

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.

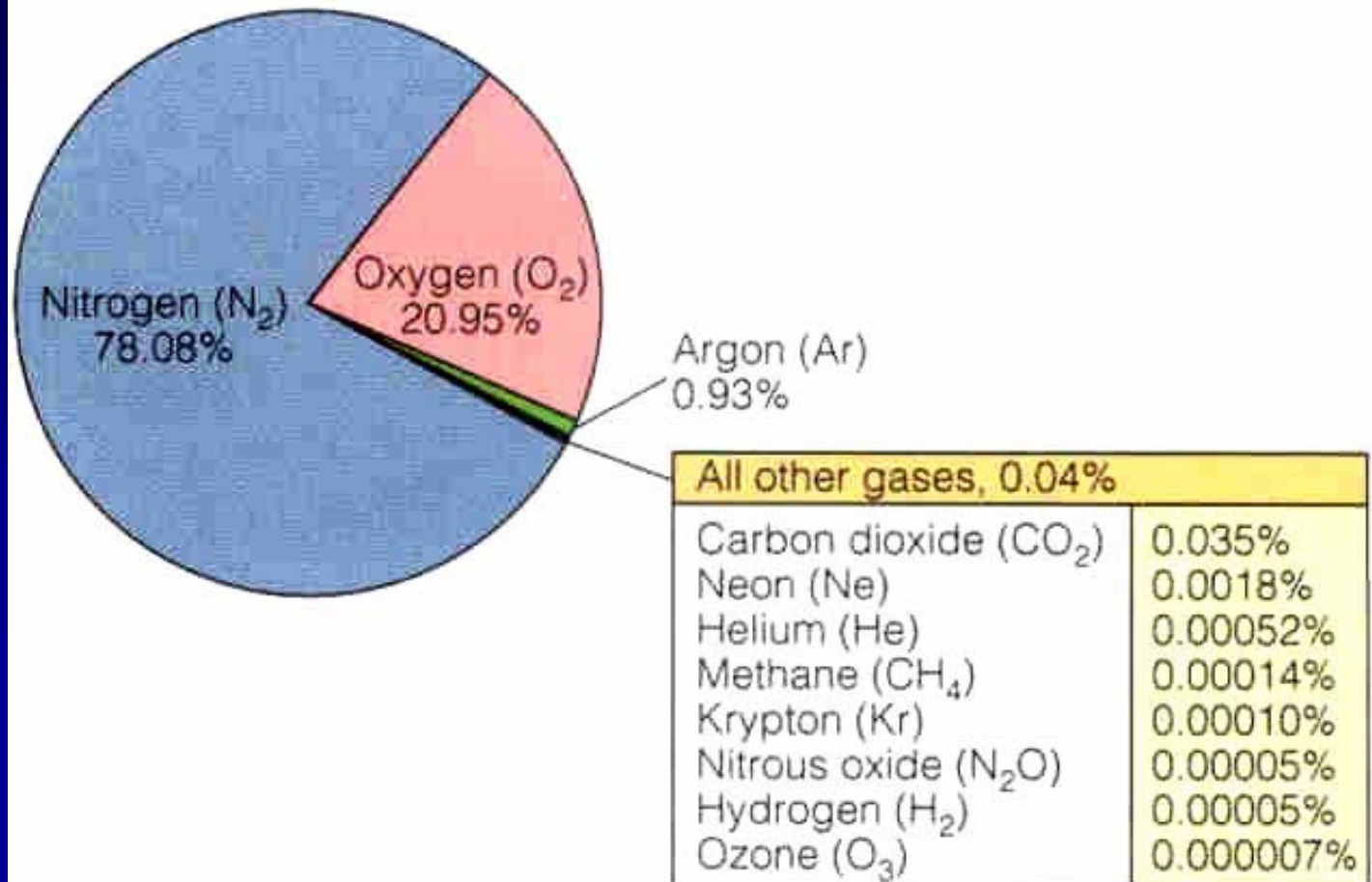
Struktura a vývoj atmosféry

troposféra

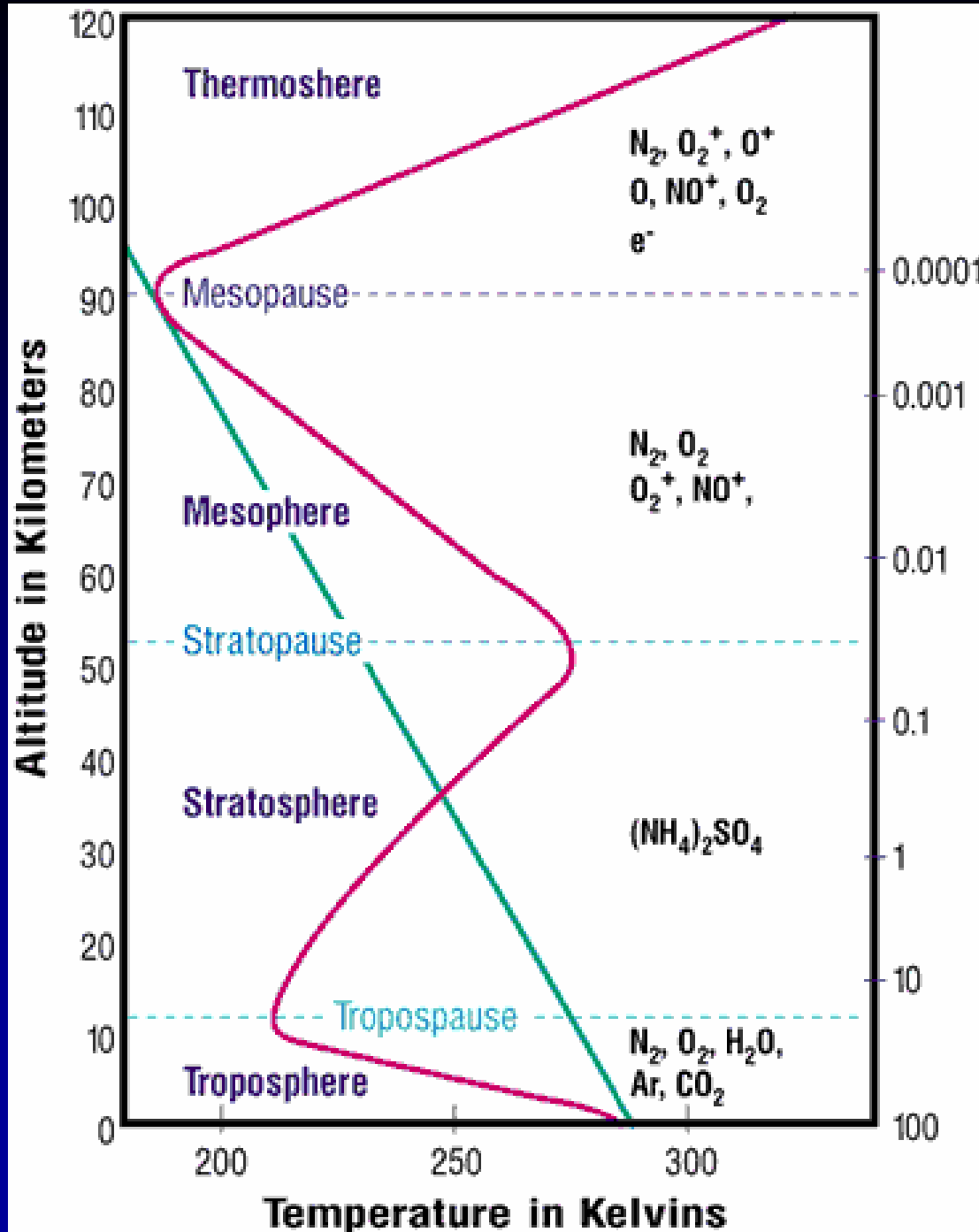
stratosféra

mesosféra

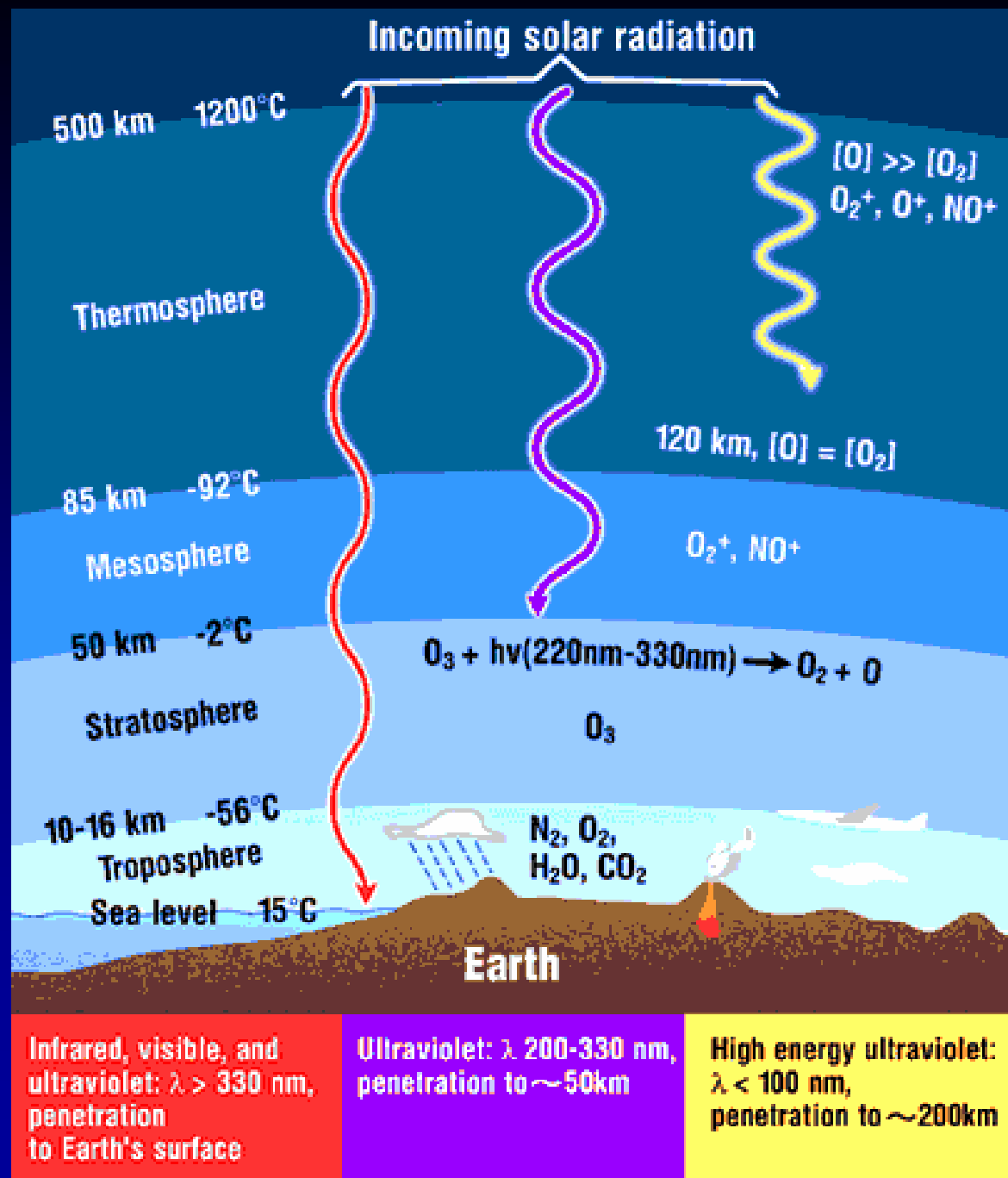
termosféra



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

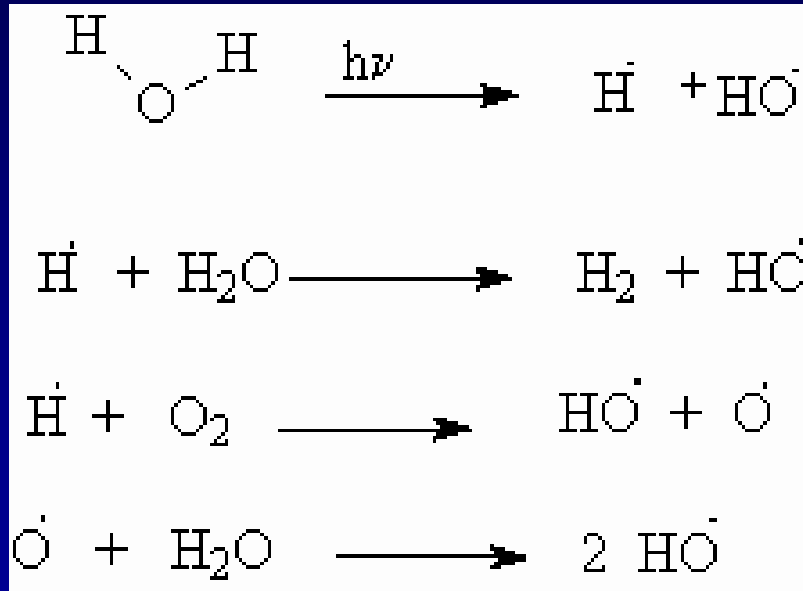
Prostředí chemických reakcí

V plynné fázi

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

Ve vodných roztocích (kapky vody; acidobazické)

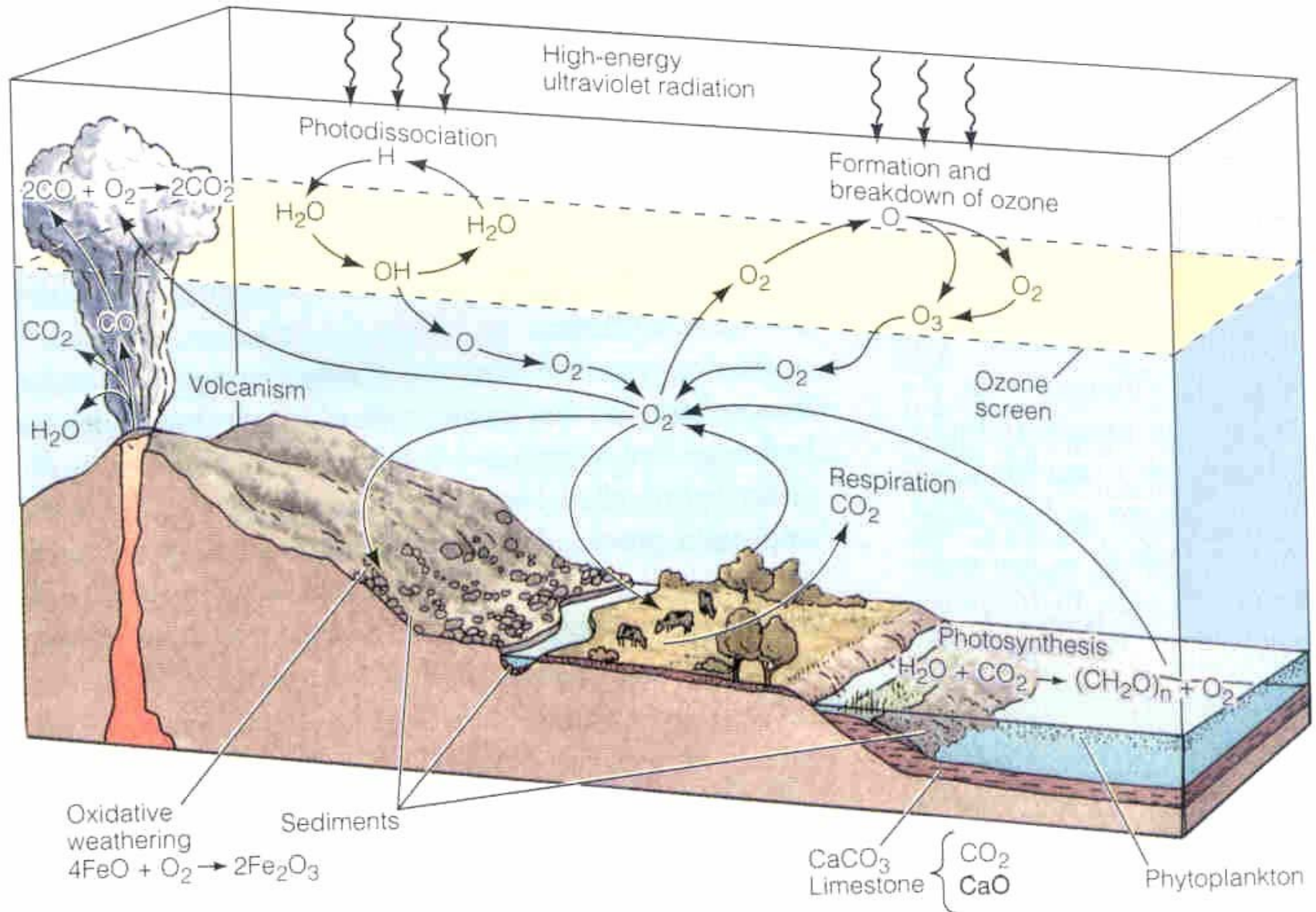
Nejdůležitější – hydroxylový radikál.



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

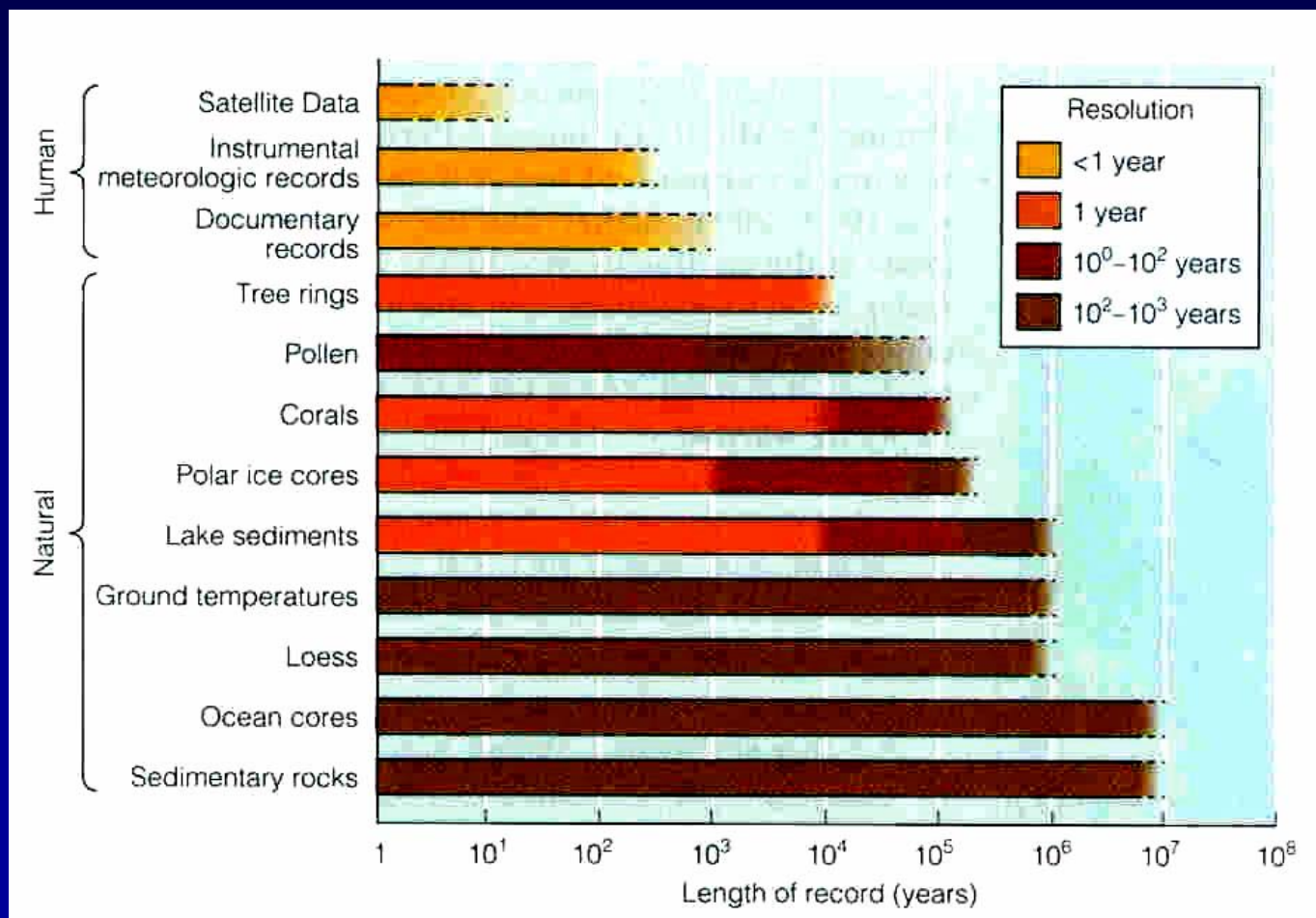
Paleontologie

Sedimentologie

Stratigrafie

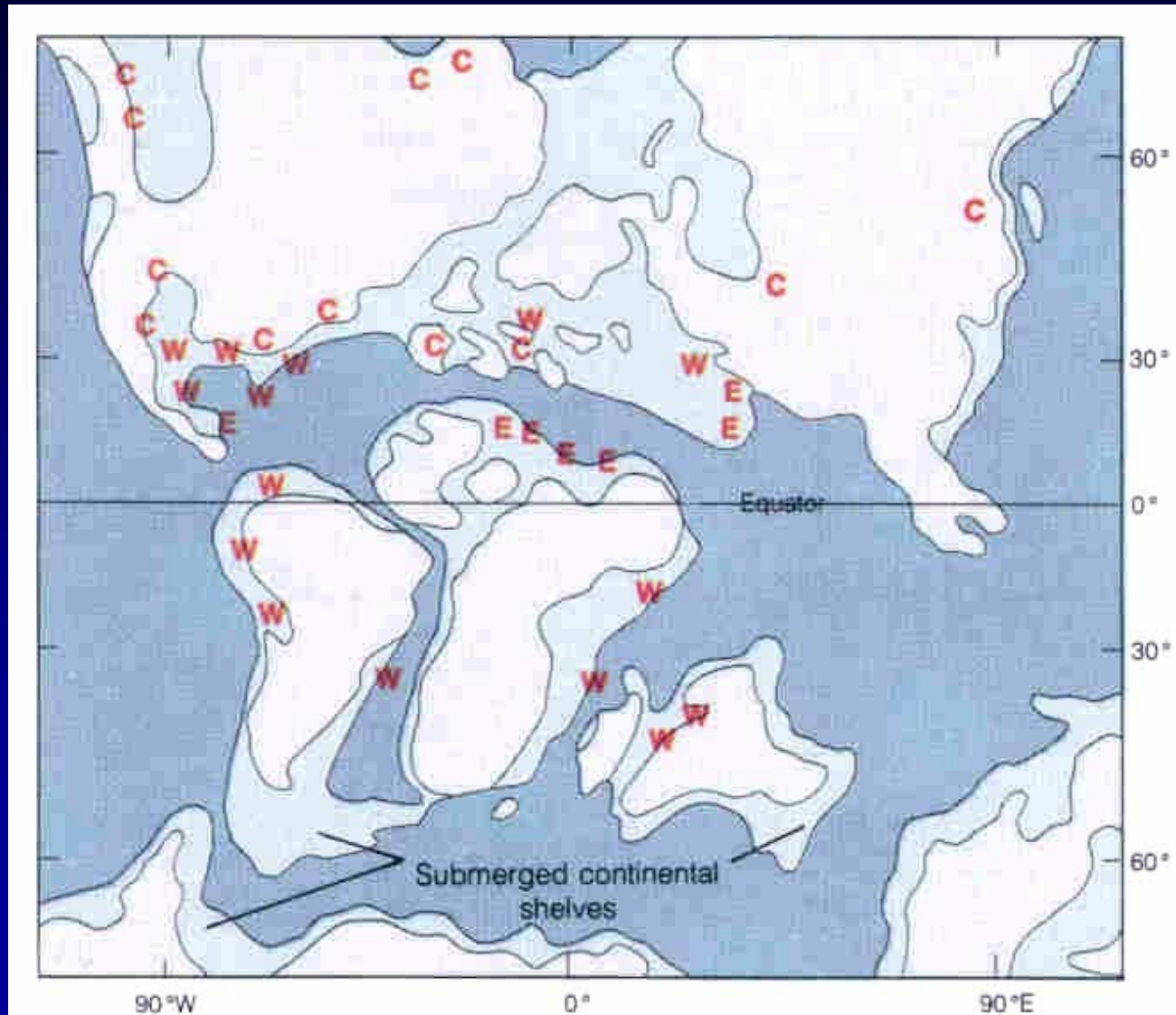
Z geologických záznamů víme, že se atmosféra změní.

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 teplení superponovány na celkové chladnutí

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

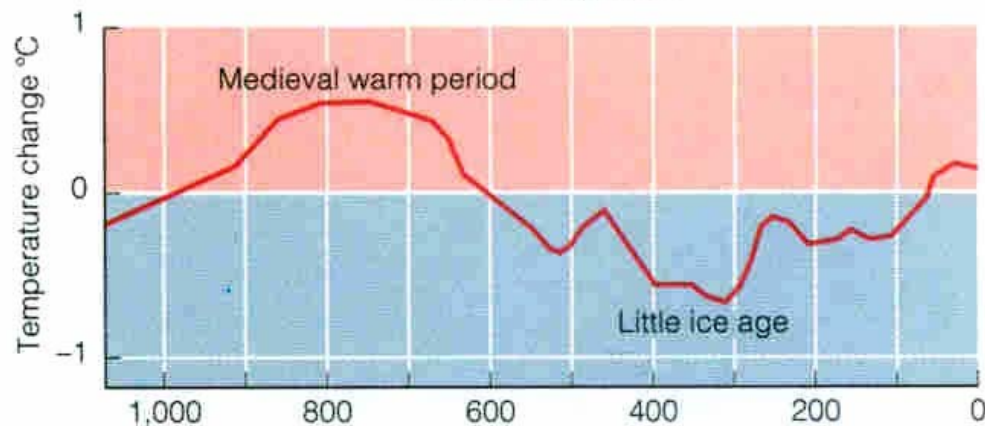
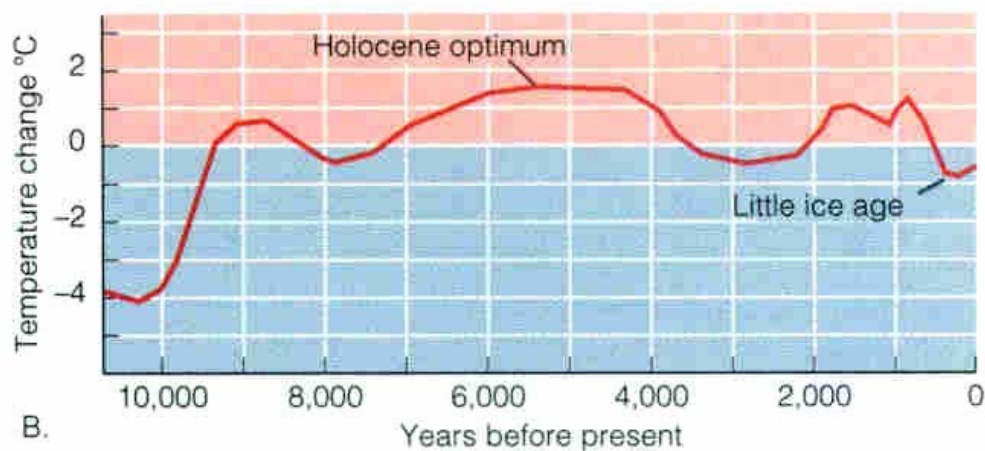
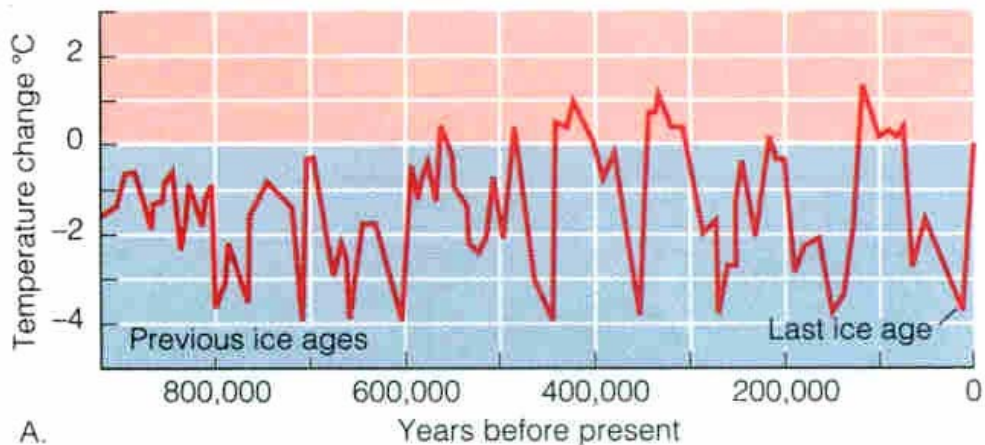
Teplejší období – doby meziledové – interglaciály

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

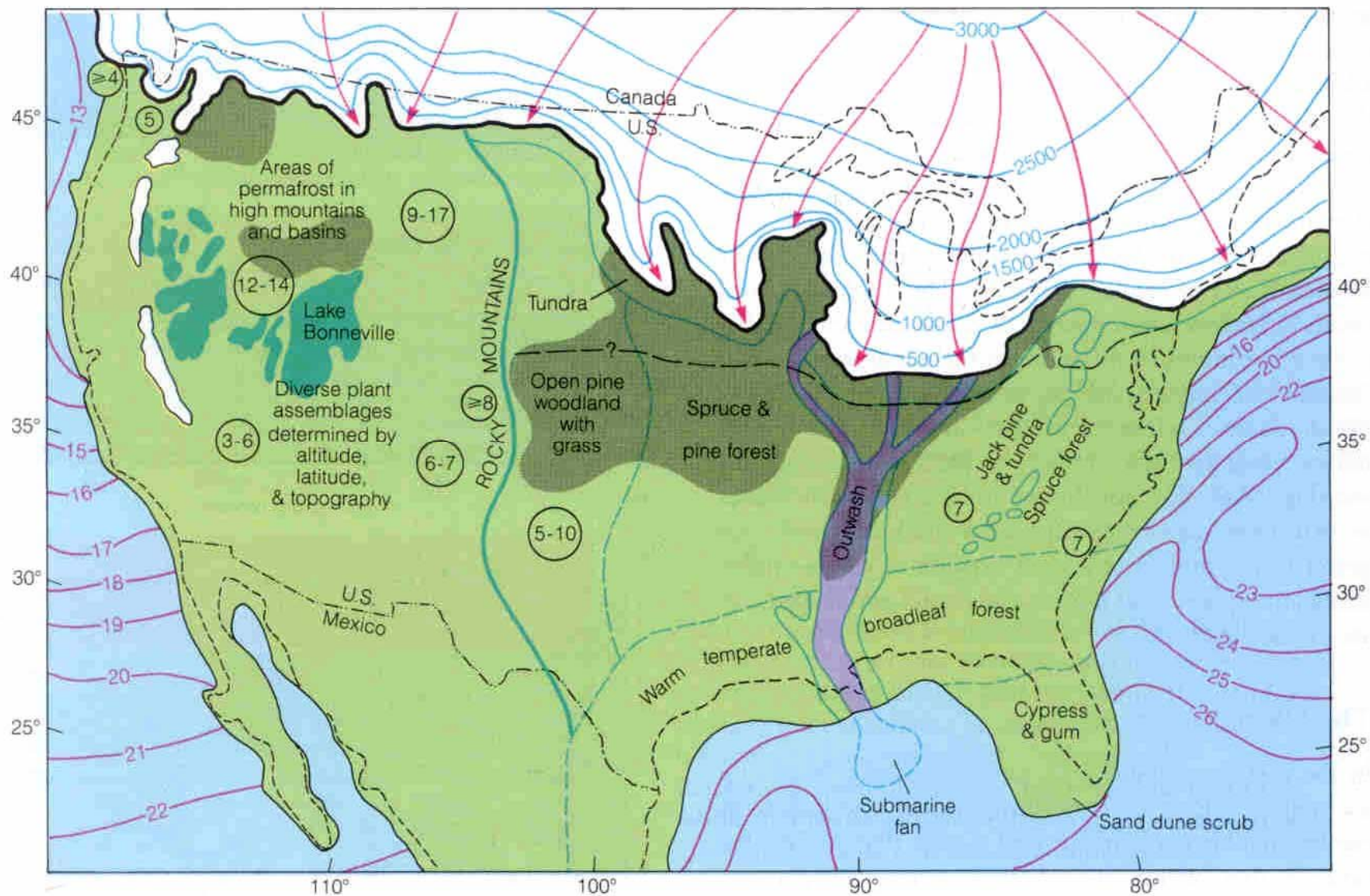
Ledové doby se odehrávaly už před 2,3 miliardami let.

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

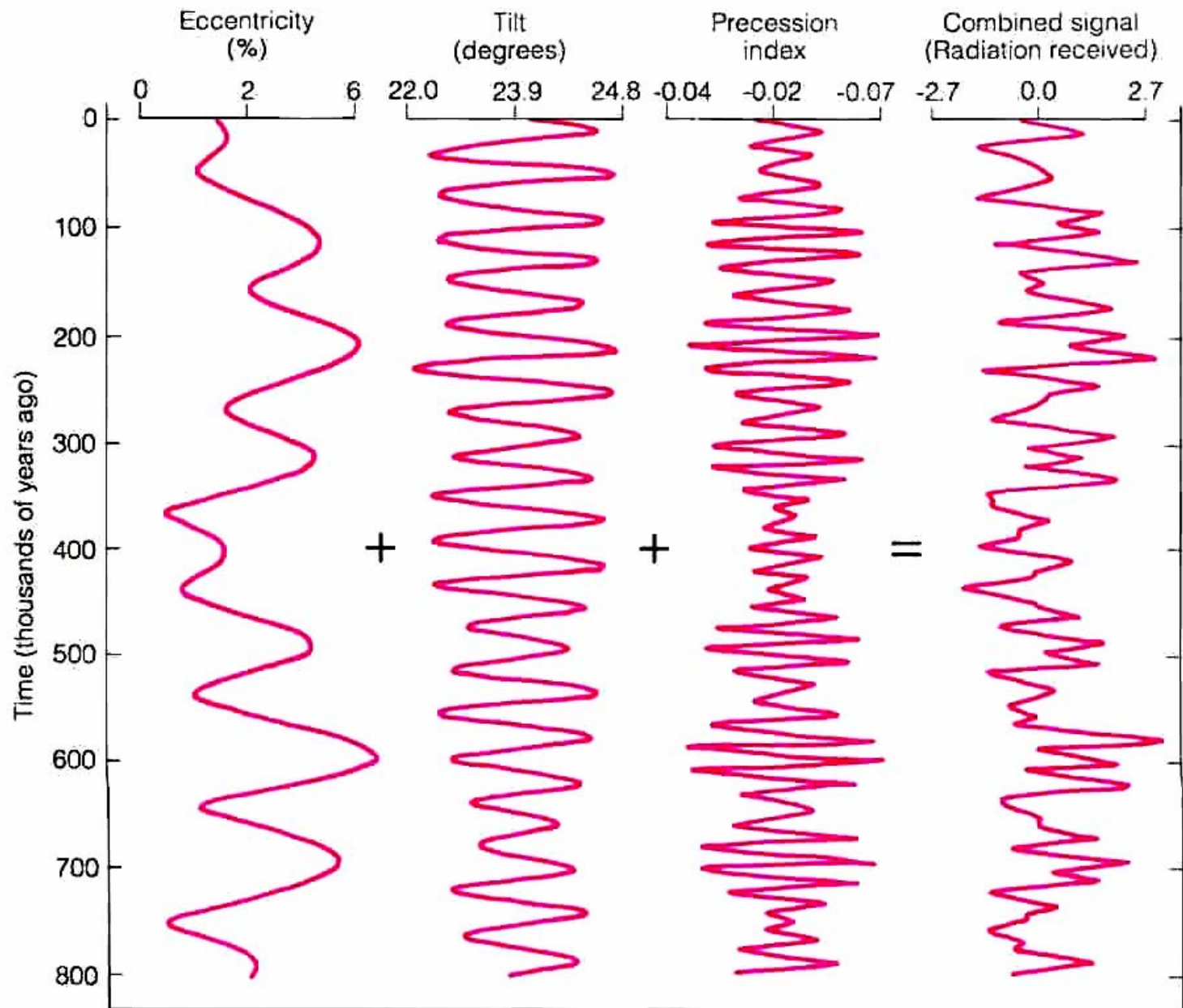
V minulosti až 29 % povrchu.

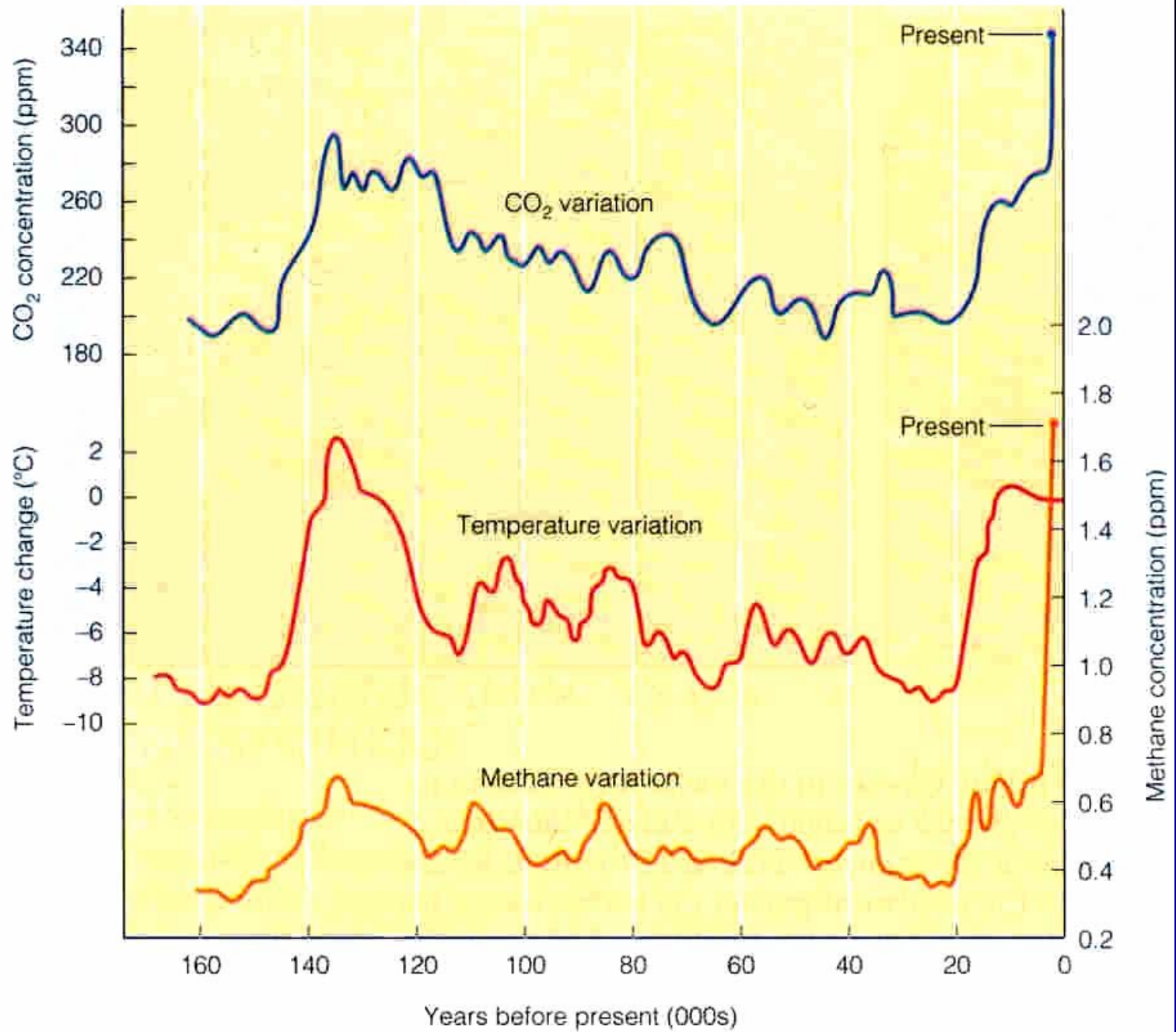


Poslední zalednění – začalo před 30 000 let, před 10 000 konec, nyní procházíme maximem interglaciálu.



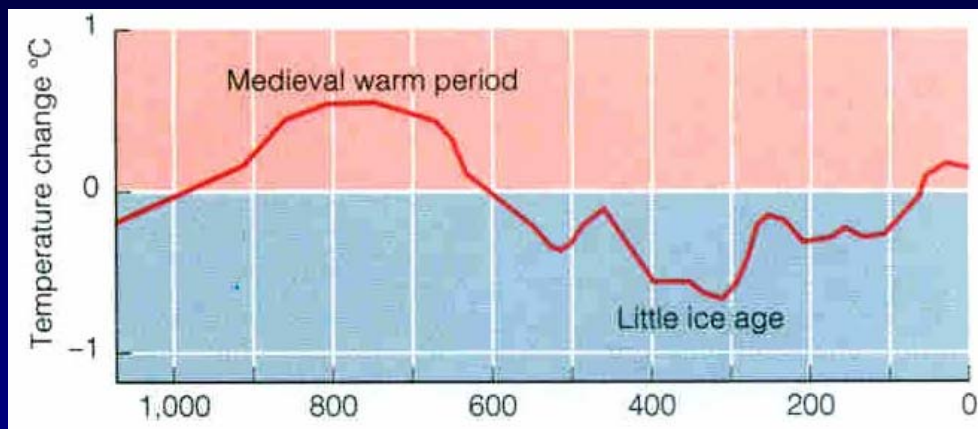
Příčiny
Excentricita
Precese





Krátkodobé fluktuace

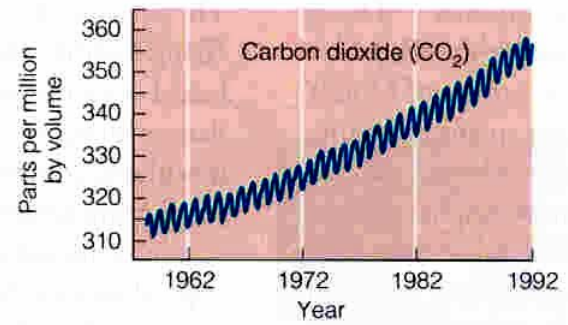
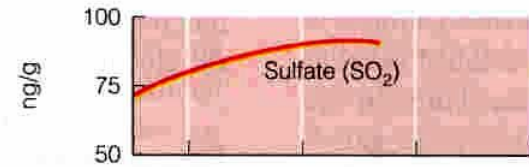
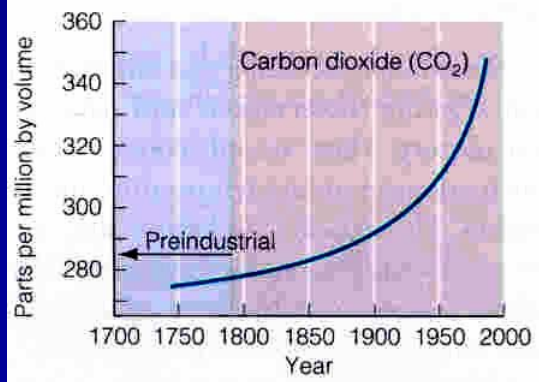
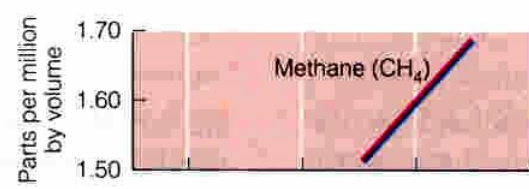
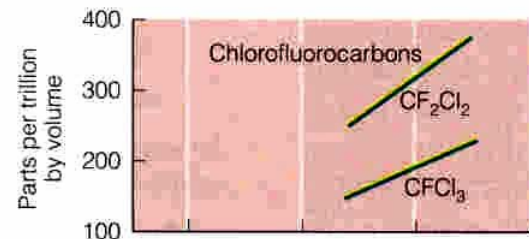
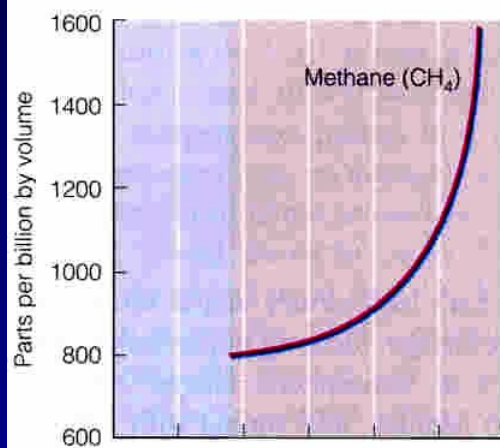
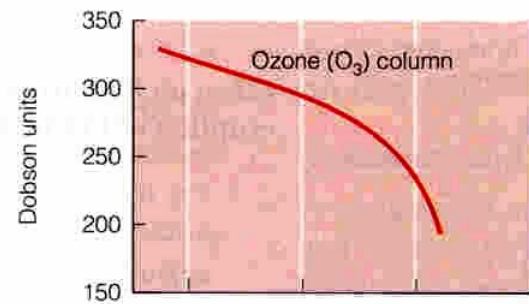
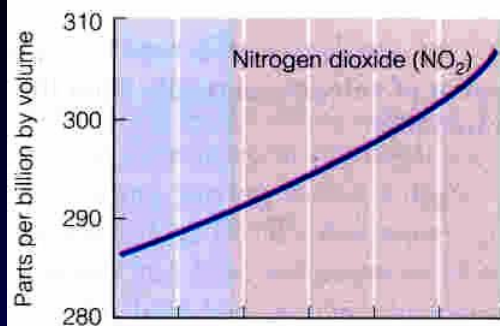
Malá doba ledová: 1300–1900



Rhonský ledovec
(Švýcarské Alpy)

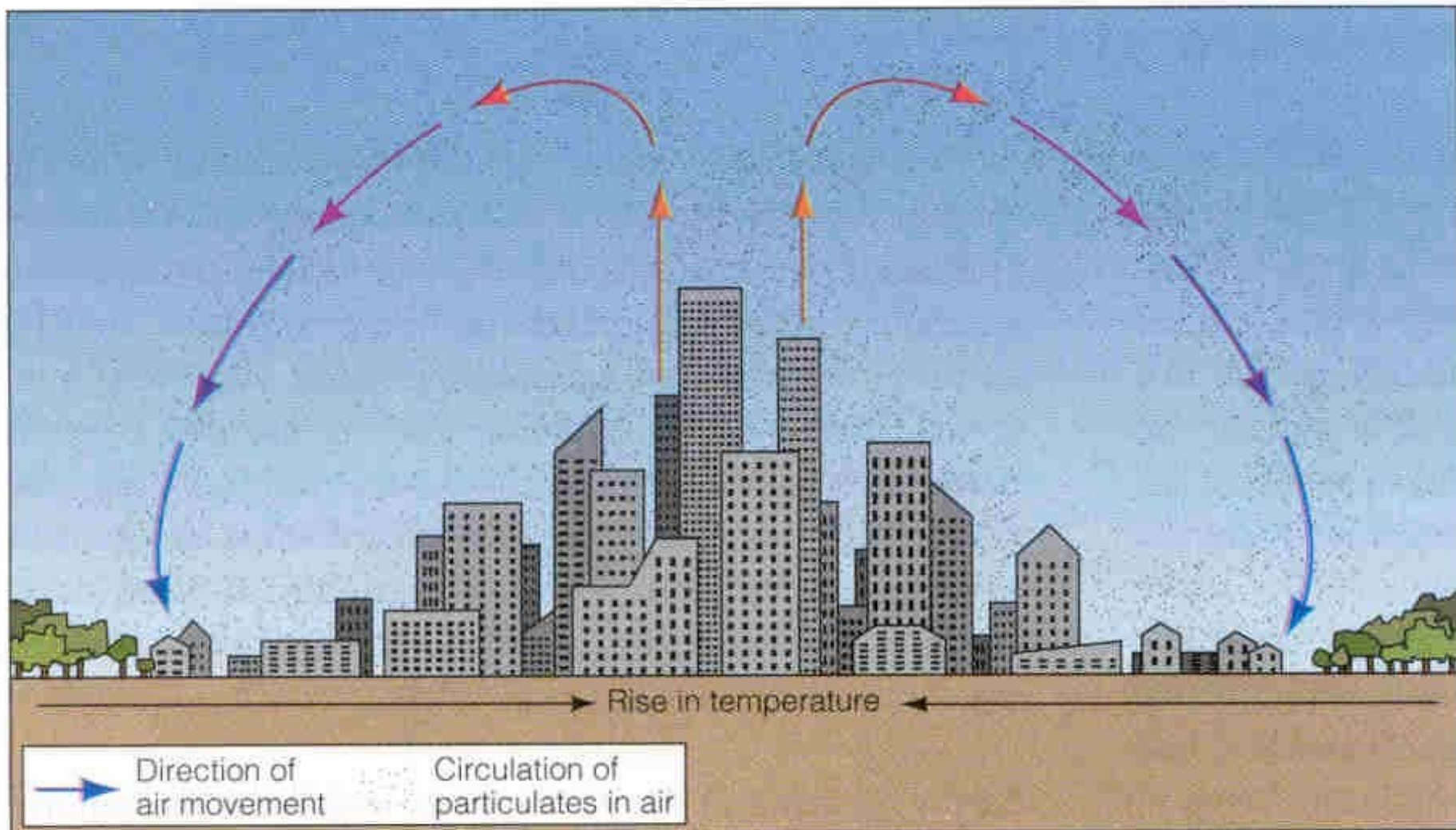
Antropogenní vlivy

Současné trendy



Lokální vlivy

Tepelné ostrovy



Smog a troposferický ozon

Smog = smoke + fog (kouř + mlha)

Prachové částice

Těžké kovy

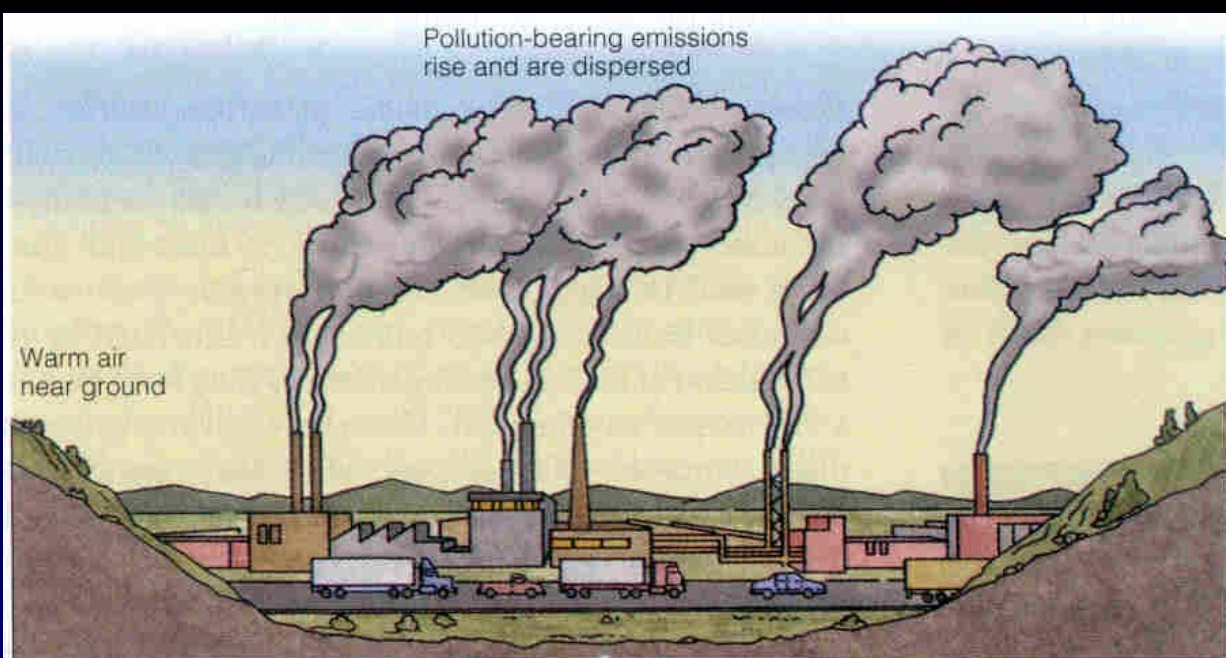
CO

SO₂

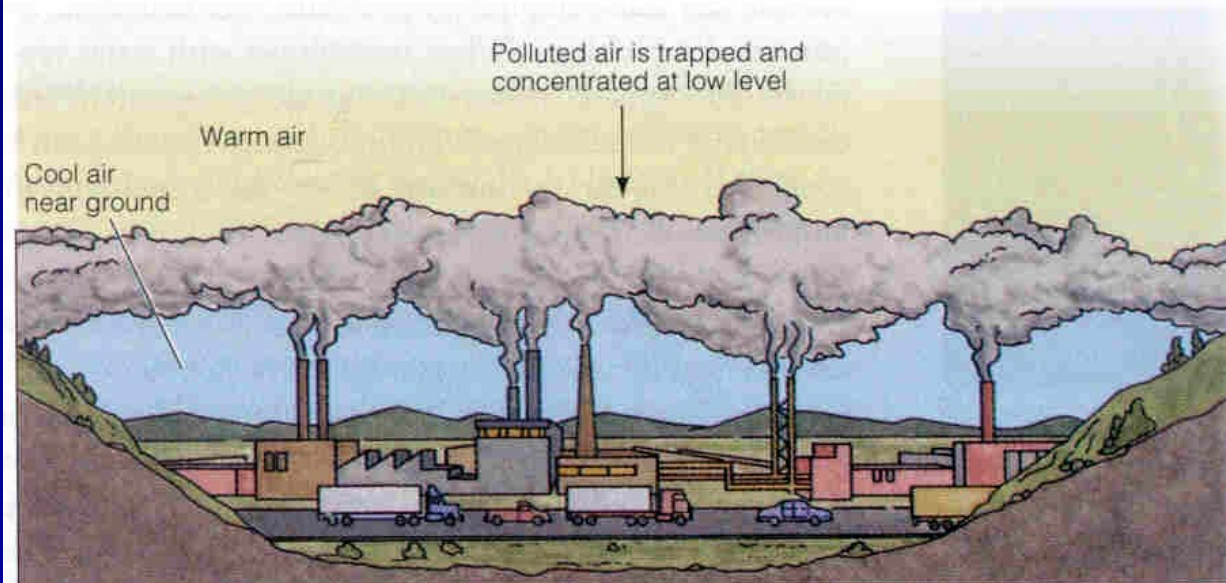
NO_x

VOC (těkavé organické látky)

O₃



A.



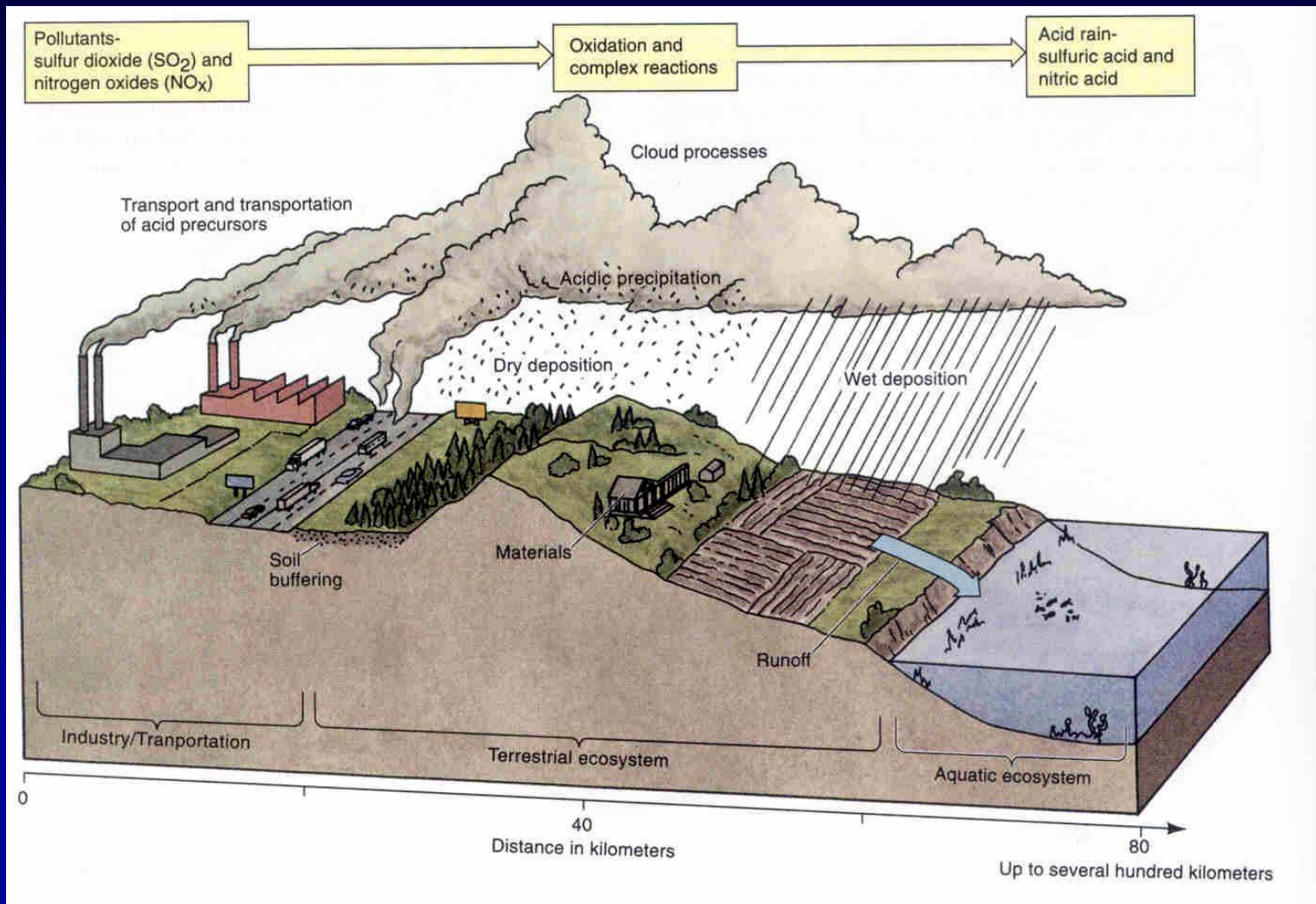
B.

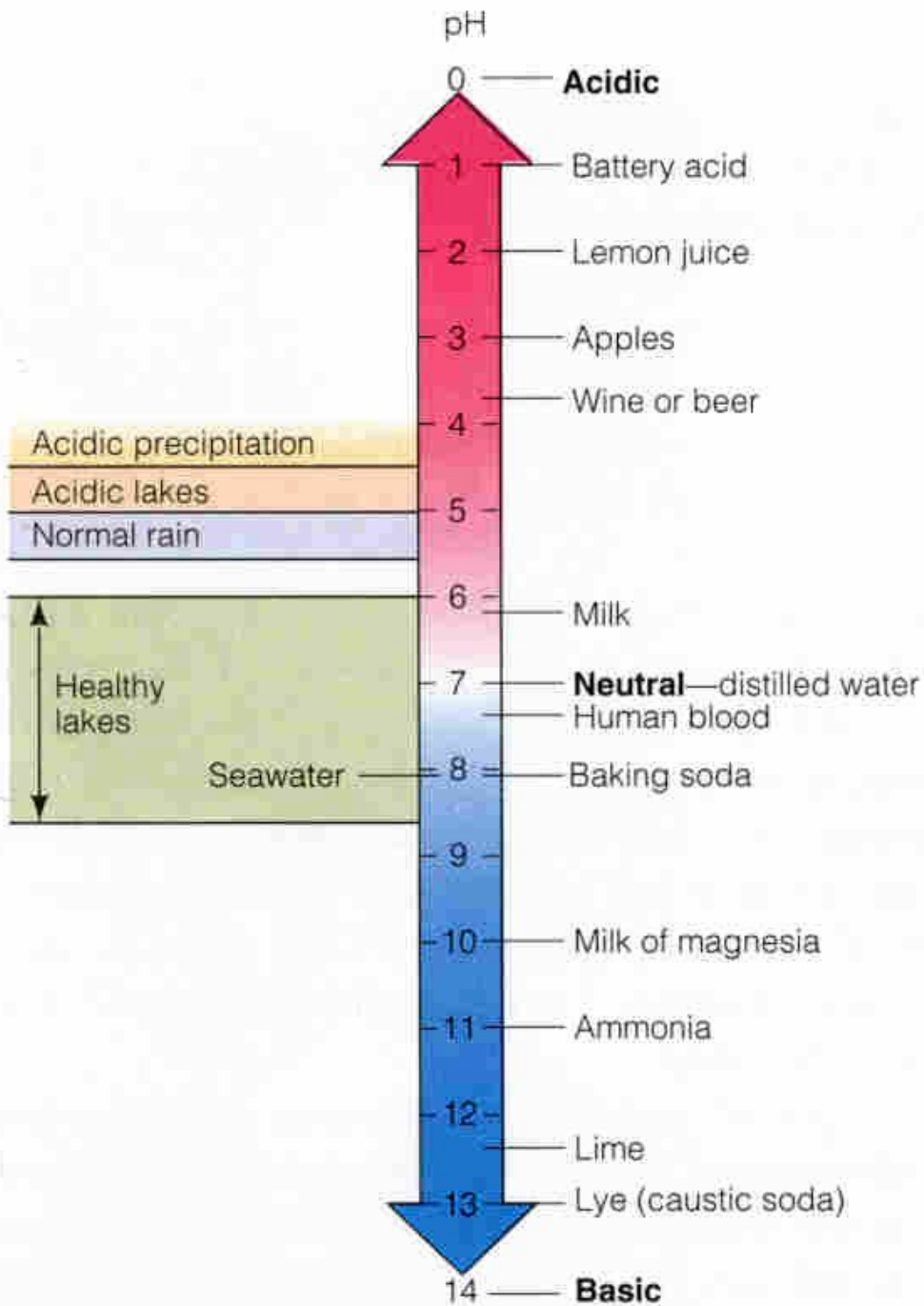
Regionální vlivy

Transport na velké vzdálenosti

Suspenze - srážky (mokrý deponice), prach (suchá deponice)

Kyselý srážky



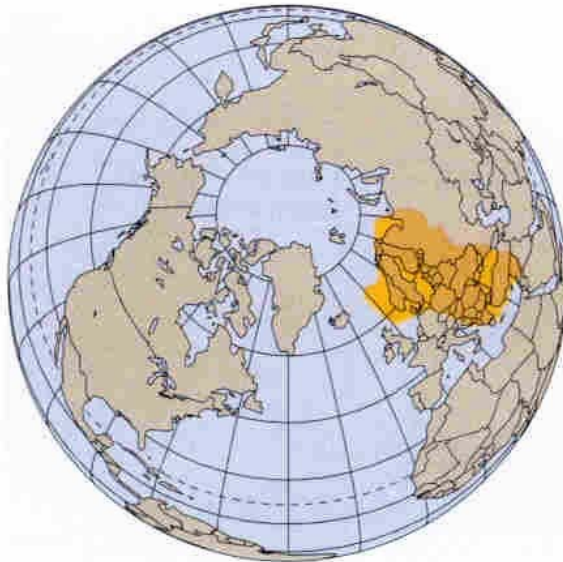


Kyselá srážky

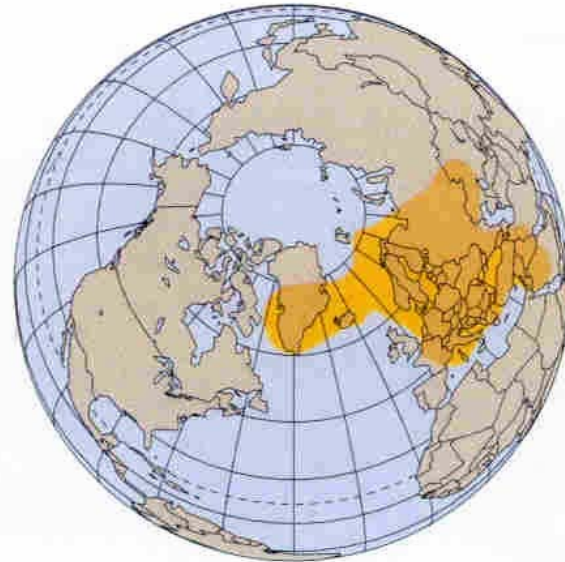
Katedrála v Reměši, Francie



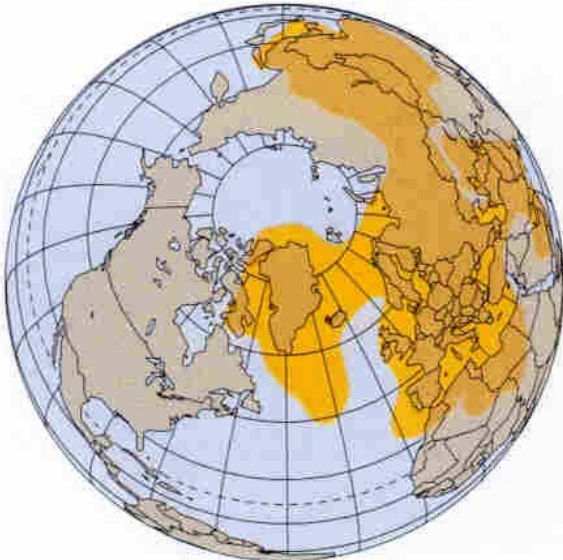
Černobyl, havárie 24. dubna 1986



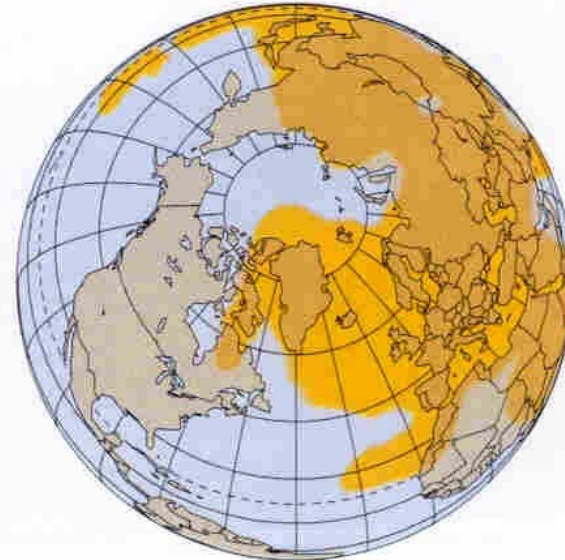
April 27



April 29

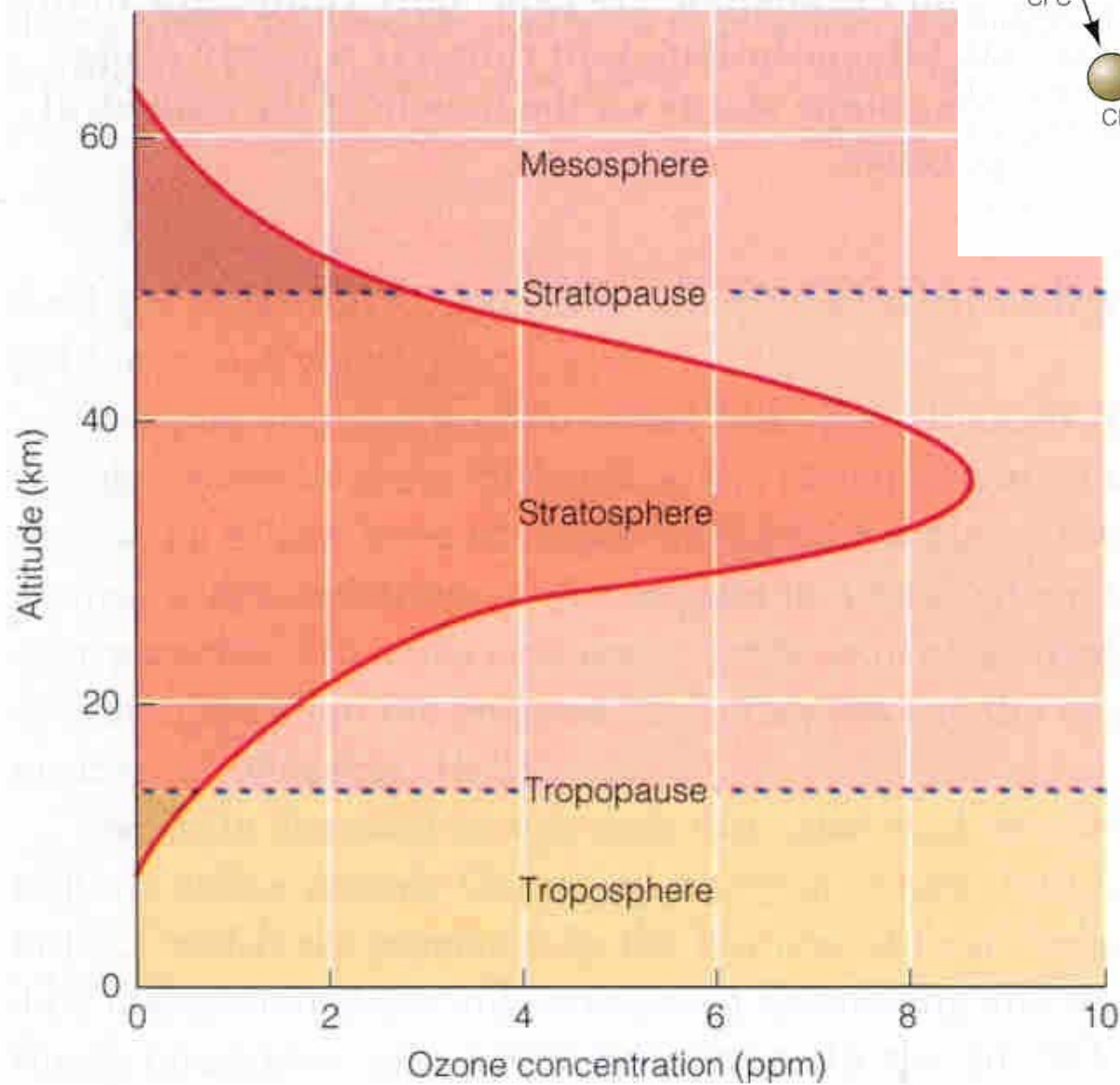
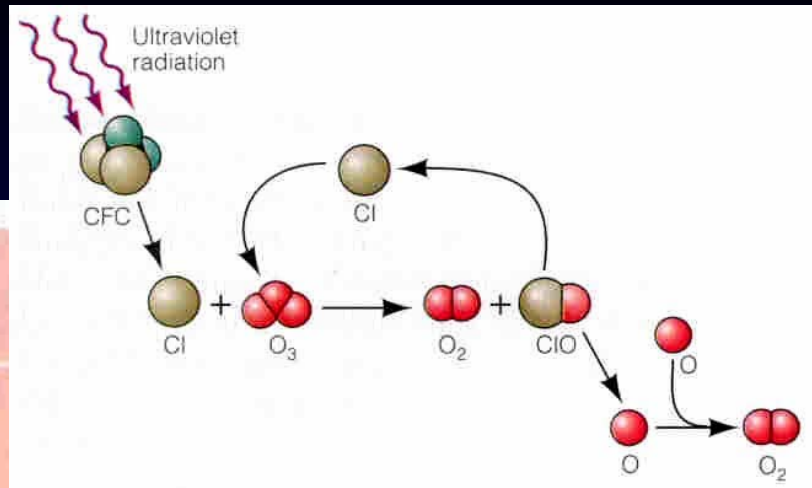


May 1

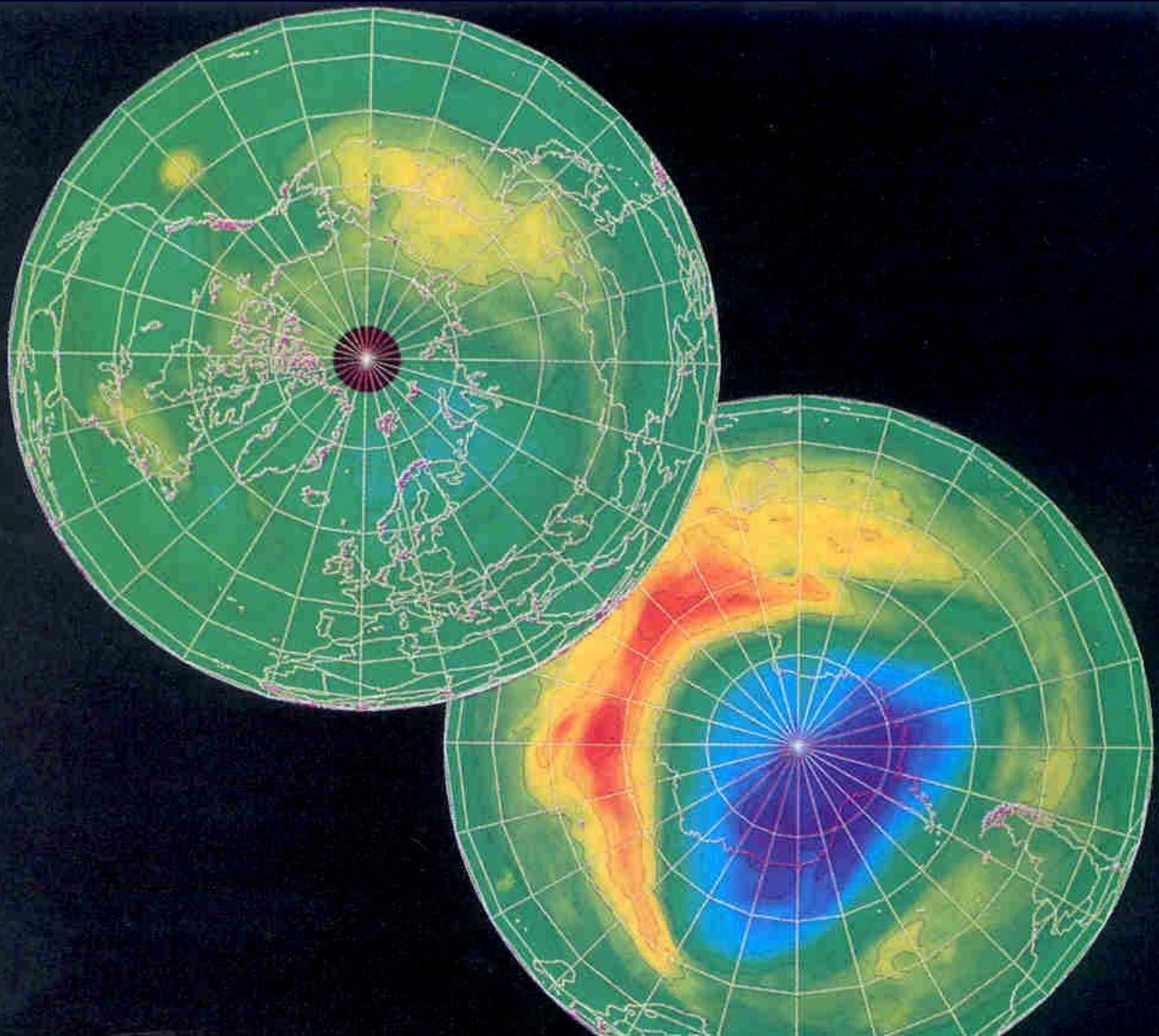


May 3

Stratosferický ozon



Stratosférický ozon 30. září 1992

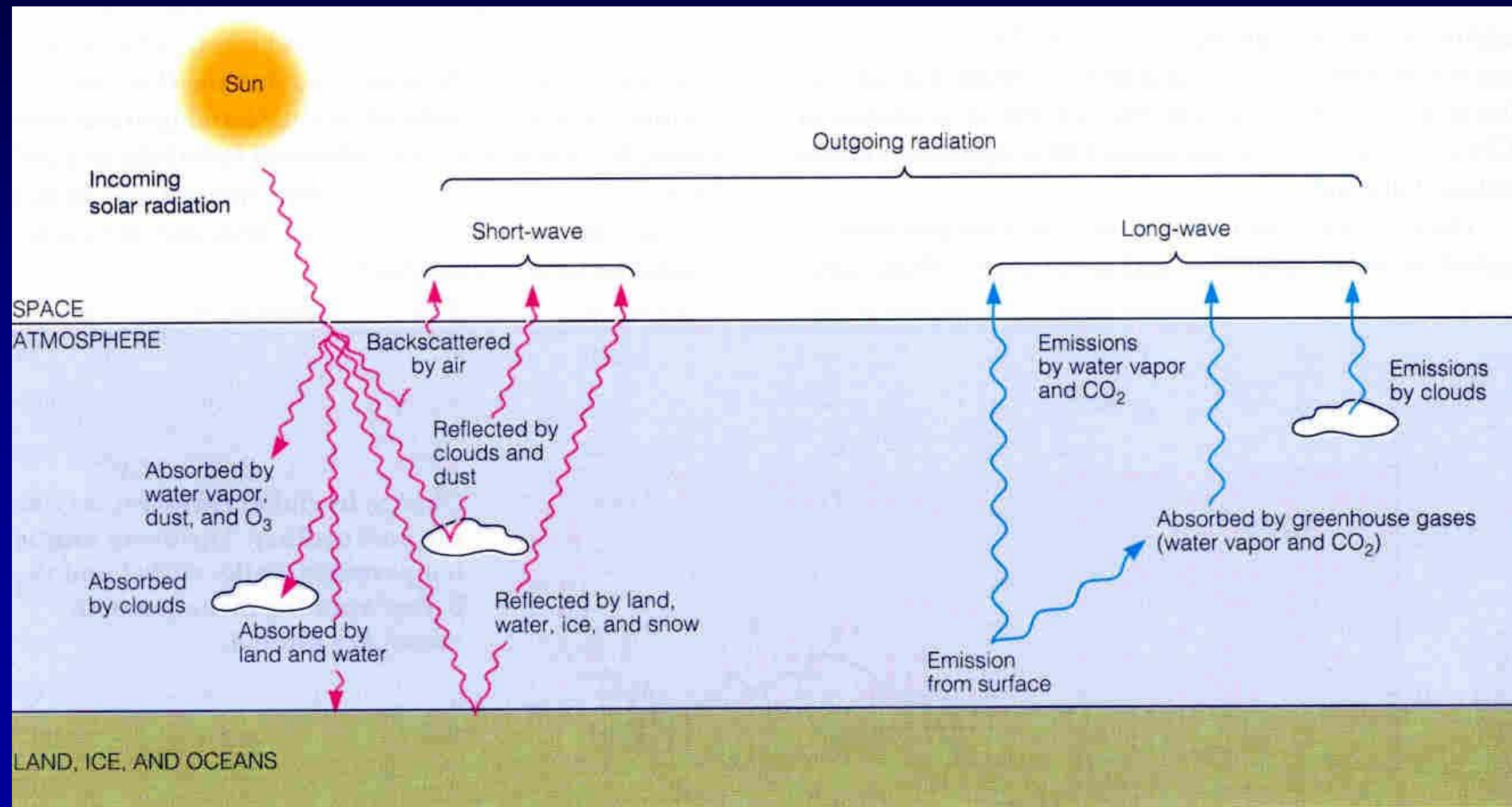


Globální oteplování

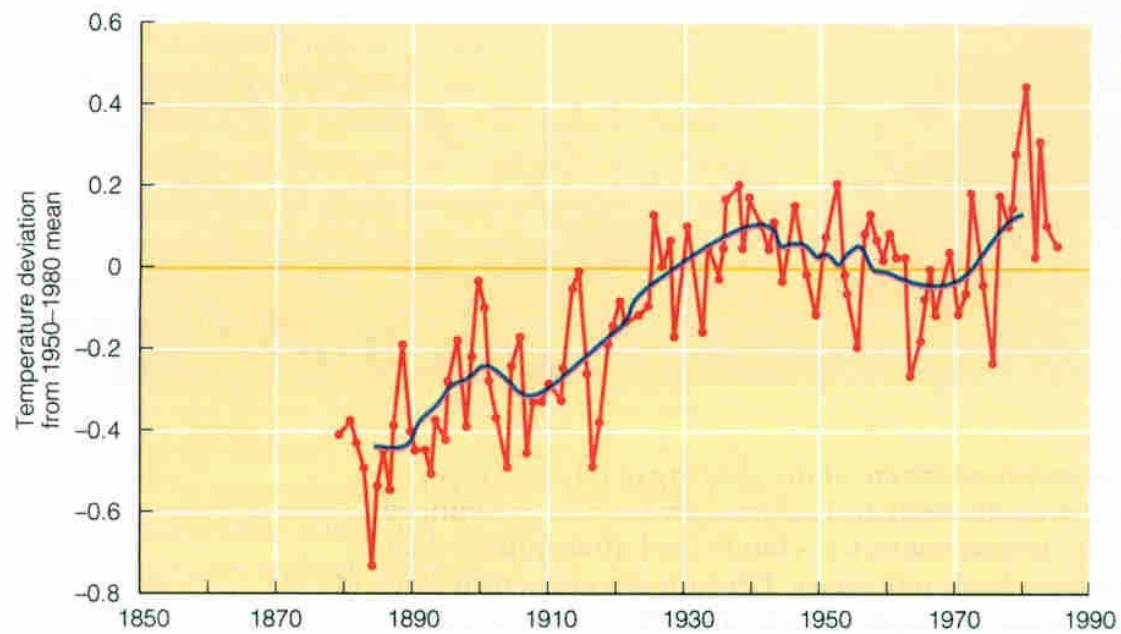
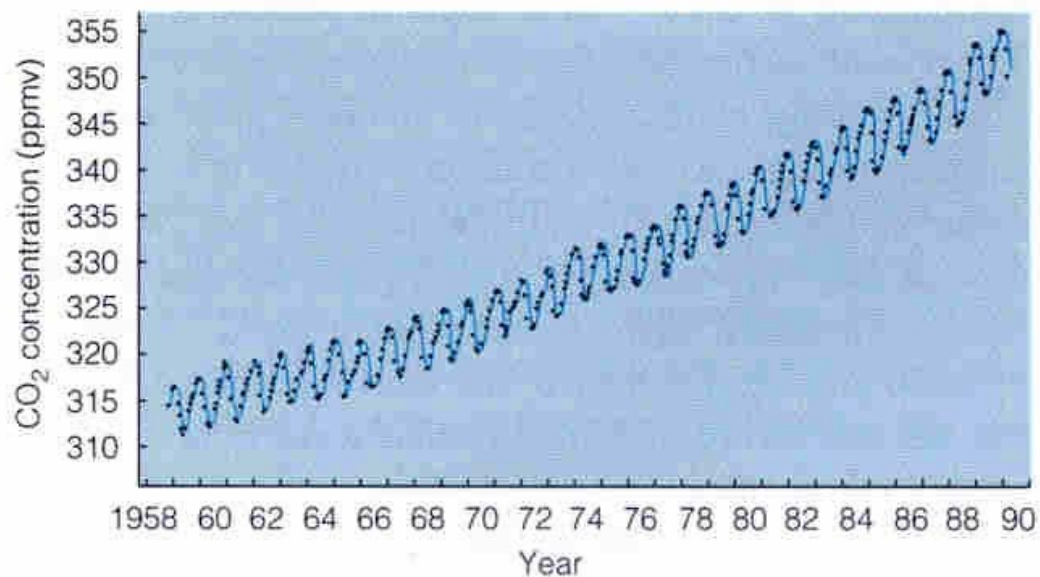
Skleníkové plyny

CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, vodní pára

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

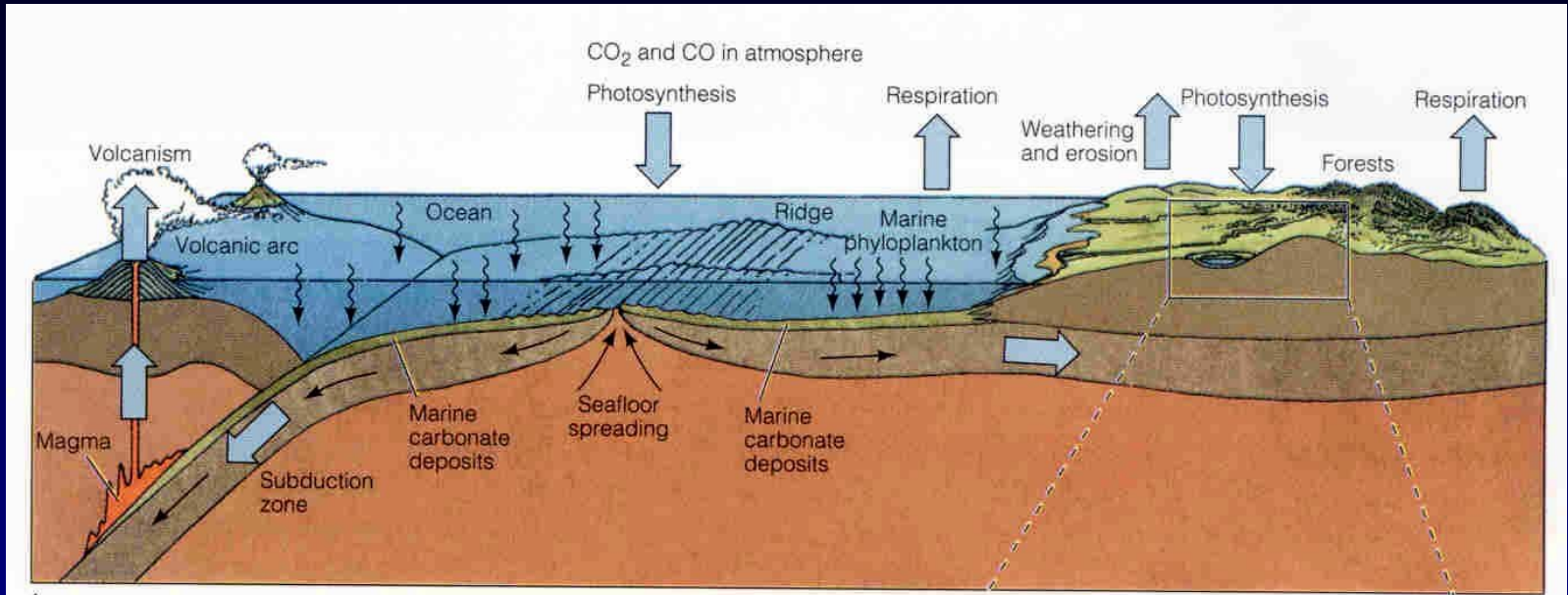


CO₂ Mauna Loa

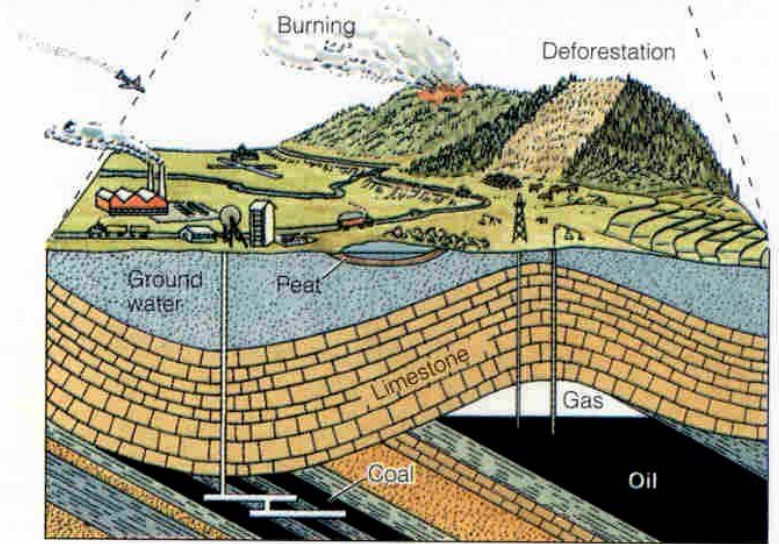


Studium plynů z ledovců

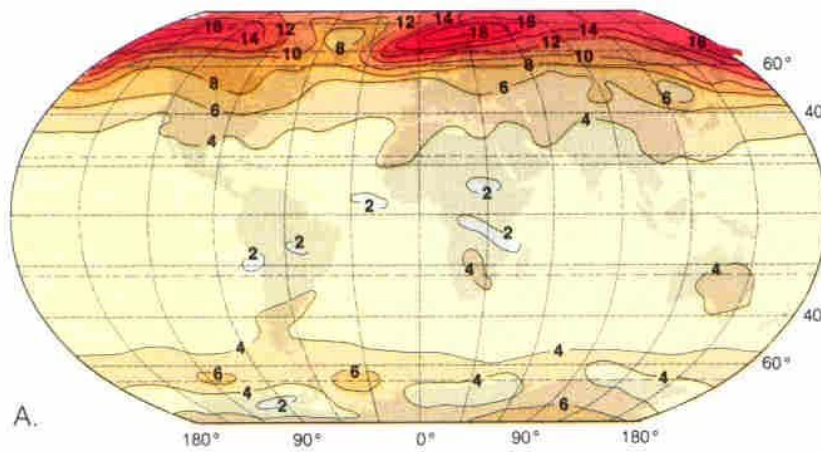
Globální cyklus uhlíku



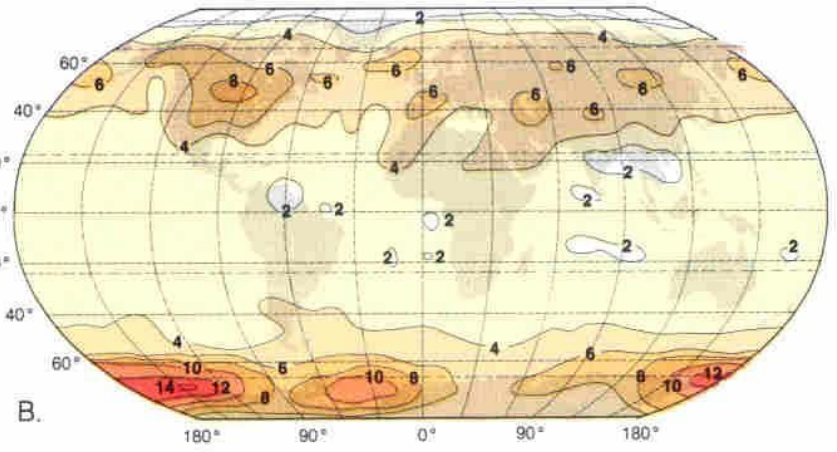
A.



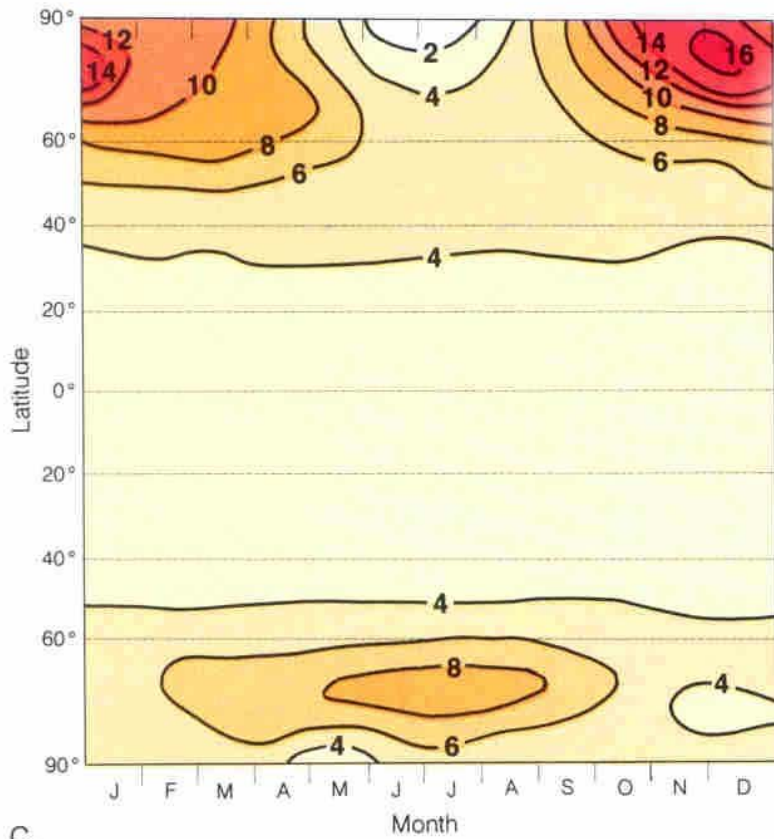
B.



A.



B.



C.

Modelování

Vliv zdvojnásobení
obsahu CO₂

Zima, léto, řez