

### 3.1.4 Pevnost v tlaku

**Předpoklady:** 030103

**Pomůcky:** hliníkový pětihalář, kladívko, korek,

**Př. 1:** Převed' na jednotku v závorce:

- a)  $500 \text{ mm}^2 [\text{cm}^2]$       b)  $0,003 \text{ m}^2 [\text{cm}^2]$       c)  $5000 \text{ N/cm}^2 [\text{N/m}^2]$   
d)  $0,5 \text{ N/m}^2 [\text{N/dm}^2]$       e)  $500 \text{ Pa} [\text{N/dm}^2]$       f)  $3000 \text{ Pa} [\text{N/cm}^2]$

a)  $500 \text{ mm}^2 = 5 \text{ cm}^2$

b)  $0,003 \text{ m}^2 = 30 \text{ cm}^2$

c)  $5000 \text{ N/cm}^2 = 5000 \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ cm}^2} = 5000 \frac{1 \text{ N}}{0,0001 \text{ m}^2} = \frac{5000}{0,0001} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 50\,000\,000 \text{ N/m}^2$

Úvaha: Plocha  $1 \text{ m}^2$  je 10 000 krát větší než plocha  $1 \text{ cm}^2$ , při stejném tlaku na ní působí 10 000 krát větší síla  $\Rightarrow 5000 \text{ N/cm}^2 = 5000 \cdot 10\,000 \text{ N/m}^2 = 50\,000\,000 \text{ N/m}^2$ .

d)  $0,5 \text{ N/m}^2 = 0,5 \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 0,5 \frac{1 \text{ N}}{100 \text{ dm}^2} = \frac{0,5}{100} \frac{\text{N}}{\text{dm}^2} = 0,005 \text{ N/dm}^2$

Úvaha: Plocha  $1 \text{ dm}^2$  je 100 krát menší než plocha  $1 \text{ m}^2$ , při stejném tlaku na ní působí 100 krát menší síla  $\Rightarrow 0,5 \text{ N/m}^2 = 0,5 : 100 \text{ N/dm}^2 = 0,005 \text{ N/dm}^2$ .

e)  $500 \text{ Pa} = 5 \text{ N/dm}^2$  (protože  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ )

f)  $3000 \text{ Pa} = 3000 \text{ N/m}^2 = 3000 \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 3000 \frac{1 \text{ N}}{10\,000 \text{ cm}^2} = \frac{3000}{10\,000} \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0,3 \text{ N/cm}^2$

Úvaha: Plocha  $1 \text{ cm}^2$  je 10 000 krát menší než plocha  $1 \text{ m}^2$ , při stejném tlaku na ní působí 10 000 krát menší síla  $\Rightarrow 3000 \text{ N/m}^2 = 3000 : 10\,000 \text{ N/cm}^2 = 0,3 \text{ N/cm}^2$ .

**Př. 2:** Petr (hmotnost 55 kg) viděl, jak se Martin (hmotnost 80 kg) klouže po ledě. Znamená to, že může jít bruslit?

Neznamená. Petr je sice lehčí, ale plocha bruslí je daleko menší než plocha bot  $\Rightarrow$  Petr bude na led působit větším tlakem a může se propadnout i v případě, že Martina led udrží.

**Př. 3:** Petr se během bruslení propadl do ledu a topí se. Jak mu půjdeš na pomoc, abys nedopadl stejně?

Musíme působit na led co nejmenším tlakem  $\Rightarrow$  snažíme se rozprostřít svou hmotnost na co největší plochu  $\Rightarrow$  plazíme se po ledě, jistíme se třeba hokejkou.

Snažíme se nedostat až k místu, kde se Petr propadl (je tam zřejmě nejtenčí led)  $\Rightarrow$  zkusíme mu podat třeba větev nebo hokejku, které by se mohl chytit a vytáhnout se na led.

**Př. 4:** Najdi situace, ve kterých se snažíme tlak zmenšit. Jakým způsobem to děláme?  
Existují situace, kdy se naopak snažíme dosáhnout co největšího tlaku?

Pohyb po silnicích a jiných cestách, zemědělské stroje, základy domů, kolejový svršek, lyže, sněžnice, pásy u vozidel, ....

Tlak zvětšujeme tam, kde chceme materiál naopak poškodit ⇒ krájení, řezání, sekání, šití, zatloukání hřebíků.

**Př. 5:** Uveď, jak se při uvedených činnostech snažíme vytvořit vysoký tlak a k čemu ho využíváme. a) šití                      b) krájení masa                      c) sekání dřeva  
d) zatloukání hřebíků

a) šití

Používáme tenkou špičatou jehlu (s velmi malou plochou na konci), na prstu můžeme mít náprstek, abychom mohli do jehly tlačit větší silou a nebolelo nás to.

b) krájení masa

Používáme ostrý nůž (s velmi malou plochou na konci), rukojeť je široká (abychom mohli hodně tlačit a nebolela nás ruka).

c) sekání dřeva

Sekáme ostrou sekerou (malá plocha na konci), která je těžká (působí velkou silou) a kterou sekáme (těžká sekera se pohybuje velkou rychlostí, kterou ztratí ze velmi krátký okamžik. Špalek na ní tedy působí obrovskou silou a sekera na něj stejně velkou silou opačného směru).

d) zatloukání hřebíků

Stejná situace jako v předchozím bodě.

Zatloukáme ostrý hřebík (malá plocha na konci), těžkým kladivem (působí velkou silou), kterým se rozmáchneme (těžké kladivo se pohybuje velkou rychlostí, kterou ztratí ze velmi krátký okamžik. Hřebík na kladivo musí působit obrovskou silou a kladivo na něj stejně velkou silou opačného směru).

**Př. 6:** Vysvětli, proč se nástroje brousí.

Snažíme se dosáhnout co nejmenší plochy na koncích předmětů. Malá plocha umožňuje již při malé síle dosáhnout velkého tlaku a dělit materiál působením malé síly.

**Př. 7:** Vysvětli co znamená termín "Pevnost v tlaku".

Pevnost v tlaku - největší tlak, kterému daný materiál odolá.

**Př. 8:** V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty pevnosti v tlaku pro některé látky.

Prostuduj tabulku a odpověz na následující otázky:

- Je možné zatlouct do hliníkového desetníku ocelovou jehlu (špendlík)?
- Existuje materiál, který nepůjde vyvrtat ocelovým vrtákem?
- Proč je těžší vyvrtat díru do betonového panelu než do cihlové zdi?

materiál	hliník	ocel	beton	máslo při	cihla	sklo	dřevo
----------	--------	------	-------	-----------	-------	------	-------

				10°C			
pevnost v tlaku v MPa	70-190	350-800	až 80	0,03	7-50	320-1200	4-40

a) Je možné zatlouct do hliníkového desetníku ocelovou jehlu (špendlík)?  
Mělo by to být možné, pevnost v tlaku hliníku je menší než pevnost v tlaku oceli.

b) Existuje materiál, který nepůjde vyvrtat ocelovým vrtákem?  
Sklo, jeho pevnost v tlaku je větší.

c) Proč je těžší vyvrtat díru do betonového panelu než do cihlové zdi?  
Pevnost v tlaku betonu je vyšší než u cihly.

**Dodatek:** Pokud zkusíte zatlouct do hliníkového desetníku špendlík jen tak, zjistíte, že to tak jednoduché není, protože špendlík se při zatloukání vždy ohne a desetníkem neprojde. Nalezení postupu nechávám žákům jako dobrovolné domácí cvičení.

**Př. 9:** Navrhni způsob, kterým bys změřil plochu ostří kuchyňského nože. Jak bys pomocí tohoto údaje změřil pevnost v tlaku jiných potravin než je máslo.

Položíme nůž na máslo o teplotě 10°C a budeme ho postupně zatěžovat. Změříme sílu, kterou jsme zatížili nůž ve chvíli, kdy se začal zabořovat do másla. Z této síly a pevnosti tlaku pro máslo, můžeme plochu nože vypočítat.

**Př. 10:** Cihlové zdivo vydrží tlak 15 Mpa. Jak velkou hmotností můžeme zatížit železnou traverzu o šířce 10 cm, která je na obou stranách zazděna do hloubky 15 cm a sama váží 150 kg?

$$p = 15 \text{ MPa}, l = 15 \text{ cm}, d = 10 \text{ cm}, m = ?$$

Plocha, kterou se traverza opírá o zed':  $S = 2 \cdot 0,15 \cdot 0,1 \text{ m}^2 = 0,03 \text{ m}^2$

$$p = \frac{F}{S} \quad / \cdot S$$

$$F = pS = 15\,000\,000 \cdot 0,03 \text{ N} = 450\,000 \text{ N}$$

Síla odpovídá 45 000 kg, v porovnání s touto hmotností můžeme hmotnost traverzy zanedbat.

Traverzu můžeme zatížit 45 tunami.

**Př. 11:** Jak hluboko musíš zazdít do zdi traverzu z předchozího příkladu, jestliže má vydržet zatížení 20 tunami.

Zajímá nás plocha.

$$p = \frac{F}{S} \quad / \cdot S$$

$$pS = F \quad / : p$$

$$S = \frac{F}{p} = \frac{200\,000}{15\,000\,000} = 0,013 \text{ m}^2 = 130 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{jeden konec } 65 \text{ cm}^2$$

$$S = ab \quad / : b$$

$$a = \frac{S}{b} = \frac{65}{10} = 6,5 \text{ cm}$$

Traverzu musíme zazdíť do hloubky 6,5 cm.

**Př. 12:** Někteří fyzici tvrdí, že je bezpečné překusovat cihly. Je to pravda? Platí to pro všechny cihly? Z jakých informací můžeme usuzovat, že to půjde a nezničíme si zuby?

**Pedagogická poznámka:** Následující příklad je domácí cvičení pro žáky, kteří měli problémy s příkladem 1.

**Př. 13:** Převed' na jednotku v závorce:

- |                                       |  |                                       |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| a) $20 \text{ cm}^2 [\text{m}^2]$     | b) $0,05 \text{ m}^2 [\text{mm}^2]$    | c) $10 \text{ N/cm}^2 [\text{N/m}^2]$ |
| d) $70 \text{ N/m}^2 [\text{N/dm}^2]$ | e) $50\,000 \text{ Pa} [\text{N/m}^2]$ | f) $15 \text{ N/cm}^2 [\text{Pa}]$    |

a)  $20 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$

b)  $0,05 \text{ m}^2 = 50\,000 \text{ mm}^2$

c)  $10 \text{ N/cm}^2 = 100\,000 \text{ N/m}^2$

d)  $70 \text{ N/m}^2 = 0,07 \text{ N/dm}^2$

e)  $50\,000 \text{ Pa} = 50\,000 \text{ N/m}^2$

f)  $15 \text{ N/cm}^2 = 150\,000 \text{ Pa}$

**Shrnutí:** Nástroje ostříme, aby jejich řezná plocha byla co nejmenší a potřebný tlak na ní byl dostatečně velký i při působení malou silou.