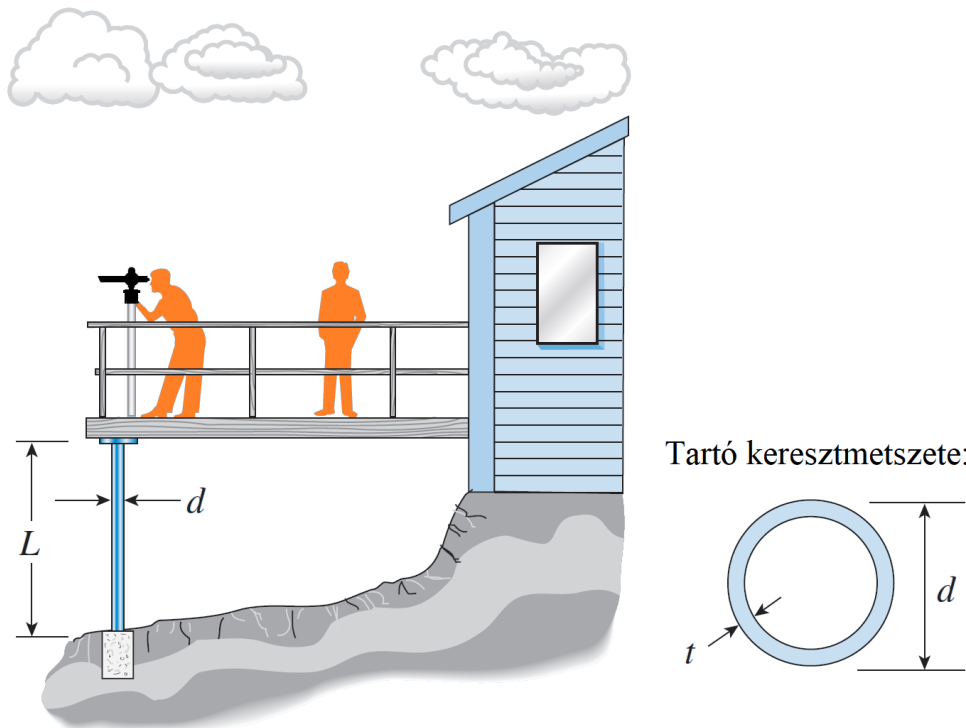


1 Példa 3.1

Az ábrán látható kilátó $P = 100 \text{ kN}$ nyomó terhelését az $L = 3.5 \text{ m}$ hosszúságú $d = 100 \text{ mm}$ külső átmérőjű alumínium cső tartja, aminek rugalmassági modulusza $E = 72 \text{ GPa}$. A cső alsó megtámasztása befogásnak tekinthető, míg a felső rögzítés a vízszintes irányú mozgást gátolja, de az elfordulást engedi. Mekkora legyen a cső t falvastagsága, ha azt szeretnénk, hogy a tartó háromszoros biztonsággal feleljen meg kihajlásra? A választott anyag kritikus törőfeszültsége az Euler-féle képlet alkalmazási tartományának alsó határán $\sigma_0 = 480 \text{ MPa}$.



In [1]:

```
1 import sympy as sp
2
3 t, λ0 = sp.symbols('t,λ0')
4
5 p = 100e3 # N
6 L = 3.5e3 # mm
7 d = 100 # mm
8 E = 72e3 # MPa
9 σ0 = 480 # MPa
10
11 # A megfogás módja szerint a kihajlott hossz:
12 L0 = 0.7*L
13 L0 # mm
```

executed in 807ms, finished 15:13:49 2020-04-24

Out[1]:

2450.0

Tegyük fel, hogy a rúd az Euler-féle kihajlási törvény érvényesül:

$$F_t = \left(\frac{\pi}{L_0} \right)^2 I_z E.$$

In [2]:

```
1 # A szerkezetre  $n = 3$ -as biztonsági tényezőt írunk elő
2 Ft = 3*p # N
3
4 # Továbbá a nullára rendezett Euler egyenletbe behelyettesítjük a paraméteres m
5 Iz = sp.pi/64*(d**4-(d-2*t)**4)
6 eq1 = (sp.pi/L0)**2*Iz*E - Ft
7
8 # A már ismert módon megoldjuk az egyenletet t-re
9 sol1 = sp.solve(eq1)
10 t_n = sol1[0]
11
12 t_n.evalf(4) # mm
```

executed in 1.02s, finished 15:13:50 2020-04-24

Out[2]:

8.301

A kapott falvastagsággal ellenőrizzük a rúd karcsúságát, hogy arra valóban az Euler egyenlet vonatkozik-e!

In [3]:

```
1 A_n = (d**2-(d-2*t_n)**2)*sp.pi/4
2 Iz_n = (d**4-(d-2*t_n)**4)*sp.pi/64
3 iz = (Iz_n/A_n)**0.5
4 λ = L0/iz
5
6 display(A_n.evalf(4)) # mm^2
7 display(Iz_n.evalf(4)) # mm^4
8 display(λ.evalf(4)) # -
```

executed in 33ms, finished 15:13:50 2020-04-24

2391.0

$2.534 \cdot 10^6$

75.26

In [4]:

```
1 # Az alkalmazási tartomány határához tartozó karcsúság számítható a törőfeszült.
2 eq2 = (sp.pi/λ0)**2*E - σ0
3
4 sol2 = sp.solve(eq2)
5 # Az egyenlet pozitív gyökét az eredmény lista második elemébe kapjuk. Erre fig
6 λ0_n = sol2[1]
7
8 λ0_n.evalf(4)
```

executed in 96ms, finished 15:13:50 2020-04-24

Out[4]:

38.48

Mivel a határhoz tartozó karcsúságnál nagyobb karcsúságú a számított szerkezet, ezért helyesen feltételeztük az Euler egyenlet használatát.