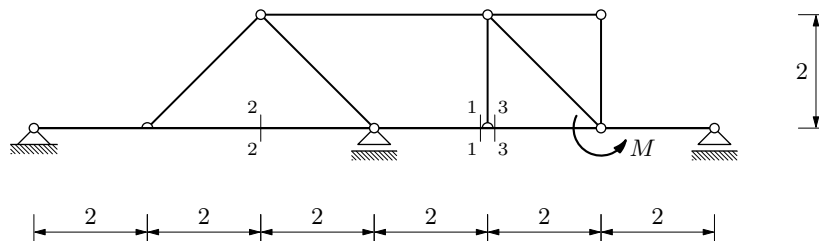


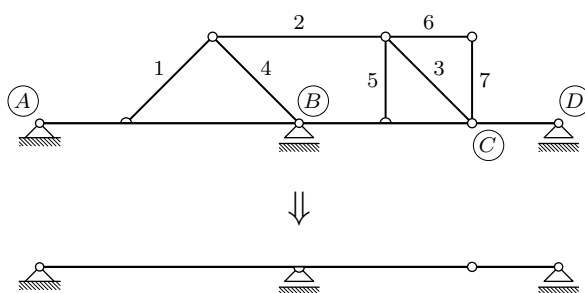
# Ojačani Gerberov nosač – grafički postupak

Grafičkim postupkom odredite  $[N, T, M]_{1-1}$ ,  $[N, T, M]_{2-2}$  i  $[N, T, M]_{3-3}$ .

$M = 75 \text{ kNm}$  (neposredno lijevo od zgloba)



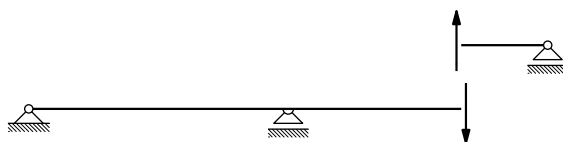
„prepoznavanje” sistema:



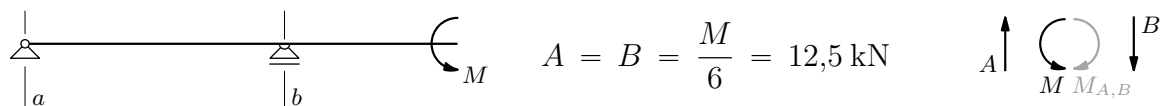
štap 2 „nadoknađuje” zglob nad srednjim ležajem, pa poprečni presjek u tom zglobu zajedno s poprečnim presjekom štapa 2 može, kao i „puni” poprečni presjek, osim sila preuzeti i moment, za razliku od presjeka u zglobu C koji ne može preuzeti moment

⇒ zadani se nosač u odnosu na podlogu ponaša kao Gerberov nosač

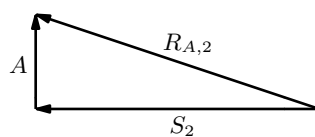
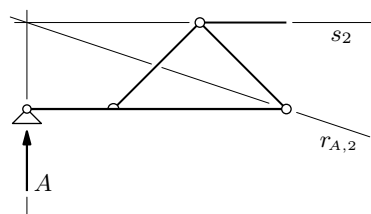
„mehanizam” prijenosa opterećenja:



vrijednosti reakcija:



vrijednost sile u štapu 2:



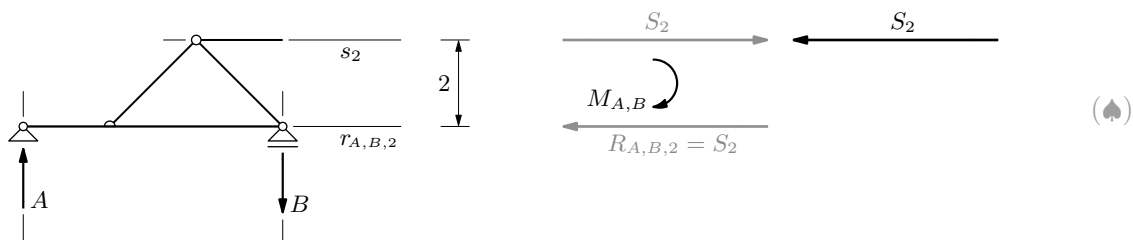
mjerilo sila:

1 cm :: 10 kN

očitano:

$S_2 = 37,5 \text{ kN}$  (tlak)

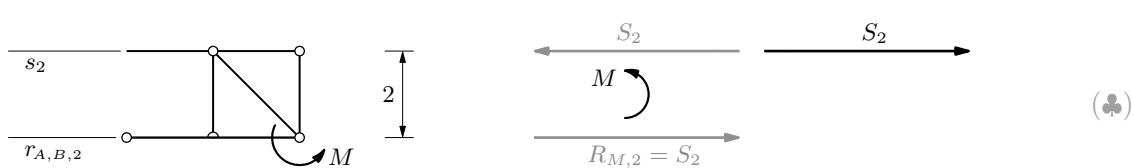
ili:



$$R_{A,B,2} = S_2 \quad (\text{vrijednost} \leftrightarrow \text{intenzitet} \ \& \ \text{smisao} \ \text{djelovanja})$$

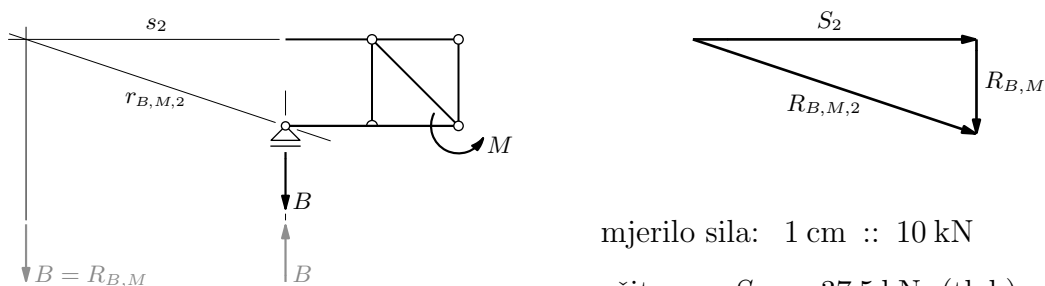
$$S_2 = \frac{M_{A,B}}{2} = 37,5 \text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

ili:



$$S_2 = \frac{M}{2} = 37,5 \text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

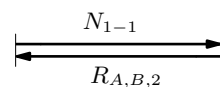
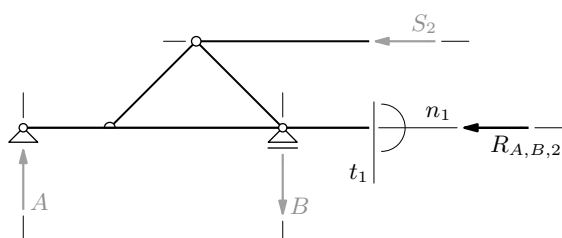
ili:



mjerilo sila: 1 cm :: 10 kN

očitano:  $S_2 = 37,5 \text{ kN}$  (tlak)

vrijednosti sila u presjeku 1-1:

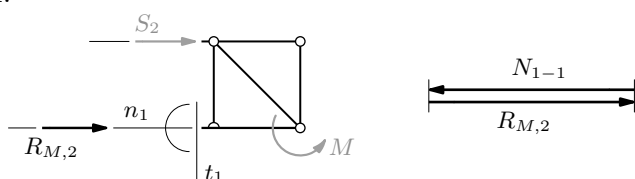


$R_{A,B,2}$  sa slike (♠)

$$N_{1,1} = R_{A,B,2} = 37,5 \text{ kN} \quad (\text{vlak})$$

$$T_{1,1} = 0 \quad \& \quad M_{1,1} = 0$$

ili:

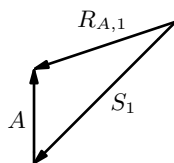
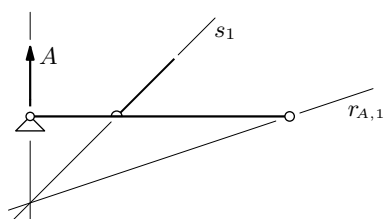


$R_{M,2}$  sa slike (♣)

$$N_{1,1} = R_{M,2} = 37,5 \text{ kN} \quad (\text{vlak})$$

$$T_{1,1} = 0 \quad \& \quad M_{1,1} = 0$$

vrijednost sile u štapu 1:



mjerilo sila:

$$1 \text{ cm} :: 10 \text{ kN}$$

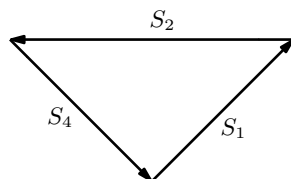
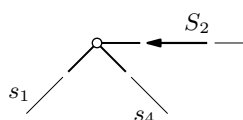
očitano:

$$S_1 = 26,5 \text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$R_{A,1} = 19,75 \text{ kN}$$

(3)

ili:



mjerilo sila:

$$1 \text{ cm} :: 10 \text{ kN}$$

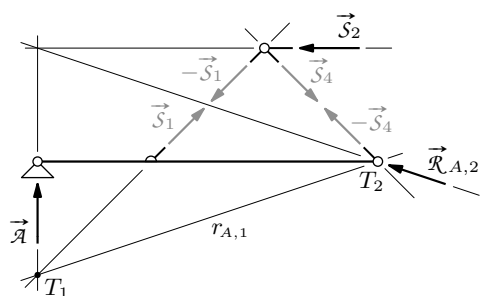
očitano:

$$S_1 = 26,5 \text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$S_4 = 26,5 \text{ kN} \quad (\text{vlak})$$

(4)

ili:



( $\mp \vec{S}_1$  i  $\mp \vec{S}_4$  — pretpostavljene orijentacije)

$\vec{R}_{A,1} = \vec{A} + \vec{S}_1$  na (zāsada) nepoznatom pravcu  $r_{A,1}$  kroz  $T_1$

$$-\vec{S}_1 + \vec{S}_2 + \vec{S}_4 = \vec{0} \Rightarrow \vec{S}_1 = \vec{S}_2 + \vec{S}_4$$

$$\vec{R}_{A,1} = \vec{A} + \vec{S}_1 = \vec{A} + (\vec{S}_2 + \vec{S}_4)$$

(5)

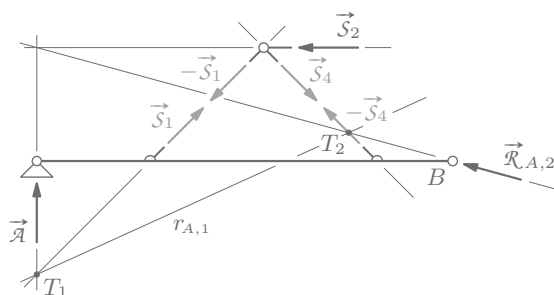
$$\vec{R}_{A,2} = \vec{A} + \vec{S}_2$$

$$\vec{R}_{A,1} = (\vec{A} + \vec{S}_2) + \vec{S}_4 = \vec{R}_{A,2} + \vec{S}_4$$

$\Rightarrow r_{A,1}$  prolazi i kroz  $T_2$  (sjecište pravaca djelovanja sile  $\vec{R}_{A,2}$  i  $\vec{S}_4$ )

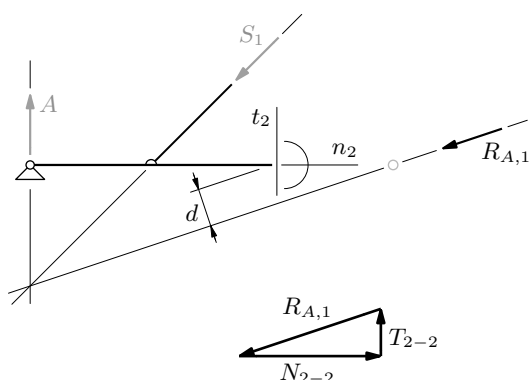
poligon sile kao na slici (6)

postupak nalaženja pravca  $r_{A,1}$ , prikazan na slici (5), složeniji je od postupka sa slike (3), pa se u našem primjeru i ne čini pretjerano smislenim; no, ako os štapa 4 (pravac djelovanja sile  $\vec{S}_4$ ) ne prolazi zglobom  $B$ , postupak sa slike (3) nije primjenjiv, a postupak sa slike (5) i u tom slučaju omogućava nalaženja pravca  $r_{A,1}$  bez prethodnoga uravnoteživanja čvora kojim prolaze sile  $\vec{S}_1$ ,  $\vec{S}_2$  i  $\vec{S}_4$ , kao na slici (6):



vrijednosti sila u presjeku 2-2:

ako je rezultanta  $\vec{R}_{A,1}$  poznata (slike (☞) i (☞)):



mjerilo sila: 1 cm :: 10 kN

očitano:

$$N_{2-2} = 18,75 \text{ kN} \quad (\text{vlak})$$

$$T_{2-2} = 6,25 \text{ kN}$$

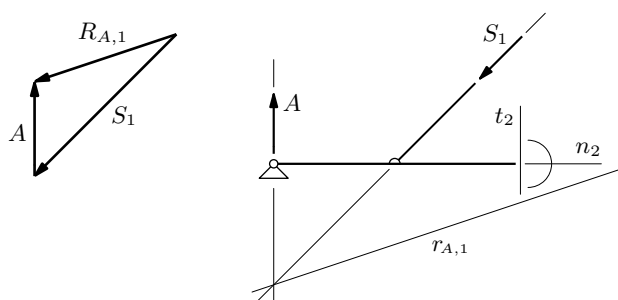
mjerilo duljina: 1 cm :: 1,25 m

očitano:

$$\tilde{d} = 5 \text{ mm} \Rightarrow d = 0,625 \text{ m}$$

$$M_{2-2} = d \cdot R_{A,1} = 0,625 \cdot 19,75 = 12,3 \text{ kNm} \quad \text{☞}$$

ako rezultanta  $\vec{R}_{A,1}$  nije poznata (slika (☞)):

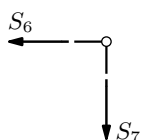


1.  $\vec{R}_{A,1} = \vec{A} + \vec{S}_1$  u poligonu sila

2. u planu položaju  $r_{A,1}$  prolazi sjecištem pravaca  $a$  i  $s_1$  usporedo s  $\vec{R}_{A,1}$

3. nastavak kao na prethodnoj slici

vrijednosti sila u štapovima 6 i 7:

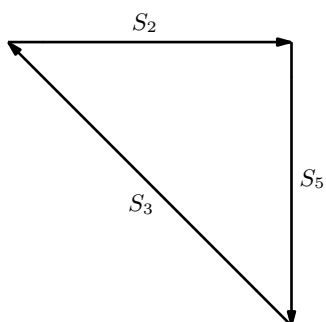
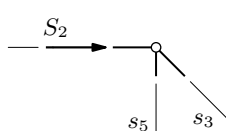


$$\sum F_x = 0 \Rightarrow S_6 = 0$$

$$\sum F_z = 0 \Rightarrow S_7 = 0$$

... i općenije, ako su u čvor spojena samo dva štapa osi koji nisu na pravcu i ako na čvor ne djeluje vanjska sila, vrijednosti su sila u priključenim štapovima jednake nuli

vrijednost sile u štapu 3:



mjerilo sila:

$$1 \text{ cm} :: 10 \text{ kN}$$

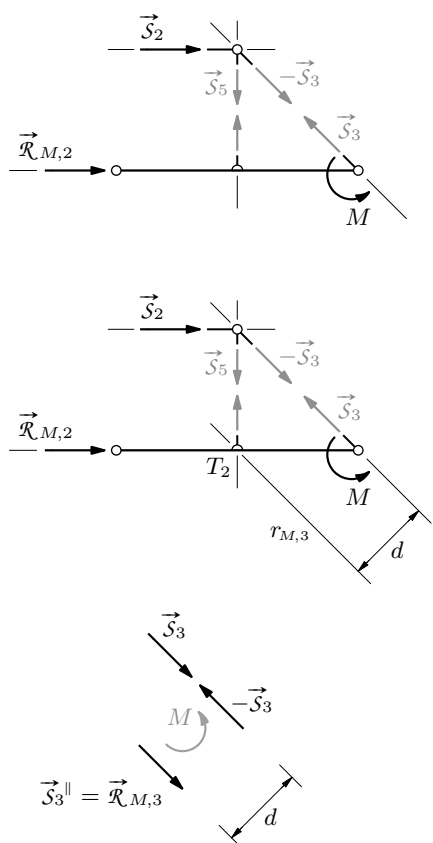
očitano:

$$S_3 = 53 \text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$S_5 = 37,5 \text{ kN} \quad (\text{vlak})$$

(☺)

ili (bez prethodnoga uravnoteživanja čvora):



( $\mp \vec{S}_3$  i  $\mp \vec{S}_5$  — pretpostavljene orijentacije)

$$M \ominus -\vec{S}_3 + \vec{S}_3^{\parallel}$$

( $M$  zamjenjujemo spregom sila  $-\vec{S}_3$  i  $\vec{S}_3^{\parallel}$  na zásaada nepoznatom pravcu usporednom s  $\mp \vec{S}_3$ )

$$\vec{R}_{M,3} = \vec{S}_3 \oplus M = \vec{S}_3^{\parallel}$$

(vektore sila i momenata ne možemo zbrajati, ali sile i momente kao fizičke veličine možemo (momente shvaćamo kao spregove sila))

$$\vec{S}_2 + \vec{S}_5 - \vec{S}_3 = \vec{0} \Rightarrow \vec{S}_3 = \vec{S}_2 + \vec{S}_5$$

$$\vec{R}_{M,2} = \vec{S}_2 \oplus M$$

$$\begin{aligned} \vec{R}_{M,3} = \vec{S}_3^{\parallel} &= (\vec{S}_2 + \vec{S}_5) \oplus M \\ &= \vec{S}_5 + (\vec{S}_2 \oplus M) = \vec{S}_5 + \vec{R}_{M,2} \end{aligned}$$

$\Rightarrow r_{M,3}$  prolazi kroz  $T_2$  (sjecište pravaca djelovanjã sila  $\vec{S}_5$  i  $\vec{R}_{M,2}$ )

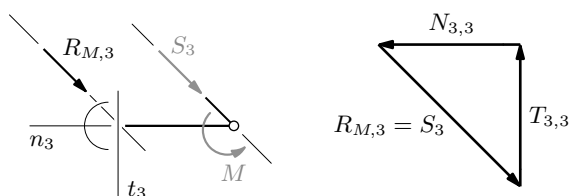
mjerilo duljina: 1 cm :: 1,25 m

očitano:  $\tilde{d} = \left(11 + \frac{1}{4}\right) \text{ mm} \Rightarrow d = 1,41 \text{ m}$

$$S_3 = \frac{M}{d} = \frac{75}{1,41} = 53,2 \text{ kN} \simeq 53 \text{ kN} \text{ (tlak)}$$

vrijednosti sila u presjeku 3-3:

ako je rezultanta  $\vec{R}_{M,3}$  poznata (slika (☹)):



mjerilo sila: 1 cm :: 20 kN

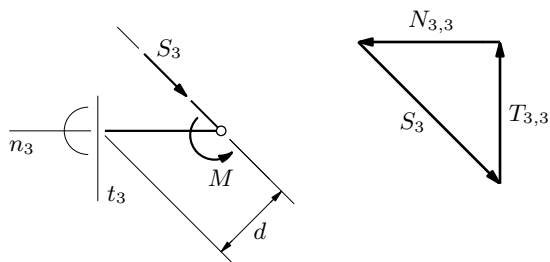
očitano:

$$N_{3,3} = 37,5 \text{ kN} \text{ (vlak)}$$

$$T_{3,3} = 37,5 \text{ kN}$$

$$M_{3,3} = 0 \cdot R_{M,3} = 0$$

ako rezultanta  $\vec{R}_{M,3}$  nije poznata (slika (☺)):



mjerilo duljina: 1 cm :: 1,25 m

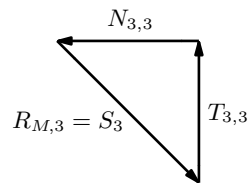
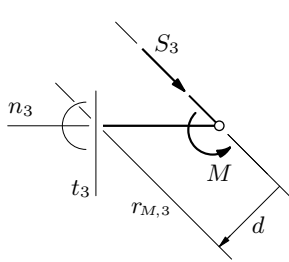
očitano:  $d = 1,41 \text{ m}$

mjerilo sila: 1 cm :: 20 kN

očitano: kao na slici (☺)

$$\begin{aligned} M_{3,3} &= |-d \cdot S_3 + M| \\ &= |-1,41 \cdot 53,2 + 75| \\ &= 0,01 \simeq 0 \end{aligned}$$

ili:



$$d = \frac{M}{S_3} = \frac{75}{53} = 1,415 \text{ m}$$

$$d \cdot \sqrt{2} = 1,415 \cdot \sqrt{2} = 2,0 \text{ m}$$

$\Rightarrow r_{M,3}$  prolazi kroz presjek 3-3

$\Rightarrow M_{3,3} = 0$

mjerilo sila: 1 cm :: 20 kN

očitano: kao na slici (👁)

