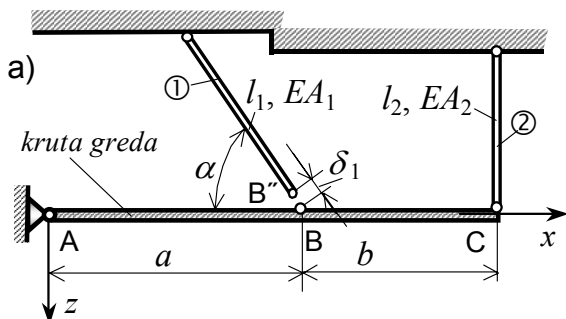


3. Primjer: Početna napreznja u statički neodređenoj štapnoj konstrukciji

(Zadatak 4. primjer C) na str. 9 u "Vježbenica ispitnih zadataka" riješen je numerički primjenom na PC modula "Stap_poc.exe" paketa programa "CVRSTOCA").

U štapnoj konstrukciji zadanoj prema slici a), štap ① izrađen je kraći za iznos δ_1 od potrebne duljine l_1 .



Treba provjeriti čvrstoću čeličnih štapova ① i ②, nakon izvršenog spajanja s krutom gredom ABC u konstrukciji. Koliki su pomaci točaka B i C krute grede ABC u tom slučaju?

Zadano: $E=200$ GPa, $A_1=10$ cm², $A_2=5$ cm²,

$\delta_1=1,35$ mm, $\sigma_{dop}=160$ MPa, $a=1,2$ m,

$b=0,8$ m, $l_1=1,35$ m, $l_2=1,0$ m, $\alpha=60^\circ$.

Rješenje:

Nakon spajanja štapova ① i ② s krutom gredom ABC, zadatak je jedanput statički neodređen:

$$n = k - s = 4 - 3 = 1.$$

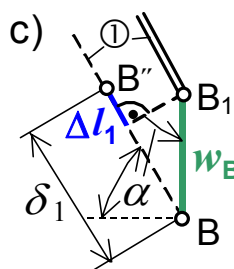
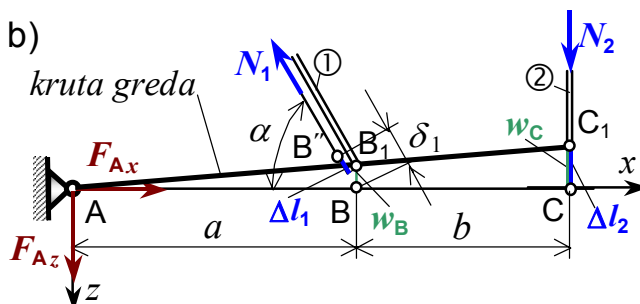
Jednadžbe ravnoteže za oslobođenu krutu gredu ABC, slika b) su:

- $\sum F_x = -N_1 \cdot \cos \alpha + F_{Ax} = 0,$
- $\sum F_z = -N_1 \cdot \sin \alpha + N_2 + F_{Az} = 0,$
- $\sum M_A = N_1 \cdot \sin \alpha \cdot a - N_2 \cdot (a + b) = 0.$
- Uvjet deformacija iz plana pomaka krute grede ABC konstrukcije jest, slike b) i c):

$$\frac{|w_B|}{a} = \frac{|w_C|}{a+b},$$

gdje su deformacije štapova ① i ②:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1}, \quad \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2},$$



a apsolutni pomaci točaka B i C krute grede ABC su:

$$|w_C| = |\Delta l_2|,$$

$$|w_B| = \left| \frac{\delta_1 - \Delta l_1}{\sin \alpha} \right|.$$

Sređivanjem 3. jedn. slijedi: $N_1 = |N_2| \frac{a+b}{a \cdot \sin \alpha} = 1,9245 |N_2|.$

Uz uvrštenje ove ovisnosti i vrijednosti zadatka u uvjet deformacija (4), sređivanjem slijede vrijednosti uzdužnih sila u poprečnim presjecima štapova ① i ②:

$$N_1 = 142,857 \text{ kN (+)} \quad \text{i} \quad N_2 = 74,231 \text{ kN (-)}.$$

Prema 1. i 2. jednadžbi iznosi komponenti reakcije veze u A su:

$$F_{Ax} = 71,43 \text{ kN}, \quad F_{Az} = 49,49 \text{ kN}.$$

Naprezanja u poprečnim presjecima štapova ① i ② su:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{142,857}{10} \cdot 10 = 142,86 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-74,231}{5} \cdot 10 = -148,46 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}}.$$

Prema tome je čvrstoća svih štapova konstrukcije zadovoljavajuća.

Promjene duljine štapova ① i ② su:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{EA_1} = \frac{142,857 \cdot 135}{2 \cdot 10^4 \cdot 10} \cdot 10 = 0,964 \text{ mm},$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{EA_2} = \frac{-74,231 \cdot 100}{2 \cdot 10^4 \cdot 5} \cdot 10 = -0,742 \text{ mm}.$$

Pomaci krajeva krute grede ABC, slika b), su:

$$w_C = \Delta l_2 = -0,742 \text{ mm},$$

$$w_B = -\frac{\delta_1 - \Delta l_1}{\sin \alpha} = -\frac{1,35 - 0,964}{0,866} = -0,445 \text{ mm}.$$