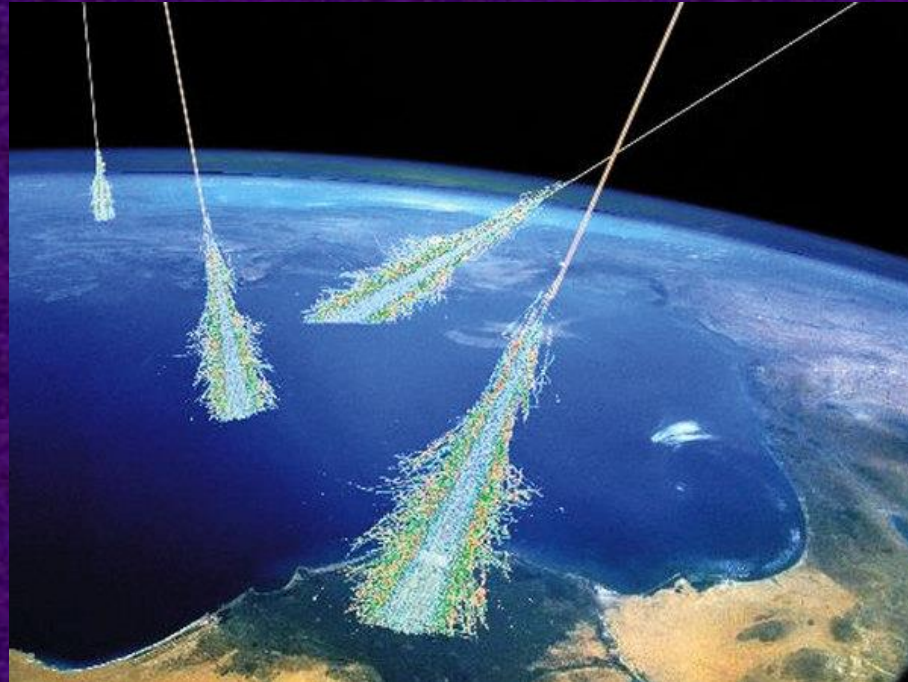


KOSMICKÉ ZÁŘENÍ



Historie

1912 Victor Hess



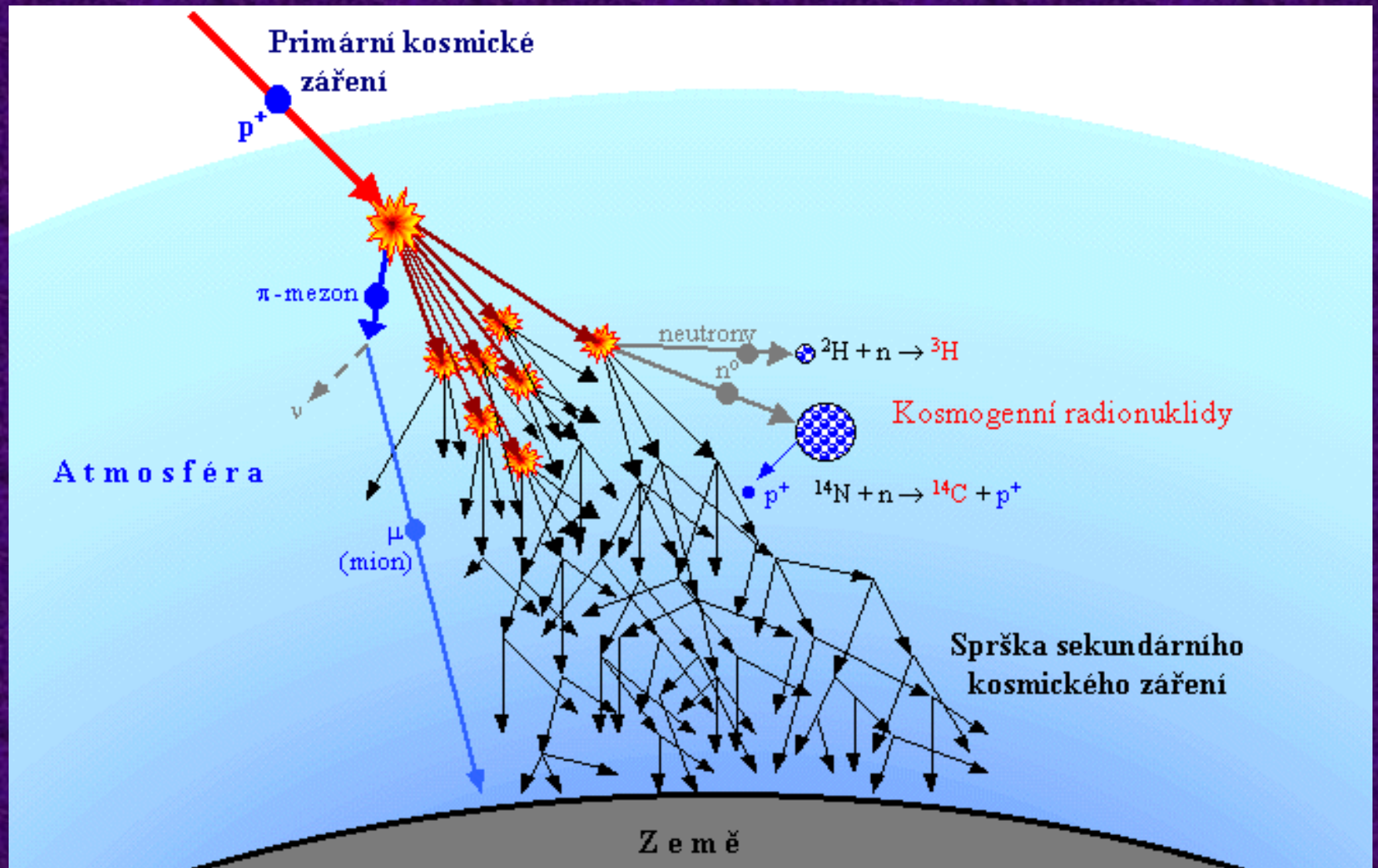
1938 Pierre Auger



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

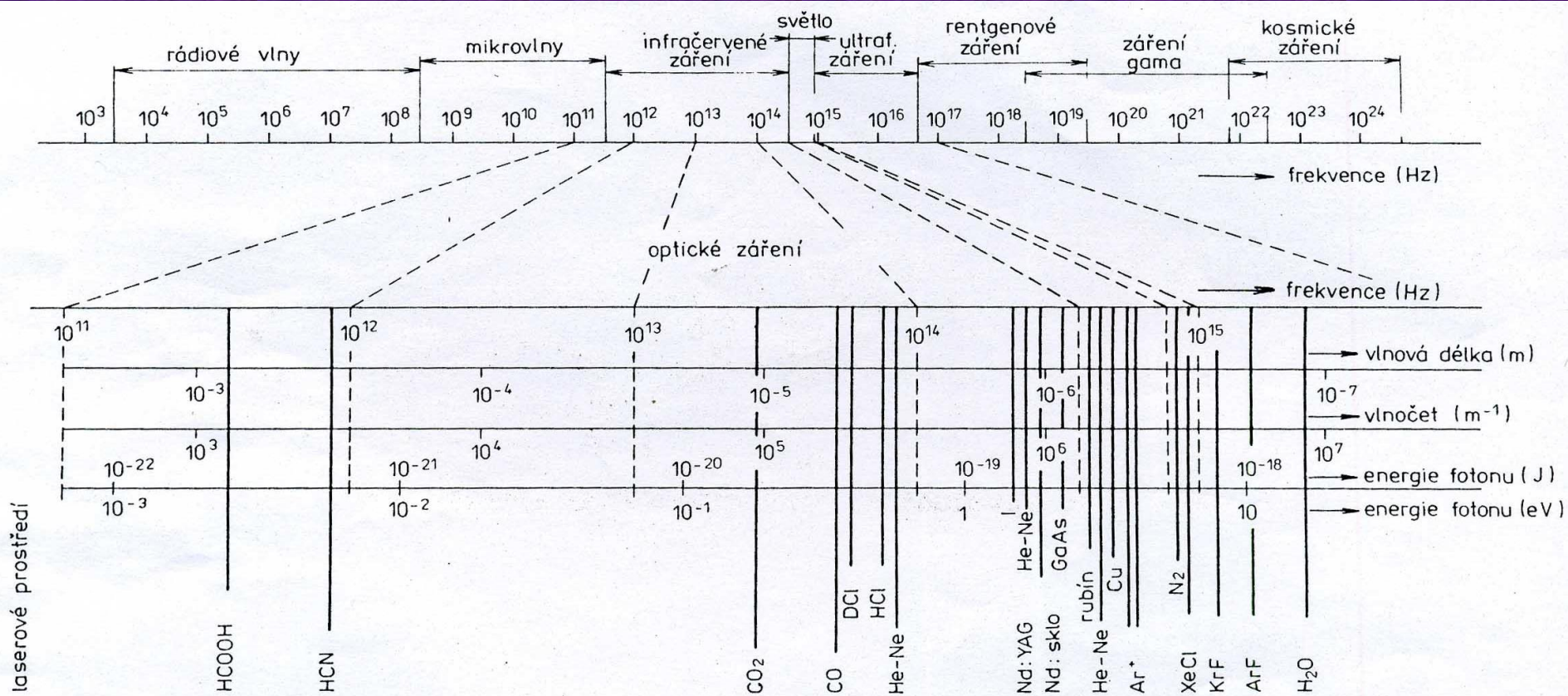
Interakce s atmosférou



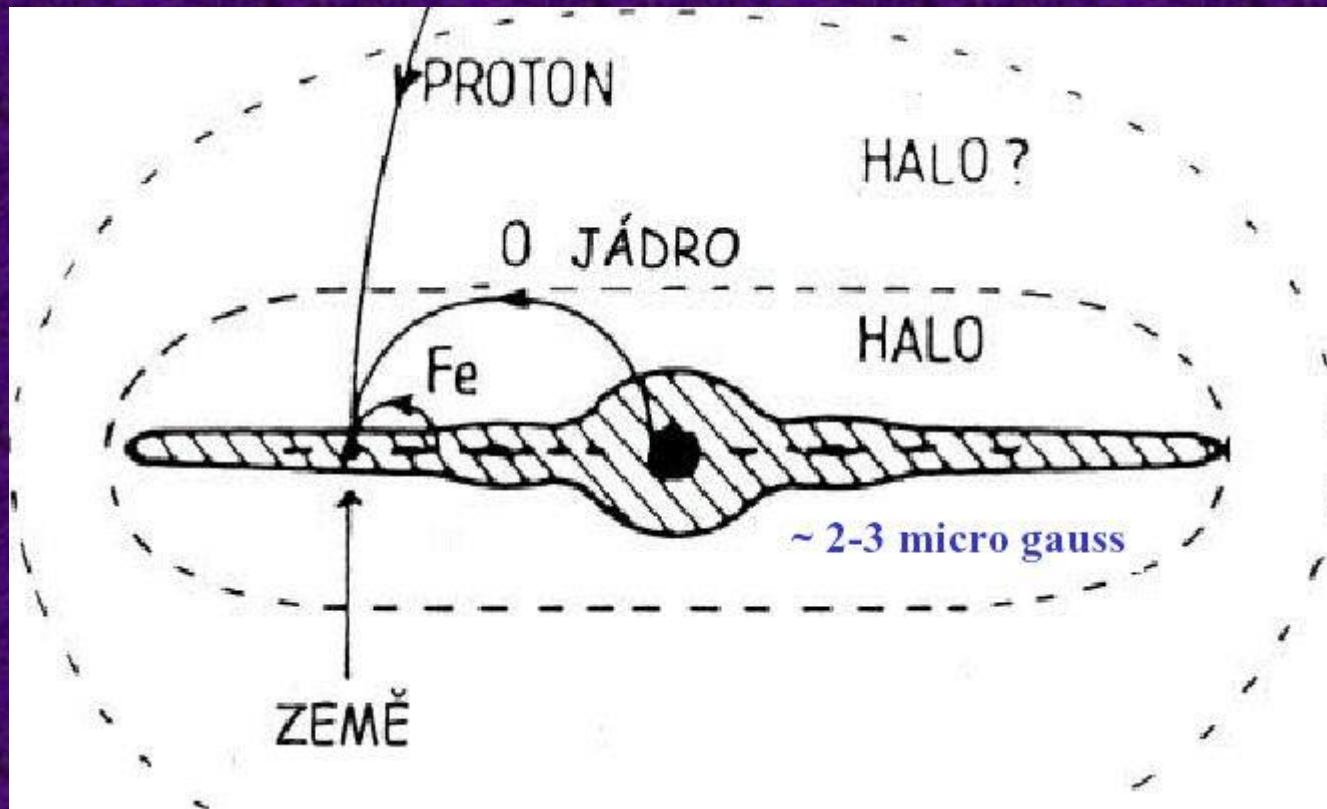
Energie, složení a původ kosmického záření

- $E < 10^{10}$ 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 < $E \dots$, složení p, \dots ,
záření patrně extragalaktického původu,
původ neznámý, přichází ze všech směrů

Elektromagnetické záření (fotony)

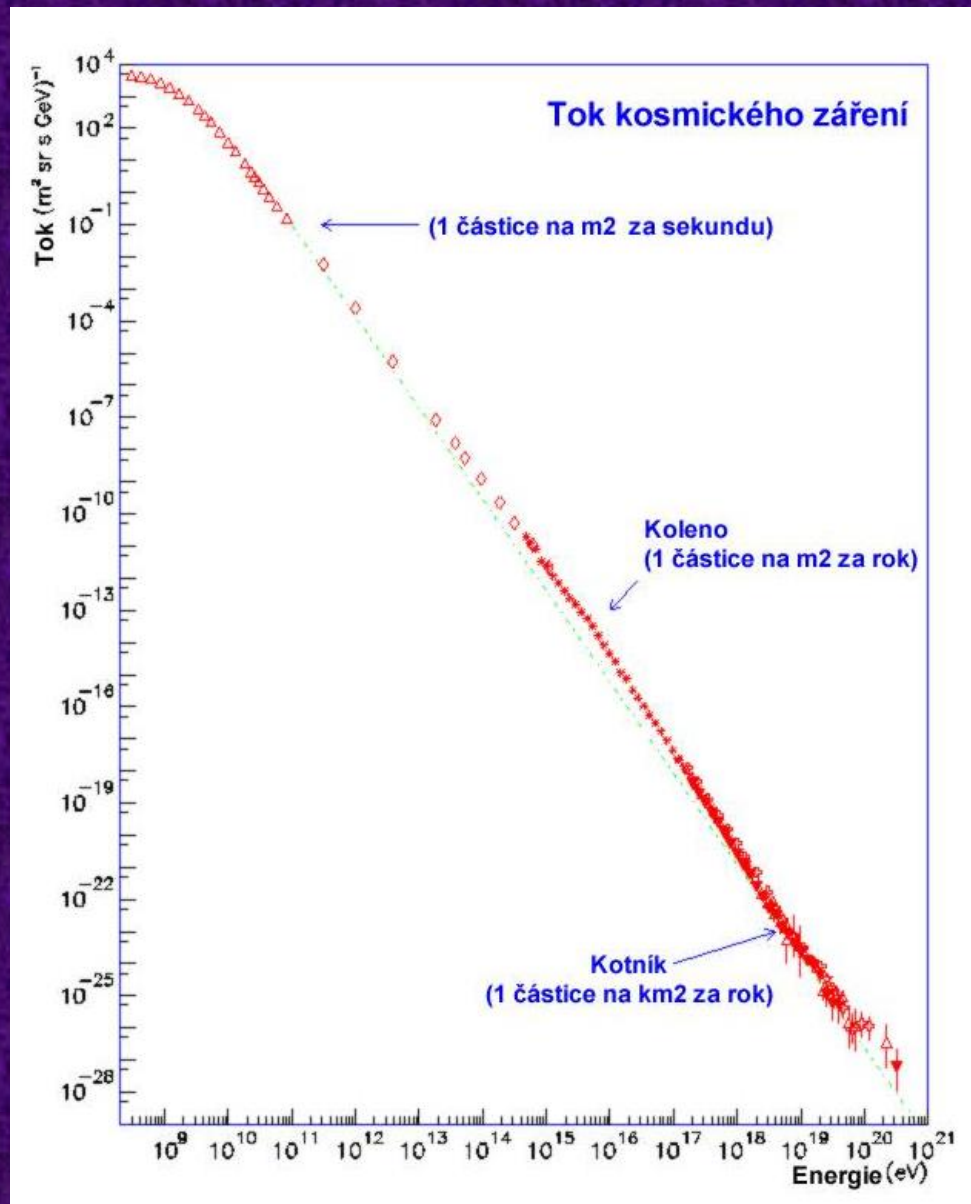


Vliv magnetických polí



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

Velké energie jsou vzácné ...

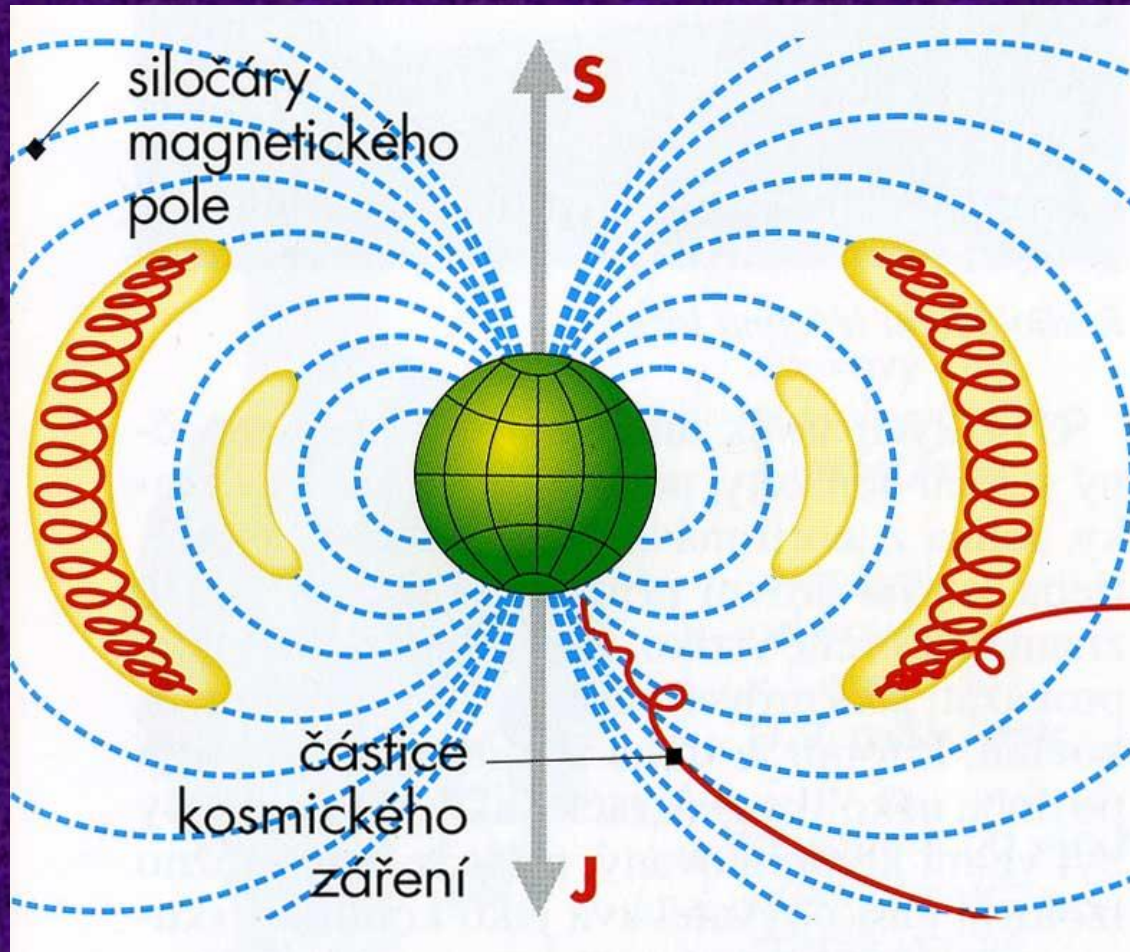


Rekordní energie

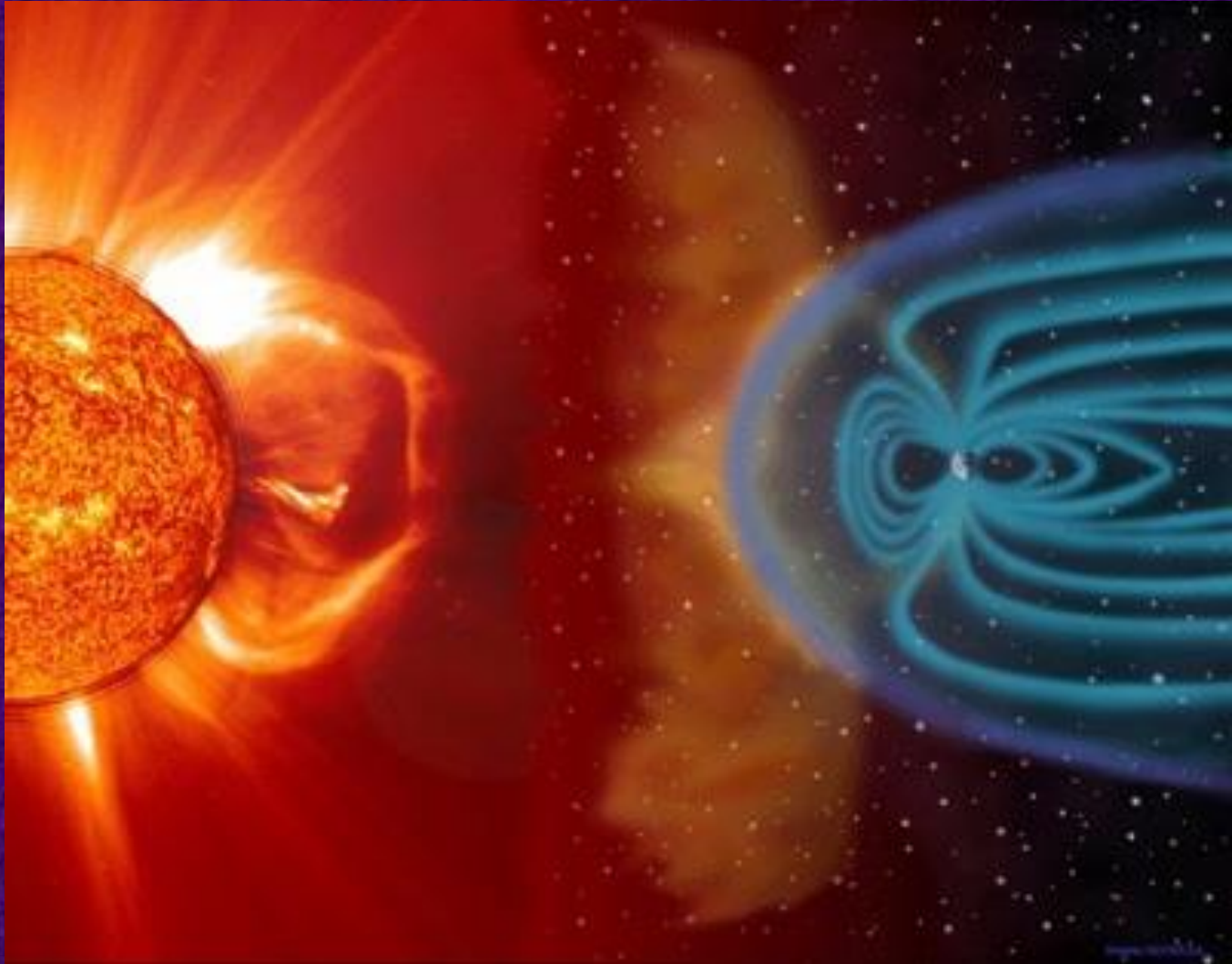
- za 40 let detekce kosmického záření
~ 20 případů s energií $> 10^{20}$ eV
- 1991 - detektor „Muší oko“
v Utahu $3,2 \times 10^{20}$ eV (50 J!)
- Pro srovnání: V CERNu se novém urychlovači LHC
lze dosáhnout energie 18×10^{12} eV



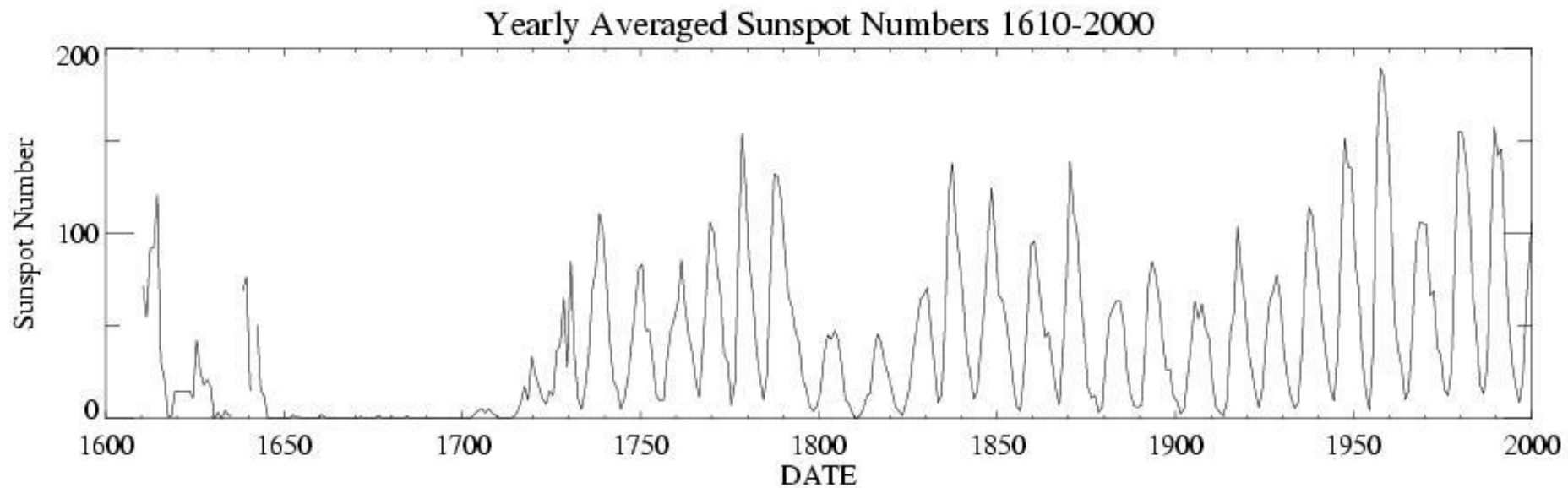
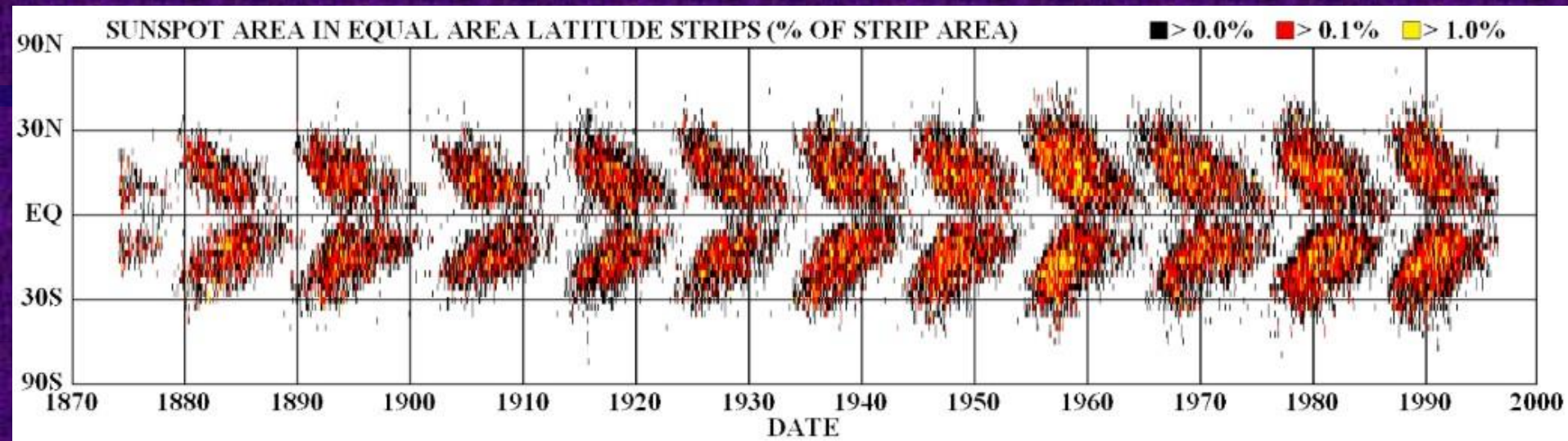
Magnetické pole Země



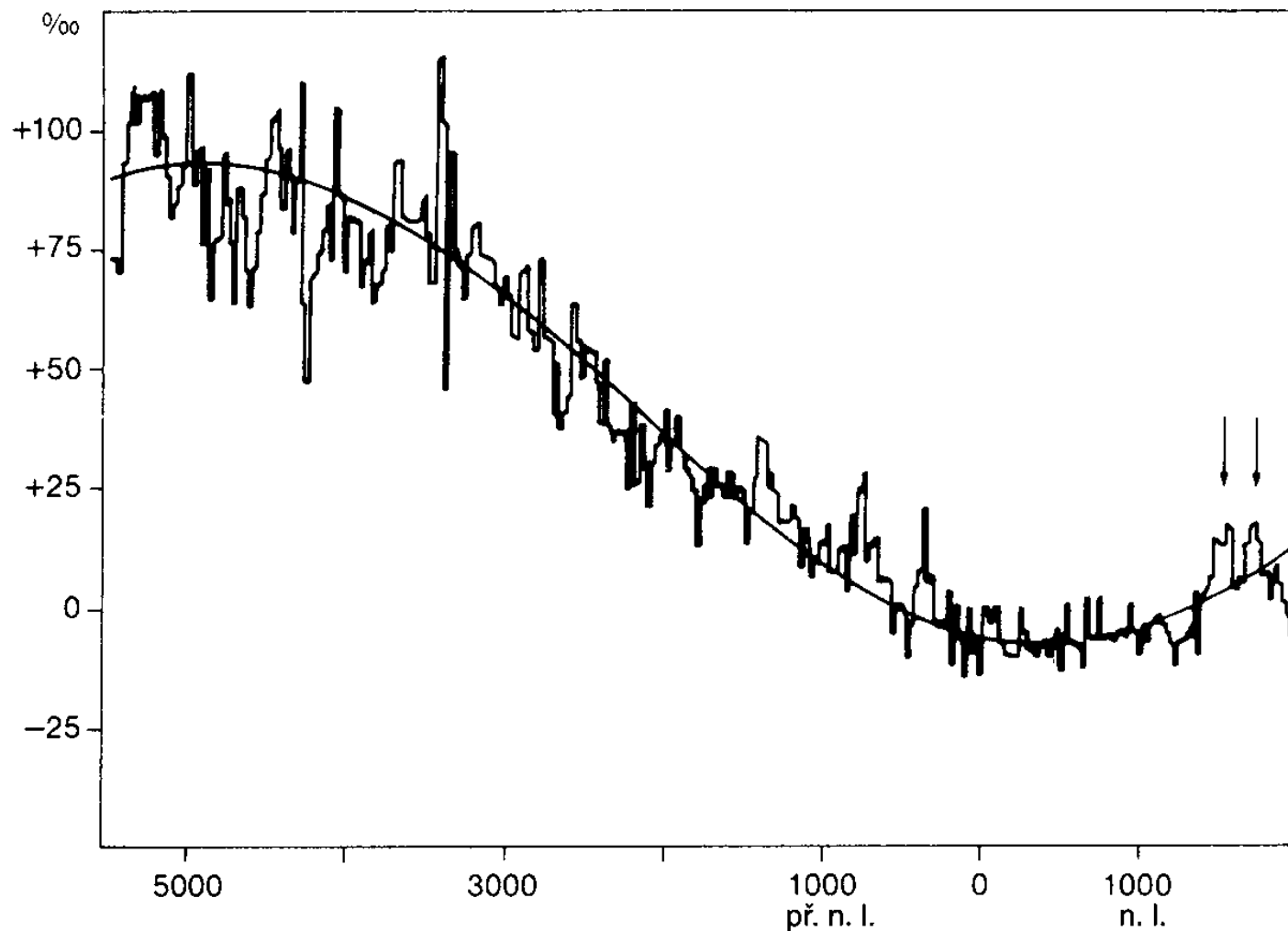
Magnetické pole Slunce



Sluneční skvrny



Rekonstrukce sluneční aktivity radiouhlíkovou metodou datování

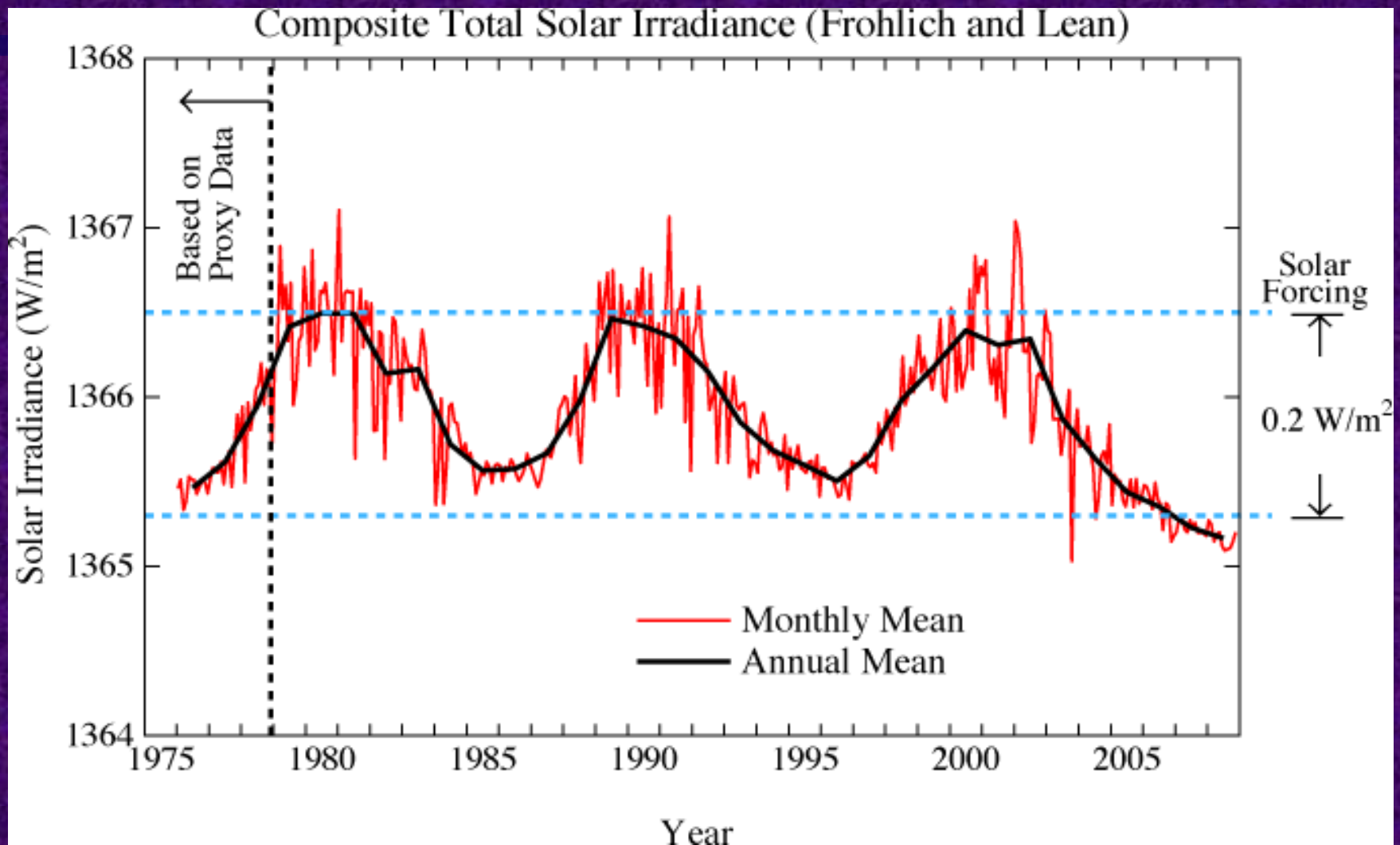


Kosmické záření a klima Země

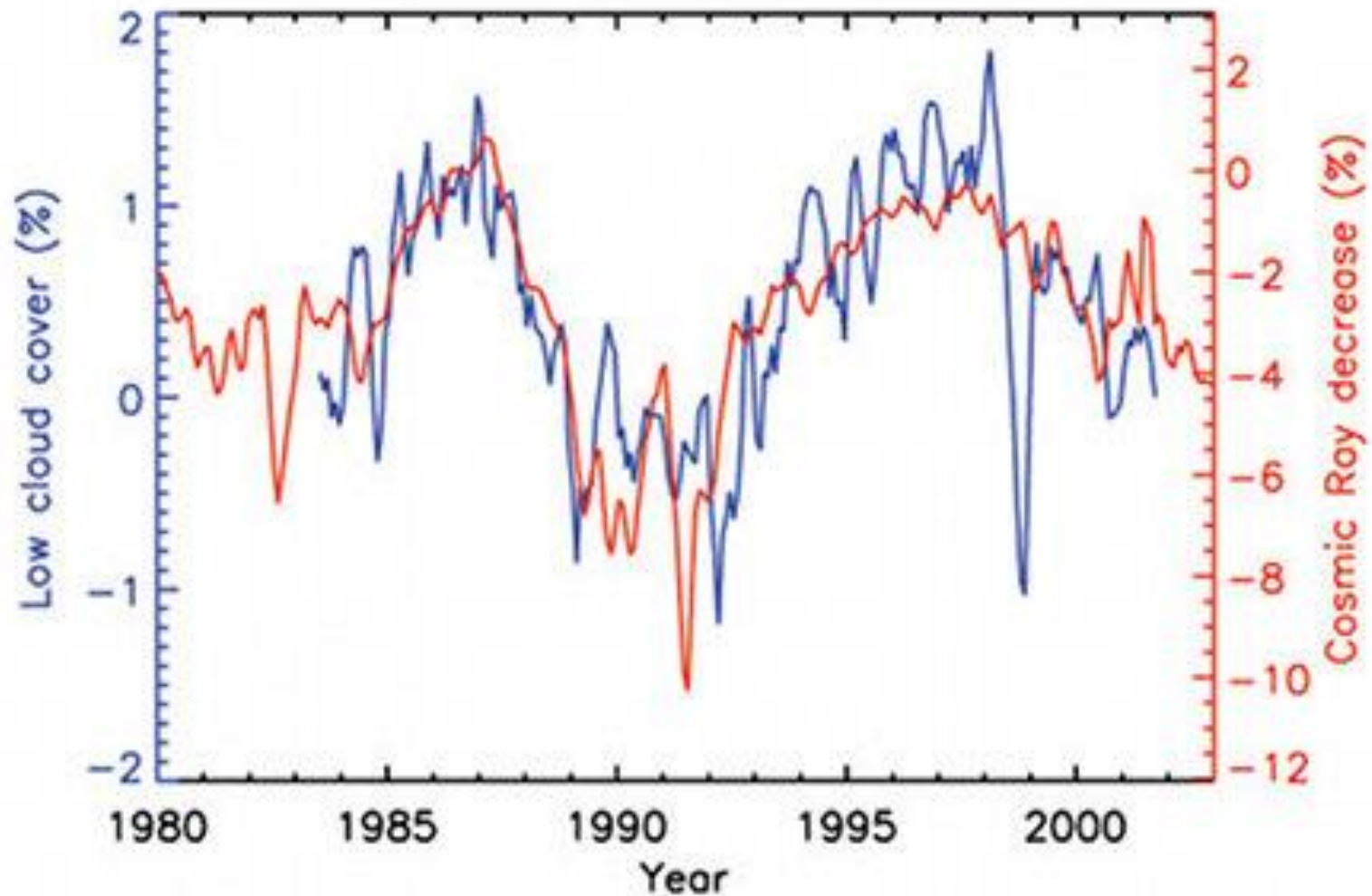


- K.z. může přispívat ke vzniku mraků
=> zvýšení albeda
=> ochlazení Země

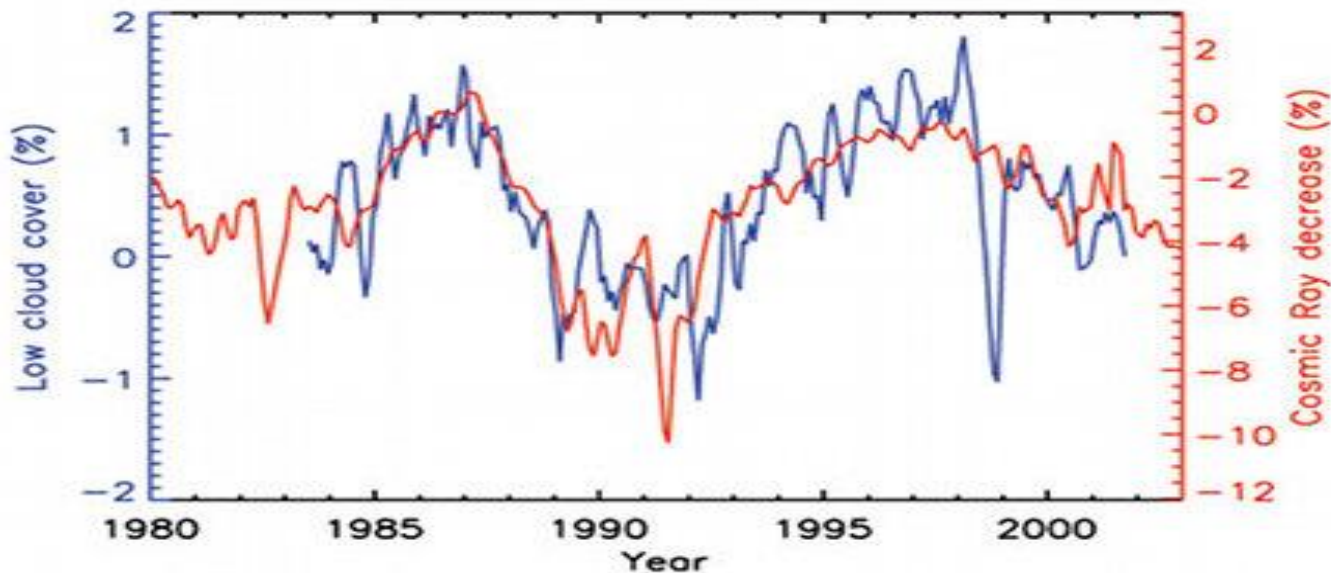
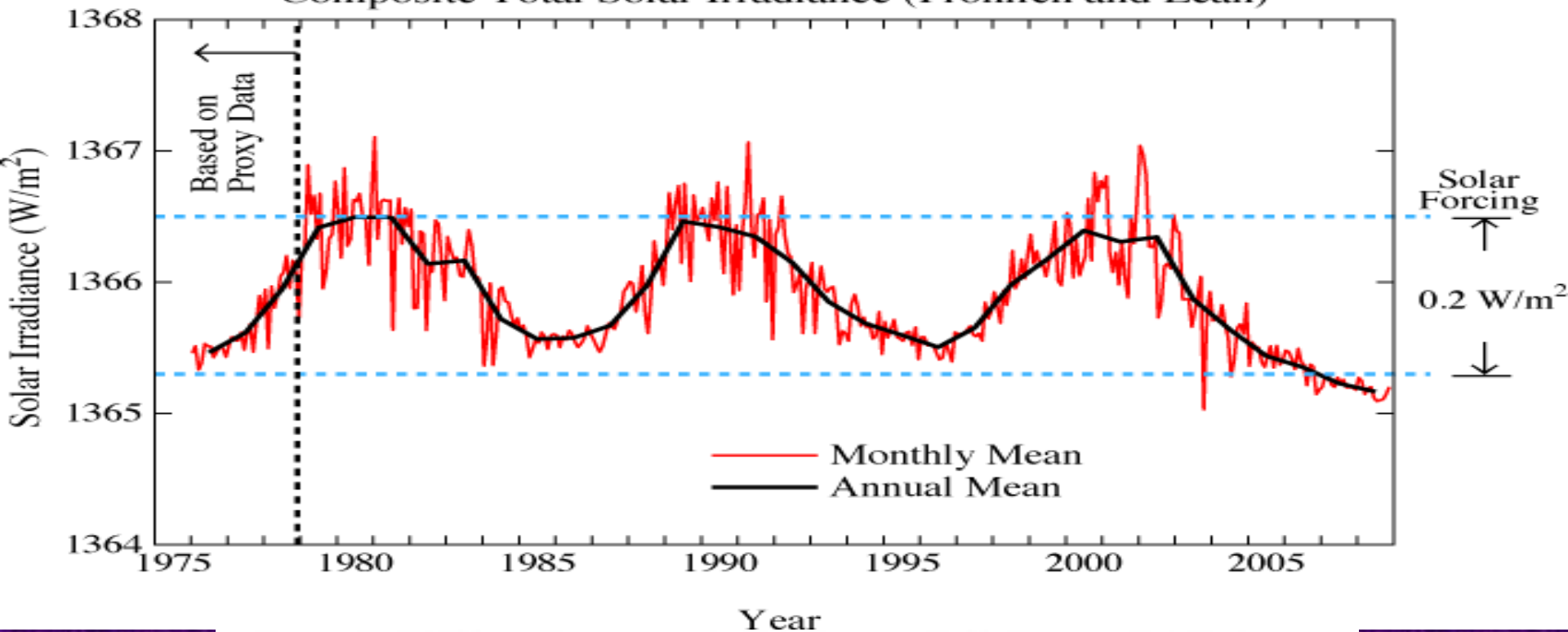
Sluneční záření



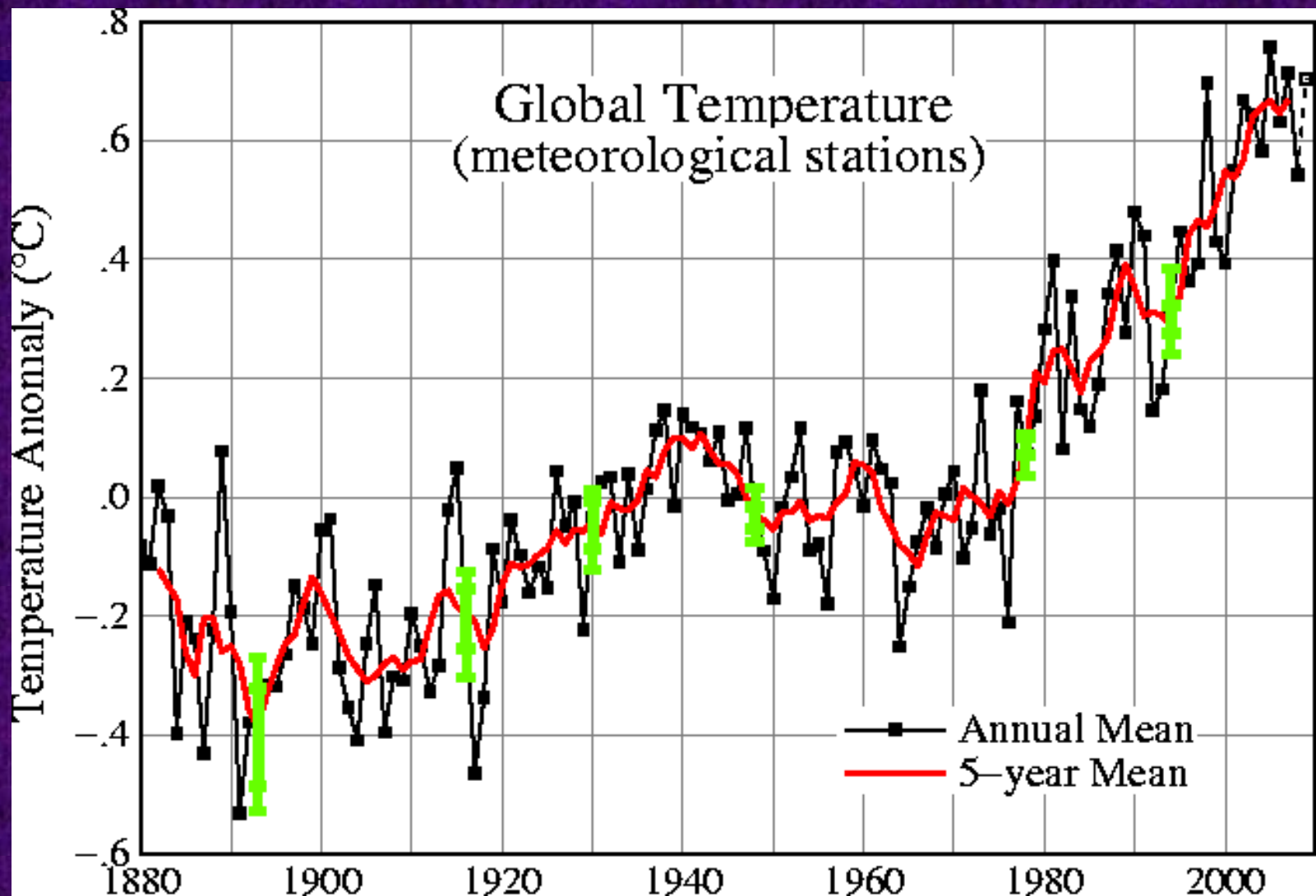
Kosmické záření a klima Země



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?

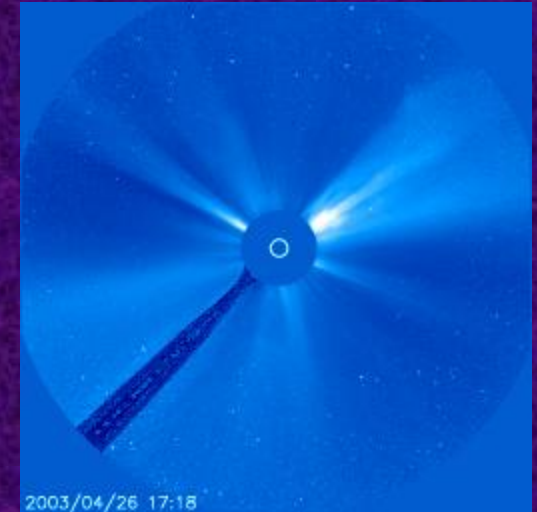
- Průlet Van Allenovými pásy
- Primární kosmické záření (na pozadí)
- Nenastala žádná sluneční erupce v průběhu mise!

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

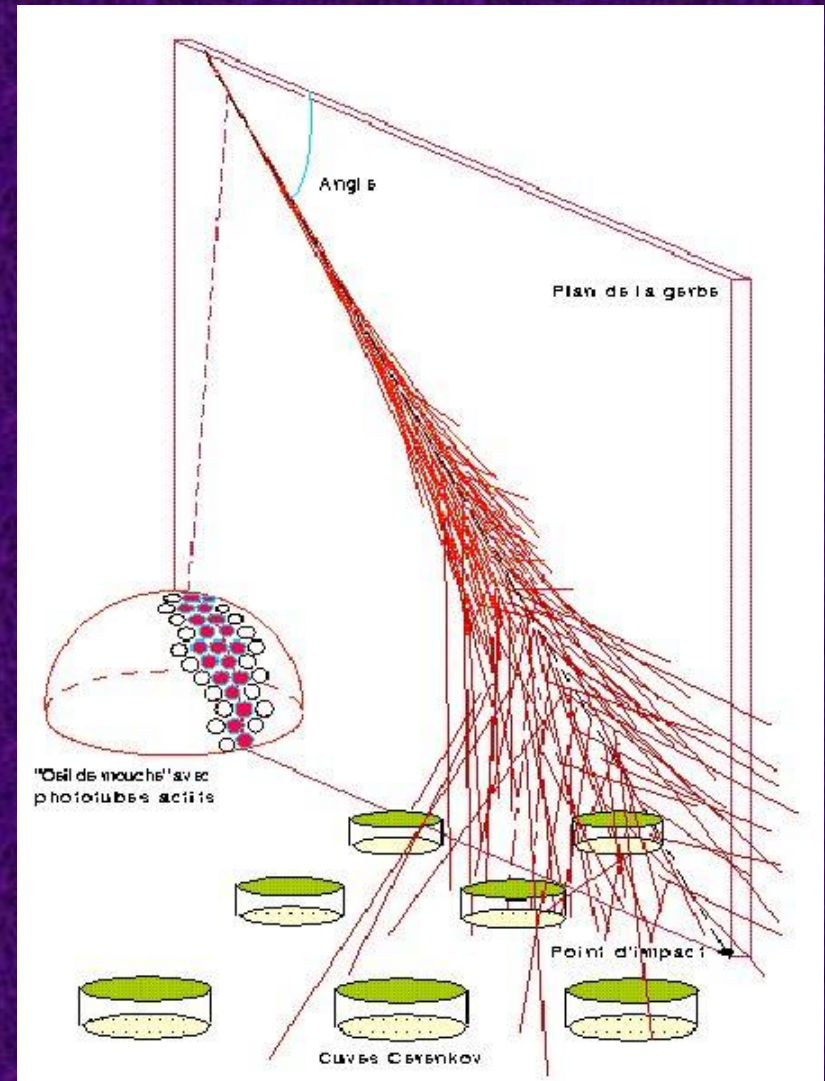
- celkem ~ 2,5 roku



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>