

### 3. Primjer: Statički određena štapna konstrukcija

(Zadatak 2. primjer F) na str. 7 u "Vježbenica ispitnih zadataka" riješen je numerički, primjenom na PC modula "Stap\_ogr.exe" paketa programa "CVRSTOCA").

U štapnoj konstrukciji prema slici a) štapovi AB i AC vezani su zgloboz u A. Odrediti iznose normalnih naprezanja u poprečnim presjecima štapova ① i ②, ako je konstrukcija opterećena silom  $F = 100 \text{ kN}$ . Kolike su komponente pomaka zgloba A konstrukcije?

**Zadano:**  $l_1 = 1,2 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1,8 \text{ m}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 15^\circ$ ,  
 $\gamma = 15^\circ$ ,  $A = 5 \text{ cm}^2$ ,  $E = 200 \text{ GPa}$ ,  
 $\sigma_{\text{dop}} = 145 \text{ MPa}$ .

## Rješenje:

Nakon oslobođanja zgloba A konstrukcije ucrtavaju se sile u štapovima i postavljaju se jednadžbe ravnoteže za zglob A, slika b):

$$1. \sum F_x = -N_1 \cdot \sin \alpha + N_2 \cdot \sin \beta + F \cdot \sin \gamma = 0 ,$$

$$2. \sum F_z = -N_1 \cdot \cos \alpha - N_2 \cdot \cos \beta + F \cdot \cos \gamma = 0.$$

Rješavanjem ovih jednadžbi i nakon uvrštavanja zadanih vrijednosti, dobivaju se iznosi sila u štapovima ① i ② konstrukcije:

$$N_1 = 70,711 \text{ kN}, \quad N_2 = 36,603 \text{ kN}.$$

Normalna naprezanja u poprečnim presjecima štapova ① i ② su:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A} = \frac{70,711}{5} \cdot 10 = 141,42 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}},$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A} = \frac{36,603}{5} \cdot 10 = 73,21 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dop}}.$$

Prema tome čvrstoća štapova ① i ② je zadovoljavajuća.

Deformacije štapova ① i ② konstrukcije su:

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{EA} = \frac{70,711 \cdot 120}{2 \cdot 10^4 \cdot 5} \cdot 10 = 0,85 \text{ mm},$$

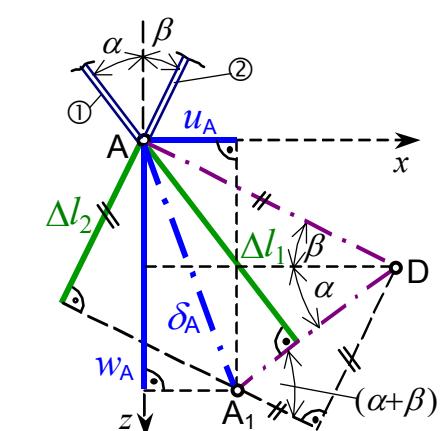
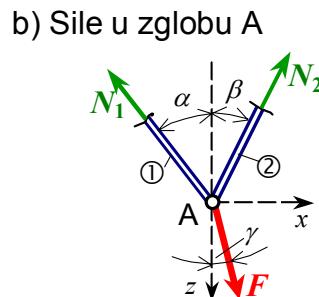
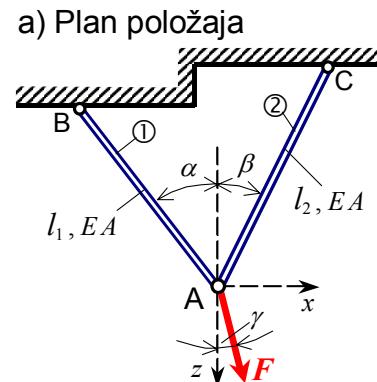
$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{EA} = \frac{36,603 \cdot 180}{2 \cdot 10^4 \cdot 5} \cdot 10 = 0,66 \text{ mm}.$$

Komponente pomaka zgloba A konstrukcije određuju se na osnovu analize plana pomaka na slici c), gdje su dužine:

$$\overline{AD} = \frac{\Delta l_1}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad \overline{A_1D} = \frac{\Delta l_2}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Vodorayna komponenta pomaka zgloba A jest:

$$u_A = \overline{AD} \cdot \cos \beta - \overline{A_1D} \cdot \cos \alpha = \frac{\Delta l_1 \cdot \cos \beta - \Delta l_2 \cdot \cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)},$$



a okomita komponenta pomaka zgloba A jest:

$$w_A = \overline{AD} \cdot \sin \beta + \overline{A_1D} \cdot \sin \alpha = \frac{\Delta l_1 \cdot \sin \beta + \Delta l_2 \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Uvrštavanjem vrijednosti deformacija štapova ① i ② te zadanih vrijednosti, komponente pomaka zgloba A štapne konstrukcije su:

$$u_A = 0,487 \text{ mm}, \quad w_A = 0,699 \text{ mm}.$$

Rezultirajući pomak zgloba A štapne konstrukcije kod zadanog opterećenja jest:

$$\delta_A = \sqrt{u_A^2 + w_A^2} = \sqrt{0,487^2 + 0,699^2} = 0,852 \text{ mm}.$$