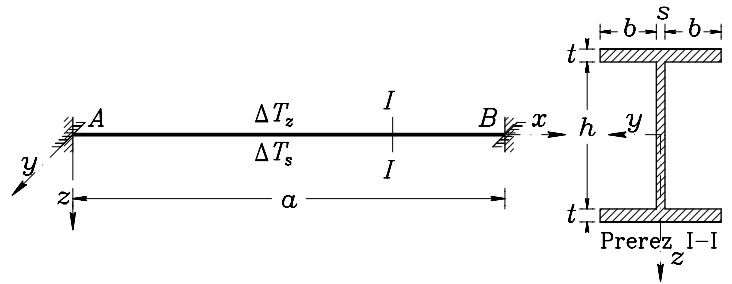


Pisni izpit iz TRDNOSTI (UNI), 5. februar 2004

1. Nosilec na zgornji strani segrejemo za ΔT_z , na spodnji pa za ΔT_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 ΔT , pri kateri se nosilec ukloni.

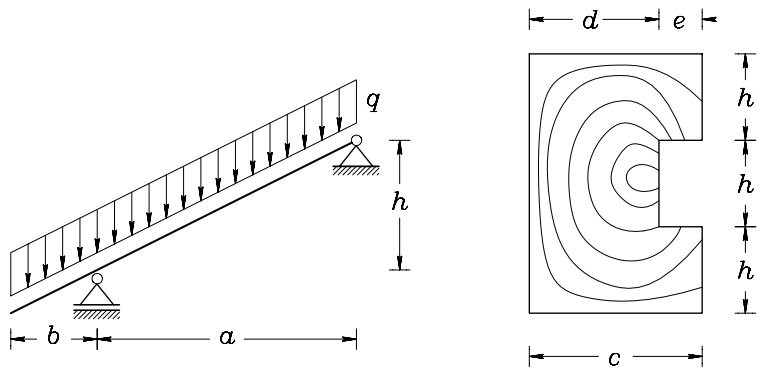


Podatki: $a = 10$ m, $h = 30$ cm, $t = 1.5$ cm, $s = 1.0$ cm, $b = 10$ cm, $\alpha_T = 1.25 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$, $E = 2 \cdot 10^4 \frac{kN}{cm^2}$.

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.

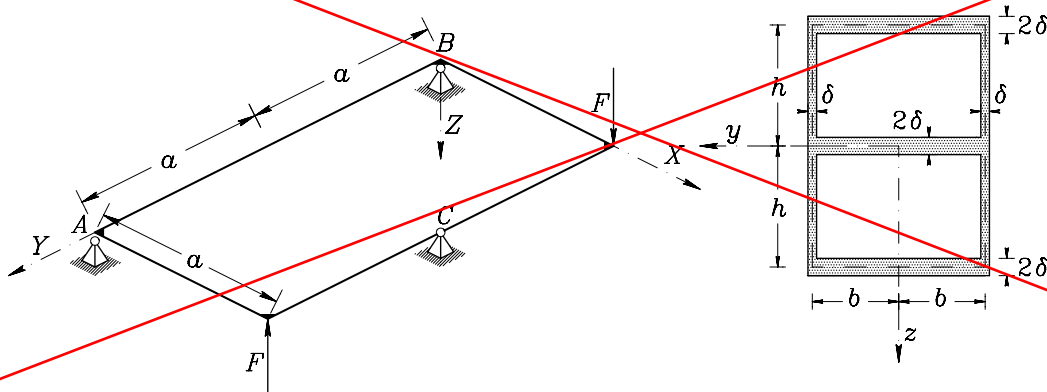
- Določi in skiciraj potek osnih in prečnih sil ter upogibnih momentov vzdolž osi nosilca, ter označi prereza, v katerih nastopata največja prečna sila in upogibni moment.
- Določi in skiciraj potek normalnih napetosti v prerezu, kjer nastopa največji upogibni moment, ter potek strižnih napetosti v prerezu,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

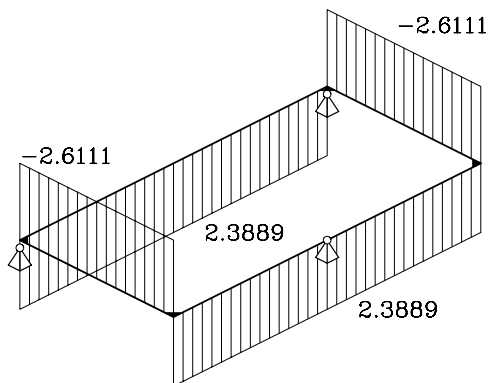
3. Ravninska mreža je zunanje statično določena in notranje $1 \times$ statično nedoločena. Reakcije torej lahko dobimo iz ravnotežnih enačb. Torzijski vztrajnosti moment prereza znaša (privzemi, da je prerez tankostenski in upoštevaj simetrijo prereza) $I_x = 18000 \text{ cm}^4$. Ploščina prereza $A_x \approx 180 \text{ cm}^2$, 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

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

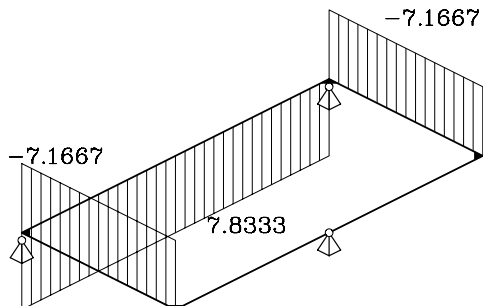
kjer upoštevamo samo vpliv upogibnih in torzijskih momentov na deformiranje. Diagrami notranjih sil so podani na zadnji strani.

Potek notranjih sil je prikazan na spodnjih slikah.

Precne sile [Nz] v [kN]



Torzijski momenti [Mx] v [kNm]



Upogibni momenti [My] v [kNm]

