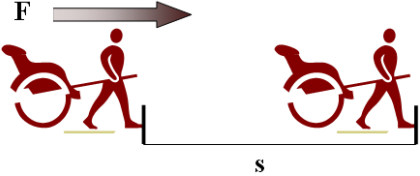


# PRÁCE, ENERGIE

## ☞ PRÁCE A JEJÍ JEDNOTKY

**MECHANICKOU PRÁCI**  $W$  konáme, jestliže působením stálé síly  $F$  (případně  $G$ ) posouváme těleso po určité dráze  $s$  (případně  $h$ ) ve směru působící síly.

$W = F \cdot s$	$W = G \cdot h = m \cdot g \cdot h$
	$G$ [N] = tíhová síla (tíha) $h$ = výška $g$ $\left[\frac{N}{kg}\right]$ = tíhové zrychlení

Jednotkou práce je **JOULE [J]**

Práci **1 J** vykonáme, jestliže působením stálé síly o velikosti **1 N** posuneme těleso ve směru síly po dráze **1 m**.

Protože síla o velikosti **1 N** je velmi malá, je malá i jednotka **JOULE** → V praxi používáme její násobky:

Kilojoule	1 kJ = 1 000 J
Megajoule	1 MJ = 1 000 kJ = 1 000 000 J
Gigajoule	1 GJ = 1 000 MJ = 1 000 000 000 J
Terajoule	1 TJ = 1 000 GJ = 1 000 000 000 000 J

## ŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

### ☞ Str. 6, příklad 1:

Jakou práci vykoná chlapec, který tlačí naložený vozík silou <b>120 N</b> a posune ho do vzdálenosti <b>5 m</b> ?	$F = 120 \text{ N}$ $s = 5 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s$ $W = 120 \cdot 5$ $W = \mathbf{600 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Chlapec vykoná práci 600 J.		

### ☞ Str. 7, příklad 2:

Jak velkou práci vykonáme, zvedneme-li ze země na lešení ve výšce <b>1,5 m</b> 50 cihel? Hmotnost jedné cihly je přibližně <b>5 kg</b> .	$m = 50 \cdot 5 = 250 \text{ kg}$ $h = 1,5 \text{ m}$ $g = 10 \frac{N}{kg}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = 250 \cdot 10 \cdot 1,5$ $W = \mathbf{3750 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Při zvednutí 50 cihel vykonáme práci 3 750 J.		

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 8 – 9, úlohy 2 – 9:

2) Jakou práci vykoná fotbalista, jestliže při kopnutí do míče působí jeho noha na míč silou **200 N** po dráze **15 cm**?

3) Jakou práci vykoná chlapec o hmotnosti **50 kg**, vyběhne-li po schodech do 3. patra, tj. do výšky **9 m**?

4) Jakou práci vykoná motor výtahu při jízdě z přízemí do 8. patra?  
V kabině osobního výtahu jsou tři osoby, každá o hmotnosti **80 kg**.  
Kabina má hmotnost **180 kg**.  
Výška jednoho patra je přibližně **3 m**.

5) Vzpěrač vzepře činku o hmotnosti **220 kg** do výšky **2,4 m**.  
Jakou práci při tom vykoná, jestliže tyč činky byla před zdvihnutím ve výšce **20 cm** nad podlahou?

6) Jakou práci vykoná traktor táhnoucí pluh silou **10 kN**, jestliže pole je dlouhé **250 m** a traktor se musí otočit **80krát**?

7) Jakou silou je napínáno lano jeřábu, jestliže při zdvihání panelu do výšky **20 m** vykoná práci **70 kJ**?  
Jaká je hmotnost panelu?

8) Kolik metrů vlasce měl rybář ve vodě, jestliže při vytahování ryby působil na vlasec silou **15 N** a vykonal při tom práci **120 J**?

9) Jirka přečerpal **200 litrů** vody do výšky **2,5 m**.  
František postupně po provaze vytáhl 25 cihel (každá měla hmotnost **4 kg**) do výšky **5 m**.  
Kdo vykonal větší práci?

### ŘEŠENÍ ÚLOH:

2) $F = 200 \text{ N}$ $s = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s = 200 \cdot 0,15 = \mathbf{30 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Fotbalista vykoná práci 30 J.	
3) $m = 50 \text{ kg}$ $h = 9 \text{ m}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h = 50 \cdot 10 \cdot 9 = 4\,500 \text{ J}$ $W = \mathbf{4,5 \text{ kJ}}$
<b>Odpověď:</b> Chlapec vykoná práci 4 500 J.	

4) $m = 3 \cdot 80 + 180 = 420 \text{ kg}$ $h = 8 \cdot 3 \text{ m} = 24 \text{ m}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h = 420 \cdot 10 \cdot 24 = 100\,800 \text{ J}$ $W = \mathbf{100,8 \text{ kJ}}$
<b>Odpověď:</b> Motor výtahu vykoná práci 100,8 kJ.	

5) $m = 220 \text{ kg}$ $h = 2,4 \text{ m} - 0,2 \text{ m} = 2,2 \text{ m}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h = 220 \cdot 10 \cdot 2,2 = 4\,840 \text{ J}$ $W = \mathbf{4,84 \text{ kJ}}$
<b>Odpověď:</b> Vzpěrač vykoná práci 4,84 kJ.	

6) $F = 10 \text{ kN} = 10\,000 \text{ N}$ $s = 80 \cdot 250 \text{ m} = 20\,000 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s = 10\,000 \cdot 20\,000 = 200\,000\,000 \text{ J}$ $W = \mathbf{200 \text{ MJ}}$
<b>Odpověď:</b> Traktor vykoná práci 200 MJ.	

7) $h = 20 \text{ m}$ $W = 70 \text{ kJ} = 70\,000 \text{ J}$ $F = ?$	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = G \cdot h \dots\dots G = F$ $70\,000 = F \cdot 20 \quad /: 20$ $F = \mathbf{3\,500 \text{ N}}$	$G = m \cdot g$ $3\,500 = m \cdot 10 \quad /: 10$ $m = \mathbf{350 \text{ kg}}$
<b>Odpověď:</b>	Lano jeřábu je napínáno silou 3 500 N. Hmotnost panelu je 350 kg.	

8) $F = 15 \text{ N}$ $W = 120 \text{ J}$ $s = ?$	$W = F \cdot s$ $120 = 15 \cdot s \quad /: 15$ $s = \mathbf{8 \text{ m}}$
<b>Odpověď:</b> Rybář měl ve vodě 5 metrů vlasce.	

9)	JIRKA		FRANTIŠEK	
	$m = 200 \text{ kg}$ $h = 2,5 \text{ m}$	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = 200 \cdot 10 \cdot 2,5$ $W = 5\,000 \text{ J} = \mathbf{5 \text{ kJ}}$	$m = 25 \cdot 4 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = 100 \cdot 10 \cdot 5$ $W = 5\,000 \text{ J} = \mathbf{5 \text{ kJ}}$
<b>Odpověď:</b> Oba chlapci vykonali stejnou práci.				

## ÚLOHY K PROCVIČOVÁNÍ

- 1) Jakou práci vykoná žák o hmotnosti **55 kg**, vyšplhá-li na tyči do výšky **3 m**?
- 2) Jakou práci vykonáme, zvedneme-li ze země cihlu o hmotnosti **5 kg** a položíme ji na zídku vysokou **160 cm**?
- 3) Chlapec táhl vozík silou **200 N** po přímé cestě dlouhé **0,2 km**. Jakou práci vykonal?
- 4) Elektrická lokomotiva táhne vlak silou **120 kN** po vodorovné trati dlouhé **15 km**. Jakou práci při tom vykoná?
- 5) Náklad byl zvednut jeřábem do výšky **11,5 m**. Tahová síla při tom vykonala práci **34,5 kJ** (třecí sílu zanedbáváme). Jaká byla hmotnost nákladu?

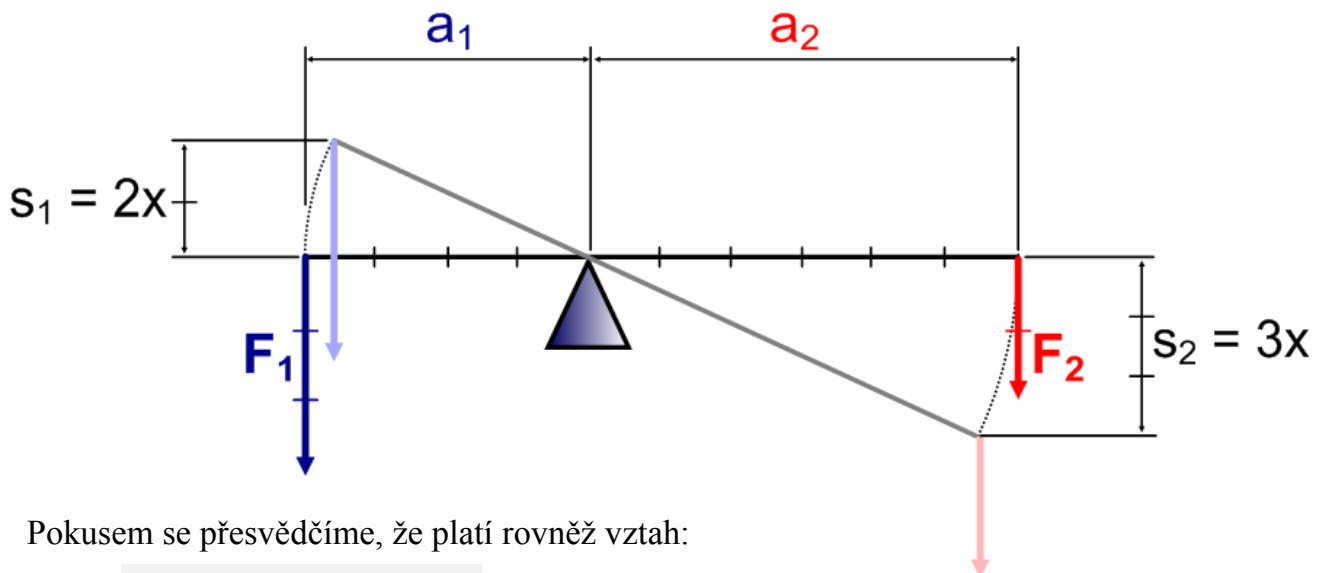
### ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $m = 55 \text{ kg}$ $h = 3 \text{ m}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h = 55 \cdot 10 \cdot 3 = \mathbf{1\ 650\ J}$	
<b>Odpověď:</b> Žák vykoná práci 1 650 J.		
2) $m = 5 \text{ kg}$ $h = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h = 5 \cdot 10 \cdot 1,6 = \mathbf{80\ J}$	
<b>Odpověď:</b> Vykonáme práci 80 J.		
3) $F = 200 \text{ N}$ $s = 0,2 \text{ km} = 200 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s = 200 \cdot 200 = 40\ 000 \text{ J} = \mathbf{40\ kJ}$	
<b>Odpověď:</b> Chlapec vykonal práci 40 kJ.		
4) $F = 120 \text{ kN} = 120\ 000 \text{ N}$ $s = 15 \text{ km} = 15\ 000 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s = 120\ 000 \cdot 15\ 000 = 1\ 800\ 000\ 000 \text{ J}$ $W = \mathbf{1,8\ GJ}$	
<b>Odpověď:</b> Elektrická lokomotiva vykoná práci 1,8 GJ.		
5) $h = 11,5 \text{ m}$ $W = 34,5 \text{ kJ} = 34\ 500 \text{ J}$ $m = ?$	$W = m \cdot g \cdot h$ $34\ 500 = m \cdot 10 \cdot 11,5$	$34\ 500 = 115 \cdot m \quad /: 115$ $m = \mathbf{300\ kg}$
<b>Odpověď:</b> Hmotnost nákladu byla 300 kg.		

## VÝPOČET PRÁCE NA PÁCE:

Rovnováha na páce nastává, jestliže platí vztah:

$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$



Pokusem se přesvědčíme, že platí rovněž vztah:

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

$$F_1 = 3 \text{ N}$$

$$s_1 = 2x$$

$$F_2 = 2 \text{ N}$$

$$s_2 = 3x$$

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

$$3 \cdot 2x = 2 \cdot 3x$$

$$6x = 6x$$

$$W_1 = W_2$$

## ZÁVĚR:

- Práce vykonané na obou stranách páky jsou stejně velké.
- Při zdvihání tělesa pomocí páky vykonáme stejnou práci jako při jeho zdvihání bez pomoci páky.
- Pomocí páky si práci pouze usnadníme → Působíme menší silou po větší dráze.

## ŘEŠENÁ ÚLOHA Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 10, příklad:

Určete práci, kterou vykonáme při přímém zdvihání kamene o hmotnosti **72 kg** do výšky **20 cm**.

Jakou práci vykonáme při zdvihání stejného kamene pomocí páčidla, jestliže ruka působí na konec páčidla silou **240 N** po dráze **0,6 m**?

PŘÍMÉ ZDVIHÁNÍ		ZDVIHÁNÍ POMOCÍ PÁČIDLA (PÁKY)	
$m = 72 \text{ kg}$	$W = m \cdot g \cdot h$	$F = 240 \text{ N}$	$W = F \cdot s$
$h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$	$W = 72 \cdot 10 \cdot 0,2$	$s = 0,6 \text{ m}$	$W = 240 \cdot 0,6$
$W = ?$	$W = \mathbf{144 \text{ J}}$	$W = ?$	$W = \mathbf{144 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> V obou případech vykonáme stejnou práci 144 J.			

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 12, úlohy 1 – 3:

1) a) Jakou vykonáme práci při přeštípnutí drátu, jestliže ruka na konci kleští působí silou **60 N** po dráze **2 cm**?

b) Jak silný je drát, jestliže na něj působí kleště silou **800 N**?

2) a) Jakou vykonáme práci při otvírání víčka od piva, jestliže ruka působí na otvírák silou **18 N** po dráze **5 cm**?

b) Jakou silou je nadzdvihováno víčko, jestliže se jeho okraj při otvírání zvedne o **6 mm**?

3) a) Při brzdění pomocí ruční brzdy v osobním automobilu působí ruka na rukojeť silou **25 N** po dráze **20 cm**. Jakou práci při tom vykoná?

b) Jakou silou působí brzda na brzdové zařízení, jestliže ho posune o **0,5 cm**?

### ŘEŠENÍ ÚLOH:

1a) $F = 60 \text{ N}$ $s = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s$ $W = 60 \cdot 0,02$ $W = \mathbf{1,2 \text{ J}}$	1b) $W = 1,2 \text{ J}$ $F = 800 \text{ N}$ $s = ?$	$W = F \cdot s$ $1,2 = 800 \cdot s \quad /: 800$ $s = 0,0015 \text{ m}$ $s = \mathbf{1,5 \text{ mm}}$
<b>Odpověď:</b>	a) Při přeštípnutí drátu vykonáme práci 1,2 J. b) Drát je silný 1,5 mm.		

2a) $F = 18 \text{ N}$ $s = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s$ $W = 18 \cdot 0,05$ $W = \mathbf{0,9 \text{ J}}$	2b) $W = 0,9 \text{ J}$ $s = 6 \text{ mm} = 0,006 \text{ m}$ $F = ?$	$W = F \cdot s$ $0,9 = F \cdot 0,006 \quad /: 0,006$ $F = \mathbf{150 \text{ N}}$
<b>Odpověď:</b>	a) Při otvírání víčka vykonáme práci 0,9 J. b) Víčko je nadzdvihováno silou 150 N.		

3a) $F = 25 \text{ N}$ $s = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s$ $W = 25 \cdot 0,2$ $W = \mathbf{5 \text{ J}}$	3b) $W = 5 \text{ J}$ $s = 0,5 \text{ cm} = 0,005 \text{ m}$ $F = ?$	$W = F \cdot s$ $5 = F \cdot 0,005 \quad /: 0,005$ $F = 1\,000 \text{ N}$ $F = \mathbf{1 \text{ kN}}$
<b>Odpověď:</b>	a) Ruka vykoná práci 5 J. b) Brzda působí silou 1 kN.		

## VÝPOČET PRÁCE NA KLADCE PEVNÉ:

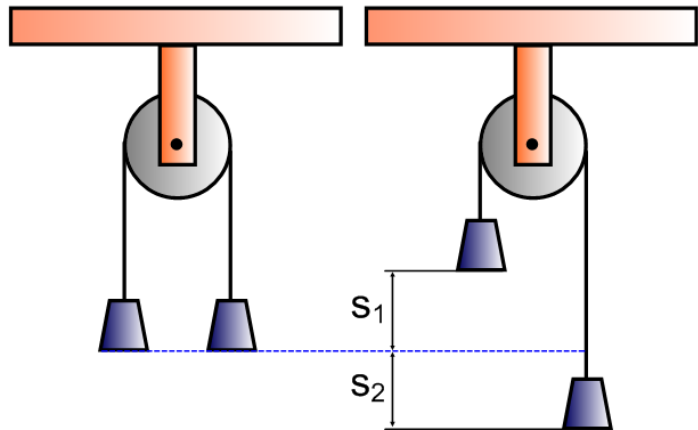
Na kladce pevné nastane rovnováha, jestliže na obou koncích lana působí stejně velké síly:

$$F_1 = F_2$$

Posuneme-li silou  $F$  jedno závaží výše, druhé závaží se posune níže o stejnou dráhu  $\Rightarrow s_1 = s_2$

$$F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

$$W_1 = W_2$$



### ZÁVĚR:

- Práce vykonané na obou stranách kladky jsou stejně velké.
- Při zvedání tělesa pomocí kladky pevné vykonáme stejnou práci jako při jeho zvedání bez pomoci kladky pevné  $\rightarrow$  Působíme stejnou silou po stejné dráze.

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 12, úlohy 4 – 5:

4) a) Dělník na stavbě zdvihá pomocí kladky pevné cihlový blok o hmotnosti **24 kg** do výšky **7 m**. Jakou práci při tom vykoná?

b) Jakou by vykonal práci, kdyby cihlu nesl do stejné výšky po žebříku? Hmotnost dělníka je **75 kg**.

5) Při vytahování traktoru zapadlého do rozmočeného pole (pomocí jeřábu přes pevnou kladku) navinul jeřáb **6 m** lana a tahová síla působící na lano byla **25 kN**.

a) O jakou vzdálenost popotáhl jeřáb zapadlý traktor?

b) Jakou práci při tom vykonal?

### ŘEŠENÍ ÚLOH:

4a)	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = 24 \cdot 10 \cdot 7$ $W = \mathbf{1680 \text{ J}}$	4b)	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = 99 \cdot 10 \cdot 7$ $W = \mathbf{6930 \text{ J}}$
$m = 24 \text{ kg}$ $h = 7 \text{ m}$ $W = ?$		$m = 75 + 24 = 99 \text{ kg}$ $h = 7 \text{ m}$ $W = ?$	
<b>Odpověď:</b>	a) Dělník vykoná práci 1 680 J. b) Stoupáním po žebříku by vykonal práci 6 930.		

5a)	5b)	$W = F \cdot s$ $W = 25\ 000 \cdot 6$ $W = 150\ 000\ \text{J}$ $W = \mathbf{150\ \text{kJ}}$
$s_1 = s_2 = \mathbf{6\ \text{m}}$	$s = 6\ \text{m}$ $F = 25\ \text{kN} = 25\ 000\ \text{N}$ $W = ?$	
<b>Odpověď:</b>	a) Jeřáb popotáhl zapadlý traktor o vzdálenost 6 m. b) Jeřáb vykonal práci 150 kJ.	

## VÝPOČET PRÁCE NA JEDNODUCHÉM KLADKOSTROJI:

Nejjednodušší kladkostroj vznikne složením jedné kladky pevné a jedné kladky volné:

Při zvedání tělesa působíme poloviční silou než je tíha tělesa a volné kladky:

$$\mathbf{F} = \frac{\mathbf{G}}{2}$$

Síla ruky působí po dvojnásobné dráze než je dráha tělesa.

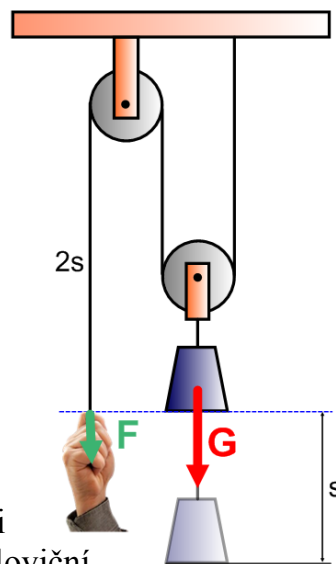
Potom:  $W_1 = F \cdot 2s = \frac{G}{2} \cdot 2s = G \cdot s$

$$W_2 = G \cdot s$$

$$\mathbf{W_1 = W_2}$$

### ZÁVĚR:

- Při zvedání tělesa pomocí kladkostroje vykonáme stejnou práci jako při jeho zvedání bez použití kladkostroje → Působíme poloviční silou po dvojnásobné dráze.



### ÚLOHA:

Pomocí kladkostroje složeného z pevné a volné kladky se zvedá těleso o hmotnosti **50 kg** do výšky **1,5 m**. Tření v osách a žlábků kladek neuvažujeme.

- Jak velkou silou působíme na volný konec lana?
- Jak velkou práci vykonáme?

### ŘEŠENÍ ÚLOHY:

a) $m = 50\ \text{kg}$ $F = ?$	$F = \frac{G}{2} = \frac{m \cdot g}{2} = \frac{50 \cdot 10}{2} = \mathbf{250\ \text{N}}$	b) $F = 250\ \text{N}$ $s = 2h = 2 \cdot 1,5 = 3\ \text{m}$ $W = ?$	$W = F \cdot s$ $W = 250 \cdot 3$ $W = \mathbf{750\ \text{J}}$
<b>Odpověď:</b>	a) Na volný konec lana působíme silou 250 N. b) Vykonáme práci 750 J.		



## NEŘEŠENÁ ÚLOHA Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 14, úloha 1:

Automechanik zdvihá motor osobního automobilu o hmotnosti **80 kg** pomocí kladkostroje do výšky **1 m**.

Jakou silou působil na konec lana, jestliže jeho odvinutá část má délku 4 m?

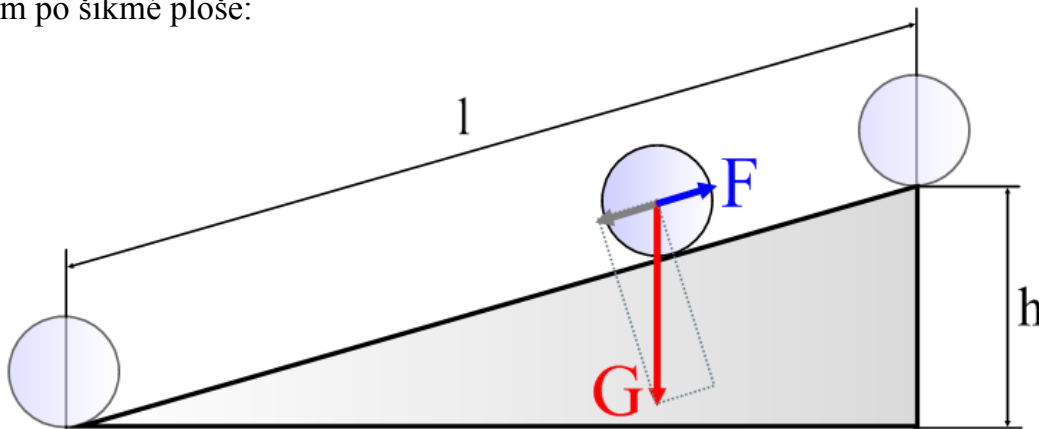
Hmotnost volných kladek zanedbáváme.

### ŘEŠENÍ ÚLOHY:

$m = 80 \text{ kg}$ $1 \text{ m} \leftrightarrow 4 \text{ m} \dots\dots 4 \text{ kladky (2 volné)}$ $F = ?$	$F = \frac{G}{4} = \frac{m \cdot g}{4} = \frac{80 \cdot 10}{4} = \frac{800}{4} = \mathbf{200 \text{ N}}$
<b>Odověď:</b> Automechanik působil na konec lana silou 200 N.	

### VÝPOČET PRÁCE NA NAKLONĚNÉ ROVINĚ:

Nakloněná rovina slouží k přesouvání těles do určité výšky posuvným nebo valivým pohybem po šikmé ploše:



Práce vykonaná při přímém zvedání tělesa .....  $W_1 = G \cdot h$

Práce vykonaná při pohybu tělesa po nakloněné rovině .....  $W_2 = F \cdot l$

Při zvedání tělesa pomocí nakloněné roviny vykonáme stejnou práci jako při jeho zvedání bez použití nakloněné roviny:	<b>ZLATÉ PRAVIDLO MECHANIKY:</b>
$W_1 = W_2$ $G \cdot h = F \cdot l \quad \Rightarrow \quad \mathbf{F = \frac{G \cdot h}{l}}$	Pomocí jednoduchých strojů nelze práci ušetřit, pouze si ji usnadníme.

## NEŘEŠENÁ ÚLOHA Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

### ☞ Str. 14, úloha 2:

a) Jakou práci vykonají řidič se závozníkem, jestliže zvednou bednu o hmotnosti **100 kg** na ložnou plochu nákladního automobilu, tj. do výšky **1,2 m**?

b) Jakou silou by tlačil řidič stejnou bednu na ložnou plochu po šikmém prkně, které je dlouhé **3,6 m**?

Tření mezi prknem a bednou zanedbáváme.

### ŘEŠENÍ ÚLOHY:

a) $m = 100 \text{ kg}$ $h = 1,2 \text{ m}$ $W = ?$	$W = m \cdot g \cdot h$ $W = 100 \cdot 10 \cdot 1,2$ $W = \mathbf{1\,200 \text{ J}}$	b) $W = 1\,200 \text{ J}$ $l = 3,6 \text{ m}$ $F = ?$	$W = F \cdot l$ $1\,200 = F \cdot 3,6 \quad /: 3,6$ $F = \mathbf{333,3 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b>	a) Řidič se závozníkem vykonají práci 1 200 J. b) Řidič by tlačil bednu silou přibližně 333,3 J.		

### ÚLOHY K PROCVIČOVÁNÍ

1) Použitím líhy (obvykle dvě rovnoběžné, pevně spojené klády) o délce **8 m** se má zvednout těleso o tíze **1 kN** do výšky **2 m**.

a) Jak velké síly je k tomu zapotřebí (tření zanedbáváme)?

b) Jak velká práce se při tom vykoná?

2) Na fošně (silné prkno) dlouhé **4 m**, jejíž jeden konec je na zemi a druhý nad ní ve výšce **60 cm**, je sud o hmotnosti **120 kg**.

Jakou silou jej udržíme v rovnováze?

### ŘEŠENÍ ÚLOH:

1a) $l = 8 \text{ m}$ $G = 1 \text{ kN} = 1\,000 \text{ N}$ $h = 2 \text{ m}$ $F = ?$	$G \cdot h = F \cdot l$ $1\,000 \cdot 2 = F \cdot 8$ $F = 2\,000 : 8$ $F = \mathbf{250 \text{ N}}$	1b) $F = 250 \text{ N}$ $l = 8 \text{ m}$ $W = ?$	$W = F \cdot l$ $W = 250 \cdot 8$ $W = 2\,000 \text{ J} = \mathbf{2 \text{ kJ}}$
<b>Odpověď:</b>	a) Ke zvednutí tělesa je zapotřebí síly o velikosti 250 N. b) Zvednutím tělesa se vykoná práce 2 kJ.		

2) $l = 4 \text{ m}$ $h = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$ $m = 120 \text{ kg} \Rightarrow G = 1\,200 \text{ N}$	$G \cdot h = F \cdot l$ $1\,200 \cdot 0,6 = F \cdot 4 \quad /: 4$ $F = \mathbf{180 \text{ N}}$
<b>Odpověď:</b> Sud na fošně udržíme v rovnováze silou 180 N.	

## VÝKON

### ÚLOHA Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 15, příklad:

Žák vezme kouli o hmotnosti **4 kg**, kterou atleti používají na vrh.

- a) V 1. sérii zdvihů ji zvedne **10krát** nad hlavu **pomalů**.  
 b) V 2. sérii zdvihů ji zvedne **10krát** nad hlavu **co nejrychleji**.

Změřili jsme čas, po který žák zvedání prováděl.

Údaje v úloze jsou převzaty z příkladu řešeného v učebnici na str. 16.

Protože žák vykonal v obou případech stejnou práci, vypočítáme tedy jeho VÝKON P, který je určen podílem práce a času, za který byla tato práce vykonána.

1. SÉRIE ZDVIHŮ		2. SÉRIE ZDVIHŮ	
m = 4 kg h = 1 m t <sub>1</sub> = 30 s P = ?	$P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{m \cdot g \cdot 10h}{t_1}$ $P_1 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1}{30} \doteq \mathbf{13,3\ W}$	m = 4 kg h = 1 m t <sub>2</sub> = 6 s P = ?	$P_2 = \frac{W}{t_2} = \frac{m \cdot g \cdot 10h}{t_2}$ $P_2 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1}{6} \doteq \mathbf{66,7\ W}$

**Odpověď:** Při pomalém zvedání koule měl žák výkon přibližně 13,3 W, při rychlém zvedání asi 66,7 W ⇒ Podal větší výkon.

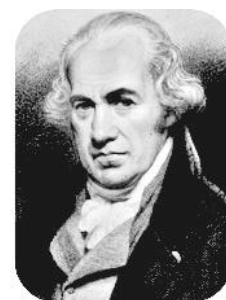
Výkon jsme počítali podle vzorce → 
$$\mathbf{P = \frac{W}{t} = \frac{\text{PRÁCE}}{\text{ČAS}}}$$

Jednotkou výkonu je **WATT [W]**

**1 W** je výkon, při kterém se práce **1 J** vykoná za **1 s** .....  $\left[ \mathbf{W = \frac{J}{s}} \right]$

Protože WATT je jednotka poměrně malá, používáme často její násobky:

Kilowatt	1 kW = 1 000 W
Megawatt	1 MW = 1 000 kW = 1 000 000 W



**James Watt**  
(1736 – 1819)

### ÚPRAVOU VZORCE MŮŽEME ODVODIT UŽITEČNÉ VZTAHY:

$\mathbf{P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v}$	$\mathbf{P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t}$
Výkon vypočítáme, když velikost stálé síly vynásobíme rychlostí rovnoměrného pohybu.	Práci vypočítáme, když stálý výkon vynásobíme časem.

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

### ☞ Str. 17, úlohy 1 – 9:

- 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) Vypočítejte 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**?
- 5) Zahradník zalévá zahrádku vodou z konve. Vodu čerpá ze studny z **pětimetrové** hloubky. Načerpání vody ruční pumpou do **osmilitrového** vědra mu trvá přibližně **40 sekund**. Pomocí elektrického čerpadla to zvládne za pouhých **10 sekund**.
  - a) Jaký výkon má zahradník při ručním čerpání?
  - b) Jaký výkon má 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 km/h**?
- 9) Jakou maximální rychlost může docílit osobní automobil, jehož motor má výkon **44 kW** a vyvine tahovou sílu o velikosti **1 100 N**?

### ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $s = 2,5 \text{ m}$ $F = 15 \text{ kN} = 15\,000 \text{ N}$ $t = 30 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{15\,000 \cdot 2,5}{30} \doteq \mathbf{1\,250 \text{ W}}$
<b>Odpověď:</b> Zdviž má výkon 1 250 W.	
2) $m = 8 \cdot 50 \text{ kg} = 400 \text{ kg}$ $h = 6 \text{ m}$ $t = 15 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{400 \cdot 10 \cdot 6}{15} = \mathbf{1\,600 \text{ W}}$
<b>Odpověď:</b> Motor výtahu má výkon 1 600 W.	

3) $m = 165 \text{ kg}$ $h = 2 \text{ m}$ $t = 22 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{165 \cdot 10 \cdot 2}{22} = \mathbf{150 \text{ W}}$	
<b>Odpověď:</b> Vzpěrač má výkon 150 W.		<b>Poznámka:</b> Zdvihání probíhá ve dvou fázích, proto je výkon poměrně malý.
4) $m = 85 \text{ kg}$ $h = 25 \text{ m}$ $t = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{85 \cdot 10 \cdot 25}{1800} = \mathbf{11,8 \text{ W}}$	
<b>Odpověď:</b> Horolezec má výkon 11,8 W.		<b>Poznámka:</b> Malý výkon je zapříčiněn velmi pomalým výstupem po stěně.
5)	<b>ZAHRADNÍK</b>  $h = 5 \text{ m}$ $m = 8 \text{ kg}$ $t = 40 \text{ s}$  $P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$ $P = \frac{8 \cdot 10 \cdot 5}{40} = \mathbf{10 \text{ W}}$	<b>ČERPADLO</b>  $h = 5 \text{ m}$ $m = 8 \text{ kg}$ $t = 10 \text{ s}$  $P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}$ $P = \frac{8 \cdot 10 \cdot 5}{10} = \mathbf{40 \text{ W}}$
<b>Odpověď:</b> Zahradník má výkon 10 W, čerpadlo 40 W.		
6) $P = 200 \text{ W}$ $t = 24 \text{ h} = 24 \cdot 3600 \text{ s} = 86400 \text{ s}$ $W = ?$	$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t$ $W = 200 \cdot 86400 = 17280000 \text{ J}$ $W = \mathbf{17,28 \text{ MJ}}$	
<b>Odpověď:</b> Motor větráku vykoná každý den práci 17,28 MJ.		
7) $P = 25 \text{ kW} = 25000 \text{ W}$ $s = 24 \text{ m}$ $t = 30 \text{ s}$ $F = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} \Rightarrow P \cdot t = F \cdot s$ $25000 \cdot 30 = F \cdot 24$ $F = 750000 : 24 = 31250 \text{ N} = \mathbf{31,25 \text{ kN}}$	
<b>Odpověď:</b> Lano navijáku je napínáno silou 31,25 kN.		
8) $F = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$ $v = 20 \text{ km/h} = 5,5556 \text{ m/s}$ $P = ?$	$P = F \cdot v = 10000 \cdot 5,5556 = 55556 \text{ W}$ $P = \mathbf{55,6 \text{ kW}}$	
<b>Odpověď:</b> Traktor má výkon 55,6 kW.		

<p>9) <math>P = 44 \text{ kW} = 44\,000 \text{ W}</math>  <math>F = 1\,100 \text{ N}</math>  <math>v = ?</math></p>	<p><math>P = F \cdot v</math>  <math>44\,000 = 1\,100 \cdot v \quad /: 1\,100</math>  <math>v = 40 \text{ m/s} = \mathbf{144 \text{ km/h}}</math></p>
<p><b>Odpořdř:</b> Osobnř automobil mřže docřlit maximálnř rychlost 144 km/h.</p>	

## řLOHY K PROCVIřOVÁNř

- 1) Dřlnřk vynesl brařnu s nřradřm o hmotnosti **15 kg** do vřšky **9 m** za **1,5** minuty. Určete dřlnřkřv vřkon, je-li hmotnost jeho řtřla **90 kg**.
- 2) Nřkladnř automobil jel po vodorovnř přřmř silnici po dobu **25 minut**, přřemř mřl jeho motor střlř vřkon **120 kW**. Jakou přaci motor vykonal?
- 3) Jakou přaci vykonř elektrickř lokomotiva za **2 hodiny** jřzdy přř střlřm vřkonu **2,5 MW**?
- 4) Traktor třhne přřvřs střlou silou **16 kN** přř střlř rychlosti **9 km/h**. Jakř vřkon musř vyvinout motor traktoru?
- 5) Motor jeřřbu mř vřkon **7,8 kW**. Jakou maximálnř hmotnost mřže mřt řtřlo zvednutř jeřřbem za **1 s** do vřšky **0,3 m**?
- 6) Motor jeřřbu mř maximálnř vřkon **9 kW**. Jak dlouho mu potrvř zvednutř řtřlo o hmotnosti **12 tun** do vřšky **9 metrř** rovnomřrnřm pohybem?
- 7) Vypořitejte vřkon motoru vřtahu, jestliže zdvihl nřklad o hmotnosti **400 kg** do vřšky **6 m** za **15 sekund**.
- 8) Jakř vřkon mř vzpěrař (v nadhozu), kterř vzepřel řinku o hmotnosti **150 kg** do vřšky **210 cm** za **18 sekund**?
- 9) Elektromotor zvedř kabinu vřtahu o hmotnosti **380 kg** rovnomřrnřm pohybem rychlostř **3 m/s**. S jakřm vřkonem pracoval elektromotor?
- 10) Řtřlo o hmotnosti **50 kg** se mř zvednout do vřře **15 m** za **25 s**. Jakř nejmenř vřkon je k tomu potřeba?
- 11) Automobil se pohybuje rychlostř **72 km/h**, jeho tařnř sila je **1 200 N**. Jakř vřkon mř motor automobilu?

## ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $m = 90 + 15 = 105 \text{ kg}$ $h = 9 \text{ m}$ $t = 1,5 \text{ min} = 90 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{105 \cdot 10 \cdot 9}{90} \doteq \mathbf{105 \text{ W}}$
<b>Odpověď:</b> Dělníkův výkon byl 105 W.	

2) $t = 25 \text{ min} = 1\,500 \text{ s}$ $P = 120 \text{ kW} = 120\,000 \text{ W}$ $W = ?$	$P = \frac{W}{t} \Rightarrow W = P \cdot t$ $W = 120\,000 \cdot 1\,500 = 180\,000\,000 \text{ J} = \mathbf{180 \text{ MJ}}$
<b>Odpověď:</b> Motor automobilu vykonal práci 180 MJ.	

3) $t = 2 \text{ h} = 7\,200 \text{ s}$ $P = 2,5 \text{ MW} = 2\,500\,000 \text{ W}$ $W = ?$	$W = P \cdot t = 2\,500\,000 \cdot 7\,200$ $W = 18\,000\,000\,000 \text{ J} = \mathbf{18 \text{ GJ}}$
<b>Odpověď:</b> Elektrická lokomotiva vykoná práci 18 GJ.	

4) $F = 16 \text{ kN} = 16\,000 \text{ N}$ $v = 9 \text{ km/h} = 2,5 \text{ m/s}$ $P = ?$	$P = F \cdot v = 16\,000 \cdot 2,5 = 40\,000 \text{ W} = \mathbf{40 \text{ kW}}$
<b>Odpověď:</b> Motor traktoru musí vyvinout výkon 40 kW.	

5) $P = 7,8 \text{ kW} = 7\,800 \text{ W}$ $t = 1 \text{ s}$ $h = 0,3 \text{ m}$ $m = ?$	$W = \dots\dots\dots m \cdot g \cdot h = P \cdot t$ $m \cdot 10 \cdot 0,3 = 7\,800 \cdot 1$ $m = 7\,800 : 3$ $m = 2\,600 \text{ kg} = \mathbf{2,6 \text{ t}}$
<b>Odpověď:</b> Těleso může mít hmotnost maximálně 2,6 tuny.	

6) $P = 9 \text{ kW} = 9\,000 \text{ W}$ $m = 12 \text{ t} = 12\,000 \text{ kg}$ $h = 9 \text{ m}$ $t = ?$	$m \cdot g \cdot h = P \cdot t$ $12\,000 \cdot 10 \cdot 9 = 9\,000 \cdot t$ $t = 1\,080\,000 : 9\,000$ $t = 120 \text{ s} = \mathbf{2 \text{ min}}$
<b>Odpověď:</b> Zvednutí tělesa jeřábu potrvá 2 minuty.	

7) $m = 400 \text{ kg}$ $h = 6 \text{ m}$ $t = 15 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{400 \cdot 10 \cdot 6}{15} = \mathbf{1\ 600\ W}$
<b>Odpověď:</b> Výkon motoru výtahu je 1 600 W.	

8) $m = 150 \text{ kg}$ $h = 210 \text{ cm} = 2,1 \text{ m}$ $t = 18 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{150 \cdot 10 \cdot 2,1}{18} = \mathbf{175\ W}$
<b>Odpověď:</b> Vzpěrač má výkon 175 W.	

9) $m = 380 \text{ kg} \rightarrow G = 3\ 800 \text{ N}$ $v = 3 \text{ m/s} \quad G = F$ $P = ?$	$P = F \cdot v = 3\ 800 \cdot 3 = 11\ 400 \text{ W} = \mathbf{11,4\ kW}$
<b>Odpověď:</b> Elektromotor výtahu pracoval s výkonem 11,4 kW.	

10) $m = 50 \text{ kg}$ $h = 15 \text{ m}$ $t = 25 \text{ s}$ $P = ?$	$P = \frac{W}{t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{50 \cdot 10 \cdot 15}{25} = \mathbf{300\ W}$
<b>Odpověď:</b> Ke zvednutí tělesa je zapotřebí výkon minimálně 300 W.	

11) $v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ $F = 1\ 200 \text{ N}$ $P = ?$	$P = F \cdot v = 1\ 200 \cdot 20 = 24\ 000 \text{ W} = \mathbf{24\ kW}$
<b>Odpověď:</b> Motor automobilu má výkon 24 kW.	

### HISTORICKÁ POZNÁMKA:

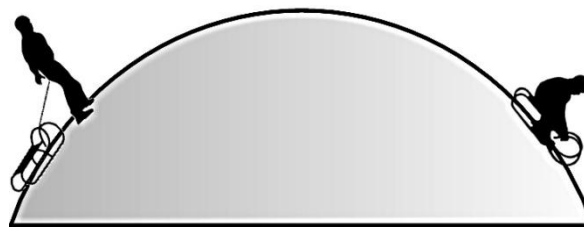
Ještě dnes obvykle udáváme výkon automobilového motoru v **koňských silách** HP (z anglického HORSE-POWER). Jednotku zavedl skotský mechanik James Watt, když chtěl na konci 18. století prodávat své parní stroje a potřeboval pro zákazníky srovnání s výkonem běžně užívaných zvířat.

Do roku 1980 se u nás používala podobná jednotka **kůň** (k), přičemž  $1\text{k} \doteq 735\text{W}$ . Jednotka **watt** byla zavedena až na elektrochemickém kongresu v Chicagu v roce 1893.



## ENERGIE

Konáním práce dochází ke změně ENERGIE.

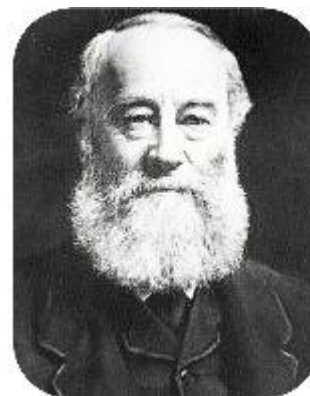


Chlapec táhne sáně do kopce.	Chlapec stanul na vrcholu kopce.	Chlapec jede na saních z kopce dolů.
Koná práci, protože působí silou po dráze.	Vykonaná práce je „uložena“ ve formě POLOHOVÉ ENERGIE.	Polohová energie se mění na ENERGII POHYBOVOU.
$W = F \cdot s = m \cdot g \cdot h$	$E_p = W$	$E_k = E_p$

Jednotkou energie je **JOULE [J]**

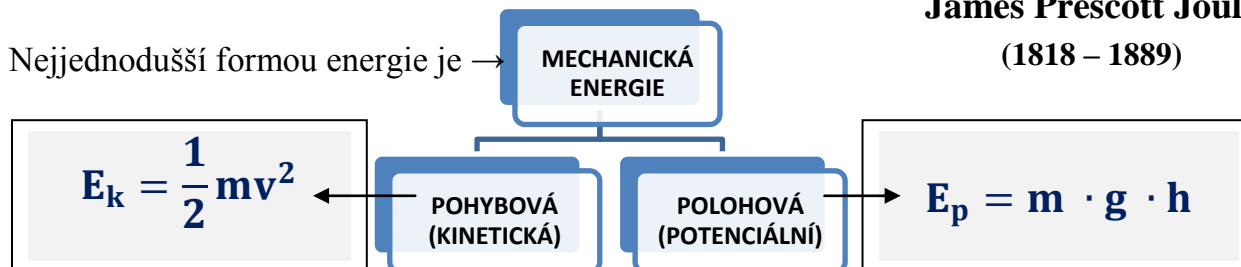
U potravin se setkáváme s energetickou hodnotou vyjádřenou ve starších jednotkách:

KALORIE	KILOKALORIE
cal	kcal
	1 kcal = 4 186,8 J = 4,1868 kJ 1 kJ = 0,2388 kcal



**James Prescott Joule**  
(1818 – 1889)

Nejjednodušší formou energie je →



POLOHOVÁ ENERGIE		POHYBOVÁ ENERGIE
= Energie tělesa zdviženého v gravitačním poli.		= Energie pohybujícího se tělesa.
POLOHOVÁ ENERGIE PRUŽNOSTI	= Energie natažené nebo stačené pružiny.	
	= Energie stlačeného plynu.	
	= Energie zdeformovaného pružného tělesa.	

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 23, úlohy 1 – 3:

- 1) Jak velkou polohovou energii má polystyrenová deska o hmotnosti **0,20 kg** a jakou vědro s barvou o hmotnosti **12 kg**, leží-li obě tato tělesa na lešení ve výšce **8 m**?
- 2) Jak velkou polohovou energii získá kladivo o hmotnosti **300 g**, jestliže ho při zaklepávání hřebíku zvedneme do výšky **50 cm**?
- 3) Při natahování gumového praku působí ruka průměrnou silou **40 N** a protáhne gumu o **10 cm**. Jak velkou polohovou energii získá guma praku?

### ŘEŠENÍ ÚLOH:

1)	POLYSTYRENOVÁ DESKA	VĚDRO S BARVOU	
$m = 0,2 \text{ kg}$ $h = 8 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,2 \cdot 10 \cdot 8$ $E_p = \mathbf{16 \text{ J}}$	$m = 12 \text{ kg}$ $h = 8 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 12 \cdot 10 \cdot 8$ $E_p = \mathbf{960 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Polystyrenová deska má polohovou energii 16 J, vědro s barvou 960 J (má větší hmotnost).			

2) $m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$ $h = 50 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = W = m \cdot g \cdot h = 0,3 \cdot 10 \cdot 0,5 = \mathbf{1,5 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Kladivo získá polohovou energii o velikosti 1,5 J.	

3) $F = 40 \text{ N}$ $s = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = W = F \cdot s = 40 \cdot 0,1 = \mathbf{4 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Guma praku získá polohovou energii o velikosti 4 J.	

### ÚLOHA:

Automobil má hmotnost **1 300 kg** a pohybuje se stálou rychlostí **126 km/h**. Určete jeho pohybovou energii.

### ŘEŠENÍ ÚLOHY:

$m = 1\,300 \text{ kg}$ $v = 126 \text{ km/h} = 35 \text{ m/s}$ $E_k = ?$	$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1300 \cdot 35^2 = \mathbf{796\,250 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Pohybová energie automobilu je 796 250 J.	

## ÚLOHY K PROCVIČOVÁNÍ

- 1) Obyvatel patrového domu vyjel výtahem z prvního do třetího poschodí. O kolik se zvýšila jeho polohová energie, má-li hmotnost **80 kg** a vzdálenost mezi sousedními patry je **3 m**?
- 2) Jakou měla sekera pohybovou energii těsně před dopadem na špalek, jestliže do něj narazila silou **700 N** a pronikla do hloubky **15 cm**?
- 3) Panel o hmotnosti **400 kg** byl vyzvednut jeřábem svisle vzhůru do výšky **13 metrů**. O kolik kJ se zvětšila jeho polohová energie?
- 4) Nákladní automobil o hmotnosti **12 tun** jede rychlostí **72 km/h**. Jakou má kinetickou energii?
- 5) Sousední podlaží obytného domu jsou od sebe vzdálena **4 metry**. Kabina výtahu o hmotnosti **500 kg** vystoupí z přízemí do 5. patra. O kolik kJ se zvětší její polohová energie?
- 6) Střela o hmotnosti **20 gramů** letící rychlostí **400 m/s** prolétne nehybnou dřevěnou deskou a sníží tím svou rychlost na **100 m/s**. O jakou hodnotu se kinetická energie střely snížila?
- 7) Vzdálenost hladiny přehradního jezera od hladiny vody v řece je **52 m**. Voda o objemu **1 m<sup>3</sup>** padá z povrchové vrstvy přehradního jezera do řeky pod přehradou. Určete změnu polohové energie této vody.
- 8) Střela o hmotnosti **20 gramů** narazí rychlostí **600 m/s** na dřevěnou stěnu, prorazí ji a letí dále rychlostí **200 m/s**. Určete práci, kterou střela proražením stěny vykonala.
- 9) Do jaké výšky nad zatloukaný kůl je nutno zvednout kladivo o hmotnosti **5 kg**, aby se jeho polohová energie zvětšila o **40 J**?

## ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $m = 80 \text{ kg}$ $h = 2 \cdot 3 \text{ m} = 6 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 10 \cdot 6 = 4\,800 \text{ J} = \mathbf{4,8 \text{ kJ}}$
<b>Odpověď:</b> Polohová energie obyvatele domu se zvýšila o 4,8 kJ.	
2) $F = 700 \text{ N}$ $s = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$ $E_k = ?$	$E_k = W = F \cdot s = 700 \cdot 0,15 = \mathbf{105 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Sekera měla pohybovou energii 105 J.	

3) $m = 400 \text{ kg}$ $h = 13 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 400 \cdot 10 \cdot 13 = 52\,000 \text{ J}$ $E_p = \mathbf{52 \text{ kJ}}$
--	---

**Odpověď:** Polohová energie panelu se zvýšila o 52 kJ.

4) $m = 12 \text{ t} = 12\,000 \text{ kg}$ $v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ $E_k = ?$	$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 12\,000 \cdot 20^2 = 2\,400\,000 \text{ J}$ $E_k = \mathbf{2,4 \text{ MJ}}$
---	---

**Odpověď:** Nákladní automobil má kinetickou energii 2,4 MJ.

5) $m = 500 \text{ kg}$ $h = 5 \cdot 4 \text{ m} = 20 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 500 \cdot 10 \cdot 20 = 100\,000 \text{ J}$ $E_p = \mathbf{100 \text{ kJ}}$
--	---

**Odpověď:** Polohová energie kabiny výtahu se zvýšila o 100 kJ.

6) $m = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$ $v_1 = 400 \text{ m/s}$ $v_2 = 100 \text{ m/s}$ $E_k = ?$	$E_k = \frac{1}{2} m \cdot (v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} \cdot 0,02 \cdot (400^2 - 100^2)$ $E_k = 0,01 \cdot 150\,000 = 1\,500 \text{ J} = \mathbf{1,5 \text{ kJ}}$
--	--

**Odpověď:** Kinetická energie střely se snížila o 1,5 kJ.

7) $V = 1 \text{ m}^3 \rightarrow m = 1\,000 \text{ kg}$ $h = 52 \text{ m}$ $E_p = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 1\,000 \cdot 10 \cdot 52 = 520\,000 \text{ J}$ $E_p = \mathbf{520 \text{ kJ}}$
---	--

**Odpověď:** Polohová energie vody se sníží o 520 kJ.

8) $m = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$ $v_1 = 600 \text{ m/s}$ $v_2 = 200 \text{ m/s}$ $W = ?$	$W = E_k = \frac{1}{2} m \cdot (v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2} \cdot 0,02 \cdot (600^2 - 200^2)$ $W = 0,01 \cdot 320\,000 = 3\,200 \text{ J} = \mathbf{3,2 \text{ kJ}}$
--	--

**Odpověď:** Střela vykonala práci 3,2 kJ.

9) $m = 5 \text{ kg}$ $E_p = 40 \text{ J}$ $h = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{E_p}{m \cdot g} = \frac{40}{5 \cdot 10} = \frac{40}{50} = 0,8 \text{ m}$ $h = \mathbf{80 \text{ cm}}$
--	---

**Odpověď:** Kladivo je nutno zvednout do výšky 80 cm nad zatloukaný kůl.

## PŘEMĚNY MECHNICKÉ ENERGIE:

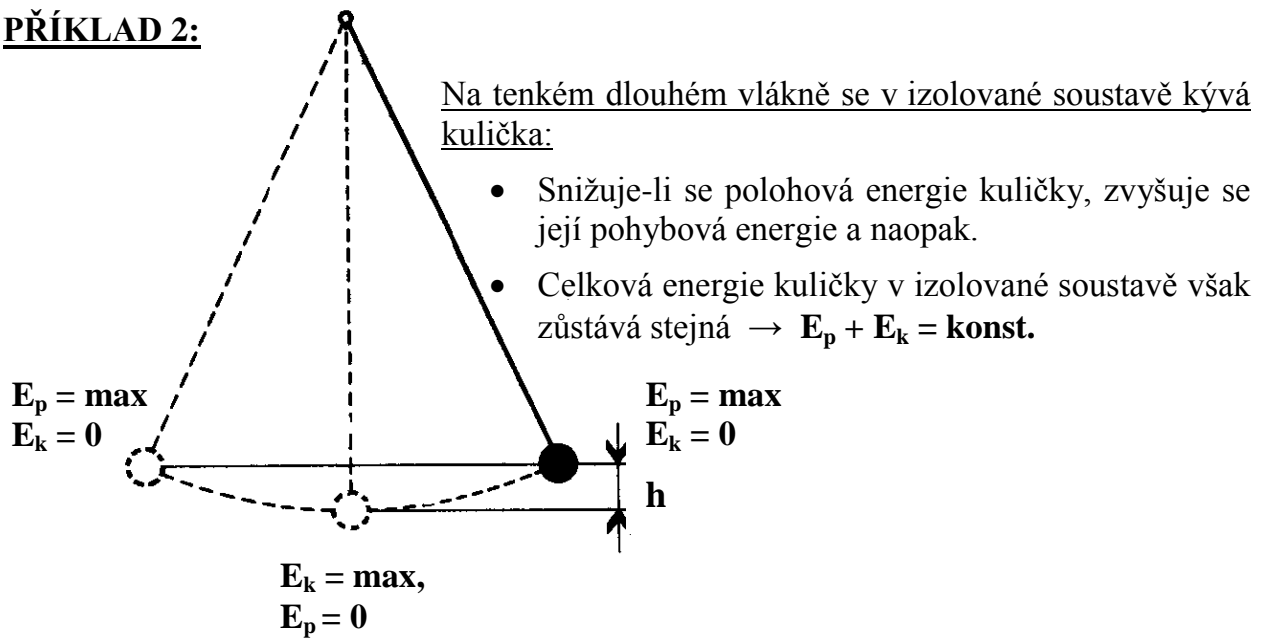
Uvažujme ideální soustavu, v níž nedochází k žádným energetickým ztrátám →

→ **IZOLOVANÁ SOUSTAVA** = Uzavřená soustava, která nepřijímá energii z okolí, ani ji do okolí neodevzdává.

### PŘÍKLAD 1:

- V tepelné elektrárně se **CHEMICKÁ ENERGIE** nahromaděná v uhlí při hoření uvolňuje a mění se v **TEPELNOU ENERGIÍ**, která zahřívá vodu na vysokou teplotu.
- Vodní pára svým tlakem roztáčí parní turbínu a ta svou **MECHANICKOU ENERGIÍ** pohání generátor, který vyrábí **ELEKTRICKOU ENERGIÍ**.

### PŘÍKLAD 2:



V izolované soustavě platí **ZÁKON ZACHOVÁNÍ ENERGIE:**

- Jednotlivé druhy (formy) energie se mohou v izolované soustavě vzájemně přeměňovat, ale celková energie izolované soustavy se během času nemění.
- Celková energie izolované soustavy je stálá a nezávislá na změnách, které v ní probíhají.

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

☞ Str. 26, úlohy 1 – 2:

1) Jakou polohovou energii má papírový drak o hmotnosti **0,25 kg**, je-li je ve výšce **20 m**? Jakou pohybovou energii by měl tento drak těsně nad zemí při přímém pádu?

2) Jakou pohybovou energii má kovová mince o hmotnosti **0,01 kg** v okamžiku, když dopadne na dno propasti hluboké **50 m**?

## ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $m = 0,25 \text{ kg}$ $h = 20 \text{ m}$	$E_p = ?$ $E_k = ?$	$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,25 \cdot 10 \cdot 20 = \mathbf{50 \text{ J}}$ $E_k = E_p = \mathbf{50 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> Papírový drak má ve výšce 20 metrů polohovou energii 50 J. Jeho pohybová energie těsně nad zemí před pádem má stejnou velikost, tedy 50 J.		

2) $m = 0,01 \text{ kg}$ $h = 50 \text{ m}$ $E_k = ?$	$E_k = E_p = m \cdot g \cdot h = 0,01 \cdot 10 \cdot 50 = \mathbf{5 \text{ J}}$
<b>Odpověď:</b> V daném okamžiku má mince pohybovou energii 5 J.	

## ☞ ÚČINNOST

Každé strojní zařízení potřebuje ke svému chodu energii, která je vždy větší než vykonaná práce.

**ÚČINNOST** [ $\eta$ ] = Fyzikální veličina, která vyjadřuje, jaká část dodané energie se přemění na vykonanou práci:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{VÝKON} = \text{Práce vykonaná za jednotku času}}{\text{PŘÍKON} = \text{Energie dodaná za jednotku času}}$$

Účinnost je vždy menší než 1, respektive menší než 100 %.

## NEŘEŠENÉ ÚLOHY Z UČEBNICE – (Tesař, Jáchim – č. 5, ENERGIE)

### ☞ Str. 28, úlohy 1 – 4:

1) Jaký výkon má elektromotor mixéru, jestliže má na štítku vyznačen příkon **250 W** a má-li účinnost **95 %**?

2) Zdvíž je poháněna motorem s příkonem **1,5 kW**. Náklad o hmotnosti **160 kg** zvedne rovnoměrným pohybem do výšky **14 m** za čas **21 s**. Jaká je účinnost zdviže?

3) Na štítku elektromotoru je uveden příkon **1 150 W**. V návodu k tomuto motoru je napsáno, že má výkon **1 kW**. Vypočítejte jeho účinnost.

4) Při práci na školním pozemku není účinnost žáků vzhledem k energii získané ze stravy příliš velká, asi pouhých **25 %**.

Jakou práci vykoná jeden žák, jestliže z potravy získal energii **2 kJ**?

## ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $P_1 = 250 \text{ W}$ $\eta = 95 \% = 0,95$ $P_2 = ?$	$\eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,95 \cdot 250 = \mathbf{237,5 \text{ W}}$
--	---

**Odpověď:** Elektromotor mixéru má výkon 237,5 W.

2) $P_1 = 1,5 \text{ kW} = 1\,500 \text{ W}$ $m = 160 \text{ kg}$ $h = 14 \text{ m}$ $t = 21 \text{ s}$ $\eta = ?$	$P_2 = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{160 \cdot 10 \cdot 14}{21} = \frac{22\,400}{21} \doteq 1\,066,7 \text{ W}$ $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1\,066,7}{1\,500} \doteq 0,71 = \mathbf{71 \%}$
--	--

**Odpověď:** Účinnost zdviže je asi 71 %.

3) $P_1 = 1\,150 \text{ W}$ $P_2 = 1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$ $\eta = ?$	$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1\,000}{1\,150} = \frac{20}{23} \doteq 0,87 = \mathbf{87 \%}$
--	---

**Odpověď:** Účinnost elektromotoru je asi 87 %.

4) $\eta = 25 \% = 0,25$ $E = 2 \text{ kJ} = 2\,000 \text{ J}$ $W = ?$	$\eta = \frac{W}{E} \Rightarrow W = \eta \cdot E = 0,25 \cdot 2\,000 = \mathbf{500 \text{ J}}$
--	--

**Odpověď:** Jeden žák vykoná práci 500 J.

## ÚLOHY K PROCVIČOVÁNÍ

- 1) Soustruh je poháněn elektromotorem. Jak velký příkon musí elektromotor mít, je-li výkon soustruhu **3 kW** a účinnost motoru je **75 %**?
- 2) Elektrická lokomotiva s příkonem **2 MW** pracuje se stálým výkonem **1 800 kW**. Jaká je její účinnost?
- 3) Za jak dlouho zvedne jeřáb, jehož elektromotor má příkon **9 kW**, těleso o hmotnosti **12 tun** do výšky **9 m**, jestliže účinnost celého zařízení je **80 %**?
- 4) Turbína s účinností **90 %** má výkon **675 kW**. Jaký objem vody proteče za **1 sekundu**, je-li výškový rozdíl hladiny vody **15 metrů**?
- 5) Jaký je příkon motoru nákladního výtahu, který vynesou kabinu s nákladem o celkové hmotnosti **3 tuny** do výšky **18 metrů** za **30 sekund**? Účinnost motoru je **75 %**.

## ŘEŠENÍ ÚLOH:

1) $P_2 = 3 \text{ kW} = 3\,000 \text{ W}$ $\eta = 75\% = 0,75$ $P_1 = ?$	$\eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{3\,000}{0,75} = 4\,000 \text{ W} = \mathbf{4 \text{ kW}}$
---	--

**Odpověď:** Elektromotor soustruhu musí mít příkon 4 kW.

2) $P_1 = 2 \text{ MW} = 2\,000\,000 \text{ W}$ $P_2 = 1\,800 \text{ kW} = 1\,800\,000 \text{ W}$ $\eta = ?$	$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1\,800\,000}{2\,000\,000} = 0,9 = \mathbf{90\%}$
--	--

**Odpověď:** Účinnost elektrické lokomotivy je 90 %.

3) $P_1 = 9 \text{ kW} = 9\,000 \text{ W}$ $m = 12 \text{ t} = 12\,000 \text{ kg}$ $h = 9 \text{ m}$ $\eta = 80\% = 0,8$ $t = ?$	$\eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,8 \cdot 9\,000 = 7\,200 \text{ W}$ $P_2 = \frac{W}{t} \Rightarrow t = \frac{W}{P_2} = \frac{mgh}{P_2} = \frac{12\,000 \cdot 10 \cdot 9}{7\,200} = \mathbf{150 \text{ s}}$
--	---

**Odpověď:** Jeřáb zvedne těleso za 150 sekund, tedy za 2,5 minuty.

4) $\eta = 90\%$ $P_2 = 675 \text{ kW} = 675\,000 \text{ W}$ $t = 1 \text{ s}$ $h = 15 \text{ m}$ $V = ?$	$P_2 = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{m \cdot 10 \cdot 15}{1} = 150 m = 675\,000 \text{ W}$ $m = 675\,000 : 150 = 4\,500 \text{ kg} \rightarrow V = 4,5 \text{ m}^3$ 90 % ..... 4,5 m <sup>3</sup> /s 100 % ..... (4,5 : 90) · 100 = $\mathbf{5 \text{ m}^3/\text{s}}$
---	--

**Odpověď:** Za 1 sekundu proteče 5 m<sup>3</sup> vody.

5) $m = 3 \text{ t} = 3\,000 \text{ kg}$ $h = 18 \text{ m}$ $t = 30 \text{ s}$ $\eta = 75\% = 0,75$ $P_1 = ?$	$P_2 = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{3\,000 \cdot 10 \cdot 18}{30} = 18\,000 \text{ W}$ $\eta = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{18\,000}{0,75} = 24\,000 = \mathbf{24 \text{ kW}}$
---	--

**Odpověď:** Motor nákladního výtahu musí mít příkon 24 kW.



## **ZDROJE ENERGIE**

<b>OBNOVITELNÉ</b>	<b>NEOBNOVITELNÉ</b>
Mají schopnost částečné nebo úplné obnovy.	Jejich vyčerpání lze očekávat v relativně krátkém časovém horizontu.
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sluneční záření</li><li>• Voda</li><li>• Vítr</li><li>• Geotermální energie</li><li>• Biomasa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uhlí</li><li>• Ropa</li><li>• Zemní plyn</li><li>• Radioaktivní záření</li></ul>