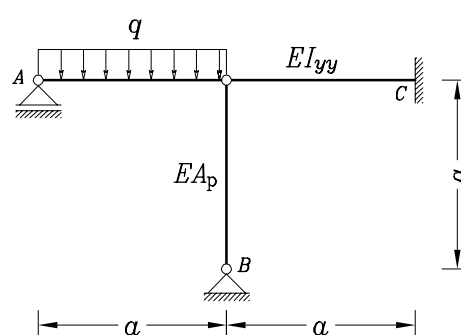
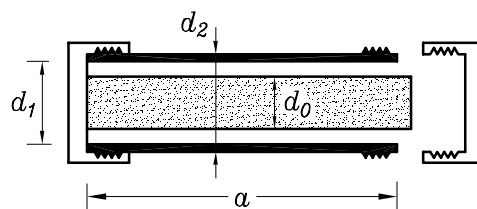


7. VAJA IZ TRDNOSTI (metoda sil - posebni primeri)

NALOGA 1. Aluminijska cev dolžine a , elastičnega modula E_2 , zunanega premera d_2 in notranjega premera d_1 ima na obeh straneh vrezane navoje širine e . Na enem koncu cev zapremo z vijakom, v cev pa vložimo bakreno palico premera d_0 in elastičnega modula E_1 , ki je nekoliko daljša od cevi. Cev zapremo še z drugim vijakom. Ko vijak privijemo do cevi, ga zavrtimo še za n obrata. Določi notranje sile in raztezke v palicah.

Podatki: $a = 25$ cm, $d_0 = 25$ mm, $d_1 = 28$ mm, $d_2 = 36$ mm, $e = 1.5$ mm, $E_1 = 10\,5000$ kN/cm² (baker), $E_2 = 7000$ kN/cm² (aluminij), $n = \frac{1}{4}$

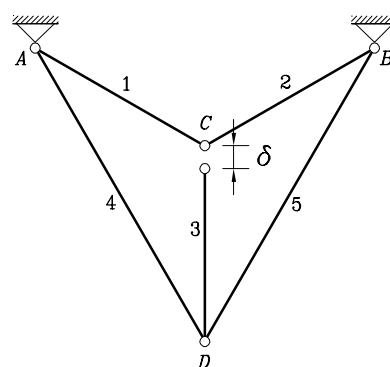
REŠITEV. $\sigma_1 = -5.56$ kN/cm², $\sigma_2 = 6.79$ kN/cm²



NALOGA 2. Zaradi posedanja temeljnih tal se podpora B premakne v navpični smeri za δ . Izračunaj reakcije in nariši diagrame notranjih sil. Upoštevaj tudi vpliv osnih sil na deformiranje.

Podatki: a , q , δ , E , $a^2 A_p = \alpha I_{yy}$

REŠITEV. $M_C^Y = -\frac{3}{2} \frac{qa^2 + 2\delta EA_p}{3 + \alpha}$



NALOGA 3. Naj bo $\triangle ABD$ enakostraničen trikotnik in stranica $\overline{AC} = \overline{BC} = \overline{CD}$. Pri montaži so ugotovili, da je palica CD za δ prekratka od prvotne dolžine a . Paličje so vseeno sestavili tako, da so palico CD elastično raztegnili. Izračunaj osne sile po montaži.

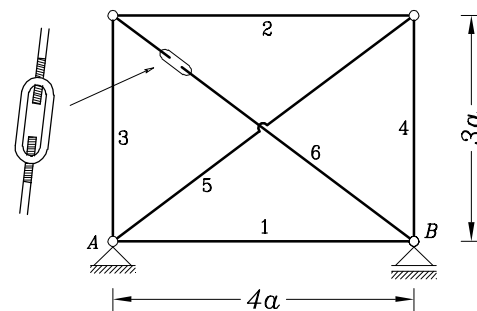
Podatki: a , δ , EA_p

REŠITEV. $N_3 = \frac{\sqrt{3}}{2 + 3\sqrt{3}} \frac{\delta EA_p}{a}$

NALOGA 4. Zaradi pomanjkanja materiala so pri montaži prikazanega paličja diagonalo (palica 6) sestavili iz dveh kosov, ki so jih tesno privijačili z natezno vezno spono. Dolžina navoja v sponi je e . Izračunaj osne sile v palicah, če spono privijemo za n obratov.

Podatki: a , EA_p , e , n

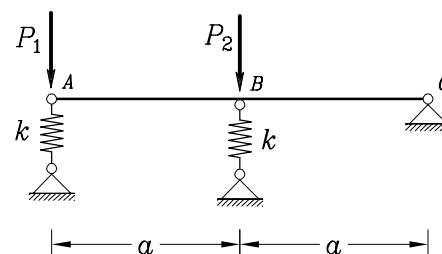
REŠITEV. $N_6 = \frac{25en}{432a} EA_p$



NALOGA 5. Določi sili P_1 in P_2 tako, da bosta $w(0) = w_1$ in $w(a) = w_2$ pri togosti vzmeti k . Kolikšni sta sili v limiti $k \rightarrow 0$. Pokaži, da je upogibni moment v točki B neodvisen od togosti vzmeti.

Podatki: a , $a^3 k = \alpha EI_{yy}$, $w_1 = -w_2 = \delta$

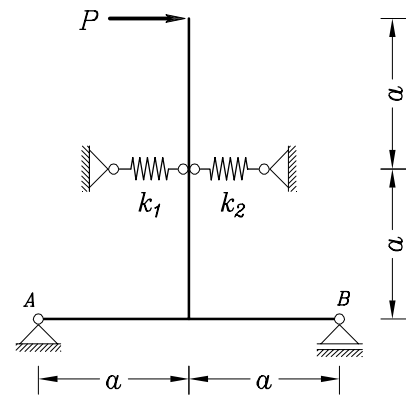
REŠITEV. $P_1 = k\delta \frac{2\alpha + 9}{2\alpha}$, $P_2 = -k\delta \frac{\alpha + 9}{\alpha}$



NALOGA 6. Za prikazani ravninski okvir izračunaj reakcije in nariši diagrame notranjih sil ter pomik na mestu in v smeri sile P . Vzmeti nadomesti z eno samo vzmetjo ustrezne togosti.

Podatki: $a, P, EI_{yy}, k_1 = 57.6 \frac{EI_{yy}}{a^3}, k_2 = 2k_1$

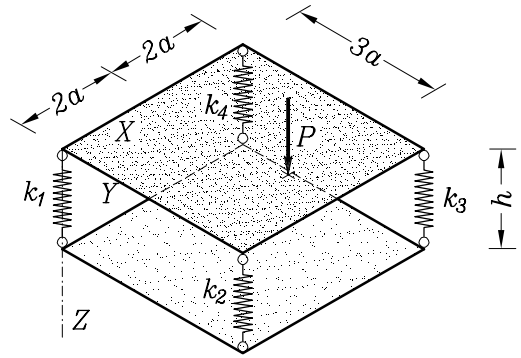
REŠITEV. $B_Z = \frac{571}{437}P, u_P = \frac{842}{1311} \frac{a^3 P}{EI_{yy}}$



NALOGA 7. Improvizirano talno stikalo je narejeno iz dveh vzporednih togih kvadratnih desk s stranico $4a$ in štirih različnih vzmeti, kot kaže slika. Zgornja plošča se lahko giblje le v smeri osi Z . Stikalo se sproži pri dotiku obeh plošč. Določi silo P pri sprožitvi.

Podatki: $h = 3 \text{ cm}, k_1 = 10 \text{ N/cm}, k_2 = 300 \text{ N/cm}, k_3 = 700 \text{ N/cm}, k_4 = 150 \text{ N/cm}$

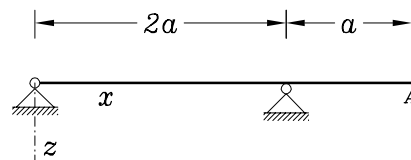
REŠITEV. $P = 1123.2 \text{ N}$



NALOGA 8. Kolikšno mora biti temperaturno polje $\Delta T(z) = A + Bz$ vzdolž prečnega prereza, da bo pomik točke A enak u_A ?

Podatki: $a, \alpha_T, \mathbf{u}_A = (u_A, w_A)$

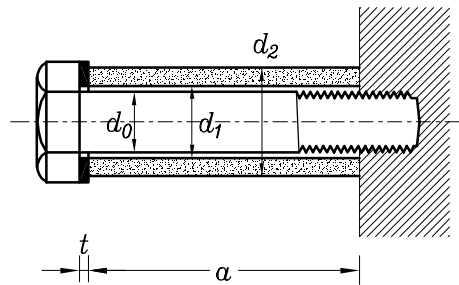
REŠITEV. $A = \frac{u_A}{a\alpha_T}, B = -\frac{2w_A}{3a^2\alpha_T}$



NALOGA 9. Jekleni vijak premera d_0 , ki ima n navojev na 1 cm dolžine, vstavimo z jekleno podložko debeline t v aluminijevo cev notranjega premera d_1 in zunanjsega premera d_2 , kot kaže slika. Pri temperaturi T_0 vijak z momentnim ključem tesno privijemo do cevi, nato pa ga zategnemo še za k obratov. Določi napetosti in pripadajoče deformacije v jeklenem vijaku in podložki ter v aluminijevi cevi, če temperaturo dvignemo na T_1 .

Podatki: $a = 100 \text{ mm}, t = 2 \text{ mm}, d_0 = 13 \text{ mm}, n = 16, k = \frac{1}{4}, d_1 = 14 \text{ mm}, E_j = 20000 \text{ kN/cm}^2, \alpha_j = 12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ (jeklo), $d_2 = 17 \text{ mm}, E_a = 7500 \text{ kN/cm}^2, \alpha_a = 23 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ (aluminij), $T_0 = 25 ^\circ\text{C}, T_1 = 65 ^\circ\text{C}$

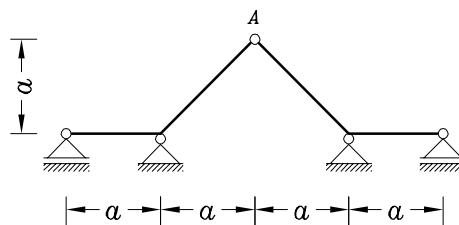
REŠITEV. $\sigma_j = 15.05 \text{ kN/cm}^2, \sigma_a = -27.34 \text{ kN/cm}^2$



NALOGA 10. Za prikazani ravninski okvir izračunaj reakcije in nariši diagrame notranjih sil, če ga enakomerno segrejemo za ΔT . Kolikšen je pomik v točki A? Upoštevaj tudi vpliv osnih sil na deformiranje in simetrijo konstrukcije.

Podatki: $a, \alpha_T, \Delta T, E, a^2 A_x = \beta I_{yy}$

REŠITEV. $u_A = 0, w_A = -\alpha\alpha_T \Delta T \frac{4\beta(1+\sqrt{2})}{3\sqrt{2}+2\beta(1+\sqrt{2})}$



NALOGA 11. Izračunaj vplivnice za reakcijo in zasuk v točki A ter prečno silo in upogibni moment v točki B. Rezultate razloži tudi z Bettijevim izrekom.

Podatki: a, EI_{yy}

REŠITEV.

$$\eta_{A_z}(\xi) = -\frac{1}{2} \left(1 - \frac{\xi}{a}\right)^2 \left(2 + \frac{\xi}{a}\right),$$

$$\eta_\varphi(\xi) = -\frac{a^2}{4EI_{yy}} \frac{\xi}{a} \left(1 - \frac{\xi}{a}\right)^2, \quad (0 \leq \xi \leq a)$$

