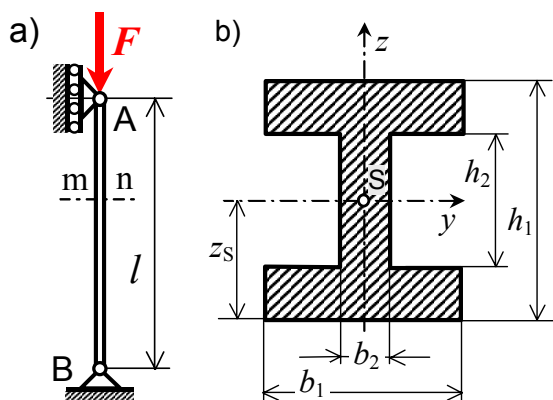


1. Primjer: Izvijanje ravnog vitkog štapa

(Zadatak 12. primjer A) i presjek E) na str. 18 u "Vježbenica ispitnih zadataka", uz primjenu PC modula "Izv_stap.exe" paketa programa "CVRSTOCA").



Za ravni štap AB izrađenog od čelika Č0361 opterećenog prema slici a) i poprečnog presjeka zadanog na slici b), treba odrediti vrijednost dopuštenog tlačnog opterećenja.

Zadano: $l = 3,2 \text{ m}$, $S_{\min} = 2$, $E = 210 \text{ GPa}$,
 $\sigma_P = 195 \text{ MPa}$, $\sigma_T = 250 \text{ MPa}$, $\sigma_o = 310 \text{ MPa}$,
 $b_1 = 80 \text{ mm}$, $h_1 = 120 \text{ mm}$, $b_2 = 20 \text{ mm}$,
 $h_2 = 70 \text{ mm}$.

Rješenje:

a) Geometrijske značajke površine poprečnog presjeka štapa, slika b)

Ploština površine poprečnog presjeka štapa jest:

$$A = b_1 \cdot h_1 - (b_1 - b_2) \cdot h_2 = 8 \cdot 12 - 6 \cdot 7 = 54 \text{ cm}^2.$$

Težišni drugi momenti površine poprečnog presjeka štapa su:

$$I_y = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} - \frac{(b_1 - b_2) \cdot h_2^3}{12} = \frac{8 \cdot 12^3}{12} - \frac{6 \cdot 7^3}{12} = 980,5 \text{ cm}^4,$$

$$I_z = \frac{(h_1 - h_2) \cdot b_1^3}{12} + \frac{h_2 \cdot b_2^3}{12} = \frac{5 \cdot 8^3}{12} + \frac{7 \cdot 2^3}{12} = 218 \text{ cm}^4 = I_{\min}.$$

Minimalni polumjer tromosti površine poprečnog presjeka štapa jest:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = \sqrt{\frac{218}{54}} = 2,009 \text{ cm}.$$

b) Vitkosti štapa

Granična vitkost štapa za proračun prema Eulerovom izrazu:

$$\lambda_P = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_P}} = \pi \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{195}} = \pi \cdot 32,8165 = 103,1.$$

Granična vitkost štapa za proračun na sabijanje jest:

$$\lambda_T = \lambda_P \frac{\sigma_o - \sigma_T}{\sigma_o - \sigma_P} = 103,1 \cdot \frac{310 - 250}{310 - 195} = 53,8.$$

Slobodna duljina izvijanja štapa za primjer učvršćenja prema slici a) jest:

$$l_o = l = 320 \text{ cm},$$

a vitkost štapa jest: $\lambda = \frac{l_o}{i_{\min}} = \frac{320}{2,009} = 159,3.$

Kako je vitkost štapa $\lambda > \lambda_P$, za daljnji proračun izvijanja uporabljen je **Eulerov izraz**.

c) Kritično naprežanje izvijanja štapa prema Eulerovom izrazu jest:

$$\sigma_{kr} = \pi^2 \frac{E}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5}{159,3^2} = 81,71 \text{ MPa} .$$

d) Kritična sila izvijanja štapa jest:

$$F_{kr} = A \cdot \sigma_{kr} = 54 \cdot 8,171 = 441,24 \text{ kN} .$$

e) Dopušteno tlačno opterećenje štapa jest:

$$F_{dop} \leq \frac{F_{kr}}{S_{min}} = \frac{441,24}{2} = 220,62 \text{ kN} .$$