



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Teplo (řešení)

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Právě jste se stali majiteli pozemku s chatkou v obci Levousy. Výměra čtvercového pozemku je 0,04 ha a obdélníkový půdorys chatky je 9 m x 4 m.

- a. Jak dlouho by trvala cesta na chatu autem z Náchoda? Uvažujte rovnoměrný přímočarý pohyb o velikosti rychlosti 54 km/h.
- b. Určete velikost odporové síly, kterou automobil při této rychlosti překonává, má-li čelní příčný řez obsah  $2,2 \text{ m}^2$ , hustota okolního vzduchu je  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , součinitel odporu automobilu je 0,36.
- c. Kolik litrů paliva spotřebuje motor při cestě na chatu, jestliže je účinnost motoru 35% a výhřevnost paliva 32 MJ/l? Diskutujte teoreticky vypočtenou spotřebu s reálnými hodnotami.
- d. Načrtněte pozemek s chatkou do plánu v měřítku 1 : 200.
- e. Určete účinnost **vaší** rychlovarné konvice. Napište celý postup vašich úvah, výpočtů...
- f. Kolik zaplatíte za ohřátí vody v této konvici na kávu pro šest osob? Uvažujte objem vody do jednoho šálku 150 ml.
- g. Kolik tepla unikne za den stěnami cihlové chatky s dřevěnými dveřmi a jednoduchým oknem. Teplota uvnitř chatky je  $20^\circ\text{C}$ , venkovní teplota je  $7^\circ\text{C}$ . Tloušťka zdí je 25 cm, tloušťka dveří 7 cm a tloušťka skla je 3 mm. Dveře mají rozměry 2 m x 0,9 m, okno má rozměry 1,14 x 1,46 m a výška místnosti je 2,5 m.
- h. Jaká stavební úpravy byste udělali, abyste množství tepla, které unikne, snížili?
- i. Proč se obvykle radiátory dávají pod okna, nikoliv na protější stěnu (nejdále od okna)?

Výsledky:

- a. 3h 48 min
- b. 106,92 N
- c. 1,96 l
- d. čtverec 10 cm x 10 cm; rozměry chatky 4,5 cm x 2 cm
- e. individuální odpověď
- f. individuální odpověď
- g. 638,2 MJ
- h. individuální odpověď
- i. individuální odpověď

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

Právě jste se stali majiteli pozemku s chatkou v obci Levousy. Výměra čtvercového pozemku je 0,04 ha a obdélníkový půdorys chatky je 9 m x 4 m.

- a. Jak dlouho by trvala cesta na chatu autem z Náchoda? Uvažujte rovnoměrný přímočarý pohyb o velikosti rychlosti 54 km/h.

Řešení:

Vzdálenost Náchod – Levousy:  $s = 205 \text{ km}$

(např. [http://mapy.cz/#x=15.890158&y=50.279441&z=7&t=r&rc=16.162888\\_50.416706\\_13.987721\\_50.390190&rl=obec%20N%C3%A1chod%2C%20okres%20N%C3%A1chod%2C%20C4%8Cesk%C3%A1%20republika\\_%C4%8D%C3%A1st%20obce%20Levousy%2C%20K%C5%99es%C3%ADn%2C%20okres%20Litom%C4%9B%C5%99ice%2C%20C4%8Cesk%C3%A1%20republika&rp={%22criterion%22%3A%22fast%22%7D}](http://mapy.cz/#x=15.890158&y=50.279441&z=7&t=r&rc=16.162888_50.416706_13.987721_50.390190&rl=obec%20N%C3%A1chod%2C%20okres%20N%C3%A1chod%2C%20C4%8Cesk%C3%A1%20republika_%C4%8D%C3%A1st%20obce%20Levousy%2C%20K%C5%99es%C3%ADn%2C%20okres%20Litom%C4%9B%C5%99ice%2C%20C4%8Cesk%C3%A1%20republika&rp={%22criterion%22%3A%22fast%22%7D}))

$$s = 205 \text{ km}$$

$$v = 54 \text{ km/h}$$

$$t = ?$$

$$s = v \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{205}{54} = 3,8 \text{ h} = \underline{\underline{3 \text{ h } 48 \text{ min}}}$$

Cesta na chatu by při průměrné rychlosti 54 km/h trvala 3 hodiny a 48 minut.

- b. Určete velikost odporové síly, kterou automobil při této rychlosti překonává, má-li čelní příčný řez obsah  $2,2 \text{ m}^2$ , hustota okolního vzduchu je  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , součinitel odporu automobilu je 0,36.

Řešení:

$$S = 2,2 \text{ m}^2$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 0,36$$

$$v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$$

$$F = ?$$

$$F = \frac{1}{2} C S \rho v^2$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot 0,36 \cdot 2,2 \cdot 1,2 \cdot 15^2$$

$$F = \underline{\underline{106,92 \text{ N}}}$$

Velikost odporové síly je 106,92 N.

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

- c. Kolik litrů paliva spotřebuje motor při cestě na chatu, jestliže je účinnost motoru 35% a výhřevnost paliva 32 MJ/l?

Řešení:

$$\eta = 35\% = 0,35$$

$$H = 32 \text{ MJ} / \text{l} = 32 \cdot 10^6 \text{ J} / \text{l}$$

$$V = ?$$

$$\text{je-li: } [H] = \frac{J}{l} \rightarrow H = \frac{Q}{V} \text{ resp. } H = \frac{W}{V}$$

Uvažujeme-li rovnoměrný přímočarý pohyb (viz zadání a.) – automobil překonává pouze odporové síly o velikosti 106,92 N na dráze 205 km.

$$W = F \cdot s = 106,92 \cdot 205000 = 21918600 = \underline{21,9 \text{ MJ}}$$

$$\text{Účinnost motoru } 35\% \rightarrow H' = 0,35 \cdot 32 \cdot 10^6 = 11200000 = \underline{11,2 \text{ MJ} / \text{l}}$$

$$\text{Ze vztahu pro výpočet výhřevnosti odvodíme objem: } H = \frac{W}{V} \rightarrow V = \frac{W}{H}$$

$$V = \frac{W}{H'}$$

$$V = \frac{21918600}{11200000}$$

$$V = \underline{\underline{1,957 \text{ l}}}$$

Teoretická spotřeba na 205 km by byla 1,957 l, což odpovídá v klasickém vyjádření spotřeby 1 l/100 km. Tato extrémně nízká hodnota souvisí s předpokladem rovnoměrného pohybu automobilu, neuvažuje jakékoliv změny terénu ani nebere v úvahu technické vlastnosti konkrétního auta.

- d. Načrtněte pozemek s chatkou do plánu v měřítku 1 : 200.

Řešení:

Čtvercový pozemek  $0,04 \text{ ha} = 400 \text{ m}^2$

$$S = a^2 \rightarrow a = \sqrt{S} = \sqrt{400} = 20 \text{ m} = 2000 \text{ cm}$$

V měřítku 1 : 200 odpovídá 2000 cm ve skutečnosti 10 cm na mapě

Půdorys chatky  $9 \text{ m} \times 4 \text{ m}$  odpovídá na mapě rozměrům  $4,5 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$

- e. Určete účinnost vaší rychlovarné konvice. Napište celý postup vašich úvah, výpočtů...

Řešení:

Pomůcky: teploměr, rychlovarná konvice, stopky

Zjistíme si příkon konkrétní konvice. „Moje“ konvice má příkon 2200 W.

Dáme ohřát například 500 ml vody o počáteční teplotě  $16^\circ\text{C}$ . Z těchto údajů dopočítáme množství tepla, které je třeba dodat vodě na ohřátí na  $100^\circ\text{C}$ . Měrná tepelná kapacita vody  $4180 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ .

Poté určíme výkon konvice (v konvici se voda začala vařit za 90 s) a na konec účinnost.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = 0,5 \cdot 4180 \cdot (100 - 16)$$

$$Q = 175560 \text{ J}$$

výkon:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Q}{t}$$

$$P = \frac{175560}{90} = 1950,6 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P}{P_0}$$

$$\eta = \frac{1950,6}{2200} = 0,887 = \underline{\underline{89\%}}$$

Účinnost konvice je necelých 89%.

- f. Kolik zaplatíte za ohřátí vody v této konvici na kávu pro šest osob? Uvažujte objem vody do jednoho šálku 150 ml.

Řešení:

Cena 1kWh dle aktuálního ceníku je 4,5 Kč.

$$1kWh = 3600000 J$$

Čas potřebný na ohřátí vody o objemu  $6 \times 150 \text{ ml} = 900 \text{ ml}$  byl v „mé“ konvici

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$Q = 0,9 \cdot 4180 \cdot 84$$

$$Q = 316008 J$$

$$cena = \frac{316008 \cdot 4,5}{3600000}$$
$$\underline{\underline{0,395 \text{ Kč}}}$$

Za ohřátí vody zaplatíme 0,395 Kč.

- g. Kolik tepla unikne za den stěnami cihlové chatky s dřevěnými dveřmi a jednoduchým oknem. Teplota uvnitř chatky je 20°C, venkovní teplota je 7°C. Tloušťka zdi je 25 cm, tloušťka dveří 7 cm a tloušťka skla je 3 mm. Dveře mají rozměry 2 m x 0,9 m, okno má rozměry 1,14 x 1,46 m a výška místnosti je 2,5 m.

Řešení:

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 7^\circ\text{C}$$

$$\tau = 86400 \text{ s}$$

Dveře:

$$d_1 = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$$

$$S_1 = 2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ m}^2$$

$$\lambda = 0,17 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$Q = \lambda \cdot S \cdot \frac{t_1 - t_2}{d} \cdot \tau$$

$$Q_1 = 0,17 \cdot 1,8 \cdot \frac{20 - 7}{0,07} \cdot 86400$$

$$Q_1 = 4909988,57 \text{ J} = \underline{4,9 \text{ MJ}}$$

Okno:

$$d_2 = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$S_2 = 1,14 \cdot 1,46 = 1,6644 \text{ m}^2$$

$$\lambda = 0,75 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$Q = \lambda \cdot S \cdot \frac{t_1 - t_2}{d} \cdot \tau$$

$$Q_1 = 0,75 \cdot 1,6644 \cdot \frac{20 - 7}{0,003} \cdot 86400$$

$$Q_1 = 467363520 \text{ J} = \underline{467,4 \text{ MJ}}$$

Zdi:

půdorys chatky 4 m x 9 m

$$d_3 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$S_3 = 2 \cdot 5,4 + 2 \cdot 5,4 + 9 \cdot 2,5 + 9 \cdot 2,5 - S_1 - S_2$$

$$S_3 = 65 - 1,8 - 1,6644 = 61,5356 \text{ m}^2$$

$$\lambda = 0,6 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$Q = \lambda \cdot S \cdot \frac{t_1 - t_2}{d} \cdot \tau$$

$$Q_1 = 0,6 \cdot 61,5356 \cdot \frac{20 - 7}{0,25} \cdot 86400$$

$$Q_1 = 165880286 \text{ J} = \underline{165,9 \text{ MJ}}$$

Celkový únik tepla

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \underline{\underline{638,2 \text{ MJ}}}$$

- h. Jaká stavební úpravy byste udělali, abyste množství tepla, které unikne, snížili?

Řešení: např. zateplení celé chatky, výměna oken

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

i. Proč se obvykle radiátory dávají pod okna, nikoliv na protější stěnu (nejdéle od okna)?

Řešení: Teplý vzduch stoupá podél oken vzhůru a na jeho místo proudí při podlaze zemi chladnější vzduch z protější strany místnosti.