

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 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 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 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) $0,03 \text{ N/mm}^2 [\text{Pa}]$ |

$$\text{a) } 20 \text{ cm}^2 = 0,002 \text{ m}^2$$

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

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

Úvaha: Plocha 1 m^2 je 10 000 krát větší než plocha 1 cm^2 , při stejném tlaku na ní působí 10 000 krát větší síla $\Rightarrow 10 \text{ N/cm}^2 = 10 \cdot 10\,000 \text{ N/m}^2 = 100\,000 \text{ N/m}^2$.

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

Úvaha: Plocha 1 dm^2 je 100 krát menší než plocha 1 m^2 , při stejném tlaku na ní působí 100 krát menší síla $\Rightarrow 70 \text{ N/m}^2 = 70 : 100 \text{ N/dm}^2 = 0,7 \text{ N/dm}^2$.

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

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

Úvaha: Plocha 1 m^2 je 1 000 000 krát větší než plocha 1 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 kvádru přibližně tvar kvádru 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 cm². 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 cm².

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 $p = \frac{F}{S}$.