



# Energie (Úvod)

**Tomáš Hák**

**FHS UK**

***SKE, LS***

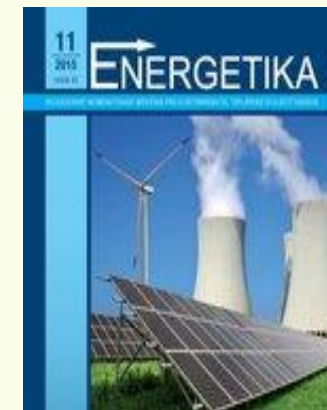
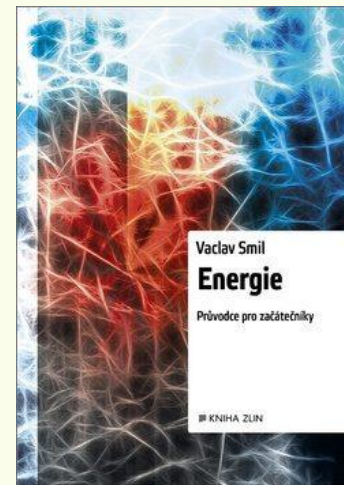
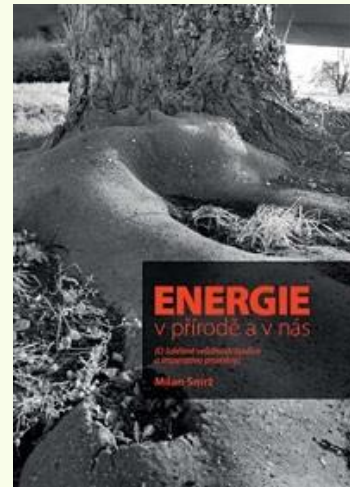
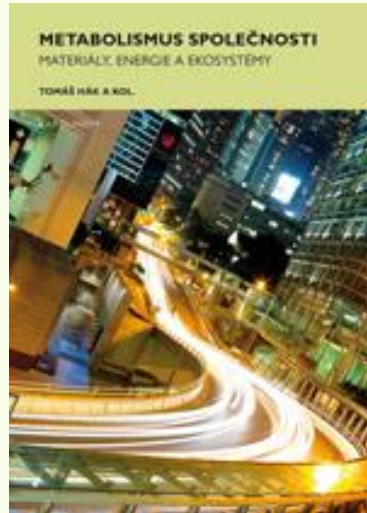


# What the f..k is this?

- obnovitelné zdroje energie (OZE bez vodních elektráren) vyrobily v r. 2017 v EU **679 TWh**
- Účinnost fotosyntézy je **10 %** (býložravci)
- Sluneční konstanta je **1390 W/m<sup>2</sup>**
- JE Temelín má 2 bloky každý s elektrickým výkonem **1055 MW**
- Spotřeba primárních energetických zdrojů (PEZ) v ČR činila **150 GJ/osoba**
- BM určité osoby je **2050 Kcal/den**
- Lednice spotřebuje **0,45 kWh** elektřiny za 24 hodin.
- Auto s výkonem **160 HP** (koní)
- v r.2040 produkce plynu dosáhne 110 mil. **barelů ropného ekvivalentu** denně.
- Energie, emergie, exergie, anergie...?



# Nezoufejte...!





- Úvod do elektroenergetiky
- Elektroenergetická soustava
- Energetika aktuálně
- Úspory energie
- Ochrana spotřebitele



Energetický mix České republiky



Státní energetická koncepce



zpravodajství životního prostředí již od roku 1999



OVZDUŠÍ



VODA



ODPADY



PŘÍRODA



ENERGIE

17. března 2022



Dotace na energetické úspory veřejných budov

15. března 2022



Rekuperace pro domácnosti - jaké má výhody?

17. února 2022



Únerová Priorita

# Vítejte na Zemi...

multimediální ročenka životního prostředí

- KRAJINA
- VODA
- VZDUCH
- PŮDA
- ENERGIE**
- DOPRAVA
- ODPADY
- SPOTŘEBA A VÝROBA

- Obecně-přírodovědný pohled
- Společensko-ekonomický pohled
- Environmentální pohled**

## Zdroje energie a životní prostředí

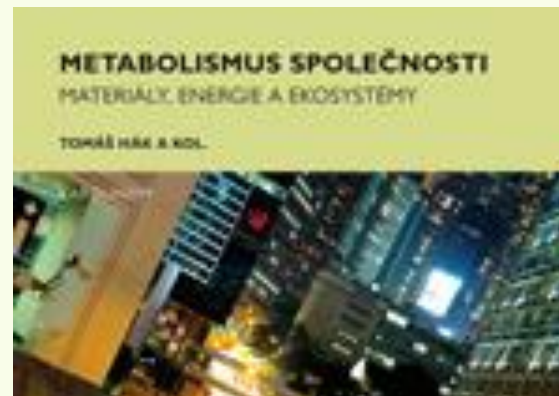
- Vliv neobnovitelných zdrojů energie
- Vliv těžby na životní prostředí
- Vliv dopravy energetických surovin
- Tankery a doprava po moři
- Znečištění ovzduší ze spalování

## Zdroje energie a životní prostředí

Lidé se již od začátku civilizace naučili využívat přírodní bohatství pro svůj užitek. Ovšem příliš se nezajímali o to, co po nich zůstane. Káceli stromy, aby měli dřevo na topení, ale nesázeli nové. Později začali těžit uhlí, ropu, zemní plyn či uran. V místě vydolovaných ložisek zůstávala často jen spoušť a nehostinná krajina. Lidé se k přírodě chovali kořistnický - co našli, to bylo jejich, a o dopady své činnosti na přírodu se už příliš

# Energetický metabolismus v přírodě a lidské společnosti

Lubomír Nondek



|  |     |
|--|-----|
| <b>3. Energetický metabolismus v přírodě a lidské společnosti</b> (Lubomír Nondek) ..... | 111 |
| 3.1 Úvod .....   | 111 |
| 3.2 Termodynamika živých systémů .....   | 114 |
| 3.3 Energetické procesy a zdroje na Zemi .....   | 117 |
| 3.4 Energetické toky v ekosystémech.....   | 130 |
| 3.5 Energie a lidská společnost .....  | 133 |
| 3.6 Energie potravy a zemědělství .....  | 144 |
| 3.7 Exergie a energetická účinnost.....  | 147 |
| 3.8 Energetické toky a jejich bilance .....  | 150 |
| 3.9 Závěr.....   | 158 |

## 3.1 ÚVOD

**Dostupnost energie** má pro lid-  
žítost již od prvopočátků lidské  
ly na územích bohatých na pro-  
materiál, rudy) a energii (palivo-  
březích velkých řek. V těchto de-  
témů a podřízen jejich metaboli-  
v předindustriální společnosti a  
žilo na Zemi 0,5 miliardy lidí, kte-  
třeba energie v roce 2008 byla  
Energie potravin ze zemědělské  
28 EJ. Dalších 22 EJ bylo odebrán  
1500 průměrný obyvatel spotřeboval  
přidruží 12 GJ energie (z cenoz 4-5 GJ  
projedl). Dnešní průměrná roční spotřeba  
na obyvatele je více než šestkrát  
vyšší. Významný je i růst dostupného  
mechanického výkonu. V roce 1500 byla



# Osnova výuky

1. Jednotky, definice, příklady (energie, práce, výkon...)
2. Historie a koncepty – exergie a energetická účinnost, energ. návratnost, ne/obnovitelné zdroje, energetický otrok, efekt odrazu, energetický útes
3. Indikátory společenského energetického metabolismu; energetické toky a jejich bilance, analýza energetických toků (EFA), konečná spotřeba.

Ale také vědět takové základy, jako co je to uhlí (je v knize, nebude v prezentacích... )



# Energie – pojmy a dojmy

- Energii můžeme pozorovat v přírodě v mnoha různých formách. Její projevy vnímáme nejčastěji jako pohyb (kinetická nebo mechanická e.), teplo (tepelná e.), světlo (emg. e.) a chemická energie (živiny, palivo).
- slovo energie pochází z řeckého slova *energeia*, což znamená vůle, síla či schopnost k činům (Aristoteles, 4. st.př.n.l. – existenci předmětu udržuje *energeia*)
- Dodnes se běžně pletou a zaměňují pojmy **energie, síla a výkon**
- V jazyce používáme termín velmi široce – a nesprávně (cvičenky byly po hodině aerobiku nabity energií; vyzařovala z něj negativní energie; energie jako zářivé fluidum viditelné pouze vybranými biotroniky atd.)
- Ve fyzice má však svou jasnou definici



# Malý kvíz na začátku: Kolik pater vyběhnout.... ?





# Malý kvíz na úvod : Kolik pater vyjít/vyběhnout.... ?

35 gramů



60 KJ (14 Kcal)



700 KJ (170 Kcal)

Potravou přijmeme energii (chemických vazeb), potřebnou pro:

Biochemické reakce v buňkách

- mechanickou/kinetickou energii – pohyb)
- tepelnou energii (udržení tělesné teploty)

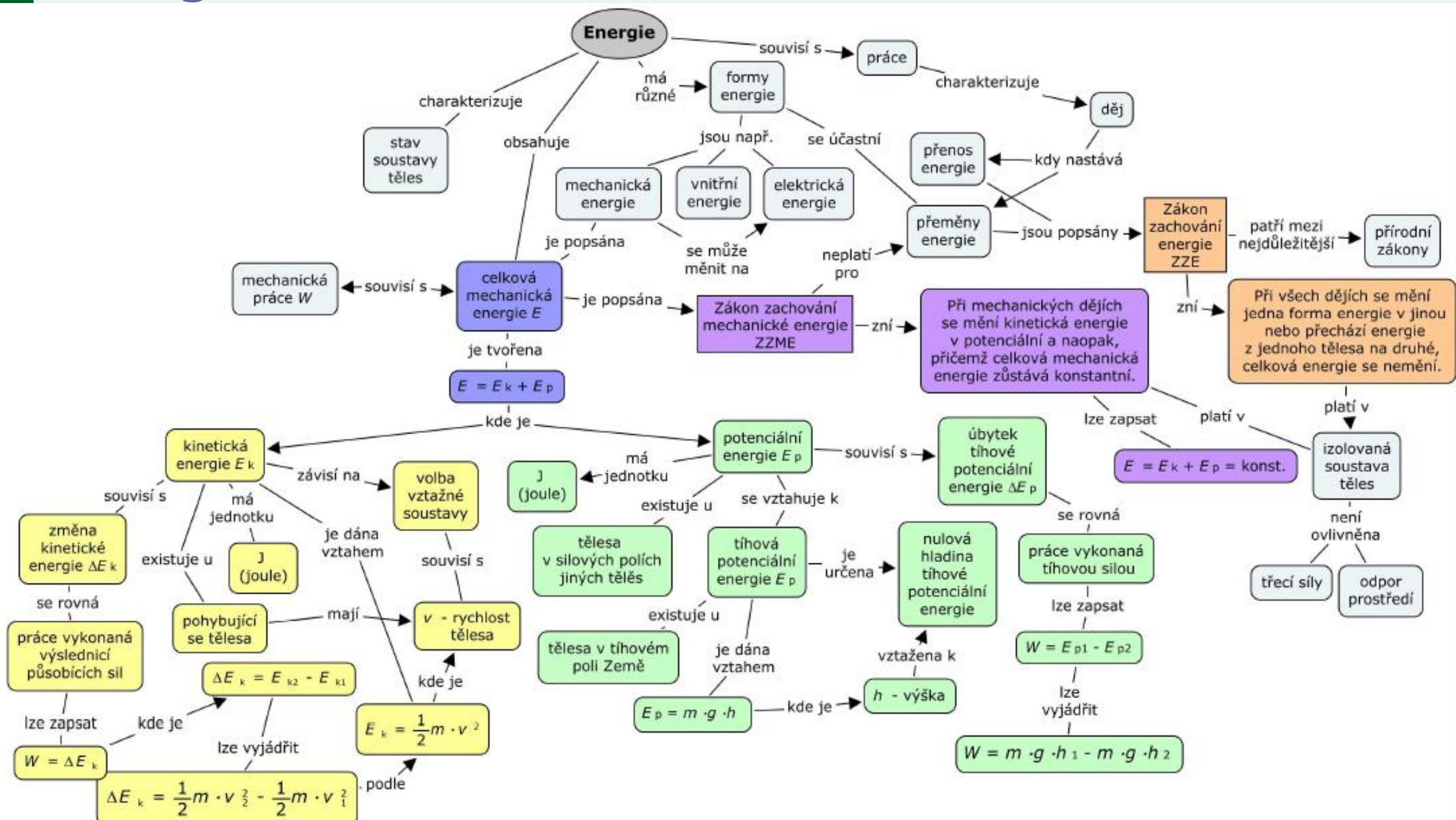


# Energie – vlastnost hmoty a záření

- **Energie je nejdůležitější vlastností hmoty a záření** (Je obsažena v každém kousku hmoty i ve světelném paprsku).
- **Je ve vesmíru a všude kolem nás:**
  - Chemická energie ve svalech člověka umožňuje jeho pohyb.
  - Teplo našeho těla je pohybová energie molekul, z nichž je složeno.
  - V našem těle probíhá mnoho změn poháněných energií.  
Potřebnou energii přijímá náš organismus v potravě.
  - Bez energie je dále nemyslitelná doprava, zemědělství, průmysl, vytápění, energetické spotřebiče apod.
  - Kromě toho energetické spotřebiče nejenže potřebují energii, aby nám sloužily, ale už k jejich samotné výrobě je zapotřebí energie....



# Energie – a souvislosti



# Energie – schopnost konat práci/měnit stav

- **schopnost fyzikální soustavy (látky nebo pole) konat práci/měnit stav**
- stav soustavy (její energie) se změní pokud na soustavě **konáme práci** nebo když jí **dodáváme teplo**. Zmena energie je dána součtem práce a tepla – ty se proto měří ve stejných jednotkách jako energie, i když nepopisují stav systému, ale úhrn nějakého procesu.
- **práce a teplo** (souvisí s dějem) - **procesní fyzikální veličiny**
- **práce** – uspořádaná forma předávání energie ze systému, který ji koná, do systému, který ji získává (také: působení síly na fyzikální těleso nebo na silové pole, při kterém dochází k posouvání nebo deformaci tohoto tělesa)
- **teplo** – popisuje změnu energie tělesa, je to předávaná část vnitřní energie látky (součet kinetických energií částic systému/látky)
- Jednotkou energie je **1 joule [J]** (dříve kalorie – [cal] ) ;  
**1 Ws (Watt sekunda), 1 kilowatthodina [kWh]**



# Druhy energie

Celková energie v izolované soustavě je dána součtem jednotlivých druhů energií. Mezi nejčastější druhy energie patří:

- Každá hmota v klidu obsahuje **klidovou energii**  $E_0$  [J], která je definována Einsteinovou rovnicí:  $E_0 = m_0 \cdot c^2$  Klidová energie  $E_0$  je energie částice, která je v klidu (hmota sama je formou energie).

-----

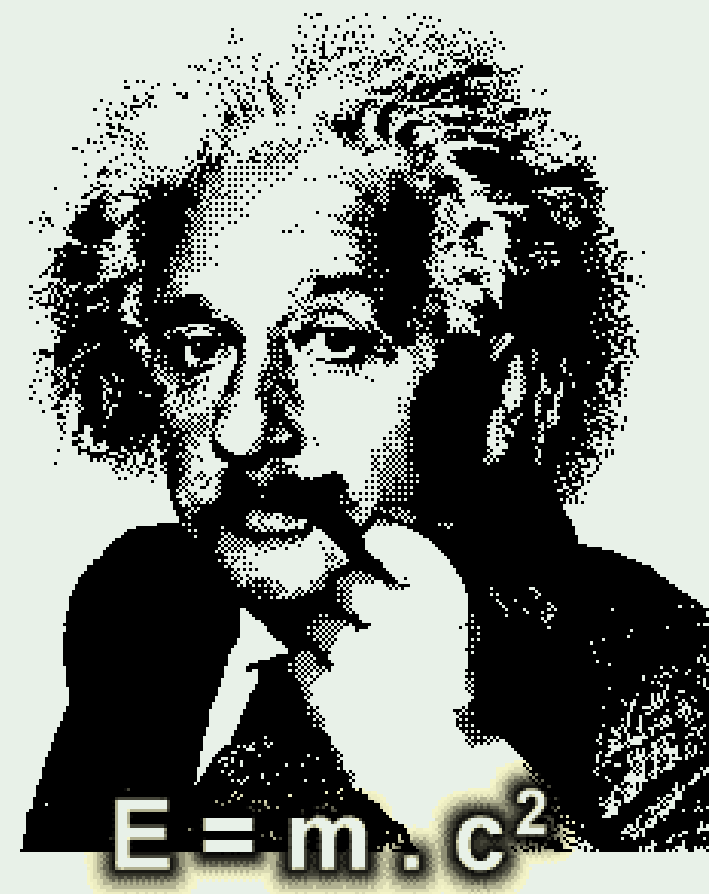
- **mechanická/fyzikální** (ve formě kinetické a potenciální energie; **mírou mechanické energie je mechanická práce**, kterou je třeba vykonat, aby těleso energii získalo)
- **tepelná** (část **vnitřní energie**, která je spojena se změnou teploty)
- **chemická** (uvolňuje nebo se absorbuje při chemických reakcích, při kterých dochází k přeskupování atomů; u paliv bývá chemická energie popsána výhřevností)
- **elektrická** (energie elektrostatického a magnetického pole, které vzniká v okolí pohybujících se nábojů) .
- **jaderná** (štěpení nebo slučování atomových jader)
- **zářivá** (energie EMG záření, které se uvolňuje ze zářícího tělesa při emisi kvant záření)



V roce 1905 formuloval fyzik Albert Einstein svou speciální teorií relativity. Svou teorií přivodil revoluci v dosavadním chápání fyziky.

Mimo jiné usoudil, že mezi hmotností a energií je určitá souvislost a hmotnost je pouze "zvláštní formou energie".

Ve vzájemných vztazích obou veličin pak platí známá rovnice  $E = m \cdot c^2$ , kde  $E$  je energie,  $m$  hmotnost a  $c$  rychlost světla  $300\,000 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ . V 1 kg jakékoli látky je tedy ukryta energie:  $1 \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ J} = \underline{\underline{25 \text{ TWh}}}$  (25 milionů MWh).



# Transformace energie

- Energie se může přenášet v rámci jednoho druhu např. při sdílení tepla, rázu dvou těles apod.
- Jednotlivé druhy energií se mohou za určitých podmínek vzájemně přeměňovat - **transformace energie**. S transformací energie souvisí pojmy **exergie a anergie**.
  - **Exergie** je ta část energie, která je schopna za daných podmínek (jsou zpravidla určeny stavem okolí) další transformace.
  - **Anergie** je ta část energie, která není schopna za daných podmínek transformace na jiný druh energie.

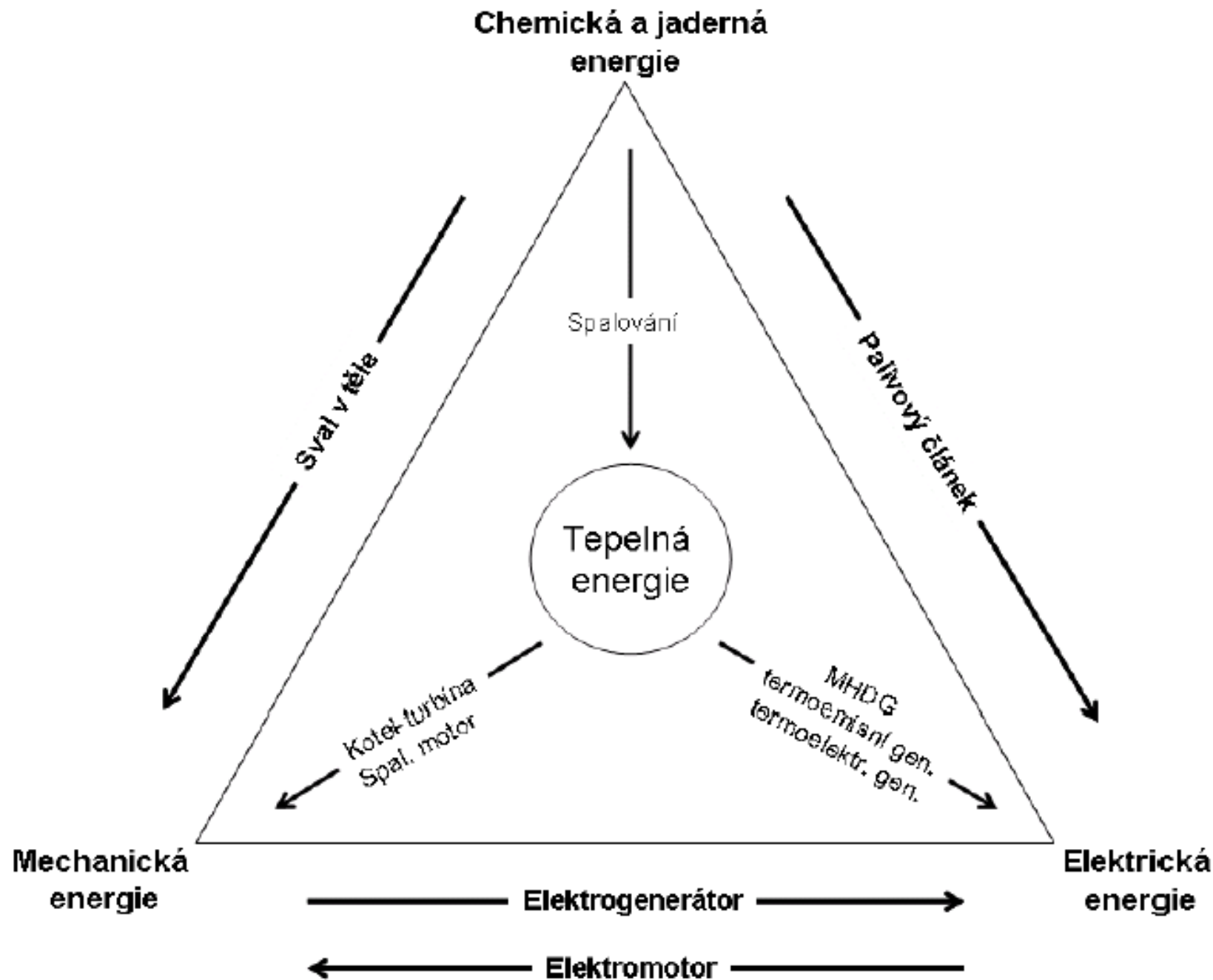
**Exergie je transformovatelná část energie.**

**Anergie je netransformovatelná část energie (vnitřní energii okolí)**

V izolovaném systému nedochází k energetickým ztrátám a zůstává v platnosti zákon zachování energie (součet exergie a anergie zůstává konstantní )



# Diagram transformace energie





# Termodynamika

- **Termodynamika** je část fyziky, která se zabývá tepelnými vlastnostmi a jejich přeměnami (dynamikou).
- První úvahy o teple a jeho přeměnách jsou spojené s **průmyslovou revolucí** v 18. a 19. století, kde se přeměna energie z tepelné na mechanickou stala hlavním hybatelem strojů.
- Tak byly položeny teoretické základy termodynamiky – **trojice termodynamických zákonů**.
- V chemii je termodynamika velmi důležitá pro popis energetického průběhu reakcí a tepelných změn při reakcích (termochemie - exotermické a endotermické), chemických rovnovah a skupenských přeměn.



# Termodynamika

- Termodynamika jako **nauka o podmínkách vzájemných přeměn tepelné a mechanické energie**
- **Klasická termodynamika (jednoduché systémy** a jejich rovnovážné stavy - reálný svět jako izolovaný systém, v němž roste (termodynamická) entropie podle 2. věty termodynamické (R. Clausius, 1865; Boltzmann, 1877).
- Systém – motor, budova, buňka, ekosystém, planeta



Podle typu interakce s okolím rozlišujeme systémy:

- **Izolované** – neprobíhá výměna hmoty ani energie s okolím (termoska)
- **Uzavřené** – probíhá výměna energie, nikoliv hmoty (PET lahev); např. Země
- **Otevřené** – výměna hmoty i energie (hrnek s horkým čajem); např. ekosystém, buňka



Země je z fyzikálního hlediska uzavřený a konečný systém



# Termodynamika (klasická)

Klasická termodynamika, která se zabývá jednoduchými systémy a jejich rovnovážnými stavy, dříve popisovala reálný svět jako izolovaný systém, v němž roste entropie (neuspořádanost) podle druhé věty termodynamické (Clausius, 1865; Boltzmann, 1877).

Entropie – míra neurčitosti (neuspořádanosti) systému. **Spontánní procesy** v uzavřených soustavách vždy odpovídají nárůstu entropie.

To bylo v rozporu s biologickým pohledem Darwina, který viděl v evoluci proces vedoucí ke složitějším a strukturovanějším organismům a složitějším biologickým systémům



# Termodynamika (nerovnovážná)

## Rozpor vyřešen –

Koncepce nerovnovážné termodynamiky – předpoklad existence tzv. **disipativních otevřených systémů** (čerpají z okolí hmotu a energii a exportují/disipují entropii, takže jejich vnitřní uspořádanost roste – samoorganizace (Schrodinger, 1944; Ija Prigogin, 1977)

V otevřeném (tedy neizolovaném, tj. otevřeném i uzavřeném) systému nemusí vždy nutně růst entropie (míra neuspořádanosti)  $S$  s časem,  $t$ , jako to platí pro izolované systémy směřující k termodynamické rovnováze. Entropie může s časem klesat; roste uspořádanost a metabolickými pochody se udržuje ustalený stav (homeostáze).



# Termodynamika (nerovnovážná)

## Rozpor vyřešen –

Koncepce nerovnovážné termodynamiky **disipativních otevřených systémů** (často exportují/disipují entropii, takže jejich vnější podmínky umožňují samoorganizaci (Schrodinger, 1944; Ilya Prigogine, 1980).

V otevřeném (tedy neizolovaném, tj. otevřeném) systému nemusí vždy nutně růst entropie (míra nepochybně jako to platí pro izolované systémy směřující k termodynamické rovnováze. Entropie může s časem klesat; roste uspořádanost a metabolickými pochody se udržuje ustálený stav (homeostáze).

Jednoduchý disipativní systém – chladič

Složitý disipativní systém – živý organismus, ekosystém

(rozdíl mezi živým a mrtvým organismem: pokud „chvíli“ nefunguje metabolický systém (tedy distribuce energie), dochází k nárůstu entropie (tlení a rozkladu).

Zatímco potrava do nás vstupuje jako uspořádaná, v našem těle z ní získáme energii a předáme ji svoji entropii.



# Termodynamické zákony

Termodynamické zákony jsou tvrzení, která byla vypořádována a panuje všeobecné přesvědčení, že jsou pravdivé.

Z těchto tří zákonů je možné odvodit celý aparát termodynamiky.



# I. věta termodynamická

Různé definice:

**Zákon zachování energie – energii nelze vyrobit ani zničit, můžeme ji pouze přeměňovat z jedné formy na jinou.**

Celková energie, kterou uzavřený systém při libovolném procesu vymění s okolím závisí jen na jeho počátečním a koncovém stavu, a nikoliv na průběhu změny (**celková energie izolovaného systému je během všech procesů probíhajících v systému stálá**).

Při všech procesech zůstává **součet exergie a anergie konstantní**



## II. věta termodynamická

- Určuje přirozený směr, kterým přírodní procesy probíhají.
- Na rozdíl od 1. věty – kvalitativní (jak děje probíhají)
- **Teplo nemůže samovolně přecházet ze studenějšího tělesa na teplejší** (chladnější těleso nemůže samovolně předávat teplo tělesu teplejšímu)
- Není možno přeměnit anergii na exergii
- **Entropie** - míra neurčitosti či neuspořádanosti systému (R. Clausius – termodynamická entropie – vysvětlení, proč jsou některé procesy spontánní a jiné ne)

Entropie je veličina udávající míru spontánnosti dějů. Samovolné snižování entropie je nereálné. Rozbité vajíčko má větší obsah entropie než vajíčko celé, a proto rozbité vajíčko „nevyskočí“ ze země a nesloží se do neporušeného vajíčka





# (Mechanická) práce - proces zprostředkovávající změnu stavu systému

- Pohybuje-li se těleso působením síly, koná se **mechanická/fyzikální práce** (táhne se vozík, se zvedá nějaké těleso do výšky atp.)
- Fyzikální práce se nekoná, když 1.na pohybují se těleso nepůsobí síla (družice letí vesmírem setrvačností) 2.na těleso působí síla, ale těleso se nepohybuje (opíráme se o zed', křída ležící na stole).

$W = F \cdot s$  (síla působící na těleso je rovnoběžná s posunutím)

$$W = [N \cdot m] = [m \cdot g \cdot s \text{ (kg} \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m)] = [\mathbf{kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}}] = [\mathbf{J}]$$

1 Joule je definován jako práce, kterou koná síla 1 N působící po dráze 1 m ve směru pohybu.



# (Mechanická) práce je energie

- Pohybuje-li se těleso působením síly, koná se **mechanická/fyzikální práce** (táhne se vozík, se zvedá nějaké těleso do výšky atp.)
- Fyzikální práce se nekoná, když 1.na pohybují se těleso nepůsobí síla (družice letí vesmírem setrvačností) 2.na těleso působí síla, ale těleso se nepohybuje. Jednodušší bude představa podle dosazení do vztahu pro výpočet potenciální/polohové energie :

W =

W =

$$E = W = F \cdot h = m \cdot g \cdot h \Rightarrow 1 \text{ J} = 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m}$$

1 Joule

dráze

**1 Joule je energie potřebná ke zvednutí 0,1kg tělesa do výšky 1 m (těleso má potenciální tíhovou energii 1 J)**



# (Mechanická) práce je energie

- Pohybuje-li se těleso působením síly, koná se **mechanická/fyzikální práce** (táhne se vozík, se zvedá nějaké těleso do výšky atp.)

- Fyzikální práci lze vypočítat také pomocí výkonu ( $P$ )

(druhá

nepol

Průměrný výkon je podílem celkové práce  $W$  a doby  $t$ , za kterou byla práce vykonána, tzn.  $P = W / t$ ,

$W =$

$W =$  tedy:

$W = P \cdot t$  (práce se rovná výkonu trvajícím po čas  $t$ )

1 Joule

dráze

proto je také  $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$  (wattsekunda)

Práci lze vypočítat také pomocí výkonu:  $W = P \cdot t$ ,  
proto se  $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$  (wattsekunda)



# Výkon

- V současné civilizaci se lidé, stroje, organizace ad. hodnotí nejen podle množství odvedené práce, ale také za jakou dobu je provedena (např.: pracovníci se hodnotí podle jejich výkonu)
- Výkon vyjadřuje jak rychle/intenzívně se určitá práce koná

**Výkon  $P$  je podíl vykonané práce  $W$  a doby  $t$ , za kterou byla tato práce vykonána.**

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

Jednotkou je watt (W) – práce za jednotku času (J / s)



# Výkon

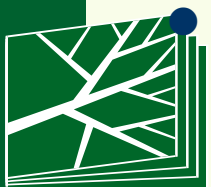


- **1 watt je výkon**, při němž se vykoná práce 1 J za dobu 1 s (1 W je malý výkon – např. ruční dobíječka se svítilnou 2 W)
- V praxi se setkáme s výkony vyjadřovanými v kilowatech (kW). Slabší auta mají motor s výkonem 40 až 50 kW, silná ve stovkách kW (Octavia RS 245 má výkon 180 kW). Výkony elektráren jsou v megawatech (Temelin – 2x1050 MW).



Například při určování výkonu motoru auta, ale i jinde se můžete setkat se starší jednotkou nazývanou koňská síla HP (horse power; kůň - k).  $1 \text{ HP} = 0,746 \text{ kW} \approx \frac{3}{4} \text{ kW} = 750 \text{ W}$

Golf 5, 66KW = 66000 W = 88HP

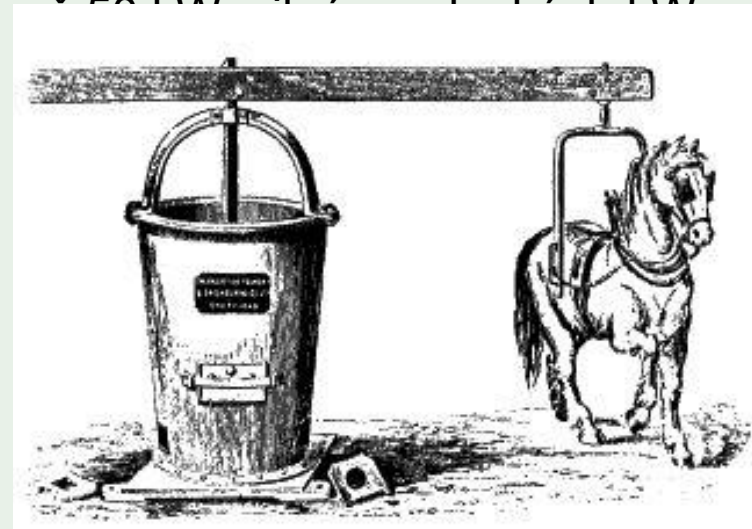
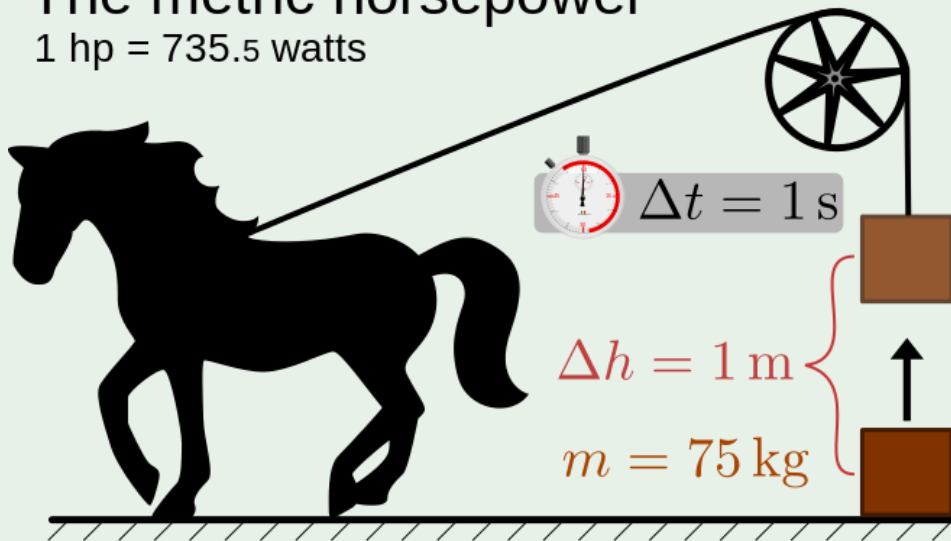


# Výkon

- **1 watt je výkon**, při němž se vykoná práce 1 J za dobu 1 s (1 W je malý výkon - zdvihneme-li kilogramové závaží do výšky rovnoměrně svisle 1 m za jednu sekundu, pracujeme s výkonem přibližně 10 W)
- V praxi se setkáme s výkony vyjadřovanými v kilowatech (kW). Slabší

## The metric horsepower

1 hp = 735.5 watts



motoru auta, ale i jinde se můžete

setkat se starší jednotkou na  
kůň - k). 1 HP = 0,746 kW ≈

horse power;



$$W = F \cdot s = N \cdot m = m \cdot g \cdot s \text{ (kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m)} = \text{J}$$

$$P = W / t$$

$$W = 75 \cdot 9,8 \cdot 1 / 1 \text{ (s)} = 750 \text{ W}$$



# Příkon

- U řady elektrických spotřebičů se lze setkat s pojmem podobným výkonu – tj. **příkonem**.
- Touto veličinou vyjadřujeme, že dodáváme spotřebiči určitou energii  $E$  za čas  $t$ . Pomocí těchto veličin definujeme příkon.

**Podíl dodané energie  $dE$  a doby, po kterou energii dodáváme  $dt$  nazýváme příkon  $P_o$**

$$P_o = \frac{dE}{dt}$$

- Jednotkou příkonu bude zase watt.
- Spotřebiče: vysavač (900 W ! – kritika (Evropa nic neušetří , pozor na „sací výkon“), varná konvice (1000-2000W), žárovka (100W)

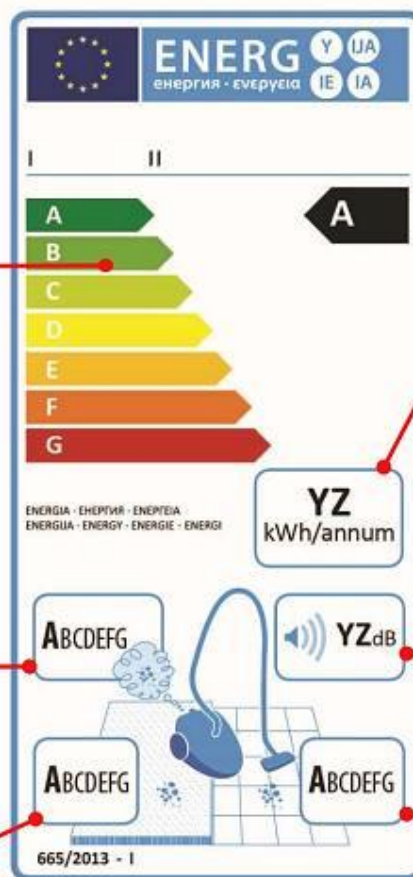


# Co říká energetický štítek (vysavače)

**ENERGETICKÁ ÚČINNOST**  
Kombinace spotřeby a  
účinnosti vysávání prachu.

**FILTRACE**  
Množství zpět vypouštěného  
prachu je indikátorem čistoty  
vyfukovaného vzduchu  
( $A \leq 0,02$  % vypouštěného prachu)

**Koberec**  
**ÚČINNOST VYSÁVÁNÍ (DPU)**  
Množství prachu vysátého po pěti  
tazích tam a zpět měřené na  
standardizovaném koberci.  
Třída C = výborná účinnost vysávání (83 % až 86 %).



**ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE**  
Uvádí se v kWh  
(kilowatthodinách) za rok

**TICHÝ CHOD**  
Snížení hodnoty o 3 decibely  
sníží úroveň hluku o polovinu.  
64 dB je velmi tichý vysavač.

**Tvrdá podlaha**  
**ÚČINNOST VYSÁVÁNÍ (DPU)**  
Množství prachu vysátého po pěti  
tazích tam a zpět měřené na  
dřevěné podlaze s drážkami.  
Nejlepší spotřebiče dosahují třídy A





# Účinnost

- Máme-li reálný spotřebič, např. elektromotor, s příkonem 1 kW, pak se těžko veškerá dodaná energie spotřebuje na tzv. užitečný výkon  $P$  (výkon využitý pro požadovanou činnost). Bude to záviset na konstrukci elektromotoru, na kvalitě jeho provedení a řadě jiných parametrů.
- To, **jak velká část příkonu se využije ve formě užitečného výkonu**, nám udává veličina nazývaná **účinnost  $\eta$**  (éta).

Účinnost  $\eta$  je podíl výkonu  $P$  a příkonu  $P_o$

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

- **Účinnost je vždy menší než 1**. Je to bezrozměrná veličina, násobíme-li ji x 100, dostaneme účinnost v procentech.
- Např. elektromotor: Účinnost  $\eta$  je poměr mezi mechanickým výkonem na hřídeli a elektrickým příkonem na svorkách statorového vinutí. Větší účinnost znamená, že motor přeměňuje elektrický příkon na mechanický výkon s menšími ztrátami.



# Kolik pater ... ? (tipy 15 – 100)

- Mrkev: 60 kJ
- Čokoláda: 700 kJ



- Určete svůj výkon: student o hmotnosti 60 kg, vyběhl za 7 s schody z přízemí do patra (výška patra = 3 m).
- Tedy:  $m = 60 \text{ kg}$ ;  $t = 7 \text{ sek}$   $s = 3 \text{ m}$ ;  $W = ?$   $P = ?$

$$P = W/t$$

$$P = 1800 / ?$$

$$P = 1800/7 = 257 \text{ W}$$

$$W = F_g \cdot s$$

$$W = 60 \cdot 10 \cdot 3$$

$$W = 1800 \text{ J} \\ (1,8 \text{ kJ})$$

čokoláda

$$700 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} = \\ 388 \text{ pater}$$

mrkev

$$60 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} \\ = 33 \text{ pater}$$





# Kolik pater ... ?

- Mrkev: 60 KJ
- Čokoláda: 700 KJ



$700 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} = 388 \text{ pater}$  ..... to přece není možné?! 45 minut ?

Malá vysvětlivka:

- z dodané energie 700 KJ (167 Kcal) by tuto práci (tj. vystoupat 388 x FHS) zvládl robot s elektromotorem, který bude el. energii velmi efektivně přeměňovat na en. pohybovou
- člověk je velmi neefektivní „zařízení“ – svaly přeměňují chemickou energii živin na pohyb jen s asi 25% účinností (zbytek se z hlediska práce neefektivně rozptýlí do prostředí v podobě energie tepelné)
- výsledek tedy nutno korigovat – pokud se 75 % energie vynaloží neefektivně, na pohyb zbyde jen cca 175 KJ (42 Kcal) a těch pater bude nutno vyjít jen cca 97
- další korekce bude, pokud vezmeme do úvahy bazální metabolismus (množství energie pro udržení všech vitálních funkcí). Jeho velikost je 60-75 % celkové spotřeby. Pak by na beh do pater zbývalo jen cca 12 Kcal (na cca 7 pater)



# Spotřeba energie – schody

O tom, že lidský (fyziologický) metabolismus je složitý a na náš pohyb nejde jen jednoduše aplikovat fyzikální vzorce svědčí další – a různé – hodnoty spotřeby energie při chůzi do schodů....

**CHCETE JET VÝTAHEM?  
SPALUJTE KALORIE, NE ELEKTRĚINU!**

Zvažte, zda nepůjdete raději pěšky - zvýšíte tím svůj denní energetický výdej a uděláte něco pro své zdraví.  
Zajímá Vás, kolik kalorií jste při chůzi po schodech spálili?

- 20 kJ výstupem do 1. patra
- 31 kJ výstupem do 2. patra
- 42 kJ výstupem do 3. patra
- 53 kJ výstupem do 4. patra
- 64 kJ výstupem do 5. patra

Po jednom vyjítí schodů sice nezhubnete, ale když budete pěšky do patra chodit každý den, výsledný počet spálených kilojoulů rozhodně nebude zanedbatelný.

- 1 kilokalorie (kcal) = 4,185 kilojoulů (kJ)

Leták v budově krajského úřadu

Zdroj:  
<https://www.denik.cz/zdravi/vystoupejte-ke-zdravi-po-schodech-vybizeji-hygienici-20180124.html>



Schodiště TK v Dejvicích

Naše (FHS) hodnoty:

1,8 KJ = 1 patro

1 patro = 35 schodů

1 schod – 0,051 KJ  
(50 J, cca 12 cal)



# Kolik pater ... ? (tipy 15 – 100)

- Mrkev: 60 kJ
- Čokoláda: 700 kJ



- Určete svůj výkon: student o hmotnosti 60 kg, vyběhl za 7 s schody z přízemí do patra (výška patra = 3 m).
- Tedy:  $m = 60 \text{ kg}$ ;  $t = 7 \text{ sek}$   $s = 3 \text{ m}$ ;  $W = ?$   $P = ?$

$$P = W/t$$

$$P = 1800 / ?$$

$$P = 1800/7 = 257 \text{ W}$$

$$W = F_g \cdot s$$

$$W = 60 \cdot 10 \cdot 3$$

$$W = 1800 \text{ J} \\ (1,8 \text{ kJ})$$

čokoláda

$$700 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} = \\ 388 \text{ pater}$$

mrkev

$$60 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} \\ = 33 \text{ pater}$$



# Upeče olympijský cyklista toast ? (700 W po xxx sek)



Olympic Cyclist Vs. Toaster: Can He Power It?

8 899 124 zhlédnutí

68 TIS. 3,4 TIS. SDÍLET



**The Toaster Challenge**

Publikováno 3. 6. 2015

ODEBÍRAT 8,7 TIS.

World famous track cyclist Robert Förstemann battles a 700w toaster. Can he, with his 74cm legs, generate enough energy to create a golden-brown toast? Please like, share and comment!

ZOBRAZIT VÍCE

<https://www.youtube.com/watch?v=S4O5voOCqAQ>

nebo

[https://www.youtube.com/watch?v=C93cL\\_zDVIM](https://www.youtube.com/watch?v=C93cL_zDVIM)



# Fyzikální jednotky v energetice



**Kalorie** (značka cal) je jednotka energie.

Dnes většinou nahrazená joulem.

Energetická hodnota potravin => kcal (kilokalorie).

Mnoho definic (současná): Kalorie je množství energie, které dokáže zvýšit teplotu 1 gramu vody ze 14,5 °C na 15,5 °C. Jelikož měrná tepelná kapacita vody je asi  $4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , platí tedy, že  $1 \text{ cal} \approx 4,185 \text{ J}$ .

Přesná teplota v definici: Měrná tepelná kapacita je mírně závislá na teplotě, takže bez udání počáteční teploty by jednotka nebyla přesně určena.



# Hlavní jednotky – energie (práce), výkon

## Energie (práce, teplo)

- Joule (J),
- kalorie (cal),
- watthodina (Wh),
- Britská tepelná jednotka (BTU, Btu) tradiční jednotka energie v angloamerické měrné soustavě. 1 BTU odpovídá 1055 J.
- tuna ropného ekvivalentu (toe). IEA z historických důvodů přepočítává veškerou energii na milion tun ropy (tj. na milion tun ropného ekvivalentu). 1 tuna ropného ekvivalentu obsahuje 41,9 GJ energie.

---

## Výkon

Wat (W),  
kúň (ks; HP);

Převodová kalkulačka:

<https://www.jednotky.cz/prace-energie>

