

Výkon

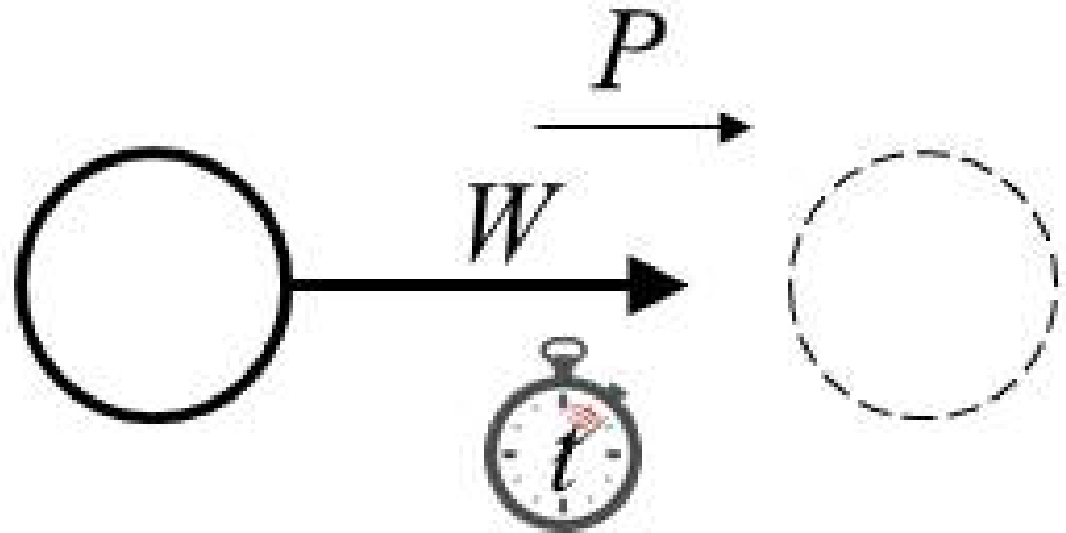
**Fyzikální význam,
vztah k práci, Watt**



Pojem výkon v různém kontextu

- Sofie vypracovala test z fyziky za 40 minut. Ondřej stejný test za 42 minut.
- Zedník namíchal beton na základy za 8 hodin. Pomocí míchačky se stejný objem podaří namíchat za 30 minut.
- **Stejnou činnost (práci), kterou vykonáme za kratší čas považujeme, že se liší výkonem.**

Kdo má větší výkon?

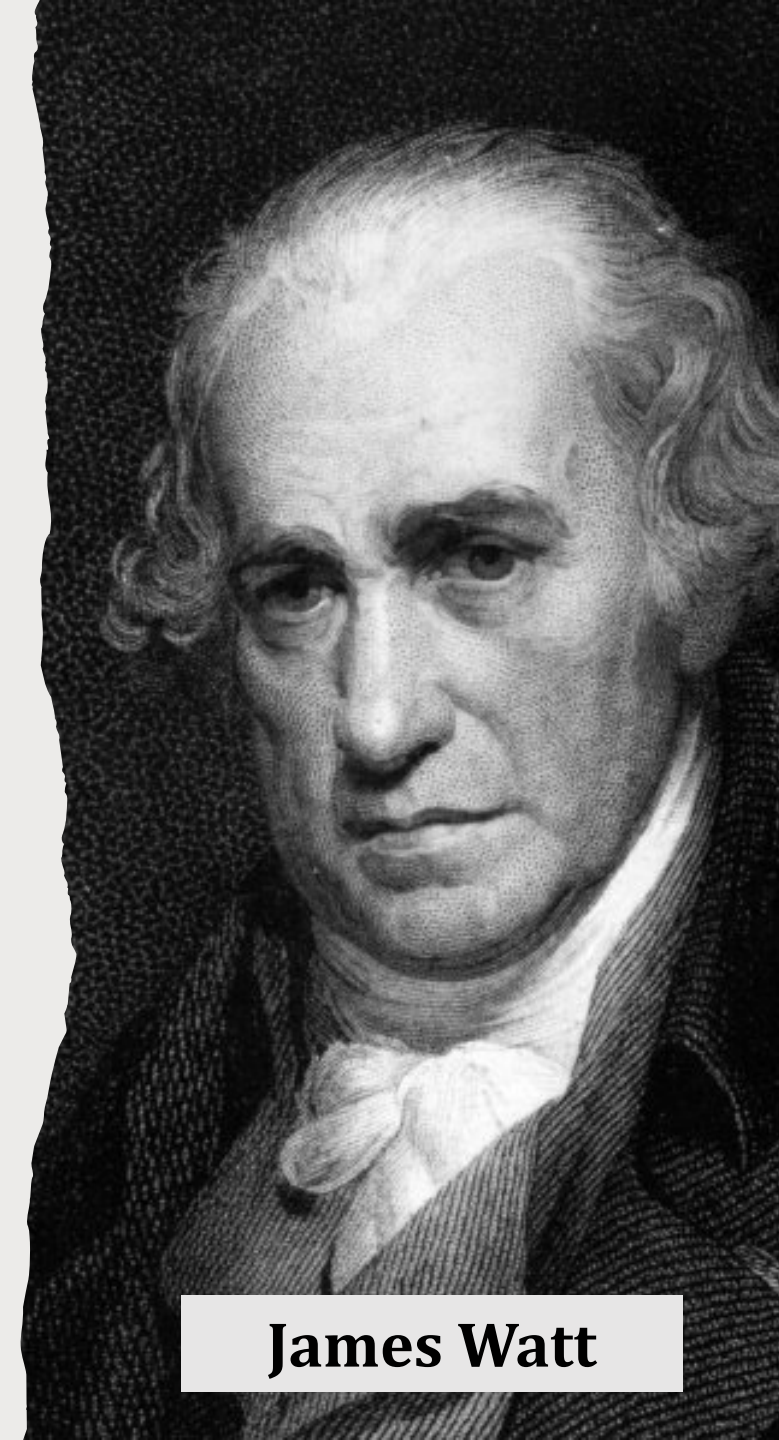
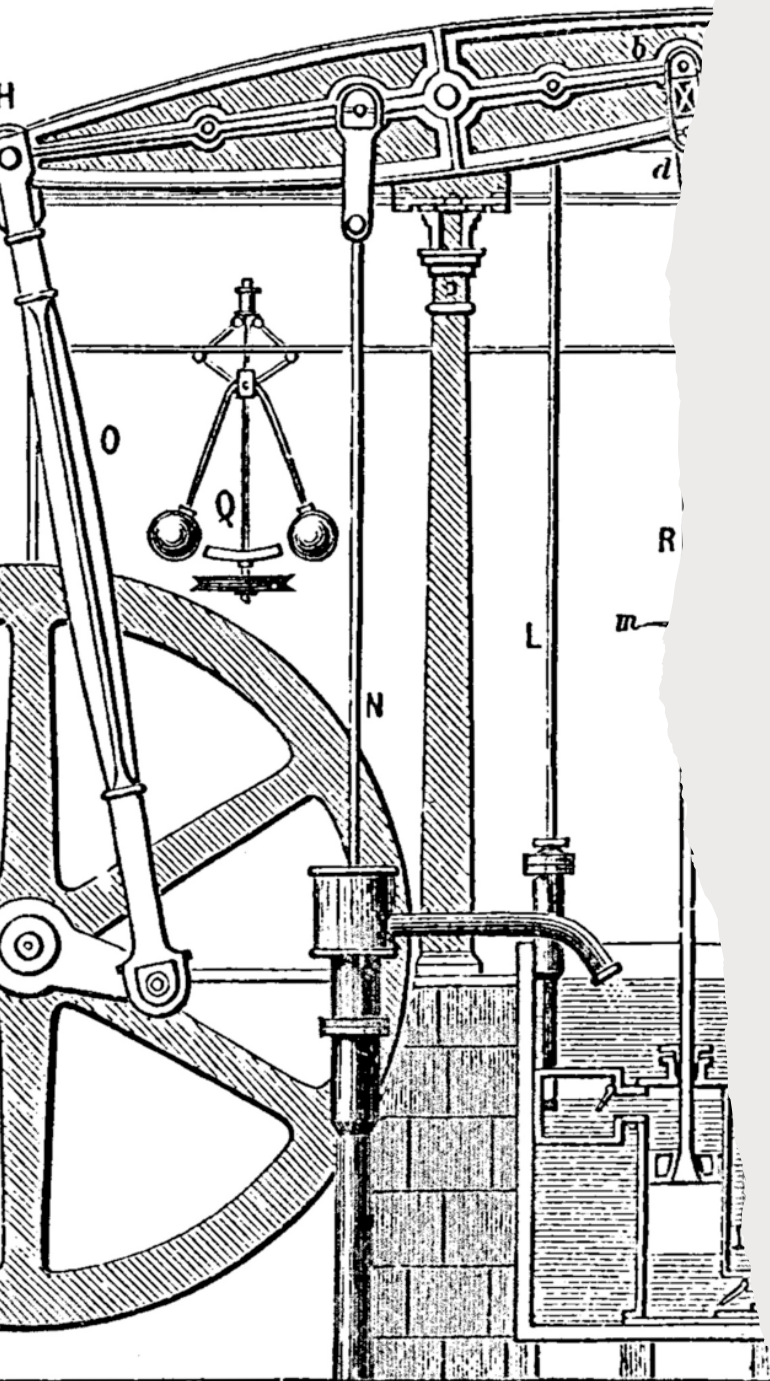


Výkon

- Souvisí s mechanickou prací
- **Vyjadřuje množství práce vykonaný za určitou dobu;**
- Čím kratší je doba k vykonání určité práce, tím je větší výkon;
- Výkon označujeme: **P**

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

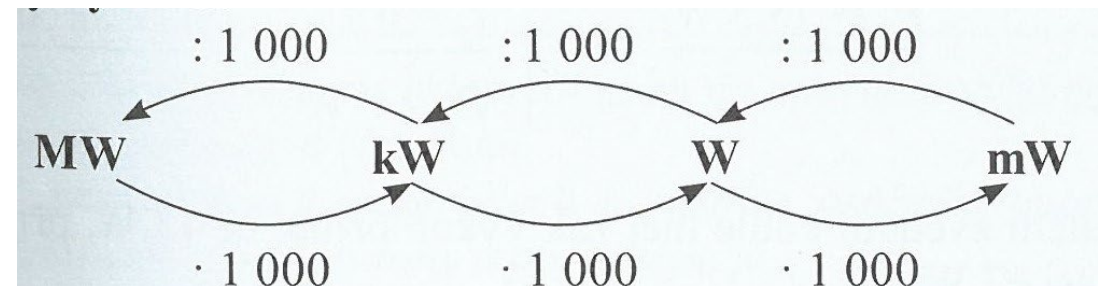
- **Jednotkou výkonu je Watt (W)**
- 1 Watt je práce 1 Joule vykonaná za čas 1 sekundu).



James Watt

Jednotky výkonu

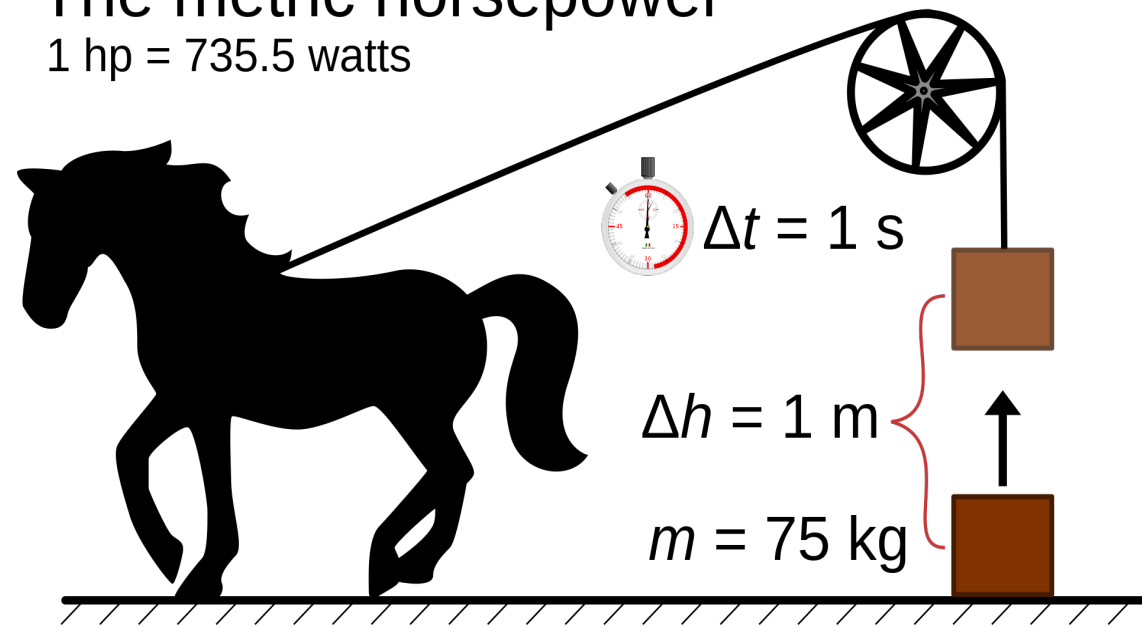
- Jednotkou výkonu je Watt (W)
- 1 Watt je práce 1 Joule vykonaná za čas 1 sekunda $\mathbf{W} = \frac{J}{s}$
- Další násobky
 - Miliwatt (mW)
 - Kilowatt (kW)
 - Megawatt (MW)
 - Gigawatt (GW)



Koňská síla

- Označováno jednotkou **HP** (**HorsePower**) u nás jednotka kůň **k**;
- Starší jednotka výkonu zavedená Jamesem Watterem pro srovnání s výkonem zvířat;
- Používá se doposud pro výkon motorů u aut.

The metric horsepower
1 hp = 735.5 watts



Původní jednotkou výkonu byl **kůň** (k). V 18. století si v Anglii jeden majitel pivovaru objednal u Jamese Watta parní stroj k pohonu vodního čerpadla. Podmínkou bylo, že stroj nahradí jednoho koně, který čerpadlo poháněl.

Nejsilnější kůň, kterého majitel zapřáhnul, načerpával za 1 sekundu 500 liber vody do výše 1 stopy. Watt sestavil stroj, který načerpával za 1 sekundu 550 liber vody do výše 1 stopy.

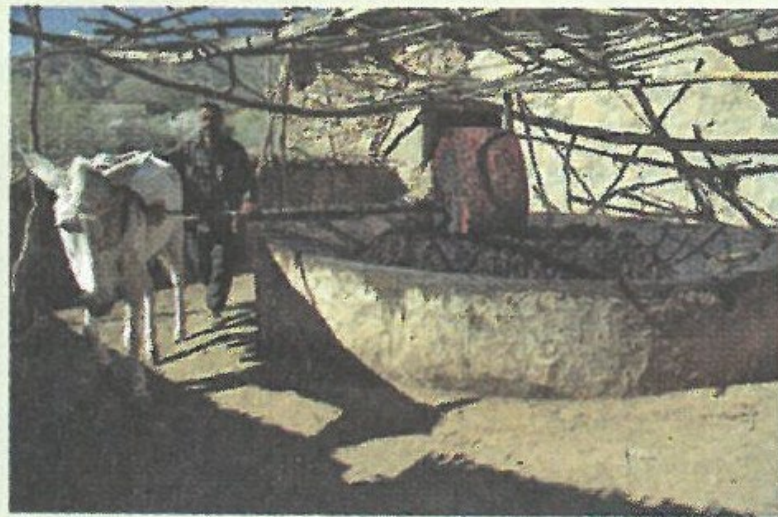
(1 libra = 0,452 kg,
1 stopa = 0,295 7 m)

Vypočítáme výkon Wattova stroje v jednotkách, které dnes užíváme:

$$P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} =$$
$$= \frac{550 \cdot 0,452 \cdot 10 \cdot 0,295 7}{1} =$$
$$= 735 \text{ W}$$

Velikost tohoto výkonu byla původně označena 1 *kůň* (HP – horse-power). Jednotka *watt* byla zavedena až na elektrochemickém kongresu v Chicagu roku 1893.

$$1 \text{ k} = 735 \text{ W}$$



Žentour – zařízení na čerpání vody poháněné oslem



J. Watt (1736 – 1819)

Anglický technik **James Watt** byl vzděláván pouze v rodině. Jeho otec zhotovoval námořní navigační přístroje a James získal v domácí dílně velikou manuální zručnost.

Rok pracoval v jisté londýnské dílně a odtud se dostal do dílen university v Glasgow, kde měl na starosti výrobu rozličných přístrojů a zařízení. Zhotovoval kompas, astronomické přístroje, fyzikální přístroje, brýle, navigační pomůcky i hudební nástroje.

V letech 1765 – 1769 zdokonalil velmi jednoduchý, avšak nevhodný a ručně ovládaný parní stroj svého předchůdce Thomase Newcomena do podoby stroje využitelného v průmyslu, zejména v dolech (dvojčinný parní stroj s odstředivým regulátorem otáček). Po dalších úpravách se parní stroj stal v 18. a 19. století hlavním pohonným zdrojem.

Výkon a práce

Výkon

Výkon je práce **W** vykonaná za čas **t**.

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

Řekneme, že zelený jeřáb je výkonnější.

Jeřáb zvedl bednu do výšky **s** za 2 s.

Jeřáb zvedl bednu do výšky **s** za 5 s.

Jednotkou je **W** (watt),

1kW (1kW = 1000W)

1MW (1MW = 1000kW)

James Watt (19. ledna 1736
Greenock, Skotsko, Království
Velké Británie – 25.
skotský mechanik, vynálezce a
fyzik-samouk, známý
především skrze své vynálezy
a vylepšení parních strojů



01



Práce výkon a energie

Rande s Fyzikou: Práce, výkon
a energie (ceskatelevize.cz)

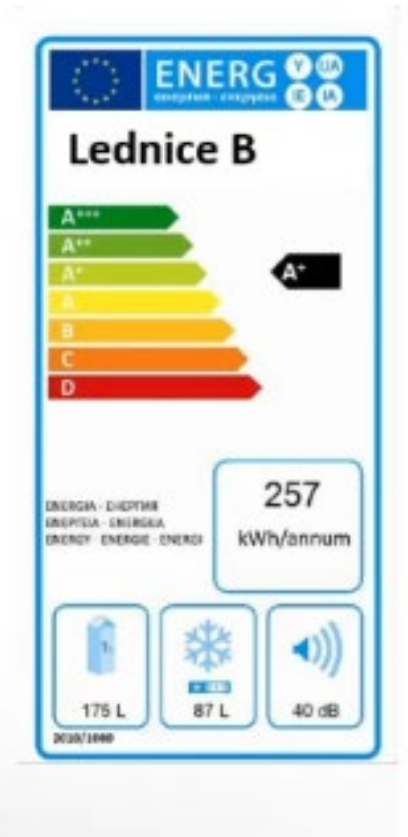
Výkon spotřebičů



Výkon – spotřeba energie

Spotřeba energie

Energetický štítek



Účinnost

Účinnost je podíl výkonu P a příkonu P_0 .

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



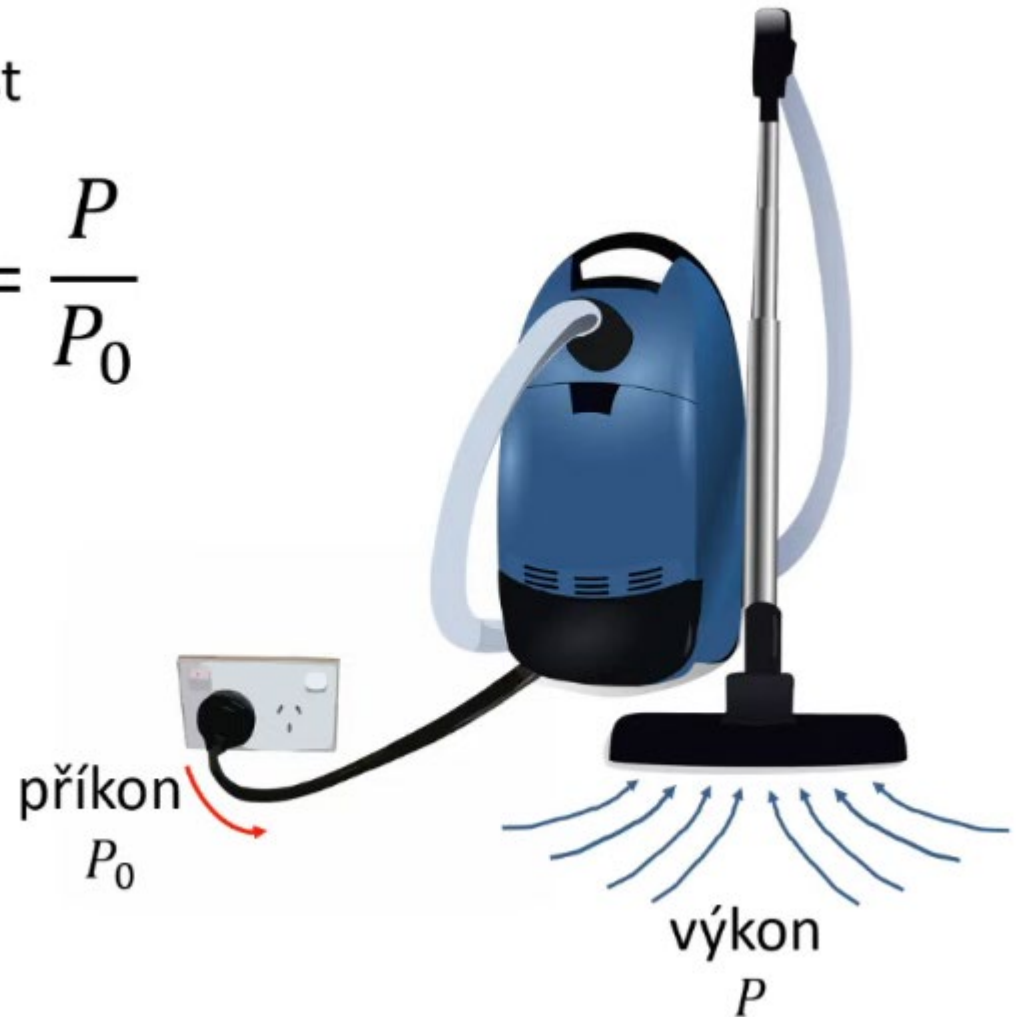
účinnost se značí η (éta), je bez jednotky (desetinné číslo $0 \div 1$), často se udává v % (0 – 100 %).

Čím vyšší účinnost tím lépe

- Obvykle účinnost dosahujeme méně než 100%;
- [Perpetuum mobile](#) nejde sestrojít;
- Dieselový motor asi 35 % účinnost.

Účinnost

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



Příklady výkonů



PŘÍKLADY VÝKONŮ			
Zařízení	Výkon (kW)	Živočich	Výkon (kW)
mixér	0,25	myš	0,0001
motocykl (malý)	3 až 15	člověk	0,1 – 0,4
osobní automobil	40 - 100	kůň	0,75
lokomotiva	3 000 - 4000	gepard (krátkodobě)	1

Vztah práce a výkonu

- Práce $W = F \cdot s = P \cdot t$

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = Pt$$

$$[W] = [P][t] = \text{W} \cdot \text{s} = \text{W} \cdot \text{s} \text{ (watt sekunda)}$$

- Jednotka pro práci v tomto případě není **Joule** ale **Watt sekunda**. V praxi **kWh** nebo **MWh**.

Z jednotky výkonu můžeme zpětně odvodit také jinou jednotku pro práci než **joule**. Upravením vztahu pro výkon $P = \frac{W}{t}$ na tvar $W = P \cdot t$ dostáváme výraz pro výpočet práce a současně vztah pro jednotky **J = Ws** (watt-sekunda).

V praxi se častěji používají jednotky větší, a to **kWh** (kilowatthodina) nebo **MWh** (megawatthodina). Tyto jednotky jste poznali v části fyziky věnované elektrické energii.

Př. 1 Stroj vykoná práci 150 J za 5 sekund. Jaký je jeho výkon?

$$W = 150 \text{ J}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

$$P = ?$$

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

$$P = \frac{150}{5} = 30 \text{ W}$$

Výkon stroje je 30 W.

Př. 2 Motor výtahu zvedne rovnoměrným pohybem náklad s hmotností 240 kg do výšky 36 m za 90 s. Jaký je výkon motoru?

Př. 2 Motor výtahu zvedne rovnoměrným pohybem náklad s hmotností 240 kg do výšky 36 m za 90 s. Jaký je výkon motoru?

$$m = 240 \text{ kg}$$

$$s = 36 \text{ m}$$

$$t = 90 \text{ s}$$

$$P = ?$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot s}{t}$$

$$P = \frac{240 \cdot 10 \cdot 36}{90} = 960 \text{ W}$$

Výkon motoru je 960 W.

Vztah výkonu a rychlosti

Úpravou vzorce pro výkon získáme vztah výkonu, síly a rychlosti

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Převod m \Leftrightarrow km a zpět

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

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

Základní vztah pro výpočet výkonu nemůžeme použít. Neznáme ani celkovou práci, ani čas.

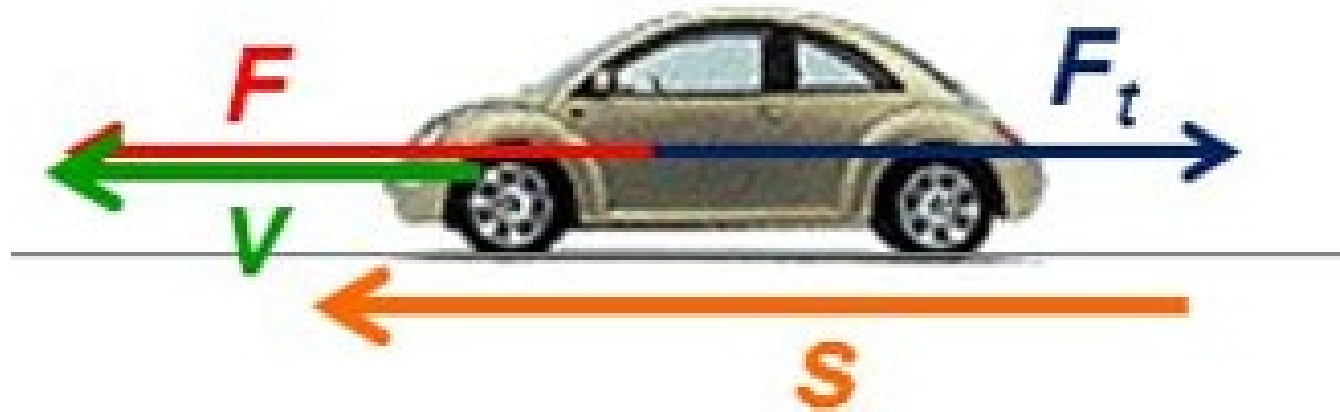
$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F \Delta s}{\Delta t}$$

$$P = F v$$

Motor auta podává **okamžitý** výkon 18 kW.

- 4) 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?

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



- 4) 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?

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



$$F_t = 1\,200\text{ N}$$
$$v = 72\text{ km/h} = 20\text{ m/s}$$
$$P = ?\text{ W}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t}$$
$$\frac{s}{t} = v \Rightarrow P = F \cdot v$$

$$P = 1\,200 \cdot 20$$
$$P = \underline{\underline{24\,000\text{ W} = 24\text{ kW}}}$$

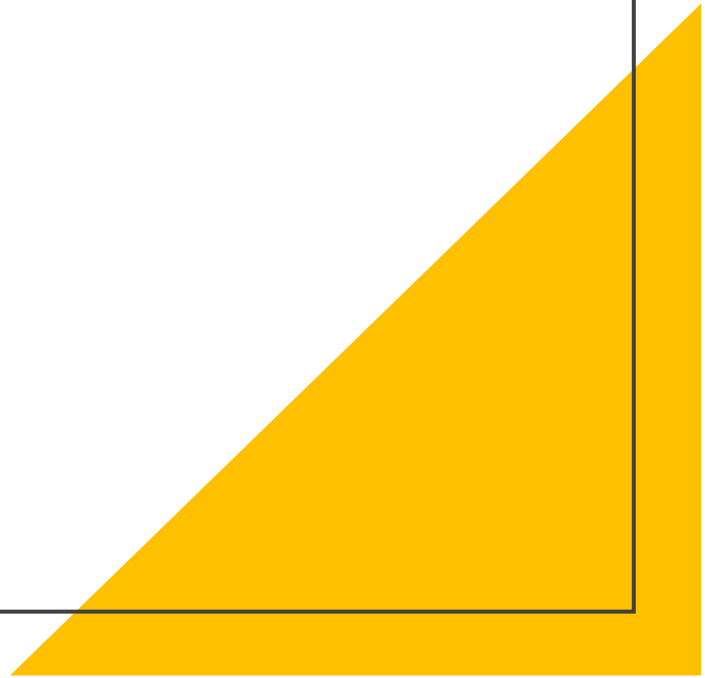
Výkon tahové síly motoru je 24 kW.

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

$$P = F \cdot v$$

Výtah o hmotnosti 380 kg vyvezl dvě osoby o celkové hmotnosti 156 kg do výšky 8 metrů za půl minuty. Jaký byl výkon výtahu?

Domácí úkol



Další příklady

3. Stroj vykoná práci 120 J za 3 sekundy. Jaký je jeho výkon?
4. Stroj vykoná práci 15 kJ za 5 minut. Jaký je jeho výkon?
5. Motor výtahu zdvihl rovnoměrným pohybem svisle vzhůru kabinu o hmotnosti 400 kg do výšky 5 metrů za 25 s. Jakou práci vykonal motor výtahu a jaký byl jeho výkon?
6. Vzpěrač zvedne činku o hmotnosti 120 kg do výšky 2 m za 3 sekundy. Jaký je jeho výkon?
7. Radek složí hromadu písku za 2 hodiny, Radek s Rudolfem složí stejnou hromadu písku za 1,5 hodiny. Který z chlapců má větší výkon?

Příklad:

Jaký výkon podal žák při provedení pokusu se zvedáním vrhu koule?

Rozbor úlohy:

Výkon závisí na vykonané práci a době, za kterou práce proběhla. V případech vykonal žák stejnou práci – rozhodující vliv na výkon má čas, za který 10krát zdvihl kouli nad hlavu. Při výpočtu práce můžeme vypočítat práci jednoho zdvihu a poté vynásobit 10, nebo počítat s celkovým zdvižením 10krát 1 m.

Pro řešení použijte údaje naměřené v předchozím pokusu, nebo následující údaje, které žáci naměřili. Pro lepší orientaci jsou veličiny různě pomalém a rychlém zvedání označeny indexem 1 a 2.

Řešení:

a) pomalé zvedání

$$m = 4 \text{ kg} \quad P_1 = \frac{W}{t_1}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \quad P_1 = \frac{m \cdot g \cdot 10h}{t_1}$$

$$h = 1 \text{ m} \quad P_1 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1}{30}$$

$$t_1 = 30 \text{ s} \quad \underline{P_1 \doteq 13,3 \text{ W}}$$

$$P_1 = ? \text{ W}$$

b) rychlé zvedání

$$m = 4 \text{ kg} \quad P_2 = \frac{W}{t_2}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \quad P_2 = \frac{m \cdot g \cdot 10h}{t_2}$$

$$h = 1 \text{ m} \quad P_2 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1}{6}$$

$$t_2 = 6 \text{ s} \quad \underline{P_2 \doteq 66,7 \text{ W}}$$

$$P_2 = ? \text{ W}$$

Při pomalém zvedání koule měl žák výkon přibližně 13 W, při rychlém zvedání asi 67 W.

1. Vysvětlete rozdíl ve významu slova výkon v běžném životě a ve fyzice.
 2. Jmenujte stroje a zařízení, na kterých jste viděli štítek s označením výkonu. Vzpomenete si na hodnotu výkonu uvedenou na štítku?
-

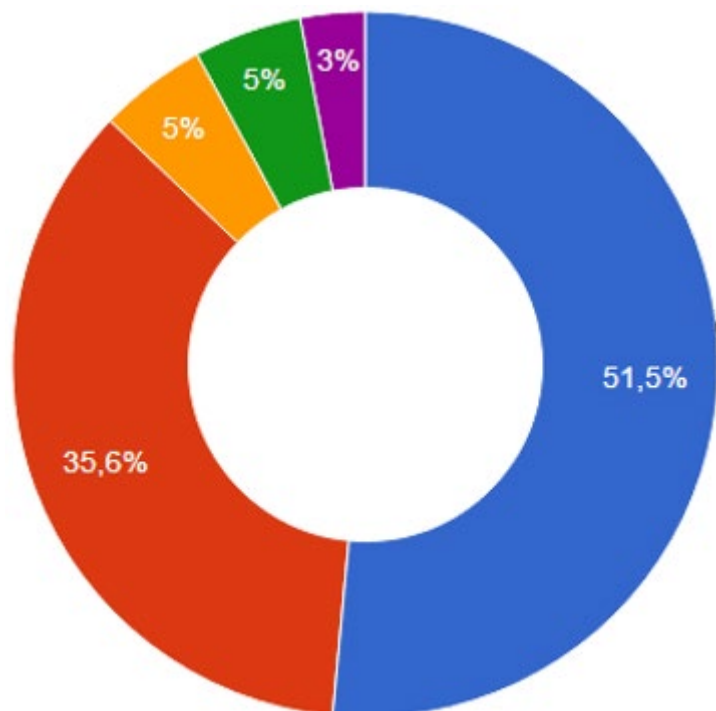
1. Jaký výkon má zdviž v autoservisu, jestliže při zdvihání osobního automobilu do výšky 2,5 m působí silou 15 kN po dobu 30 s?
2. Vypočtete výkon motoru výtahu, jestliže zdvihl 8 pytlů cementu (každý po 50 kg) do výšky 6 m za 15 s.
3. Jaký výkon má vzpěrač (v nadhozu), který vzepřel činku o hmotnosti 165 kg do výšky 2 m za 22 s?
4. Jaký výkon má horolezec o hmotnosti 85 kg, jestliže na cvičnou stěnu vysokou 25 m vyleze za 30 minut? Umíte vysvětlit výsledek této úlohy?

5. Zahradník zalévá zahrádku vodou z konve. Vodu čerpá ze studny z pětmetrové hloubky. Načerpání vody ruční pumpou do osmilitrového vědra mu trvá přibližně 40 sekund. Pomocí elektrického čerpadla to zvládne za pouhých 10 sekund. Jaký výkon má zahradník při ručním čerpání a jaký elektrické čerpadlo?
6. Jakou práci vykoná motor větráku o výkonu 200 W v chladicím zařízení, jestliže běží každý den nepřetržitě celých 24 hodin?
7. Naviják speciálního traktoru na přibližování klád v lese má výkon 25 kW. Jakou silou je napínáno lano, kterým přitáhne kládu ze vzdálenosti 24 m za 30 s?
8. Jaký výkon má traktor, který táhne pluh silou 10 kN, jestliže se pohybuje rychlostí $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?
9. Jakou maximální rychlost může docílit osobní automobil, jehož motor má výkon 44 kW a vyvine tahovou sílu o velikosti 1 100 N?

Cena elektrické energie v kWh jako vyjádření elektrické práce

Co tvoří cenu elektřiny

- Silová elektřina
- Distribuce
- Obnovitelné zdroje energie
- Služby ČEPS
- Přenos



Cena za 1 kWh [Kč]

	E.ON	ČEZ	PRE	Průměrná cena
Sazba D 01d (malá spotřeba)	4,82	4,73	4,66	4,74
Sazba D 02d (střední spotřeba)	4,31	4,1	4,07	4,16

Paušální poplatek za jistič [Kč] (do 3x10 A do 1x25 A včetně)

	E.ON	ČEZ	PRE	Průměrná cena
Sazba D 01d (malá spotřeba)	82,16	88,21	111,2	93,86
Sazba D 02d (střední spotřeba)	117,25	120,88	146,29	128,14

