Fyzická geografie

Podzim 2013

Z0026/4 – pondělí 13 – 13.50, Z3
Z0026/5 – pondělí 12 – 12.50, Z3

Mgr. Ondřej Kinc

kinc@mail.muni.cz

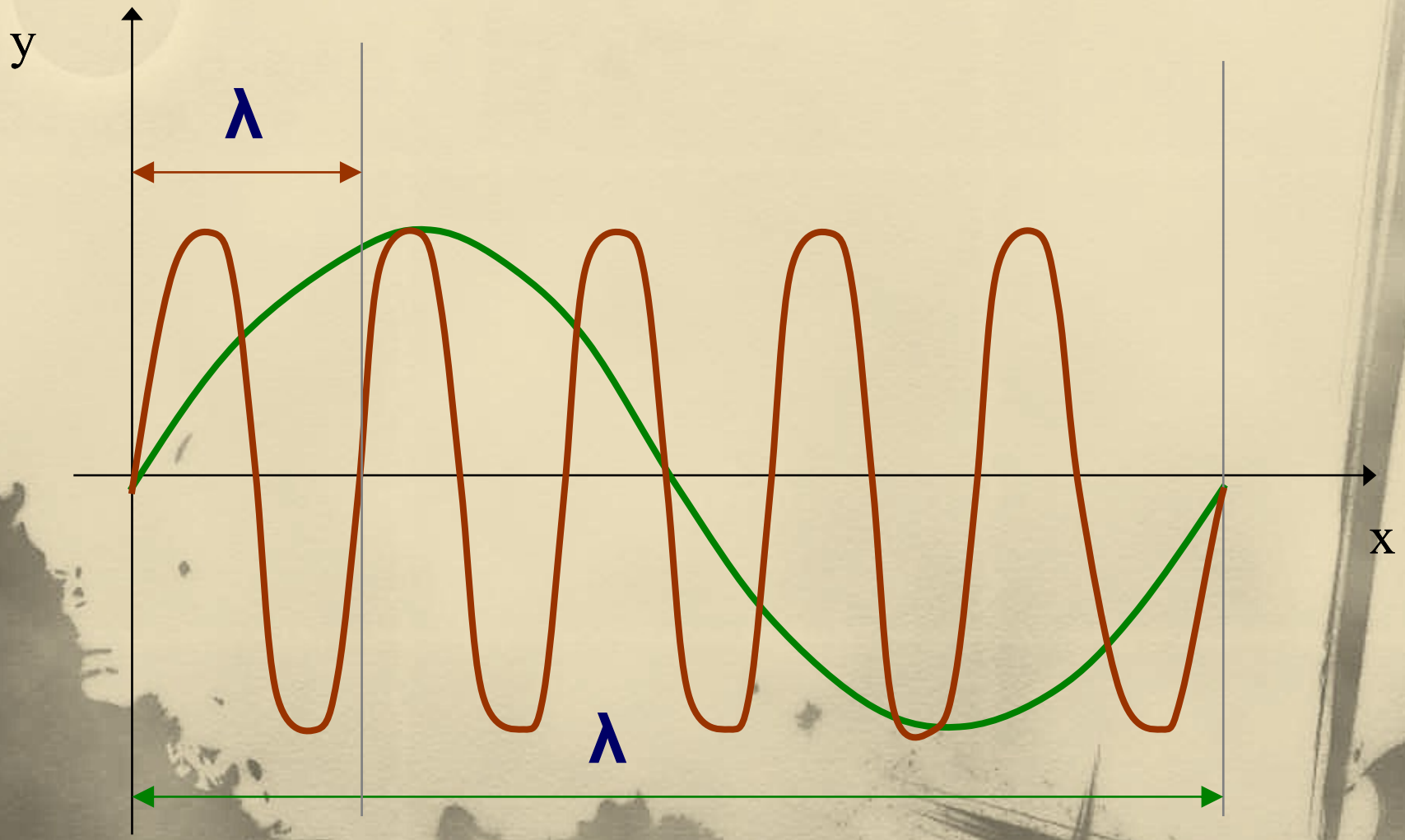
Úvod do studia - pojmy

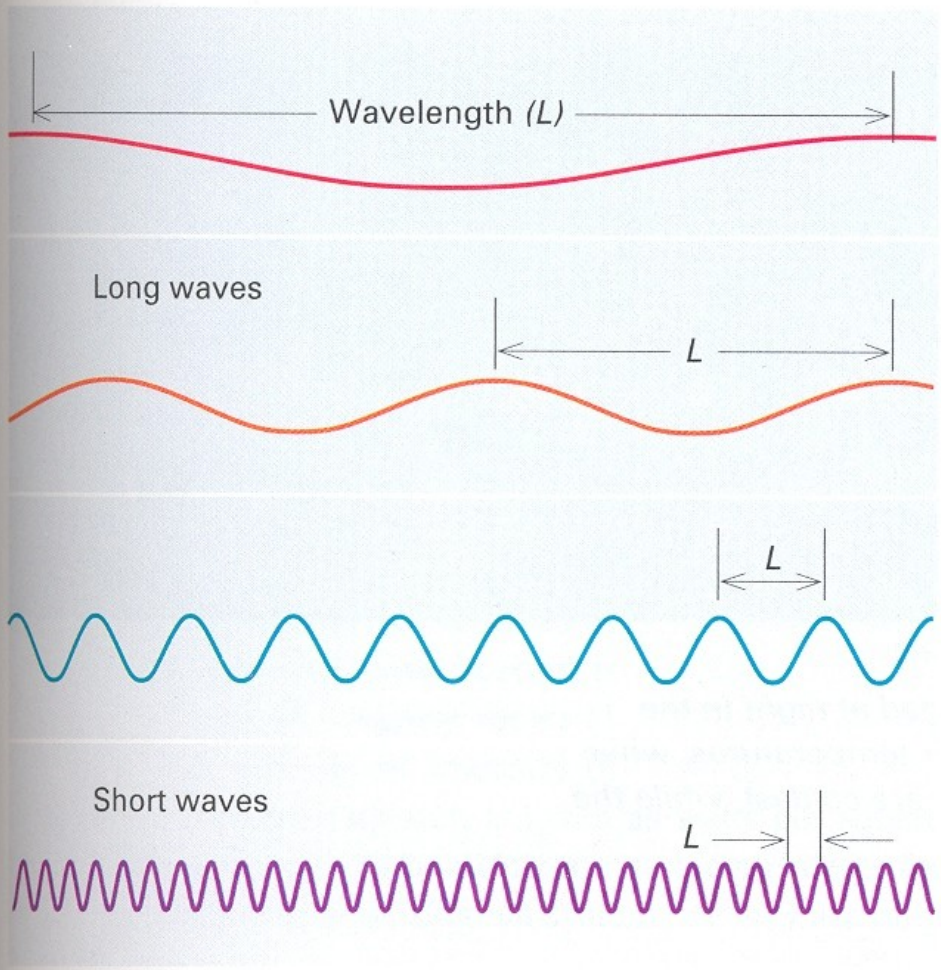
- Zemská kůra s georeliéfem
- Atmosféra
- Hydrosféra
- Kryosféra
- Pedosféra
- Biosféra
- Krajinná sféra Země

Elektromagnetické záření

- **elektromagnetické záření** – soubor záření různých ..... vycházejícího od povrchu objektu
- ..... **L (lambda)** – vzdálenost od jednoho hřbetu vlny k sousednímu hřbetu; jednotka – μm (10^{-6} m) nebo nm (10^{-9} m)
- **λ * ν = c**

vlnová délka * frekvence = rychlost světla


y
λ
x
λ



2.1 *Wavelength of electromagnetic radiation*
Electromagnetic radiation can be described as a collection of energy waves with different wavelengths. Wavelength L is the crest-to-crest distance between successive wave crests.

Záření a teplota

- Dva základní principy emise elektromagnetického záření:

a) nepřímý vztah mezi vlnovou délkou záření daného tělesa a jeho teplotou (Slunce – .....vlnové délky, Země – .....vlnové délky)

b) teplejší tělesa vyzařují mnohem více než tělesa chladnější (závislost na čtvrté mocnině absolutní teploty – .....

$$I = \delta * T^4 \ (W.m^{-2})$$

I = celková intenzita záření (..jaké množství energie daná hmota vyzařuje)

T = termodynamická teplota

δ = Stefan – Boltzmannova konstanta $5{,}67.10^{-8}$ $W.m^{-2}.K^{-4}$

Sluneční záření

- Slunce: jaderné reakce proton-protonového cyklu (přeměna vodíku na **……..**)
- povrchová teplota cca **…….. °C**
- teplota jádra : cca 13,6 milionů °C
- výkon Slunce $2,8*10^{26}$ W – rychlost elektromagnetického záření 300 000 $km.s^{-1}$ – 8 1/3 min. než dorazí na Zemi
- vzdálenější planety – méně energie od Slunce; Země – $1,7.10^{17}$W

Spektrum elektromagnetického záření

a) ……..– 0,2-0,4 µm – pohlceno téměř úplně plyny v atmosféře – škodlivé pro živé organismy

b) viditelné záření – …….-……. µm – světelná energie – barva závislá na vlnové délce (fialové, modrá, zelená, žlutá, oranžová, červená) – jen malá část pohlcována

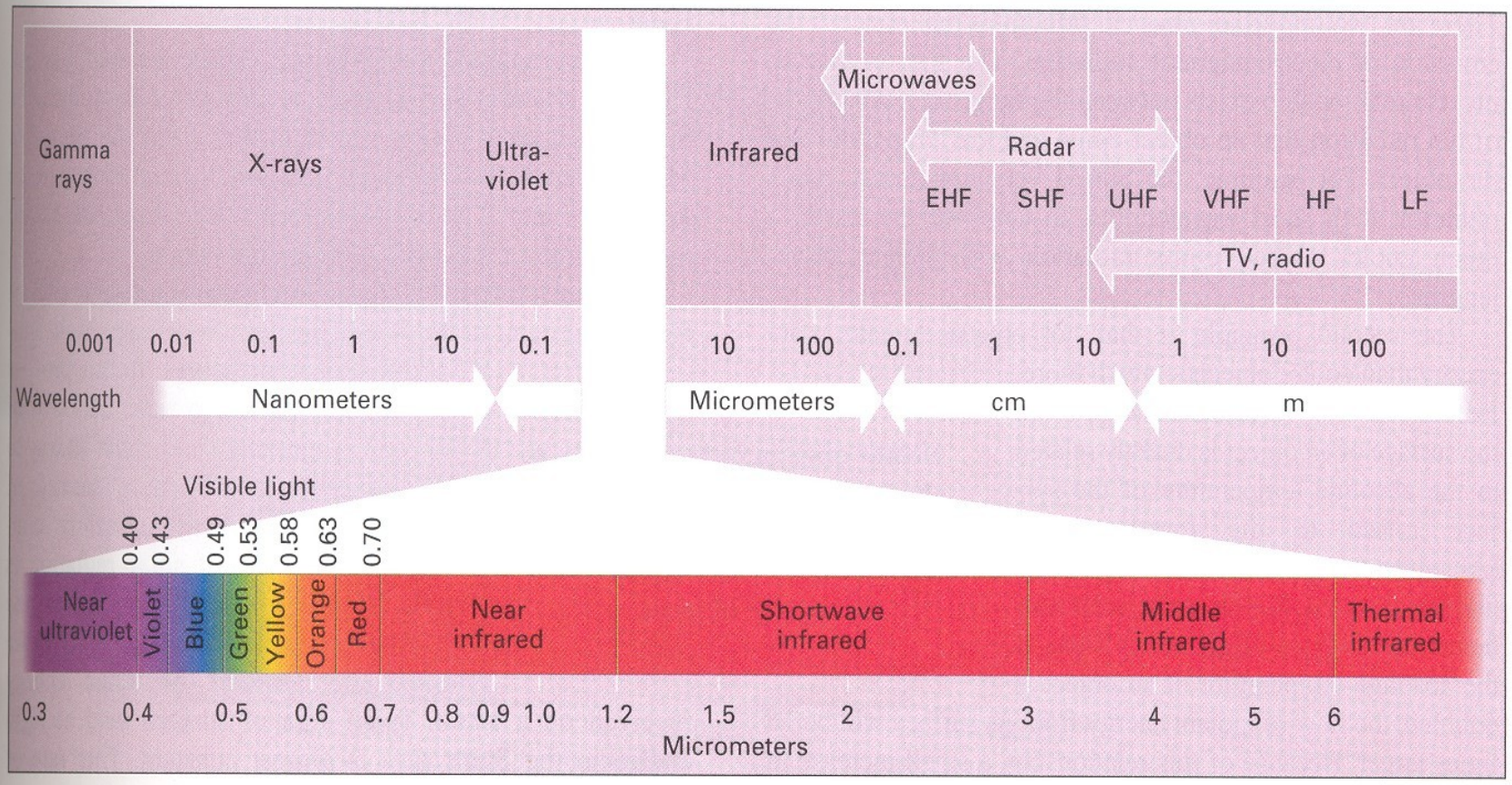
c) krátkovlnné infračervené záření – 0,7-3 µm – lidské oko není ne ně citlivé – snadno proniká atmosférou

a) + b) + c) = …… **záření**

d) …….. infračervené záření – > 3 µm – vydáváno chladnějšími objekty – pociťováno jako teplo

– označuje se jako ……**záření** (tepelné snímkování)

2.2 *The electromagnetic spectrum* *Electromagnetic radiation can exist at any wavelength. By convention, names are assigned to specific wavelength regions as shown in the figure.*



Charakteristiky slunečního záření

- různá intenzita vyzařování podle vlnové délky: ultrafialové – ……%, viditelné – 41 %, krátkovlnné infračervené – …. %
- intenzita slunečního záření je největší ve viditelné části spektra
- ……- celková intenzita elektromagnetického záření Slunce, dopadajícího na horní hranici atmosféry na jednotkovou plochu kolmou k paprskům při střední vzdálenosti Země-Slunce
- I_s = ……. **$W.m^{-2}$ +-0,3 %**

Globální radiační bilance

- Země stále pohlcuje krátkovlnné sluneční záření a vydává dlouhovlnné záření – **radiační bilance**
- krátkovlnné záření je zčásti odráženo zpět do meziplanetárního prostoru (též oblaky, částicemi), zčásti pohlcováno v atmosféře a na aktivním povrchu (vzestup teploty)
- dlouhovlnné záření uniká do meziplanetárního prostoru (pokles teploty)
- dlouhodobě je příjem krátkovlnného záření vyrovnáván výdejem dlouhovlnného záření (zářivá rovnováha)

Energetická bilance

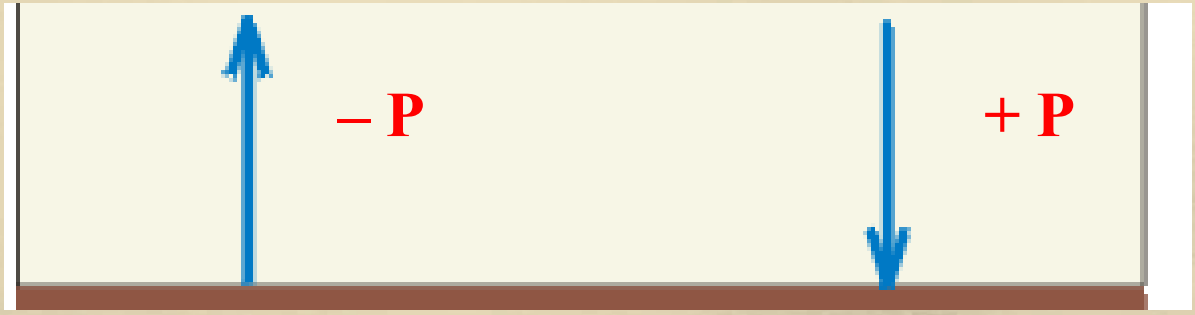
$B_e = B \quad P \quad Qv \quad LV$

- B = radiační bilance
- P = tok tepla (výměna tepla) mezi atmosférou a zemským povrchem
- Q_v = tok tepla mezi zemským povrchem a jeho podložím
- LV = tok tepla spojený s fázovými přeměnami vody

- **P – tok tepla mezi atmosférou a zemským povrchem**
- Molekulární vedení
- Turbulence + konvekce

1. povrch je teplejší než vzduch

2. povrch je chladnější než vzduch



Energie směřuje do atmosféry, povrch se ochlazuje

Energie směřuje k povrchu, ten se otepluje

Q_V - Tok tepla do půdy

1.Povrch je chladnější než podloží

2. Povrch je teplejší než podloží

Povrch se otepluje

Povrch se ochlazuje

LV – tok tepla spojený s fázovými přeměnami vody

1.Vzduch je chladnější než povrch

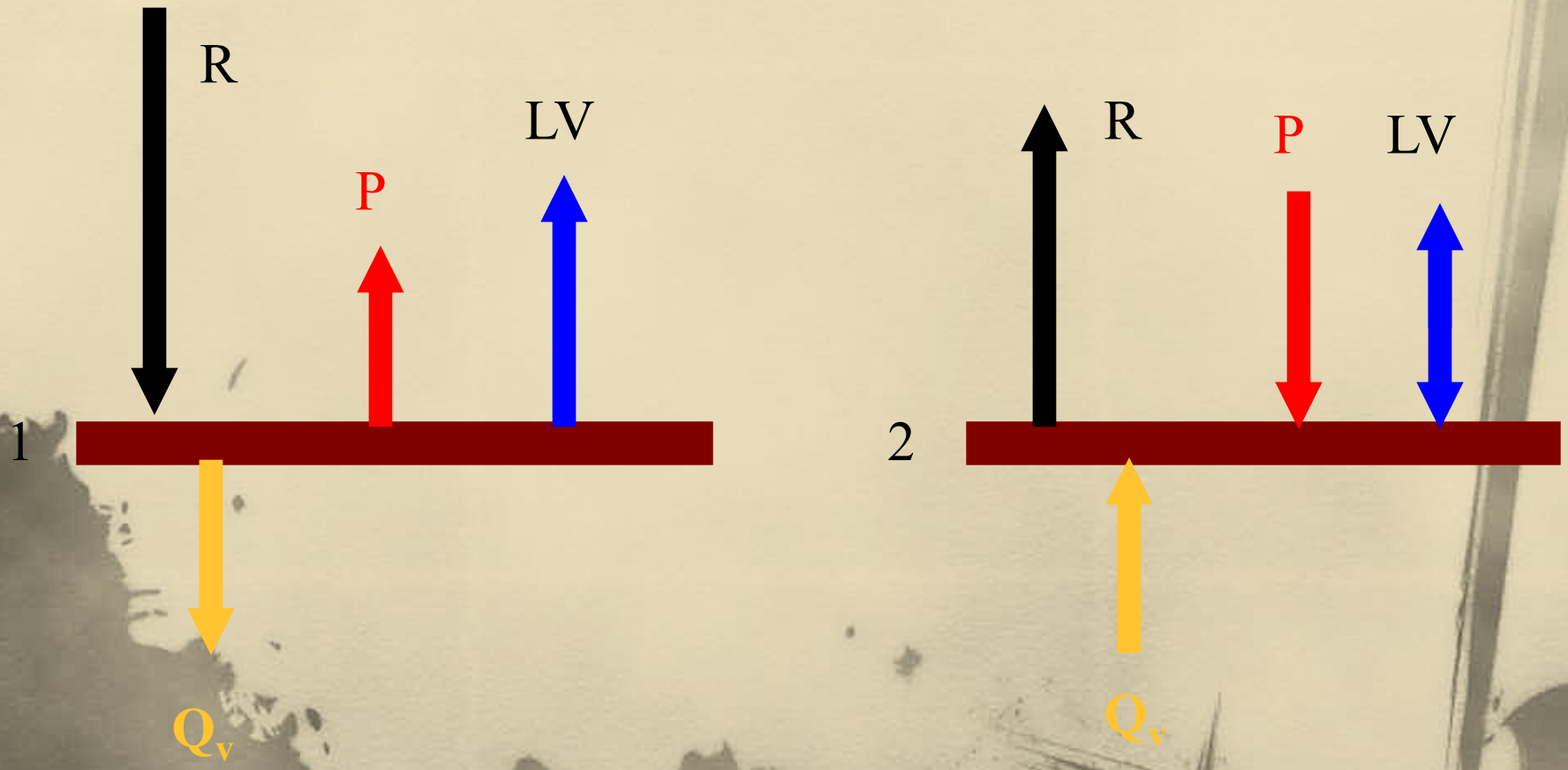
2. Vzduch je teplejší než povrch

Povrch se ochlazuje vzduch se nezahřívá

Vzduch se neochlazuje, povrch se zahřívá

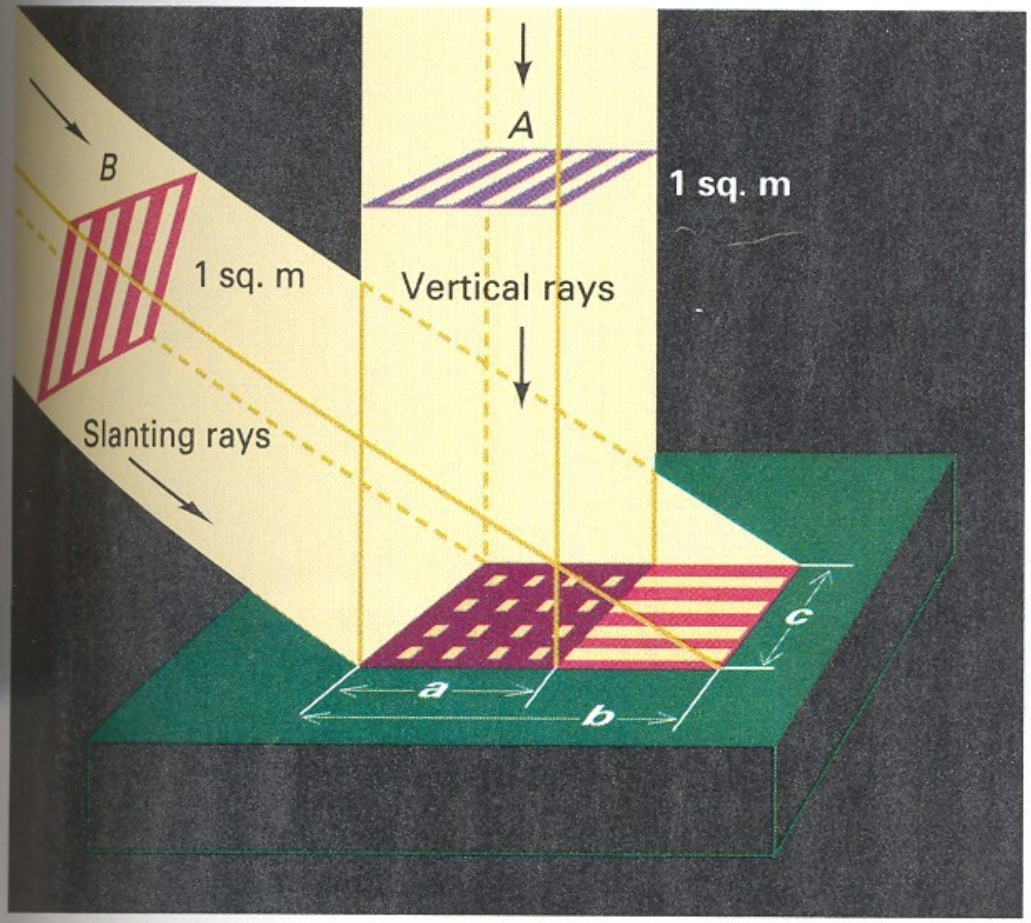
Energetická bilance

šipka = směr zisku energie



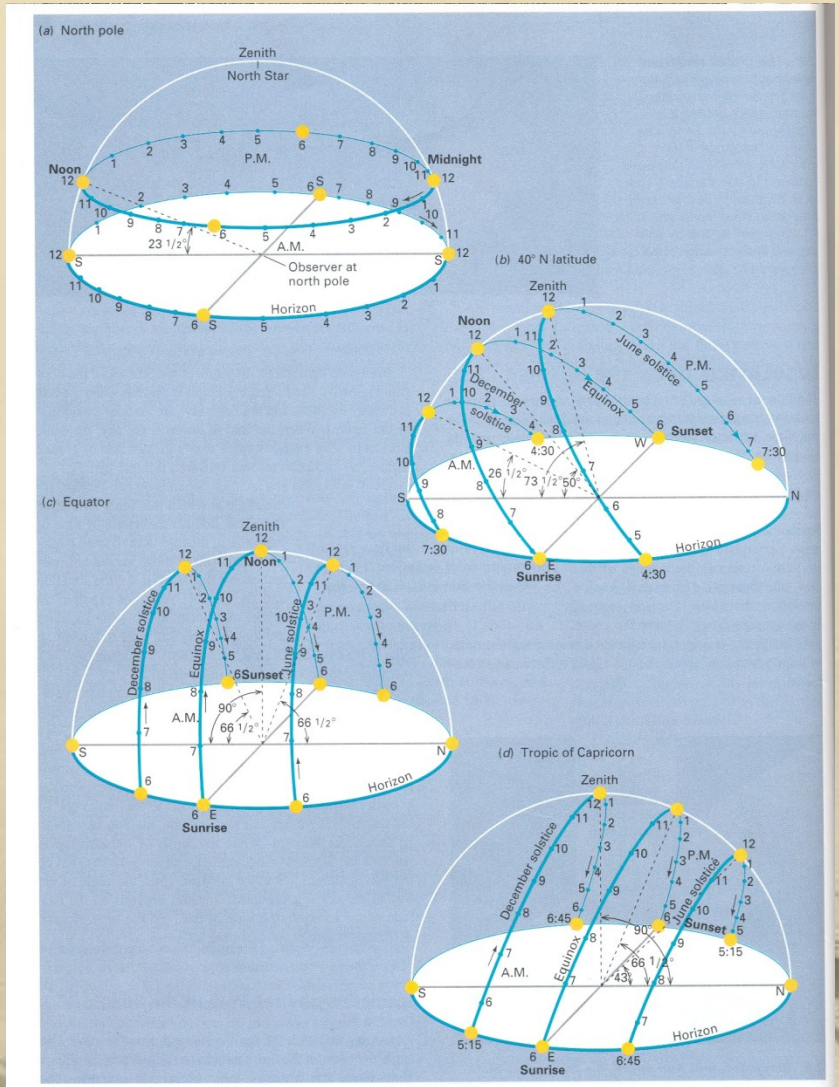
Insolace

- sluneční záření je proměnlivé v závislosti na čase a na místě na Zemi
- **insolace** – tok dopadající sluneční energie na exponovaný povrch pro sférickou Zemi bez atmosféry ($W.m^{-2}$) – závisí na výšce Slunce (maximální pro Slunce v zenitu)
- -výška Slunce závisí na zeměpisné šířce, části dne a části roku



2.6 Insolation and Sun angle *The angle of the Sun's rays determines the intensity of insolation on the ground. The energy of vertical rays A is concentrated in square a by c, but the same energy in the slanting rays B is spread over a larger rectangle, b by c.*

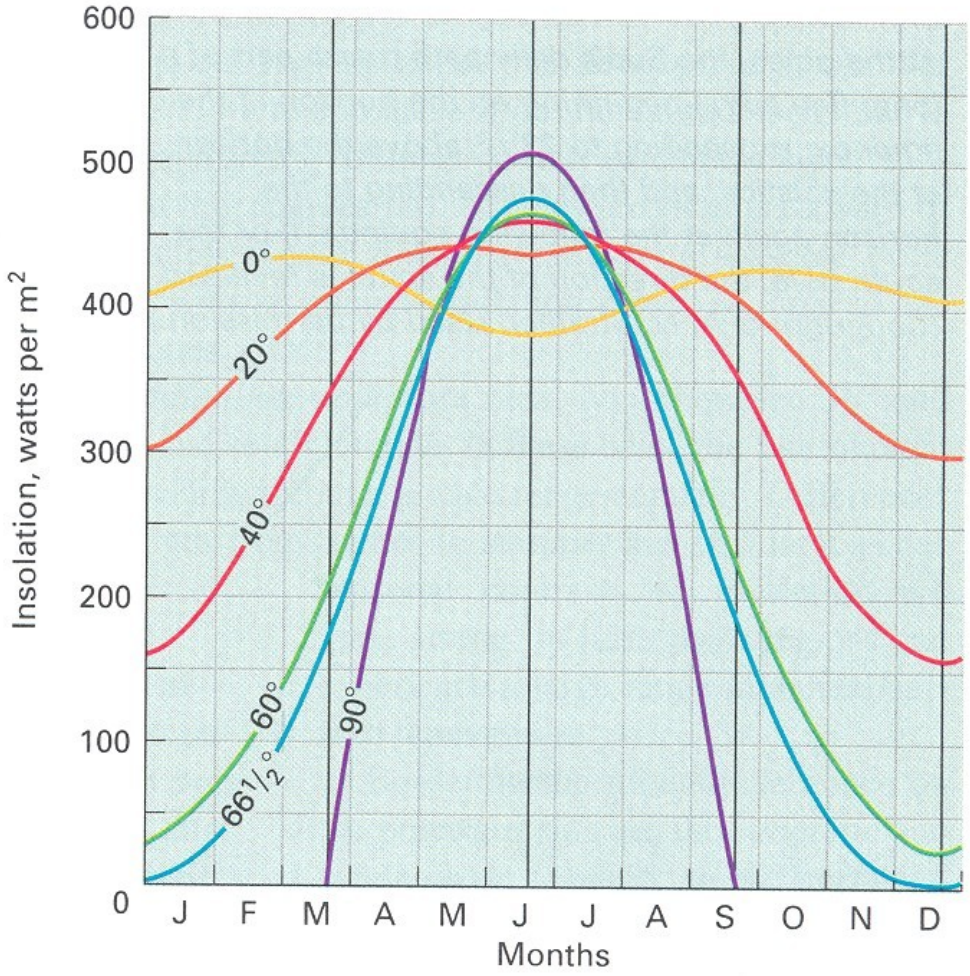
Dráha slunce na obloze



2.7 The path of the Sun in the sky at different latitudes and seasons *The Sun's path in the sky can change greatly in position and height above horizon through the seasons. (a) North pole. (b) 40° N latitude. (c) Equator. (d) Tropic of capricorn. (Parts a, c, d, Copyright © A. N. Strahler. Used by permission.)*

Denní insolace během roku

- denní insolace závisí na úhlu dopadu slunečních paprsků a době expozice (tedy na zeměpisné šířce a roční době)
- v pásmu mezi obratníky existují dvě maxima (na rovníku v době rovnodenností), která se od rovníku k obratníkům přibližují až splývají v jedno maximum
- mezi obratníky a polárními kruhy – maximum při letním slunovratu, minimum při zimním slunovratu
- mezi polárními kruhy a póly – minimum nulové postupně se rozšiřující na půl roku

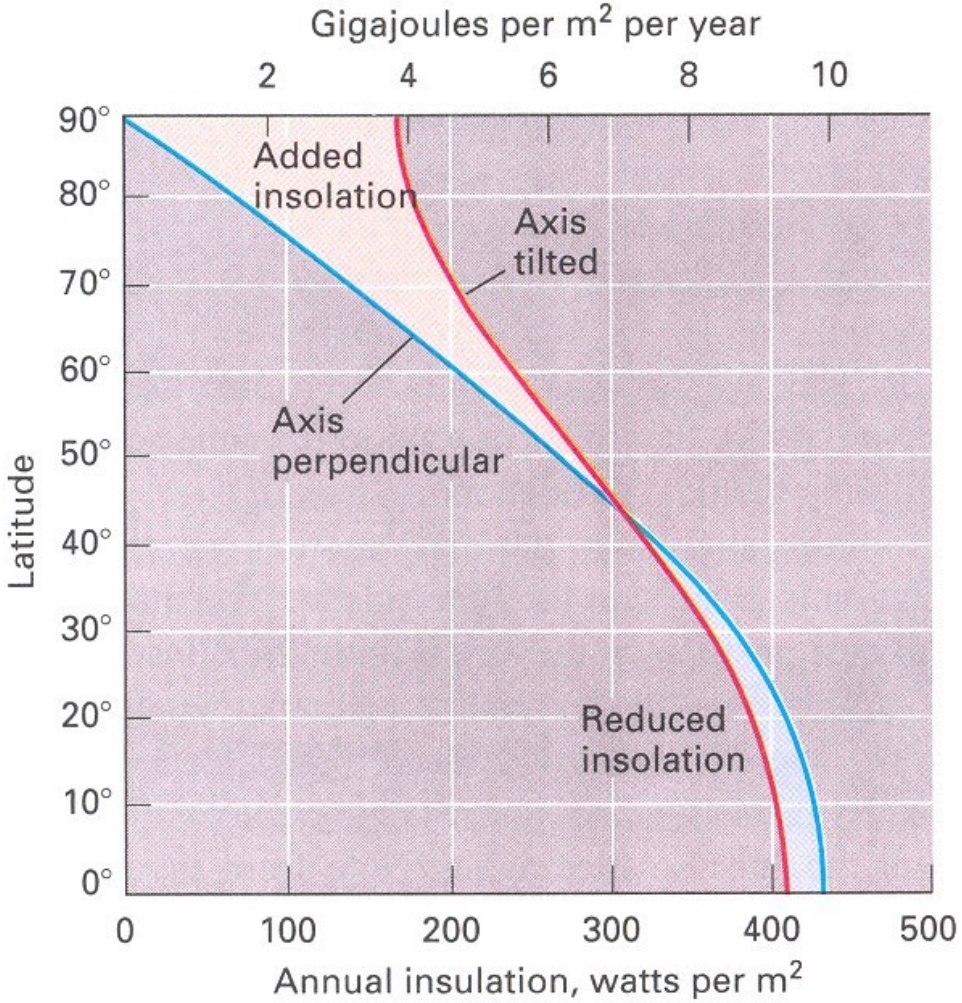


2.8 Daily insolation through the year at various latitudes (northern hemisphere) *Black lines mark the equinoxes and solstices. Latitudes between the equator (0°) and tropic of cancer (23 1/2° N) show two maximum values; others show only one. Poleward of the arctic circle (66 1/2° N), insolation is zero for at least some period of the year. (Copyright © A. N. Strahler. Used by permission.)*

Roční insolace dle zeměpisných šířek

- roční insolace plynule klesá od rovníku k pólu – na pólu asi 40 % hodnoty insolace na rovníku
- díky sklonu zemské osy je významná část insolace přerozdělena od rovníku k pólům a střídají se roční období

2.10 Annual insolation from equator to pole for the Earth *The red line shows the actual curve. The blue line shows what the annual insolation would be if the axis were perpendicular to the plane of the ecliptic.*



Světové šířkové zóny

- ……(10° s.š. – 10° j.š.) – intenzivní insolace během roku, dny a noci téměř stejně dlouhé
- ……(10-25° z.š.) – roční cyklus, velká roční insolace
- ……(25-35° z.š.)
- pás mírných šířek (35-55° z.š.) – velké rozdíly ve výšce Slunce a délce dnů a nocí mezi zimou a létem
- …… (……) pás (55-60° z.š.)
- …… (……) pás (60-75° z.š.) – velké rozdíly v délce dne a v insolaci
- ……(nad 75° z.š.) – dominuje vždy téměř půl roku polární den a polární noc

Ozon – rovnováha v atmosféře

- stopový plyn, tvořený 3 atomárními kyslíky (O_3)
- 90 % ve stratosféře, asi 3/4 v 15-30 km – ozonosféra
- měření **……**
- **……**.– celkové množství O_3 ve vertikálním sloupci o základně 1 cm^2 (100 DU odpovídá při normálním tlaku a teplotě 298K vrstva O_3 o tloušťce 1 mm)
- geografické rozložení: růst koncentrací od minim v oblasti rovníku (cca 250 DU) k maximům na 60º z.š. (cca 400 DU), odtud pokles k pólům, koncentrace v Arktidě vyšší než v Antarktidě
- roční chod: maximum na jaře, minimum na podzim

Chapmanova teorie

- **Vznik:**
- UV-záření o L < 0,242 μm – disociace kyslíku: $\mathbf{O_2 + h\nu \rightarrow 2O}$
- reakce atomárního a molekulárního kyslíku: $\mathbf{O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M}$
- **Zánik:**
- disociace O_3 zářením s L < 1,2 μm: $\mathbf{O_3 + h\nu \rightarrow O + O_2}$, popř. reakce O_3 s atomárním kyslíkem: $\mathbf{O_3 + O \rightarrow O_2 + O_2}$
- katalytické reakce: $\mathbf{O_3 + X \rightarrow OX + O_2}$

  $\mathbf{OX + O \rightarrow X + O_2}$
- katalyzátory:

  radikály dusíku NO_X (NO, NO_2) – 70 % v 15-35 km

  radikály vodíku HO_X (HO, HO_2) – 70 % nad 50 km

Složení atmosféry

- hmotnost $5{,}157.10^{18}$ kg
- rozložení hmotnosti: … % do 5-6 km, … % do 16 km, 99 % do … km => s rostoucí vzdáleností od povrchu hustota atmosféry klesá
- hlavní plynné složky atmosféry v suchém čistém vzduchu + podíly (objemový + hmotnostní):
  - A)…….
  - B)…….
  - C)…….
  - D)stopové plyny
- Atmosférické aerosoly?

Ozonová díra_1

- ozonová díra – drastický úbytek celkového ozonu, pozorovaný v ..... v září-říjnu v porovnání s koncem 70. let
- halogenované uhlovodíky: lehké uhlovodíky (zejména methan CH_4 a ethan C_2H_6), v nichž vodík je nahrazen, v atmosféře mají velmi dlouhou životnost, např. 100 let, ozonová díra může vzniknout kdekoliv, kde jsou příznivé meteorologické podmínky (1992 – ozonová díra nad Evropou), ozon způsobuje poškození zraku a kůže, menší imunitu

Ozonová díra_2

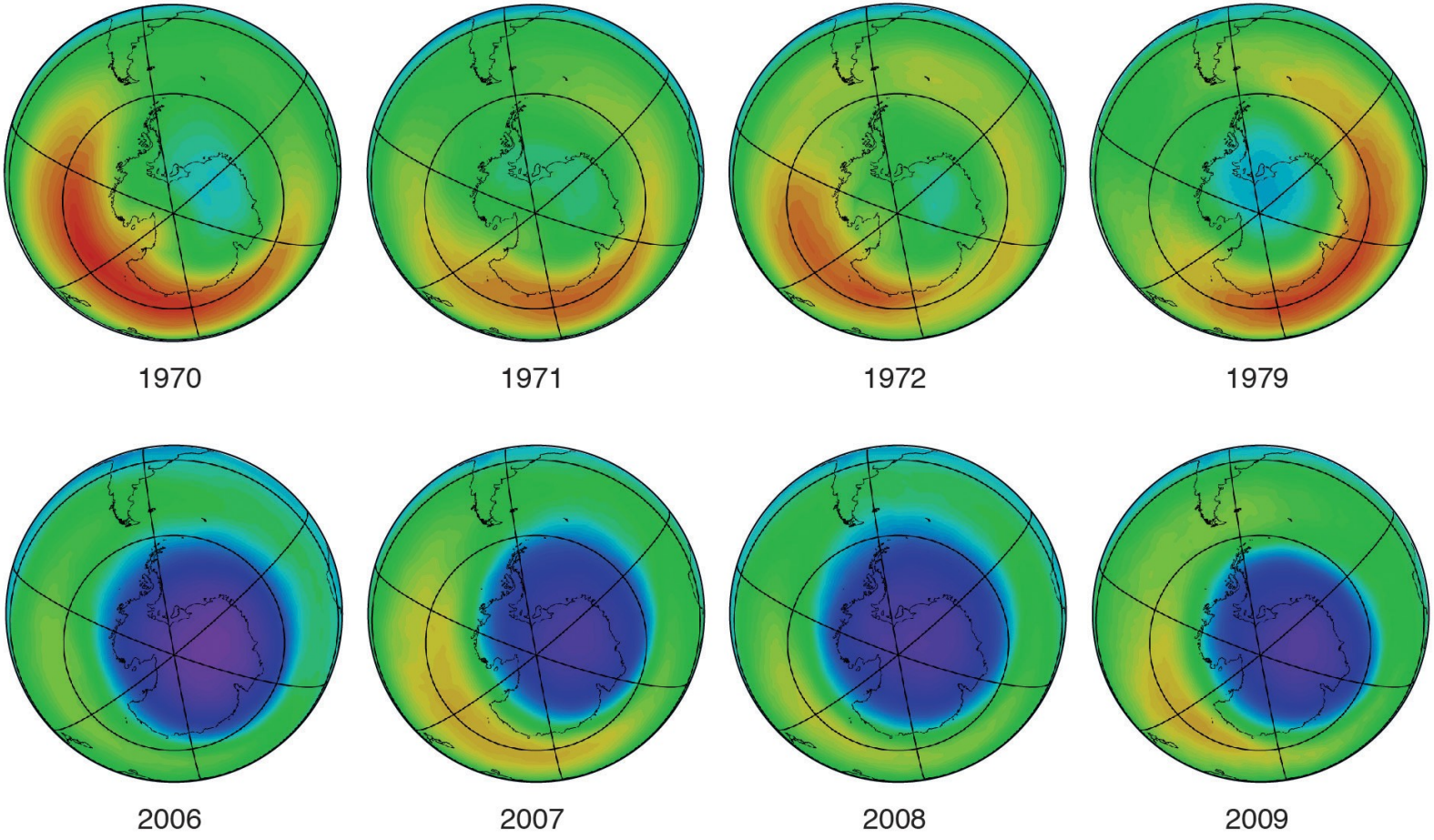
- atomy fluoru F a chloru Cl (chlorofluorouhlovodíky – **CFC** – též **…..**, hydrochlorofluorouhlovodíky – **HCFC**)
- atomy bromu Br (bromované uhlovodíky, též **…..**)
- vlastnosti: plyny nebo lehce těkavé kapaliny – nehořlavost, nejedovatost, chemická netečnost, domnělá ekologická nezávadnost – prudký nárůst produkce
- použití:**……**

Mechanismus působení na O_3

- průnik z troposféry do stratosféry
- vůči O_3 inertní sloučeniny Cl (chlorovodík HCl, chlornitrát $ClONO_2$)
- v polární noci na částicích polárních stratosférických oblak (PSO) – aktivní formy (Cl_2, HOCl)
- **PSO – polární vortex, teploty kolem –80 ºC**
- časně zjara působením slunečního záření uvolňován aktivní Cl – katalytické reakce – zánik O_3
- pokles O_3 v Antarktidě větší než v Arktidě (nestabilní vortex, vznik PSO méně častý)

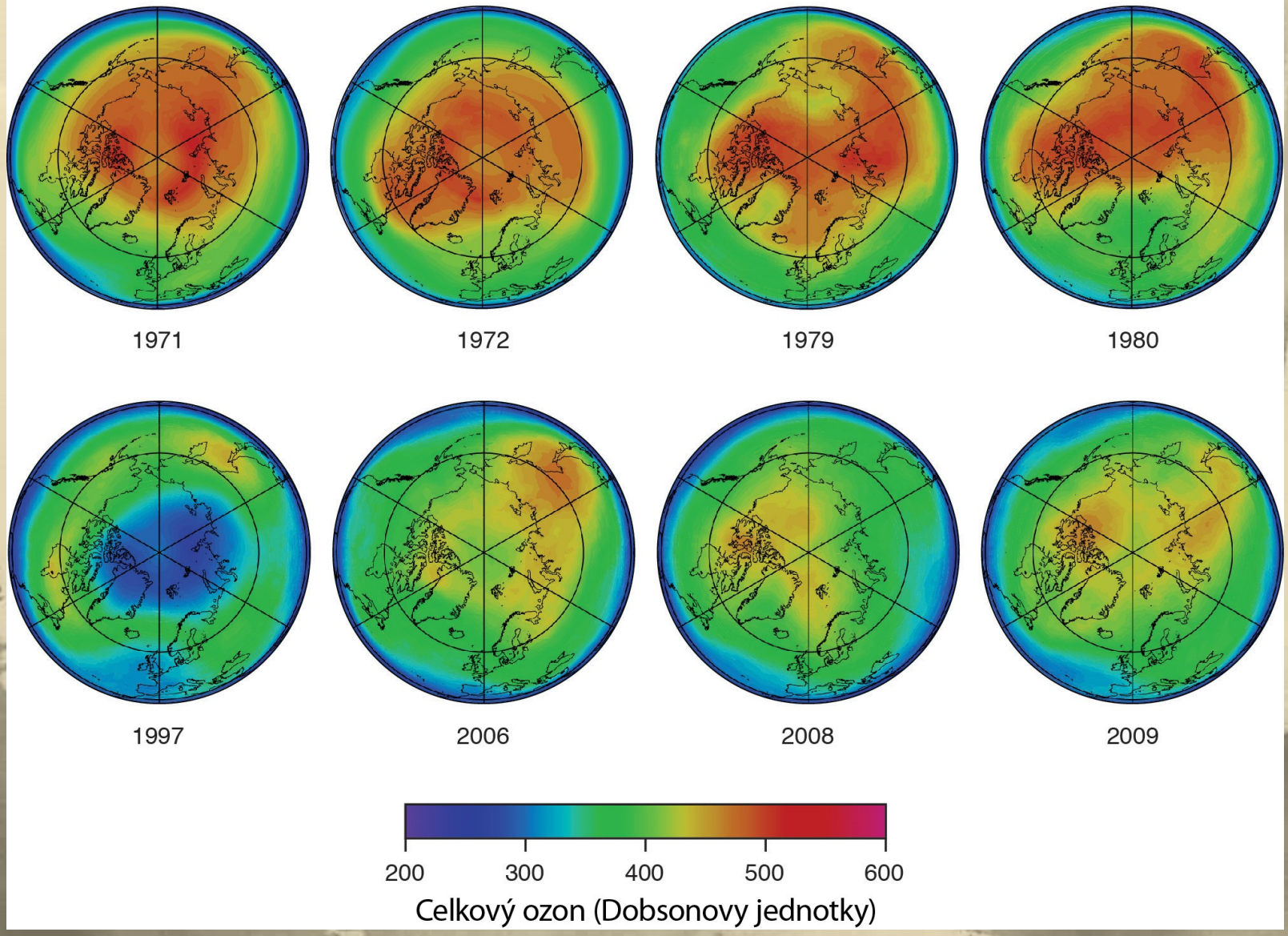
Celkový ozon nad Antarktidou

(měsíční průměry v říjnu)



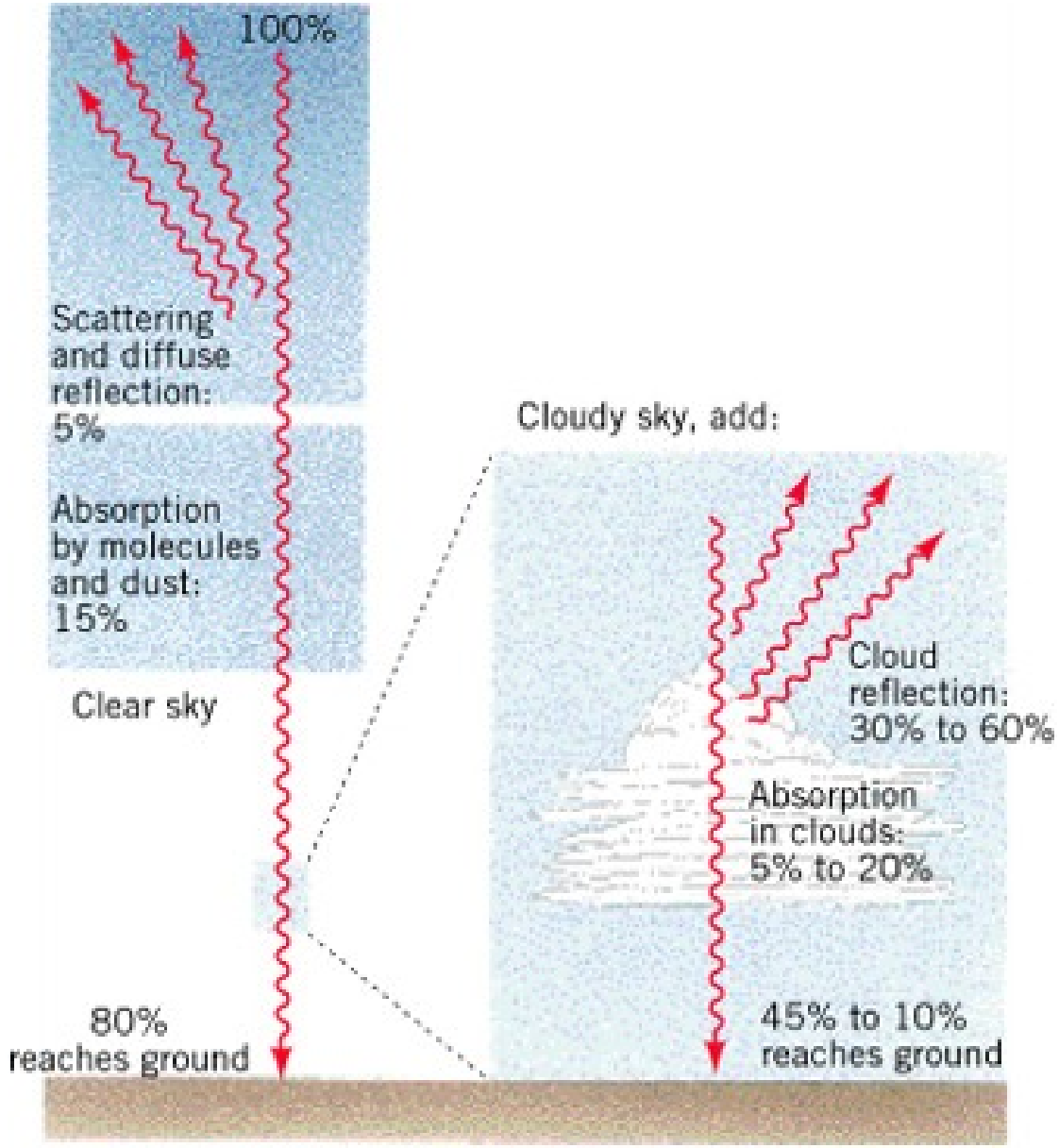
Celkový ozon nad Arktidou

(měsíční průměry v březnu)



GEB – ztráty záření

- molekuly a částice ve vzduchu rozptylují sluneční záření všemi směry – **rozptýlené záření** => vjem bílého dne
- část záření, která je rozptýlena zpět do prostoru, se označuje jako **difuzní odraz** (asi 5 % přicházejícího slunečního záření)
- **pohlcování záření** při průchodu atmosférou (asi 15 % přicházejícího záření)
- pohlcování záření se může měnit výrazně podle prostředí
- oblaka mohou odrážet 30-60 % přicházejícího záření a pohlcovat 5-20 %; v případě husté oblačné vrstvy může být při povrchu jen 10 % z dopadajícího záření



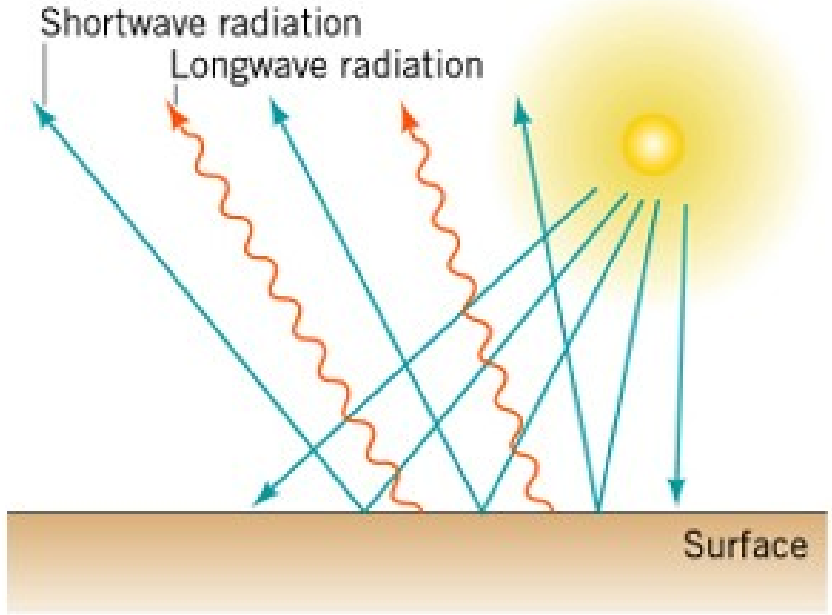
Copyright © John Wiley & Sons, Inc.

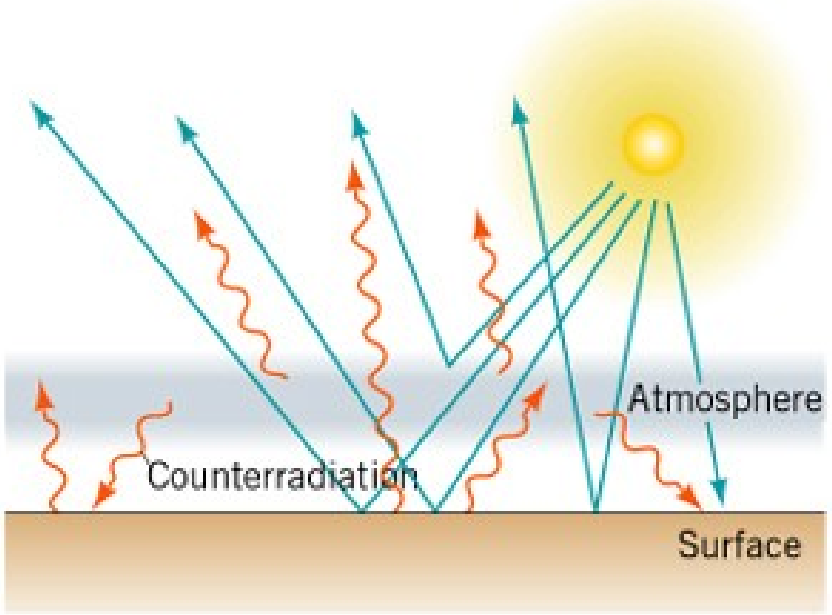
GEB – albedo

- **albedo** – **……**
- albedo určuje, jak rychle se povrch vystavený insolaci zahřívá
- např. albedo sněhu **……**% - odráží většinu záření, zahřívá se pomalu
- albedo Země měřené pomocí družic – **…….**%
- přímé sluneční záření nevadí sněhu, sníh rychleji taje pomocí teplého vzduchu

Skleníkový efekt

- atmosféra je dobře propustná pro krátkovlnné záření, ale pohlcuje dlouhovlnné vyzařování zemského povrchu, skleníkový efekt je normální, problém je jeho zesilování
- kdyby nebyla atmosféra, vznikla by tzv. **……**(všechno záření by se odráželo)
- bez skleníkového efektu by byla Země chladným neobývatelným místem, pokud by bylo jen krátkovlnné a dlouhovlnné záření, atmosféra by se ochlazovala, Země by se oteplovala => není to díky latentnímu a turbulentnímu toku tepla
- v důsledku antropogenní činnosti růst koncentrací plynů, přispívajících k zesilování skleníkového efektu – tzv. **skleníkové plyny** (**……**.)
- hlavní zdroj skleníkových plynů – **……**

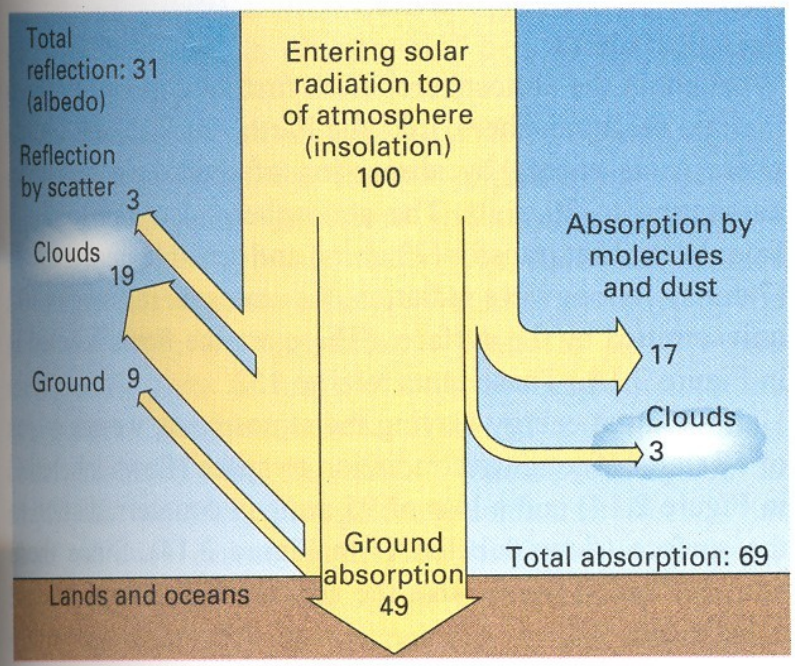


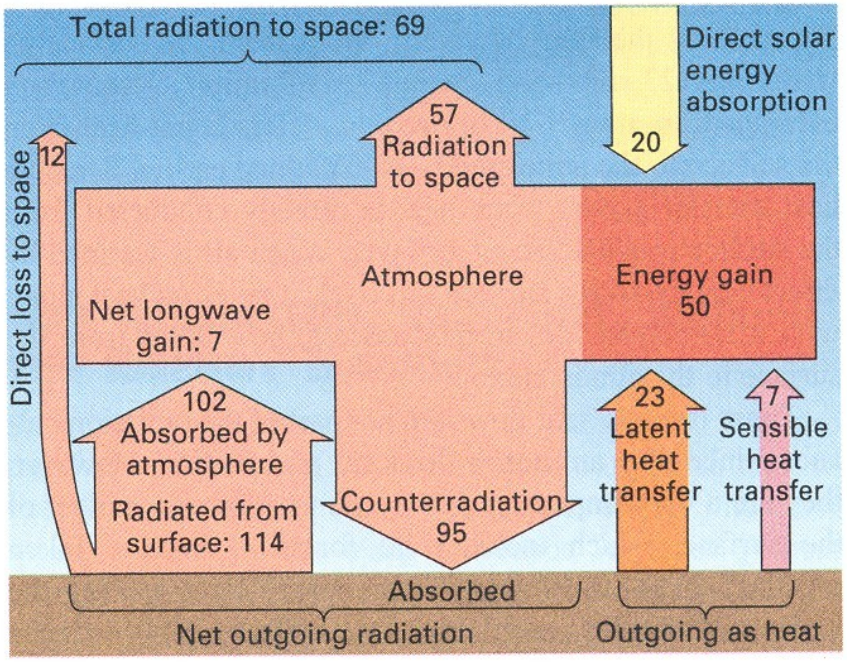


Copyright © John Wiley & Sons, Inc.

GEB – atmosféra – aktivní povrch

2.15 Diagram of the global energy balance *Values are percentage units based on total insolation as 100. The left figure shows the fate of incoming solar radiation. The right figure shows longwave energy flows occurring between the surface and atmosphere and space. Also shown are the transfers of latent heat, sensible heat, and direct solar absorption that balance the budget for Earth and atmosphere. Data of Kiehl and Trenberth, 1997.*





GEB – shrnutí_1

Bilance krátkovlnného záření:

- albedo systému zemský povrch - atmosféra 31 %
- pohlcování v atmosféře 20 %
- pohlceno zemským povrchem 49 %

Bilance dlouhovlnného záření:

- vyzařování zemského povrchu 114 %, z čehož 102 % pohltí atmosféra a zbytek 12 % uniká do meziplanetárního prostoru (atmosférické okno)
- zpětné záření atmosféry 95 %

GEB – shrnutí_2

Zemský povrch:

- 49 (krátkovlnné) + 95 (dlouhovlnné) = 144 %, takže 144 (zisk) – 114 (ztráta) = zisk 30 %
- tento zisk se předává do atmosféry latentním tokem tepla (23 %) a turbulentním tokem tepla (7 %), takže ztráta zemského povrchu činí celkově 114 (dlouhovlnné) + 23 + 7 = 144 %

Atmosféra:

- ztráta: 57 % do meziplanetárního prostoru, 95 % k zemi jako zpětné záření atmosféry, tj. 152 %
- zisk: 102 (dlouhovlnné) + 20 (krátkovlnné pohlcené) + 23 (latentní tok) + 7 (turbulentní tok) = 152 %