

### 1.5.3 Výkon, účinnost

**Př. 1:** Při výběru zahradního čerpadla mohl Petr vybírat ze tří čerpadel. První čerpadlo vyčerpá za 1 sekundu 3,5 l vody, druhé čerpadlo vyčerpá za minutu 200 litrů vody a třetí vyčerpá 1 m<sup>3</sup> za pět minut. Které z čerpadel je nejvýhodnější a má největší výkon?

1. čerpadlo:  $V_1 = 3,5 \text{ l/s}$       2. čerpadlo:  $V_2 = \frac{200 \text{ l}}{1 \text{ min}} = \frac{200 \text{ l}}{60 \text{ s}} = 3, \bar{3} \text{ l/s}$

3. čerpadlo:  $V_3 = \frac{1 \text{ m}^3}{5 \text{ min}} = \frac{1000 \text{ l}}{5 \cdot 60 \text{ s}} = 3, \bar{3} \text{ l/s}$

Výkonnost zařízení se udává pomocí výkonu  $P$ . Jednotkou výkonu je 1 watt [1 W].

**rychlost**

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{přírůstek dráhy za čas}$$

**výkon**

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{přírůstek práce za čas}$$

⇒ Výkon je vlastně „pracovní rychlostí“.

⇒ Pokud práce nepřibývá rovnoměrně je výkon definován vztahem  $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

(přesnost výpočtu roste se zmenšující se délkou časového intervalu).

**Př. 2:** Motor výtahu zvedne náklad o hmotnosti 240 kg do výšky 36 m za dobu 90 s. Jaký je jeho výkon?

$$m = 240 \text{ kg} \quad h = 36 \text{ m} \quad t = 90 \text{ s} \quad P = ?$$

Vzorec pro výkon:  $P = \frac{W}{t}$ .      Vzorec pro práci:  $W = Fs = Fh$

$$W = Fs = mgh \quad P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{240 \cdot 10 \cdot 36}{90} \text{ W} = 960 \text{ W}$$

**Př. 3:** Vypočti kolik Joulů je 1 kWh – jednotka práce, která se používá při měření spotřeby elektrického proudu. Do jaké výšky by Tě vyzvedl výtah, kdyby měl vykonat stejně velkou práci?

$$W = Pt \quad W = Pt = 1000 \cdot 3600 \text{ J} = 3600000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$W = F_g s = mgh \Rightarrow h = \frac{W}{mg} = \frac{3600000}{75 \cdot 10} \text{ m} = 4800 \text{ m}$$

**Př. 4:** Motor auta vyvíjí při rychlosti 130 km/h tažnou sílu 500 N. Jaký je jeho výkon?

$$P = \frac{Fs}{t} = F \frac{s}{t} \quad \text{při rovnoměrném pohybu platí } \frac{s}{t} = v.$$

$$P = F \frac{s}{t} = Fv \quad P = Fv = 500 \cdot 36,1 = 18000 \text{ W} = 18 \text{ kW}$$

- $P$  - **užitečný výkon (výkon)** = výkon, kvůli kterému je přístroj konstruován (u auta výkon vložený do pohybu, u žárovky vyzářený výkon, ...)
- $P_0$  - **příkon** = výkon odebraný ze zdroje energie (u auta výkon obsažený v palivu, u žárovky výkon odebraný ze sítě, ...)

Účinnost přístroje je dána poměrem  $\eta = \frac{P}{P_0}$ . Často se udává v procentech. U reálných zařízení je vždy menší než 1.

**Př. 5:** Na ohřátí 1,5 litru vody z 7°C a 100°C je třeba 590000 J. Jak dlouho bude trvat uvaření čaje v konvici o příkonu 2500 W a účinnosti 80%?

$$W = Pt \Rightarrow t = \frac{W}{P} \quad \text{Určíme výkon pomocí příkonu a účinnosti: } \eta = \frac{P}{P_0} \Rightarrow P = \eta P_0$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{W}{\eta P_0} \quad t = \frac{W}{\eta P_0} = \frac{590000}{0,8 \cdot 2500} \text{ s} = 295 \text{ s} = 4,9 \text{ min}$$

**Př. 6:** Jaký příkon musí mít elektromotor čerpadla, které vyčerpá za 1 min vodu a objemu 1 hl ze studny hluboké 10 m? Hustota vody je  $10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , tíhové zrychlení  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{F_g h}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} \quad P = \frac{10^3 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 10}{60} \text{ W} = 170 \text{ W}$$

**Př. 7:** Odhadni výkon, který je člověk schopen podávat:

a) chvilkově (například po dobu půl minuty),

b) trvale (například po dobu půl hodiny).

Navrhni způsoby, jak odhadované veličiny alespoň přibližně změřit.

a) chvilkově (například po dobu půl minuty)

$$m = 50 \text{ kg}, h = 3 \text{ m}, t = 4 \text{ s} \quad P = \frac{W}{t} = \frac{F_g \cdot h}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{50 \cdot 10 \cdot 3}{4} \text{ W} = 375 \text{ W}$$

b) trvale (například po dobu půl hodiny)

$$m = 50 \text{ kg}, h = 150 \text{ m}, t = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s} \quad P = \frac{W}{t} = \frac{F_g \cdot h}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{50 \cdot 10 \cdot 150}{1800} \text{ W} = 42 \text{ W}$$

**Př. 8:** Jednou z proslulých etap cyklistického závodu Tour de France je alpská etapa končící v zimním středisku Alpe d'Huez. Závěrečný výjezd je dlouhý 13,8 km s průměrným stoupáním 8,1%. Urči výkon, který podával v tomto úseku současný rekordman Marco Pantani, pokud mu byl naměřen čas 37 minut, 35 sekund. Hmotnosti: Marco Pantani 58 kg, oblečení a obuv 1 kg, kolo 7 kg. Část výkonu nutnou pro pohyb ve vodorovném směru zanedbej.

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

Určení převýšení:  $\text{stoupání} = \frac{\text{převýšení}}{\text{délka trasy}} \Rightarrow \text{převýšení} = \text{stoupání} \cdot \text{délka trasy}$

$$h = 0,081 \cdot 13800 \text{ m} = 1120 \text{ m} \quad \text{Dosazení: } P = \frac{mgh}{t} = \frac{66 \cdot 10 \cdot 1120}{2195} \text{ W} = 336 \text{ W}$$

**Př. 9:** Za jak dlouho vyčerpá čerpadlo o výkonu 500 W studnu o průměru 80 cm, hlubokou 6 m, pokud jsou v ní 4 m vody? Jak se bude v průběhu čerpání měnit množství vody vytékající z čerpadla? Přítok vody do studně zanedbej. Hustota vody je  $10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

**Úvaha:** vyčerpání 1 l vody do výšky 2 m a 1 litru vody do výšky 6 m vyžaduje stejnou práci jako vyčerpání 2 l vody do výšky 4 m  $\Rightarrow$  celkovou vykonanou práci určíme, když vypočteme práci nutnou k vyčerpání obsahu studny do výšky 4 m

$$P = \frac{W}{t} \quad W = Fs = Fh \quad F = F_g = mg = V \rho g = \pi r^2 h \rho g$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F_g h}{t} = \frac{F_g h}{t} = \frac{\pi r^2 v \rho g h}{t} \quad t = \frac{\pi r^2 v \rho g h}{P} = \frac{\pi \cdot 0,4^2 \cdot 4 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 4}{1500} \text{ s} = 161 \text{ s}$$