

1.5.2 Jakým působíme tlakem

Předpoklady: 010501

Pomůcky: digitální váha, listy A4 kancelářského papíru, listy A4 milimetrového papíru

Př. 1: Najdi způsob, jak určit plochu chodidla pomocí jednoho listu A4 kancelářského papíru 80 g/m² a digitální váhy. Srovnej získaný údaj s plochou, kterou jsi zjistil pomocí milimetrového papíru. Která z metod je rychlejší? Která je přesnější?

Určení plochy nohy:

- překreslíme nohu co nejpřesněji na milimetrový (čtverečkovaný papír) a spočítáme počet čtverečků,
- překreslíme nohu co nejpřesněji na papír o známé hustotě (například běžný kancelářský papír má hustotu 80 g/m²), obrázky noh vystříhneme a zvážíme. Z hmotnosti vystřižených otisků vypočítáme jejich plochu.

Vystřižená šablona měla hmotnost 1,5 g.

80 g	...	1 m ² = 10 000 cm ²
1 g	...	10 000 : 80 = 125 cm ²
1,5 g	...	125 · 1,5 = 187,5 cm ² ≈ 190 cm ²

Plocha jednoho chodidla: 190 cm² ⇒ dvě chodidla 2 · 190 = 380 cm².

Hmotnost 78 kg ⇒ gravitační síla $F_g = mg = 78 \cdot 10 = 780 \text{ N}$.

380 cm ²	...	780 N
1 cm ²	...	780 : 380 = 2,1 N/cm ²

Když stojím na obou nohách, působím na podlahu tlakem 2,1 N/cm².

Př. 2: Zkus vymyslet, jak s vybavením dostupným ve škole demonstrovat tlak vyvolaný slonem.

Můžeme zatížit nějaký předmět s malou plochou tak, aby působil tím správným tlakem a položil si ho na ruku.

Pedagogická poznámka: Žáci nejdříve tvrdí, že bude potřeba něco velkého a těžkého, ale za chvíli určitě někdo přijde na to, že stačí dostatečně malá plocha a vystačíme i s malou hmotností.

Př. 3: Na zátce PET láhve je přidělaný kovový váleček, jehož podstava má plochu 0,8 cm². Kolik vody musíme do láhve nalít, aby působila na ruku stejným tlakem jako slon na zem (tedy 13,5 N/cm²)?

1 cm ²	...	13,5 N
0,8 cm ²	...	0,8 · 13,5 = 10,8 N

Víme, že 1 litr vody má hmotnost 1 kg a Země ho přitahuje silou 10 N.

10 N	...	1 litr
1 N	...	1 : 10 = 0,1 litru
10,8N	...	10,8 · 0,1 = 1,08 litru

Do láhve musíme nalít 1,08 litru vody, aby kovový váleček tlačil na ruku tlakem $13,5 \text{ N/cm}^2$.

Dodatek: Působení lahve samozřejmě není stejné jako působení sloní nohy. Ruka není jednolitá placka, kterou by sloní noha zatěžovala všude stejně, v místech, kde jsou kosti, by tlak byl samozřejmě větší.

Pedagogická poznámka: Kromě válečku v příkladu mám na dalších zátkách přidělané i konce s menší plochou, takže mohu demonstrovat i podstatně větší tlaky (ostré dřevěné párátko projde bez problémů kůží).

Př. 4: Odhadni výpočtem, jak velkým tlakem působíš na sníh, když si nazuješ lyže. Jak velkým tlakem působíš na led, když jedeš na bruslích? Potřebné velikosti odhadni.

Musíme odhadnout plochu lyží i plochu bruslí.

Lyže (sjezdové): délka 170 cm, šířka 9 cm.

Plocha lyží: $2 \cdot 170 \cdot 9 = 3060 \text{ cm}^2$

Tlak: $780 : 3060 = 0,25 \text{ N/cm}^2$

Brusle: délka 25 cm, šířka 0,3 cm.

Plocha bruslí: $2 \cdot 25 \cdot 0,3 = 15 \text{ cm}^2$

Tlak: $780 : 15 = 52 \text{ N/cm}^2$

Při jízdě na lyžích působíme na sníh tlakem $0,25 \text{ N/cm}^2$, při bruslení působíme na led tlakem 52 N/cm^2 .

Př. 5: Jakým tlakem tlačíš na podlahu, když se houpáš na židličce?

Musíme znát plochu nohy u židle.

Plocha jedné nohy u židle: $1 \text{ cm}^2 \Rightarrow$ dvě nohy 2 cm^2 .

Hmotnost 78 kg \Rightarrow gravitační síla $F_g = mg = 78 \cdot 10 = 780 \text{ N}$.

2 cm^2 ... 780N

1 cm^2 ... $780 : 2 = 390 \text{ N/cm}^2$

Při houpání na židličce, působím na podlahu tlakem 390 N/cm^2 .

Dodatek: Ve skutečnosti bude tlak ještě větší, protože při houpání na židličce se nedotýkáme podlahy celou plochou nohy.

Př. 6: PVC podlaha (lino) v místnosti vydrží tlak $1\,200\,000\text{ N/m}^2$. Vydržela by tato podlaha bez poškození tlak, kterým působí na podlahu slon? Jakou hmotnost by mohl mít člověk, který by si sedl na židli, aby podlahu nepoškodil?

Pozor: hodnota maximálního tlaku pro PVC je uvedena v jiných jednotkách: N/m^2 místo $\text{N/cm}^2 \Rightarrow$ musíme hodnotu převést.

Platí: $1\text{ m}^2 = 10\,000\text{ cm}^2 \Rightarrow$ pokud na každý kousek plochy působí stejný tlak musí být tlak na 1 m^2 desetitisíckrát větší než tlak na 1 cm^2 (plocha 1 cm^2 je desetitisíckrát menší než plocha 1 m^2): $1\,200\,000\text{ N/m}^2 = 120\text{ N/cm}^2$.

PVC podlaha vydrží tlak 120 N/cm^2 .

- tlak slona $13,5\text{ N/cm}^2 \Rightarrow$ tlak slona je menší než $120\text{ N/cm}^2 \Rightarrow$ podlaha z PVC vydrží bez poškození,
- tlak člověka houpajícího se na židličce $390\text{ N/cm}^2 \Rightarrow$ podlaha z PVC houpání se na židličce nevydrží.

Jak těžký by musel být člověk, aby houpáním podlahu nezničil?

Povolený tlak 120 N/cm^2 (na 1 cm^2 působí síla 120 N).

Dvě nohy židličky mají plochu $2\text{ cm}^2 \Rightarrow$ může na ně působit síla $2 \cdot 120\text{ N} = 240\text{ N}$. Silou 240 N působí Zem na člověka o hmotnosti 24 kg .

Shrnutí: $1\text{ m}^2 = 10\,000\text{ cm}^2$ proto tlak v N/m^2 je desetitisíckrát větší než tlak v N/cm^2 .