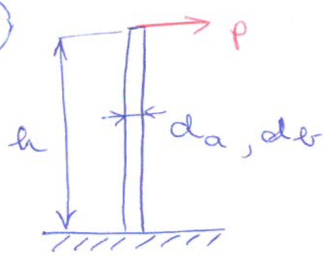
2. gyakorlat

Hajlító igénybevétel

(1.8)

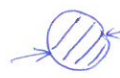


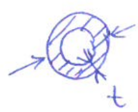
$p = 12\,kN$

$h = 2{,}5\,m$

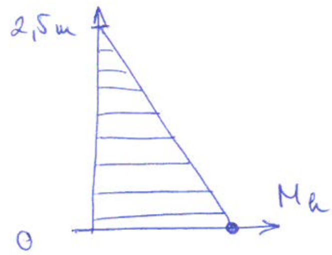
$\sigma_{meg,fa} = 15\,MPa$

$\sigma_{meg,alu} = 50\,MPa$

a)  $d_a = ?$

b)  $d_b = ?$ $t = \frac{1}{8} d_b$

a) hajlítónyomatéki igb. ábra:



Legnagyobb hajlítónyomatékra méretezzük a rudat! Befogásban a legnagyobb.

$$M_{h,max} = 12 \cdot 2{,}5 = \underline{\underline{30\,kNm}}$$

Szükséges km-i tényező:

$$K_{min} = \frac{M_{h,max}}{\sigma_{meg,fa}} = \frac{30\,000\,000\ Nmm}{15 \frac{N}{mm^2}}$$

$$K_{min} = 2\,000\,000\ mm^3$$

$$K_{min} = \frac{d_{a,min}^4 \pi}{64} \Big/ \left(\frac{d_{a,min}}{2}\right) = \frac{d_{a,min}^3 \pi}{32}$$

$$\Longrightarrow d_{a,min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot K_{min}}{\pi}} = \underline{\underline{273{,}1\ mm}}$$

b) $$K_{min} = \frac{M_{h,max}}{\sigma_{meg,alu}} = 600\,000\ mm^3$$

$$I = \frac{\pi}{64}\left(d_b^4 - \left(\frac{3}{4} d_b\right)^4\right) = \frac{175 \cdot \pi}{16384} \cdot d_b^4 \approx 0{,}033556\, d_b^4$$

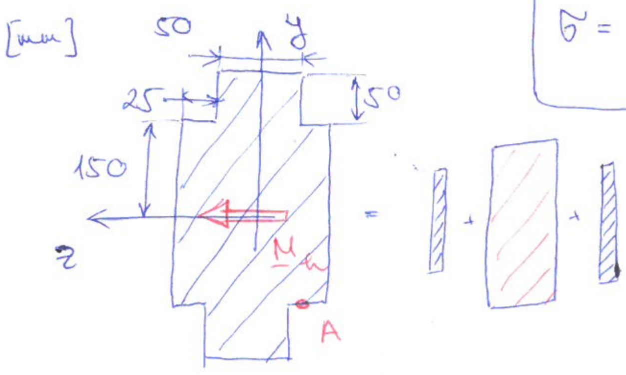
$$K_{min} = \frac{I}{\frac{d_b}{2}} = 0{,}067112 d_b^3$$

$$\Longrightarrow d_{b,min} = \sqrt[3]{\frac{K_{min}}{0{,}067112}}$$

1.11 $M = 5\ kNm$

A pontban σ?

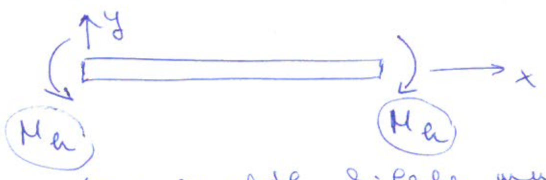
Keresztmetszet:



$$\boxed{\sigma = \frac{M_h}{I_z} \cdot y}$$

NAVIER KÉPLET

I_z: HAJLÍTÁS TENGELYE!!

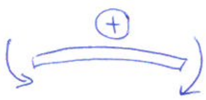


(z: lapból kifele mutat. M_h vektor iránya a z tengellyel párhuzamos → z a hajlítás tengelye!)

z a hajlítás tengelye → I_z-t kell számolni!

$$I_z = 2 \cdot \frac{25 \cdot 300^3}{12} + \frac{50 \cdot 400^3}{12} = 3{,}79167 \cdot 10^8\ mm^4$$

Hajlítás előjelkonvenciója:



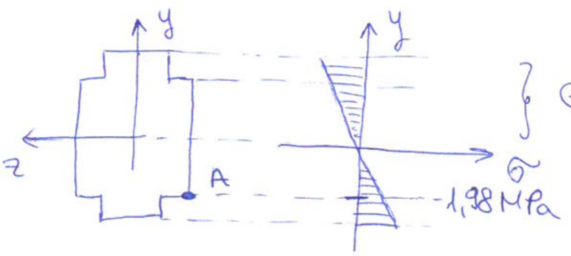
Tehát esetünkben negatív!

$$\sigma_A = -\frac{M_h}{I_z} \cdot y_A = -\frac{5\,000\,000}{3{,}79167 \cdot 10^8} \cdot (-150) = \underline{\underline{1{,}98\ MPa}}$$

előjelkonv. miatt!

előjelre figyelni!

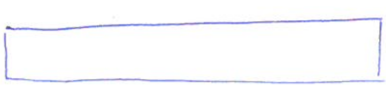
Ábrázolás:



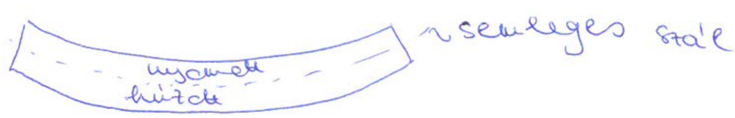
} ⊖, nyomott szál!

} ⊕, húzott szál!

Eredeti alak:



Def. alak:



1.10 Keresztmetszet méretei?

$L_1 = 2\ m$

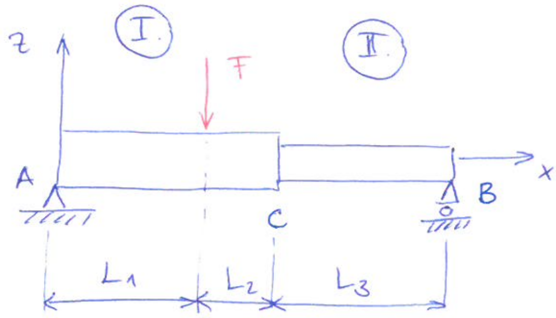
$L_2 = 1\ m$

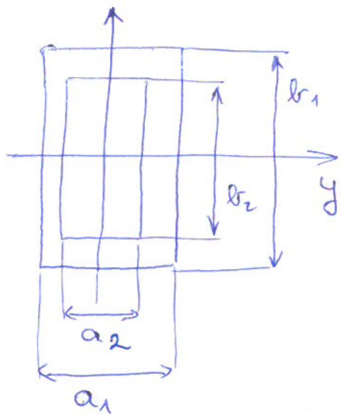
$L_3 = 4\ m$

$F = 14\ kN$

$\sigma_{meg} = 100\ MPa$

$$\frac{b_2}{a_2} = \frac{b_1}{a_1} = 2$$

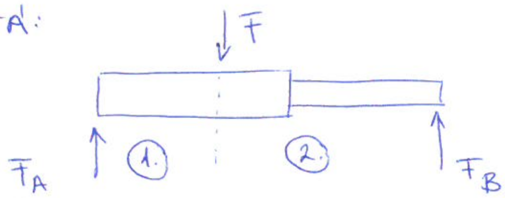




Hajlításra méretezünk → Meg kell keresni az I.-es és II.-es szakaszon a veszélyes km-t, ahol a hajlítónyomatéki igénybevétel a legnagyobb.

Reakcióerők számítása:

SZTÁ:



$$\sum F_y = 0 = F_A - F + F_B$$

$$\sum M_{(A)} = 0 = F_B (L_1 + L_2 + L_3) - F L_1$$

$$F_B = \frac{F L_1}{L_1 + L_2 + L_3} = \underline{\underline{4\ kN}}\ (\uparrow)$$

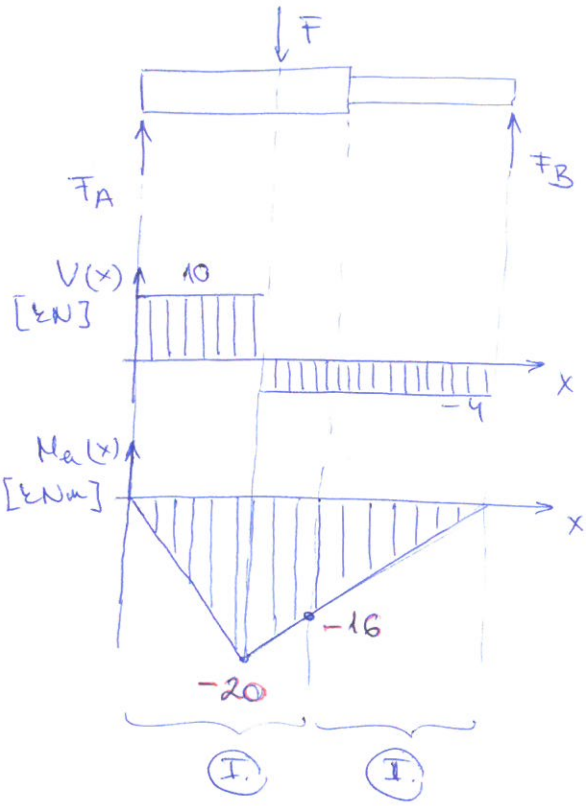
$$F_A = F - F_B = \underline{\underline{10\ kN}}\ (\uparrow)$$

("jól" vettük fel az irányt, SZTÁ-n nem kell változtatni)

Igénybevételi fv., ábra:

(Ehhez új felosztása a rúdnak: 1., 2., határ az F erő bevezetésének helye.)

		Nyírás	Hajlítás
1.	$x: 0 \dots L_1$	$F_A = 10\ kN = V_1(x)$	$M_{h1}(x) = -F_A \cdot x$
2.	$x: L_1 \dots L_2 + L_3$	$F_A - F = -4\ kN = V_2(x)$	$M_{h2}(x) = -F_A \cdot x + F(x - L_1)$



Méretezés:

(I.) szakasz: veszélyes km.: F erő helye

$$M_{h\,max} = -20 \text{ kNm}$$

$$K_y = \frac{a_1 \cdot b_1^3}{12} \Big/ \left(\frac{b_1}{2}\right) = \frac{2}{3} a_1^3$$

$$\frac{|M_{h\,max}|}{K_y} = \sigma_{meg}$$

$$a_{1\,min} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}\,\frac{|M_{h\,max}|}{\sigma_{meg}}} = \underline{\underline{66{,}94 \text{ mm}}}$$

(II.) szakasz: veszélyes km: C

$$M_{h\,max} = -16 \text{ kNm}$$

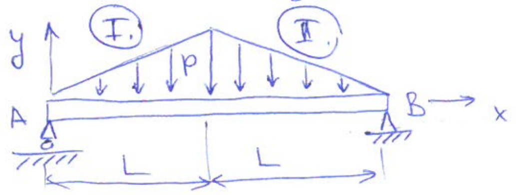
$$K_y = \frac{2}{3} a_2^3$$

$$a_{2\,min} = \sqrt[3]{\frac{3}{2}\,\frac{|M_{h\,max}|}{\sigma_{meg}}} = \underline{\underline{62{,}14 \text{ mm}}}$$

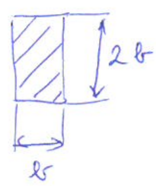
(1.12) $p = ?$

$\sigma_{meg} = 50$ MPa

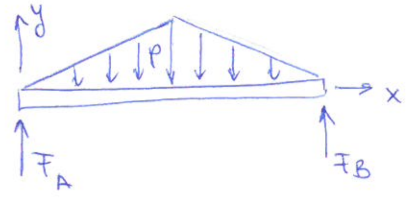
$b = 10$ cm, $L = 6$ m



keresztmetszet:



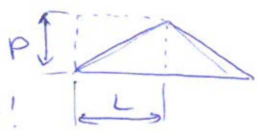
SZTÁ:



Szimmetrikus → $F_A = F_B$

$$\sum F_y = 0 = F_A + F_B - \underbrace{p \cdot L}_{} \rightarrow \boxed{F_A = \frac{p \cdot L}{2} = F_B}$$

2 Δ egy téglalapot tesz ki



Hajlító igénybevétel (x = L-nél): tartó közepén van a max! (Ezt ki lehet számolni, ábráról leolvasni, de a "mérnöki megérzés" szerint a közepén lesz a max. Mh.)

Hajlító igv. függvény az I. szakaszon:

$$M_h(x) = -F_A \cdot x + \left(\frac{p \cdot x}{2}\right)\left(x - \frac{2}{3}x\right) = -F_A \cdot x + \frac{px}{2} \cdot \frac{1}{3}x$$

Maximuma tehát $x = L$ - nél:

$$M_h(L) = -F_A \cdot L + \frac{p \cdot L}{2} \cdot \frac{L}{3} = -\frac{pL^2}{2} + \frac{pL^2}{6} = \boxed{-\frac{pL^2}{3} = M_{h\,max}}$$

Keresztmetszeti tényező számolása:

$$K_* = \frac{I_*}{\frac{2b}{2}} = \frac{2}{3}b^3 = 666\,666{,}7 \text{ mm}^3$$

$$I_* = \frac{b \cdot (2b)^3}{12} = \frac{2}{3}b^4 = 6{,}667 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{meg} = \left|\frac{M_{h\,max}}{K_*}\right| \Longrightarrow \frac{p_{max} L^2}{3 \cdot 666\,666{,}7} = 50 \longrightarrow p_{max} = \underline{\underline{2{,}778 \text{ kN/m}}}$$