

2. VAJA IZ TRDNOSTI (normalne napetosti v nosilcu)

NALOGA 1. Izpelji izraz za normalno napetost σ_{xx} v sestavljenem prečnem prerezu. Vsi materiali prečnega prereza se enako obnašajo v tlaku in nategu.

Podatki: E, A_x

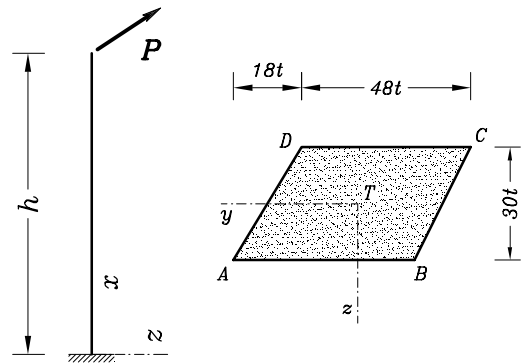
REŠITEV.

$$\sigma_{xx} = E \left(\frac{N_x}{A_x} - (y - y_T) \frac{M_z^T \tilde{I}_{yy}^T - M_y^T \tilde{I}_{yz}^T}{\tilde{I}_{yy}^T \tilde{I}_{zz}^T - (\tilde{I}_{yz}^T)^2} + (z - z_T) \frac{M_y^T \tilde{I}_{zz}^T - M_z^T \tilde{I}_{yz}^T}{\tilde{I}_{yy}^T \tilde{I}_{zz}^T - (\tilde{I}_{yz}^T)^2} \right)$$

NALOGA 2. Kamniti steber višine h in specifične teže γ je v zgornjem prečnem prerezu obremenjen s silo \mathbf{P} v težišču T paralelograma $ABCD$. Izračunaj normalne napetosti σ_{xx} v podpori.

Podatki: $h = 12 \text{ m}$, $t = 10 \text{ cm}$, $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$, $\alpha = \angle DAB$, $\mathbf{P} = (-1100, 200 \cos \alpha, 200 \sin \alpha) \text{ kN}$

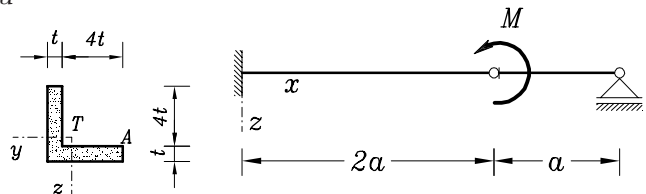
REŠITEV. $\sigma_{xx}(A) = -626.22 \text{ kN/m}^2$



NALOGA 3. Za prikazani Gerberjev nosilec izračunaj normalno napetost $\sigma_{xx}(A)$ v vpeti podpori.

Podatki: $a, t = 2 \text{ cm}$, $M = 2 \text{ kNm}$

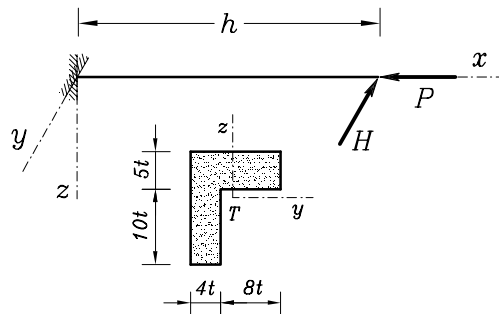
REŠITEV. $\sigma_{xx}(A) = 4.89 \text{ kN/cm}^2$



NALOGA 4. Določi silo H tako, da v prečnem prerezu vzdolž prikazane konzole ne bo nateznih napetosti.

Podatki: $P = 400 \text{ kN}$, $h = 4 \text{ m}$, $t = 1 \text{ cm}$

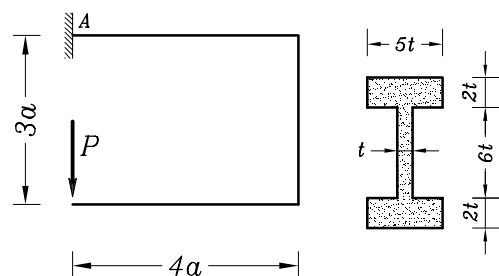
REŠITEV. $H \leq 1.178 \text{ kN}$



NALOGA 5. Jekleni nosilec I-prereza z lomljeno osjo je v prostem krajišču obtežen s točkovno silo P , kot kaže slika. Izračunaj dimenzijo t tako, da bodo normalne napetosti $|\sigma_{xx}| \leq \sigma_{\max}$.

Podatki: $P = 19 \text{ kN}$, $a = 50 \text{ cm}$, $E = 21\,000 \text{ kN/cm}^2$, $\sigma_{\max} = 16.5 \text{ kN/cm}^2$ (jeklo)

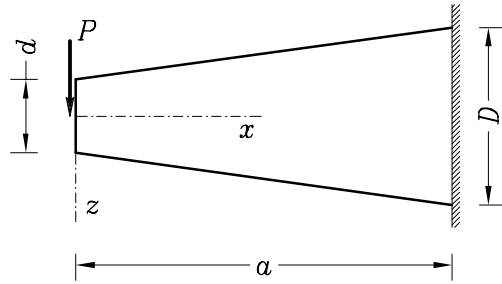
REŠITEV. $t \geq 15.05 \text{ mm}$



NALOGA 6. Nosilec oblike prisekanega stožca je obremenjen s silo P , kot kaže slika. Ob pogoju, da so normalne napetosti $|\sigma_{xx}| \leq \sigma_{\max}$, določi razmerje D/d tako, da bo masa nosilca najmanjša. Izračunaj tudi V_{\min} in razmerje V_{\min}/V_{valj} za valj $D = d$.

Podatki: P, a, σ_{\max}

REŠITEV. $\frac{D}{d} = \frac{15 + \sqrt{105}}{3 + \sqrt{105}}, \frac{V_{\min}}{V_{\text{valj}}} = \frac{3}{5}$



NALOGA 7. Pravokotni nosilec je izdelan iz zlitine, ki jo opišemo s konstitucijskim zakonom

$$\sigma(\varepsilon) = \sigma_0 \left| \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right|^{\frac{1}{n}} \text{sign } \varepsilon \quad (n \geq 1).$$

Če je nosilec obremenjen samo z upogibnim momentom, pokaži, da je maksimalna napetost

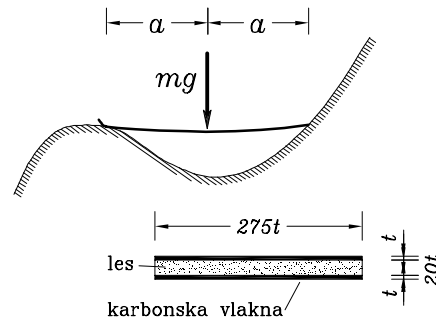
$$\sigma_{\max} = \frac{1 + 2n}{3n} \frac{h M_y}{2 I_{yy}}.$$

Podatki: n, M_y, b, h

NALOGA 8. Snowboard dolžine $2a$ sestavljenega prečnega prereza je med dvema kucljema obtežen s smučarjem mase m . Izračunaj razmerje med maksimalnima normalnima napetostima med nosilnimi karbonskimi vlakni in polnilnim lesom.

Podatki: $2a = 1620 \text{ mm}, t = 1 \text{ mm}, m = 95 \text{ kg}, E_c = 250 \text{ GPa}$ (karbonska vlakna), $E_w = 13 \text{ GPa}$ (les)

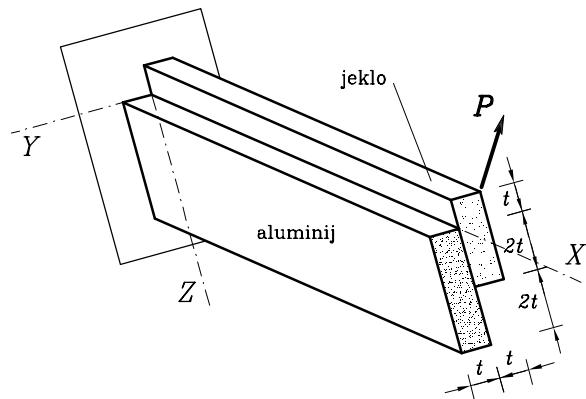
REŠITEV. $\sigma_{xx}^c / \sigma_{xx}^w = 21.15$



NALOGA 9. Izračunaj normalne napetosti v podpori za prikazani nosilec dolžine a sestavljenega prečnega prereza.

Podatki: $t = 5 \text{ cm}, a = 3 \text{ m}, \mathbf{P} = (-40, 30, 50) \text{ kN}, E_1 = 7000 \text{ kN/cm}^2$ (aluminij), $E_2 = 20\,000 \text{ kN/cm}^2$ (jeklo)

REŠITEV. $\min(\sigma_{xx}) = -27.46 \text{ kN/cm}^2$ (aluminij), $\max(\sigma_{xx}) = 52.72 \text{ kN/cm}^2$ (jeklo)



NALOGA 10. Pravokotni steber AB višine h (skupaj s temeljem) je na vrhu obremenjen s tlačno silo P in z vodoravno silo H . Steber je v točki A vpet v temelj škatlastega prereza (glej sliko) tako, da se težišča stebra in temeljne ploskve pokrivata. Določi višino stebra h tako, da ne bodo prekoračene napetosti v zemljini $-\sigma_{\max} < \sigma_{xx} \leq 0$ (zemljina prevzame le tlačne napetosti!) in vsaj polovica temeljne ploskve je tlačene.

Podatki: $t = 30 \text{ cm}, P = 500 \text{ kN}, H = 100 \text{ kN}, \sigma_{\max} = 350 \text{ kN/m}^2$

REŠITEV. $0 \leq h < 4.27 \text{ m}$

