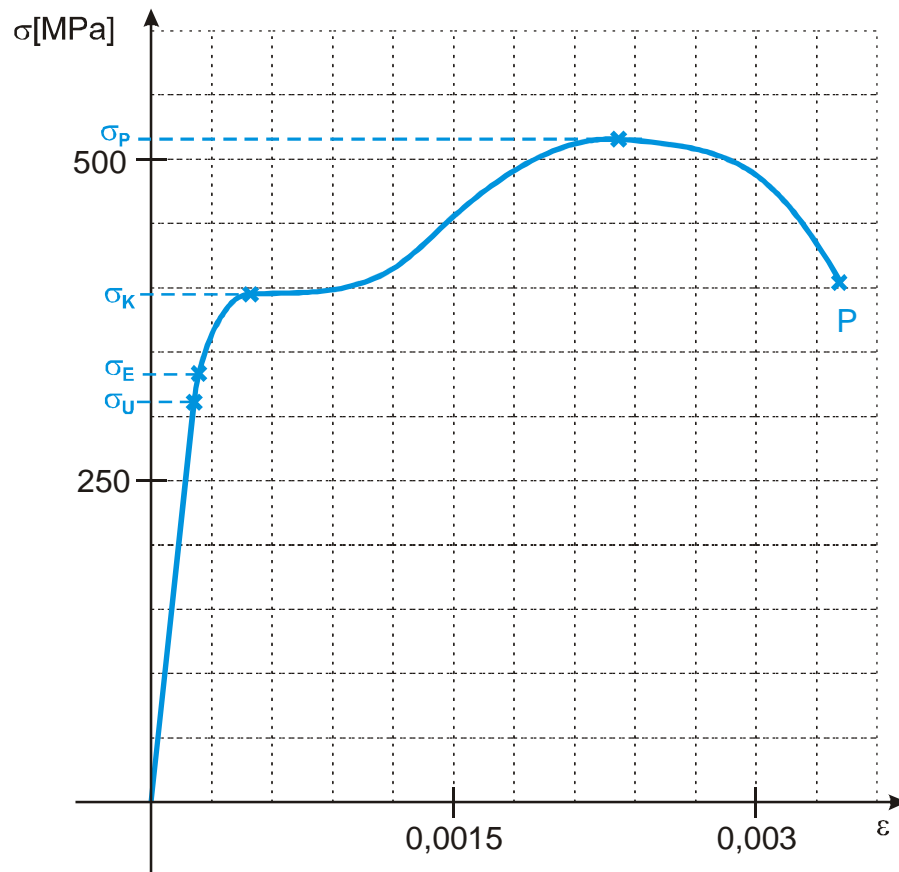


## 2.4.5 Deformace, normálové napětí II



**Př. 1:** Urči z grafu:

- mez pevnosti ocele
- mez kluzu ocele
- O kolik procent se prodlouží ocel, než se přetrhne.
- O kolik se může prodloužit 50 m dlouhé ocelové lano, tak aby jeho deformace zůstala pružná.

a) Mez pevnosti ocele je přibližně 520 MPa .

b) Mez kluzu ocele je přibližně 340 MPa.

c) Z grafu je vidět, že v okamžiku přetržení platí  $\varepsilon = 0,0037 \Rightarrow$  ocel se prodlouží o 0,37% .

d) Z grafu je vidět, že pro normálové napětí rovné mezi pružnosti platí  $\varepsilon = 0,00025$  .

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow \Delta l = \varepsilon l_0 = 0,00025 \cdot 50 \text{ m} = 0,0125 \text{ m}$$

| látka            | ocel      | ocel pro lana | dřevo dub (po vlákních) | cihly (pevnost v tlaku) | beton (pevnost v tlaku) |
|------------------|-----------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $\sigma_p$ [MPa] | 350 - 800 | až 2000       | 92                      | 10 - 50                 | 5 - 20                  |

**Př. 2:** Urči minimální průměr ocelového lana pro výtah, když kabina má nosnost 300 kg a kabina má hmotnost 500 kg. Hmotnost lana zanedbej.

$$\sigma_p = 2000 \text{ MPa} = 2 \cdot 10^9 \text{ Pa} , m = 300 + 500 \text{ kg} = 800 \text{ kg} , d = ?$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{4m \cdot g}{\pi d^2} \quad (\text{plocha kruhu } S = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4})$$

$$d^2 = \frac{4m \cdot g}{\pi \sigma} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4m \cdot g}{\pi \sigma}} \quad d = \sqrt{\frac{4m \cdot g}{\pi \sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 800 \cdot 10}{\pi \cdot 2 \cdot 10^9}} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,3 \text{ mm}$$

Více o bezpečnostních koeficientech: [http://www.mitcalc.com/doc/help/cz/c\\_safety.htm](http://www.mitcalc.com/doc/help/cz/c_safety.htm).

**Př. 3:** Vysvětli, proč se ocelová lana splétají z vláken a nejsou z jednoho kusu.

- se snadněji ohýbá,
- má větší reálnou pevnost. Přetržení jednoho vlákna neznamena přetržení celého lana. Kdyby bylo lano z jednoho kusu, jeho natržení by bylo daleko nebezpečnější.

**Př. 4:** Urči mez pevnosti pavoučího vlákna, pokud má průměr přibližně  $1\mu\text{m}$  a je možné ho přetrhnout silou  $8\text{ mN}$ .

$$F = 8\text{ mN} = 8 \cdot 10^{-3}\text{ N}, \quad d = 1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}, \quad \sigma = ?$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{F}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{4F}{\pi d^2} \quad \text{plocha kruhu } S = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (10^{-6})^2} = 10^{10}\text{ Pa} = 10000\text{ MPa}$$

**Př. 5:** Urči délku ocelového drátu, který by se při zavěšení přetrhl vlastní vahou.

$$\sigma = 2000\text{ MPa} = 2 \cdot 10^9\text{ Pa} \quad \rho = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad l = ?$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{V \cdot \rho \cdot g}{S} = \frac{S \cdot l \cdot \rho \cdot g}{S} = l \cdot \rho \cdot g$$

$$l = \frac{\sigma}{\rho \cdot g} \quad l = \frac{\sigma}{\rho \cdot g} = \frac{2 \cdot 10^9}{7800 \cdot 10} \text{ m} = 25600\text{ m}$$

**Př. 6:** Odvoď vztah pro učení maximální výšky stavby postavené z cihel (betonu). Urči pro obě hmoty výšku takové stavby v průměrném případě. Potřebné konstanty najdi v tabulkách.

$$\text{a) cihly } \sigma = 30\text{ MPa}, \quad \rho = 1700\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad h = \frac{\sigma}{\rho \cdot g} = \frac{30 \cdot 10^6}{1700 \cdot 10} \text{ m} = 1765\text{ m}$$

$$\text{b) beton } \sigma = 12,5\text{ MPa}, \quad \rho = 2000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad h = \frac{\sigma}{\rho \cdot g} = \frac{12,5 \cdot 10^6}{2000 \cdot 10} \text{ m} = 625\text{ m}$$

**Př. 7:** Urči minimální průměr ocelového lana pro výtah, když kabina má nosnost  $300\text{ kg}$  a kabina má hmotnost  $500\text{ kg}$ . Hmotnost lana uvažuj, výtah je umístěn v nejvyšší budově světa a lano má délku  $800\text{ m}$ .

$$\sigma_p = 2000\text{ MPa} = 2 \cdot 10^9\text{ Pa}, \quad m_v = 300 + 500\text{ kg} = 800\text{ kg}, \quad l = 800\text{ m}, \quad d = ?$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{(m_v + m_l) \cdot g}{S} \quad \sigma S = m_v g + g m_l = m_v g + g V_l \rho \quad (\text{objem lana } V_l = Sl)$$

$$\sigma S = m_v g + g Sl \rho \quad \sigma S - g Sl \rho = m_v g$$

$$S = \pi \frac{d^2}{4} = \frac{m_v g}{\sigma - gl \rho} \quad (\text{plocha kruhu } S = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4})$$

$$d^2 = \frac{4m_v g}{\pi(\sigma - gl \rho)} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4m_v g}{\pi(\sigma - gl \rho)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 800 \cdot 10}{\pi(2 \cdot 10^9 - 10 \cdot 800 \cdot 7800)}} = 2,3 \cdot 10^{-3}\text{ m} = 2,3\text{ mm}$$