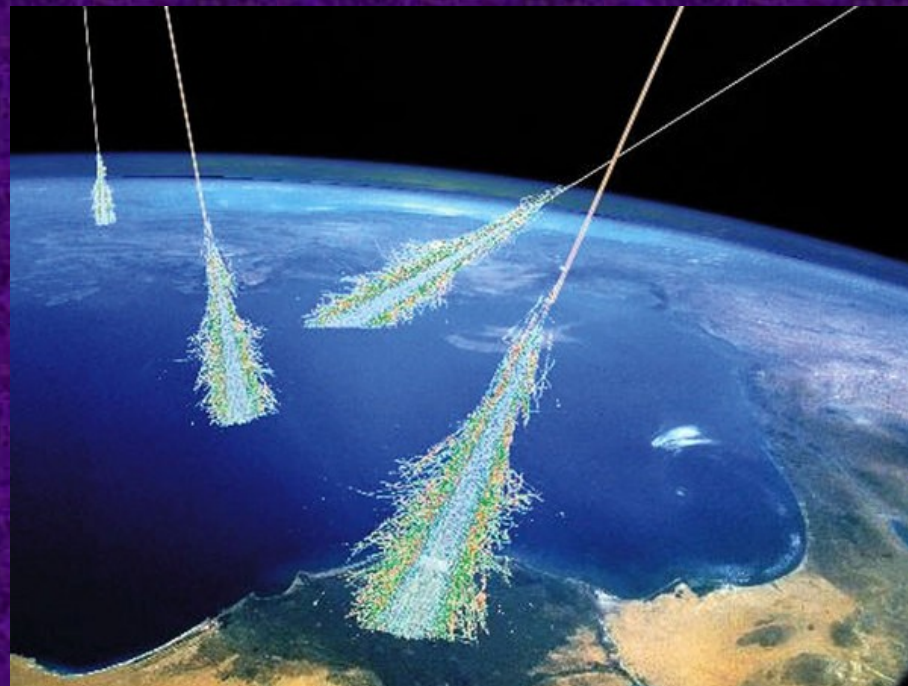


KOSMICKÉ ZÁŘENÍ



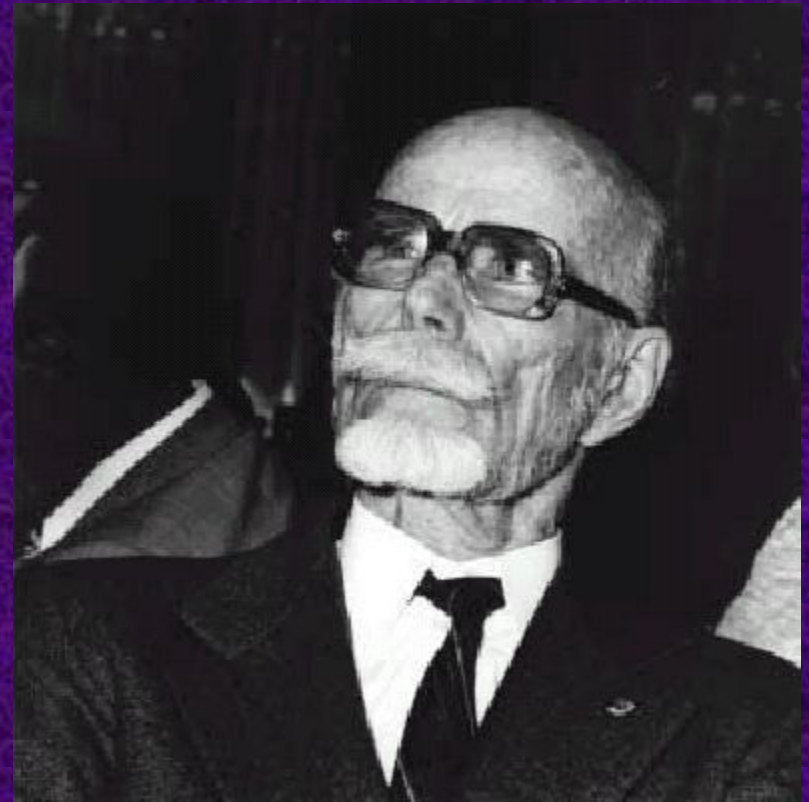
Tomáš Milář, 2015

Historie

1912 Victor Hess



1938 Pierre Auger



Co je to „kosmické záření“

=> má převážně částicový charakter

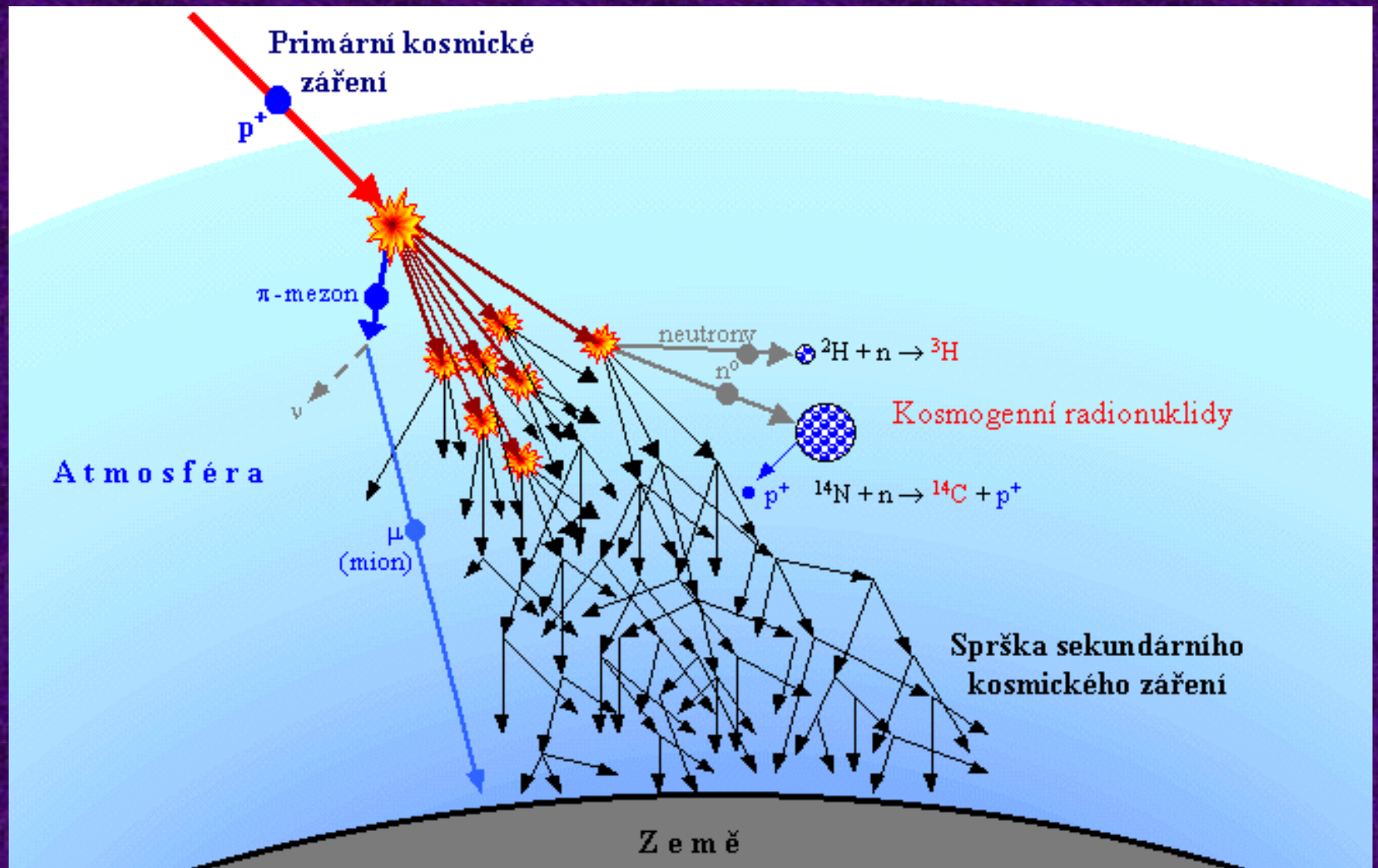
Je nutné rozlišovat:

- primární k.z.
- sekundární k.z.

- galaktické k.z.
- extragalaktické k.z.

- sluneční vítr

Interakce s atmosférou



Energie, složení a původ kosmického záření

$E < 10^{10}$ eV

převážně p, He, (protony > 90 %)
tzv. „sluneční vítr“

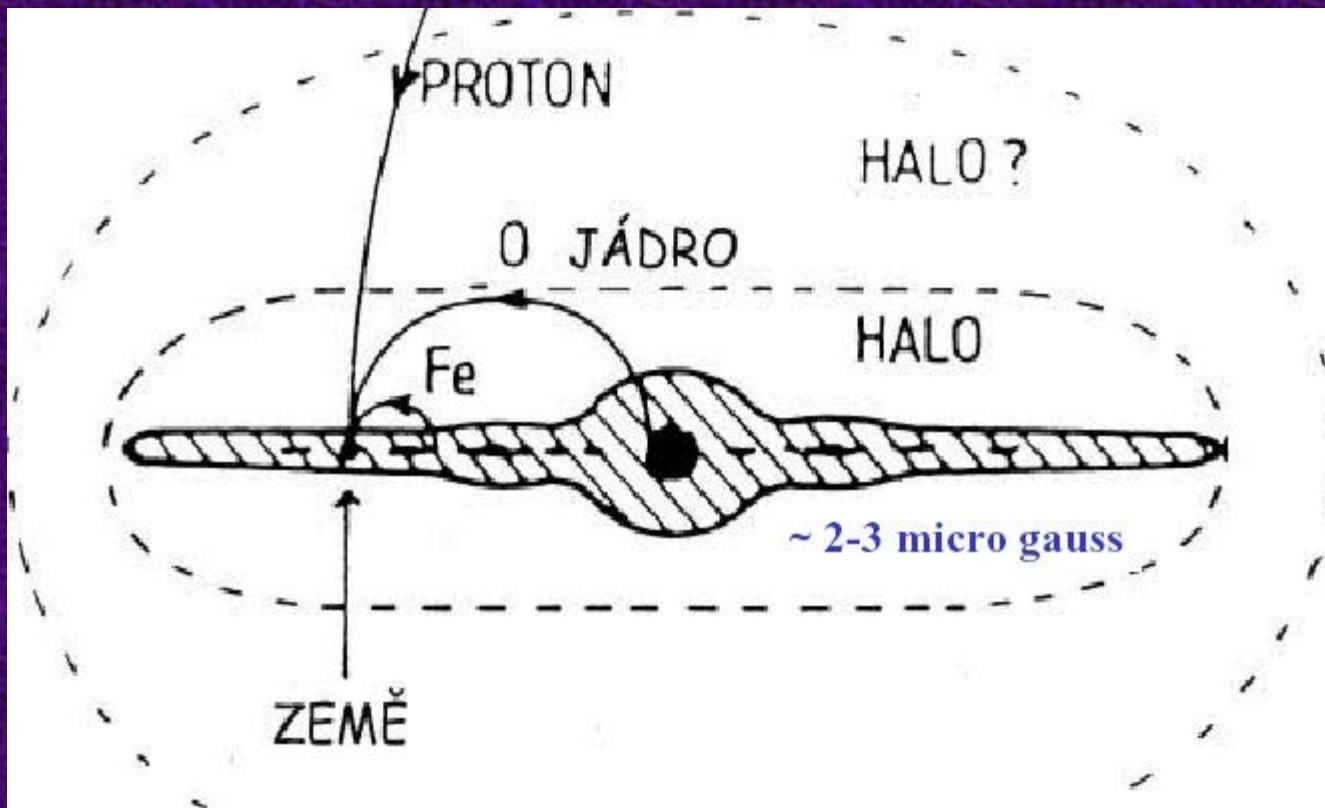
10^{10} eV < $E < 10^{17}$ eV

p, He, Fe, složení se mění v závislosti na energii,
záření galaktického původu

10^{17} eV < $E . . .$, složení p, . . . ,

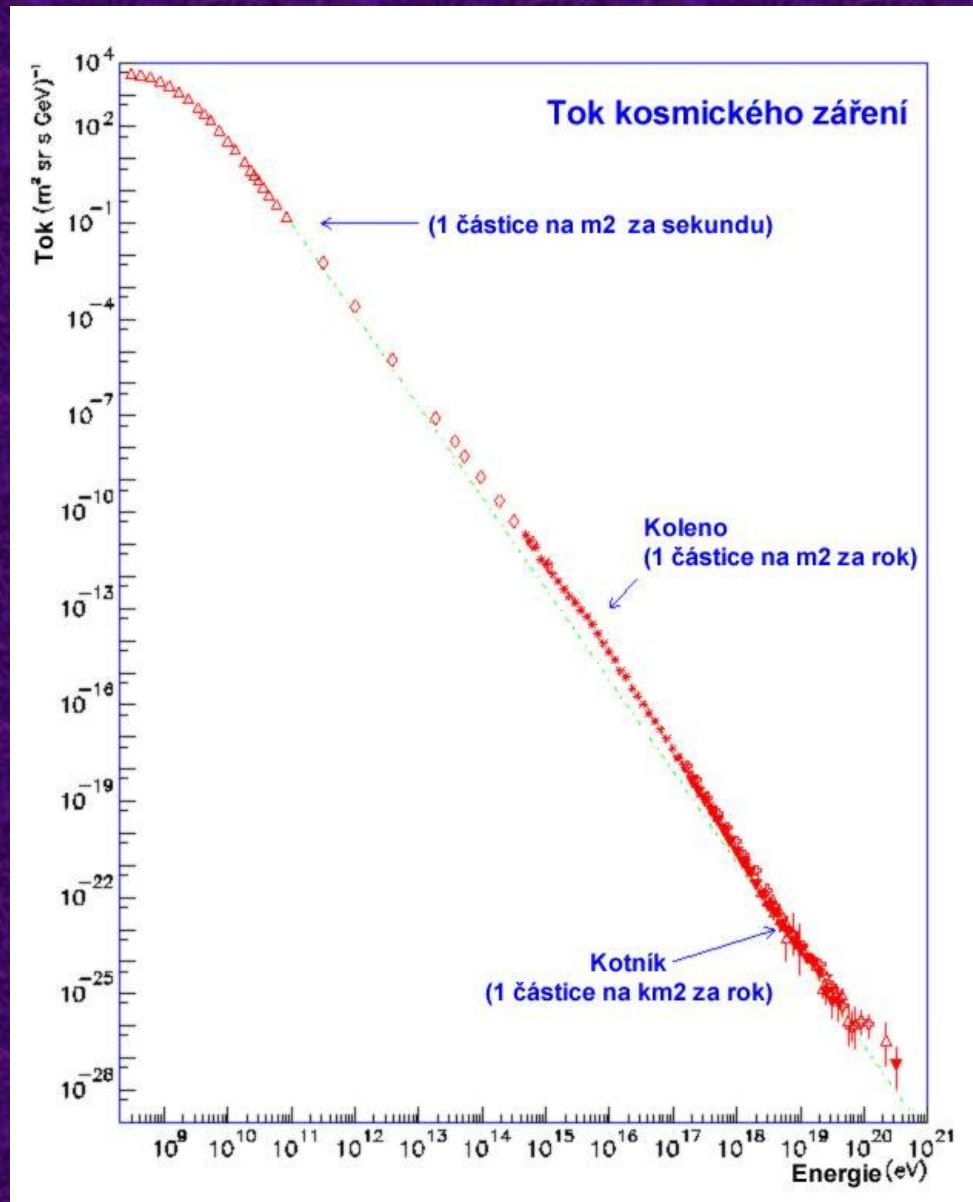
záření patrně extragalaktického původu,
původ neznámý, přichází ze všech směrů

Vliv magnetických polí



Lehké částice s vysokou energií ($\sim 10^{20}$ eV)
se odchylují jen málo
=> musí mít původ mimo Galaxii

Velké energie jsou vzácné ...



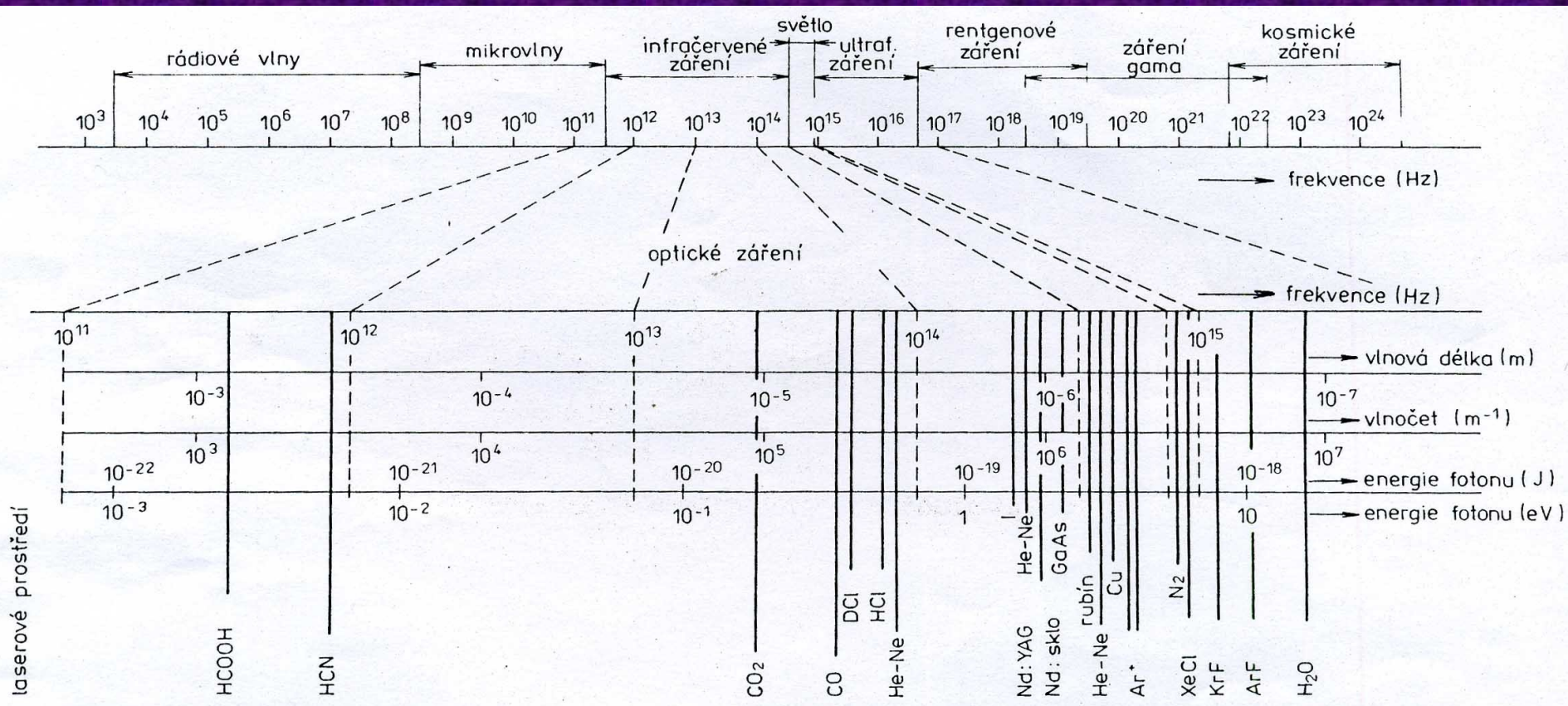
Rekordní energie

za 40 let detekce kosmického záření
~ 20 případů s energií $> 10^{20}$ eV

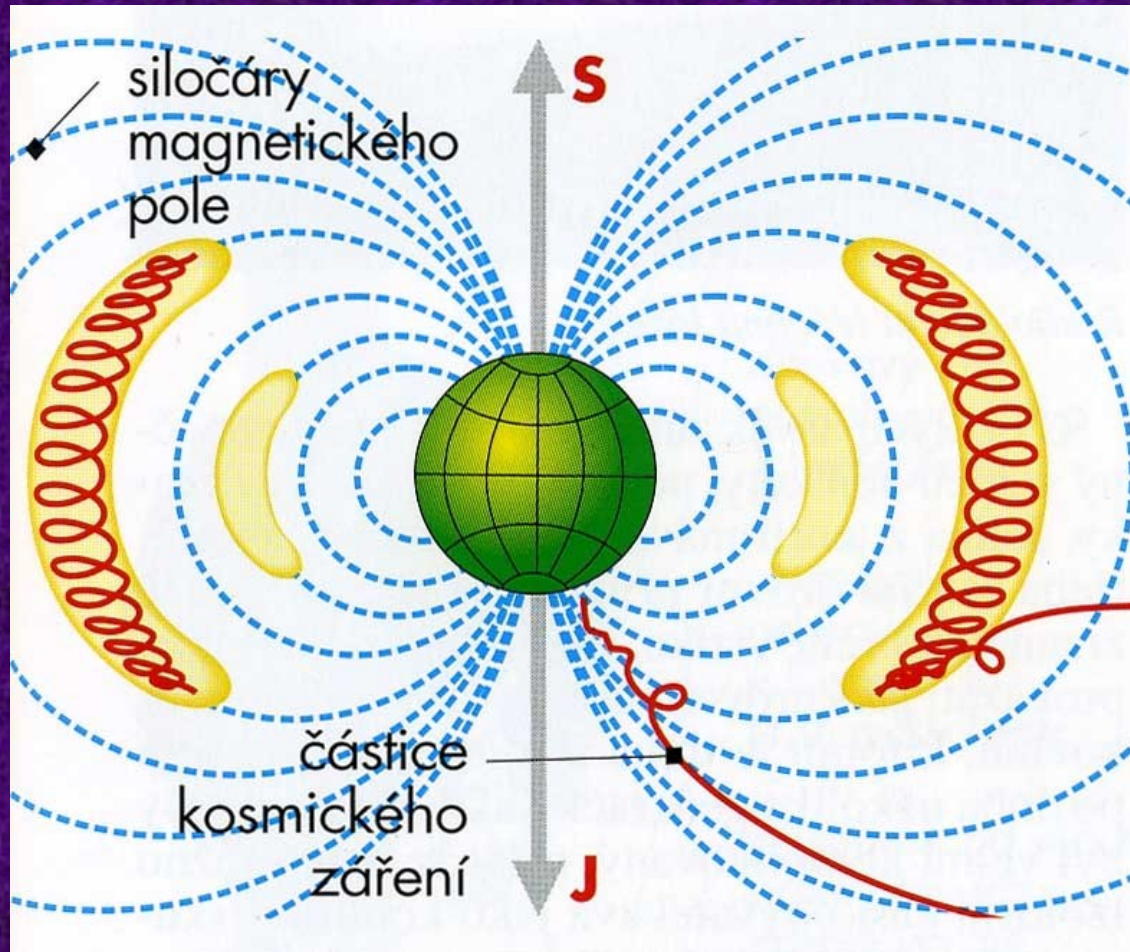
1991 - detektor „Muší oko“ v Utahu
 $3,2 \times 10^{20}$ eV (50 J!)

Pro srovnání: V CERNu se novém urychlovači LHC
lze dosáhnout energie 18×10^{12} eV

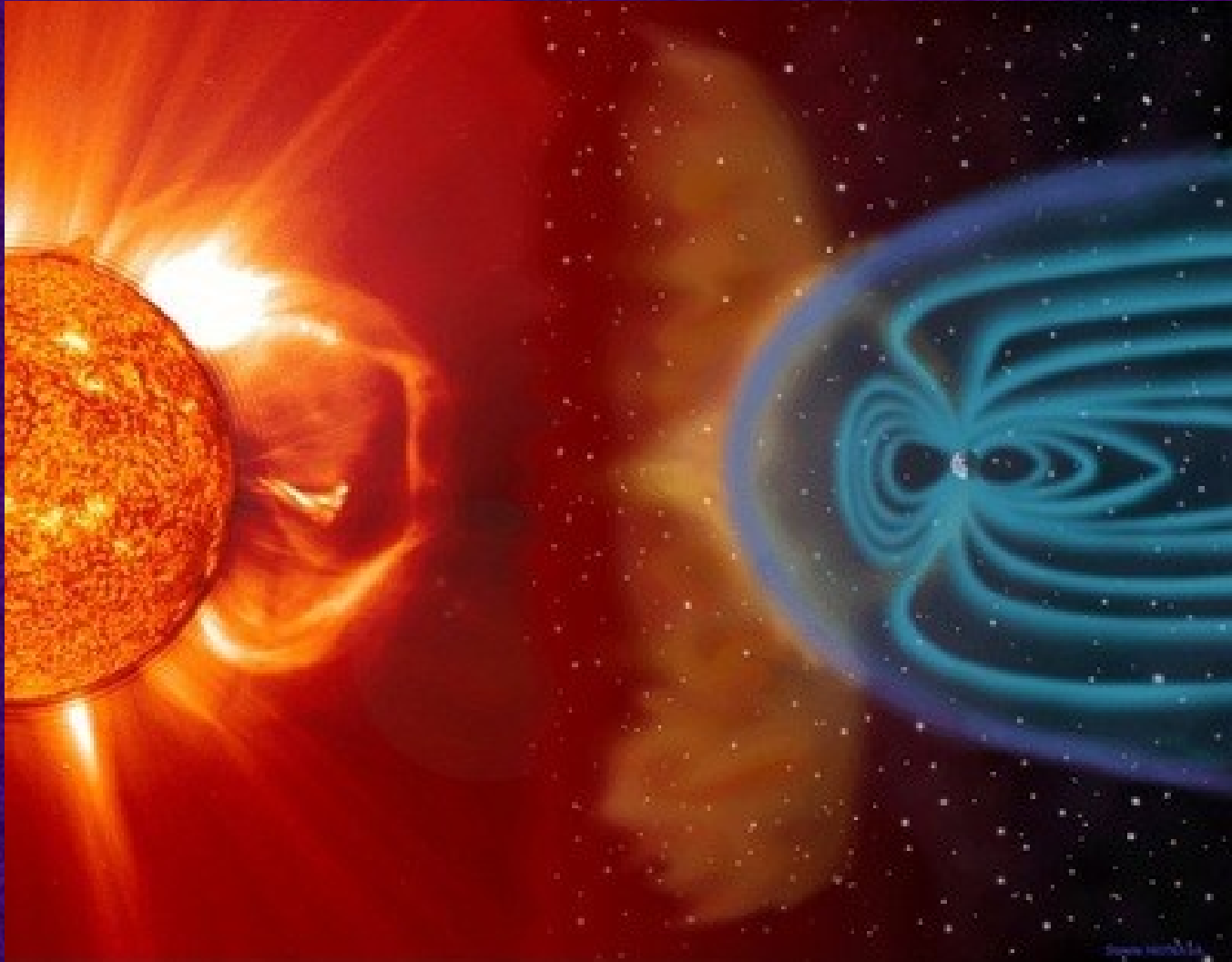
Elektromagnetické záření (fotony)



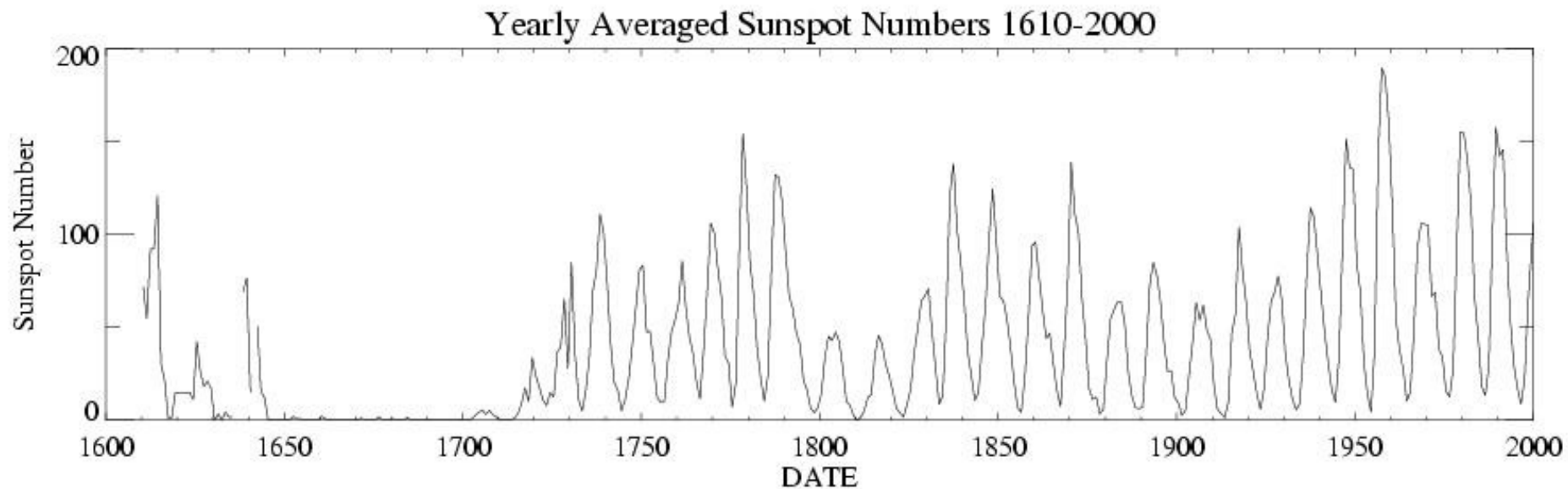
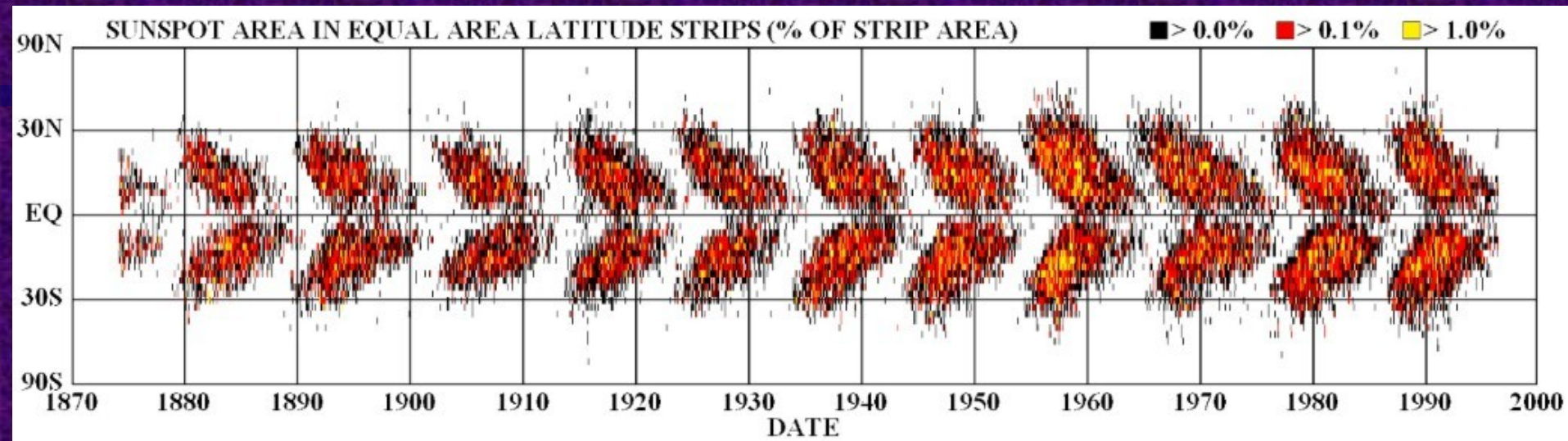
Magnetické pole Země



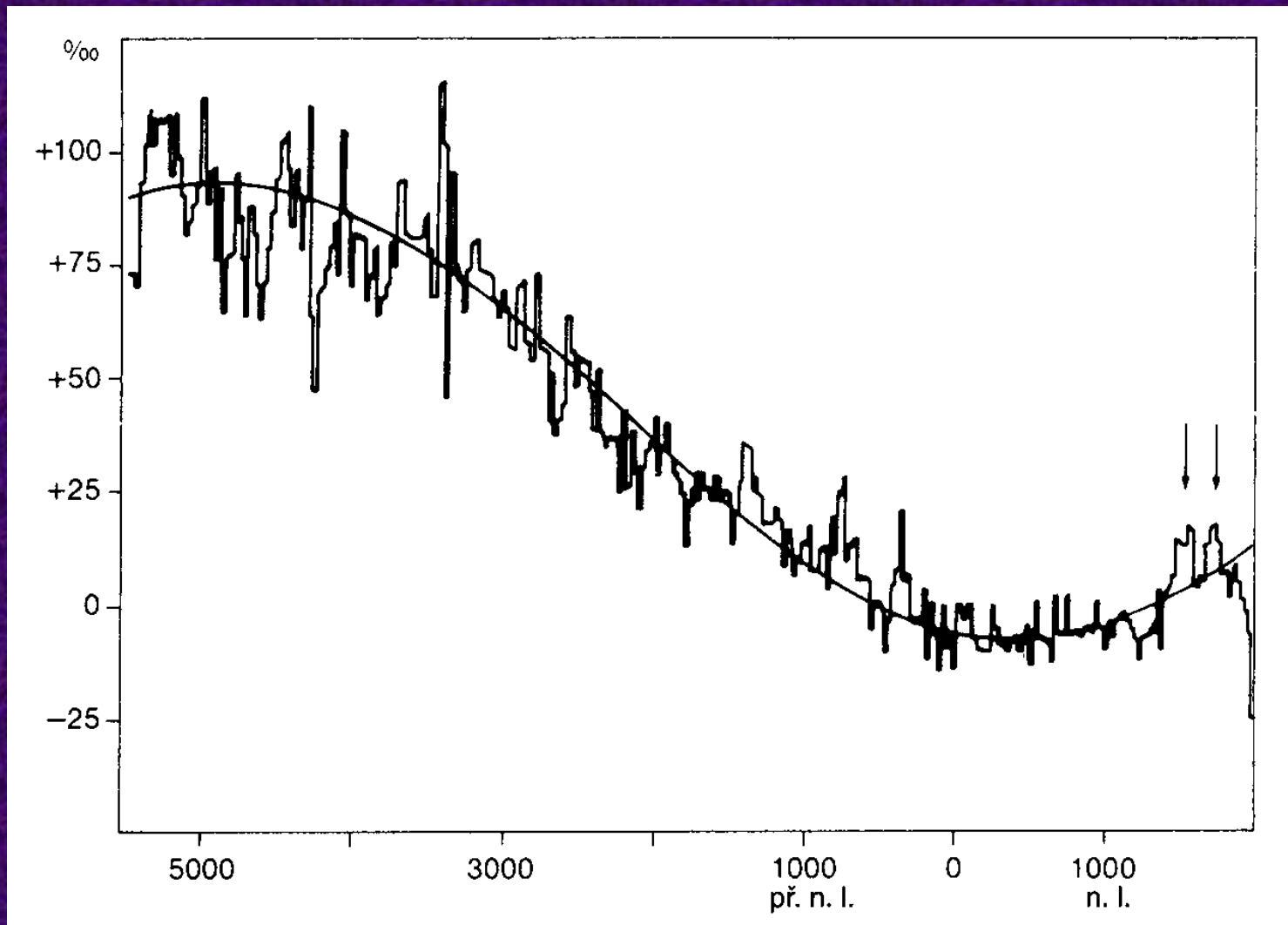
Magnetické pole Slunce



Sluneční skvrny



Rekonstrukce sluneční aktivity radiouhlíkovou metodou datování

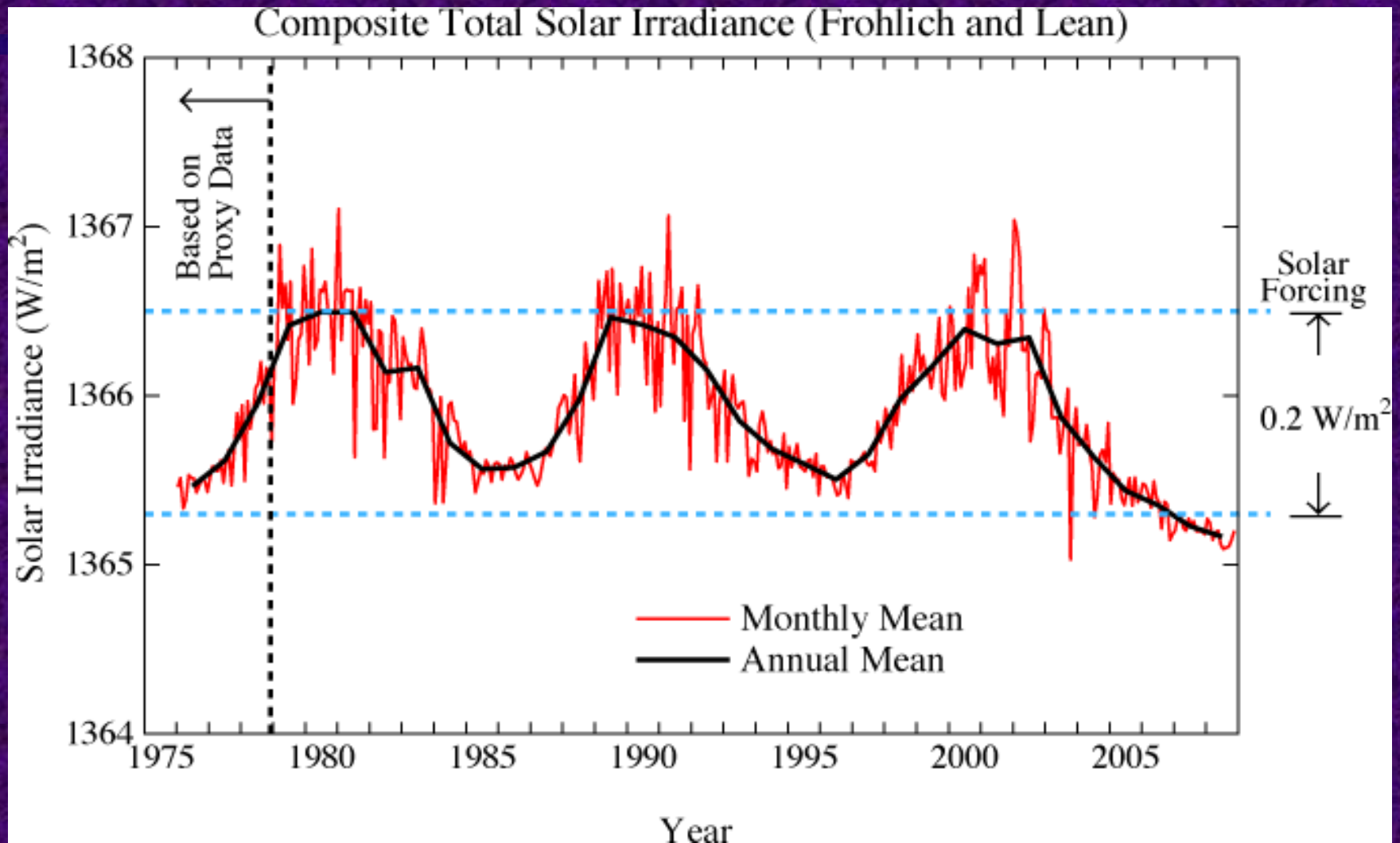


Kosmické záření a klima Země

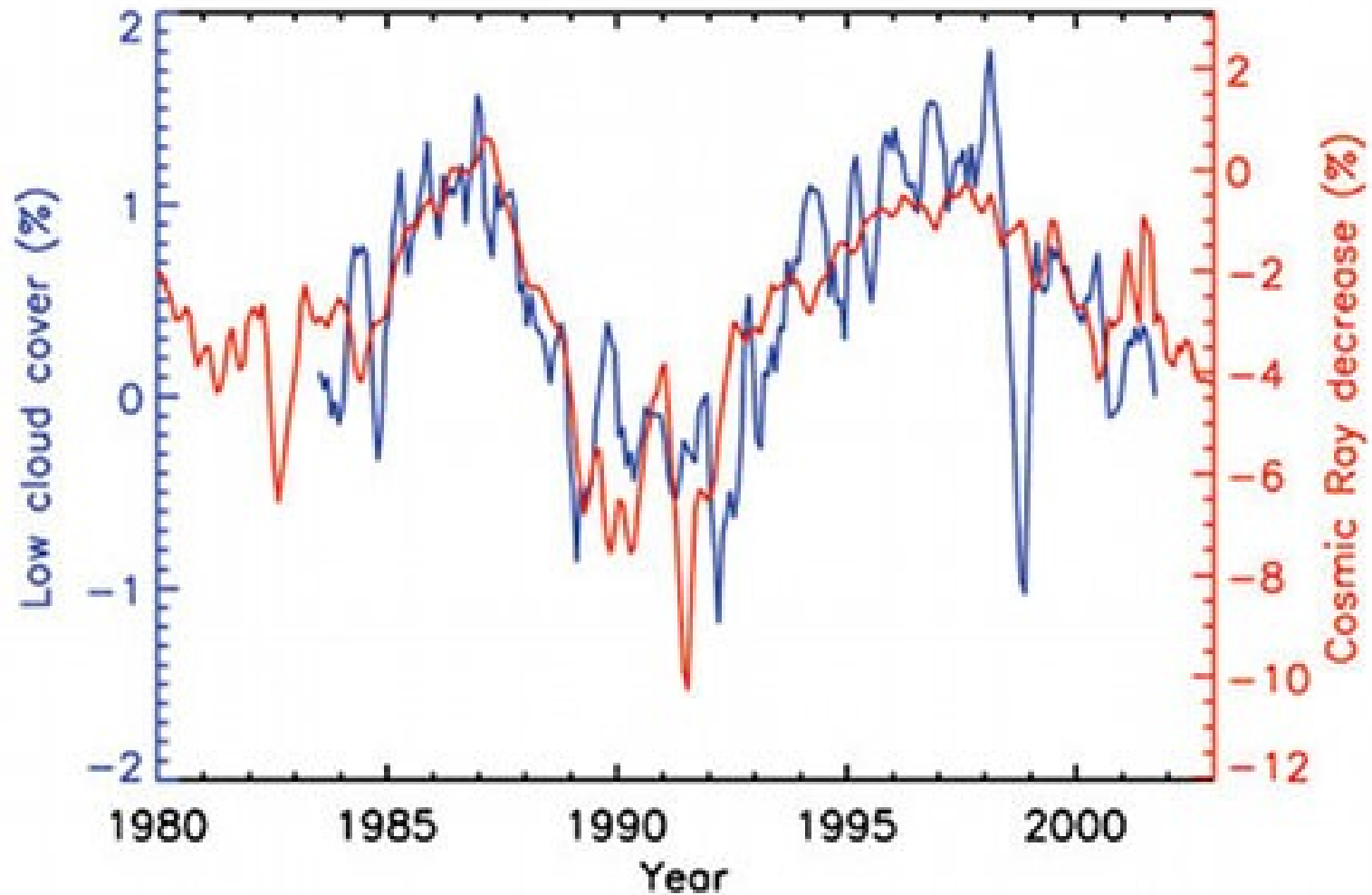


K.z. může přispívat ke vzniku mraků
=> zvýšení albeda
=> ochlazení Země

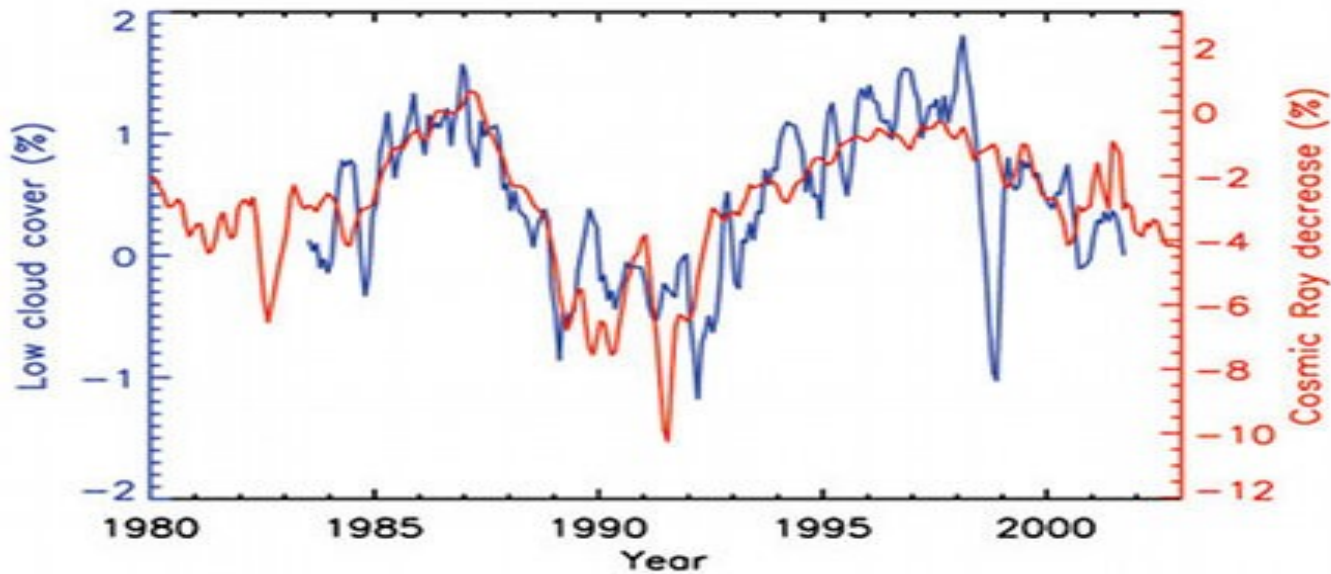
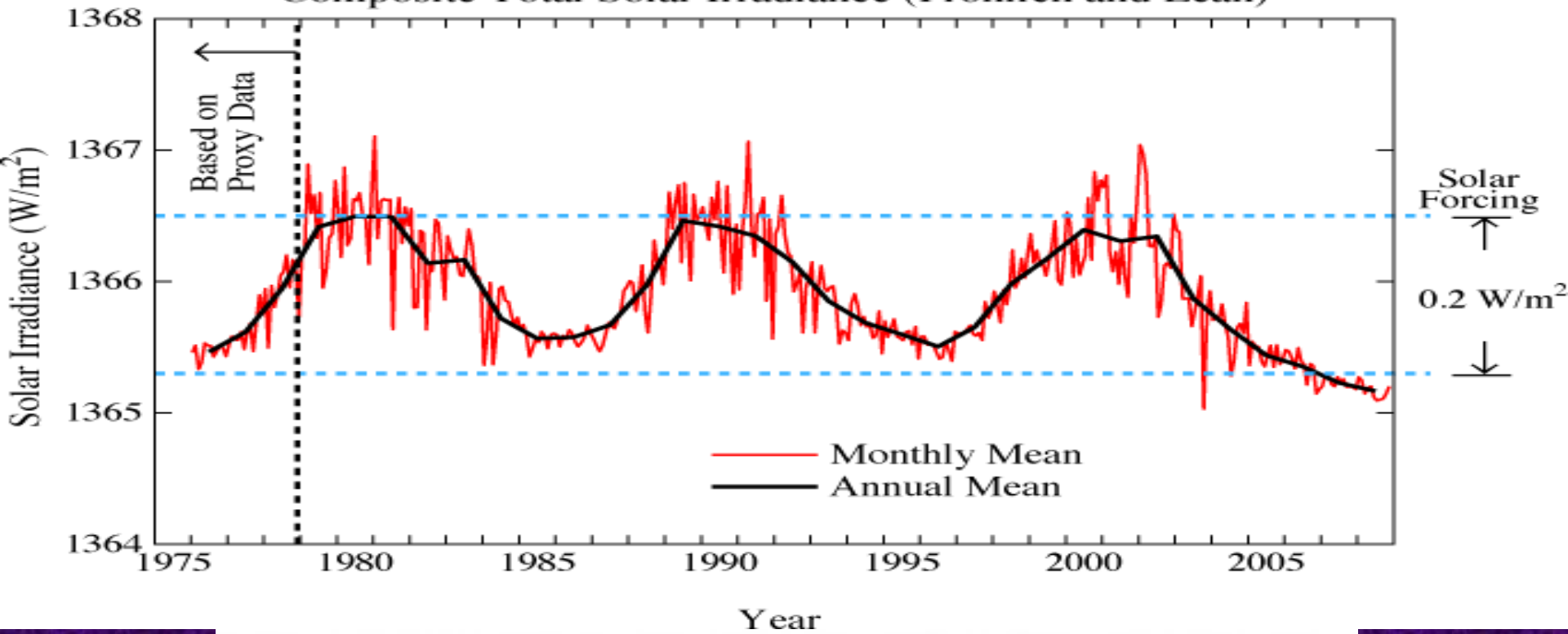
Sluneční záření



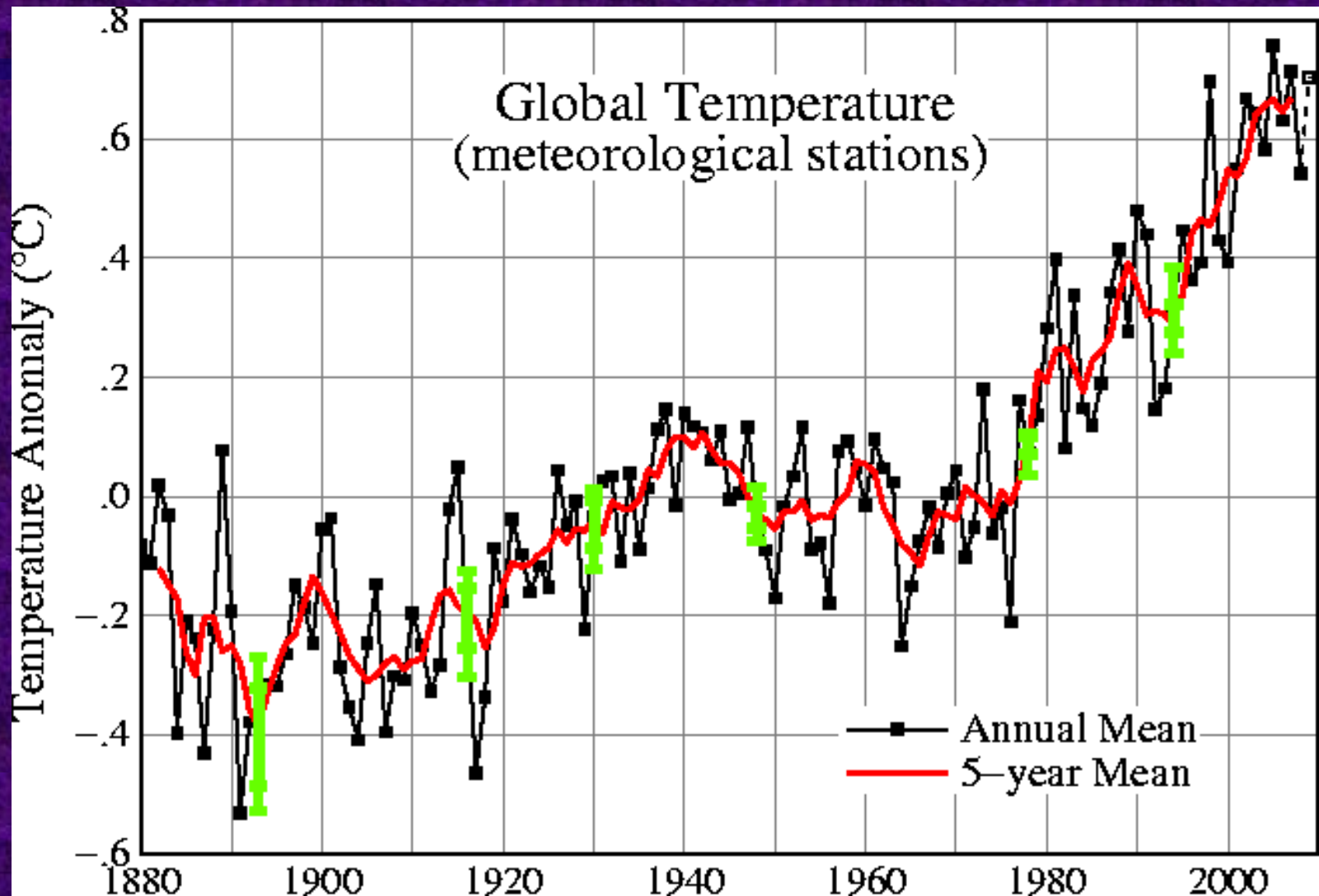
Kosmické záření a klima Země



Composite Total Solar Irradiance (Frohlich and Lean)



Globální teplota



Roční dávkový ekvivalent z kosmického záření



0,25 mSv průměrně na
obyvatele planety

9 mSv obdrží lidé žijící
v Himalájích (nad 6000
m.n.m)

Kosmické záření a létání



0,005 mSv/hod - 10 km, komerční lety

0,010 mSv/hod - 15 km, nadzvuková letadla

17 mSv/rok - zatím největší d.e. naměřený
u jednoho pilota Concordu

U pilotů komerčních letů hrozí až třikrát větší riziko, že se u nich v budoucnosti rozvine některý z typů očního zákalu.

Ohrožení astronautů zářením

Na čem závisí?

na druhu mise

(orbitální stanice, mimozemský prostor)

na době trvání mise (dny, týdny, měsíce, roky)

na fázi jedenáctiletého Slunečního cyklu

Mise Apollo 1-17 (1967 - 1972)



Kdy byli astronauti exponováni?

Průlet Van Allenovými pásy

Primární kosmické záření (na pozadí)

Nenastala žádná sluneční erupce v průběhu mise!

Průměrná expozice posádek:

absorbovaná dávka: 4,1 mGy

d.e.: 12 mSv / dobu trvání mise (2-3 týdny)

Sluneční vítr

složení: p, He, e, ...

rychlost: $\sim 400 \text{ km/s}$

hustota ve vzdálenosti 1AU:
 $\sim 10 \text{ částic/cm}^3$

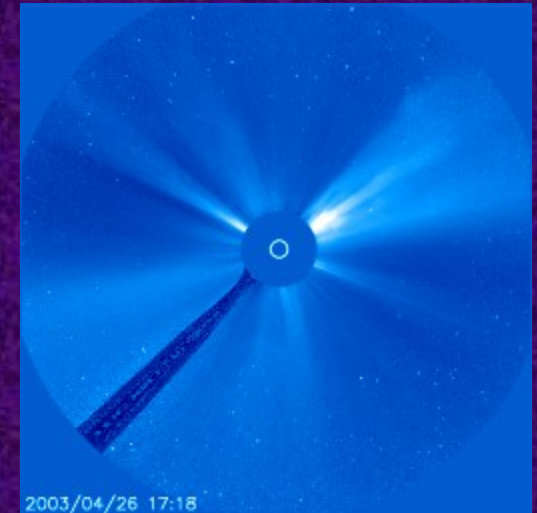
pohybová energie částic dopadajících na
magnetické siločáry Země $\sim 10 \text{ TJ}$

vně kosmické lodi

=> nebezpečí náhlého ozáření převyšující bezpečnou dávku

sluneční erupce => Země zasažena za 2-3 dny

nebezpečné jsou jen erupce na západní straně Slunce



Vedlejší nebezpečí:

magnetické bouře

rozepnutí termosféry

Pilotovaný let na Mars (2019?)

Největší překážka:
dlouhodobé vystavení radiaci

cesta tam 6 měsíců

pobyt 30 dnů nebo 1 rok

cesta zpět 9 měsíců

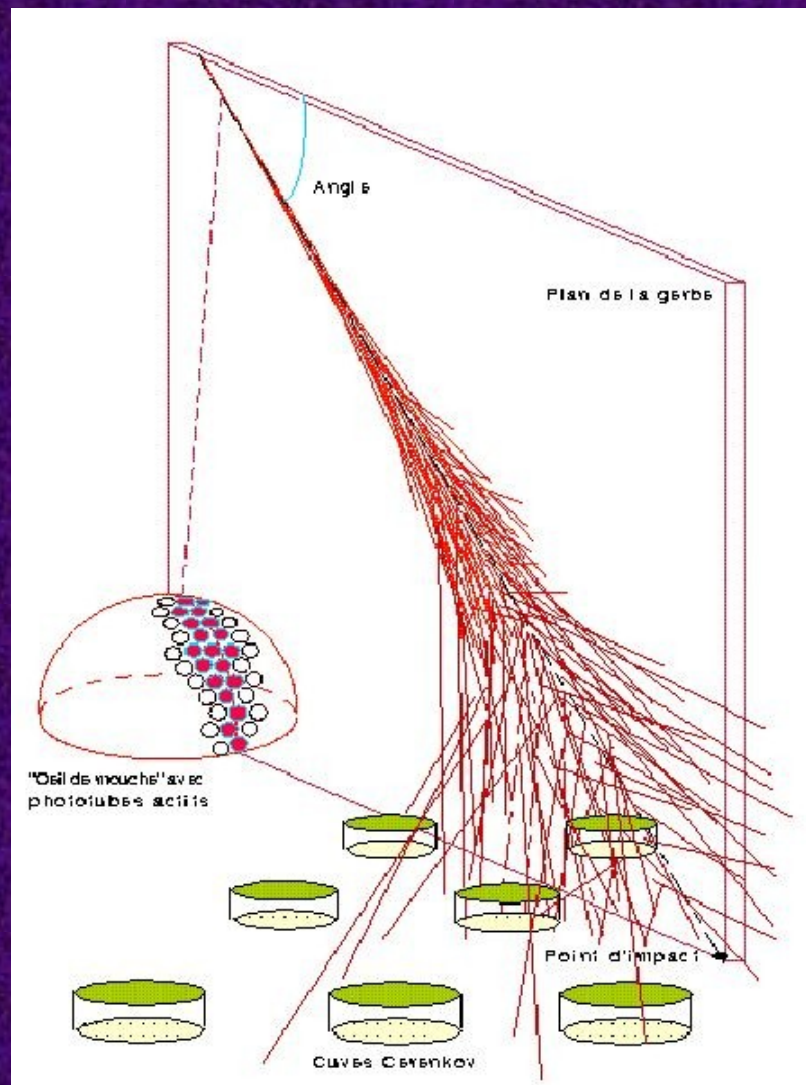
celkem ~ 2,5 roku



Observatoř Pierra Augera

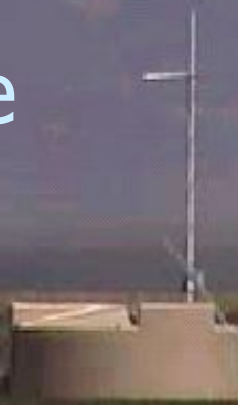
Povrchové
a fluorescenční
detektory

2 nezávislá měření -
vzájemná kalibrace
přesnější měření
energií a úhlů
určení typu primární
částice



Jižní část observatoře
- Argentina -

Výstavba
2000 až 2005
1600 detektorů
3000 km²



Použité zdroje

Literatura

Rudolf Kippenhann, *Odhalená tajemství Slunce*, Mladá fronta, Praha 1999

ČEZ, *Jaderná energie*, Atypo, Praha 2004

Josip Kleczek, *Energie*, Albatros, Praha 2002

Internet

Jan Řídký, Fyzikální ústav AV ČR,
Kosmické záření a astročásticová fyzika - pdf dokument

<http://www.theresilientearth.com/?q=content/attempt-discredit-cosmic-ray-climate-link-using-computer-model>

<http://www.hps.org/publicinformation/ate/>

<http://www-hep2.fzu.cz/Auger/cz/cronin.html>

http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_16_ray.php

<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm>