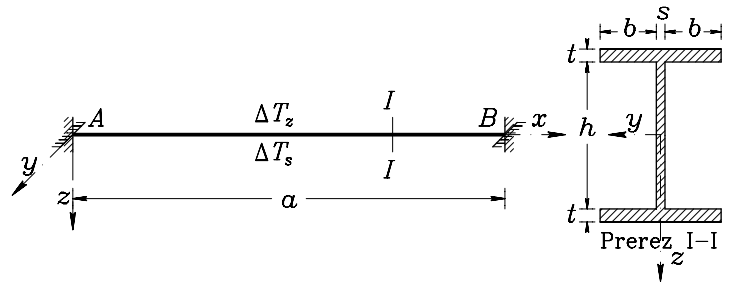


# Pisni izpit iz TRDNOSTI (UNI), 5. februar 2004

1. Nosilec na zgornji strani segrejemo za  $\Delta T_z$ , na spodnji pa za  $\Delta T_s$ . Prerez nosilca in nosilec prikazuje slika.

- Izračunaj notranje sile in nariši diagrame notranjih sil za primer, ko sta  $\Delta T_z = 30$  K in  $\Delta T_s = -30$  K. Določi potek normalnih in strižnih napetosti po prerezu v podpori A. Prepostavi linearen potek temperature po prerezu.
- Naj bo  $\Delta T_z = \Delta T_s = \Delta T$ . Določi  $\Delta T$ , pri kateri se nosilec ukloni.

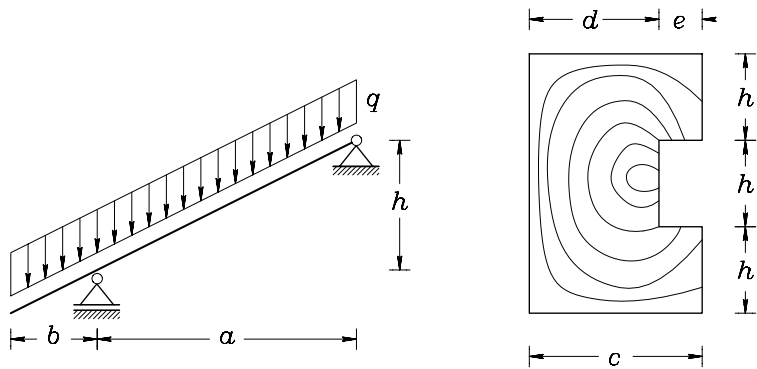


**Podatki:**  $a = 10$  m,  $h = 30$  cm,  $t = 1.5$  cm,  $s = 1.0$  cm,  $b = 10$  cm,  $\alpha_T = 1.25 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$ ,  $E = 2 \cdot 10^4 \frac{kN}{cm^2}$ .

2. V lesen tram je bočno zarezan žleb dimenzij  $e \times h'$ , kot kaže skica. V navpični enakomerni zvezni obtežbi  $q$ , ki je definirana na dolžinsko enoto nosilca, je upoštevana tudi njegova lastna teža.

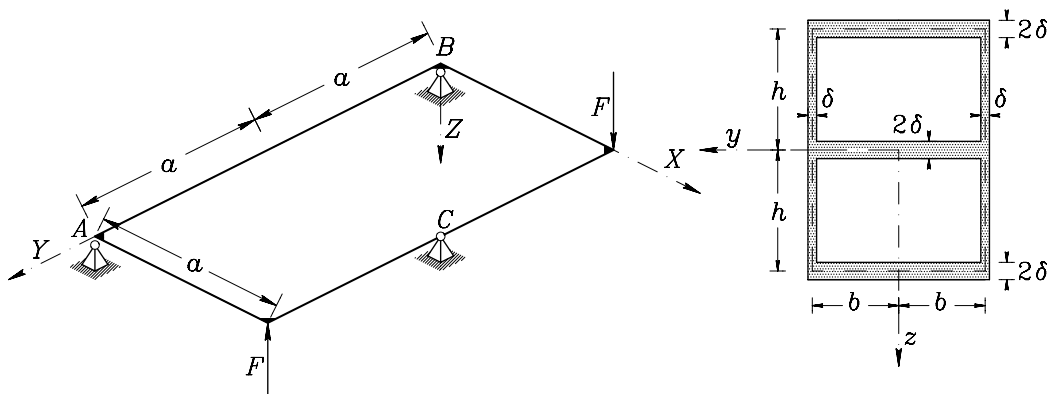
- Določi in skiciraj potek osnih in prečnih sil ter upogibnih momentov vzdolž osi nosilca, ter označi prereza, v katerih nastopata največja prečna sila in upogibni moment.
- Določi in skiciraj potek normalnih napetosti v prerezu, kjer nastopa največji upogibni moment, ter potek strižnih napetosti v prerezu, v katerem največja prečna sila.
- Določi in skiciraj jedro prečnega prereza nosilca.

**Podatki:**  $a = 4$  m,  $b = 1.5$  m,  $h = 2$  m,  $d = 15$  cm,  $e = 5$  cm,  $h' = 10$  cm,  $q = 2 \frac{kN}{m}$ ,  $E = 2 \cdot 10^4 \frac{kN}{cm^2}$ .



3. Ravni mreža je obremenjena z navpičnima silama  $F$ . Vsi nosilci imajo enak prerez, kakršen je prikazan na sliki. Izračunaj upogibni in torzijski vztrajnostni moment prereza. Izračunaj notranje sile in nariši diagrame notranjih sil.

**Podatki:**  $a = 3$  m,  $h = 15$  cm,  $\delta = 1$  cm,  $b = 10$  cm,  $F = 5$  kN,  $E = 2 \cdot 10^4 \frac{kN}{cm^2}$ ,  $\nu = 0.3$ .



## REŠITVE

1.

- V nosilcu je prisoten samo upogibni moment  $M_y = -\alpha_T \Delta T_z E I_y = 81.317 \text{ kNm}$ . Potek normalnih napetosti po prerezu je linearen. Normalne napetosti na gornjem robu so tlačne in znašajo  $-7.5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$ , na spodnjem robu pa imamo natezne napetosti  $7.5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$ . Prečne sile in posledično strižne napetosti so povsod enake nič.
- V nosilcu je prisotna samo tlačna osna sila  $N_x = -\alpha_T \Delta T E A_x = 1830 \text{ kN}$ . Ta bo enaka uklonski sili pri spremembi temperature  $\Delta T = 78.7 \text{ K}$ . Nosilec se ukloni v smeri osi  $y$ .

2.

- Notranje sile določimo po metodah statike in dobimo  $N_z^{\max} = 4.5625 \text{ kN}$ ,  $M_y^{\max} = 3.3028 \text{ kNm}$ .
- Potek normalnih napetosti na mestu največjega momenta je linearen po višini prereza in sicer znaša normalna napetost na zgornjem robu  $-0.1111 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$ , na spodnjem pa  $0.1111 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$  (upoštevaj tudi osno silo). Največja strižna napetost  $\sigma_{xz} = 0.0149 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$  nastopi v težišču prereza.

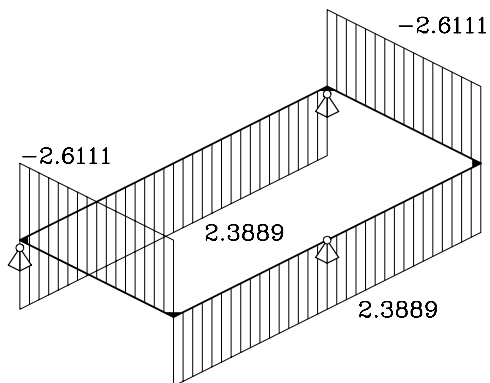
3. Ravninska mreža je zunanje statično določena in notranje  $1 \times$  statično nedoločena. Reakcije torej lahko dobimo iz ravnotežnih enačb. Torzijski vztrajnosti moment prereza znaša (privzemi, da je prerez tankostenski in upoštevaj simetrijo prereza)  $I_x = 18000 \text{ cm}^4$ . Ploščina prereza  $A_x \approx 180 \text{ cm}^2$ , upogibni vztrajnosti moment prereza  $I_y \approx 22500 \text{ cm}^4$ . Sprostimo prečno silo desno od podpore  $C$  in dobimo  $N_z = X_1 = 2.3889 \text{ kN}$ . Neznano prečno silo izračunamo iz enačbe

$$X_1 = \frac{-b_1}{a_{11}} = \frac{-2 \cdot \frac{F a^3}{3 E I_y} - \frac{F 2 a^3}{G I_x}}{6 \cdot \frac{a^3}{3 E I_y} + 4 \cdot \frac{a^3}{G I_x}},$$

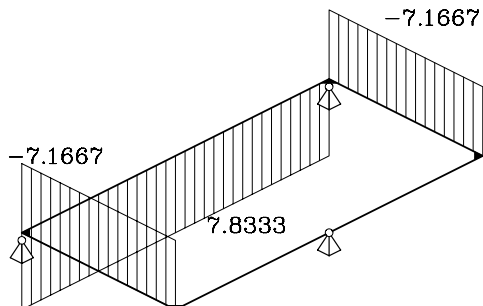
kjer upoštevamo samo vpliv upogibnih in torzijskih momentov na deformiranje. Diagrami notranjih sil so podani na zadnji strani.

Potek notranjih sil je prikazan na spodnjih slikah.

Precne sile [Nz] v [kN]



Torzijski momenti [Mx] v [kNm]



Upogibni momenti [My] v [kNm]

