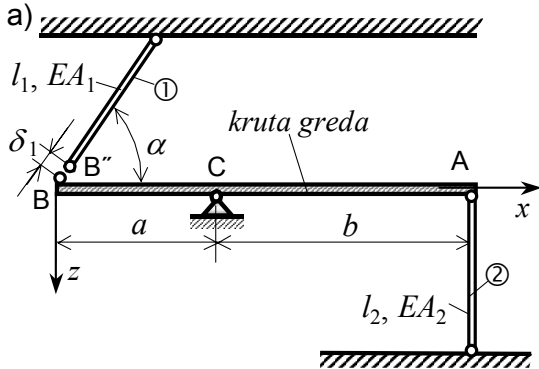


## 6. Primjer: Početna napreznja u statički neodređenoj štapnoj konstrukciji

(Zadatak 4. primjer F) 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  $\delta_1$  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 krajeva A i B krute grede ABC u tom slučaju?

**Zadano:**  $E=200 \text{ GPa}$ ,  $A_1=10 \text{ cm}^2$ ,  $A_2=5 \text{ cm}^2$ ,

$$\delta_1=1,2 \text{ mm}, \sigma_{\text{dop}}=160 \text{ MPa}, a=0,8 \text{ m},$$

$$b=1,4 \text{ m}, l_1=1,2 \text{ m}, l_2=0,8 \text{ m}, \alpha=60^\circ.$$

### 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:

$$1. \sum F_x = N_1 \cdot \cos \alpha + F_{Cx} = 0,$$

$$2. \sum F_z = -N_1 \cdot \sin \alpha - N_2 + F_{Cz} = 0,$$

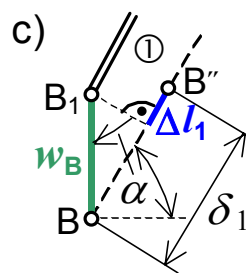
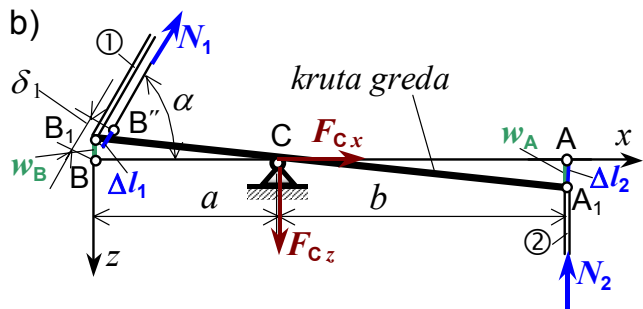
$$3. \sum M_C = -N_1 \cdot \sin \alpha \cdot a + N_2 \cdot b = 0.$$

4. Uvjet deformacija iz plana pomaka krute grede ABC konstrukcije jest, slike b) i c):

$$\frac{|w_A|}{b} = \frac{|w_B|}{a},$$

gdje su deformacije štapova ① i ②:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{E A_1}, \quad \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{E A_2},$$



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

$$|w_A| = |\Delta l_2|,$$

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

Sređivanjem 3. jedn. slijedi:  $N_1 = |N_2| \frac{b}{a \cdot \sin \alpha} = 2,02073 |N_2|$ .

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

$$N_1 = 150,77 \text{ kN (+)} \text{ i } N_2 = 74,61 \text{ kN (-)}.$$

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

$$F_{Cx} = -75,385 \text{ kN}, \quad F_{Cz} = 205,18 \text{ kN}.$$

Naprezanja u poprečnim presjecima štapova ① i ② su:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{150,77}{10} \cdot 10 = 150,77 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-74,61}{5} \cdot 10 = -149,22 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}}.$$

Prema tome je čvrstoća svih štapova konstrukcije zadovoljavajuća.

Promjene duljine štapova ① i ② nakon spajanja u konstrukciju su:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{EA_1} = \frac{150,77 \cdot 120}{2 \cdot 10^4 \cdot 10} \cdot 10 = 0,905 \text{ mm},$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{EA_2} = \frac{-74,61 \cdot 80}{2 \cdot 10^4 \cdot 5} \cdot 10 = -0,6 \text{ mm}.$$

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

$$w_A = \Delta l_2 = 0,6 \text{ mm},$$

$$w_B = -\frac{\delta_1 - \Delta l_1}{\sin \alpha} = -\frac{1,2 - 0,905}{0,866} = -0,34 \text{ mm}.$$