

Jednostavni statički određeni rešetkasti nosači

K. F.

geometrijski nepromjenjiv spojeni sistem koji ne sadrži podlogu (ili iznutra geometrijski nepromjenjiv sistem): spojeni sistem u kojemu su dovoljnim brojem ispravno raspoređenih spojeva osnovnih dijelova spriječeni svi relativni poopćeni pomaci unutar sistema, to jest, spriječeni su svi pomaci i zaokreti pojedinih dijelova u odnosu na neke druge (ali su pomaci i zaokreti sistema kao cjeline u odnosu na podlogu mogući); može se reći i da se cijeli sistem u odnosu na podlogu ponaša kao jedno tijelo — „nije bitno” od kojih je dijelova i kako sistem sastavljen

geometrijski nepromjenjiv spojeni sistem koji sadrži podlogu (ili izvana geometrijski nepromjenjiv sistem ili, jednostavno, geometrijski nepromjenjiv sistem): spojeni sistem u kojemu su dovoljnim brojem ispravno raspoređenih spojeva osnovnih dijelova međusobno i osnovnih dijelova s podlogom onemogućeni svi apsolutni poopćeni pomaci, to jest, onemogućeni su svi pomaci i zaokreti sistema kao cjeline ili svi pomaci i zaokreti pojedinih njegovih dijelova u odnosu na podlogu (a time i svi pomaci i zaokreti nekih dijelova u odnosu na druge); intuitivno, sistem se ponaša kao jedno nepomično tijelo, tijelo „čvrsto” spojeno s podlogom, „zalijepljeno” za nju

rešetkasti nosači: konstrukcije proračunske sheme kojih sadrže sàmo zglobne čvorove povezane zglobnim štapovima; vanjske sile djeluju sàmo u čvorovima, pa u štapovima postoje sàmo uzdužne sile

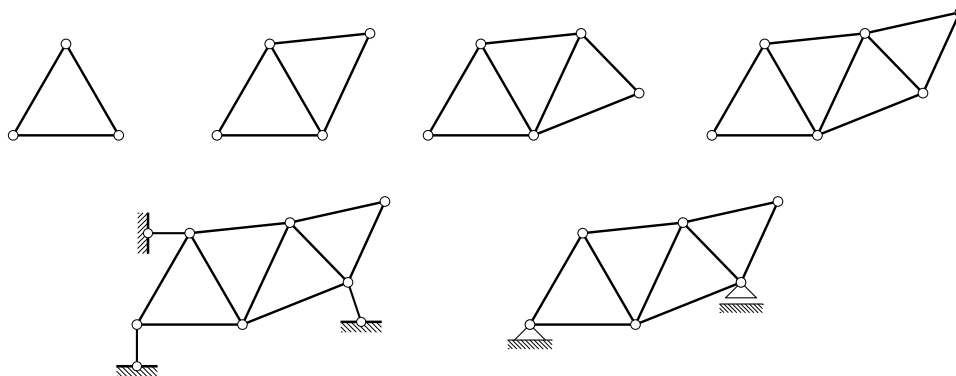


Jednostavni statički određeni rešetkasti nosači u ravni

osnovni načini oblikovanja:

1. način:

1. korak: oblikovanje jednostavnoga ravninskog ulančenog rešetkastog tijela (iznutra geometrijski nepromjenivoga sistema) kao sklopa trokutâ zglobnih štapova
2. korak: spajanje tako sastavljenoga tijela s podlogom



2. način:

uzastopno spajanje čvorova s podlogom i/ili s nepomičnim čvorovima

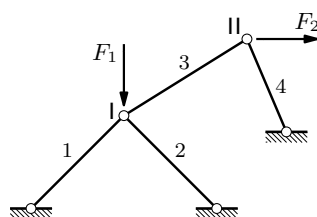


Maxwellovo pravilo: broj štapova jednak je dvostrukomu broju slobodnih čvorova, $b = 2n$

postupci izračunavanja sila u štapovima:

- metode čvorova — uvjeti ravnoteže „izrezanih” čvorova (materijalnih točaka):
 - ◇ grafički postupci
 - ◇ analitički postupak
- metode presjekâ — uvjeti ravnoteže dijela s jedne strane zamišljenoga presjeka kroz tri štapa:
 - ◇ Culmannov postupak
 - ◇ Ritterov postupak

metode čvorova:

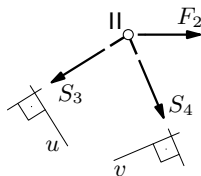


(jednostavan) grafički postupak:



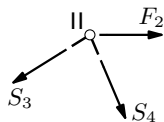
analitički postupak:

nepoznanice u čvoru II: S_3 i S_4



$$\sum_{\text{čvor II}} F_u = 0 : \quad S_{4,u} + F_{2,u} = 0 \quad \Rightarrow \quad S_4$$

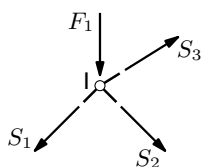
$$\sum_{\text{čvor II}} F_v = 0 : \quad -S_{3,v} + F_{2,v} = 0 \quad \Rightarrow \quad S_3$$



ili:

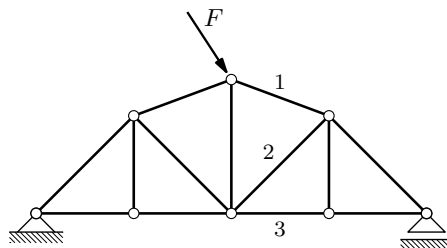
$$\left. \begin{aligned} \sum_{\text{čvor II}} F_x = 0 : \quad -S_{3,x} + S_{4,x} + F_2 = 0 \\ \sum_{\text{čvor II}} F_z = 0 : \quad S_{3,z} + S_{4,z} = 0 \end{aligned} \right\} S_3 \text{ i } S_4$$

nepoznanice u čvoru I: S_1 i S_2 (S_3 poznata iz prethodnog koraka)



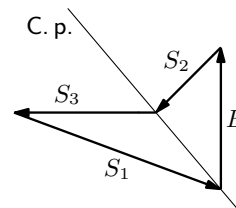
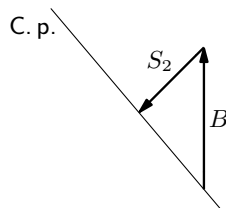
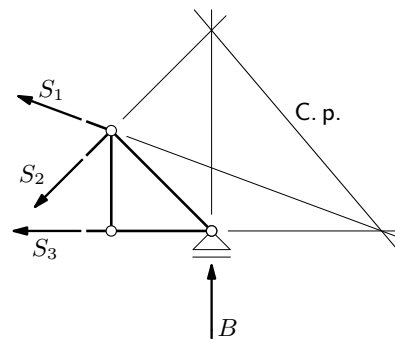
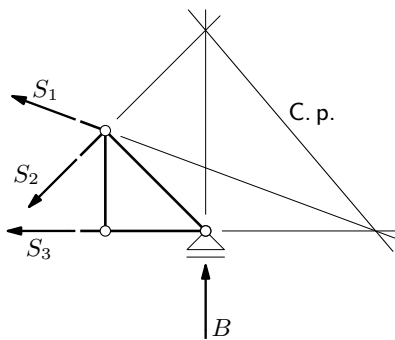
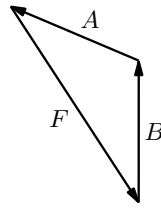
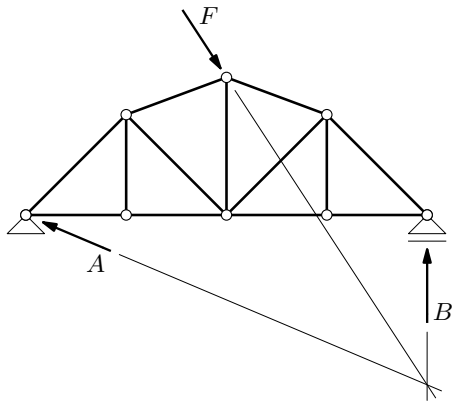
$$\left. \begin{aligned} \sum_{\text{čvor I}} F_x = 0 : \quad -S_{1,x} + S_{2,x} + S_{3,x} = 0 \\ \sum_{\text{čvor I}} F_z = 0 : \quad S_{1,z} + S_{2,z} - S_{3,z} + F_2 = 0 \end{aligned} \right\} S_1 \text{ i } S_2$$

metode presjekâ:



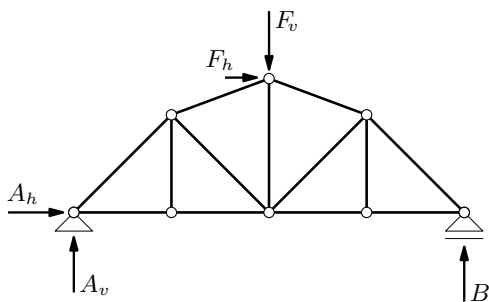
Culmannov postupak:

- grafički postupak uravnoteženja četiriju sila u ravnini — četiri su sile u ravnoteži ako rezultanta bilo koje dvije sile djeluje na pravcu određenom rezultantom preostalih dviju sila (na *Culmannovom pravcu*) te ako su te dvije rezultante jednakih intenziteta, a suprotna smisla djelovanja
- jedna je sila zadana (pravac djelovanja, intenzitet i orijentacija), a zadani su i pravci djelovanja preostalih triju sila, pa se traže intenziteti i orijentacije tih triju sila (ili: jedna je sila zadana, a zadani su i pravac djelovanja jedne od preostalih sile te točka kojom prolaze druge dvije, pa se u stvari traži njihova rezultanta)



Ritterov postupak:

- analitički ili grafoanalitički postupak izračunavanja vrijednosti triju sila
- tri jednačbe: uvjeti ravnoteže momenata u odnosu na točke u kojima se sijeku osi dvaju od tri odabrana štapa (*Ritterove točke*)
 - ◊ u svakoj se jednačbi kao jedina nepoznanica pojavljuje sila u trećem štapu
 - ◊ ako su osi dvaju štapova usporedne, sila u trećemu štapu izračunava se iz uvjeta ravnoteže projekcija sila na pravac okomit na te osi

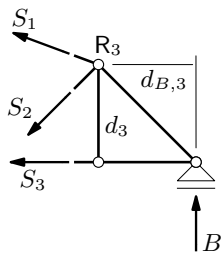
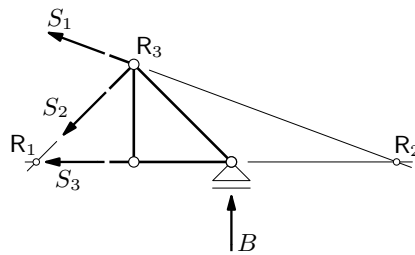


$$\sum_{\text{cijeli}} F_x = 0 \Rightarrow A_h$$

$$\sum_{\text{cijeli}} M_B = 0 \Rightarrow A_v$$

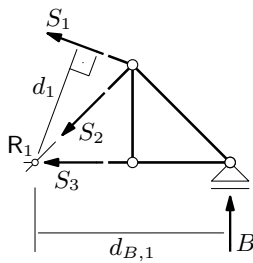
$$\sum_{\text{cijeli}} M_A = 0 \Rightarrow B$$

Ritterrovo točke:



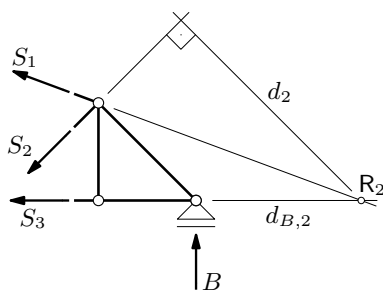
$$\sum_{\text{desni dio}} M_{/R_3} = 0 : -S_3 \cdot d_3 + B \cdot d_{B,3} = 0$$

$$S_3 = \frac{d_{B,3}}{d_3} B$$



$$\sum_{\text{desni dio}} M_{/R_1} = 0 : S_1 \cdot d_1 + B \cdot d_{B,1} = 0$$

$$S_1 = -\frac{d_{B,1}}{d_1} B$$



$$\sum_{\text{desni dio}} M_{/R_2} = 0 : S_2 \cdot d_2 - B \cdot d_{B,2} = 0$$

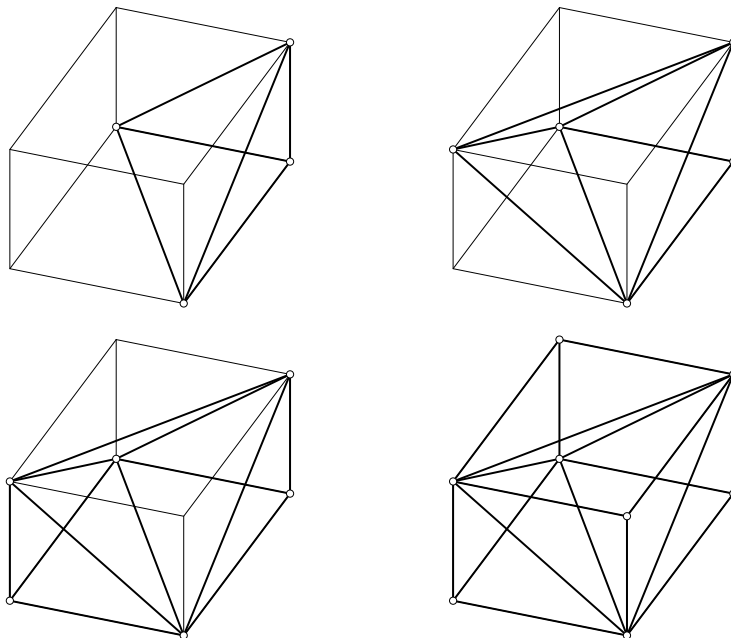
$$S_2 = \frac{d_{B,2}}{d_2} B$$

Jednostavni statički određeni rešetkasti nosači u prostoru

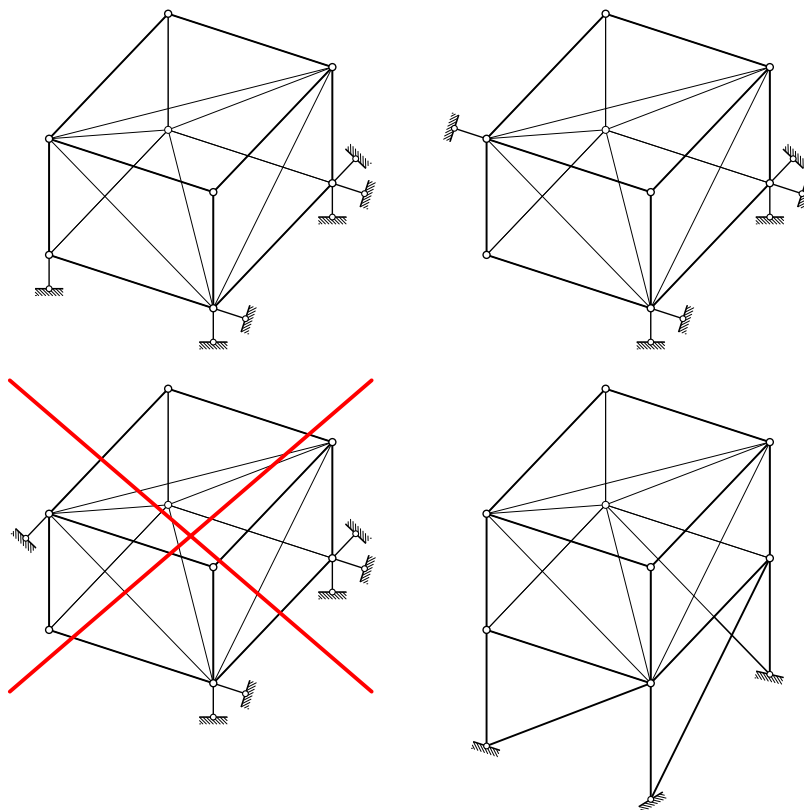
osnovni načini oblikovanja:

1. način:

1. korak: sastavljanje jednostavnoga ulančenog rešetkog tijela (tj. iznutra geometrijski nepromjenivog sistema) kao sklopa tetraedara zglobnih štapova

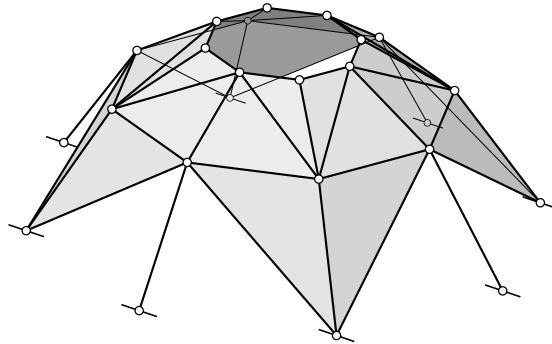


2. korak: spajanje tijela s podlogom (predavanje *Prostorni spojeni sistemi*)



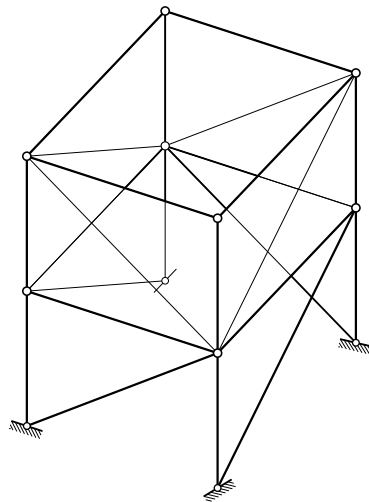
2. način:

uzastopno spajanje čvorova s podlogom i/ili s nepomičnim čvorovima s pomoću tri zglobna štapa (koji ne leže u istoj ravnini)



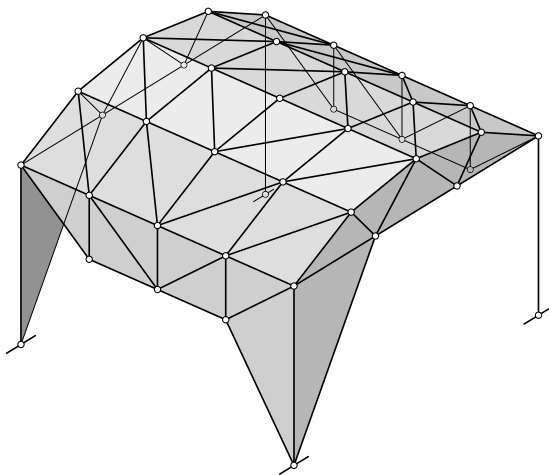
3. način:

prostorni sklop ravninskih rešetaka

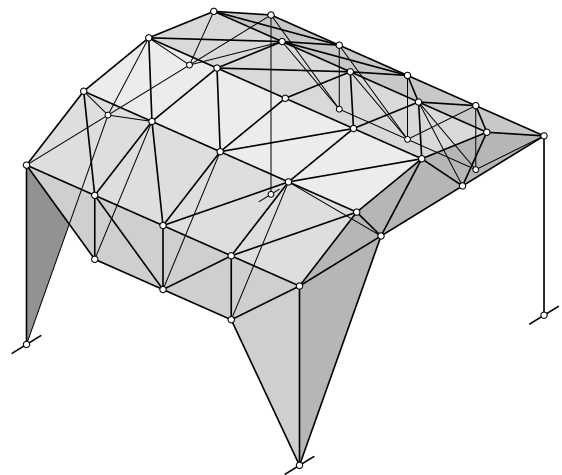


(usporedite s posljednjom slikom na prethodnoj stranici)

• s „ravninskim” čvorovima:

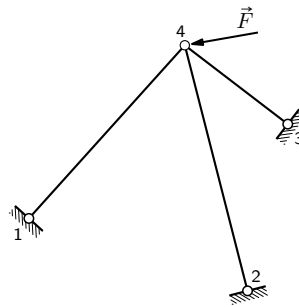


• bez „ravninskih” čvorova:



Maxwellovo pravilo: broj štapova jednak je trostrukom broju slobodnih čvorova, $b = 3n$

ravnoteža prostornoga zglobnog čvora:

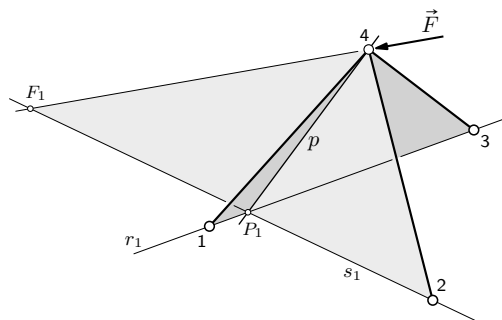


analitički postupak:

$$\sum_{i=1}^n F_x = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_y = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_z = 0$$

grafički postupak:

- aksonometrija:



- Mongeova ortogonalna projekcija \Rightarrow predavanje *Prostorni spojeni sistemi*