

### 3.1.3 Tlak

**Předpoklady:** 010501

**Pomůcky:**

**Pedagogická poznámka:** V vodní části hodiny je třeba postupovat poměrně rychle, aby na početní příklady (příklad 5 a další) zbylo minimálně 20 minut času.

**Př. 1:** Porovnej, jak se zaboříš do matrace, když si na ní stoupneš, sedneš a lehneš. Proč se pokaždé zaboříš jinak, když vážíš pořád stejně? Napiš nadpis dnešní hodiny.

Nejvíce se do matrace zaboříme, když na stojíme, nejméně, když na ní ležíme. V sedu se zaboříme tak středně.

Na matraci působíme sice pořád stejnou silou, ale pokaždé sílu rozkládáme na jinou plochu:

- nejmenší plocha, když stojíme  $\Rightarrow$  největší zaboření,
- střední plocha, když sedíme  $\Rightarrow$  střední zaboření,
- největší plocha, když ležíme  $\Rightarrow$  nejmenší zaboření.

Tento problém už jsme zkoumali v primě (slon a žirafa), o zaboření nerozhoduje jen síla, ale i plocha, nejlépe situaci popisuje veličina **tlak**.

**Př. 2:** Tlak značíme písmenem  $p$ , sílu písmenem  $F$  a plochu písmenem  $S$ . Sestav vzorec pro výpočet tlaku. Vyjádři z něj i vzorce pro výpočet síly a plochy.

Tlak spočteme, když vydělíme sílu plochou  $p = \frac{F}{S}$ .

- velký tlak, když velká síla působí na malou plochu (zlomek  $\frac{F}{S}$  má velkou hodnotu, když je velký číselník a malý jmenovatel),
- malý tlak, když malá síla působí na velkou plochu (zlomek  $\frac{F}{S}$  má malou hodnotu, když je malý číselník a velký jmenovatel).

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

$F = pS$  (velkou sílu získáme, když velký tlak působí na velkou plochu)

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

$S = \frac{F}{p}$  (zkoumáme velkou plochu, když i velká síla vytvoří malý tlak)

**Př. 3:** Jednotkou tlaku je Pascal [1 Pa], který odpovídá působení síly jednoho Newtonu na plochu  $1 \text{ m}^2$ . Zkus najít v praxi příklad působení tímto tlakem. Jak velkou plochu by musely mít Tvé boty, abys na podlahu působil tímto tlakem?

$1 \text{ m}^2$  je přibližně plocha školní lavice, silou 1 N působí předmět o hmotnosti 0,1 kg (například tabulka čokolády)  $\Rightarrow$  tlakem 1 Pa působí tabulka čokolády nastrouhaná na plochu školní lavice.

Hmotnost učitele:  $m = 80 \text{ kg}$

Síla, kterou přitahuje Země učitele:  $F_g = mg = 80 \cdot 10 \text{ N} = 800 \text{ N}$ .

Hledáme velikost plochy:  $p = \frac{F}{S} \quad / \cdot S$

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

$$S = \frac{F}{p} = \frac{800}{1} \text{ m}^2 = 800 \text{ m}^2$$

Učitel o hmotnosti 80 kg by musel mít podrážky o ploše  $800 \text{ m}^2$  (to už je plocha slušného pozemku pro rodinný dům), aby působil na zem tlakem 1 Pa.

**Pedagogická poznámka:** Zdatnější žáci řeší příklad úvahou.

**Př. 4:** 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) $0,03 \text{ N/mm}^2 [\text{Pa}]$  |

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

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

c)  $10 \text{ N/cm}^2 = 10 \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ cm}^2} = 10 \frac{1 \text{ N}}{0,0001 \text{ m}^2} = \frac{10}{0,0001} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 100\,000 \text{ N/m}^2$

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  $\Rightarrow 10 \text{ N/cm}^2 = 10 \cdot 10\,000 \text{ N/m}^2 = 100\,000 \text{ N/m}^2$ .

d)  $70 \text{ N/m}^2 = 70 \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 70 \frac{1 \text{ N}}{100 \text{ dm}^2} = \frac{70}{100} \frac{\text{N}}{\text{dm}^2} = 0,7 \text{ N/dm}^2$

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  $\Rightarrow 70 \text{ N/m}^2 = 70 : 100 \text{ N/dm}^2 = 0,7 \text{ N/dm}^2$ .

e)  $50\,000 \text{ Pa} = 50\,000 \text{ N/m}^2$  (protože  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ )

f)  $0,03 \text{ N/mm}^2 = 0,03 \cdot \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ mm}^2} = 0,03 \cdot \frac{1 \text{ N}}{0,000\,001 \text{ m}^2} = \frac{0,03}{0,000\,001} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 30\,000 \text{ N/m}^2 = 30\,000 \text{ Pa}$

Úvaha: Plocha  $1 \text{ m}^2$  je 1 000 000 krát větší než plocha  $1 \text{ mm}^2$ , při stejném tlaku na ní působí 1 000 000 krát větší síla  $\Rightarrow 0,03 \text{ N/mm}^2 = 0,03 \cdot 1\,000\,000 \text{ N/m}^2 = 30\,000 \text{ N/m}^2 = 30\,000 \text{ Pa}$ .

**Př. 5:** Litrová krabice od džusu má tvar kvádrů přibližně tvar kvádrů o rozměrech 5 x 10 x 22 cm a prázdná váží 45 g. Urči tlaky, kterými působí plná krabice na podložku, pokud ji postavíme na jednotlivé stěny.

1 litru džusu je přibližně 1 litr vody  $\Rightarrow$  celková hmotnost krabice i s obsahem je 1,045 kg  $\Rightarrow$   
 $F_g = 1,045 \cdot 10 = 10,45 \text{ N} \approx 10,5 \text{ N}$ .

- Krabice leží na stěně 5 x 10 cm:  $S = 0,05 \cdot 0,1 \text{ m}^2 = 0,0050 \text{ m}^2$ ,  
 $p = \frac{F}{S} = \frac{10,5}{0,005} \text{ Pa} = 2100 \text{ Pa}$ .
- Krabice leží na stěně 10 x 22 cm:  $S = 0,22 \cdot 0,1 \text{ m}^2 = 0,022 \text{ m}^2$ ,  
 $p = \frac{F}{S} = \frac{10,5}{0,022} \text{ Pa} = 477 \text{ Pa}$ .
- Krabice leží na stěně 5 x 22 cm:  $S = 0,22 \cdot 0,05 \text{ m}^2 = 0,011 \text{ m}^2$ ,  
 $p = \frac{F}{S} = \frac{10,5}{0,011} \text{ Pa} = 954 \text{ Pa}$ .

**Př. 6:** Křehká tanečnice o váze 50 kg (včetně oblečení, líčení a obuvi) Vám šlápne na nohu podpatkem o ploše  $2,5 \text{ cm}^2$ . Jak velkým tlakem působí, pokud v jednom okamžiku přeneše na tento podpatek celou svou váhu?

Síla, kterou Země přitahuje tanečnici:  $F_g = mg = 50 \cdot 10 \text{ N} = 500 \text{ N}$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{500}{0,00025} \text{ Pa} = 2\,000\,000 \text{ Pa} = 2 \text{ MPa}$$

Pokud tanečnice šlápne na nohu jedním podpatkem, působí tlakem 2 MPa.

**Př. 7:** Běžný polystyren vydrží tlak 150 kPa. Jak velkou plochu musí mít podložky pod štafle o hmotnosti 15 kg, aby na ně mohl vylézt zedník o hmotnosti 85 kg?

Celková hmotnost štaflí a zedníka:  $15 + 85 \text{ kg} = 100 \text{ kg} \Rightarrow$  gravitační síla:

$$F_g = mg = 100 \cdot 10 \text{ N} = 1000 \text{ N}$$

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

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

$$S = \frac{F}{p} = \frac{1000}{150\,000} = 0,007 \text{ m}^2 = 70 \text{ cm}^2$$

Podložky pod štafle by měly mít plochu  $70 \text{ cm}^2$ .

**Př. 8:** Při kterém sportu působíš na podložku nejvyšším tlakem? Při kterém nejnižším? Odhadni potřebné rozměry a oba tlaky spočítej.

Naše hmotnost se při sportování nemění  $\Rightarrow$  záleží na tom, jak velkou plochou se dotýkáme podložky.

$$\text{Hmotnost } 80 \text{ kg} \Rightarrow F_g = mg = 80 \cdot 10 \text{ N} = 800 \text{ N}$$

Nejmenší plocha (největší tlak): bruslení:

- rozměry jednoho nože: 3 mm x 270 mm:  $S = 0,003 \cdot 0,27 \text{ m}^2 = 0,00081 \text{ m}^2$ .
- tlak:  $p = \frac{F}{S} = \frac{800}{0,00081} = 990\,000 \text{ Pa} \doteq 1 \text{ MPa}$

Největší plocha (nejmenší tlak): jízda na snowboardu:

- rozměry snowboardu: 28 x 160 cm:  $S = 0,28 \cdot 1,6 \text{ m}^2 = 0,448 \text{ m}^2$ .
- tlak:  $p = \frac{F}{S} = \frac{800}{0,448} = 1800 \text{ Pa}$

**Shrnutí:** K výpočtu tlaku můžeme použít vzorec  $p = \frac{F}{S}$ .