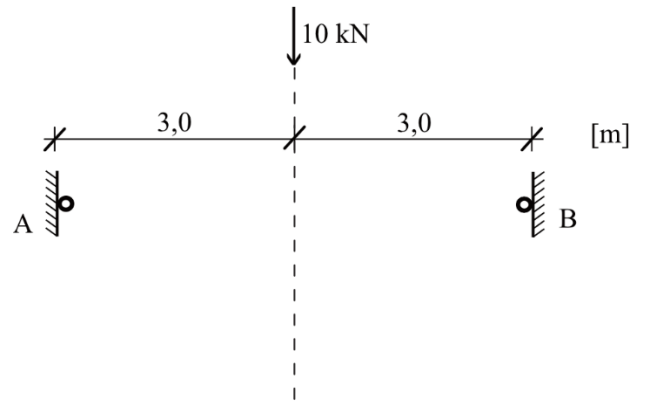


## 9. Kötélszerkezetek

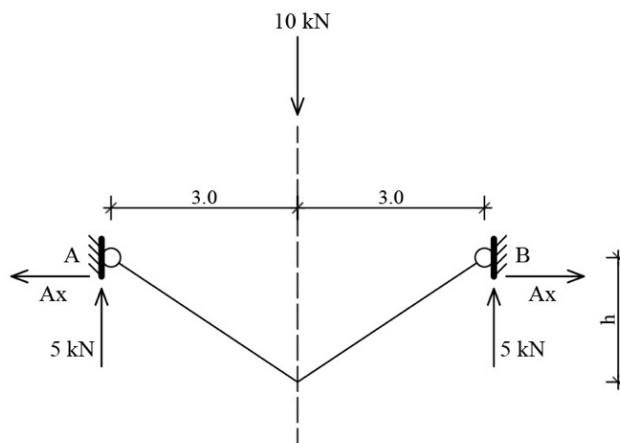
9.1. Az adott A és B rögzítési pontok közé kötél szerkezeten függesztett, 10 kN önsúlyú lámpatestet kell elhelyezni. A lámpatest tervezett vízszintes pozícióját a szaggatott vonal jelzi. **Tervezzén** egy lehetséges kötélalakot, figyelembe véve, hogy

- a lámpatest lehetséges maximális lelógása: 2 m
- a kötélben lehetséges maximális erő: 20 kN!

Rajzolja be a **kötél alakját**, adja meg a **támaszerőket**, a lámpatest **függőleges távolságát** a támaszoktól és a **kötél hosszát**! **Ellenőrizze**, hogy a terv megfelel-e a megkötéseknek!



A köté alakja:



Egyensúlyi egyenletek:

$$\begin{aligned}\sum M_A = 0 &\Rightarrow A_y = B_y = 5 \text{ kN} \\ \sum F_x = 0 &\Rightarrow A_x = B_x\end{aligned}$$

Geometria: a kötélben csak normálerő ébred, azaz a támaszerő párhuzamos a kötéllal. Hasonló háromszögekéből:

$$\frac{h}{3} = \frac{5}{A_x}$$

A feladatkiírás megkötései:

$$\begin{aligned}h &\leq 2 \text{ m} \\ 5^2 + A_x^2 &\leq 20^2\end{aligned}$$

A fentiek alapján  $h$  és  $A_x$  közül az egyik tetszőlegesen megválasztható úgy, hogy a megkötéseknek eleget tegyenek, a másik érték pedig a geometriai egyenlet segítségével számítható.

Legyen a lámpatest függőleges távolsága a támaszoktól (azaz a lelógás)  $h = 2 \text{ m}$ !

Ekkor  $A_x = \frac{5 \cdot 3}{2} = 7,5 \text{ kN}$ .

Innen a támaszerő (max. 20kN):

$$A = \sqrt{5^2 + 7,5^2} = 9,01 \text{ kN} \leq 20$$

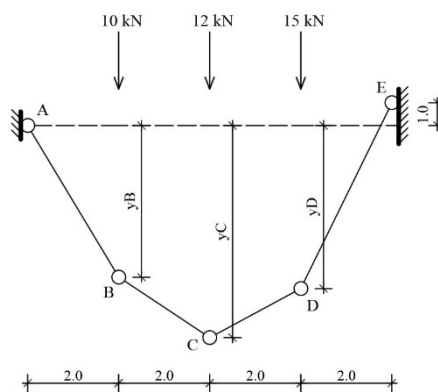
A kötéel hossza:

$$2 \cdot \sqrt{3^2 + 2^2} = 7,2 \text{ m}$$

9. Kötélszerkezetek

9.2. Határozza meg  $y_B, y_C, y_D$  magasságokat a szaggatott vízszintes tengelytől, ha az A támasznál a vízszintes erő értéke  $5\text{ kN}$ ! (VR)

A megoldás során azt fogjuk felhasználni, hogy a kötelekben kötélirányú erő ébred. A függőleges támaszerők számolhatók a magasságok ismerete nélkül, a vízszintes támaszerő pedig a feladatban adott ( $A_x = E_x = 5\text{ kN}$ ). A támaszoktól indulva a kötel geometriája az erők irányát követve számítható.

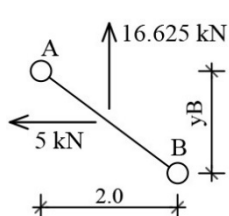


Függőleges támaszerők meghatározása:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 10 \cdot 2 + 12 \cdot 4 + 15 \cdot 6 + 5 \cdot 1 - E_y \cdot 8 = 0 \Rightarrow E_y = 20,375\text{ kN} \uparrow$$

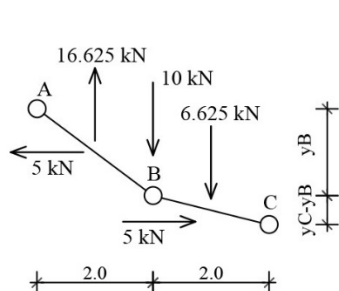
$$\sum M_D = 0 \Rightarrow 15 \cdot 2 + 12 \cdot 4 + 10 \cdot 6 - 5 \cdot 1 - A_y \cdot 8 = 0 \Rightarrow A_y = 16,625\text{ kN} \uparrow$$

Az AB szakasz egyensúlya hasonló háromszögekből:



$$\frac{y_B}{16,625} = \frac{2}{5} \Rightarrow y_B = 6,65\text{ m}$$

B-C szakasz:

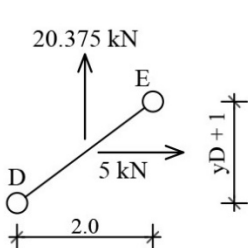


$$\frac{y_C - y_B}{6,625} = \frac{2}{5}$$

$$y_C - y_B = 2,65\text{ m}$$

$$y_C = 2,65 + 6,65 = 9,3\text{ m}$$

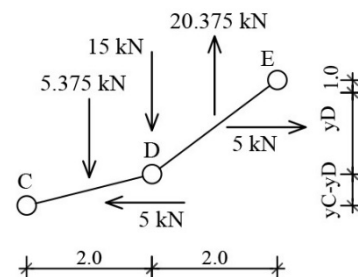
D-E szakasz:



$$\frac{y_D + 1}{20,375} = \frac{2}{5} \Rightarrow y_D + 1 = 8,15 \Rightarrow y_D = 7,15\text{ m}$$

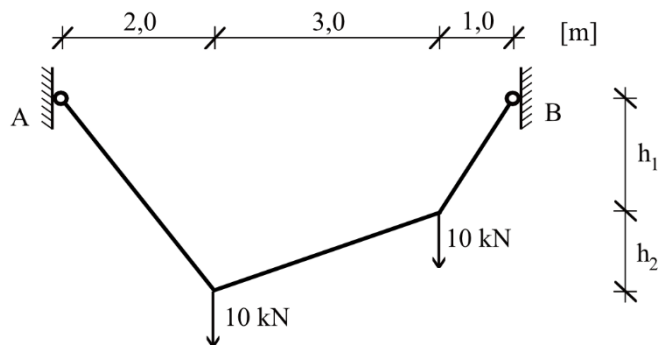
Ellenőrizzük, hogy a C-D szakaszban valóban kötélirányú az erő:

$$\frac{y_C - y_D}{5,375} = \frac{2}{5} \Rightarrow y_C - y_D = 2,15 \Rightarrow y_C = 9,3\text{ m OK!}$$



## 9. Kötélszerkezetek

9.3. Adott az alábbi ismeretlen hosszúságú kötél szerkezet a rá ható erőkkel. Határozza meg a  $h_1$ ,  $h_2$  magasságokat, feltételezve, hogy a B támasznál a kötélen ébredő húzóerő nagysága 15 kN! (20 pont)



Függőleges támaszok:

$$\begin{aligned}\sum M_A = 0 &\Rightarrow 10 \cdot 2 + 10 \cdot 5 - B_y \cdot 6 = 0 \\ &\Rightarrow B_y = 11,67 \text{ kN} \uparrow\end{aligned}$$

$$A_y = 20 - 11,67 = 8,33 \text{ kN} \uparrow$$

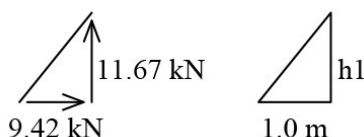
Vízszintes támaszok a kötélrőből:

$$\sqrt{11,67^2 + B_x^2} = 15 \Rightarrow B_x = 9,42 \text{ kN} \rightarrow$$

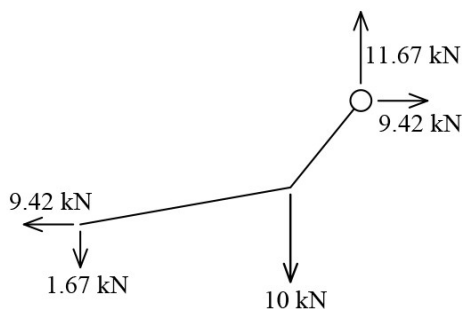
$$A_x = 9,42 \text{ kN} \leftarrow$$

$h_1$  magasság számítása a geometriából:

$$h_1 = \frac{11,67}{9,42} \cdot 1 = 1,24 \text{ m}$$



Egyensúlyozás, kötélrő meghatározása a középső szakaszon:



$h_2$  magasság számítása a geometriából:

$$h_2 = \frac{1,67}{9,42} \cdot 3 = 0,53 \text{ m}$$

