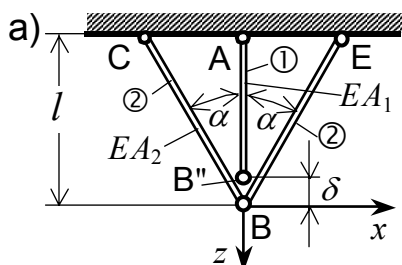


2. Primjer: Početna naprezanja u statički neodređenoj štapnoj konstrukciji

(Zadatak 4. primjer B) 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), štapovi ① i ② izrađeni su od čelika, zglobno su vezani za podlogu i potrebno ih je spojiti u čvoru B. Uslijed pogrešne izrade, duljina štapa ① je nedovoljna te se kod spajanja pojavio zazor δ .



Ako su štapovi prisilno spojeni u čvoru B konstrukcije, treba odrediti naprezanja u poprečnim presjecima štapa ① i ②, njihova produljenja i pomak čvora B.

Zadano:

$$l = 145 \text{ cm}, \quad \alpha = 30^\circ, \quad \delta = 0,1 \% l, \quad E = 200 \text{ GPa}, \\ \sigma_{\text{dop}} = 120 \text{ MPa}, \quad A_1 = 5 \text{ cm}^2, \quad A_2 = 3 \text{ cm}^2.$$

Rješenje:

Sile u čvoru B konstrukcije nakon prisilnog spajanja prikazane su na slici b).

Statička neodređenost konstrukcije jest: $n = k - s = 2 - 1 = 1$.

Duljine štapa ① i ② su, slika a):

$$l_1 = l = 145 \text{ cm}, \quad l_2 = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{145}{0,866} = 167,43 \text{ cm}.$$

Jednadžba ravnoteže čvora B₁ nakon spajanja jest, slika b):

$$1. \quad \sum F_z = 2N_2 \cdot \cos \alpha - N_1 = 0,$$

a sređivanjem slijedi:

$$N_1 = 2|N_2| \cos \alpha = \sqrt{3}|N_2| = 1,732|N_2|. \quad (1)$$

2. Uvjet deformacija, iz plana pomaka čvora B konstrukcije, slika b), jest:

$$|w_B| + \Delta l_1 = \delta \Rightarrow \frac{|\Delta l_2|}{\cos \alpha} + \Delta l_1 = \delta, \quad (2)$$

gdje su deformacije štapa ① i ②:

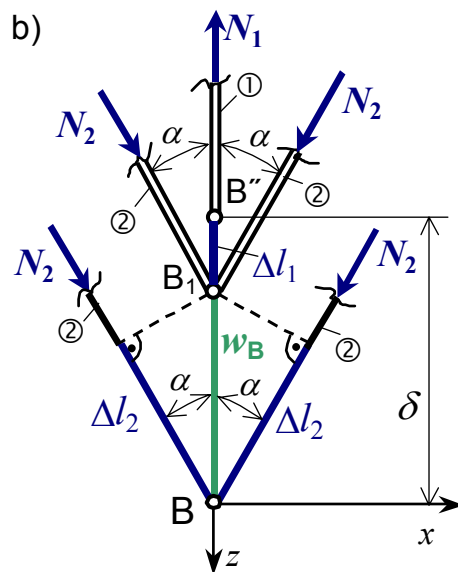
$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1}, \quad \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2}.$$

Rješavanjem sustava jednadžbi (1) i (2) te uz uvrštenje zadanih vrijednosti zadatka, dobivaju se vrijednosti unutrašnjih sila u štapovima ① i ②:

$$N_1 = 43,802 \text{ kN (+)}, \quad N_2 = 25,289 \text{ kN (-)}.$$

Naprezanja u poprečnim presjecima štapa ① i ② su:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{43,802}{5} \cdot 10 = 87,604 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$



Sile u štapovima i pomak čvora B nakon spajanja štapa

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{-25,289}{3} \cdot 10 = -84,3 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}}.$$

Prema tome je čvrstoća svih štapova konstrukcije zadovoljavajuća.

Promjene duljine štapova ① i ② su:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{EA_1} = \frac{43,802 \cdot 145}{2 \cdot 10^4 \cdot 5} \cdot 10 = 0,635 \text{ mm},$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{EA_2} = \frac{-25,289 \cdot 167,43}{2 \cdot 10^4 \cdot 3} \cdot 10 = -0,706 \text{ mm}.$$

Pomak čvora B konstrukcije jest, slika b):

$$w_B = \frac{\Delta l_2}{\cos \alpha} = \frac{-0,706}{0,866} = -0,815 \text{ mm}.$$

Početni zazor konstrukcije δ poništen je pomakom čvora B i produljenjem štapa ①, tako da je:

$$\delta = |w_B| + \Delta l_1 = 0,815 + 0,635 = 1,45 \text{ mm}.$$