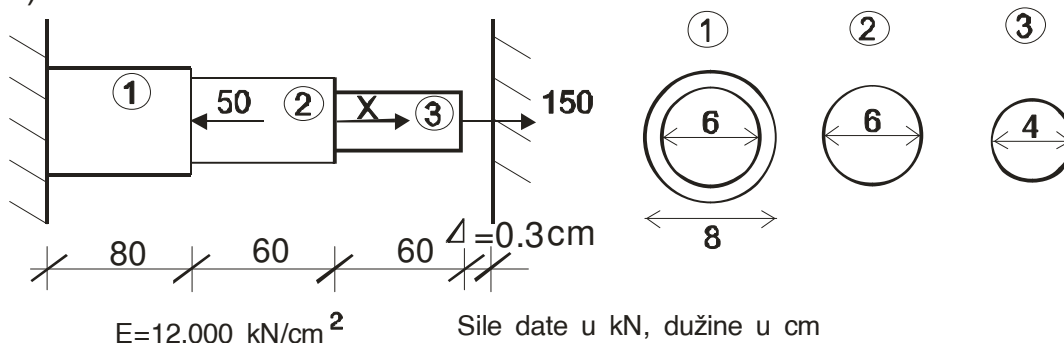


Rešenja zadataka –SEPTEMBAR 2012-

Zadatak 1: Odrediti vrednost sile $X=?$ da se eliminiše zazor.

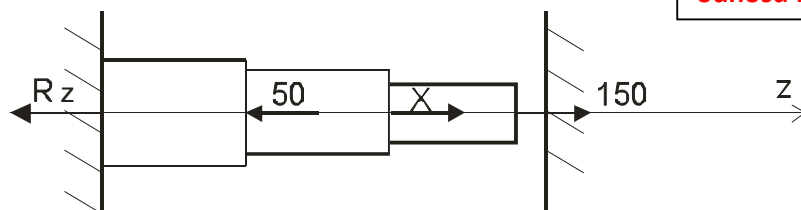
Štapovi su poprečnog preseka kao na slici

1)



Rad:

1) Određivanje normalnih sila u štapu



Uslov ravnoteže:

$$\begin{aligned} \Sigma z_i = 0 &\Rightarrow R_z + 50 - X - 150 = 0 \\ R_z &= -50 + X + 150 \\ R_z &= 100 + X \end{aligned}$$

Napomena:

Obavezno postaviti koordinatni sistem i obeležiti ose i reakcije da bi se znalo šta se računa i u odnosu na šta se računa

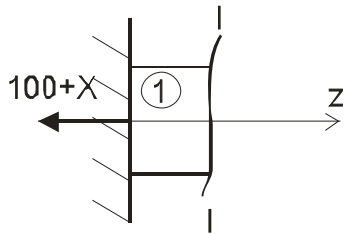
Napomena:

Normalna sila u poprečnom preseku jednaka je sumi svih normalnih sila levo ILI desno u odnosu na posmatrani presek

Sile u štapovima

Normalna sila u štapu 1

Normalne sile su konstantne veličine duž celog štapa, tako da pravimo presek I-I kroz štap i posmatramo levu stranu u odnosu na presek I-I



Sa leve strane preseka se nalazi samo sila $R_z = 100+X$
Tako da je suma svih sila levo od posmatranog preseka jednaka reakciji R_z

Koji je znak sile ?

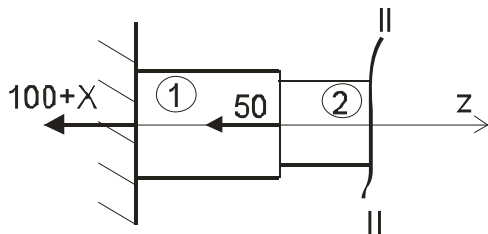
Normalna sila je pozitivna ako zateže svoj kraj štapa

Sila $R_z = 100+X$ zateže štap 1 i ona je pozitivna

$$\sum N_{I-I}^{\text{levo}} = 100 + X \quad \text{sila zatezanja}$$

Normalna sila u štapu 2

Normalne sile su konstantne veličine duž celog štapa, tako da pravimo presek I-I kroz štap i posmatramo levu stranu u odnosu na presek I-I



Sa leve strane preseka se nalaze se sile

$R_z = 100+X$ i sila od 50 kN

Tako da je suma svih sila levo od posmatranog preseka jednaka zbiru reakcije R_z i sile od 50 kN

Koji je znak sile ?

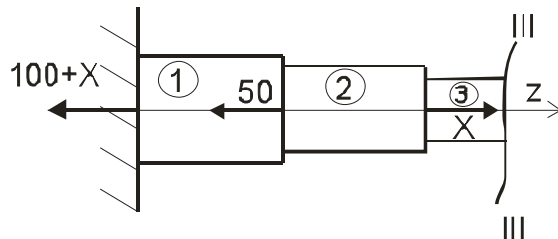
Sila $R_z = 100+X$ zateže štap 1 i to se prenosi i na štap 2

Sila od 50 kN zateže svoj kraj štapa, a to je štap 2 (sile sumiramo sa leve na desnu stranu tako da je desni štap onaj koji posmatramo kao štap na koji deluje sila)

$$\sum N_{I-I}^{\text{levo}} = 100 + X + 50 = 150 + X \quad \text{sila zatezanja}$$

Normalna sila u štapu 3

Normalne sile su konstantne veličine duž celog štapa, tako da pravimo presek III-III kroz štap i posmatramo levu stranu u odnosu na presek III-III



Sa leve strane preseka se nalaze se sile $R_z = 100+X$ i sile od 50 kN i nepoznata sila X
Tako da je suma svih sila levo od posmatranog preseka jednaka zbiru tih sila
Koji je znak sile ?

Sila $R_z = 100+X$ zateže štap 1 i dejstvo se prenosi i na štap 2 i 3

Sila od 50 kN zateže svoj kraj štapa, a to je štap 2 i dejstvo se prenosi i na štap 3

Sila X pritiska svoj kraj štapa

$$\sum N_{III-III}^{levo} = 100 + X + 50 - X = 150 \text{ sila zatezanja}$$

Normalne sile u štapovima smo mogli dobiti i ako posmatramo sumu svih sila desno od posmatranog preseka.

Štap 3 – desno od preseka III-III je samo sila od 150 kN koja zateže svoj kraj štapa, znači pozitivna

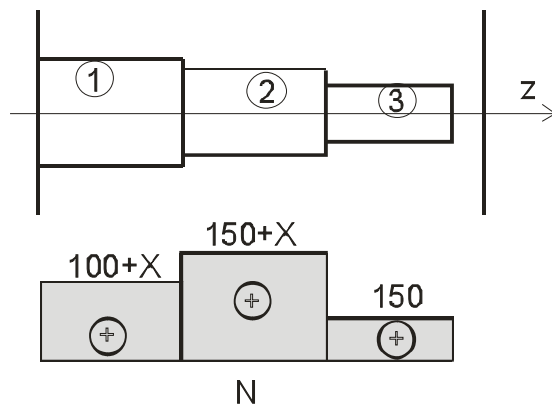
Štap 2 - desno od preseka II-II su sile od 150 kN (zatezanje) i sila X (zatezanje za štap 2, jer se sada posmatraju štapovi levo od tačke dejstva sile) pa je ukupna sila

$$\sum N_{II-II}^{desno} = 150 + X$$

Štap 1 - desno od preseka I-I su sile od 150 kN (zatezanje), sila X (zatezanje) i sila od 50 kN (pritisk) tako da je

$$\sum N_{I-I}^{desno} = 150 + X - 50 = 100 + X$$

Dijagram normalnih sila za štapove



Da bi se eliminisao zazor potrebno je da je ukupno izduženje sva tri štapa jednako 0.3 cm

$$\text{Uslov: } \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 0.3 \text{ cm}$$

$$\frac{S_1 \cdot l_1}{EA_1} + \frac{S_2 \cdot l_2}{EA_2} + \frac{S_3 \cdot l_3}{EA_3} = 0.3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$E = 12000 \text{ kN/cm}^2$$

Određivanje površina pojedinih štapova

$$A_1 = (4^2 - 3^2)\pi = 7\pi$$

$$A_2 = 3^2\pi = 9\pi$$

$$A_3 = 2^2\pi = 4\pi$$

Zamenom u jednačini (1) dobija se

$$\frac{(100 + X) \cdot 80}{12000 \cdot 7\pi} + \frac{(150 + X) \cdot 60}{12000 \cdot 9\pi} + \frac{150 \cdot 60}{12000 \cdot 4\pi} = 0.3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

U ovoj jednačini nepoznata je samo vrednost sile X. Rešavanjem dobijamo

$$X = 381.93 \text{ kN}$$

Pa su sile u štapovima

$$S_1 = 100 + 381.93 = 481.93 \text{ kN (zatezanje)}$$

$$S_2 = 150 + 381.93 = 531.93 \text{ kN (zatezanje)}$$

$$S_3 = 150 \text{ kN (zatezanje)}$$

Kontrola:

Izračunaćemo izduženja pojedinih štapova i sabrati. Ukupno izduženje mora biti jednako zadatom zazoru, t.j. 0.3 mm.

$$\Delta l_1 = \frac{481.93 \cdot 80}{12000 \cdot 7\pi} = 0.146 \text{ cm}$$

$$\Delta l_2 = \frac{531.93 \cdot 60}{12000 \cdot 9\pi} = 0.094 \text{ cm}$$

$$\Delta l_3 = \frac{150 \cdot 60}{12000 \cdot 4\pi} = 0.060 \text{ cm}$$

$$\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = 0.146 + 0.094 + 0.060 = 0.30 \text{ cm}$$