

### 3.4.8 Práce, výkon, energie - shrnutí

**Předpoklady:** 030406

**Pomůcky:**

Pokud působí síla ve směru posunutí, říkáme, že se koná práce. Rychlost konání práce označujeme jako výkon. Předměty mohou konat práci jen spotřebováním nějaké energie. Energie může být schována v pohybu (pohybová energie), poloze (polohová energie) nebo deformaci předmětů. Nemění se množství energie, jen její typ.

Základní vztahy z této kapitoly

- práce:  $W = Fs$ ,
- výkon:  $P = \frac{W}{t}$ ,
- účinnost:  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ ,
- polohová energie:  $E_p = mgh$ .

**Př. 1:** Rozhodni, zda koná práci člověk, který:

- a) opírá se o stěnu,
- b) drží nad hlavou těžký předmět,
- c) stojí a drží v ruce tašku,
- d) vstává ze židle,
- e) posunuje po vodorovné podlaze skříň.

a) člověk se opírá se o stěnu

Člověk práci nekoná, působí sice silou, ale nepohybuje stěnou po dráze.

b) člověk drží nad hlavou těžký předmět

Člověk práci nekoná, působí sice silou, ale nepohybuje s předmětem po nějaké dráze.

c) člověk stojí a drží v ruce tašku

Člověk práci nekoná, působí sice silou, ale taškou nepohybuje.

d) člověk vstává ze židle

Člověk práci koná. Působí silou po dráze (aby vstal, musí zvednout své těžiště).

e) člověk posunuje po vodorovné podlaze skříň

Člověk práci koná. Působí silou po dráze (posouvá skříň z jednoho místa na druhé).

**Př. 2:** Urči práci, kterou vykonáš zvednutím cihly o hmotnosti 5 kg do výšky 80 cm.

$$m = 5 \text{ kg}, s = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$W = Fs = F_g s = mgs = 5 \cdot 10 \cdot 0,8 \text{ J} = 40 \text{ J}$$

Zvednutím cihly o hmotnosti 5 kg do výšky 80 cm vykonáme práci 40 J.

**Př. 3:** Ocelová a dřevěná kulička o stejné velikosti jsou pověšeny ve stejné výšce nad podlahou. Porovnej jejich polohové energie.

Polohová energie závisí na výšce, ve které se předmět nachází, síle gravitačního pole a hmotnosti. Ocel má větší hustotu než dřevo  $\Rightarrow$  ocelová kulička je těžší než stejně velká dřevěná kulička  $\Rightarrow$  ocelová kulička má větší polohovou energii než stejně velká dřevěná kulička.

**Př. 4:** Sportovec vzepl činku o hmotnosti 120 kg do výšky 2 m za 1,5 s. Urči jeho průměrný výkon během zvedání.

$$m = 120 \text{ kg}, h = 2 \text{ m}, t = 1,5 \text{ s}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{F_g s}{t} = \frac{mgs}{t} = \frac{120 \cdot 10 \cdot 2}{1,5} \text{ W} = 1600 \text{ W}$$

Vzpěrač podával během vzpírání průměrný výkon 1600 W.

**Př. 5:** Elektromotor o příkonu 30 kW, pracuje s účinností 80 %. Jak velkou práci vykoná za 5 minut?

$$P_1 = 30 \text{ kW}, \eta = 80\%, t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$P = \frac{W}{t} \quad / \cdot t$$

$$W = P \cdot t$$

Vyjádřím  $P$  z účinnosti.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad / \cdot P_1$$

$$P_2 = \eta P_1$$

Dosadíme do vzorce pro výkon:  $W = P \cdot t = \eta P_1 \cdot t = 0,8 \cdot 30\,000 \cdot 300 \text{ J} = 7\,200\,000 \text{ J} = 7,2 \text{ MJ}$

Elektromotor vykoná za 5 minut práci 7,2 MJ.

**Př. 6:** Zákazník o hmotnosti 70 kg vynesl do třetího poschodí najednou nákup o hmotnosti 15 kg. Výška jednoho poschodí je 3 m. Jak velkou práci při tom vykonal? Kolik procent z ní připadlo na vnesení nákupu?

$$s = 3 \cdot 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

Vykonaná práce (vynáší sebe i nákup):  $W = Fs = F_g s = mgs = 85 \cdot 10 \cdot 9 \text{ J} = 7650 \text{ J}$ .

Práce na vnesení nákupu:  $W = Fs = F_g s = mgs = 15 \cdot 10 \cdot 9 \text{ J} = 1350 \text{ J}$ .

100 %	...	7560
$x$ %	...	1350

$$\frac{x}{1350} = \frac{100}{7560} \Rightarrow x = \frac{1350}{7560} \cdot 100 = 18 \%$$

Zákazník vykonal práci 7650 J, pouze 18 % z ní připadlo na vynesení nákupu.

**Př. 7:** Urči výkon čerpadla, které dokáže za minutu vyčerpat do výšky 10 m 500 litrů vody. Jaký by byl jeho příkon při účinnosti 45%?

Množství vody:  $V = 500 \text{ l} \Rightarrow m = 500 \text{ kg}$  (1 litr vody má hmotnost přibližně 1 kg).

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \eta = 45 \%$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{F_g s}{t} = \frac{mgs}{t} = \frac{500 \cdot 10 \cdot 10}{60} \text{ W} = 830 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad / \cdot P_1$$

$$P_1 \eta = P_2 \quad / : \eta$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{830}{0,45} \text{ W} = 1800 \text{ W}$$

Čerpadlo má výkon 830 W a příkon 1800 W.

**Př. 8:** Beton používaný k výrobě panelů má hustotu  $2500 \text{ kg/m}^3$ . Jakou práci vykoná jeřáb při zvednutí jednoho panelu o rozměrech 3,5 m x 2 m x 0,10 m do výšky 15 m?

Nejdříve vypočteme hmotnost panelu (z ní vyplývá síla, kterou budeme muset panel zvedat).

$$\text{Objem panelu: } V = abc = 3,5 \cdot 2 \cdot 0,1 \text{ m}^3 = 0,7 \text{ m}^3.$$

$$\text{Hmotnost panelu: } \rho = \frac{m}{V} \quad / \cdot V$$

$$m = \rho V = 2500 \cdot 0,7 \text{ kg} = 1750 \text{ kg}$$

$$\text{Vykonaná práce: } W = Fs = F_g s = mgs = 1750 \cdot 10 \cdot 15 \text{ J} = 260\,000 \text{ J}$$

Jeřáb při zvednutí panelu vykoná práci 260 kJ.

**Př. 9:** Vodní elektrárna Orlík má převýšení 65 m a průtok vody  $80 \text{ m}^3$  za sekundu. Urči maximální možný výkon, jestliže se celková účinnost vodních elektráren pohybuje okolo 75 %.

Voda ve vodní elektrárně padá dolů a předává svoji energii elektrárně, která z ní vyrábí elektrickou energii.

Příkonem elektrárny je tedy polohová energie vody, která za sekundu proteče elektrárnou.

$$\text{Hmotnost vody: } 80 \text{ m}^3 = 80\,000 \text{ dm}^3 = 80\,000 \text{ l} \Rightarrow m = 80\,000 \text{ kg}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{F_g s}{t} = \frac{mgs}{t} = \frac{80\,000 \cdot 10 \cdot 65}{1} \text{ W} = 52\,000\,000 \text{ W} = 52 \text{ MW}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot P_1$$

$$P_2 = P_1 \eta = 52 \cdot 0,75 \text{ MW} = 39 \text{ MW}$$

Maximální možný výkon vodní elektrárny Orlík je 39 MW.

**Př. 10:** Beran parního bucharu má hmotnost 150 kg a dopadá na zem z výšky 1,8 m. Jakou silou zatlačoval pilot do země, jestliže ho na jeden dopad zatluče o 2 cm? Jak velký průměrný výkon při tom podává, jestliže brzdí o pilot po dobu 0,007 s?

Beran parního bucharu má polohovou energii, která se pádem změní na energii pohybovou, která se při zastavení beranu o pilot změní na práci, kterou beran zatlačí pilot do země.

Energie bucharu:  $E_p = mgh = 150 \cdot 10 \cdot 1,8 \text{ J} = 2700 \text{ J}$ .

Energie bucharu se přemění na práci:  $W = Fs$  /: s (chceme zjistit velikost síly)

$$F = \frac{W}{s} = \frac{2700}{0,02} \text{ N} = 135000 \text{ N}$$

$$\text{Výkon při zatloukání: } P = \frac{W}{t} = \frac{2700}{0,007} \text{ W} = 400000 \text{ W}$$

Beran parního bucharu působí na pilot silou 135 kN a během zatloukání pracuje s výkonem 400 kW.

**Shrnutí:**