

ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra Technických zařízení budov

Obnovitelné zdroje energie Budovy a energie

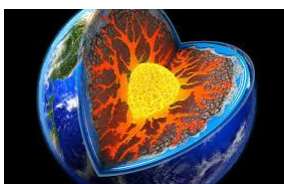
doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Pracovní materiály pro výuku předmětu.

Solární energie

Druhy energií

- ☉ **Solární energie** -aktivní, pasivní solární systémy
- 🌀 **Větrná energie** -větrné pohony, elektrárny
- 🌿 **Biomasa** -lesní, odpad z dřevozpracujícího průmyslu, zemědělství, komunální odpad, kapalná paliva
- 🔥 **Geotermální energie** -geotermální elektrárny, využití tepla suchých hornin, teplo prostředí (TČ)
- 🌊 **Vodní energie** -elektrárny průtokové, akumulární, přílivové



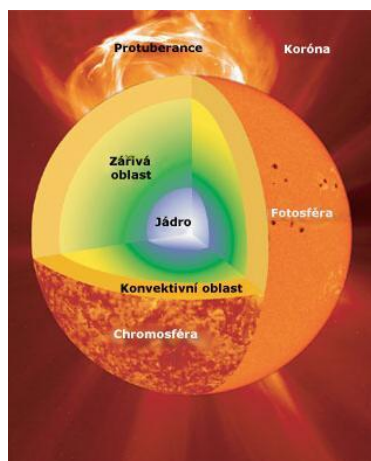
vtm.e15.cz, astro.cz, astronomie.cz

© M. Kábrhel

3

Slunce

- Nejbližší hvězda
(150 mil km =1AU)
- Koule žhavých plynů
- Stáří 4,6 miliardy let
- Teplota na povrchu Slunce cca 5 800 K =žlutá barva
- Teplota v jádru $1,5 \cdot 10^7$ K a hustota plazmy se zde pohybuje okolo $130\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. V tomto prostředí se vodík postupně a velmi pomalu mění na helium za uvolnění obrovského množství energie
- Slunce je zdrojem krátkovlnného záření



<http://astro.wz.cz/astro/soustava/slunce.html>

© M. Kábrhel

4

Slunce jako zdroj elektromagnetického záření



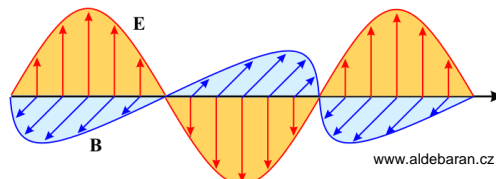
- Energie se šíří vakuem rychlostí světla
- Zemský povrch záření buď odráží (krátkovlnné záření), nebo ho absorbuje a transformuje do vyšších vlnových délek (dlouhovlnné záření) a opět emituje.

© M. Kábrňel

5

Elektromagnetické záření

- *Elektromagnetické vlny* se skládají ze dvou částí elektrické a magnetické. Vektory obou složek svírají pravý úhel a jsou kolmé na směr pohybu. (Vlnová teorie – Maxwell)

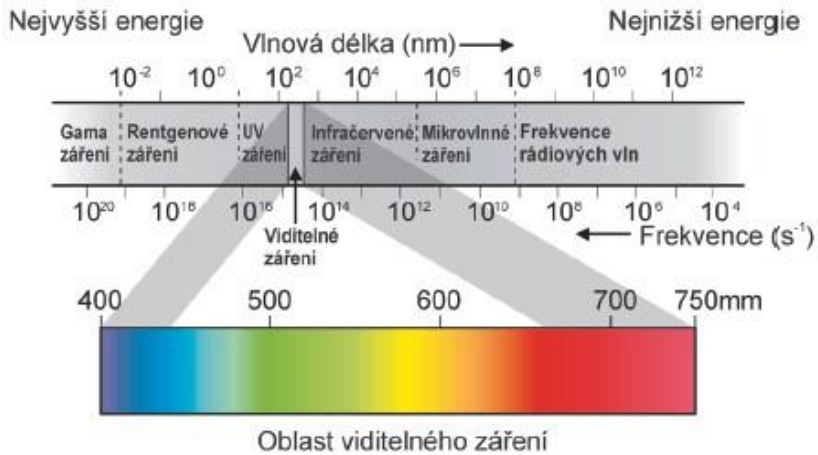


- Částicová teorie – světlo se chová, jako by bylo tvořeno malými částicemi – fotony (Einstein)
Kvantová teorie

© M. Kábrňel

6

Elektromagnetické spektrum



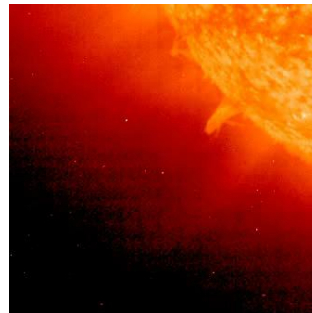
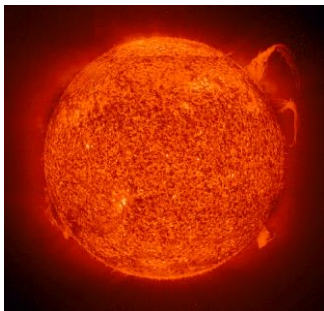
energetika.tzb-info.cz

© M. Kábrhel

7

Sluneční erupce, skvrny, zemětřesení

- Sluneční erupce se odehrává ve sluneční koruně a chromosféře zahřátím plasmy.
- Erupce vytvářejí elektromagnetické záření v elektromagnetickém spektru na všech vlnových délkách.
- Erupce vznikají především v okolí slunečních skvrn.
- Erupce může ovlivnit provoz elektronických přístrojů a rozvodných soustav na Zemi
- Masa sluneční hmoty obvykle putuje k Zemi okolo 3 dnů, v případě silných erupcí jen 18 hodin.



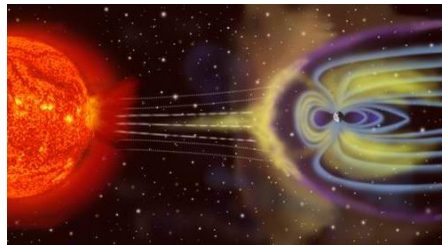
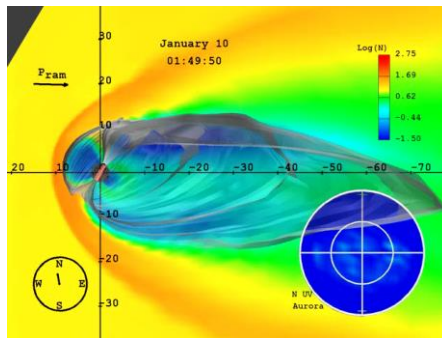
© M. Kábrhel

8

Působení slunce na Zemi (magnetosféru)

Slunce ovlivňuje ostatní tělesa
Sluneční soustavy

- ⊙ gravitačně
- ⊙ zářením v širokém spektru
vlnových délek
- ⊙ magnetickým polem
- ⊙ proudem nabitých částic



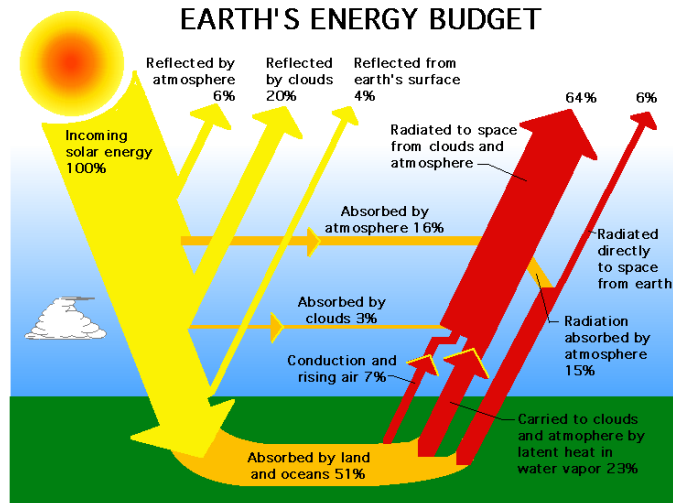
© M. Kábrhel

8

Solární záření

- Energetická bilance solárního záření

EARTH'S ENERGY BUDGET



ppm.nasa.gov

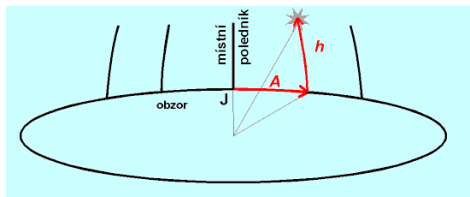
© M. Kábrhel

10

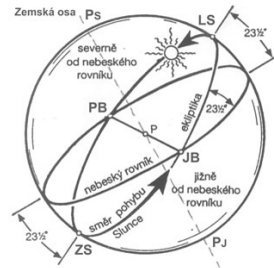
Poloha slunce na obloze

Obzorníkové souřadnice

- **Azimut (A):** Úhel měřený po horizontu směrem od jihu k západu (jih 0° , západ 90° , sever 180° , východ 270°).
- **Výška (h):** Úhel měřený po výškové kružnici směrem od horizontu k zenitu (horizont 0° , zenit 90° , nadir -90°).

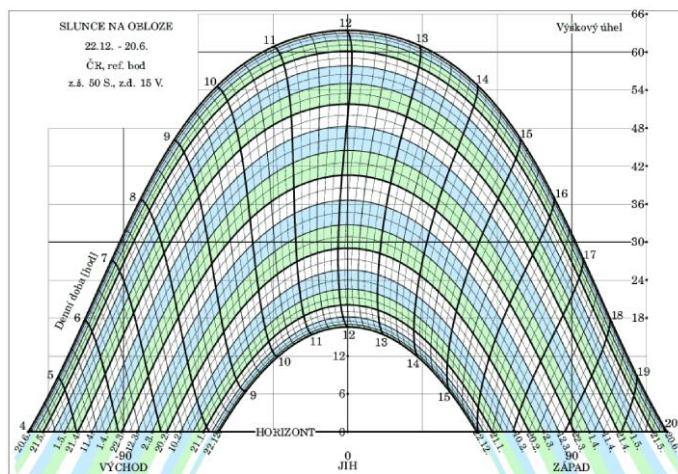


<http://www.aldebaran.cz/astrofyzika/orientace/theory.html#coord>



© M. Kábrhel 11

Poloha slunce na obloze

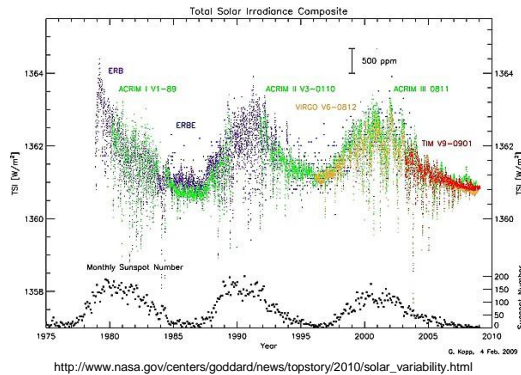


http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=35853

© M. Kábrhel 12

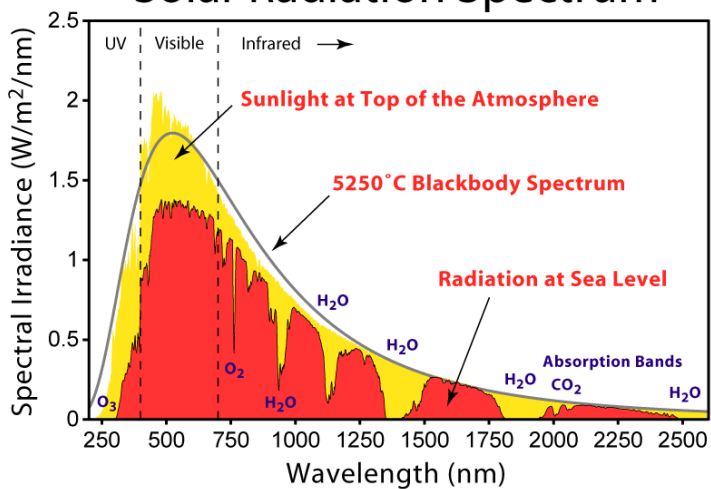
Solární konstanta

- Na vnějším okraji zemské atmosféry na ploše kolmé k záření je intenzita záření průměrně $1\,367\text{ W/m}^2$, (solární konstanta I_0)
- Atmosférou projde jen část záření -v závislosti na vlnové délce záření.



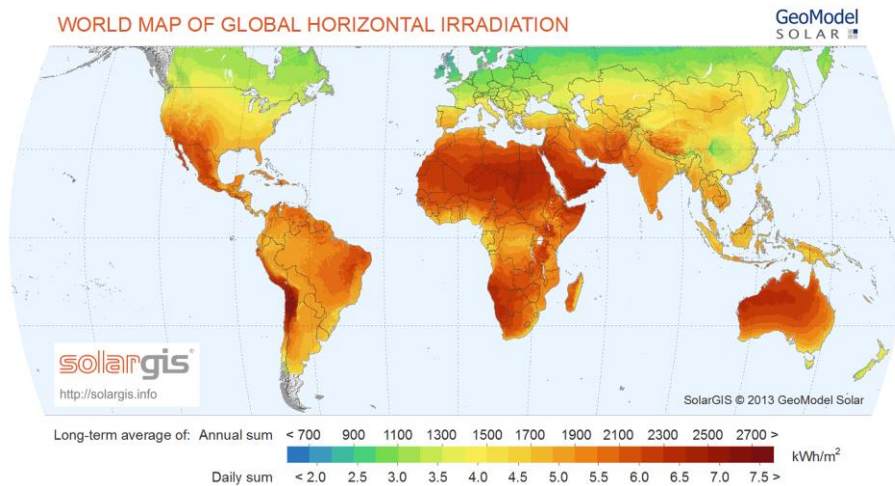
© M. Kábrňel 13

Spektrum solárního záření Solar Radiation Spectrum



© M. Kábrňel 14

Dávka globálního solárního záření



© M. Kábrhel 15

Solární záření

- **Přímé solární ozáření G_b (W/m^2)**
 - přímé záření na jednotku plochy bez rozptylu v atmosféře
 - Intenzita záření velmi závislá na směru dopadu paprsků
- **Difúzní solární ozáření G_d (W/m^2)**
 - difúzní záření vzniká rozptylem o molekuly plynů ve vzduchu, částičky prachu, vodní páru při prostupu atmosférou
 - Intenzita záření je stejná ve všech směrech
- **Dávka solárního ozáření (kWh, kWh/m²)**

16

© M. Kábrhel

Solární energie

- **Celkové sluneční ozáření:**

–jasný slunečný den léto 800 – 1 000 W/m²

–lehce zataženo 400 - 700W/m²

–silně zataženo 100 - 300 W/m²



Jasno
1000 W/m²



Oblačno
600 W/m²



Zataženo
300 W/m²



Inverze
100 W/m²

<http://www.vpo.cz/solarni-systemy--367.html>

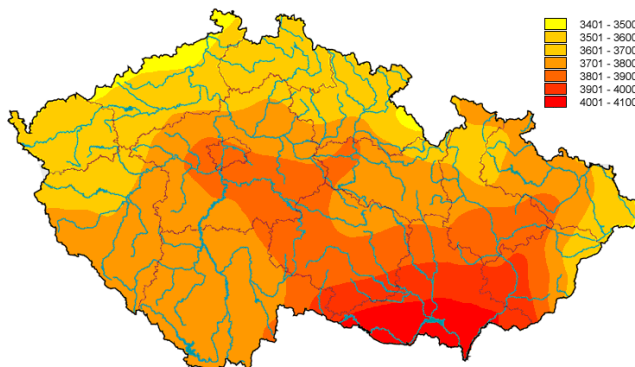
17

© M. Kábrňel

Solární energie

- **Roční úhrn globálního záření**

Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m²]



Průměrně
3800 MJ/m².rok

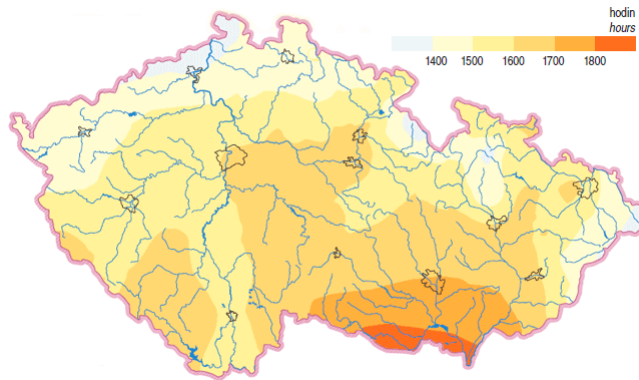
Zdroj: Atlas podnebí Česka

18

© M. Kábrňel

Solární energie

- Celková doba slunečního svitu 1400-1700 h/rok



Zdroj: Atlas podnebí Česka

Solární soustavy

Soustavy pro využití solární energie



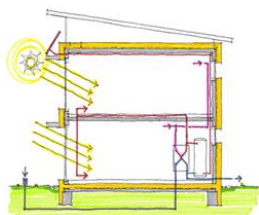
Fototermické (fototermální)

Fotovoltaické (fotoelektrické)



Pasivní

Aktivní



Kapalinové

Vzduchové

