

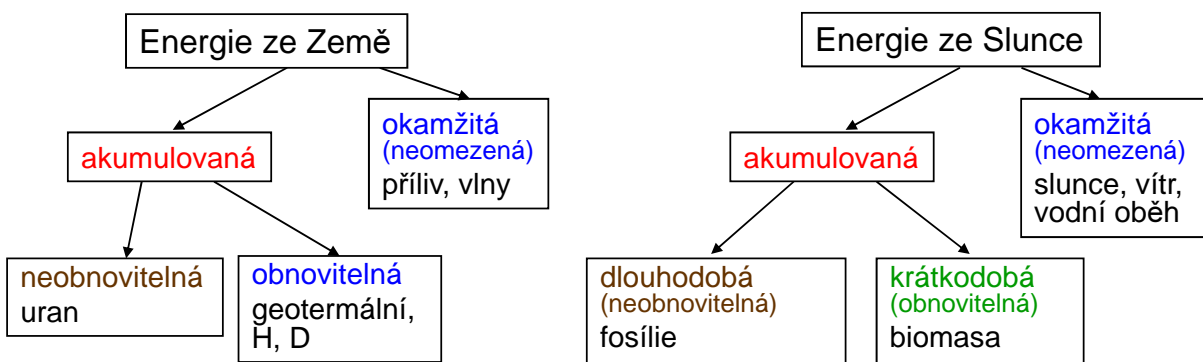
Alternativní zdroje energie

Sluneční energie & Geotermální energie

Pavel Zácha
Ústav energetiky



Klasifikace zdrojů energie na Zemi



neobnovitelná

uhlí
ropa
zemní plyn
uran

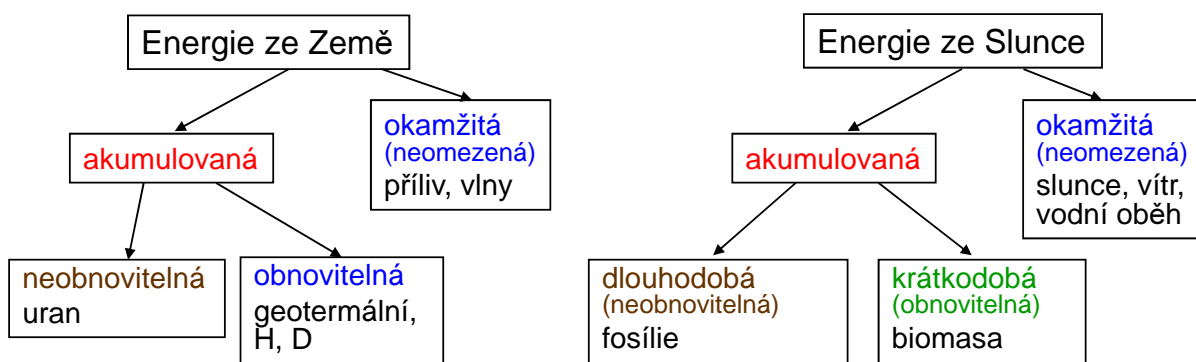
obnovitelná

dřevo
zplyňování biomasy
fermentace biomasy
energie zvířat (svaly)
energie lidí (svaly)

okamžitá (neomezená)

slunce, vítr
gravitační (vodní oběh)
příliv
geotermální
fúze (H,D)

Klasifikace zdrojů energie na Zemi



“Neobnovitelná” resp. “obnovitelná” je relativní terminologie vztážená k délce lidského života:

“Neobnovitelná” ~ výrazně delší obnova než je délka lidského života

“Obnovitelná” ~ lze „doplnit“ během lidského života

3

Klasifikace zdrojů energie na Zemi

Energie ze Slunce

Slunce je přírodní termonukleární reaktor

□ s výkonem

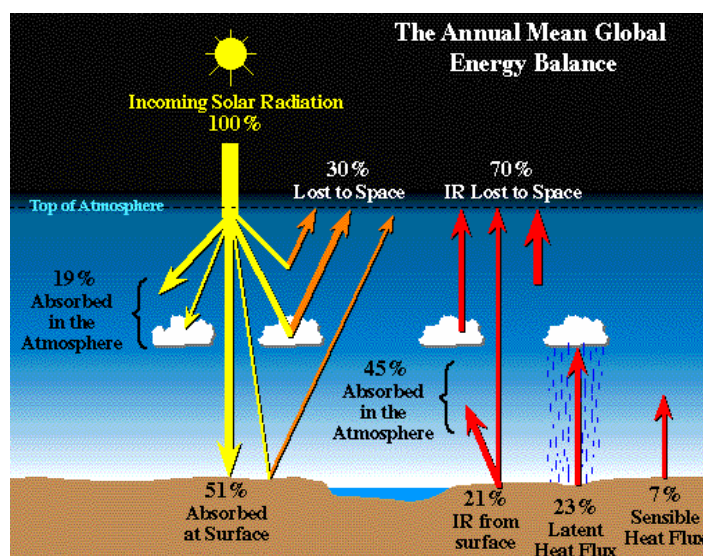
$$4 \times 10^{26} \text{ W}$$

□ a na Zemi dopadá sluneční záření

$$1.74 \times 10^{17} \text{ W}$$

□ s průměrnou plošnou intenzitou

$$340 \text{ W m}^{-2}$$



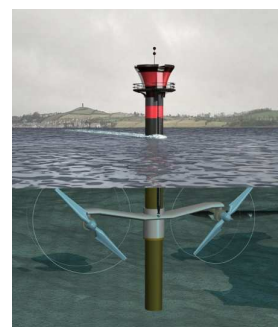
Energetická výměna mezi zemským povrchem, zemskou atmosférou a vesmírem

4

Alternativní zdroje energie

- „alternativní“ ve vztahu ke klasickým zdrojům

- biomasa
- větrná energie
- sluneční energie**
- geotermální energie**
- potenciální energie vody
- energie vln, přílivová energie



5

Sluneční energie

Sluneční energie (záření, radiace) dopadající na Zemi se přeměňuje na:

- **energii fosilních paliv** (dlouhodobé ukládání chemicky vázané energie)
 - uhlí
 - ropa
 - zemní plyn
- **energii větru** (přeměna na kinetickou energii větrných mas – proudění podle intenzity ohřevu částí planety)
- **vodní energii** (potenciální energie, koloběh vody)
- **teplo** (ztráty při přeměnách)

Další využití sluneční energie dopadající na zemský povrch pro:

- **výrobu elektrické energie** (fotovoltaický článek, Stirlingův motor, solární elektrárny)
- **ohřev TUV a vytápění** (solární kolektory)

6

Sluneční energie

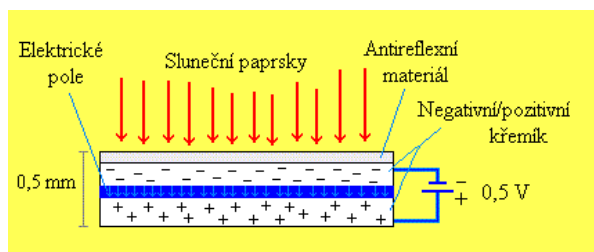
Fotovoltaika

-využívá přímé přeměny světelné energie na elektrickou energii v polovodičovém prvku označovaném jako fotovoltaický (nebo také nesprávně solární) článek

- **1839** – experimentální objev fotovoltaického jevu A. E. Becquerel
- **kolem r. 1883** - sestaven první selenový fotočlánek s tenkou vrstvou zlata ($\eta < 1 \%$)
- **1954** – 1. skutečný fotovoltaický článek z krystalického křemíku ($\eta \sim 6 \%$), Bellovy laboratoře
- **2009** – dosavadní rekord v účinnosti ... 43%

Fotovoltaický článek

- velkoplošná dioda alespoň s jedním PN přechodem. Při ozáření jsou v něm generovány elektricky nabitě částice (páry elektron – díra). Elektrony a díry jsou separovány vnitřním elektrickým polem PN přechodu;
- napětí jednoho článku s hodnotou přibližně 0,5 V – zapojené do série vytváří jmenovité provozní napětí 12 nebo 24 V.



7

Sluneční energie

Fotovoltaika - uplatnění

ostrovní systémy (off-grid)

- tam, kde není k dispozici rozvodná síť a kde je potřeba střídavého napětí 230V
- tam, kde není účelné vybudovat elektrickou přípojku (náklady na vybudování přípojky jsou srovnatelné / vyšší s náklady na fotovoltaický systém)
- např. chaty, karavany, jachty, napájení telekomunikačních zařízení a dopravní signalizace, zahradní svítidla, světelné reklamy apod.

síťové systémy (on-grid)

- uplatňovány v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů
- v případě dostatečného slunečního svitu jsou spotřebiče v budově napájeni vlastní „solární“ elektrickou energií
 - případný přebytek je dodáván do veřejné rozvodné sítě
 - při nedostatku vlastní energie je elektrická energie z rozvodné sítě odebírána.

Při dotacích je veškerá produkce FV elektrárny prodávána do sítě za výkupní tarify

- cena s garancí této částky po dobu minimálně 15 let

8

Sluneční energie

Fotovoltaika - uplatnění

kosmonautika

satelity, družice, výzkumné sondy, ...

hybridní pohony aut

články na střechách vozů, dodávání energie do akumulátorů



9

(1.9.) Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření:

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2012 do 31. prosince 2012	6160	5080
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7650	6570
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	6020	4940
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW a uvedený do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5610	4530
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12750	11670
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedený do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12650	11570
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedený do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13690	12610
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedený do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13590	12510
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	14590	13510
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2007	14960	13880
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	7130	6050

Sluneční energie

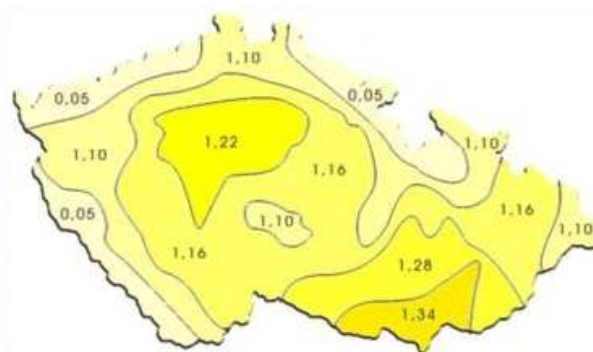
Fotovoltaika - možnosti aplikace

- ☐ střechy rodinných domů (1-10 kWp) = cca 10-100 m²
- ☐ fasády a střechy administr. budov 10 kWp – stovky kWp
- ☐ protihlukové bariéry okolo dálnice
- ☐ fotovoltaické elektrárny na volné ploše atd.



Wp („Watt-peak“) - max. výkon panelu při 25°C, definované tl. atmosféry a v místě závislém úhlu dopadu 37°

Přírodní podmínky v ČR - MWh/m².rok (dopad na vodorovnou plochu)



2012:

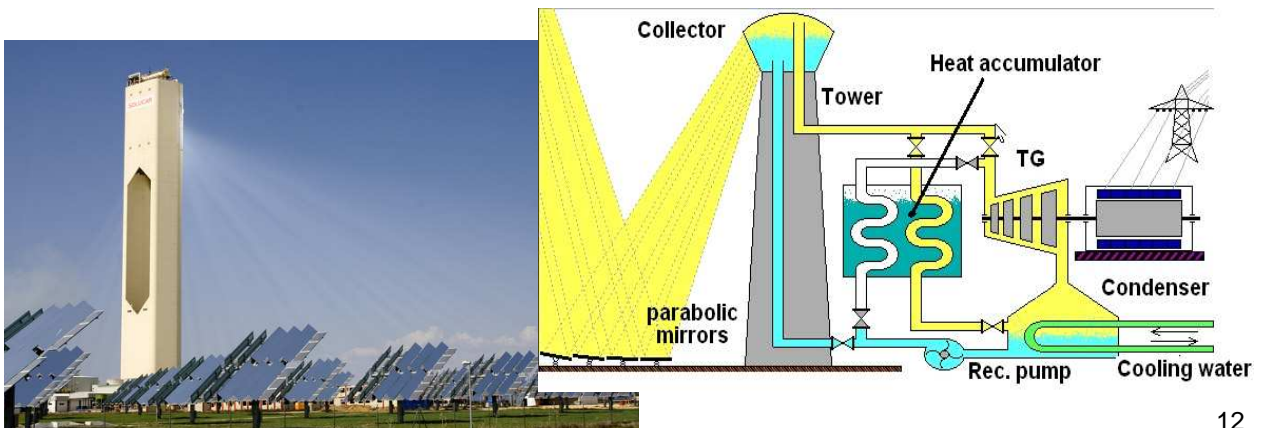
- svět: 70 GWp (2007: 2,8 GWp)
- ČR: 2,3 GWp

11

Sluneční energie

Koncentrační solární elektrárny

- ☐ **věžové** - soubor přesných zrcadel reflektujících sluneční světlo do jednoho bodu (věže)
 - ☐ **přímý cyklus** - dochází k ohřevu média (většinou vody) s přeměnou na páru a jejímu využití v parní turbíně
 - ☐ **nepřímý cyklus** – dochází k ohřevu média (např. vzduch), který předává teplo do sekundárního parovodního okruhu s parní turbínou
 - ☐ pro krytí teplotních výkyvů (mraky, mlha apod.) lze určitou část energie v primárním mediu akumulovat ve výměníku pro pozdější využití



12

Sluneční energie

Koncentrační solární elektrárny

□ věžové

- největší věžová KCE je ve Španělsku o výkonu 20 MW_e
- výška věže – 160 m
- cena el. energie je cca 3x vyšší než u tepelných nebo jaderných elektráren



13

Sluneční energie

Koncentrační solární elektrárny

□ **parabolické** - parabolická zrcadla odrážející světlo do ohniska paraboly s koncentrační komorou

- Komora/potrubí odvádí naakumulovanou energii teplonosným médiem do výměníku tepla, kde se předává teplo okruhu s vodní párou a parní turbínou
- parabola se v průběhu dne natáčí a naklání dle časové polohy Slunce.

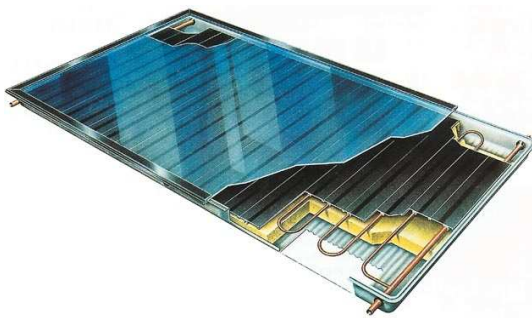


14

Sluneční energie

Solární kolektory

- ❑ **systemy ploché** - trubkové vývody pro spojování pájením nebo přírubovými spoji
- ❑ **systemy vakuové** - skleněné vakuové trubice (termoska)
 - ❑ tepelná energie odváděna z absorberu pomocí tzv. „teplných trubic“ naplněných vysoce prchavou látkou do expandéru, kde předává svoji tepelnou energii pracovní kapalině
- ❑ **základní provozní parametry**
 - ❑ nucená cirkulace s oběhovým čerpadlem
 - ❑ půdorysná plocha 1 kolektoru většinou 2m²
 - ❑ optická účinnost 80%, tepelná teoreticky až 70%
 - ❑ energetický zisk 700-1200 kWh/rok/2m²
- ❑ **základní ekonomické parametry**
 - ❑ cena 1 kolektoru (2m²) cca 20.000 Kč
 - ❑ investice pro ohřev TUV (květen-září) pro rodinný dům cca 100.000 (6m²)



15

Geotermální energie

= energie zemského tepla - projevem tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek a působením slapových sil (erupce sopek a gejzírů, horké prameny či parní výrony)

- ❑ využívá se ve formě:
 - ❑ tepelné energie pro vytápění – tepelná čerpadla, zemní registry; vrtly do hloubky až stovek metrů
 - ❑ k výrobě elektrické energie v geotermálních elektrárnách; vrtly do hloubky několika km (do 5 km)
- ❑ problémy s mineralizovanou vodou z vrtů, která zanáší technologická zařízení (častá výměna potrubí a čištění)
- ❑ využívání zkušeností a vrtných souprav z ropných vrtů
- ❑ 1. geotermální elektrárna – 1904 (Larderello, Itálie)
- ❑ hloubka 33m = průměrně 1°C => 2,5 km = 70°C, 5 km = 150 °C
- ❑ využívají se 3 druhy elektráren
 - ❑ na suchou páru - pohání přímo turbínu
 - ❑ na mokrou páru – snížením tlaku přemění vodu na páru pro pohon v turbíně
 - ❑ horkovodní – výměníkem teplo předáno organické kapalině s nižším bodem varu (propan, freon) + turbína
- ❑ 2010 – instalováno cca 10,7 GW (USA 3,1 GW)

16