - 6,92 \left(\frac{40 - 2,16}{2} \right)^2 = 26732,87 \text{ cm}^4$$

$$\Delta A = 2 \cdot 1,6 \cdot 2,16 = 6,92 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{net}} = A - \Delta A = 118 - 6,92 = 111,08 \text{ cm}^2$$

$$W_{\text{net}} = \frac{I_{\text{net}}}{h_t} = \frac{26732,87}{18,92} = 1412,94 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{N}{A_{\text{net}}} + \frac{M}{W_{\text{net}}} = \frac{200}{111,8} + \frac{200 \cdot 10^2}{1412,94} = 15,96 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{\text{dop}}$$

1.8 Proračun podvezica na nožici

Pretpostavlja se širina podvezica $b_p = 175 \text{ mm}$

Podvezica na pritisnutoj nožici:

$$F_{f,c} = \frac{M_f}{h_f} - N_f = \frac{164,12 \cdot 10^2}{40} - 113,49 = 296,81 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{F_{f,c}}{A_{f,p,\text{bruto}}}$$

$$A_{f,p,\text{bruto}} = b_p \cdot t_p \rightarrow t_p = \frac{F_{f,c}}{\sigma_{\text{dop}} \cdot b_p} = \frac{296,81}{18 \cdot 75} = 0,942 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

Usvojene podvezice na pritiskutoj nožici $\neq 10 \times 175 \text{ mm}$

Podvezica na zategnutoj nožici:

$$F_{f,t} = \frac{M_f}{h_f} + N_f = \frac{164,12 \cdot 10^2}{40} + 113,49 = 523,79 \text{ kN}$$

$$A_{f,p,\text{net}} = b_p \cdot t_p - 2 \cdot 1,6 \cdot t_p \rightarrow t_p = \frac{F_{f,t}}{\sigma_{\text{dop}} \cdot (b_p - 2d_0)} =$$

$$\frac{523,79}{18 \cdot (17,5 - 2 \cdot 1,6)} = 2,16 \text{ cm} = 22 \text{ mm}$$

Usvojene podvezice na zategnutoj nožici $\neq 22 \times 175 \text{ mm}$

1.8 Proračun zavrtnjeva na rebu

Usvojeni zavrtnjevi M14 x lk.č. 5.6

$$\text{Nosivost na smicanje: } F_v = m \cdot A_{v,1} \cdot \tau_{\text{dop}} = m \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \tau_{\text{dop}}$$

$$F_v = 2 \cdot \frac{1,4^2 \pi}{4} \cdot 15,7 = 48,31 \text{ kN}$$

$$F_b = \min A_b \cdot \sigma_{b,\text{dop}} = \min \Sigma t \cdot d_0 \cdot \sigma_{b,\text{dop}}$$

$$F_b = 1,44 \cdot 1,4 \cdot 30,5 = 61,49 \text{ kN}$$

$$F_{v,\text{dop}} = \min \{F_v, F_b\} = 48,31 \text{ kN}$$

Usvajanje broja zavrtnjeva u jednom redu

$$d = 323 \text{ mm} \quad M14 \quad e = 3 \cdot 14 = 42 \text{ mm} \quad e_2 = 2 \cdot 14 = 28 \text{ mm}$$

usvojeno $e_2 = 50 \text{ mm}$, $e = 50 \text{ mm}$

$$\frac{323-2 \times 50}{50} = 4,46$$

Na pravom delu rebra može se postaviti četiri razmaka zavrtnjeva, odnosno pet zavrtnjeva u redu

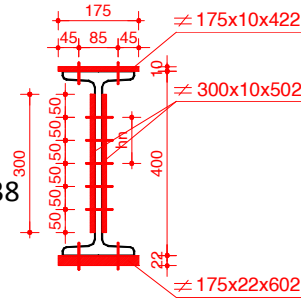
Visina podvezice je: $2 \times 50 + 4 \times 50 = 300 < 323 \text{ mm}$

Ukupan broj kolona sa usvojenim brojem zavrtnjeva $n=5$ u jednoj koloni je:

$$m = \frac{1}{n \cdot F_{v,dop}} \sqrt{\left(\frac{n \cdot M_w \cdot h_n}{\sum h_i^2} + N_w \right) + T_w^2} =$$

$$= \frac{1}{5 \cdot 48,31} \sqrt{\left(\frac{5 \cdot 35,882 \cdot 10^2 \cdot 10}{2 \cdot (5^2 + 10^2)} + 86,51^2 \right) + 150^2} = 3,38$$

Usvojeno četiri kolone sa 5 zavrtnjeva u redu



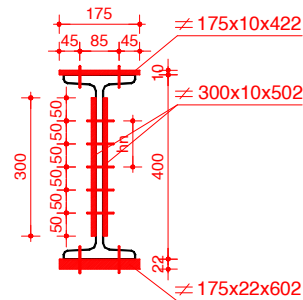
1.9 Kontrola sila u najopterećenijem spojnom sredstvu

$$F_M = \frac{M_w \cdot h_n}{m \cdot \sum h_i^2} = \frac{35,882 \cdot 10^2 \cdot 10}{4 \cdot 250} = 35,88 \text{ kN}$$

$$F_T = \frac{T_w}{m \cdot n} = \frac{150}{4 \cdot 5} = 7,5 \text{ kN}$$

$$F_N = \frac{N_w}{m \cdot n} = \frac{86,51}{4 \cdot 5} = 4,32 \text{ kN}$$

$$F_R = \sqrt{(F_M + F_N)^2 + F_T^2} = \sqrt{(35,88 + 4,32)^2 + 7,5^2} = 40,89 \text{ kN} < 48,31 \text{ kN}$$



1.10 Proračun podvezica na rebru

Na rebru su usvojene dve podvezice $\neq 10 \times 300 \text{ mm}$

Kontrola napona u podvezicama rebra

$$I_{w,p} = \frac{2 \cdot 1,0 \cdot 30^3}{12} = 4500 \text{ cm}^4$$

$$W_{w,p} = \frac{4500}{15} = 300 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_w}{W_p} = \frac{35,882 \cdot 10^2}{300} = 11,96 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{\text{dop}} = 18,0 \text{ kN/cm}^2$$

