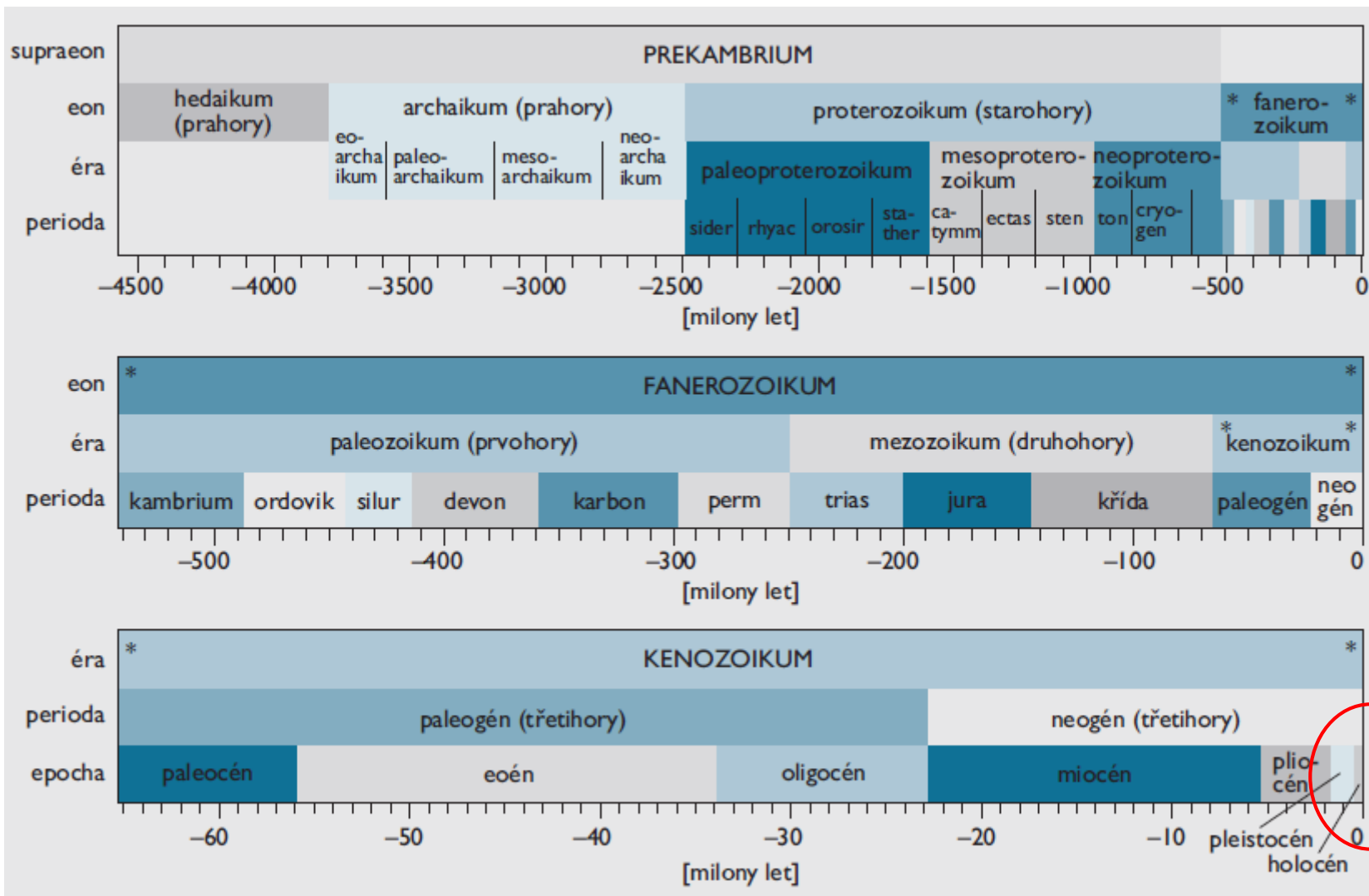




Centrum pro otázky
životního prostředí
Univerzita Karlova v Praze

Energie a společnost

Tomáš Hák
FHS SKE (LS)



Čtvrtohory (kvartér) - geologické období zahrnující posledních 2,6 milionů let. Dělí se na starší čtvrtohory (pleistocén) a mladší čtvrtohory (holocén). Mladší čtvrtohory zahrnují pouze posledních 10 000 let.

Milníky využívání energie - dávnověk



500 000 let př. n. l. – Využívání ohně

Využívání ohně pro přípravu potravy je první zásadní objev v energetických dějinách. Lidský organismus vydá na zpracování tepelně upravené stravy méně energie. Předzpracování potravy navíc umožňuje využívat zdroje, které by nebyly lidským organismem stravitelné a využitelné.



150 000 let př. n. l. – Rozdělávání ohně

Jistější využívání energie dřeva přišlo o mnoho let později.



3 500 let př. n. l. – Vynález postroje

Postroje s sebou přinesly využití tažné síly zvířat.



2 700 let př. n. l. – Budování pyramid v Egyptě

Největší využití lidské síly otroků.



600 let př. n. l. – První vodní kolo

Chaldejci použili čerpací kolo na dopravu vody do závlahových kanálů.

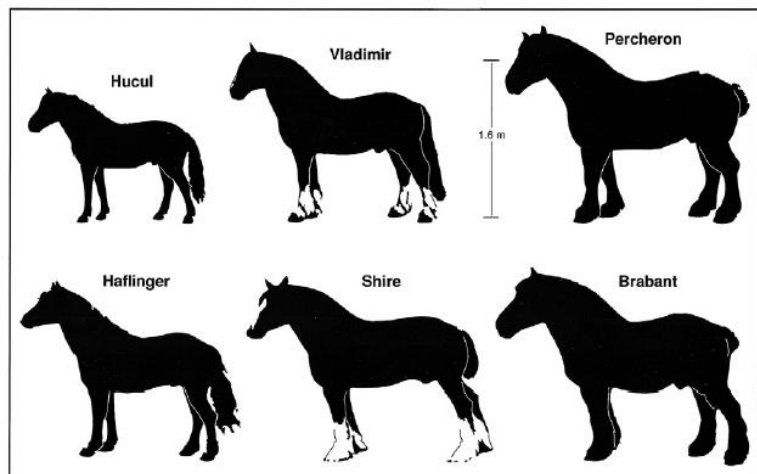


7. století – První větrné mlýny

První prakticky využitelné stroje k využití energie větru se objevily v Persii a Číně.

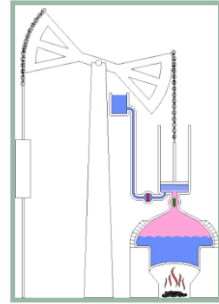
Domestikace: skot 6 tis.l. př.n.l.,
kůň cca 4 tis.l. př.n.l.)

Kůň – tažný favorit



Více V. Smil

Milníky využívání energie – 18. a 19. stol.



1765 – Parní stroj. James Watt významně zdokonalil existující vynález. V 19. stol. se parní stroj stal nejvýznamnějším zdrojem mech. energie jak v průmyslu, tak v dopravě. Proto se tomuto století také říká století páry (ale nízká účinnost JEN cca 15 %)



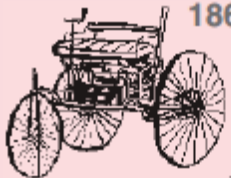
1827 – První vodní turbína (Fourneyron)

Fourneyronova turbína byla prakticky použitelná turbína, která se ve své době pokoušela konkurovat hojně rozšířeným vodním kolům zejména svou nevídanou 80% účinností.



1859 – První těžba ropy v Pensylvánii

V kolébce ropného průmyslu byl první vrt za účelem získat ropu uskutečněn kapitánem Edwinem Drakem. První barely ropy zde byly vytěženy z hloubky 21 metrů. Tímto dnem začíná ropný věk. Ještě o pár let dříve započala těžba ropy v Haliči a Rumunsku.



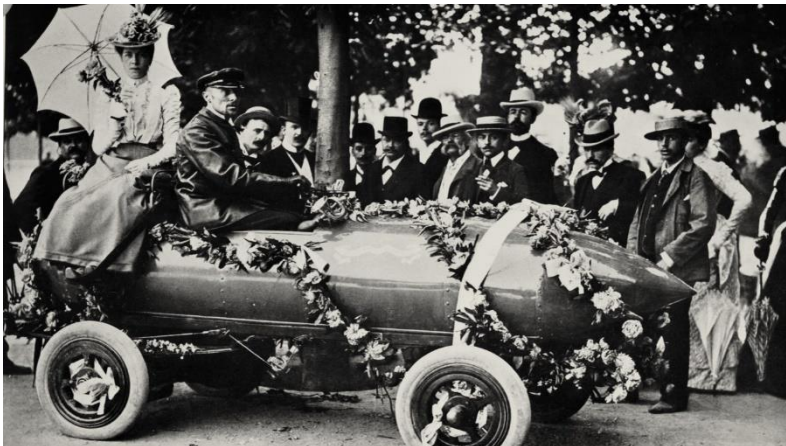
1866 – První spalovací motory

Nicolas Otto vyvinul první čtyřdobý spalovací motor, který byl provozně mnohem méně náročný a těžkopádný než dosud používaný parní stroj. Vývoj dnešních automobilů začal u Karla Benze, který nechal patentovat svoji motorovou tříkolku.



1769 - Nicolas Josef Cugnot:
fardier á vapeur

1889 – Karl Benz:
automobil s benzínovým
spalovacím motorem



elektromobil *La Jamais Contente* (Věčně nespokojená) - Camille Jenatton v r. 1889 překonal rychlost 100 km/hod
2 elektromotory o celkovém výkonu 50 kilowattů (100 článků olověných baterií).
Karoserie z lehké slitiny hliníku – celkem 1,5 t

Milníky využívání energie – 20. stol.

1909 – Haber-Boschova reakce (výroba amoniaku), energeticky náročný proces, dnes asi 1–2 % světové roční spotřeby energie



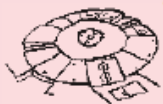
1933 – Objev umělé radioaktivity (manželé Joliot-Curieovi)

Omylem zapomenutá ozářená hliníková fólie u čítače paprsků vedla k objevu první umělé radioaktivní přeměny a otevřela dveře k využívání jaderné energie.



1945 – Shovení atomových pum na Hirošimu a Nagasaki

Jadernou bombu vyvinuli vědci pod vedením Roberta Oppenheimera v laboratořích Los Alamos. Několik týdnů po prvním jaderném pokusu v poušti White Sands byly svrženy bomby na japonská města Hirošimu a Nagasaki. Lidstvo se tím ocitlo v tzv. atomovém věku.

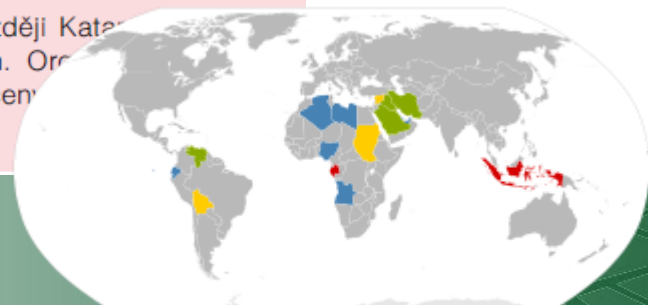


1954 – První jaderná elektrárna

První jaderná elektrárna na světě byla zprovozněna ve městě Obninsk nedaleko Moskvy. Lidé tak začali využívat jadernou energii k mírovým účelům.

1960 – Vznik OPEC – organizace zemí vyvážejících ropu

Zakládající členové Irán, Irák, Kuvajt, Saudská Arábie, Venezuela, později Katar, Libye, Spojené arabské emiráty, Alžírsko, Nigérie, Ekvádor a Gabon. Organizace jako jakýsi kartel, který se snaží společně postupovat při stanovování cen



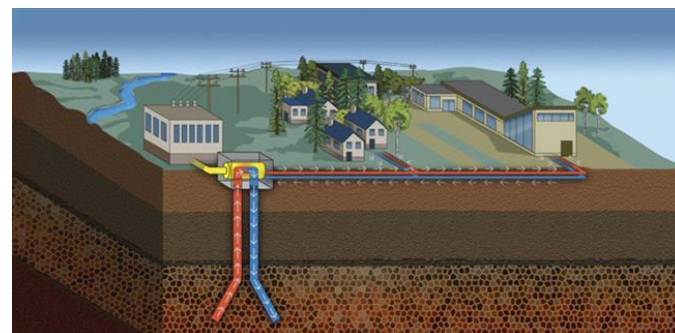
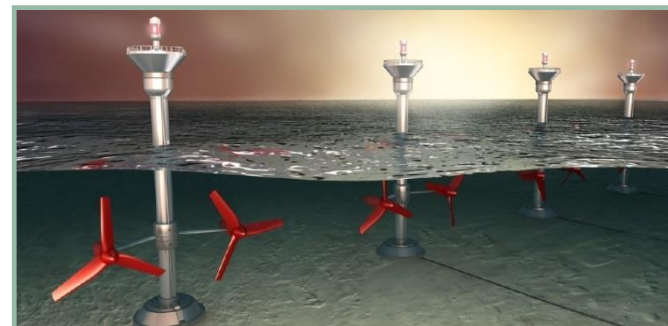
Vývoj populace a spotřeby energie

Hospodářský charakter stupně vývoje	Přibližná velikost lidské populace	Plocha k obživě 1 člověka ha	Spotřeba energie na osobu $10^3 \text{kcal.den}^{-1}$
Lov a sběr potravin Střídavé zemědělství	1×10^6	10^3	3 - 5
Pastevectví	5×10^6	5 - 0,5	10 - 15
Stálé zemědělství a řemesla	$50 - 500 \times 10^6$	1 - 0,1	15-30
Ranné průmyslové období	$1 - 2 \times 10^9$	0,8 - 0,3	50 - 80
Vyspělá průmyslová společnost	$4 - 6 \times 10^9$	0,8 - 0,3	80 - 240

Zdroje energie na Zemi

Tab. 4: Přehled primárních a sekundárních zdrojů energie na Zemi

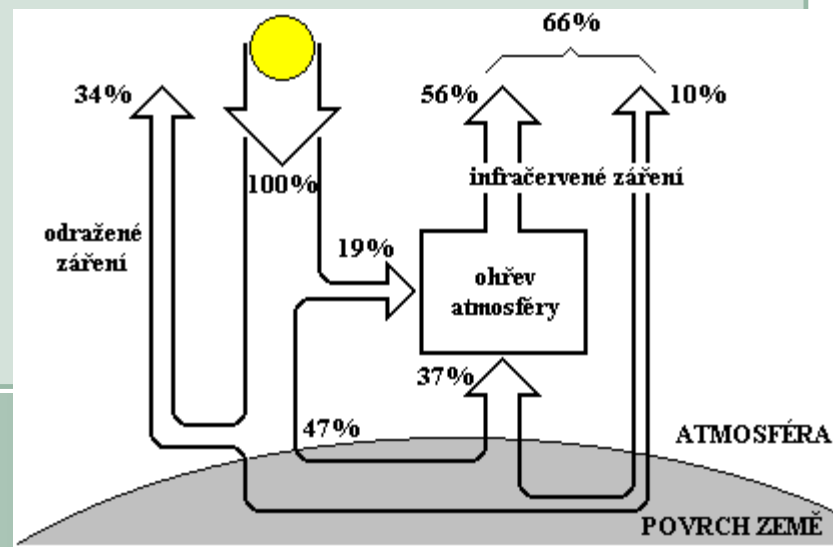
Fyzikální proces	Pohyb kosmických těles Slunce, Měsíce a planet	Radioaktivní rozpad	Tok záření z kosmického prostoru
Primární zdroj	rotační energie Země a gravitační energie Země, Měsíce a Slunce	energie zemského jádra	Slunce
Sekundární zdroje (teplo, elektrická energie)	přílivová energie	tepelná energie zemského jádra, rozpad radionuklidů	<ul style="list-style-type: none"> – sluneční záření (fotovoltaická konverze a solární ohřev) – energie větru – energie mořských vln – tepelná energie prostředí (voda, půda) – fotosyntéza (biomasa a fosilní paliva) – energie vodních toků



Energetická bilance Země (jen pro připomenutí)

Většinu energie přijímá Země od Slunce ve formě zářivé energie. Téměř z poloviny se jedná o světlo. Přerozdělení energie, která přichází ze Slunce na Zemi znázorňuje obr.

Z celkového množství energie (elektromagnetického záření) dopadající na Zem se 34 % odráží od atmosféry a od zemského povrchu zpět do vesmíru. Zemská atmosféra rozptyluje a pohlcuje 19 % přicházející sluneční zářivé energie. Tato energie se mění na teplo a atmosféra se ohřívá. Zemský povrch pohlcuje a přeměňuje v teplo 47 % energie, čímž se ohřívají podpovrchové vrstvy a od zemského povrchu se pak z větší části opět zahřívá atmosféra. Toto záření (celkem 19 % + 47 % = 66 % dopadající energie ze Slunce), které přijímá atmosféra a Země, se podílí na fyzikálních, biologických a chemických procesech na Zemi a v její atmosféře. Nakonec se mění v infračervené záření a je atmosférou a zemským povrchem vyzářeno do vesmíru.



Přírodní procesy (příkladmo)

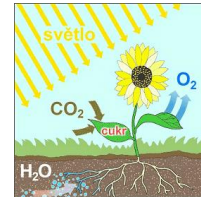
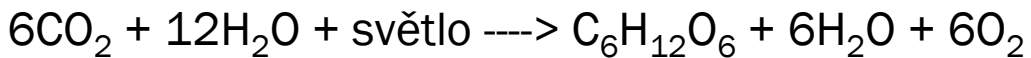
Vzhledem k velké dynamičnosti Země jako planety na ní probíhá velké množství přírodních procesů, které se liší svou intenzitou a velikostí působení.

- chemické děje (atmosféra, ozónová vrstva)
- pohyb (organismy, semena)
- materiálové toky (geochemické cykly, potravní řetězec)
- udržování teploty

vždy
potřeba
ENERGIE

Fotosyntéza (zdroj energie – Slunce)

- je jedním z nejvýznamnějších pochodů, které jsou úzce spjaty s existencí života na Zemi.
- představuje soubor chemických reakcí, při kterých dochází k pohlcování sluneční energie, která je využívána k přeměně jednoduchých sloučenin na složitější. Při fotosyntéze se energie spotřebovává.



- v listech rostlin se část energie slunečního záření (jen asi 1 - 2 %) mění na chemickou energii, která se ukládá do molekul glukózy (cukru)
- i přes velmi nízkou účinnost se celkové množství energie využitě globálně fotosyntézou ročně pohybuje okolo 4×10^{21} J (zettajoule, ZJ, 10^{21} J) – to je o 2 řády více než je současná spotřeba energie lidstvem na planetě

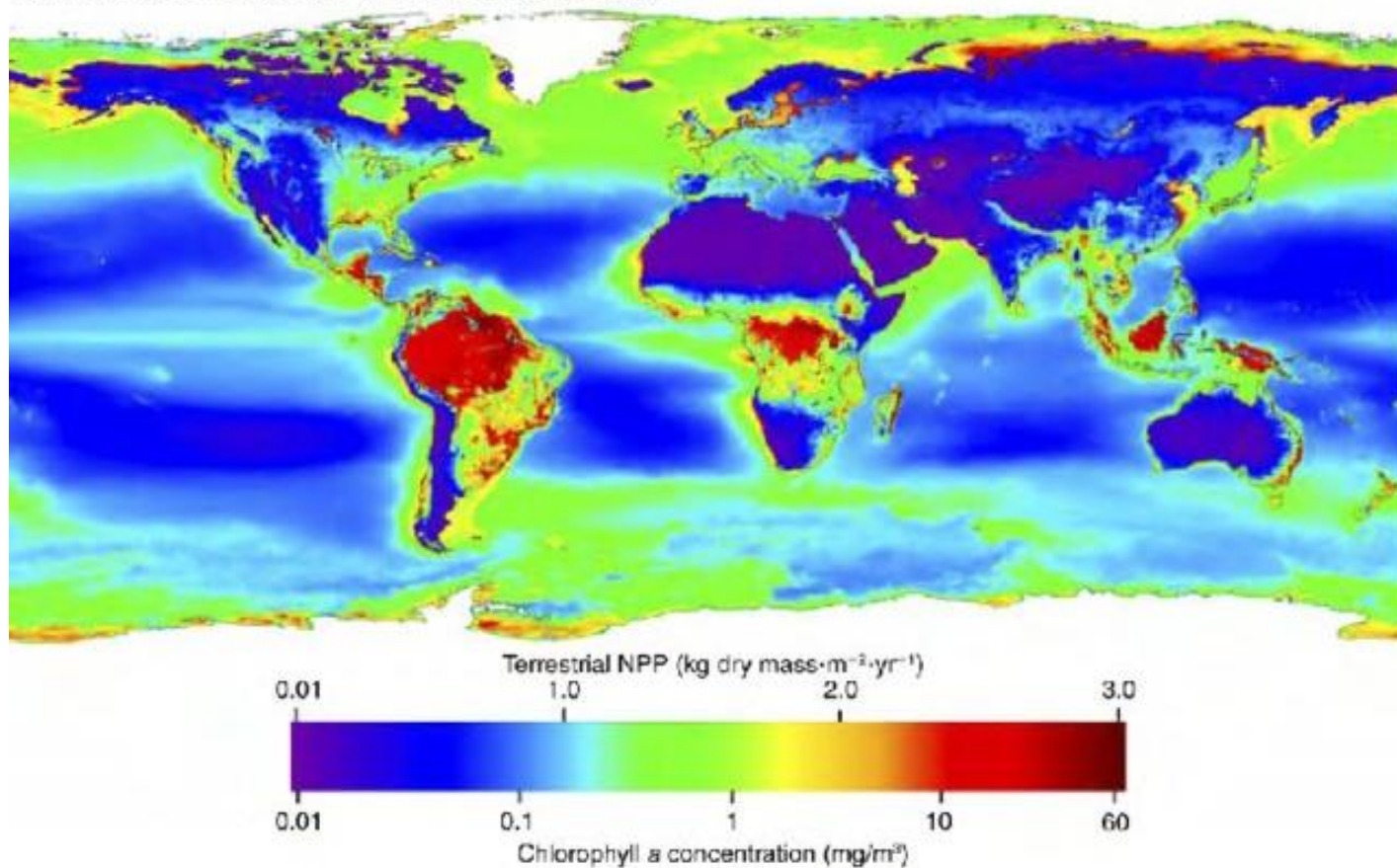
Primární produkce



- PP – je závislá na biochemických procesech **fotosyntézy** autotrofních organismů
- její množství je dáno množstvím dostupných živin v systému
- produktem je biomasa vytvořená za časovou jednotku na určité ploše
- v praxi nás zajímá čistá (netto) primární produkce (NPP) (hrubá produkce zmenšená o vlastní metabolickou potřebu producentů)

Primární produkce

B) Modeled terrestrial NPP and SeaWiF chlorophyll



Bez rostlin to nejde

Nátr, 2009



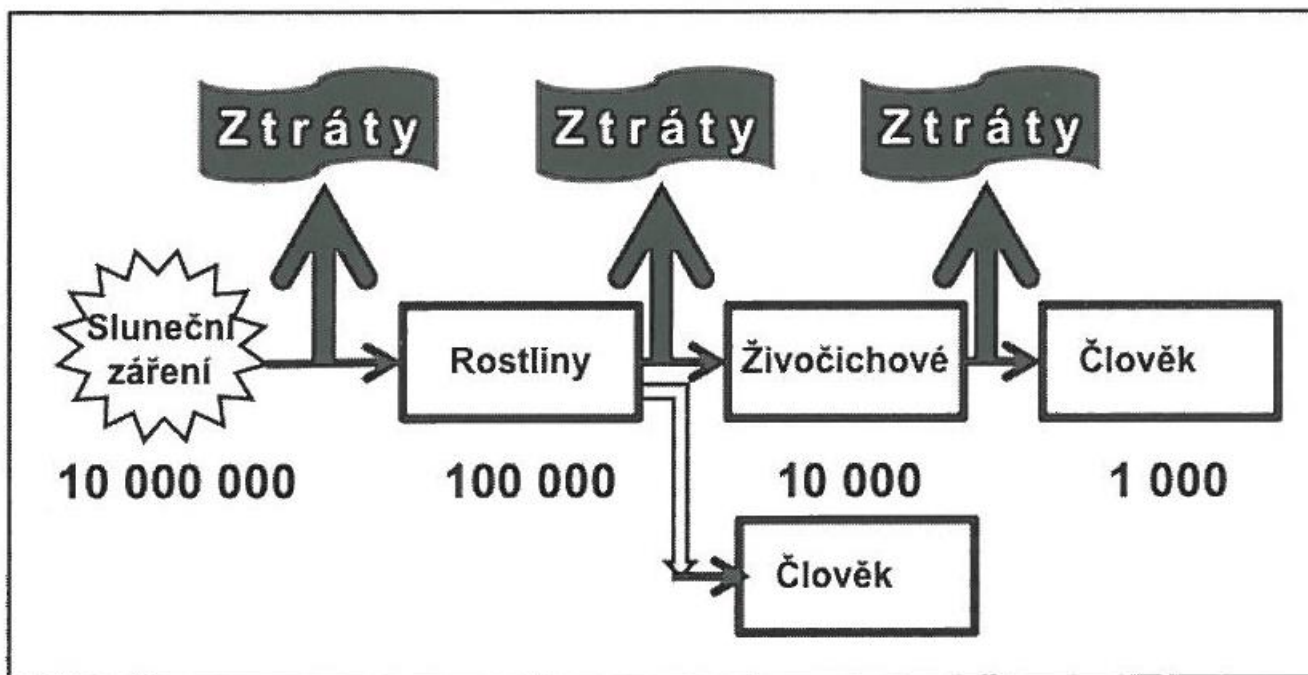
HANPP (o tomto indikátoru více v dalším tématickém bloku

Obr. 5.1: Potravní pyramida. Veškerá biomasa nezbytná pro život rostlin, býložravců, masožravců i všežravců je vytvářena jen rostlinami. Podrobnosti v textu.

Při každém přenosu energie (mezi patry) se značná část energie – 80-90 % - ztrácí ve formě tepla. Řetězec má obvykle 4-5 stupňů (suchozemské ekosystémy delší, mořské delší)

Můj vztah k zelenině je veskrze pozitivní. Žádám ovšem, aby mezi mne a ji byl vsunut transformační mezičlánek, který se jmenuje prase (Miloš Zeman)

Energetické ztráty v potravní pyramidě



Obr. 5.2: Schematické znázornění energetických ztrát mezi jednotlivými trofickými úrovněmi. Rostliny (producenti) využívají asi 1% dopadajícího slunečního záření. Každá další trofická úroveň využije asi jen 10% energie dostupné v biomase nižší úrovně. Při využívání sluneční energie rostlinami představují ztráty jak uvolněné teplo, tak energii využívanou v rostlinách na přeměnu kapalné vody na vodní páru (transpiraci). Vegetariánská strava tedy může uživit až 10krát více lidí než strava masitá. Schéma

Energetické procesy a zdroje na Zemi (různé klasifikace)

Primární – primární zdroje energie jsou přírodní zdroje, které nejsou člověkem nijak transformované. Lze je rozdělit na neobnovitelné a obnovitelné.

Neobnovitelné zdroje:

- fosilní paliva – uhlí, ropa, plyn
- jaderná paliva

Obnovitelné zdroje:

- vodní energie
- větrná energie
- sluneční energie – tepelná, fotovoltaika
- biomasa
- geotermální energie (původ v tepelné energii nitra Země, která se uvolňuje radioaktivním rozpadem izotopů v zemském magmatu)

Sekundární (druhotné) – druhotné zdroje energie jsou zdroje vzniklé lidskou činností:

- komunální odpad – energetické spalování odpadů
- vyjeté oleje – hlavně pro vytápění
- skládkové plyny – vznikají na skládkách komunálního odpadu, při neodplyňování mohou vznikat výbušné směsi, lze použít pro výrobu elektřiny
- odpadní teplo – využitím jinak zmařeného tepla lze dosáhnout energetických úspor nebo jej lze využít pro přímou výrobu elektřiny

Fyzikální proces	Pohyb kosmických těles Slunce, Měsíce a planet	Radioaktivní rozpad	Tok záření z kosmického prostoru
Primární zdroj	rotační energie Země a gravitační energie Země, Měsíce a Slunce	energie zemského jádra	Slunce
Sekundární zdroje (teplo, elektrická energie)	přilivová energie	tepelná energie zemského jádra, rozpad radionuklidů	– sluneční záření (fotovoltaická konverze a solární ohřev) – energie větru – energie mořských vln – tepelná energie prostředí (voda, půda) – fotosyntéza (biomasa a fosilní paliva) – energie vodních toků

Efektivita využívání energetických zdrojů – výhřevnost (energetická hustota)

Výhřevnost – porovnání uhlíkatých paliv (výhřevnost klesá s obsahem vody a minerálního podílu – popel, hlušina)

- Zemní plyn – 48 MJ/kg
- Benzín – 44
- Černé uhlí – 26
- Hnědé uhlí – 19
- Dřevo – 14-16
- Vysušený hovězí trus – 9-11
- Ropné břidlice – 9

vlastnost paliva, která udává, kolik energie se uvolní úplným spálením jedné jednotky (obvykle 1 kg)

Také tzv. „energetická hustota“ - udává se ve vztahu k objemu nebo hmotnosti:

- joule/m³ = množství energie uložené v každém kubíku paliva
- joule/kg = množství energie uložené v každém kilogramu paliva

Jakým dřevem topit? ~~Měkkým nebo tvrdým?~~

- Kilogram dřeva různých druhů (se stejnou vlhkostí) má cca stejnou výhřevnost (4,1 – 4,4 kWh/kg) (tj. cca 15 MJ/kg),
- poleno dubu ale hoří déle ! (dub má větší hustotu a proto jedno stejné velké poleno dubu má vyšší hmotnost, než poleno smrku a obsahuje tedy více energie)
- Objemová hmotnost dřeva = hustota (ρ ; kg/m³) (vypočítá se jako podíl celkové hmotnosti a objemu)
- Dřeva s vysokou hustotou bývají označována jako těžká, s nízkou jako lehká.



(průměr – prostorový metr)

Typ dřeva	kWh/průměr	kWh/kg
javor	1900	4.1
bříza	1900	4.3
dub	2100	4.2
olše	1500	4.1
jasan	2100	4.2
smrk	1600	4.4
borovice	1700	4.4

Dřevina	čerstvé	na vzduchu vyschlé	kg/m ³
Borovice lesní	700	520	
Buk	990	720	
Dub cer	1110	850	
Lípy	730	520	
Modřín	760	600	
Smrk	740	470	



Roční výnos obnovitelné energie z hektaru zemědělské půdy

OZE	Výnos energie [GJ/ha za rok]	Výsledná energie/ palivo	Účinnost konverze na mechanickou práci
energetická biomasa	160	teplo	25 %
energetická biomasa	160	bioplyn	15 %
sláma obilovin	70	teplo	25 %
řepka	55	olej	30 %
pšenice	32	etanol	30 %
brambory	54	etanol	30 %
cukrovka	76	etanol	30 %
fotovoltaika	1440	elektrina	80 %
fotovoltaika s akumulací	1440	elektrina	50 %



hustota energetického toku (HET)

Náhrada fosilních paliv - limity

Je zřejmé, že rychlou a úplnou náhradu fosilních paliv alternativními zdroji energie komplikuje několik společných limitujících faktorů:

- 1) nízká hustota energetického toku;
- 2) nízké EROI ve srovnání s fosilními palivy (s výjimkou hydroelektráren)
- 3) transport a akumulace získané exergie

Analýza efektivity využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET)

Hustota energetického toku udává tok energie na jednotku horizontální plochy země nebo vody

- jednotkou jsou watty na metr čtvereční (W/m^2) a násobky.
- HET umožňuje vyhodnotit a **porovnat množství energetických toků z různých zdrojů** (jeden z hlavních faktorů pro zhodnocení potenciálu OZE v globální energetice)
- Historický vývoj HET není tak přímočarý jako v případě energetické hustoty (výhřevnosti), a nepohybujeme se nutně k vyšším hodnotám.
- Smil (2006, Energie): „Energetická výkonová hustota“

Analýza efektivity využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET)

Hustota energetického toku udává množství energie, které protéká plochou země nebo vody

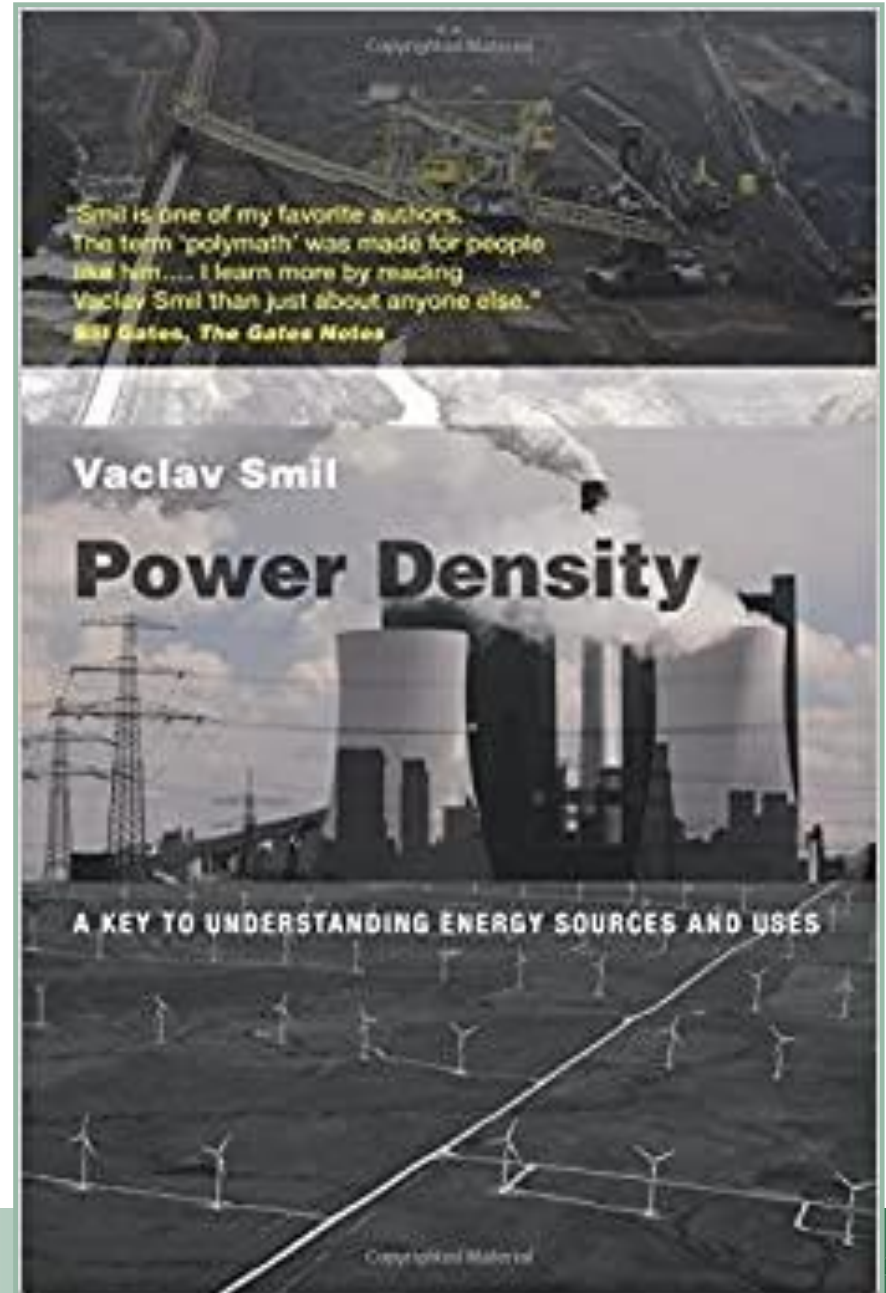
- jednotkou jsou watty na metr čtverečný
- HET umožňuje vyhodnotit a porovnat různé zdroje energie z různých zdrojů (jeden z hlavních ukazatelů OZE v globální energetice)
- Historický vývoj HET není tak vysoký (vzhledem k nízkým hustotám (výhřevnosti), a nepo-
klesá s obsahem vody a minerálního podílu - popel, hlušina)
- Smil (2006, Energie): „Energy

Výhřevnost – porovnání uhlíkatých paliv (výhřevnost klesá s obsahem vody a minerálního podílu – popel, hlušina)

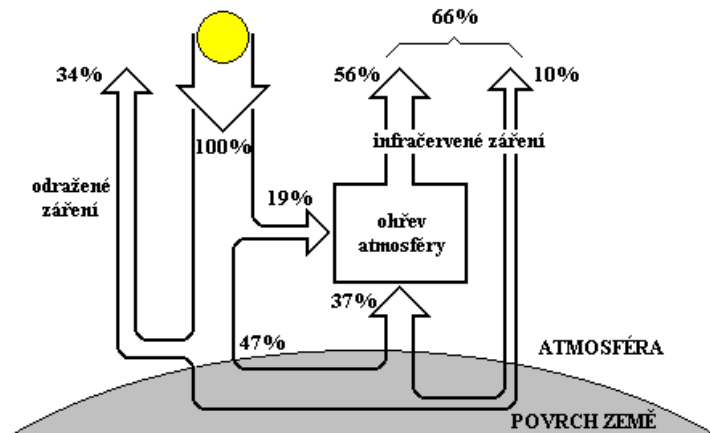
- Zemní plyn – 48 MJ/kg
- Benzín – 44
- Černé uhlí – 26
- Hnědé uhlí – 19
- Dřevo – 14-16
- Vysušený hovězí trus – 9-11
- Ropné břidlice – 9

V. Smil – Power Density

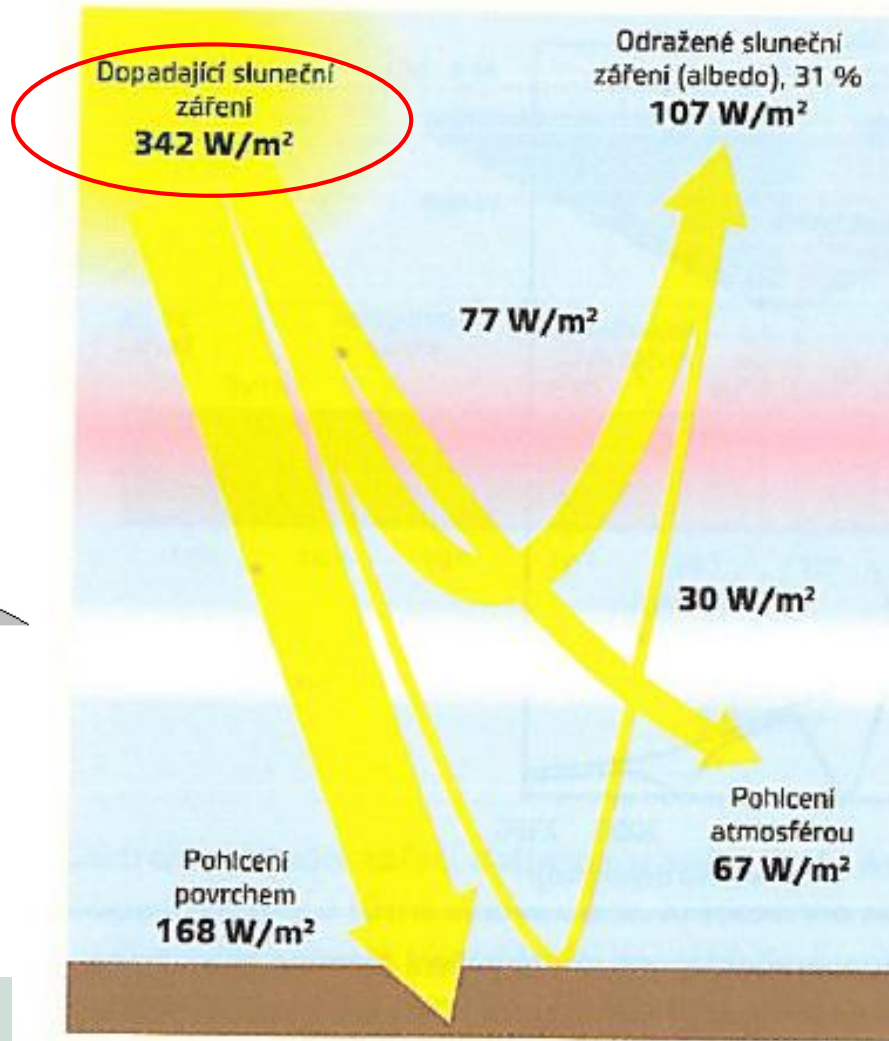
Vaclav Smil highlights power density as an essential ingredient for evaluating energy systems that is often forgotten or neglected in making sound energy choices. Smil correctly points out with numerous examples the importance of power density in determining how energy recovery and utilization systems are designed and operated.



Výkonová hustota zářivého toku slunečního záření (sluneční ozáření)



G22 Skleníkový efekt zemské atmosféry



Skleníkový jev

Sluneční záření
dodává energii
klimatickému systému.

Část slunečního záření
je odražena zemským
povrchem a atmosférou.

SLUNCE

Část infračerveného záření ovzduším
projde, ale většina je molekulami
skleníkových plynů a oblačností
pohlčena. Skleníkové plyny,
kapalné a pevné částice
pak sálají všemi směry.
Výsledkem je, že povrch Země
a přízemní vrstvy ovzduší jsou
mnohem teplejší, než by byly
bez skleníkového jevu (o desítky
kelvinů, po zblátnění i o stovku).

ATMOSFÉRA

ZEMĚ

Polovina slunečního záření je
pohlčována zemským povrchem,
který se takto ohřívá.

Zemský povrch
vyzařuje dlouhovlnné
infračervené záření

Sluneční záření – opakování

Dopadající sluneční záření se dá charakterizovat:

- množstvím (kWh/m²; úhrn záření v kW, které dopadne na plochu 1 m² za 1 hod.)
- intenzitou – W/m²

Světelný tok dopadající na horní vrstvu atmosféry (solární konstanta) – 1336 W/m²

Skutečně na Zemi dopada v průměru - 342 W/m² (1/4 sluneční konstanty)

- Z toho cca polovina (170 W/m²) jako záření vlnové délky cca 400–700 nm (viditelné světlo – energie fotosynteticky využitelná autotrofními organismy).

Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku udává výkon na jednotku horizontální plochy země nebo vody (energie za čas na plochu)

- Plynová elektrárna: 7000 W/m²
- Jaderná elektrárna: 70 – 1600 W/m²
- Uhlíková elektrárna: 100 - 1000 W/m²
- Solární elektrárna: 4 – 37 W/m²
- Vodní elektrárna: 1 – 25 W/m² (i 512 !)
- Větrná elektrárna: 1 – 4 W/m²
- Biomasa - 0,2 W/m²

Efektivita využívání energetických zdrojů hustota energetického toku (HET) (p



Hustota energetického toku udává tok energie na jednotku horizontální plochy země nebo vody.

- Jaderná elektrárna: 70 – 1600 W/m²
- JETE: celkový výkon: 2 110 MW
oplocená plocha pozemku: 123 ha (1 230 000 m²)

HET ?

$$2\,110\,000\,000\text{ W} / 1\,230\,000\text{ m}^2 = 1\,715\text{ W/m}^2$$

$$\text{HET JETE} = \text{cca } 1700\text{ W/m}^2$$

Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET)

Různé JE, různé HET

Smil uvádí dva příklady. Prvním je JE o výkonu 1 GW, koeficient využití 90 %, která se rozléhá na ploše 0,5 km². Jaderné palivo pochází z dolu Saskatchewan, kde je potřeba pouze 40 m² k vytěžení tuny uranu. Ročně je vyžadováno 217 t uranu.

Obohacovací proces a skladování již použitého paliva zabírají přibližně 0,1 km². **Výsledná HET je v tomto případě více než 1600 W/m² (1 GW/0,6 km²).**

V případě druhé JE je rozloha 10 km² a její jaderné palivo je těženo ISL metodou (je potřeba 2000 m² k vytěžení 1 tuny urania). Opět je vyžadováno 217 t uranu ročně. K obohacování je použita difuze a centrifugální separace, což vyžaduje plochu přibližně o rozloze 3,2 km² (skladování již použitého paliva je zde zohledněno). **Výsledná HET je v tomto případě přibližně 70 W/m².** Hustota energetického toku JE se může lišit o několik řádů.



Koeficient využití:
90 %

Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku

Vodní elektrárna: 1 – 25 W/m² (i 512 !)

A) přehradní nádrž Akosombo (řeka Volta, Ghana)

- Rozloha: 8 500 km² (největší umělé jezero na světě - 10 % rozlohy ČR)
- Instalovaný výkon: 1020 MW
- HET ?

1020 mil W/8500 (mil) m² =

$$\text{HET} = 0,12 \text{ W/m}^2$$



Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku

Vodní elektrárna: 1 – 25 W/m² (i 512 !) Koefficient využití: 10 - 80 %

B) přehradní nádrž Grande Dixence (Švýcarsko)

- Vysokotlaká vodní elektrárna (převýšení 100 m)
- Rozloha: 4 km²
- Instalovaný výkon: 2000 MW
- HET ?

2 000 (mil) W/4 (mil) m² =

HET = 500 W/m²
(reálně 50 W/m²)

Koefficient využití: 10 %

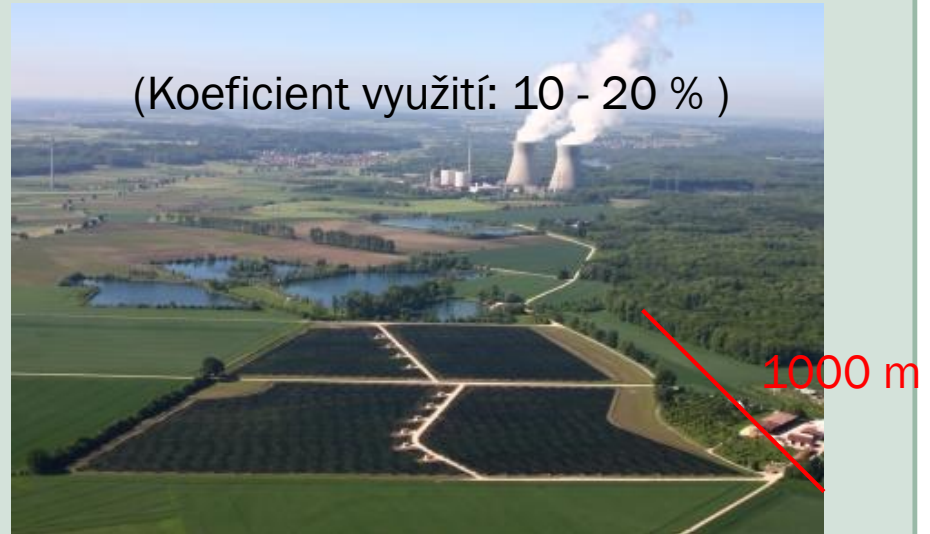


Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku udává výkon na jednotku horizontální plochy země nebo vody.

- Solární elektrárna: 4 – 37 W/m²
Lauingen Energy Park (Bavorsko)
- Rozloha: 0,63 km²
- Instalovaný výkon: 25,7 MWp
- HET ?

26 MW/0,63 km² =



630 m

HET = 41 W/m² (reálně 4 W/m² – vzhledem k 10% koeficientu využití)

Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku - elektrárna/výtopna na dřevní biomasu

Lesní produkce max. 200 t fytohmoty na hektar (20 kg/m²)

- energetický výnos cca 300 MJ/m² (cca 15 MJ/kg dřeva)
- obnova lesa 50-100 let

HET ?

- Výkon $P = \text{Práce } W / \text{čas } t$

$$P = 300\,000\,000 \text{ J} / 50 \text{ let} \times 365 \text{ dni} \times 24 \text{ hod} \times 3600 \text{ s} \\ = 0,2 \text{ W})$$

Hustota energetického toku **HET = 0,2 W/m²**

Efektivita využívání energetických zdrojů - hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku - elektrárna/výtopna na dřevní biomasu

Lesní produkce max. 200 t fytohmoty na hektar (20 kg/m²)

- energetický výnos cca 300 MJ/m² (cca 15 MJ/kg)
- obnova lesa 50-100 let

HET ?

- Výkon $P = \text{Práce } W / \text{čas } t$

$$P = 300\,000\,000 \text{ J} / 50 \times 365 \times 24 \times 3600 \text{ s} \\ = 0,2 \text{ W}$$

Hustota energetického toku **HET = 0,2 W/m²**

Výhřevnost – porovnání uhlíkatých paliv (výhřevnost klesá s obsahem vody a minerálního podílu – popel, hlušina)

- Zemní plyn – 48 MJ/kg
- Benzín – 44
- Černé uhlí – 26
- Hnědé uhlí – 19
- Dřevo – 14-16
- Vysušený hovězí trus – 9-11
- Ropné břidlice – 9

Hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku – plynová elektrárna (zemní plyn)

Elektrárna s paroplynovým (kombinovaným) cyklem (vysoká účinnost - 2 plynové turbíny, 1 parní) - Počerady

- Rozloha: 64 000 m²
- Instalovaný výkon: 838 MW_e
- Účinnost – cca 60 %

$838 \text{ mil W} / 64\,000 \text{ m}^2 = 13\,000 \text{ W/m}^2$

Hustota energetického toku **HET = 7 800 W/m²**

(v ploše chybí rozloha těžebních polí/vrtů a plynovodů...)

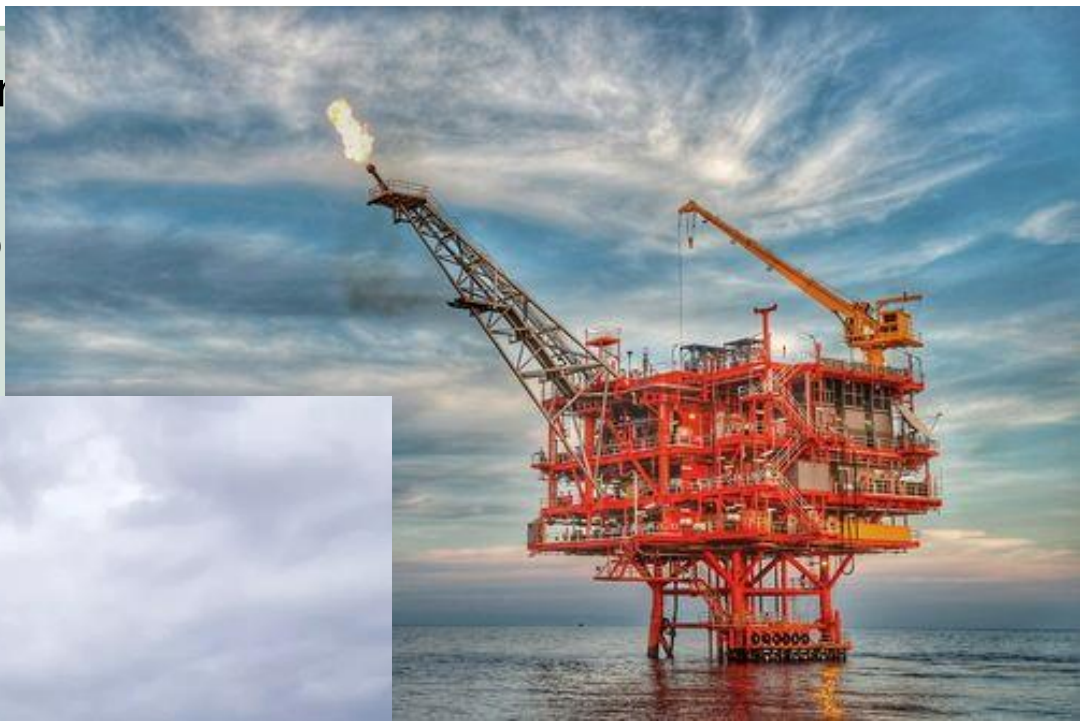


Hustota energetického toku (HET) (pokr.)

Hustota energetického toku – plyn

Elektrárna s paroplynovým (komb

• Rozloha: 64 000 m²



dů...)

Jakou hustotu energetického toku má moderní společnost?

Příklad: Německo

- TPES (total primary energy supply): Celková spotřeba primárních energetických zdrojů: $1,26 \cdot 10^{16}$ kJ
- Vydělením 31,5 mil (počet sekund za rok) zjistíme průměrný výkon: 406 451 612 903 W.
- Rozloha Německa: 357 400 000 000 m²,
- HET Německa: cca 1,13 W/m²
- Lauingen Energy Park (solární park) : HET = 4 W/m²



cca 25 % plochy Německa (tj. cca 89 tis. km², tedy více než rozlohu ČR !) by musely pokrývat solární panely Lauingenského typu

HET ?

Úpravy Zobrazit Historie Záložky Nástroje Nápoředa

připrava úses - Vyř X translator - Hledat X Nástěnka X dul dolu Saskatche X Mozambique launc X Akosombo Dam - X Hustota energetick X

→ ↻ 🏠 <https://www.esi-africa.com/industry-sectors/generati> dul dolu Saskatchewan →

Industry Sectors Generation News Regional News Southern Africa

Mozambique launches 100MW floating power station

Mar 22, 2016 · 0



ASIA - 6 April 2020
06H00 GMT: 14H00 (UTC+8)

EUROPE - 7 April 2020
13H00 GMT: 14H00 (CET)

USA - 8 April 2020
15H00 GMT: 11H00 (UTC+4)

AFRICA - 9 April 2020
12H00 GMT: 14H00 (UTC+2)

MOST READ



Coal power generation is booming in China and Japan

This site uses cookies which are essential to make the site function effectively. By using our site you accept the terms of our cookie policy. [ACCEPT](#) [Cookie policy](#)

://googleads.g.doubleclick.net/pcs/click?xai=AKAOjsuUBmveWNIWkrOP2NYt76lVcXj7i1qF7HzW2...s-and-markets/live-webinar-series-covid-19-utility-crisis-management/&nx=CLICK_X&ny=CLICK_Y

Sem zadejte hledaný výraz

Odkazy 99+ K... K... W O P S... CES 21:08 06.04.2020

Více o HET

<https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/hustota-energetickeho-toku>

The screenshot displays a web browser window with the following elements:

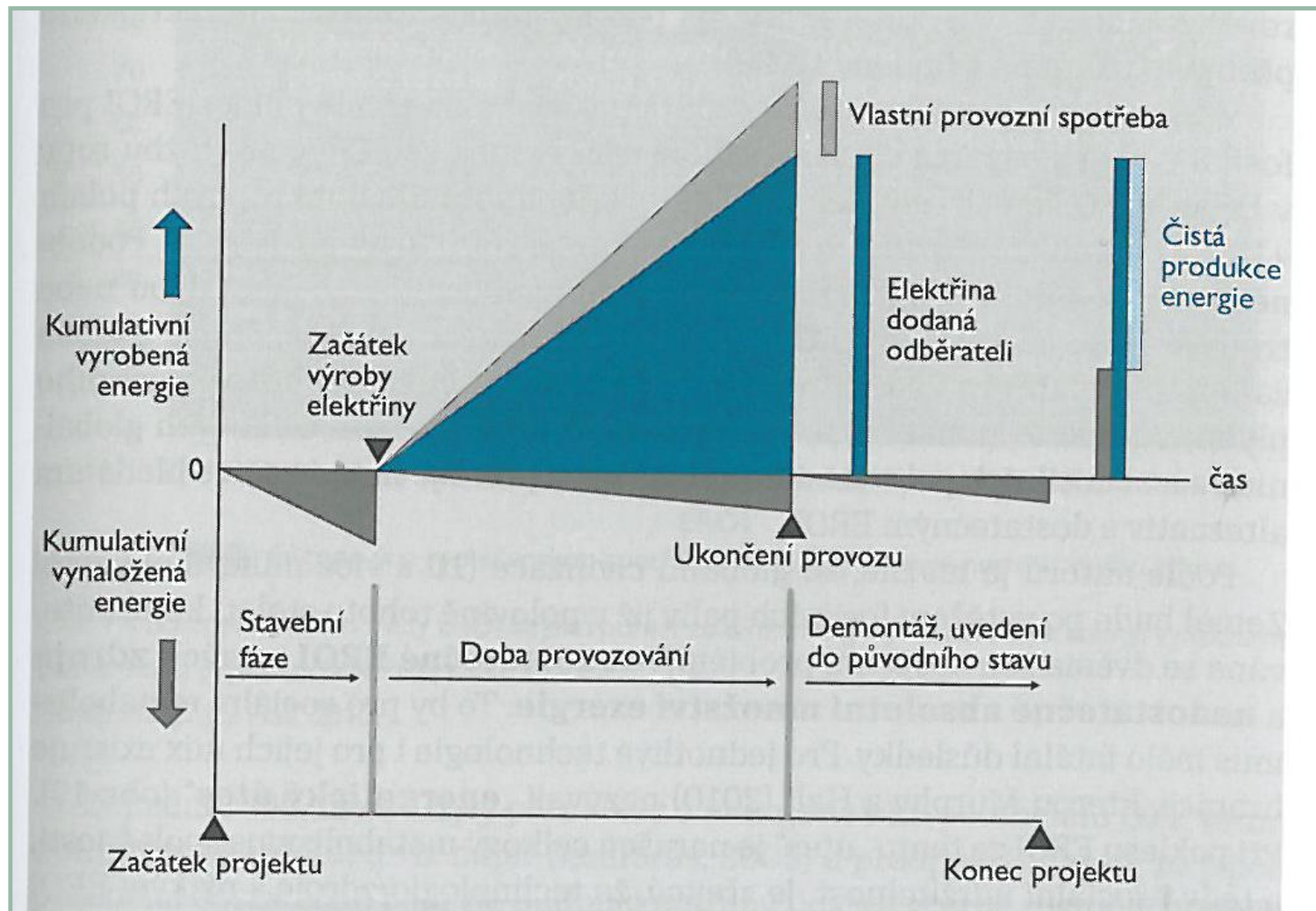
- Address Bar:** <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/hustota-energetickeho-toku>
- Website Header:** OENERGETICE.cz with navigation links: Energostat, Aktuálně, Elektřina, Plyn, Teplo, Elektromobilita, OZE, Energetice, Názory, Práce.
- Article Title:**

Hustota energetického toku
- Metadata:** Obnovitelné zdroje | Petr Vytlačil | 38 komentářů | 23. březen 2018, 19:16
- Main Image:** A close-up photograph of a liquid droplet falling into a pool of liquid, creating ripples. The background is a bright, glowing yellow light.
- Monitoring Sidebar:**
 - Monitoring CZ**
 - Ceny ropy vystrelili nahor**
Kurzy.cz, 6. duben 2020, 19:54
 - Ventilátor ze součástek automobilu Tesla nebo štit od Applu? V USA se do pomoci zapojili i techničtí giganti**
Lidovky, 6. duben 2020, 17:54
 - Výrobci biopaliv se přeorientovali na výrobu lihu pro dezinfekci. Dušička**
- Taskbar:** Windows taskbar with search bar "Sem zadejte hledaný výraz" and various application icons.

Efektivita využívání energetických zdrojů – energetická návratnost

- Metoda pro porovnání různých zdrojů energie z hlediska jejich energetické návratnosti (efektivity)
- Bilance všech energ. (antropogenních) vstupů (práce, těžba, doprava, paliva, distribuce ad.) a všech čistých výstupů - sleduje se energetický zisk
 - Výstup, energie získaná – data založená na životnosti;
 - Vstup, energie vložená – reálná data (výroba, provoz, recyklace)
- Bilance = **energie získaná/energie vložená** (E_{out}/E_{in})
- Výsledek = **energetický výtěžek, energetická návratnost, EROI** –
(*Energy Return On Investment*)
- Čím vyšší hodnota ukazatele, tím výhodnější je zdroj energie.
- Min. EROI pro prakticky využitelné zdroje - 3:1 (vyspělá společnost musí mít k dispozici přebytek energie, záleží ale na formě)
- Trvalý pokles EROI pro fosilní paliva (30. léta – 100, nyní 18) – energetický útes (1:1)

Efektivita využívání energetických zdrojů – energetická návratnost (schéma EROI pro energetické zařízení)



Odhad EROI vybraných energ. zdrojů v USA

Zdroj	Rok těžby	Množství (EJ/rok)	EROI (X:1)
ropa a plyn	1930	5	> 100
ropa a plyn	1970	28	30
ropa a plyn	2005	9	11–18
ropa, světová těžba	1999	200	35
přírodní plyn	2005	30	10
uhlí	1950	n/a	80
uhlí	2000	5	80
jaderná energie	dlouhodob. průměr	9	5–15
hydro	dlouhodob. průměr	9	> 100
VE	dlouhodob. průměr	5	18
PV	dlouhodob. průměr	< 1	6,8
bioetanol (třtina)	průměr	<< 1	0,8–10
bioetanol (obilí)	průměr	< 1	0,8–1,3
biodiesel	průměr	< 1	1,6

Biopaliva první a druhé generace

- Surovinou pro výrobu současných **biopaliv první generace** je biomasa, kde existuje její konkurenční užití ve výrobě potravin či krmiv. Mezi biopaliva první generace patří **bioetanol**, vyrobený z obilí, cukrové řepy, cukrové třtiny, kukuřice, škrobu, rostlinných odpadů kvašením a rafinací, **metylester** řepkového oleje (MEŘO, RME), vyrobený z vylisované řepky olejné esterifikací, resp. jeho modifikace etylester řepkového oleje (EEŘO), dále **metylester mastných kyselin** (FAME), vyrobený z vylisovaných olejnatých rostlin (palmový olej, slunečnicový olej, aj.) či **biobutanol** vyrobený katalytickou konverzí bioetanolu.
- U **biopaliv druhé generace** je surovinou tzv. nepotravinářská biomasa jako je lesní biomasa včetně těžebních zbytků, zemědělský odpad (sláma, seno, kukuřičné, řepkové a jiné zbytky), energetické rostliny (křídlatka, čirok, štovík apod) či biologický odpad z domácností. Mezi biopaliva, vyrobená z této suroviny, patří **bioetanol**, **motorová nafta** jako syntetický produkt Fischer-Tropschovy syntézy, **methanol**, resp. benzin jako produkt katalytické konverze syntézního plynu, biobutanol z bioetanolu aj.
- Energetické plodiny druhé generace mají transformační potenciál na biopaliva výrazně vyšší než je u první generace. Technologický proces je však mnohem složitější a náročnější než fermentační výroba etanolu či esterifikace olejů. Konverzní poměr je obvykle 5:1 (z 5 tun biomasy lze vyrobit 1 tunu biopaliva). Nasazení druhé generace do komerčního provozu lze ve větším měřítku očekávat až během následujících 10 let. Ještě větší výzva jsou **biopaliva 3. generace** - řasy

http://neviditelnypes.lidovky.cz/ekonomika-soumrak-biopaliv-1-generace-a-co-dal-fn0-/p_ekonomika.aspx?c=A170215_225424_p_ekonomika_wag

Biopaliva první a druhé generace

- Surovinou pro výrobu současných **biopaliv první generace** je biomasa, kde existuje její konkurenční užití ve výrobě potravin či krmiv. Mezi biopaliva první generace patří **bioetanol**, vyrobený z obilí, cukrové řepy, cukrové třtiny, kukuřice, škrobu, rostlinných odpadů kvašením a rafinací, **metylester** řepkového oleje (MEŘO, RME), vyrobený z vylisované řepky olejné esterifikací, resp. jeho modifikace etylester řepkového oleje (EEŘO), dále metylester mastných kyselin (FAME), vyrobený z vylisovaných olejnatých rostlin (palmový olej, slunečnicový olej, aj.) či biobutanol vyrobený katalytickou konverzí bioetanolu.

EROI

- U **biopaliv druhé generace** se využívá biomasa včetně těžebních zbytků (řepkové a jiné zbytky), odpad z domácností. Může být nahrazena **motorová nafta** jako syrová ropa nebo **benzin** jako produkt katalytické rafinace ropy. Energetická návratnost (EROI) biopaliv druhé generace je vyšší než je u první generace. Například EROI bioetanolu z kukuřice je 1,8, což znamená, že např. na výrobu necelých 2 l biopaliva (etanol z kukuřice se spotřebuje 1 l konvenční ropy; nebo dokonce na 1 l etanolu z obilí se spotřebuje 1 l ropy).

Biopaliva první a druhé generace

Z jednoho hektaru řepky se získá 41 GJ energie, pokud by se ovšem ten hektar osel nějakou energetickou plodinou, která by se dala spálit v bioelektrárně, dalo by se získat až 167 GJ. (Zahradník, 2018)

Původní závazek členských zemí EU dosáhnout do roku 2020 podílu biopaliv na trhu pohonných hmot byl již před rokem 2017 na sedm procent (10 procent tedy již není povinných, jak uvádějí některá média), tím ale redukce neskončila. Koncem srpna 2017 Evropská komise snížila podíl biopaliv na 3,8 procenta.

OZE	Výnos energie [GJ/ha za rok]
energetická biomasa	160
energetická biomasa	160
sláma obilovin	70
řepka	55
pšenice	32
brambory	54
cukrovka	76
fotovoltaika	1440
fotovoltaika s akumulací	1440

Energetická výzva tohoto století

10 mld. osob globální populace v polovině století:

1. Nedostatečné EROI nových i starých energetických zdrojů
2. Nedostatečné množství (absolutní) exergie

Důsledek: pokles celkového EROI (mix všech zdrojů) pod hranici společenské přijatelnosti – pod tzv. **energetický útes** (Murphy, Hall, 2008)


Efekt odrazu (týká se energ. účinnosti)

Hypotéza: efektivní využití energie šetří zdroje a snižuje environmentální zátěž

Tato efektivita ale souvisí s racionalitou spotřeby, tj. úspor

Realita: zvyšování energ. efektivity (účinnosti) překvapivě přináší menší úspory, než vyplývá z ex-ante bilance

Jevons, 1866: praktické rozšíření energeticky účinnějšího Wattova parního stroje paradoxně vedlo k nárůstu spotřeby uhlí ! Nová technologie realizovala jen polovinu předpokládaných úspor – vysoký rebound effect až 50 %

 **Efekt odrazu** (rebound effect - RE, Jevonsův paradox, Khazzoom-Brooksův postulát)

jedná o jev, kdy díky zvýšení energetické efektivity dochází paradoxně k další spotřebě energie.

Efekt odrazu (týká se energ. účinnosti)

Efekt odrazu (rebound effect, Jevonsův paradox):

- označení odezvy na provedenou akci (nejčastěji k označení odezvy, která vyvolá činnosti vedoucí k negaci předpokládaného výsledku akce).
- **Přímý efekt odrazu** – zvýšení efektivity umožňuje zvýšit komfort při stejných nákladech (zateplení domu – topení v celém domě; vyšší teplota)
- **Nepřímý efekt odrazu** – realokace úspor z efektivnějšího využívání energie (za úspory na dovolenou)
- **Celoekonomický rebound efekt** (Khazzoom-Brooksův postulát) – za stálých cen energie vedou nové energ. účinné technologie vždy k růstu spotřeby energie ve společnosti/ekonomice. Výsledkem je růst životní úrovně, nikoliv úspory energie.

Rozsah efektu odrazu

Domácnosti	Rozsah (%)
vytápění	10–30
chlazení a klimatizace	0–50
ohřev vody	10–40
osvětlení	5–12
užívání automobilu	10–30
Firmy	
firemní procesy (krátkodobé)	0–20
osvětlení	0–2
významné technologické inovace	50 a více

Efekt odrazu - obecně vyjádřen jako poměr ztraceného (nevyužitého) přínosu ve srovnání s očekávaným přínosem při udržení konstantní spotřeby. Vyjadřuje se tedy jako procento předpokládané úspory, resp. velikost nerealizované možné úspory (např. v %). Příklad: pokud dojde ke zvýšení účinnosti spalovacího motoru o 5 %, a to povede ke snížení spotřeby paliva pouze o 3 %, pak je RE $2/5$ tj. 40 %. Čím nižší EORI, tím lépe.

Příklad RE

Spotřeba energie – 100 KWh/rok

Očekávaná spotřeba – 20 KWh/rok (očekávaná úspora 80 KWh, tj. 80 %)

Skutečná spotřeba s uspornými opatřeními – 50 KWh/rok (50 %)

Realizovaná úspora – 50 KWh, tj. 50 % spotřeby (a 62 % očekávané úspory)

RE? (= velikost nerealizované možné úspory) :

$$\text{RE: } 30 \text{ KWh} / 80 \text{ KWh} = 0,38 \text{ (38 \%)}$$

Typy rebound efektu

V závislosti na velikosti - pět různých typů rebound efektu (RE):

Super úspora (RE < 0): Skutečné úspory zdrojů jsou vyšší než očekávané úspory - rebound efekt je záporný.

Nulový rebound (RE = 0): Skutečné úspory zdrojů jsou rovny očekávaným úsporám - rebound efekt je nulový

Částečný rebound (0 < RE < 1): Skutečné úspory zdrojů jsou menší než očekávané úspory - rebound efekt je mezi 0 % a 100 %.

Plný rebound (RE = 1): Skutečné úspory zdrojů se rovnají nárůstu využití - rebound efekt je na 100 %.

Zpětný efekt (RE > 1): Skutečné úspory zdrojů jsou záporné, protože využití vzrostlo nad potenciální úspory - rebound efekt je vyšší než 100 %. Tato situace je známá jako Jevonsův paradox.

Typy rebound efektu

V závislosti na velikosti - pět různých typů rebound efektu (RE):

Super úspora ($RE < 0$): Skutečné úspory zdrojů jsou vyšší než očekávané úspory - rebound efekt je záporný.

Nulový rebound ($RE = 0$): Skutečné úspory zdrojů jsou rovny očekávaným úsporám - rebound efekt je nulový

Částečný rebound ($0 < RE < 1$): Skutečné úspory zdrojů jsou menší než očekávané úspory - rebound efekt je mezi 0 % a 100 %.

Plný rebound ($RE = 1$): Skutečné úspory zdrojů se rovnají nárůstu využití - rebound efekt je na 100 %.

Zpětný efekt ($RE > 1$): Skutečné úspory zdrojů jsou záporné, protože využití vzrostlo nad potenciální úspory - rebound efekt je vyšší než 100 %. Tato situace je známá jako Jevonsův paradox.

Energetický otrok

Američan [R. B. Fuller](#) jako první použil pojem energetický otrok v roce 1940 (časopis Fortune) – globálně na 1 člověka připadá 17 energ. otroků (1950 – revize, 38 otroků)

Energetický otrok je jednotka měření, která umožňuje lépe porozumět a vyhodnotit důsledky našich životních rozhodnutí.

Několik možností výpočtu, záleží na konceptu (např:
Energetický otrok pracuje na výrobě energie 24 hodin denně.
Vydává průměrný výkon 100 W (nebo 875 kWh / rok)
(Corbière-Nicollier, 2001)

$(100 \text{ W} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ dní} = 875000 \text{ Wh} = 875 \text{ kWh} = 3150 \text{ kJ} = 3,15 \times 10^6 \text{ J})$

Energetický otrok (denní práce 1 muže vyjádřená v energii)

Energetický otrok (také „**ropný otrok**“) je energetický koncept, který popisuje poměr mezi tzv. energetickou potřebou (tedy přísunem energie ve formě potravy, kterou každý člověk ke své existenci nezbytně potřebuje) a energetickou spotřebou (ostatní zdroje energie využívané člověkem).

Zjednodušeně řečeno, pokud člověk spotřebovává dvakrát více energie, než jí potřebuje ve formě potravy, pak má jednoho energetického otroka.

1 energetický otrok: dlouhodobý výkon 150 W
(1,7 násobek BM /70 W /– odpovídá středně těžké práci) (Smil, 2006)

Možný přístup k odhadu energ. spotřeby otroka:

(výkon 150 W x 14 h x 365 dní) = práce 780 kWh (= 2800 kJ = 2,8 MJ)



(Energetičtí) otroci v ČR

- Celková spotřeba primárních energetických zdrojů v ČR v r. 2019: 1660 PJ = 1660×10^{15} J
- Populace: 10 700 tis. obyv. (r. 2019)
- Spotřeba primárních energetických zdrojů na osobu a rok: 155 MJ
- 1 energetický otrok: 2,8 MJ (práce za rok)
- každému Čechovi tak slouží: 55 energ. otroků

Přepočítání na „energetické otroky“ je pouze odhad. Výpočet jiným způsobem dojde pravděpodobně k jinému výsledku

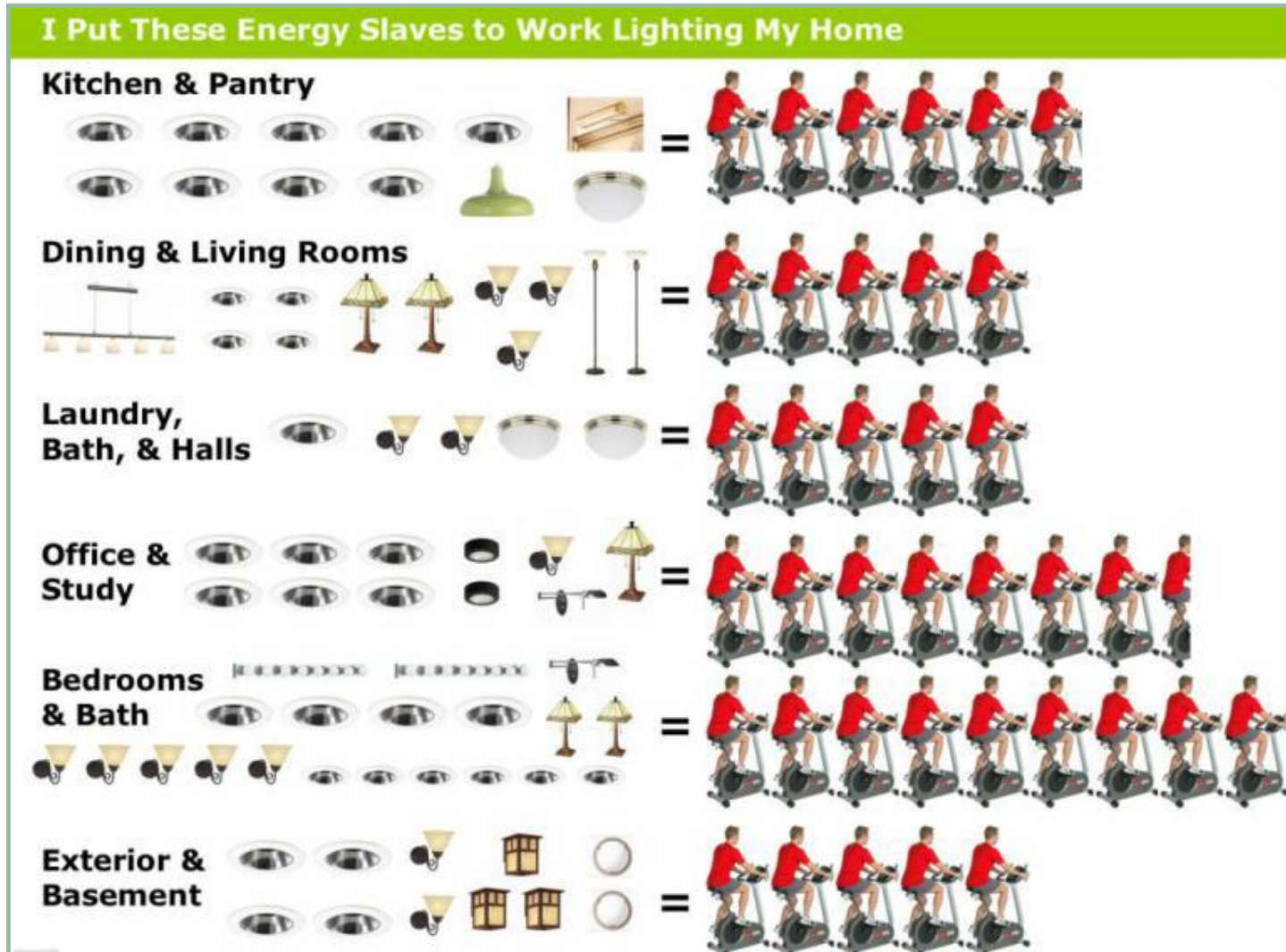
(Energetičtí) otroci v ČR a ve světě

Ze světové spotřeby primárních energetických zdrojů lze vypočítat, že každý člověk na celém světě využívá prům. 20 otroků

Jižní Súdán – 1, Sri Lanka – 11 USA – 150, Kuvajt – 440

Už jen pro rozsvícení 100 W žárovky je potřeba jeden energetický otrok!

Energetický otrok



Energetický otrok



Cílek: https://ekonomika.idnes.cz/na-kazdeho-z-nas-pracuje-70-otroku-dos-/ekonomika.aspx?c=A070722_202341_ekonomika_ost

Hra o Zemi: <http://www.hraozemi.cz/energeticky-otrok.html>

Energy slaves:

<https://www.youtube.com/watch?v=oT-CHMqfGo4>

Losing energy slaves:

<https://www.youtube.com/watch?v=QfYCrLq1DJU>

Energetická chudoba

Energetická chudoba – nemá jasnou definici, např. obtíž či neschopnost udržovat vhodné tepelné podmínky v obydlí a rovněž mít přístup k dalším základním energetickým službám (osvětlení, doprava nebo elektřina pro internet či další přístroje) za rozumnou cenu.

Energetickou chudobu je možné měřit na základě **těchto proměnných**: neschopnost udržet vhodnou teplotu v obydlí, procento obyvatelstva, které má nesplacené účty či počet obydlí, kam zatéká, která vykazují praskliny či další závady budovy.

Výskyt energetické chudoby tedy vyplývá z **kombinace tří faktorů**: nízké úrovně příjmu, nedostatečné kvality stavby a vysokých cen energií.

V ČR podle ERÚ ohrožuje energetická chudoba asi **20 % domácností**. Skutečně zasaženo už je 6 % Čechů, vyplývá z údajů Eurostatu. ČR si tak sice oproti unijnímu průměru (10 %) vede lépe, podle odborníků je ale potřeba se tímto problémem zabývat.



Výdaje domácností na základní potřeby

Příklad: domácnost 3 lidí, 3-pokojový byt, panelák

Měsíční platby (přibližně)

Plyn (plynový sporák): 200,- Kč

Elektrina (trouba, konvice, MW, počítače, osvětlení...): 1.000,- Kč

Teplo (centr. vytápění):

Teplá voda:

} 1.700,- Kč

Celkem (za měsíc): 2.900,- Kč

Vy

Spotřeba energie v domácnostech EU podle využití

V roce 2018 bylo rozložení využití energie všech domácností napříč Evropskou unií podle informací [Eurostat](#) následující:

- ✓ 64 % vytápění
- ✓ 15 % ohřev vody
- ✓ 14 % osvětlení
- ✓ 6 % vaření
- ✓ 0,4 % chlazení
- ✓ 1 % ostatní

Plyn (plynový sporák): 200,- Kč

Elektřina

Teplo (plyn) Výpočet spotřeby energie: Zjistěte, kolik vaše domácnost spotřebuje

Teplá voda

<https://www.elektrina.cz/vypocet-spotreby-energie>

Celkem (za měsíc): 2.900,- Kč

Odkazy

Články a příspěvky do
debaty

Naše výstava

energetická chudoba ▶ Studie k energetické chudobě

Studie k energetické chudobě

08.02.2017 23:54

Heinrich-Böll-Stiftung, kancelář v Praze a Sociologický ústav AV ČR vydali studii "Gender a energetika" dotýkající se energetické chudoby. Chudoba se dotýká častěji například žen samoživitelek a energetická chudoba nevyjímaje. V analýze jsou zahrnuty rozhovory se zástupci různých environmentálních organizací (včetně Zvonečnicku).

Více [-zde-](#).



Zranitelný zákazník a energetická chudoba v ČR

Mapovací a plánovací studie

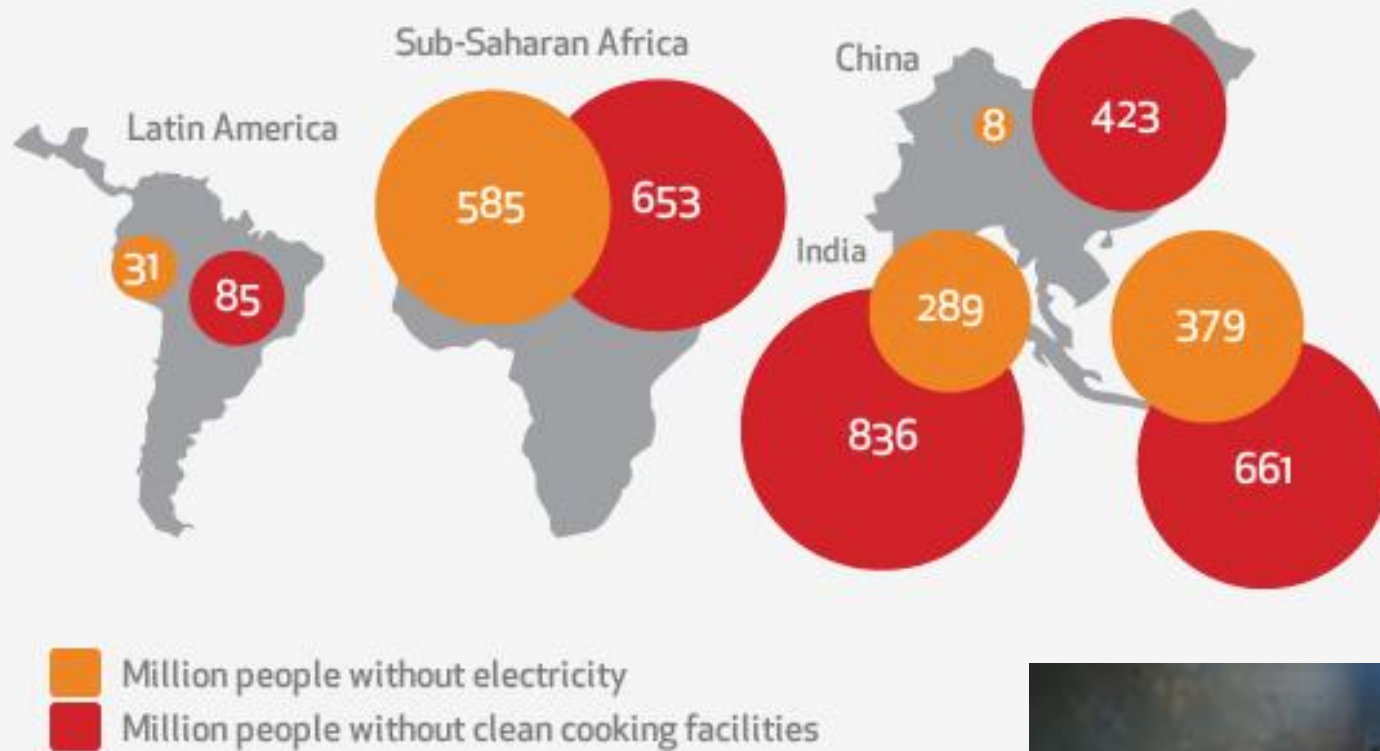
Projekt TK01010194

Program na podporu aplikovaného výzkumu,
experimentálního vývoje a inovací THÉTA TA ČR

Vysoká škola ekonomická v Praze
Fakulta podnikohospodářská

18. března 2021

Global energy poverty



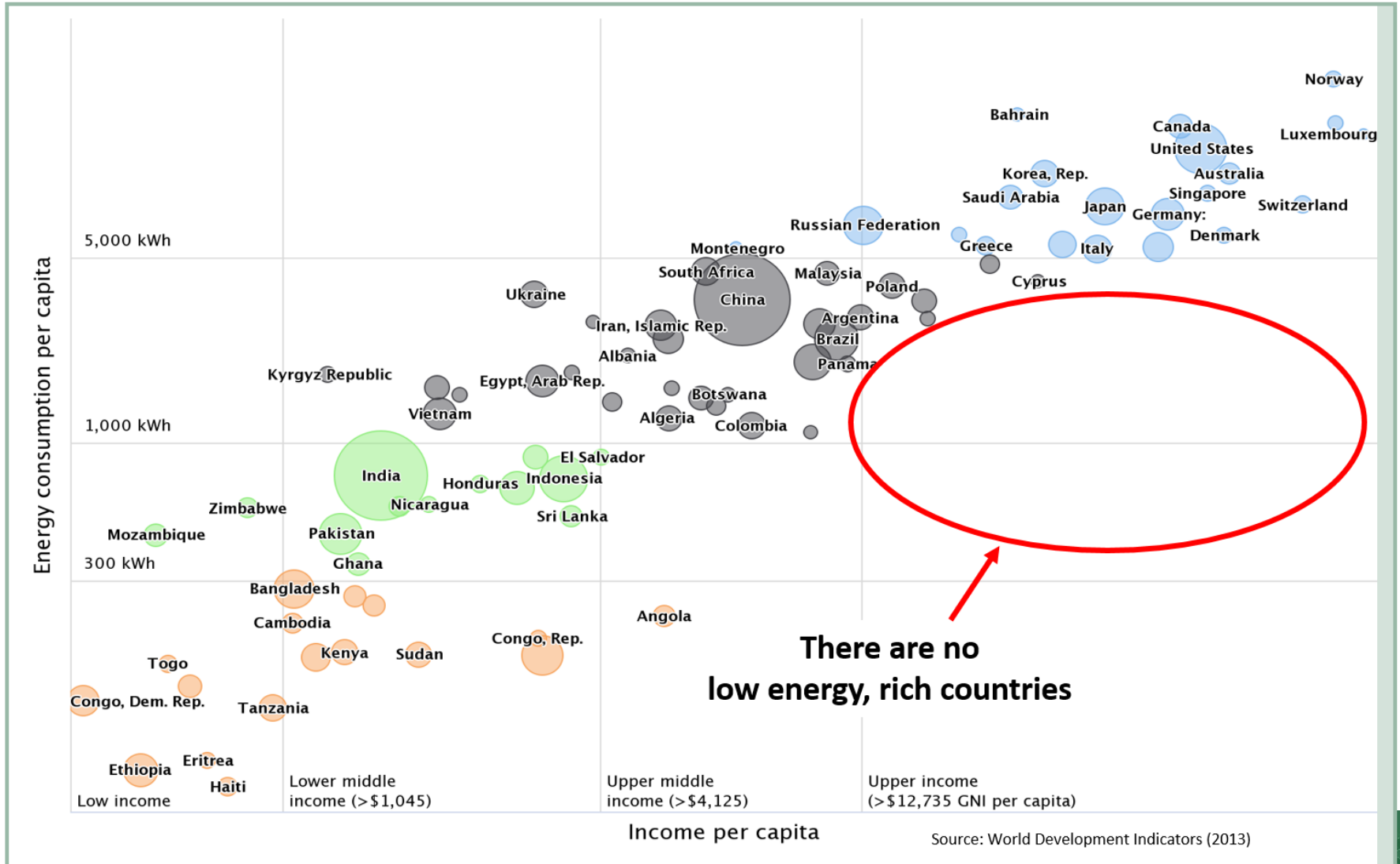
Source: International Energy Agency, World Energy Outlook 2011

More than 2.5 billion people lack access to clean cooking facilities, relying instead on solid biomass, kerosene or coal as their primary cooking fuel.

<https://www.iea.org/reports/sdg7-data-and-projections/access-to-clean-cooking>



Bohatí – peníze i energie



**There are no
low energy, rich countries**

Source: World Development Indicators (2013)

SDGs

- 7.1 Do roku 2030 **zajistit všem přístup k cenově dostupným, spolehlivým a moderním energetickým službám**
- 7.2 Do roku 2030 podstatně **zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů** na celosvětovém energetickém mixu
- 7.3 Do roku 2030 celosvětově **zdvojnásobit energetickou účinnost**
- 7.a Do roku 2030 **zlepšit mezinárodní spolupráci ve zpřístupňování výzkumu a technologií čisté energie**, včetně energie z obnovitelných zdrojů, energetické účinnosti a pokročilých a čistších technologií fosilních paliv; podporovat investice do energetické infrastruktury a technologií čisté energie
- 7.b Do roku 2030 **rozšířit infrastrukturu a vylepšit technologie pro dodávky moderních a udržitelných energetických služeb** pro všechny v rozvojových zemích, zejména v nejméně rozvinutých a malých ostrovních rozvojových státech



Co říkají Globální cíle - modern access ?

IEA definuje moderní přístup (dostupnost) energie na venkově jako spotřebu 50 kWh (na osobu a rok)

Notebook – 25 W (250 dnů po 8 hodin)

Malé auto 50 kW – jízda 1 hodinu

New Modern Energy
Minimum = 1000 kWh/rok



Energy for Growth Hub - 50 kWh; 1.000 kWh; 12.800 kWh (USA – per person, 2021)