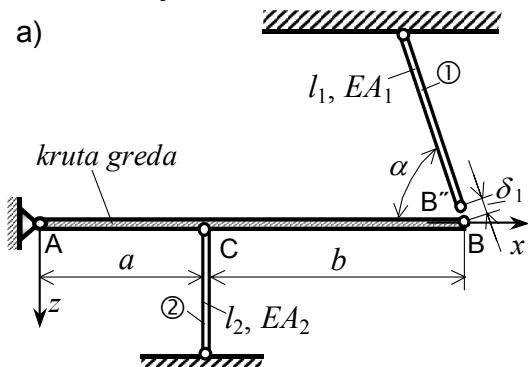


### 5. Primjer: Početna napreznja u statički neodređenoj štapnoj konstrukciji

(Zadatak 4. primjer E) 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 točaka B i C krute grede ABC u tom slučaju?

**Zadano:**  $E=200$  GPa,  $A_1=10$  cm<sup>2</sup>,  $A_2=5$  cm<sup>2</sup>,

$$\delta_1=1,6$$
 mm,  $\sigma_{\text{dop}}=150$  MPa,  $a=0,6$  m,

$$b=0,8$$
 m,  $l_1=1,6$  m,  $l_2=0,85$  m,  $\alpha=75^\circ$ .

#### 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:

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

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

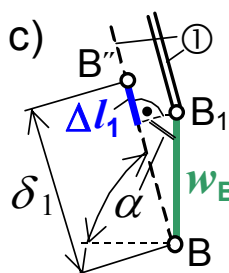
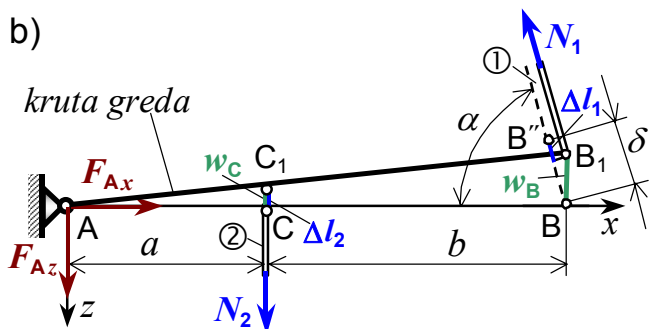
$$3. \sum M_A = N_1 \cdot \sin \alpha \cdot (a + b) - N_2 \cdot a = 0.$$

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

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

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:  $N_1 = N_2 \frac{a}{(a+b) \cdot \sin \alpha} = 0,4437 N_2$ .

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

$$N_1 = 31,264$$
 kN (+) i  $N_2 = 70,463$  kN (+).

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

$$F_{Ax} = 8,092$$
 kN,  $F_{Az} = -40,264$  kN.

Naprezanja u poprečnim presjecima štapova ① i ② su:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{31,264}{10} \cdot 10 = 31,264 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{70,463}{5} \cdot 10 = 140,925 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}}.$$

Prema tome je čvrstoća svih štapova konstrukcije zadovoljavajuća.

Promjene duljine štapova ① i ② su:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{EA_1} = \frac{31,264 \cdot 160}{2 \cdot 10^4 \cdot 10} \cdot 10 = 0,25 \text{ mm},$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{EA_2} = \frac{70,463 \cdot 85}{2 \cdot 10^4 \cdot 5} \cdot 10 = 0,6 \text{ mm}.$$

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

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

$$w_B = -\frac{\delta_1 - \Delta l_1}{\sin \alpha} = -\frac{1,6 - 0,25}{0,866} = -1,4 \text{ mm}.$$