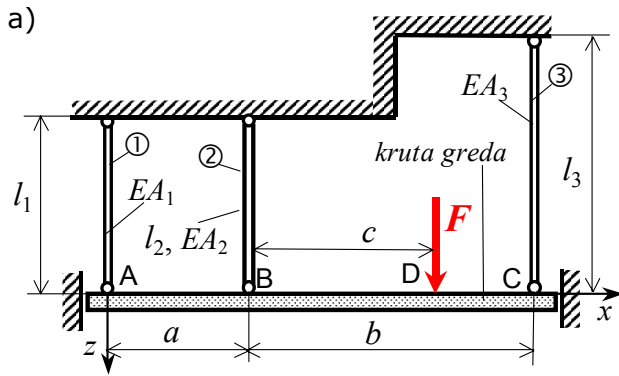


1. Primjer: Statički neodređena štapna konstrukcija opterećena silom

(Zadatak 3. primjer B) na str. 8 u "Vježbenica ispitnih zadataka" riješen je numerički primjenom na PC modula "Stapsila.exe" paketa programa "CVRSTOCA").

U štapnoj konstrukciji prema slici a), štapovi ①, ② i ③ izrađeni su od čelika, te su zglibno vezani za zid i za krutu gredu ABCD zanemarive težine. Konstrukcija je opterećena u točki D grede silom F .


Treba odrediti:

a) dopušteno opterećenje konstrukcije ($F_{\text{dop}} = ?$), ako je zadano:

$$l_1 = l_2 = 120 \text{ cm}, \quad l_3 = 180 \text{ cm}, \quad a = 50 \text{ cm},$$

$$b = 150 \text{ cm}, \quad c = 100 \text{ cm}, \quad E = 200 \text{ GPa},$$

$$\sigma_{\text{dop}} = 170 \text{ MPa}, \quad A_1 = A_3 = 8 \text{ cm}^2,$$

$$A_2 = 16 \text{ cm}^2.$$

b) Provjeriti čvrstoću štapova i odrediti pomake krute grede konstrukcije, ako je zadano opterećenje: $F = 200 \text{ kN}$.

Rješenje:

Kruta greda oslobođena veza prikazana je na slici b).

Stupanj statičke neodređenosti konstrukcije: $n = k - s = 3 - 2 = 1$.

a) Određivanje dopuštenog opterećenja štapne konstrukcije

Jednadžbe ravnoteže krute grede ABC, slika b):

$$1. \quad \sum F_z = F - N_1 - N_2 - N_3 = 0,$$

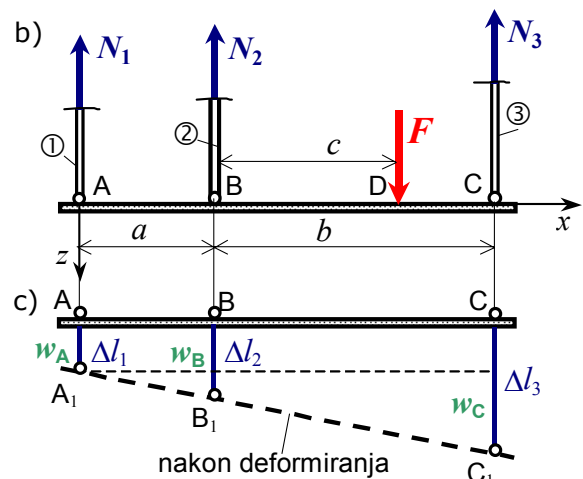
$$2. \quad \sum M_B = -N_1 \cdot a - F \cdot c + N_3 \cdot b = 0.$$

3. Uvjet deformacija iz plana pomaka krute grede konstrukcije, slika c), jest:

$$\frac{\Delta l_3 - \Delta l_1}{a + b} = \frac{\Delta l_2 - \Delta l_1}{a},$$

gdje su deformacije štapova ①, ② i ③:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 l_1}{EA_1}, \quad \Delta l_2 = \frac{N_2 l_2}{EA_2}, \quad \Delta l_3 = \frac{N_3 l_3}{EA_3}.$$



Kruta greda oslobođena veza te pretpostavljene uzdužne sile i deformacije štapova

Rješavanjem sustava 1., 2. i 3. jednadžbe slijede sile u štapovima ①, ② i ③:

$$N_1 = -0,0541F, \quad N_2 = 0,4054F, \quad N_3 = 0,64865F.$$

Očigledno je štap ③ najviše opterećen te će dopušteno opterećenje konstrukcije biti:

$$\sigma_3 = \frac{|N_3|}{A_3} = \frac{0,064865F}{A_3} \leq \sigma_{\text{dop}},$$

$$F_{\text{dop}} \leq \frac{A_3 \cdot \sigma_{\text{dop}}}{0,064865} = \frac{8 \cdot 17}{0,064865} = 209,67 \text{ kN}.$$

b) Provjera čvrstoće štapova konstrukcije

Za zadano opterećenje konstrukcije silom $F = 200 \text{ kN}$, sile u štapovima ①, ② i ③ su:

$$N_1 = -10,811 \text{ kN}, N_2 = 81,081 \text{ kN}, N_3 = 129,73 \text{ kN}.$$

Naprezanja u poprečnim presjecima štapova ①, ② i ③ su:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{-10,811}{8} \cdot 10 = -13,514 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{81,081}{16} \cdot 10 = 50,676 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_3} = \frac{129,73}{8} \cdot 10 = 162,162 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}}.$$

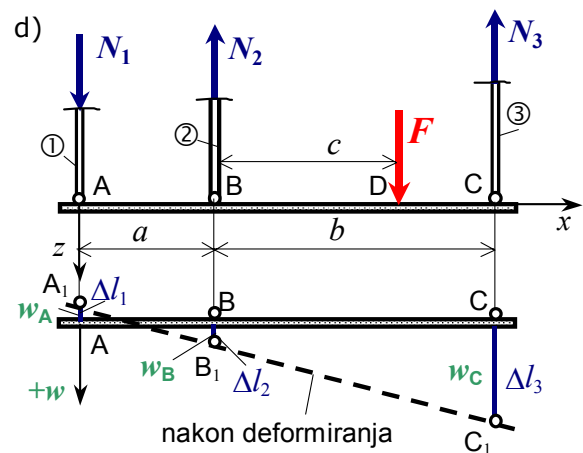
Prema tome je čvrstoća svih štapova konstrukcije zadovoljavajuća.

Promjene duljine štapova ①, ② i ③ su:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{EA_1} = \frac{-10,811 \cdot 120}{2 \cdot 10^4 \cdot 8} \cdot 10 = -0,081 \text{ mm} = w_A,$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{EA_2} = \frac{81,081 \cdot 120}{2 \cdot 10^4 \cdot 16} \cdot 10 = 0,304 \text{ mm} = w_B,$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 \cdot l_3}{EA_3} = \frac{129,73 \cdot 180}{2 \cdot 10^4 \cdot 8} \cdot 10 = 1,459 \text{ mm} = w_C.$$



Pomaci točaka krute grede ABC konstrukcije jednaki su promjenama duljine štapova ①, ② i ③.

Konačna skica deformirane konstrukcije kod opterećenja silom F dana je na slici d).