

Výkon

Dělník naloží lopatou písek na nákladní automobil asi za dvě hodiny. Bagr to dokáže asi za 15 minut. Bagr tedy vykoná tutéž práci za osmkrát kratší dobu než dělník. Za stejnou dobu vykoná více práce, má **větší výkon** než člověk. O výkonu tedy rozhoduje nejen, kolik se vykoná práce, ale i doba, za kterou se práce vykoná, neboli **jak rychle se práce vykoná**.

Jak tedy budeme určovat výkon člověka nebo nějakého zařízení? Určíme ho pomocí práce vykonané za jednotku času:

$$\text{výkon} = \frac{\text{práce}}{\text{doba, za kterou byla práce vykonána}}$$

Výkon označujeme značkou P (z *angl. performance = výkon*). Zapišeme:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{nebo} \quad P = W : t$$

Je-li práce W vyjádřena v joulech a čas t v sekundách, je jednotkou výkonu **watt**. Jeho značka je W .

Při výkonu 1 watt se vykoná práce 1 joule za 1 sekundu: $1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$



Např. když zdvihneme kilogramový sáček se solí do výšky 1 m za 10 s, je váš výkon 1 W. Za jakou dobu byste tentýž sáček museli zdvihnout do výšky půl metru, aby váš výkon byl také 1 W?

Výkon vyjadřujeme také v násobcích wattu, v kilowattech (kW) a megawattech (MW):

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W} = 10^3 \text{ W}, \quad 1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 10^6 \text{ W}$$

Jednotka výkonu byla nazvána podle anglického inženýra J. Watta.

V tabulce F 18 jsou uvedeny přibližné velikosti výkonů některých zařízení a také člověka. Krátkodobý výkon člověka je až 1 kW, např. při zvedání břemen. Dlouhodobý výkon člověka obvykle nepřesáhne 100 W.



James Watt

(čti džejmz vot; 1736 - 1819), skotský technik a vynálezce.

Byl jedním z konstruktérů parního stroje. Postupně ho tak zdokonalil, že parní stroj bylo možné užít k pohonu různých zařízení v továrnách i k pohonu první parní lokomotivy.

Poznámka:

Výkon je fyzikální veličina, která ukazuje, jak rychle byla daná práce vykonána. V hovorové řeči se někdy výkonem nesprávně rozumí, jak velká byla vykonaná práce bez ohledu na čas. Slovo výkon má v běžném vyjadřování i jiné významy: mluvíme např. o sportovním nebo hereckém výkonu apod.

Dějte si pozor na rozlišení značky jednotky výkonu a značky pro práci, protože se značí stejným písmenem. V tisku se značka pro watt píše stojatě W a značka pro práci ležatě W .

Příklad

Motor výtahu zdvihl rovnoměrným pohybem svisle vzhůru kabinu o hmotnosti 400 kg do výšky 5 m za dobu 10 s.

a) Jakou práci vykonal motor výtahu?

b) Jaký byl při tom výkon motoru?

* Přesněji bychom měli mluvit o práci a výkonu tahové síly motoru, někdy budeme zjednodušeně říkat práce a výkon motoru.

Řešení:

a) $m = 400 \text{ kg}$
 $s = 5 \text{ m}$

$W = ? \text{ J}$

Na kabinu o hmotnosti 400 kg působí Země silou $F_g = 4\,000 \text{ N}$ svisle dolů. Stoupá-li kabina rovnoměrným pohybem, působí na ni motor stejně velkou silou $F = 4\,000 \text{ N}$ svisle vzhůru. Při zdvižení kabiny do výšky $s = 5 \text{ m}$ vykoná motor práci: $W = F \cdot s = 4\,000 \cdot 5 \text{ J} = 20\,000 \text{ J} = 20 \text{ kJ}$

Při zvednutí kabiny výtahu vykonal motor práci 20 kJ.

b) $W = 20\,000 \text{ J}$
 $t = 10 \text{ s}$
 $P = ? \text{ W}$

$P = W : t = (20\,000 : 10) \text{ W} = 2\,000 \text{ W} = 2 \text{ kW}$

Při zvednutí kabiny byl výkon motoru 2 kW.

Příklad

Auto jede po vodorovné přímé silnici stálou rychlostí 72 km/h. Jaký je při tomto pohybu výkon tahové síly motoru, když proti pohybu automobilu působí třecí síla 1 200 N?

Řešení:

$F_t = 1\,200 \text{ N}$
 $v = 72 \text{ km/h} = (72 : 3,6) \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$

$P = ? \text{ W}$

Aby auto jelo stálou rychlostí, musí na něj ve směru pohybu působit tahová síla stejně velká jako třecí síla. Obě síly jsou v rovnováze.

Za dobu $t = 1$ s ujede auto dráhu $s = 20$ m.
Tahová síla motoru při tom vykoná práci:
 $W = Fs = 1\,200 \cdot 20 \text{ J} = 24\,000 \text{ J}$

Výkon tahové síly motoru je:

$$P = W : t = (24\,000 : 1) \text{ W} = 24 \text{ kW}$$

Při určení výkonu tahové síly motoru můžeme postupovat také takto:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = 1\,200 \cdot 20 \text{ W} = 24\,000 \text{ W} = 24 \text{ kW}$$

Výkon tahové síly motoru při rovnoměrném pohybu auta je 24 kW.

Na tomto příkladu jsme poznali, že **při rovnoměrném pohybu tělesa rychlostí v lze výkon stálé síly F , která působí ve směru pohybu, určit ze vztahu:**

$$P = Fv$$

Výkon P vypočítáme, když práci W dělíme dobou t , za kterou byla tato práce vykonána:

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{nebo} \quad P = W : t$$

Jednotka výkonu je watt.

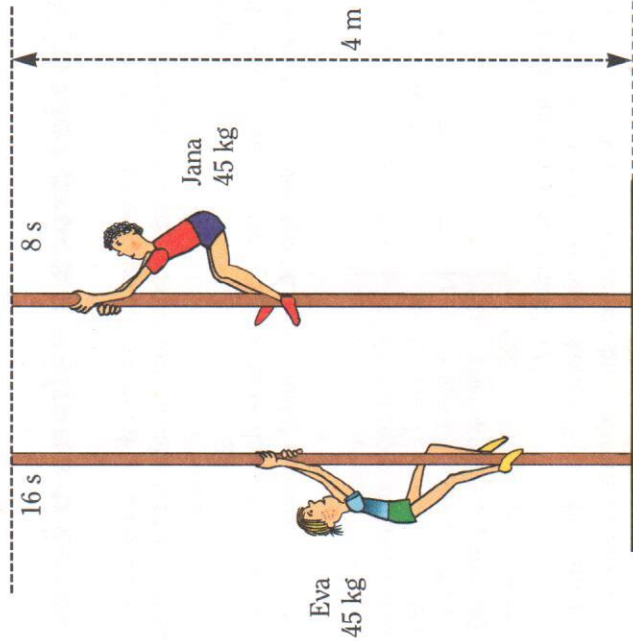
Při rovnoměrném pohybu tělesa rychlostí v lze výkon stálé síly F určit ze vztahu:

$$P = Fv$$

Otázky a úlohy

- Zapiš vztah pro výpočet výkonu.
- Vysvětli fyzikální význam značek veličin v uvedeném vztahu.
- Jak se nazývá jednotka výkonu a jakou má značku?
- Navrhni způsob, jak předvedeš výkon 1 W. Předved' ho.
- Jak určíš výkon zařízení, které působením stálé síly F udržuje těleso v rovnoměrném přímočarém pohybu s rychlostí v ?
- Výkony zařízení v tabulce F 18 vyjádři ve watttech.
- Jak se změní výkon, když se za stejnou dobu dvakrát zvětší práce?
- Eva s Janou soutěžily, která vyšplhá dřív ke značce ve výšce 4 m na tyči v tělocvičně (obr. 1.12). Jana byla rychlejší, dostala se ke značce za 8 s. Eva tam došplhala za 16 s.

Obr. 1.12



a) Jakou práci vykonala každá z nich vyšplháním ke značce, jestliže mají stejnou hmotnost 45 kg?

b) Porovnej jejich výkony.

4. Urči výkon člověka, který zdvihl rovnoměrným pohybem pomocí pevné kladky pytel cementu o hmotnosti 50 kg do výšky 1,5 m za 7,5 s.

5. Pásovým dopravníkem se za hodinu vyvezl písek o objemu 30 m³ do výše 6 m. Jaký byl výkon dopravníku? Hustota písku je 500 kg/m³.

6. Čerpadlo přečerpá vodu o objemu 7,2 m³ do výše 10 m za 8 minut. Jaký je výkon čerpadla?

7. Traktor táhne přívěs stálou silou 14 500 N při stálé rychlosti 5,2 km/h. Jaký je výkon traktoru?

8. Vysvětli, jak při stálém výkonu motoru je možno změnou rychlosti automobilu měnit tahovou sílu motoru automobilu.

9. Traktor při stálém výkonu 60 kW vyvíjí postupně tahovou sílu 50 000 N, 30 000 N a 20 000 N. Jaké rychlosti dosahuje v jednotlivých případech?

Jak se mění rychlost se zmenšující se tahovou silou?

10. Pavel o hmotnosti 60 kg vyleze po skále do výšky 4 m za 5 sekund. Petr o hmotnosti 72 kg se dostane do výšky 3 m za 4 sekundy. Který chlapec má větší výkon?

11. Elektromotor zvedal kabinu výtahu o hmotnosti 380 kg rovnoměrným pohybem rychlostí 3 m/s. S jakým výkonem pracoval elektromotor?