

Atmosféra

V roce 1958 začal na Mauna Loa malý projekt sledování sezónních změn CO_2 v atmosféře v souvislosti s Mezinárodním geofyzikálním rokem (1957). Překvapivé výsledky, od té doby zvýšená pozornost.

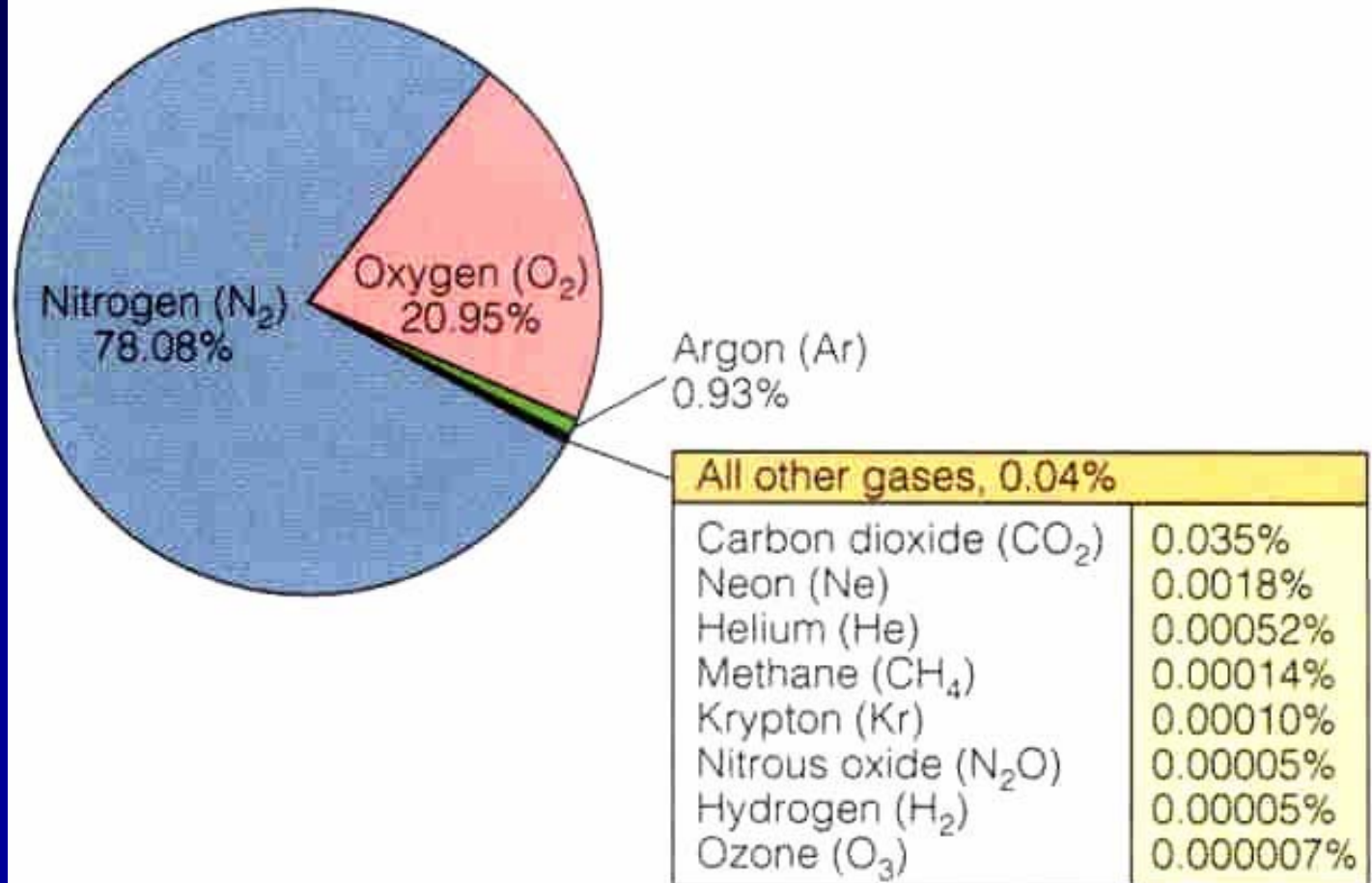
Struktura a vývoj atmosféry

troposféra

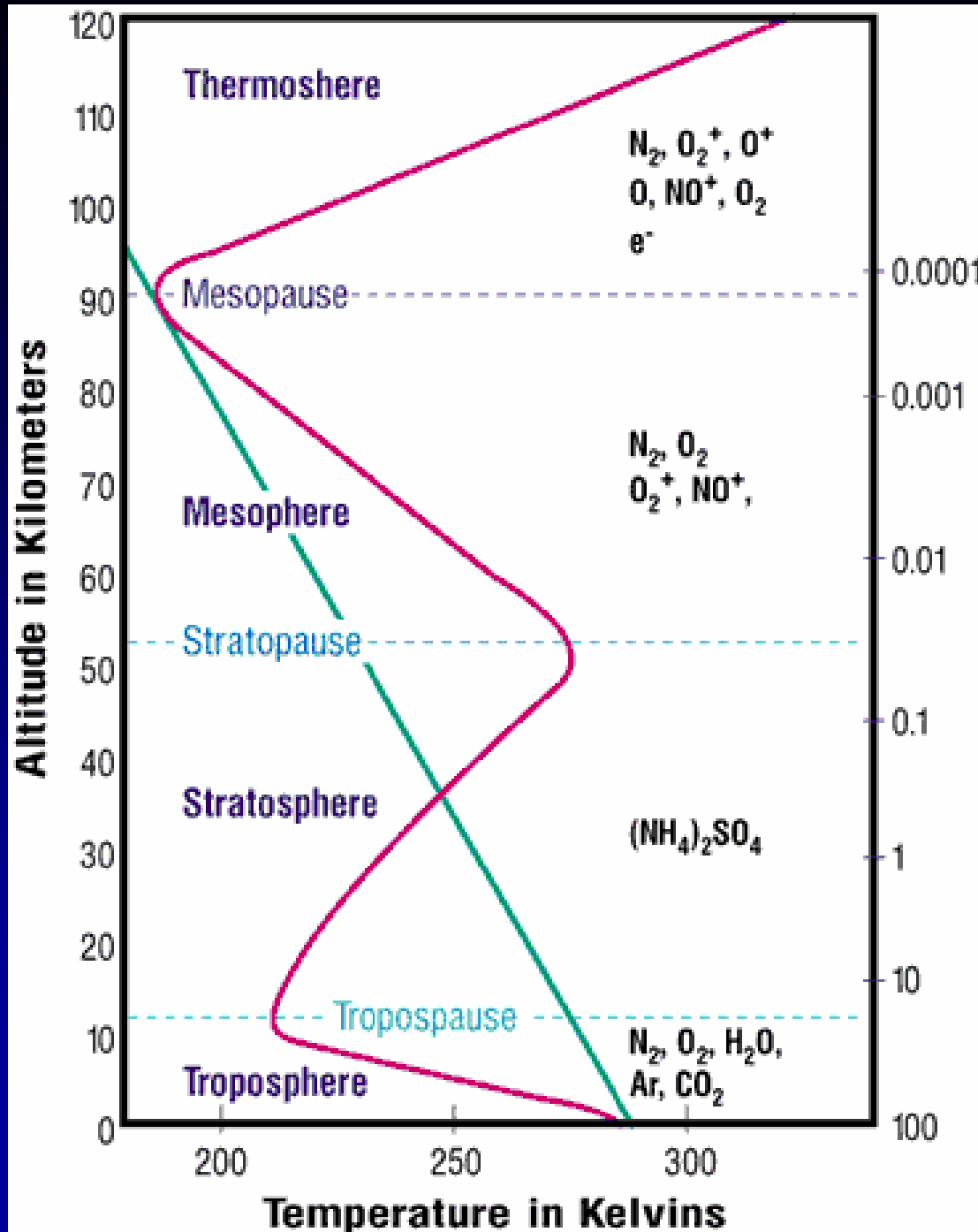
stratosféra

mesosféra

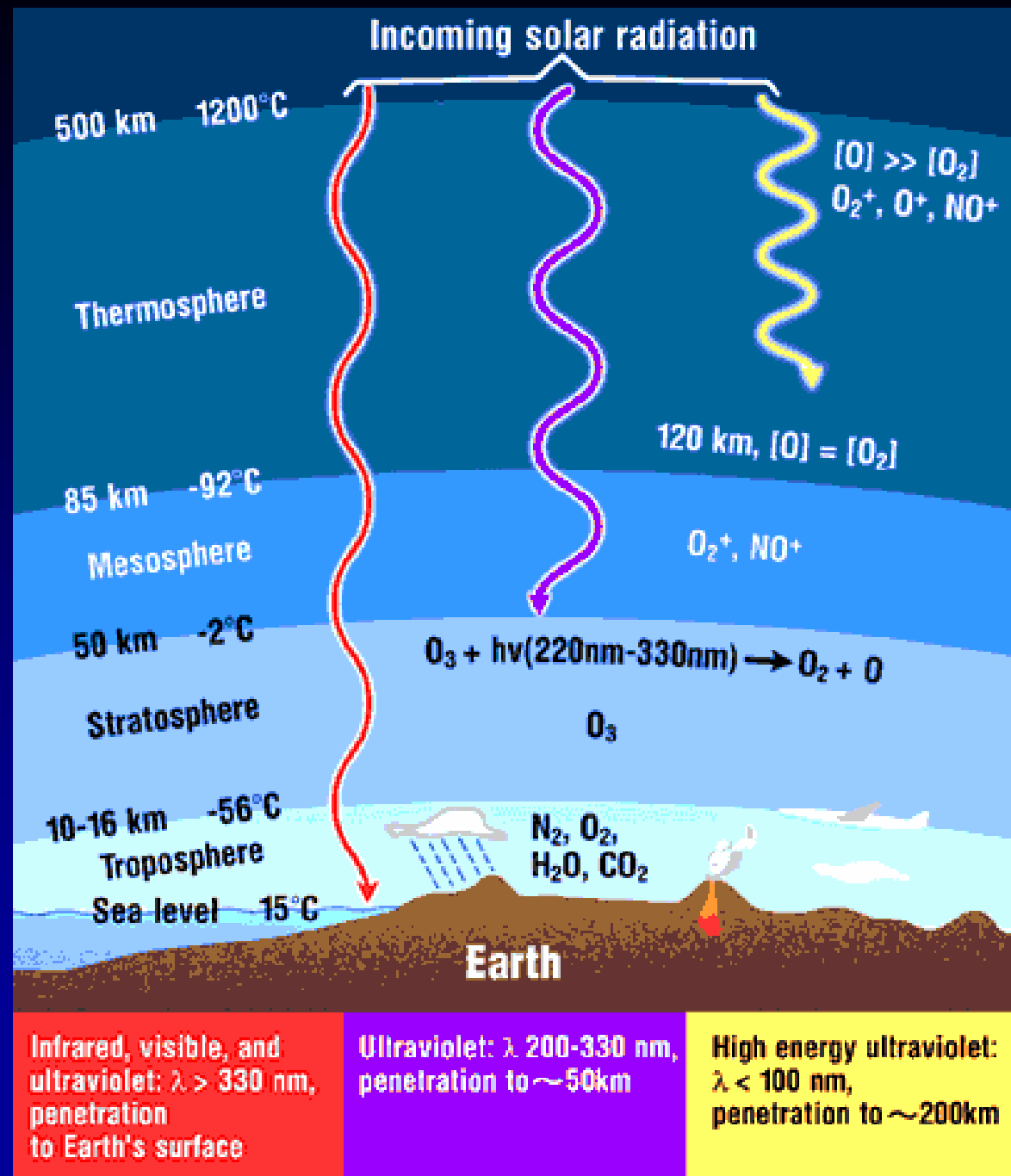
termosféra



Struktura atmosféry



Absorbce Slunečního záření v atmosféře



Složení čisté atmosféry

| Plyn | Koncentrace (ppm) | Doba zdržení | cyklus |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Ar | 9340 | – | Žádný |
| Ne | 18 | – | Žádný |
| Kr | 1,1 | – | Žádný |
| Xe | 0,09 | – | Žádný |
| N ₂ | 780 840 | 10 ⁶ let | Bio&mikrobiol |
| O ₂ | 209 460 | 10 let | Bio&mikrobiol |
| CH ₄ | 1,65 | 7 let | Bio&mikrobiol |
| CO ₂ | 332 | 15 let | Antropogenní&bio |
| CO | 0,05 – 0,2 | 65 dnů | Antropogenní&chemický |
| H ₂ | 0,58 | 10 | Bio&chemický |
| N ₂ O | 0,33 | 10 let | Bio&chemický |
| SO ₂ | 10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁴ | 40 dnů | Antropogenní&chemický |
| NH ₃ | 10 ⁻⁴ – 10 ⁻³ | 20 dnů | Bio&chemický |
| NO + NO ₂ | 10 ⁻⁶ – 10 ⁻² | 1 den | Antropogenní&chemický |
| O ₃ | 10 ⁻² | ? | chemický |
| HNO ₃ | 10 ⁻⁵ – 10 ⁻³ | 1 den | chemický |
| H ₂ O | různá | 10 dnů | Fyz.-chemický |
| He | 5,2 | 10 let | Fyz.-chemický |

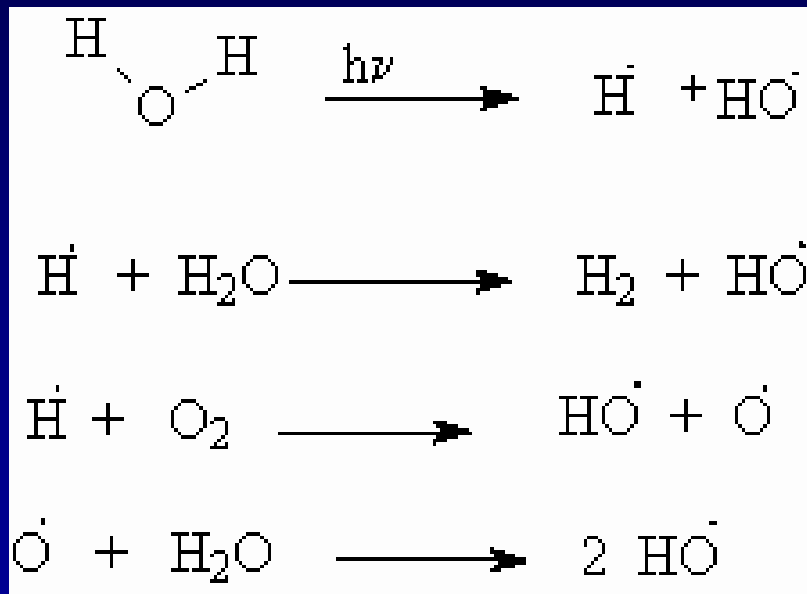
Prostředí chemických reakcí

V plynné fázi

Na povrchu prachových částic (malý význam, krátká doba zdržení)

Ve vodných roztocích (kapky vody; acidobazické reakce)

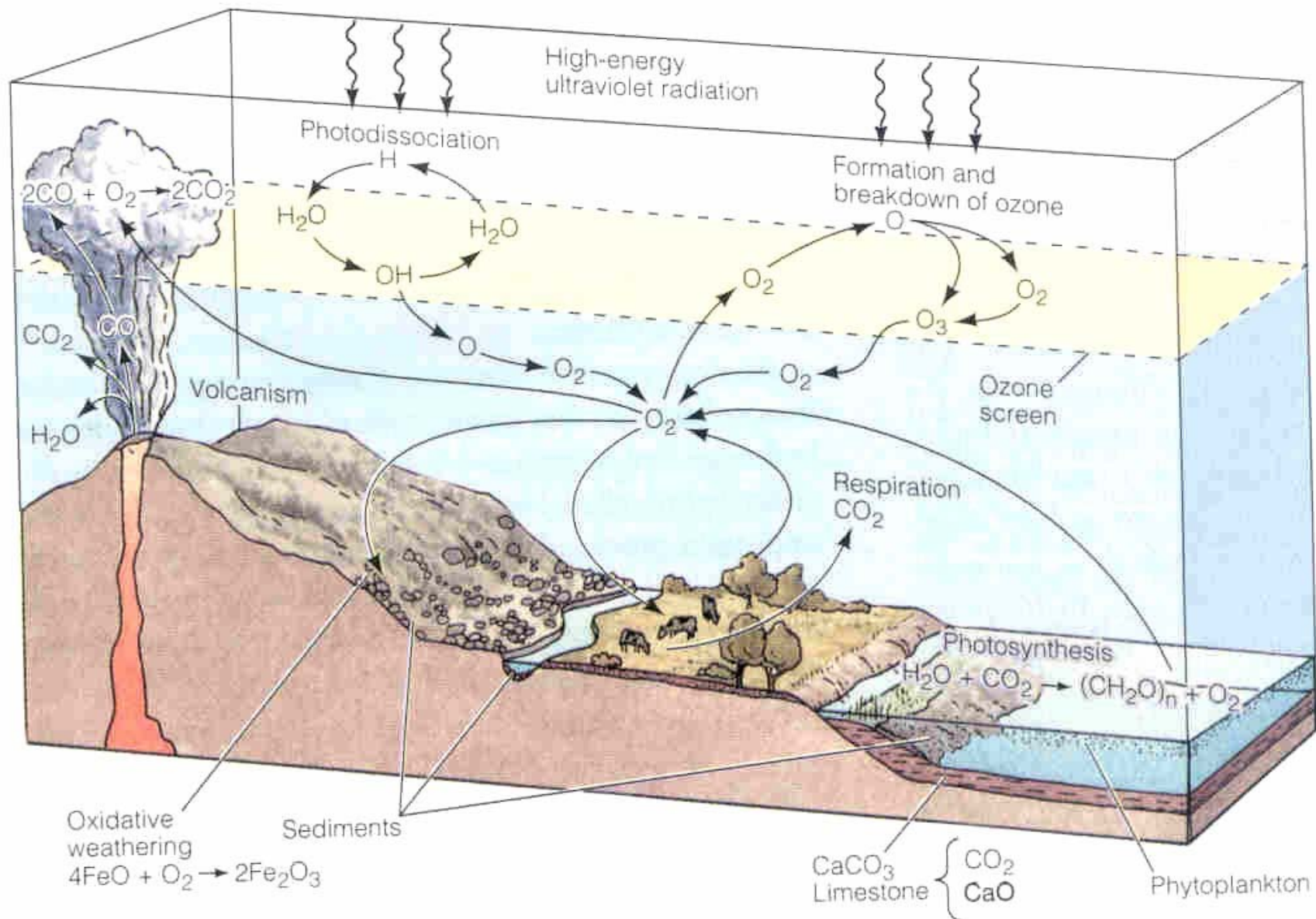
Nejdůležitější – hydroxylový radikál.



| OH• | Molekul/cm ³ |
|------------|-------------------------|
| Léto - den | 5–10 × 10 ⁶ |
| Zima - den | 1–5 × 10 ⁶ |
| Noc | < 2 × 10 ⁵ |

Výsledek procesů: konstantně 10 milionů hydroxylových radikálů/cm³ v povrchové vrstvě.

Cyklus kyslíku



Vápence, Guanxi, Čína



Válka v Perském zálivu (1991).

Změny atmosféry jako přirozený proces

Data pro získání informací o složení atmosféry

Role geologů

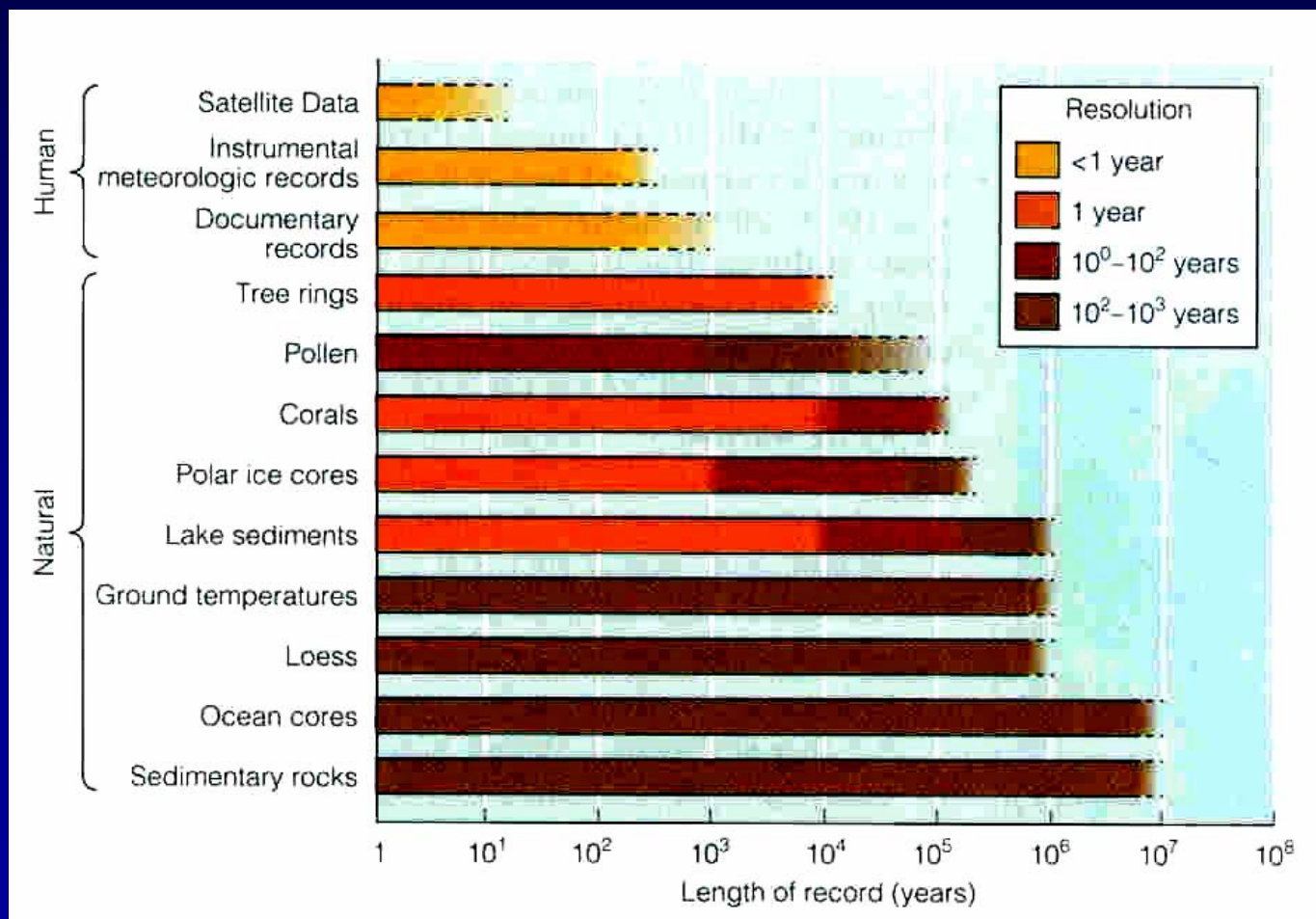
Paleontologie

Sedimentologie

Stratigrafie

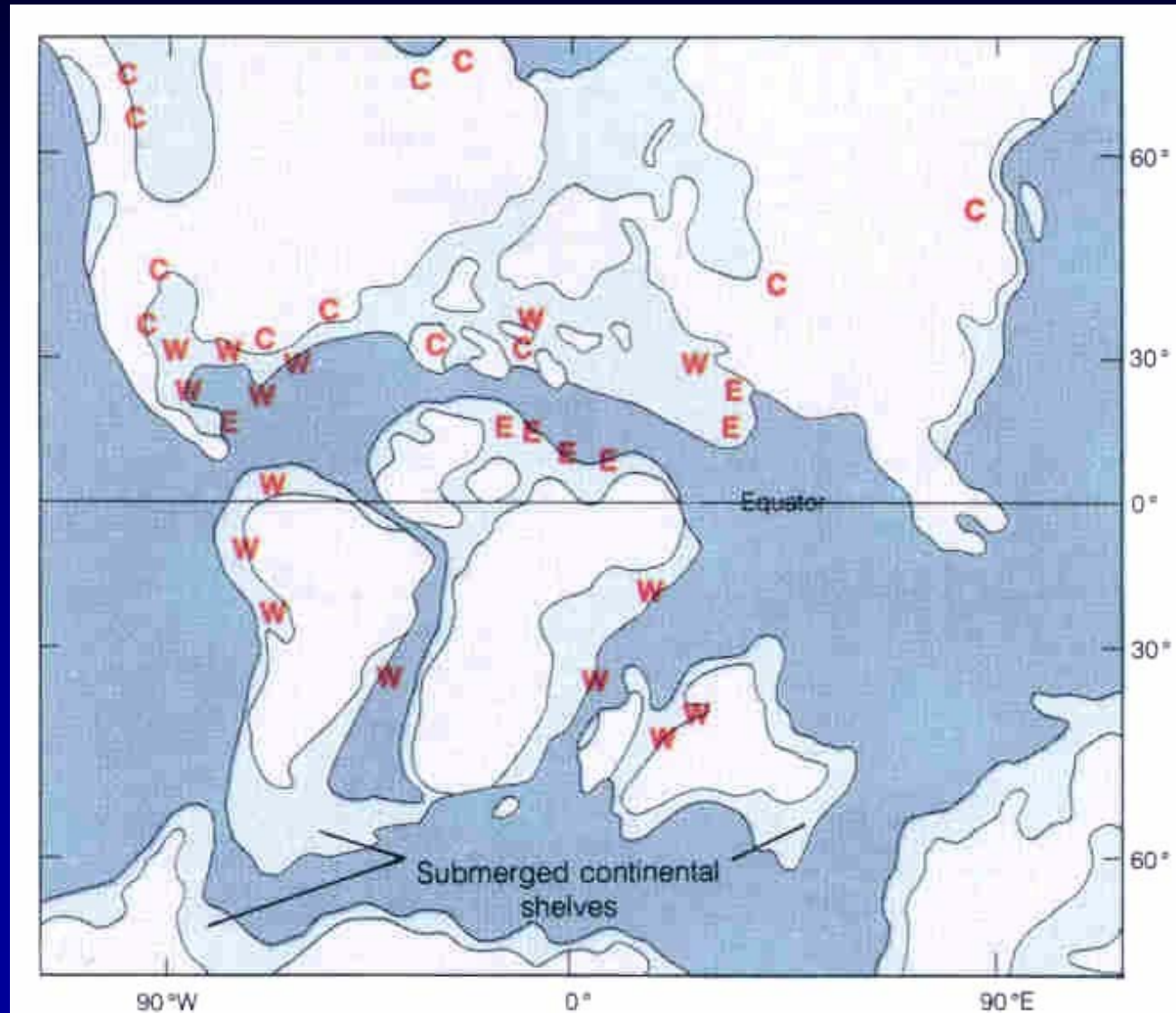
Z geologických záznamů víme, že se atmosféra změní.

Nevíme jak a jakou rychlostí.



Střední křída:

podnebí mnohem teplejší, hladina oceánů o 100–200 m výše; W – fosilie teplých vod, E – evapority, C – ložiska uhlí



Ledové doby

Minulých několik milionů let –
početné cykly ochlazení a oteplení
superponovány na celkové chladnutí

Glaciace – pokles teploty o několik
stupňů na dlouhou dobu – rozšíření
ledovců – doby ledové

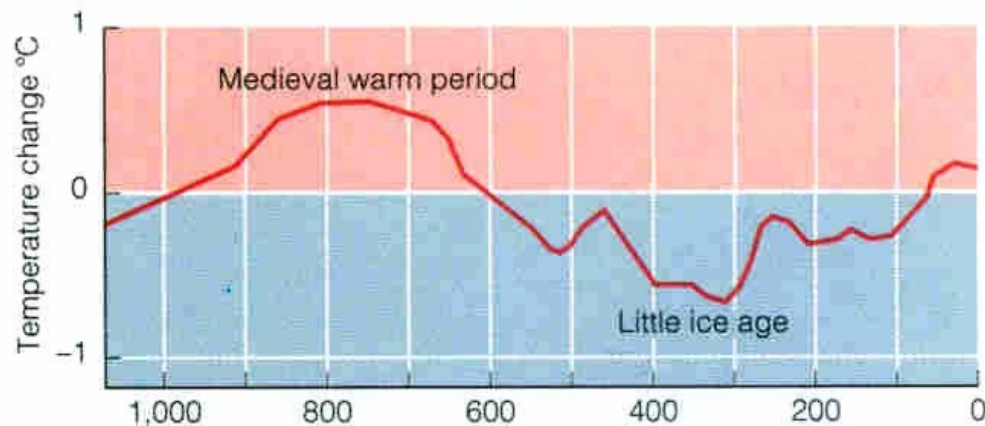
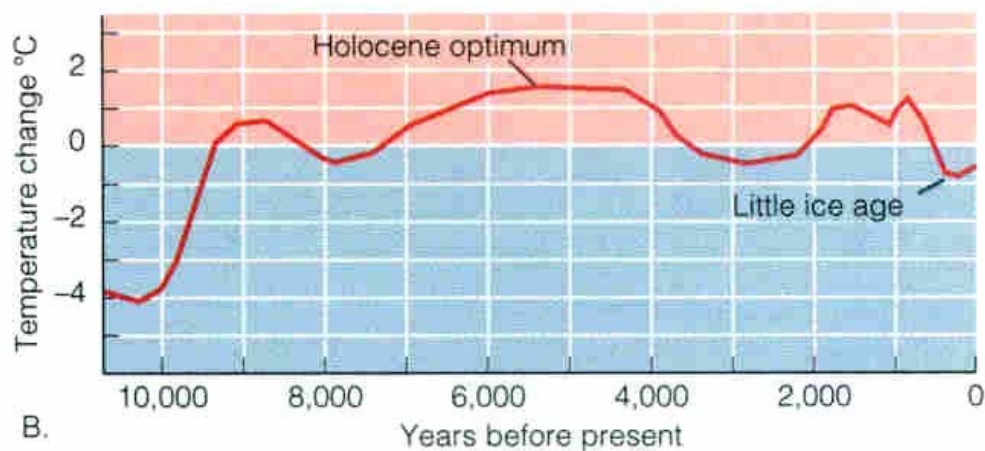
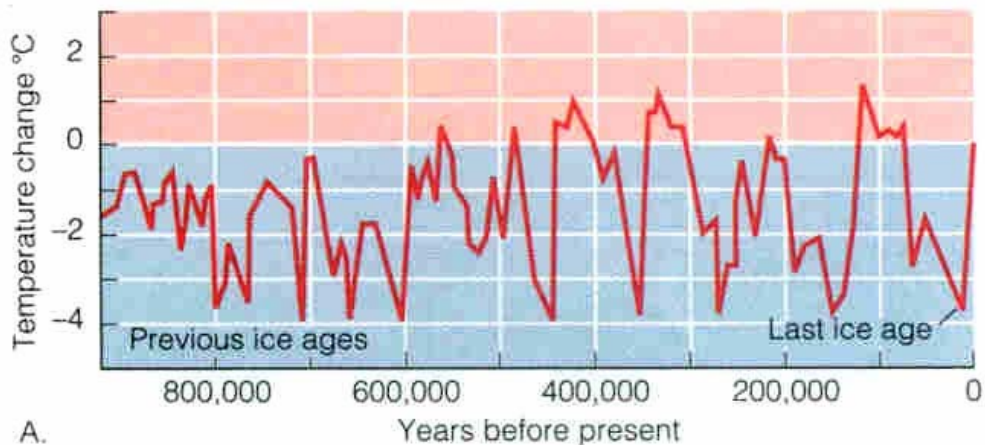
Teplejší období – doby meziledové –
interglaciály

Pleistocén (1,6 mil. let)– více než 20
cyklů s opakováním 20 000 až
40 000 let s extrémními minimy
každých 100 000 let

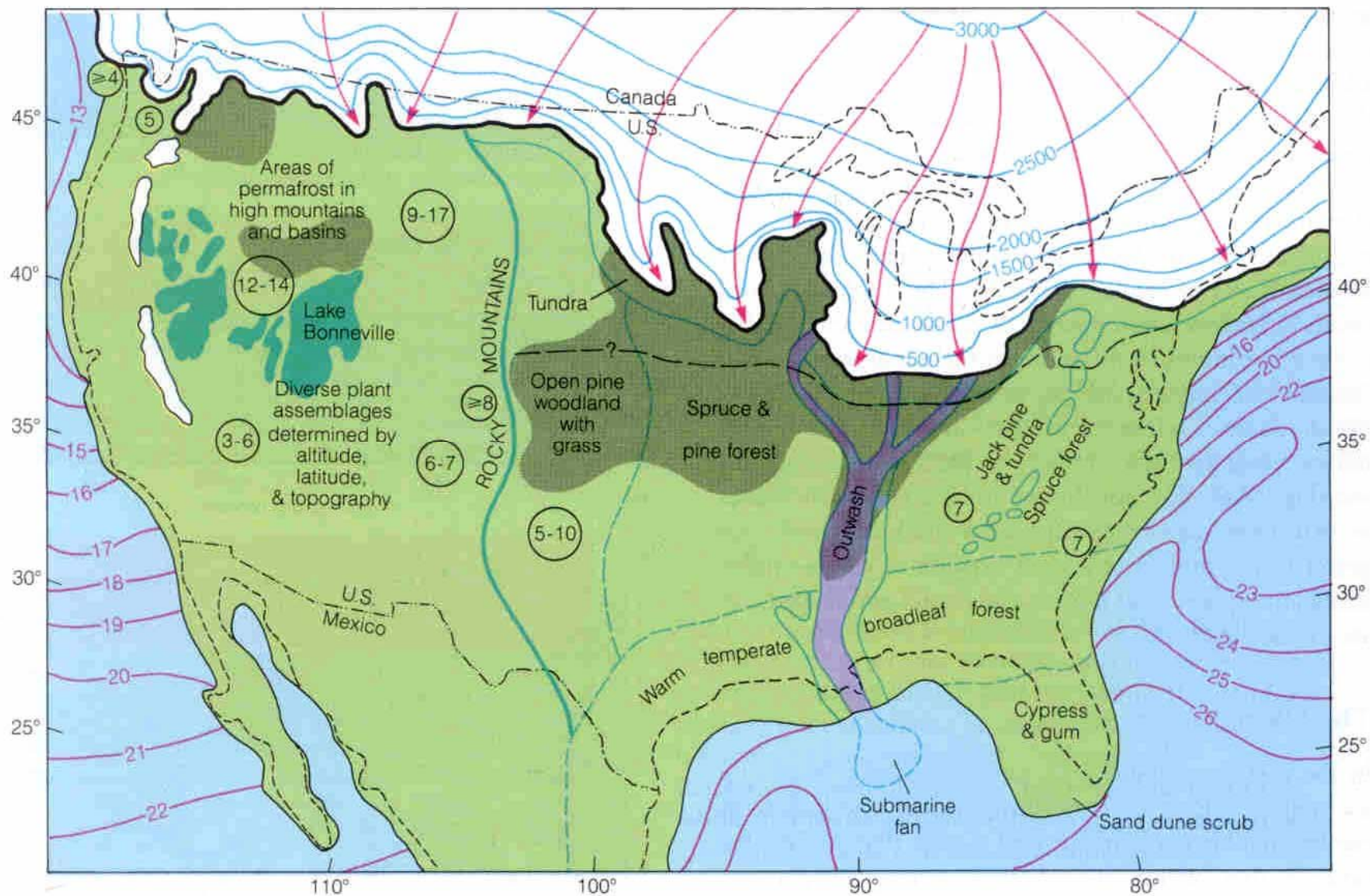
Ledové doby se odehrávaly už před
2,3 miliardami let.

Dnes zabírají ledovce kolem 10 %
povrchu (z toho 84 % v Antarktidě).

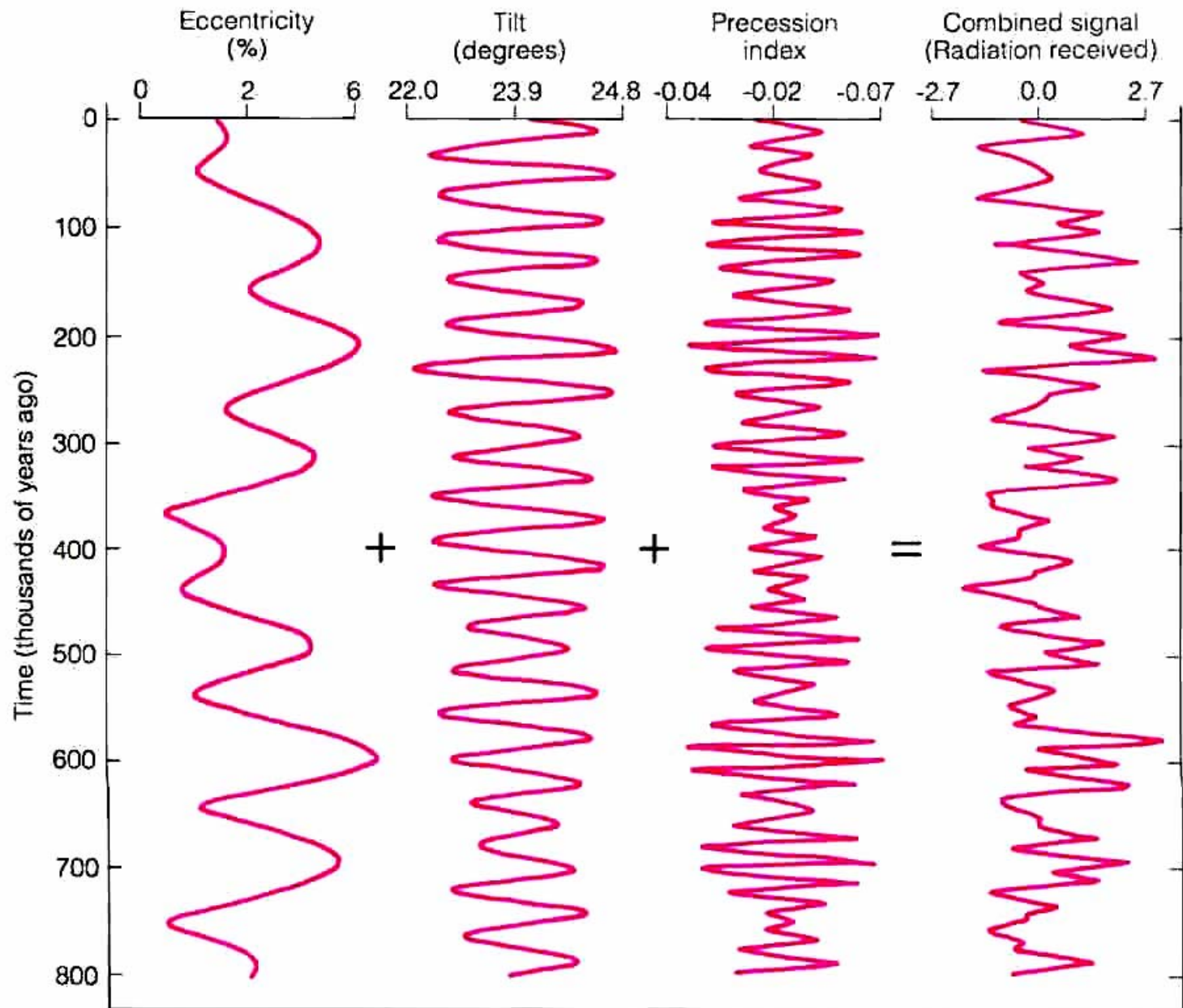
V minulosti až 29 % povrchu.

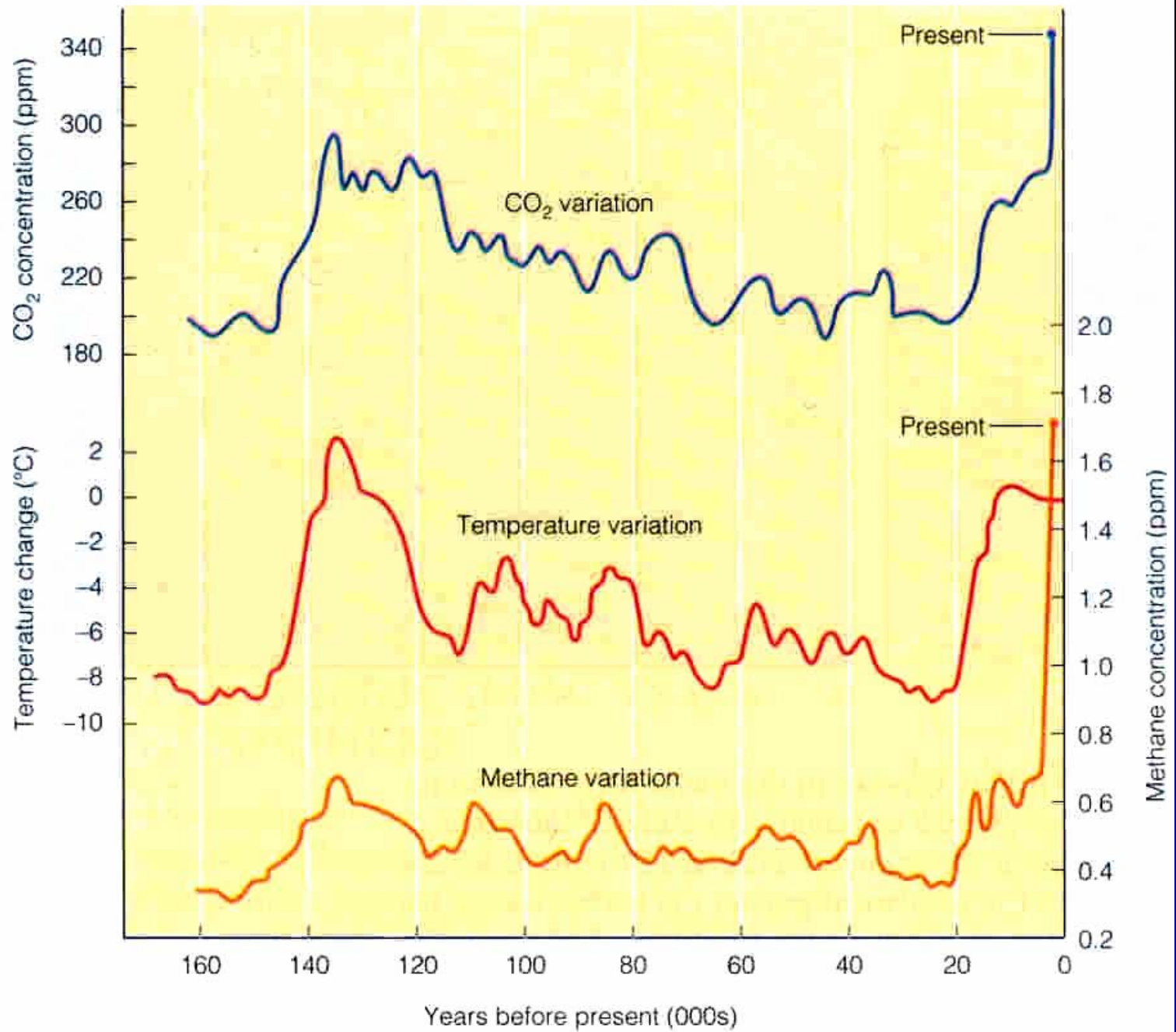


Poslední zalednění – začalo před 30 000 let, před 10 000 konec, nyní procházíme maximem interglaciálu.



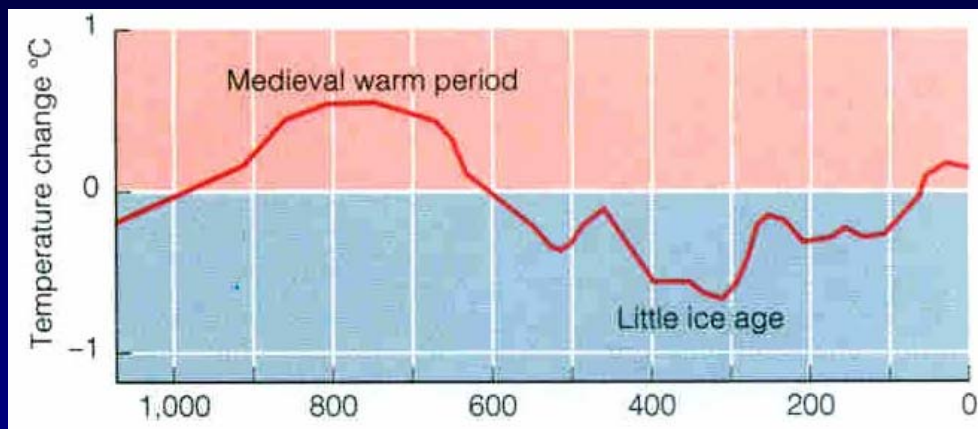
Příčiny
Excentricita
Precese





Krátkodobé fluktuace

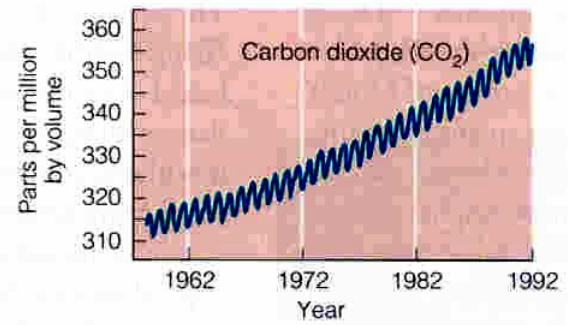
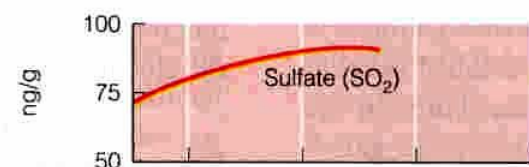
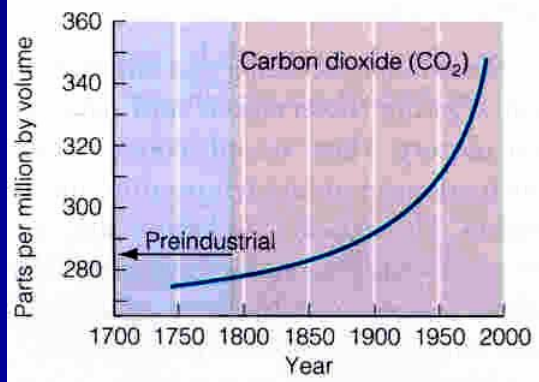
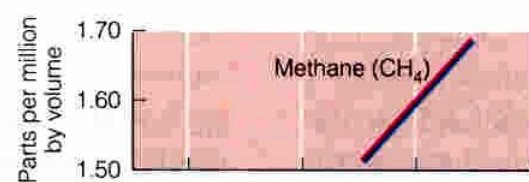
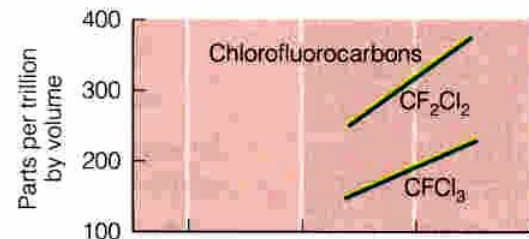
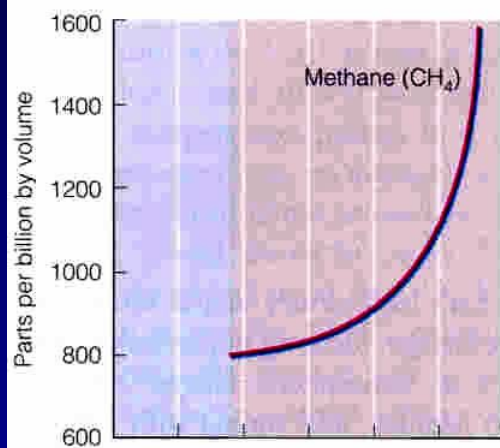
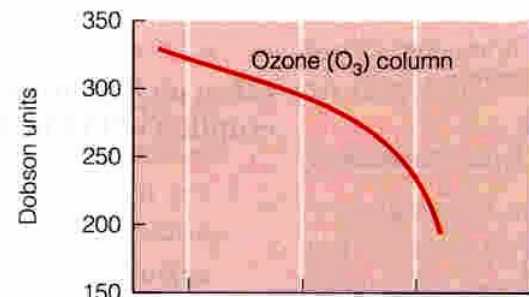
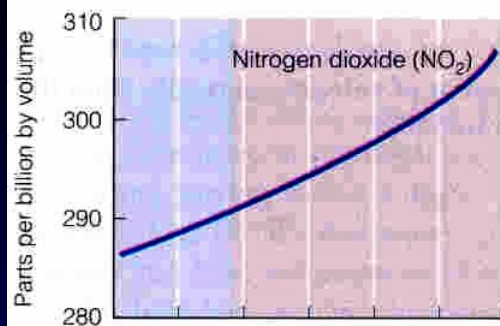
Malá doba ledová: 1300–1900



Rhonský ledovec
(Švýcarské Alpy)

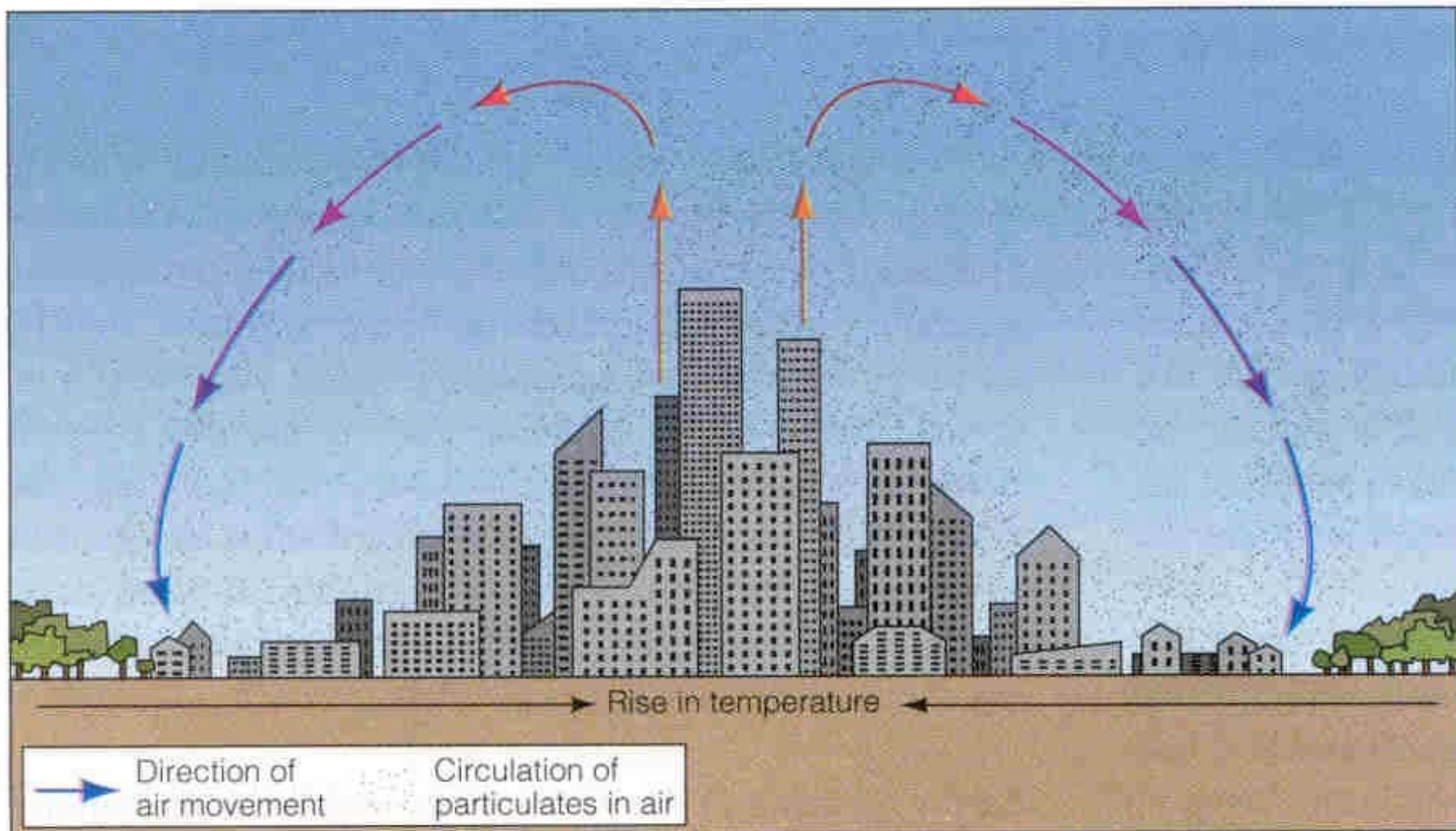
Antropogenní vlivy

Současné trendy



Lokální vlivy

Tepelné ostrovy



Smog a troposferický ozon

Smog = smoke + fog (kouř + mlha)

Prachové částice

Těžké kovy

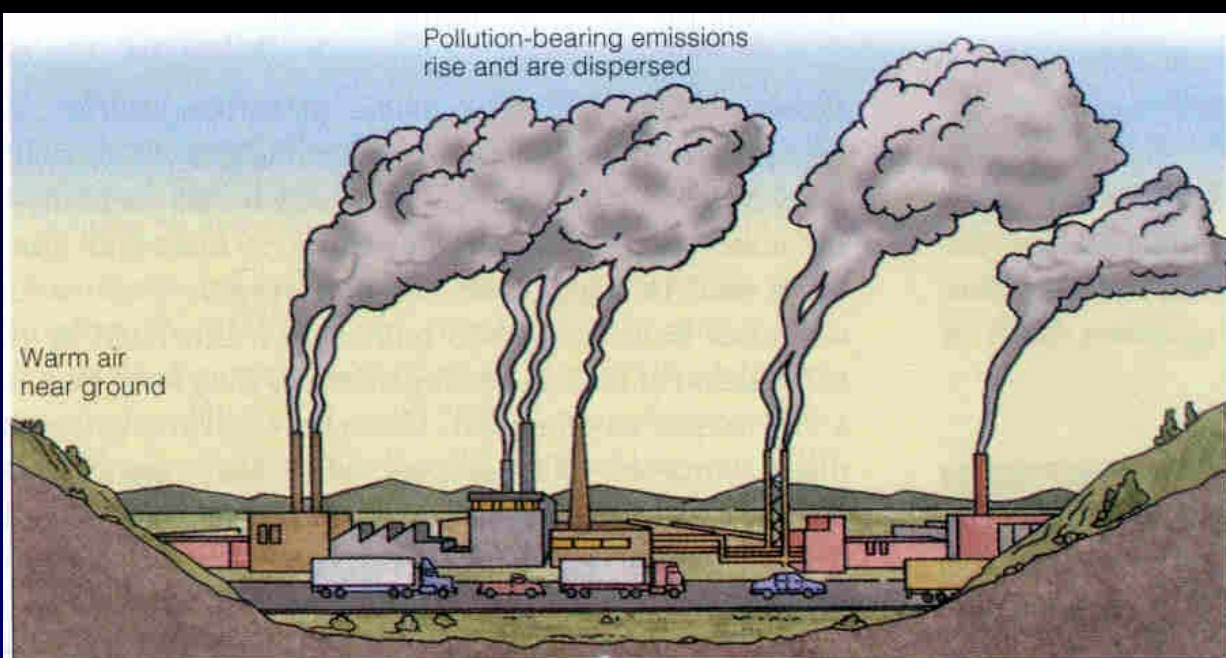
CO

SO₂

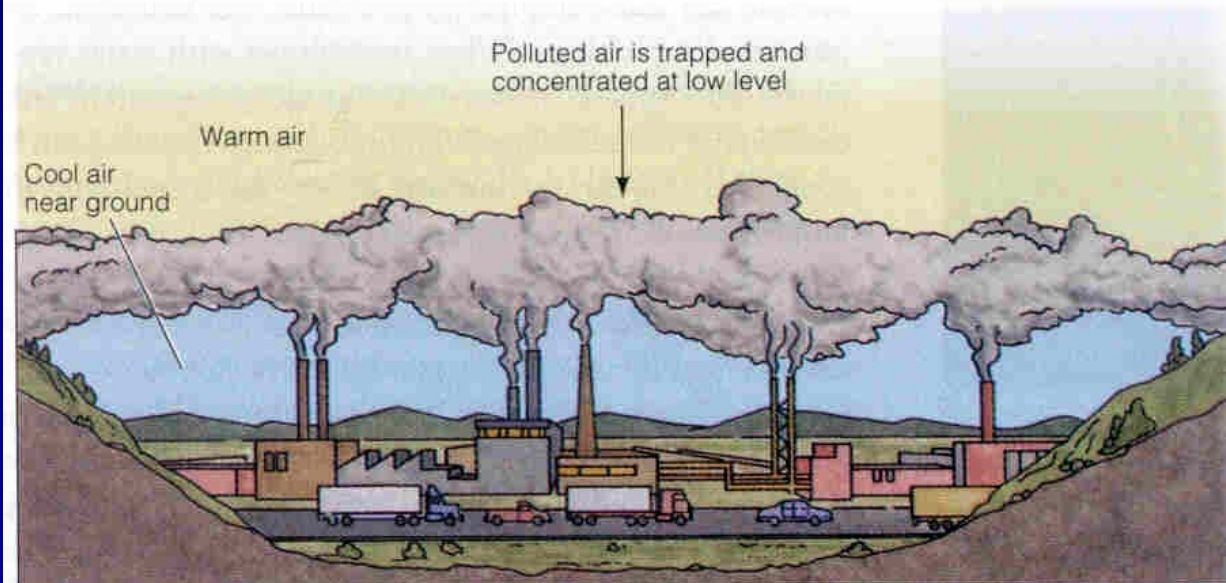
NO_x

VOC (těkavé organické látky)

O₃



A.



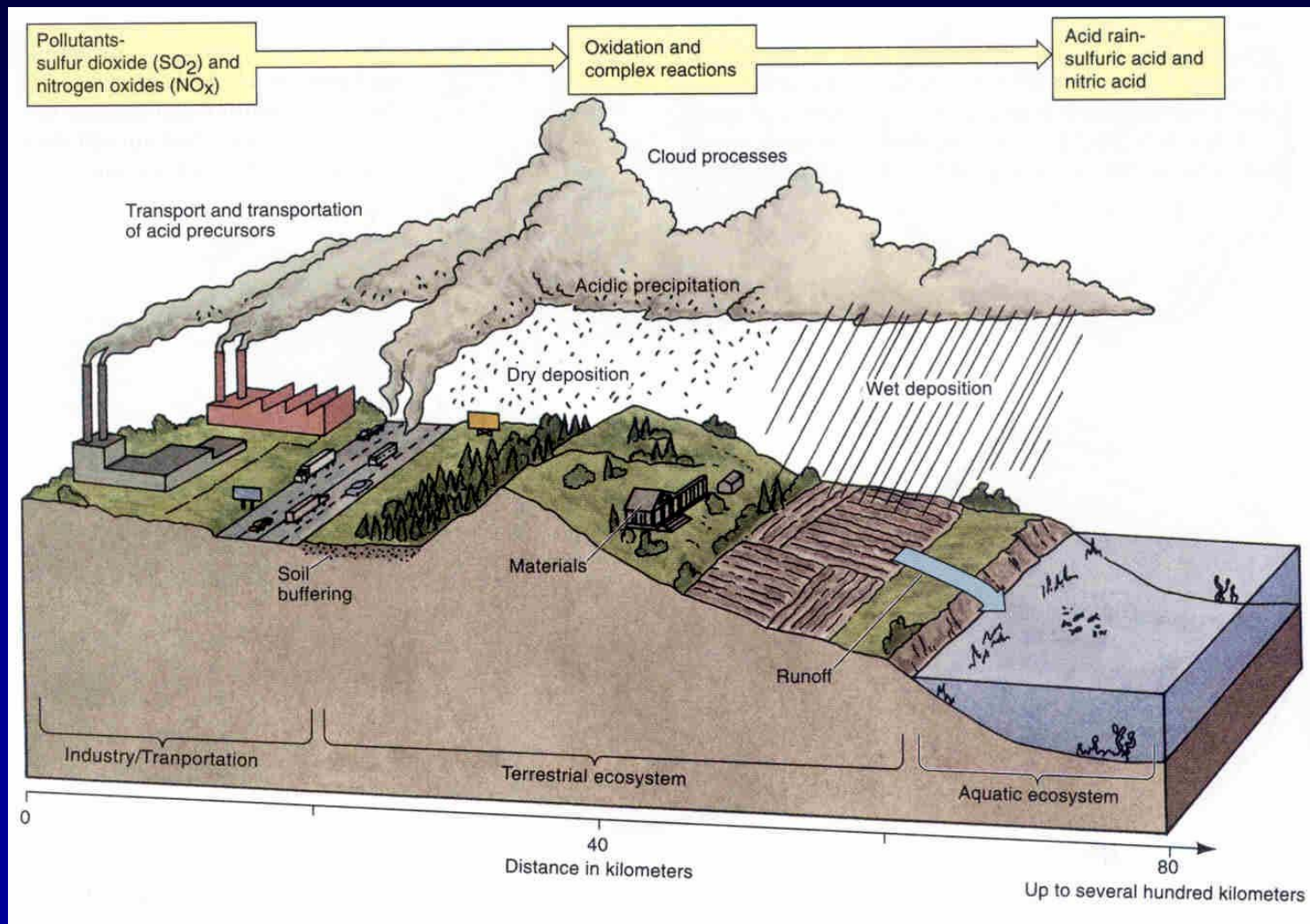
B.

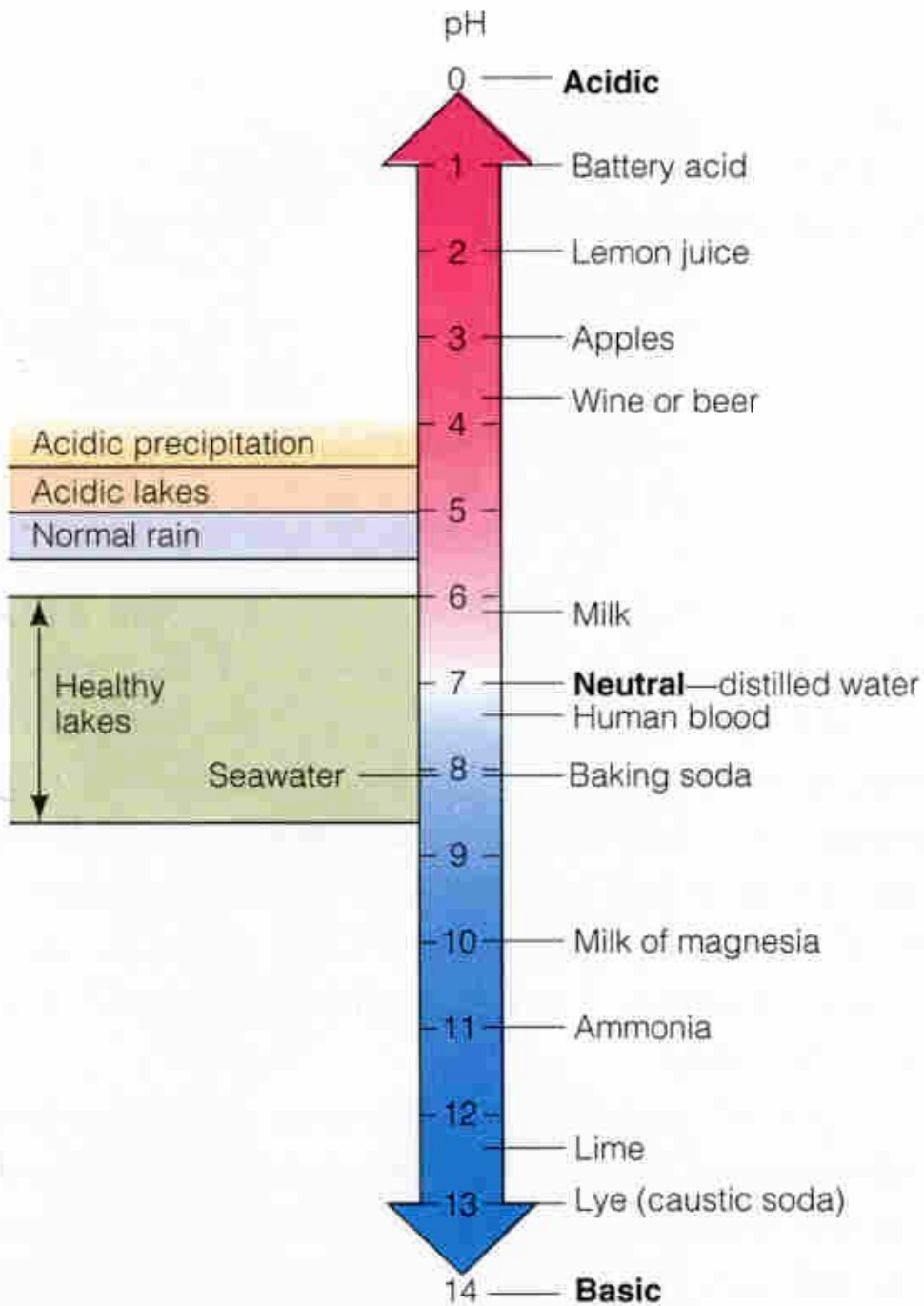
Regionální vlivy

Transport na velké vzdálenosti

Suspenze - srážky (mokrú depozice), prach (suchá depozice)

Kyselú srážky



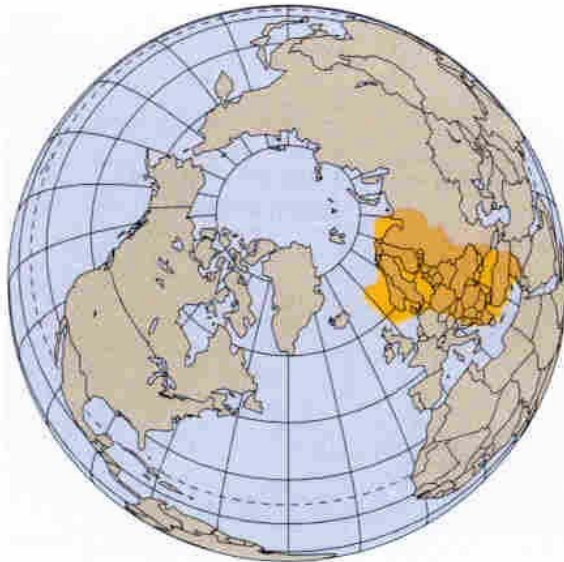


Kyselá srážky

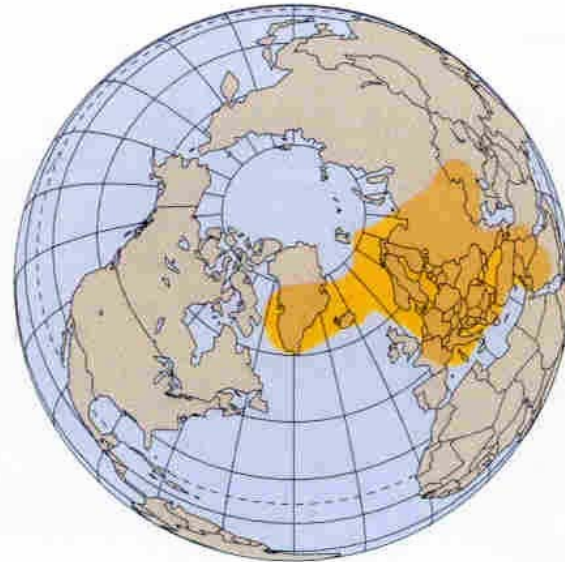
Katedrála v Reměši, Francie



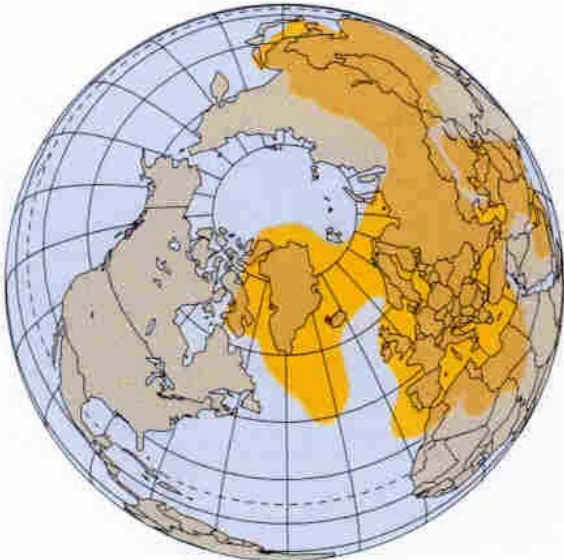
Černobyl, havárie 24. dubna 1986



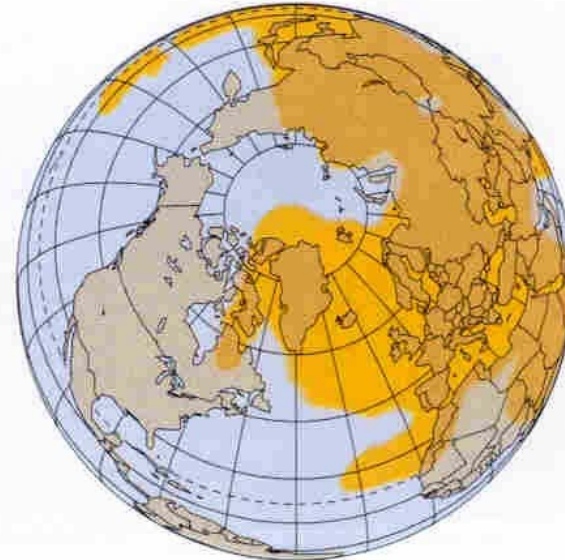
April 27



April 29

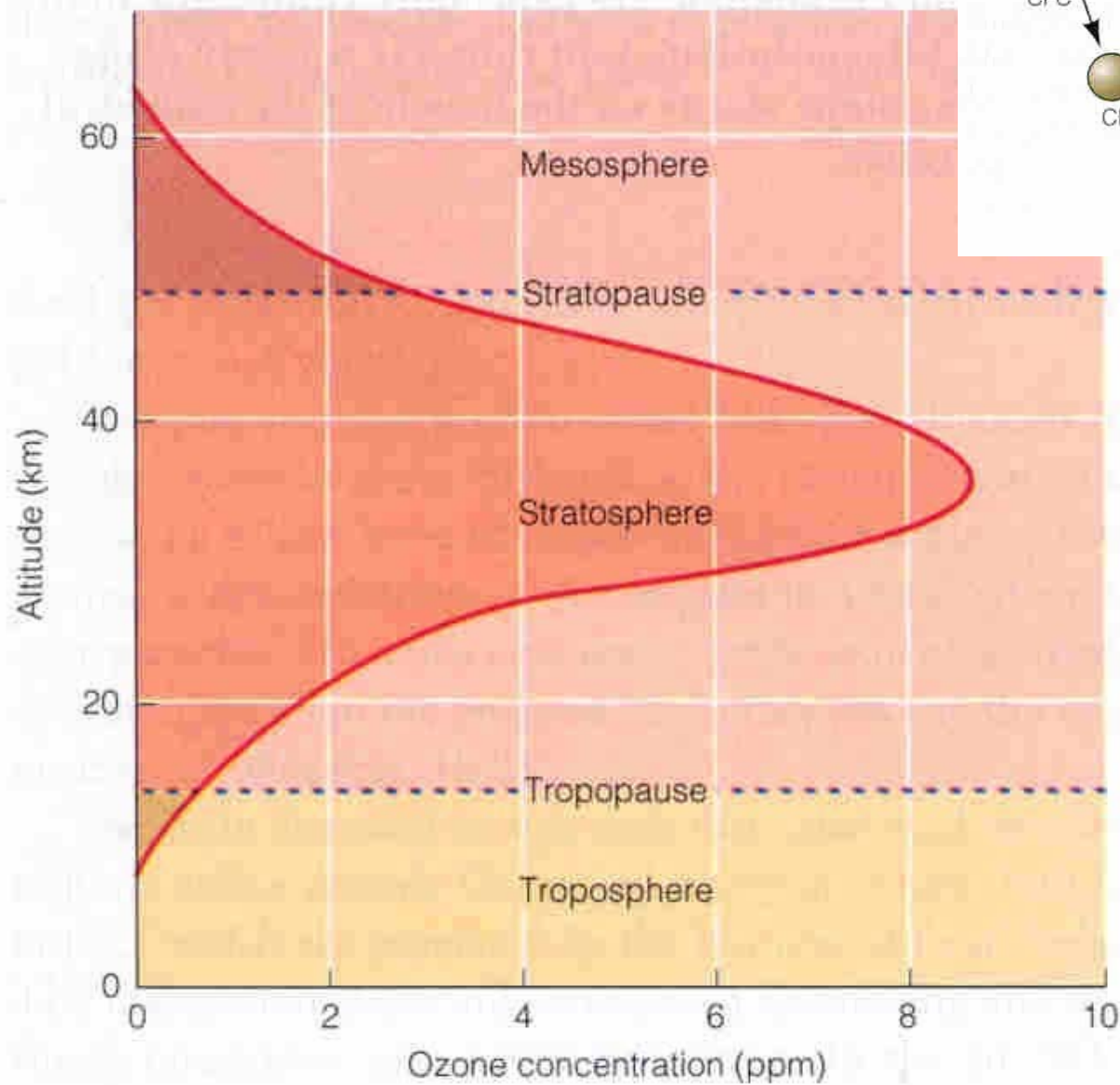
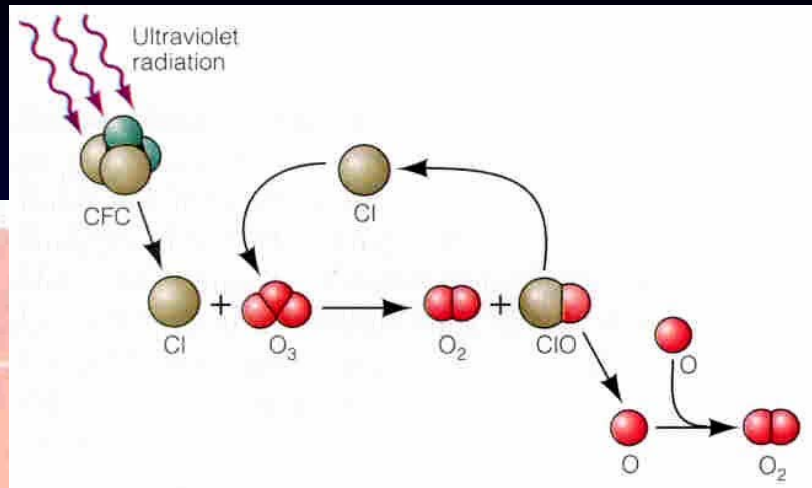


May 1

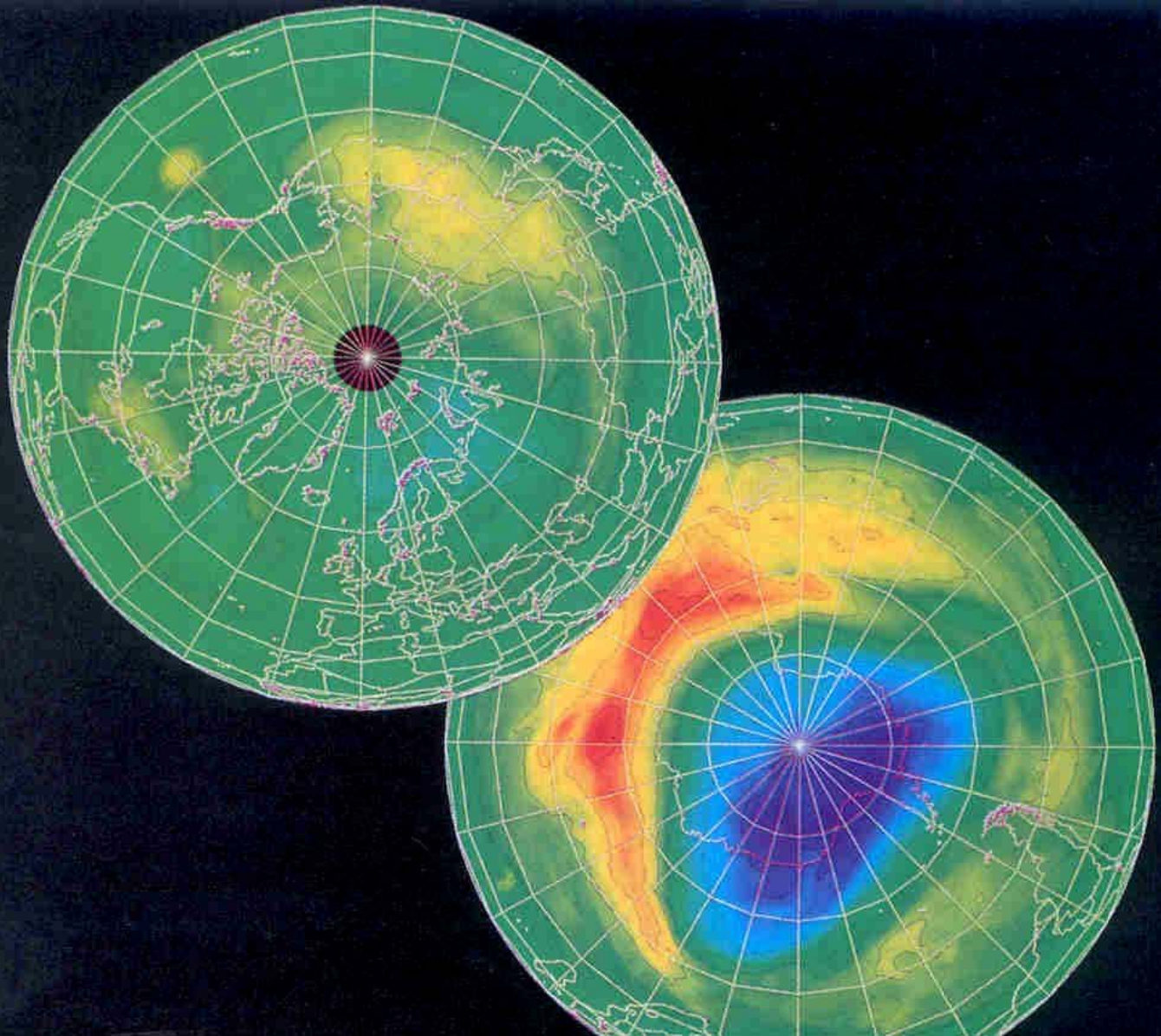


May 3

Stratosferický ozon



Stratosférický ozon 30. září 1992

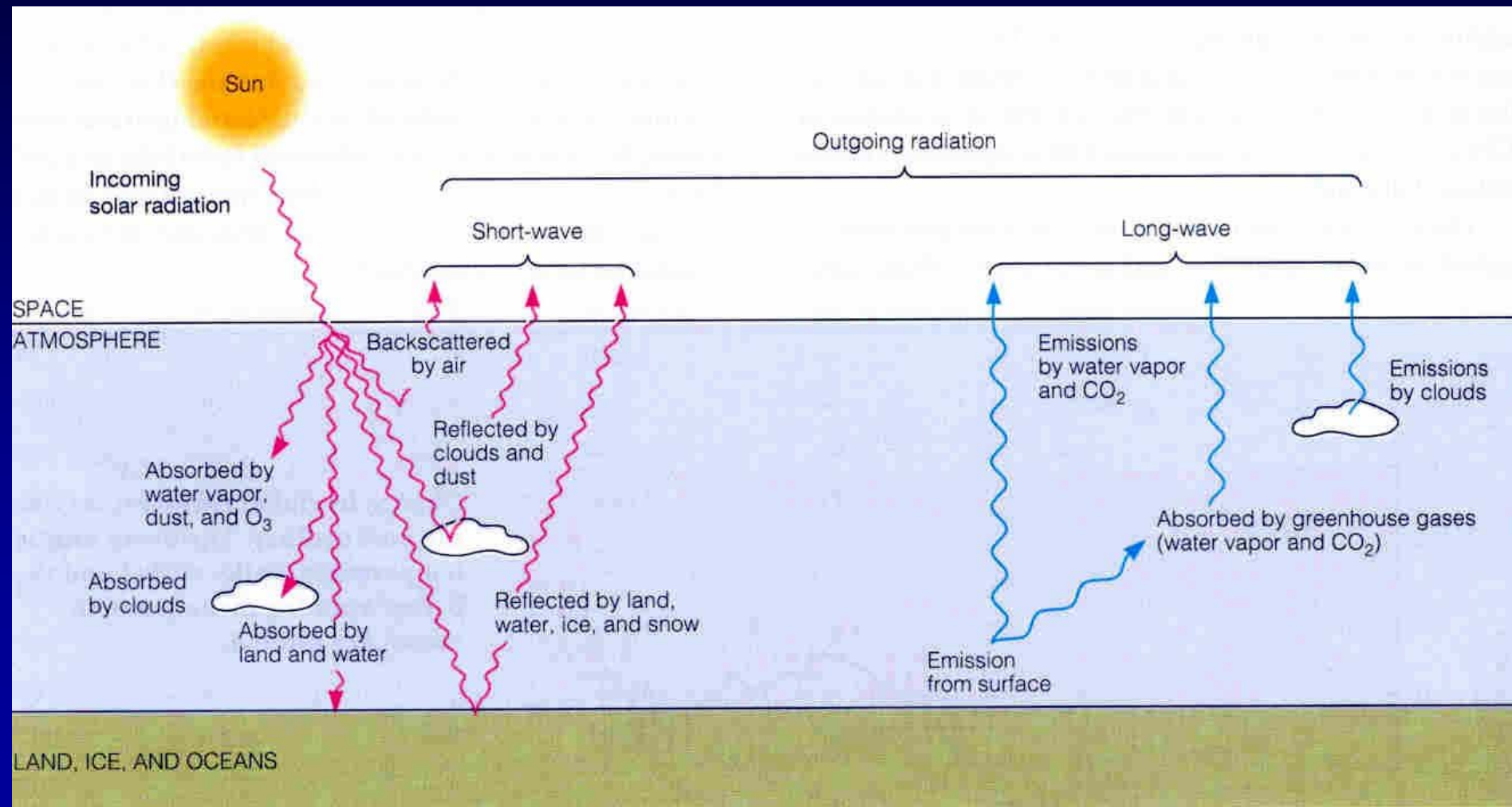


Globální oteplování

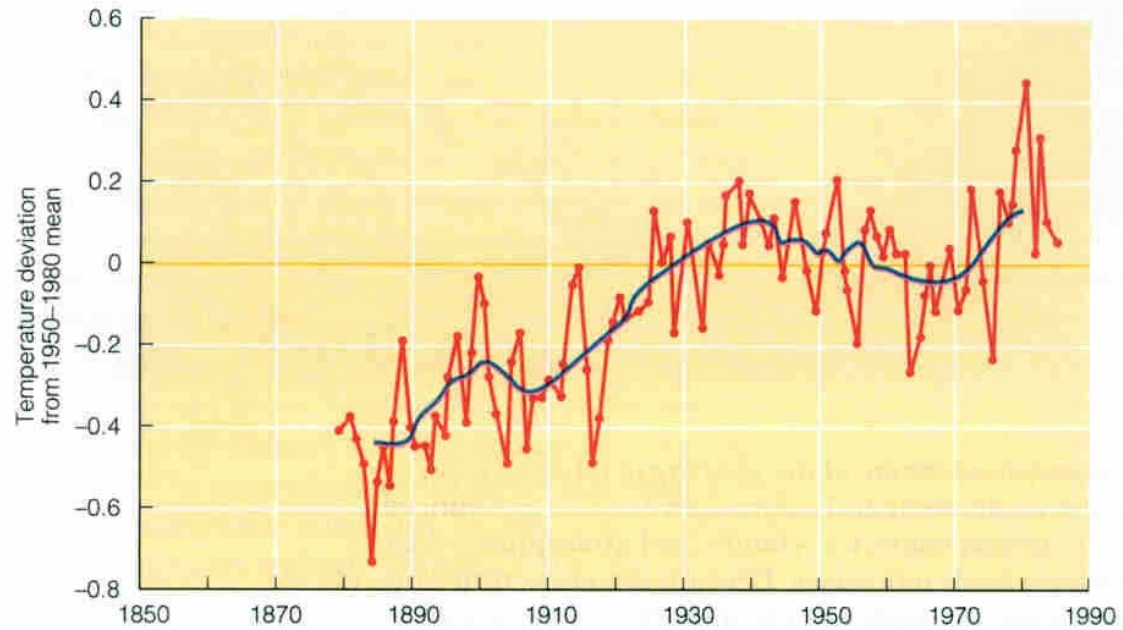
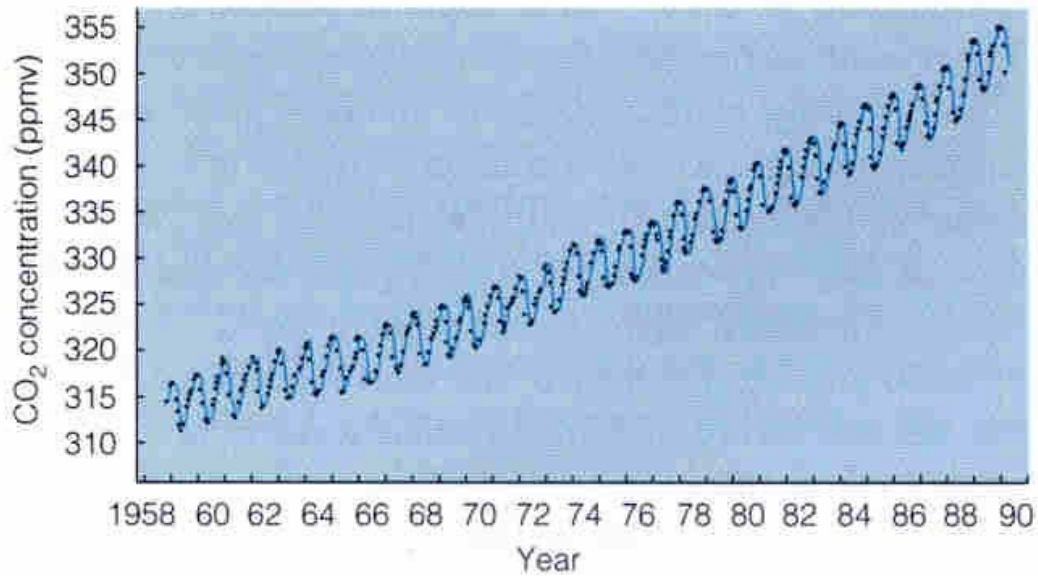
Skleníkové plyny

CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, vodní pára

Od roku 1800 u CO₂ zvýšení o cca 60 %, u ostatních o zhruba 10 %

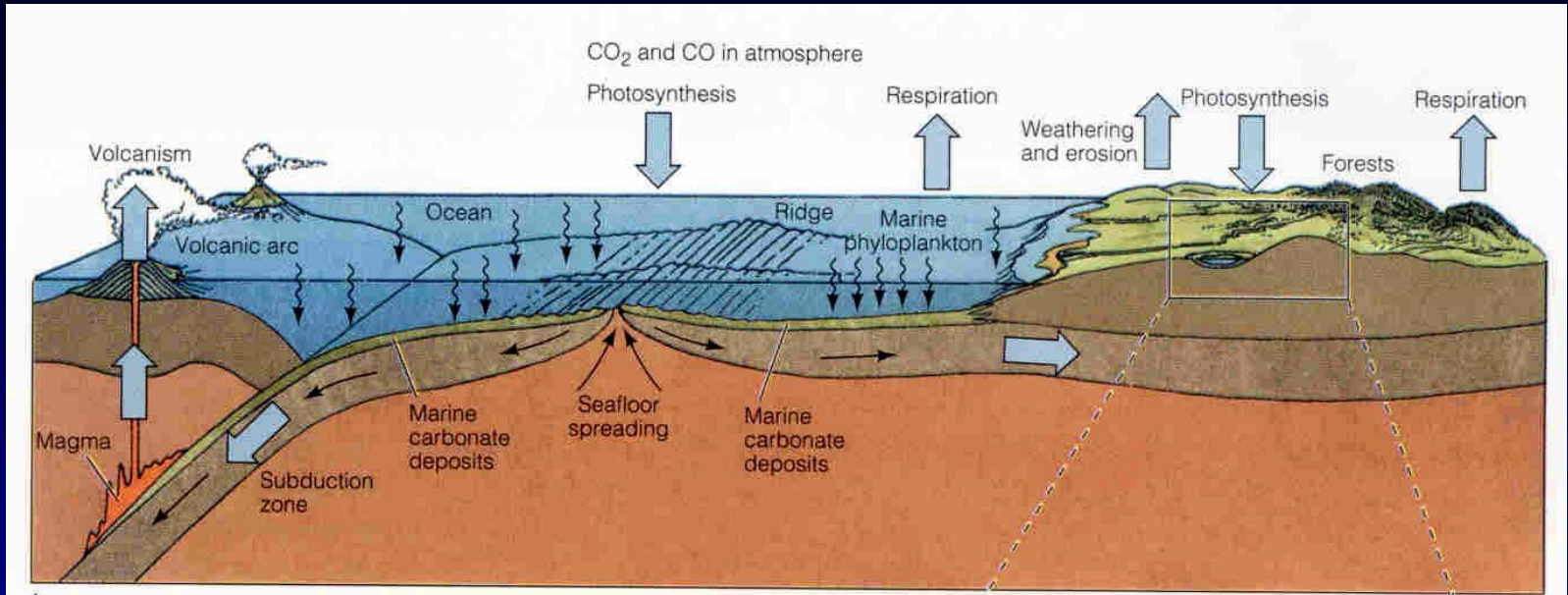


CO₂ Mauna Loa

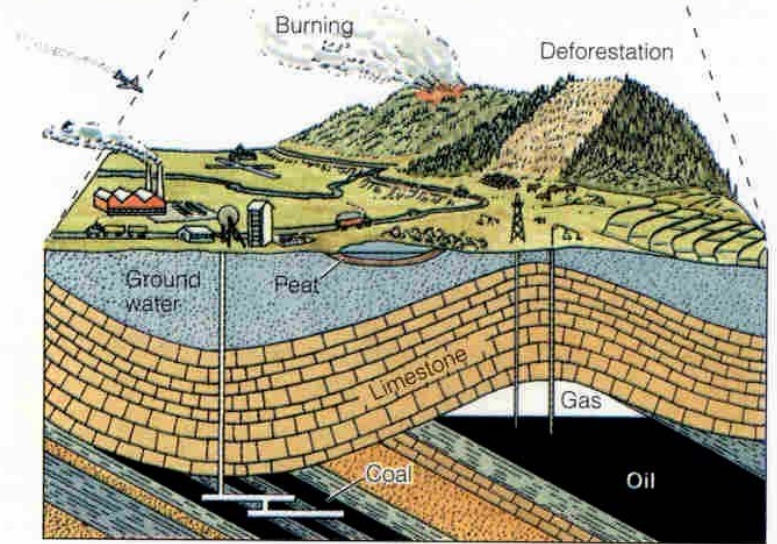


Studium plynů z ledovců

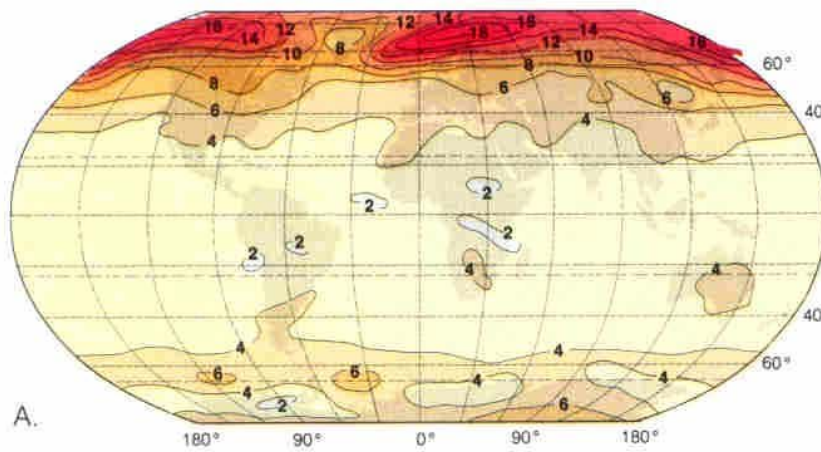
Globální cyklus uhlíku



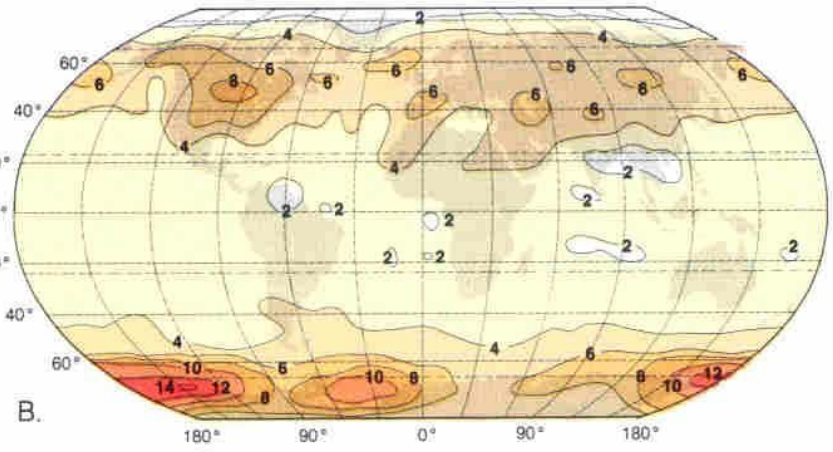
A.



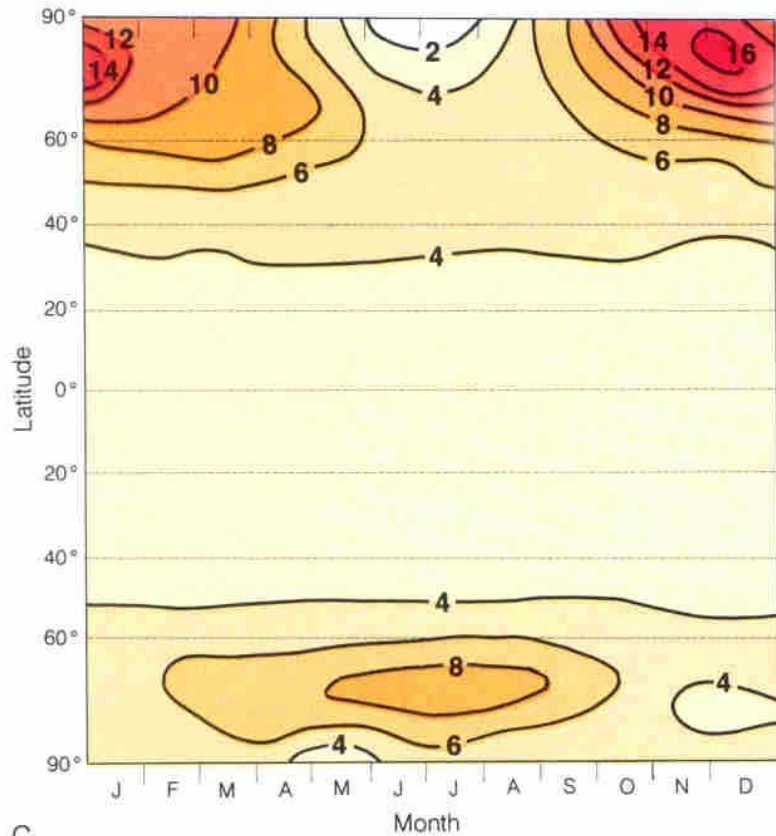
B.



A.



B.



C.

Modelování

Vliv zdvojnásobení
obsahu CO₂

Zima, léto, řez