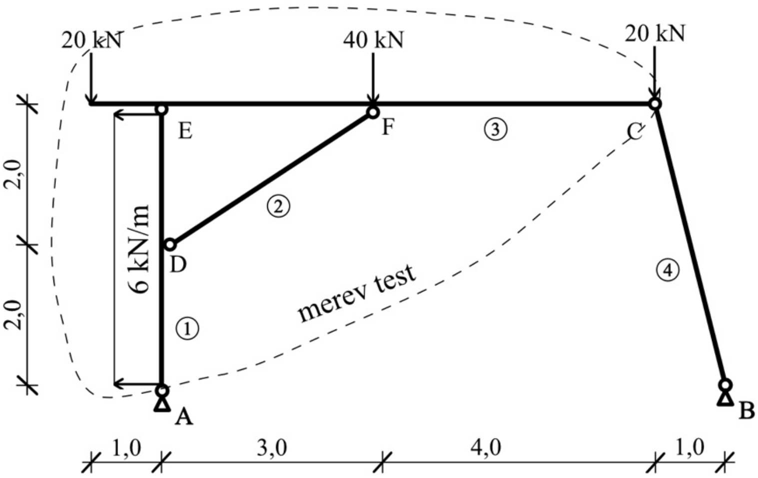
# Összetett tartó

**1. Határozza meg az összetett tartó támasz- és csuklóerőit!**

A tartó felépíthető hierarchikusan, csak fel kell ismerni, hogy a bal fele egy „hierarchikusan felépített összetett merev test”, melyet felhasználva háromcsuklós tartóként fogható fel a szerkezet egésze Itt is igaz, hogy a számítás célszerű sorrendje a konstruálással pontosan ellentétes.




Tehát

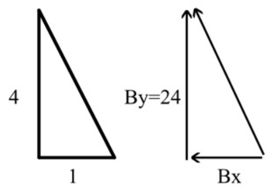
1) a nagy 3 csuklós tartó számítása

2) bal fele felfogható egy rúdra ráerősített 3 csuklós tartóként, tehát itt is használható a 3 csuklós tartó receptje vagy az elkülönített ábrát felhasználva a rudak egyensúlyából az ismeretlenek meghatározása kész sorrend nélkül.

<u>A nagy háromcsuklós tartó számítása</u>

$\sum M_B = 0 \quad \Rightarrow \quad 20 \cdot 1 + 40 \cdot 5 + 20 \cdot 9 + 6 \cdot 4 \cdot 2 - A_y \cdot 8 = 0 \quad \Rightarrow \quad A_y = 56\ kN \uparrow$

$\sum M_A = 0 \quad \Rightarrow \quad -6 \cdot 4 \cdot 2 - 20 \cdot 1 + 40 \cdot 3 + 20 \cdot 7 - B_y \cdot 8 = 0 \quad \Rightarrow \quad B_y = 24\ kN \uparrow$




$\sum M_C^4 = 0 \quad \Rightarrow \quad B_x$

vagy: B-C két végén terheletlen csuklós rúd ⟹ rúdirányú erő hat benne ⇒ $B_x = \frac{24}{4} = 6\ kN \leftarrow$

$\sum M_C^{1,2,3} = 0 \quad \Rightarrow \quad -40 \cdot 4 - 20 \cdot 8 + 6 \cdot 4 \cdot 2 + 56 \cdot 7 - A_x \cdot 4 = 0 \quad \Rightarrow \quad A_x = 30\ kN \rightarrow$

<u>A rudak egyensúlyából a csuklóerők meghatározása</u>

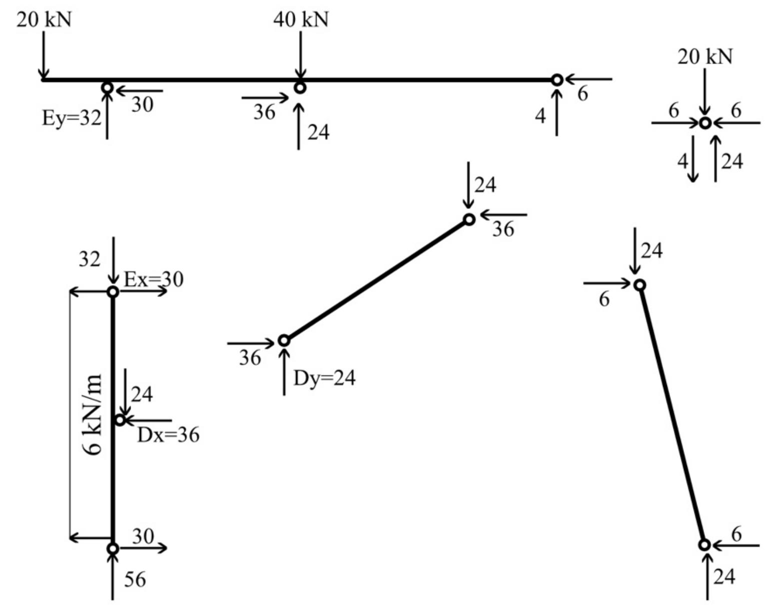
$\sum M_D^1 = 0 \quad \Rightarrow \quad -6 \cdot 2 \cdot 1 + 6 \cdot 2 \cdot 1 - 30 \cdot 2 + E_x \cdot 2 = 0 \quad \Rightarrow \quad E_x = 30\ kN \rightarrow$

$\sum F_x^1 = 0 \quad \Rightarrow \quad Dx = -24 + 30 + 30 = 36\ kN \leftarrow$

A 2-es rúd terheletlen ⇒ $D_y = \frac{2}{3} \cdot D_x = 24\ kN \uparrow$

$\sum F_y^3 = 0 \quad \Rightarrow \quad E_y = 60 - 24 - 4 = 32\ kN \uparrow$

<u>Elkülönített ábra:</u>

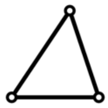


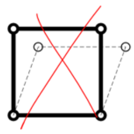
# Rácsos tartók

*Az alábbi öszefoglaló az előadáson lehangzotakat ismétli át. Nem kell mindent végigmondani, inkább együtt idézzétek fel a hallgatókkal*

**Rácsos tartó**: egyenes rudakból összeépített tartószerkezet, amelyeknek elemei a rúdvégeken csuklókkal kapcsolódnak egymáshoz és csak a csomópontjaikban terheltek
$\Longrightarrow$ a definícióból következik, hogy csak rúdirányú erők ébrednek a rudakban, máshogy nem lehetnek a rudak egyensúlyban

Statikailag határozott rácsostartók osztályozása:





- **egyszerű rácsos tartó**: a tartó egésze egy összetett merev test (egy rúdból kiindulva háromszögek hozzáadásával felépíthető)
- **összetett rácsos tartó:** egynél több összetett merev testet tartalmazó rácsos tartó

Statikai határozottság feltétele:

- egy **szükséges és elégséges** feltétel: a rácsostartóban lévő összetett merev test(ek)et merev testtel helyettesítve a kapott egyszerűbb tartó statikailag határozott.
- egy **szükséges** feltétel: $r + t = 2 \cdot cs$ (rúdszámszabály)
  $r$: belső rudak száma, $t$: támasz ismeretlenek száma, $cs$: csuklók száma
  (Ha ez nem teljesül, akkor biztosan nem lehet határozott! Ha teljesül, akkor az egyensúlyi egyenletrendszer együtthatómátrixának determinánsán múlik, hogy határozott-e.)

Rúderők kiszámításának a menete:

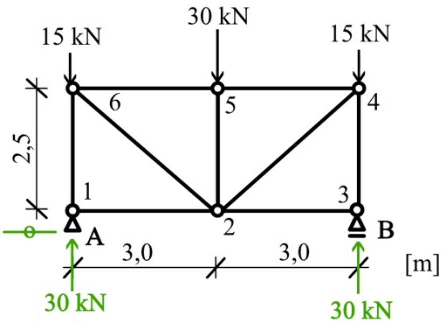
1. összetett rácsostartó esetén háromszögeléssel felépített „összetett merev testek” helyettesítése merev testtel (érdemes felrajzolni!)
2. támasz- és kapcsolati erők számítása (és természetesen statikai határozottság vizsgálata)
3. összetett merev testek vizsgálata egyenként, csomóponti módszerrel (vagy 3-as átmetszéssel a jövő héten).
4. eredményábra előállítása

Ábrázolás:

Az összes csomópontban csukló van, de általában ezeket nem rajzoljuk ki külön.

Az eredményeket szokásos részletes eredményábra helyett a rácsostartó képén a rudak mellé írt rúderő-értékekkel ábrázoljuk (+: húzott rúd, -: nyomott rúd)

**2. Határozza meg a rácsos tartó rúderőit!**




Statikai határozottság ellenőrzése:

Összetett merev testként felépíthető és merev testként van megtámasztva ⇒ statikailag határozott!
(rúdszámszabály: $9 + 3 = 6 \cdot 2$ ✓)

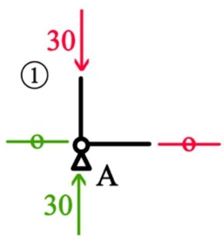
A teljes szerkezet egyensúlya (kéttámaszú tartó)

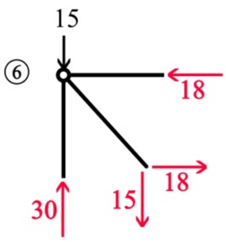
$$\sum M_A = 0 \quad \Longrightarrow \quad 30 \cdot 3 + 15 \cdot 6 - B_y \cdot 6 = 0 \quad \Longrightarrow \quad B_y = 30\ kN \uparrow$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Longrightarrow \quad A_y = 30\ kN \uparrow$$

Csomóponti módszerrel a rúderők meghatározása

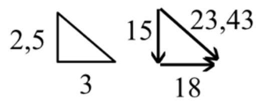
A csomópontok kimetszése és minden CSP-ra egyensúlyi egyenletek felírása: $\sum F_y = 0, \sum F_x = 0$.

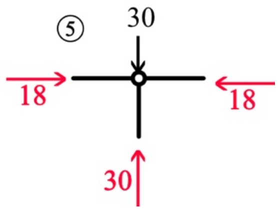


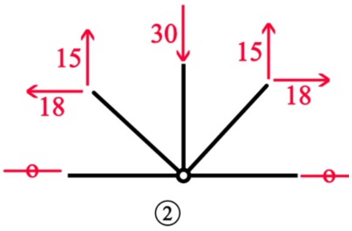




A 6-os csomópontban a 2-6 rúd erő vízszintes komponensének meghatározásához kihasználjuk, hogy a rudakban csak rúdirányú erő ébred. A rúd geometriáját felhasználva:

$$S_x^{2-6} = \frac{15}{2{,}5} \cdot 3 = 18\ kN \rightarrow$$

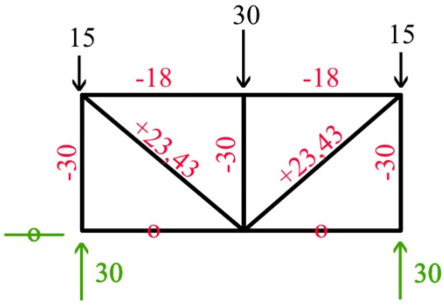


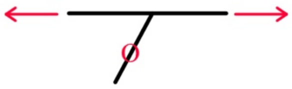

Eredményábra

Feltüntetendő az erők előjele és nagysága. Nyomás: -, húzás +.



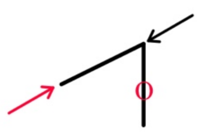

Megjegyzés:

Vakrúd = olyan rúd, amelyben az erő nulla. Bizonyos esetekben számítás nélkül is meghatározhatók a vakrudak.



b) T csomópont

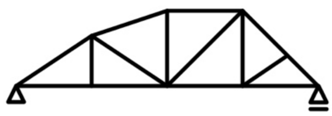
c) 2 rúd, terheletlen csomópont



a) 2 rúd, a csomópontban ható erő párhuzamos az egyik rúddal

**3. Döntsük el, hogy az alábbi tartók egyszerű rácsos tartók-e!**

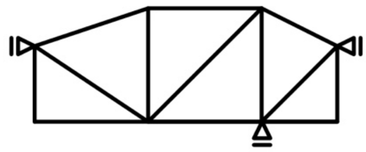
**a)**



- háromszögeléssel felépíthető ✓
- merev testként statikailag határozott módon van megtámasztva ✓

⇒ IGEN

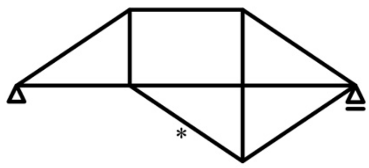
**b)**



- háromszögeléssel felépíthető ✓
- statikailag határozott módon van megtámasztva ×

⇒ NEM

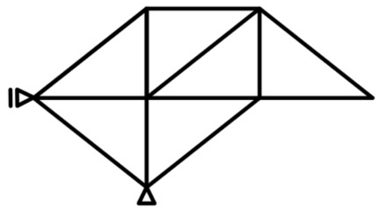
**c)**




- háromszögeléssel felépíthető (pl. a *-os rúdból indulva) ✓
- statikailag határozott módon van megtámasztva ✓

⇒ IGEN

**d)**



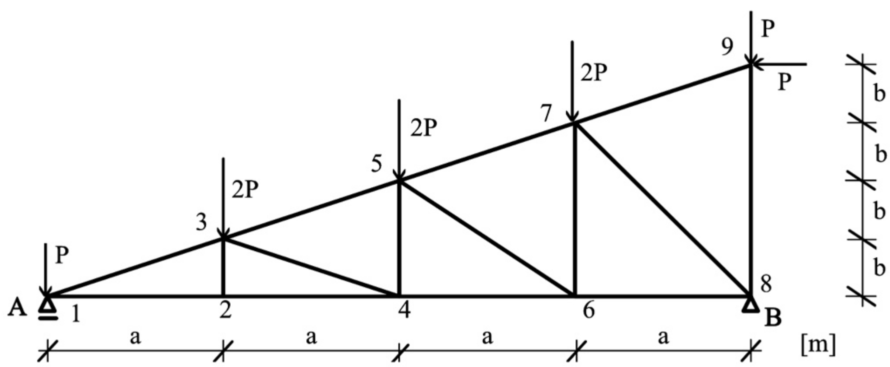
- háromszögeléssel felépíthető ×

egyensúlyi egyenletek száma: $cs \cdot 2 = 7 \cdot 2 = 14$

ismeretlenek száma: $t + r = 3 + 12 = 15$

⇒ STATIKAILAG HATÁROZATLAN rácsos tartó

**4. Határozza meg a rácsos tartó rúderőit! (14 pont)**




Minta adatok:

| $P\ [kN]$ | $a\ [m]$ | $b\ [m]$ |
|---|---|---|
| 10 | 3 | 1 |