

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.

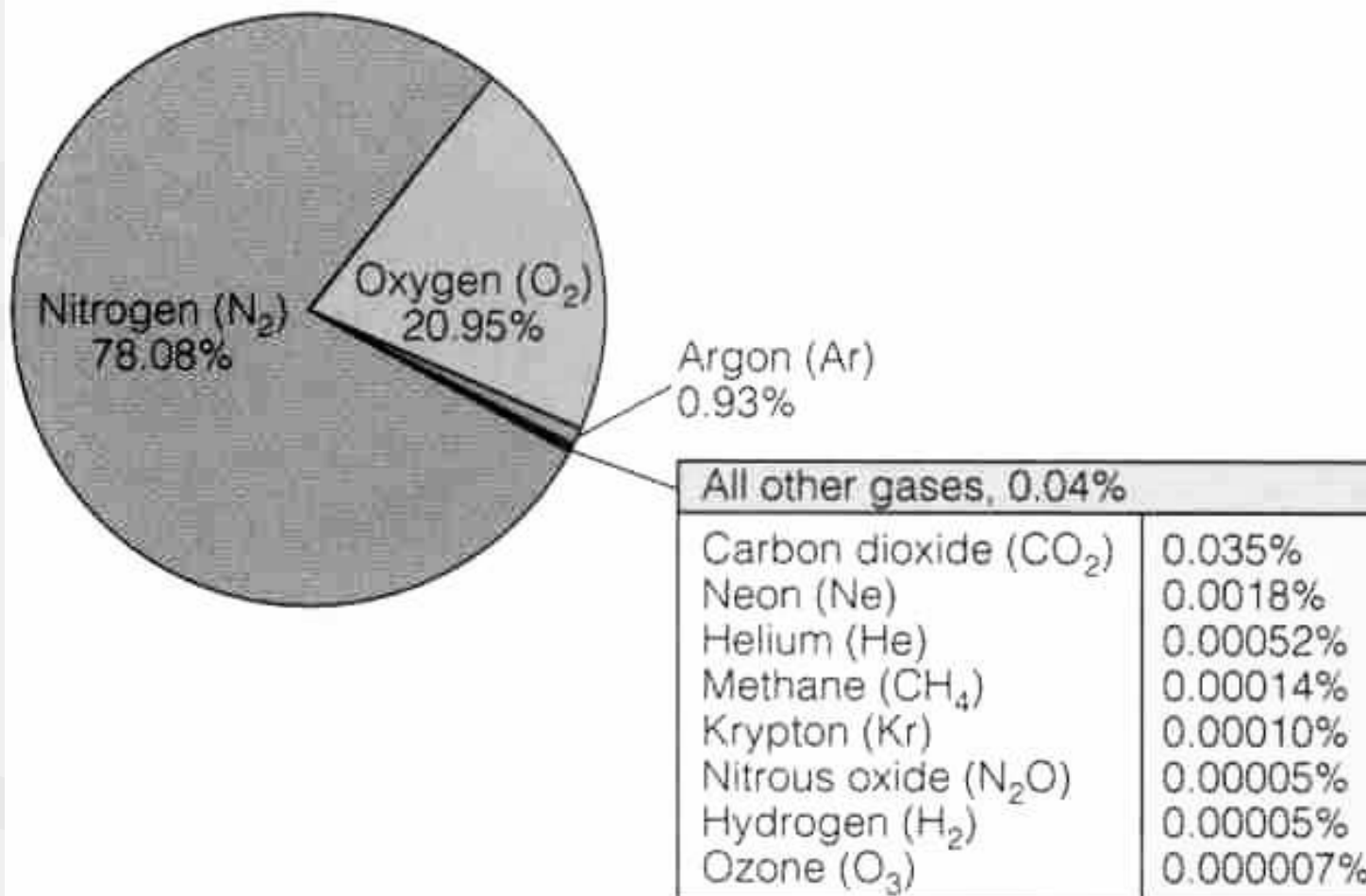
Struktura a vývoj atmosféry

troposféra

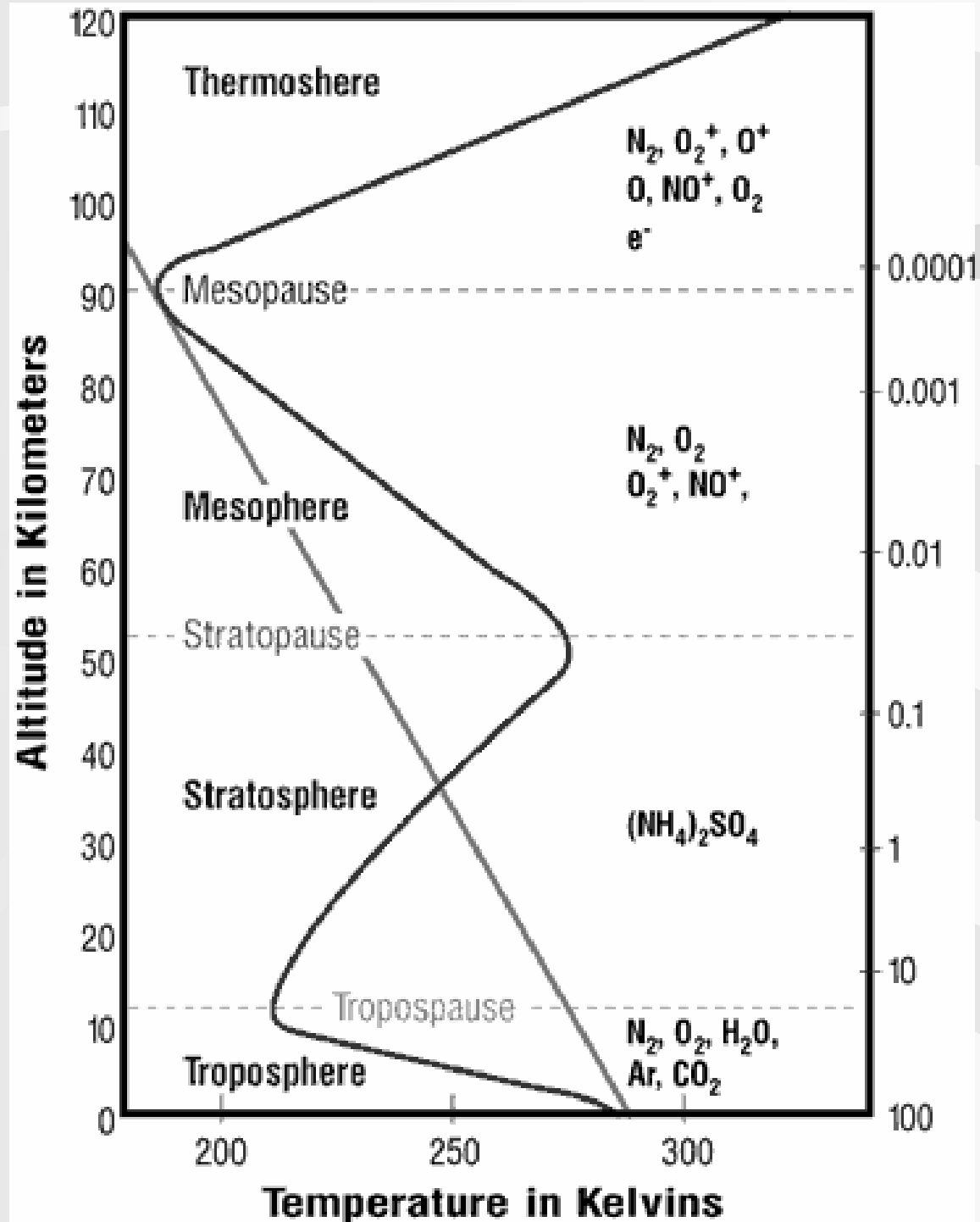
stratosféra

mesosféra

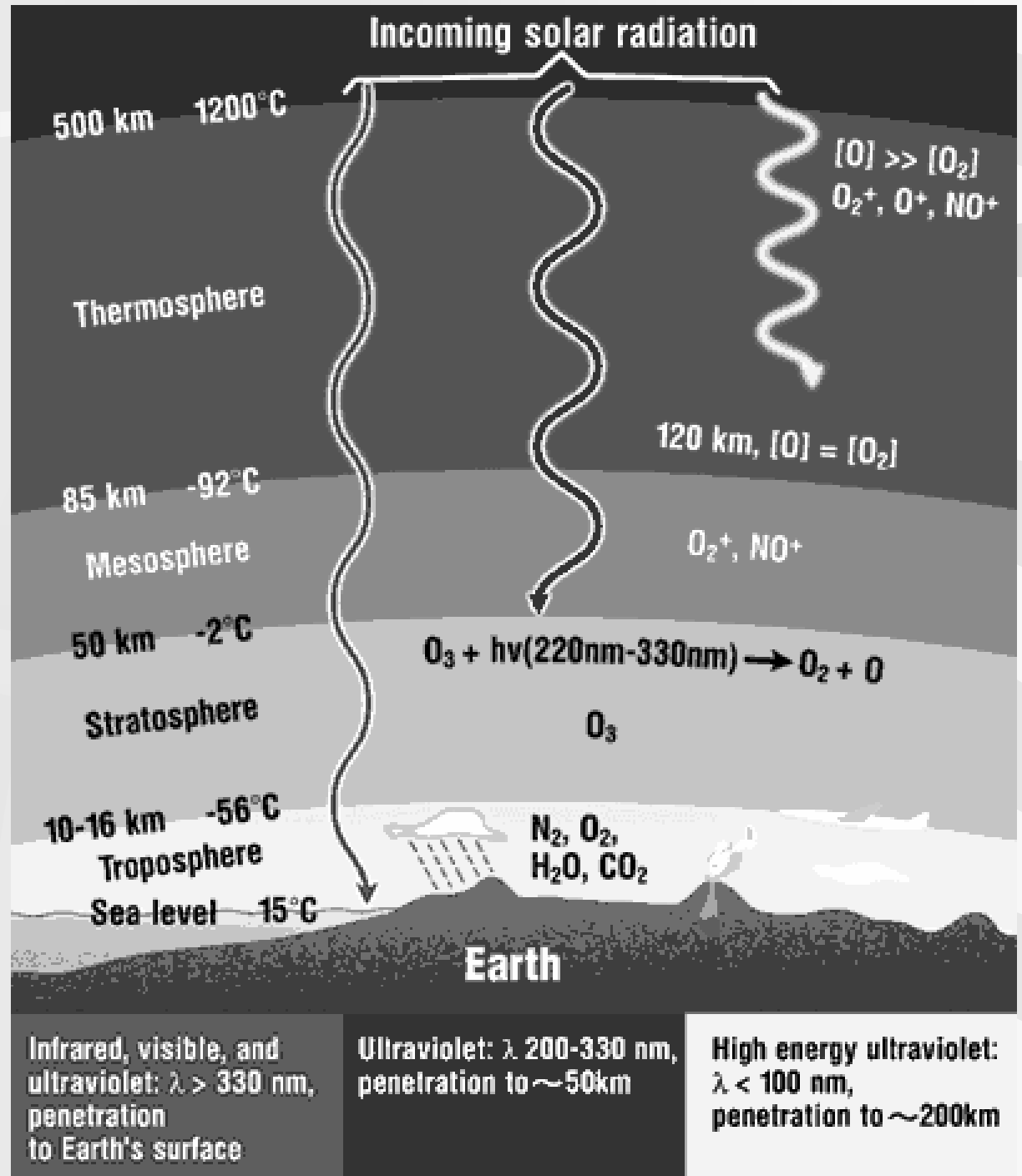
termosféra



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
N₂	780,840	10⁶ let	Bio&mikrobiol
O₂	209,460	10 let	Bio&mikrobiol
CH₄	1.65	7 let	Bio&mikrobiol
CO₂	332	15 let	Antropogenní&bio
CO	0.05-0.2	65 dnů	Antropogenní&chemický
H₂	0.58	10	Bio&chemický
N₂O	0.33	10 let	Bio&chemický
SO₂	10⁻⁵ – 10⁻⁴	40 dnů	Antropogenní&chemický
NH₃	10⁻⁴ – 10⁻³	20 dnů	Bio&chemický
NO + NO₂	10⁻⁶ – 10⁻²	1 den	Antropogenní&chemický
O₃	10⁻²	?	chemický
HNO₃	10⁻⁵ – 10⁻³	1 den	chemický
H₂O	různá	10 dnů	Fyz.-chemický
He	5.2	10 let	Fyz.-chemický

Prostředí chemických reakcí

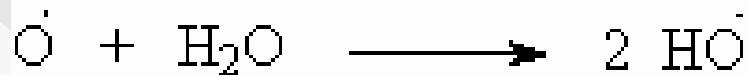
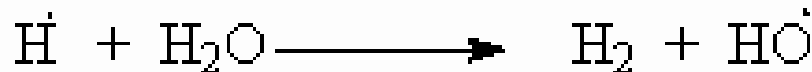
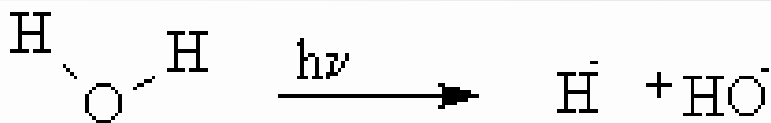
V plynné fázi

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

Ve vodných roztocích (kapky vody; acidobazické)

Nejdůležitější

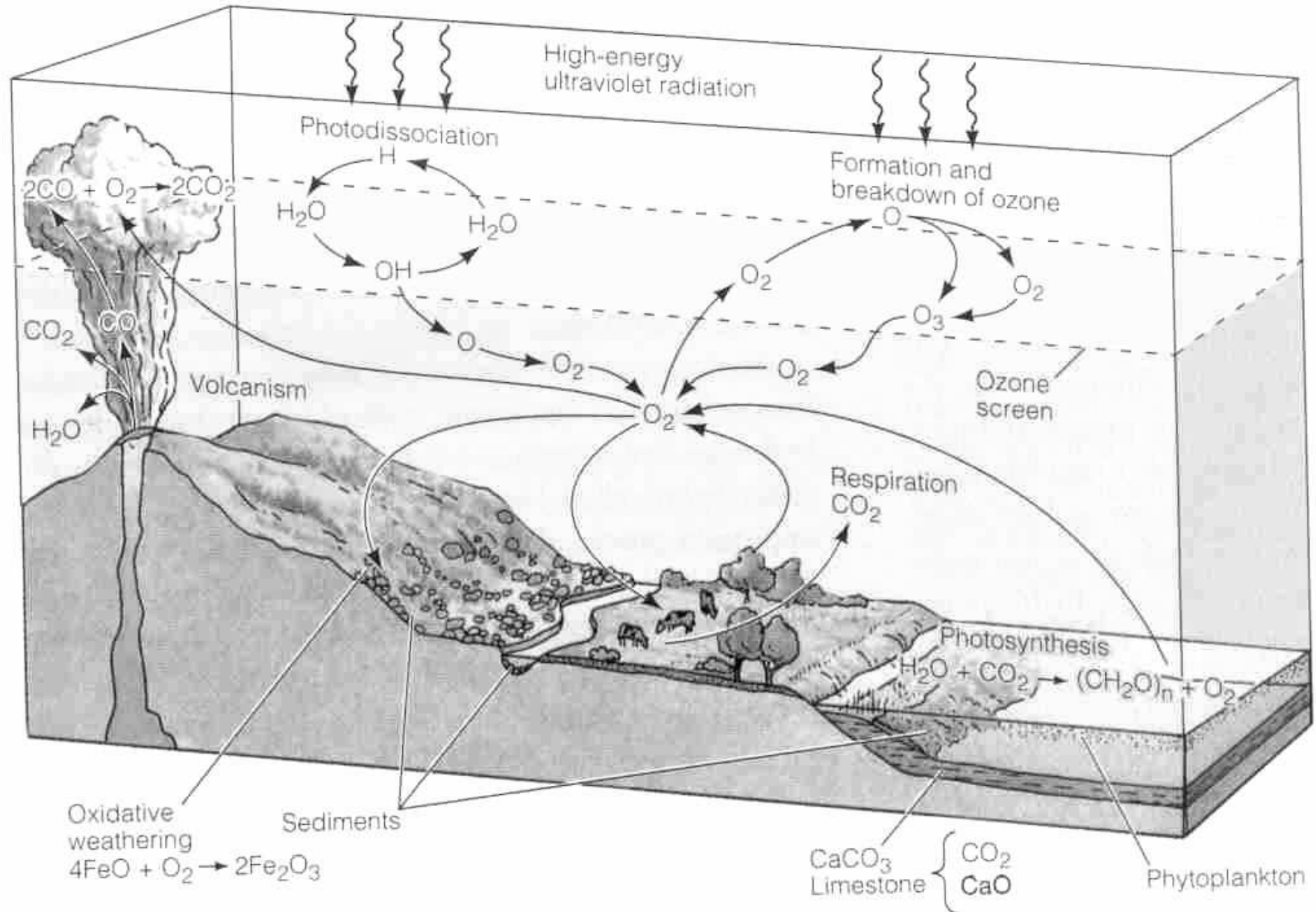
Hydroxylový radikál



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)

Josef Zeman



Změny atmosféry jako přirozený proces

Data pro získání informací o složení atmosféry

Role geologů

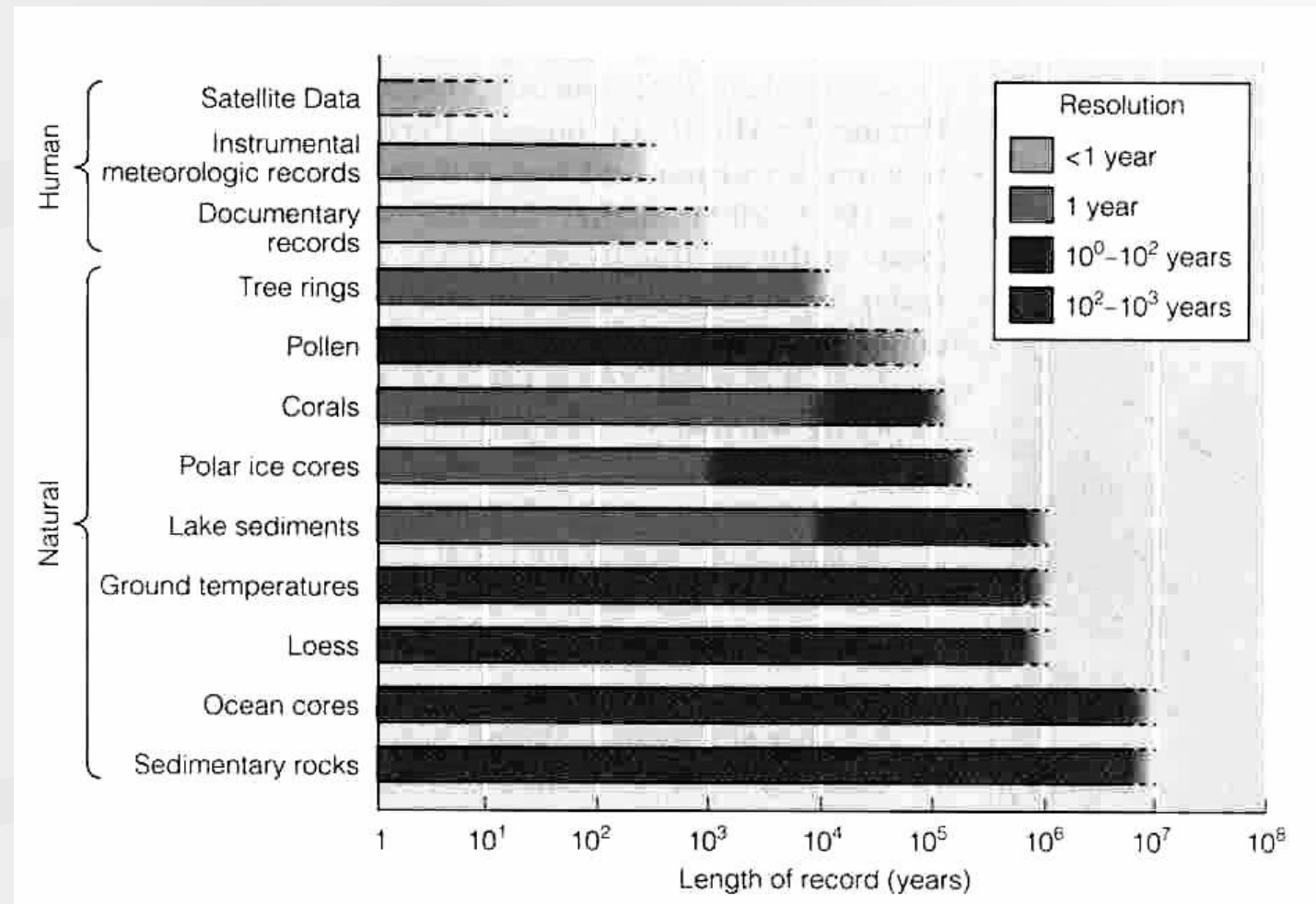
Paleontologie

Sedimentologie

Stratigrafie

Z geologických záznamů víme, že se atmosféra změnila.

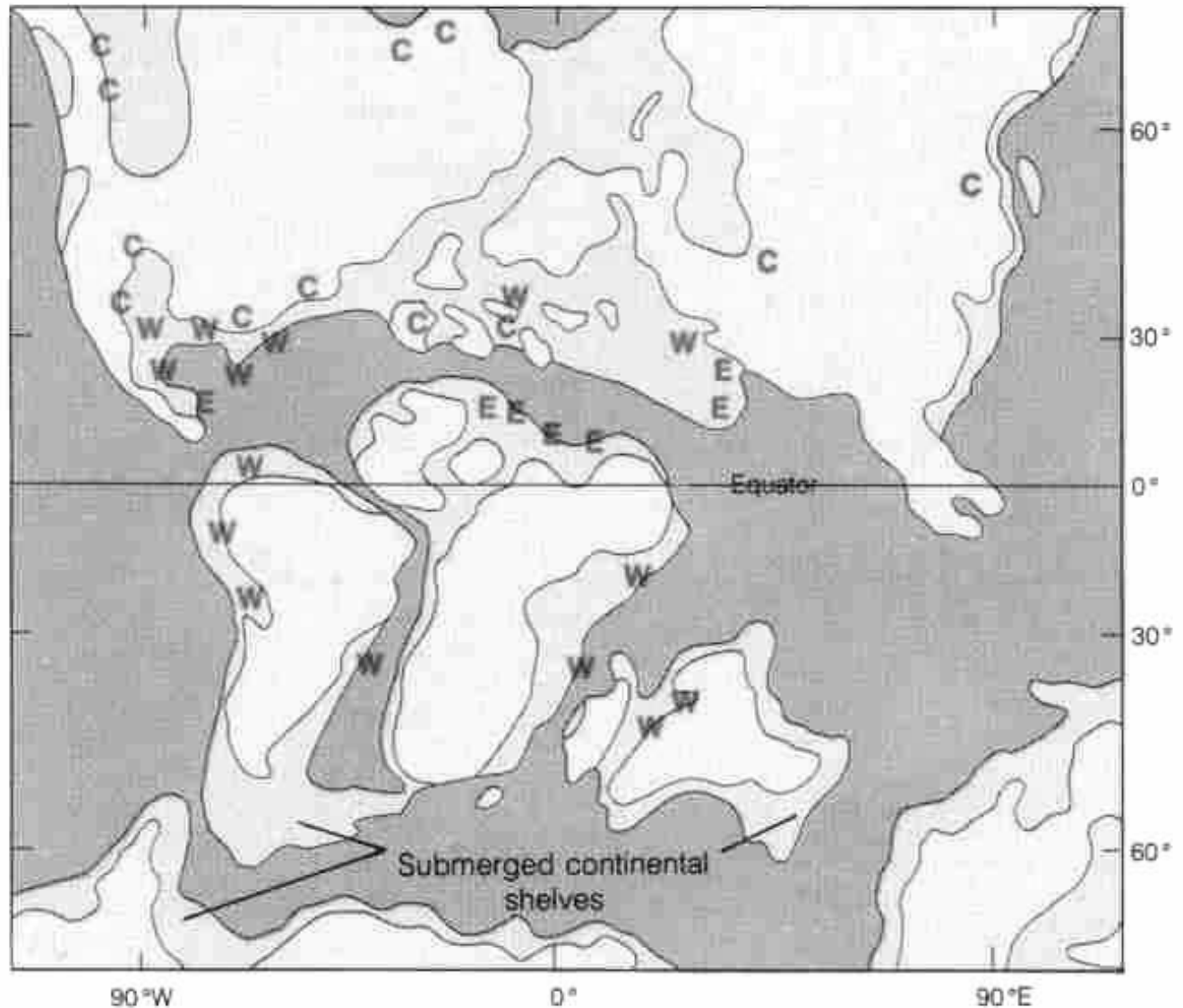
Nevíme jak a jakou rychlostí.



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

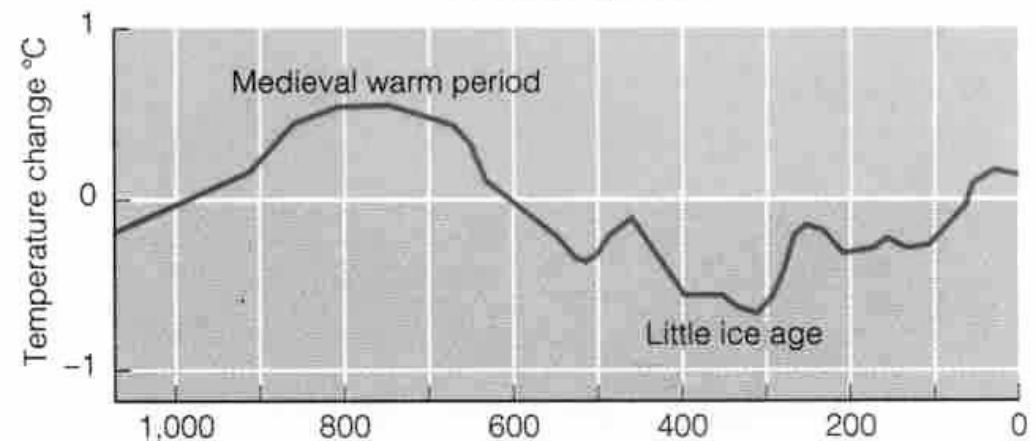
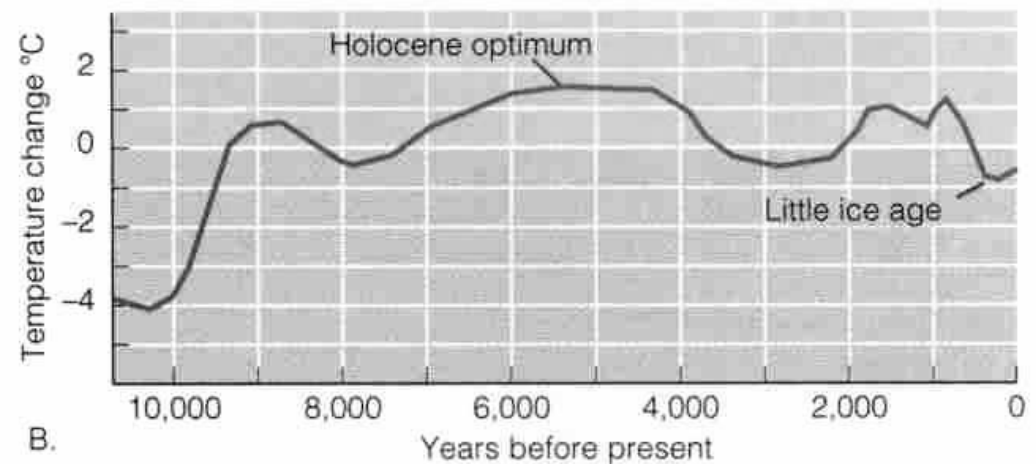
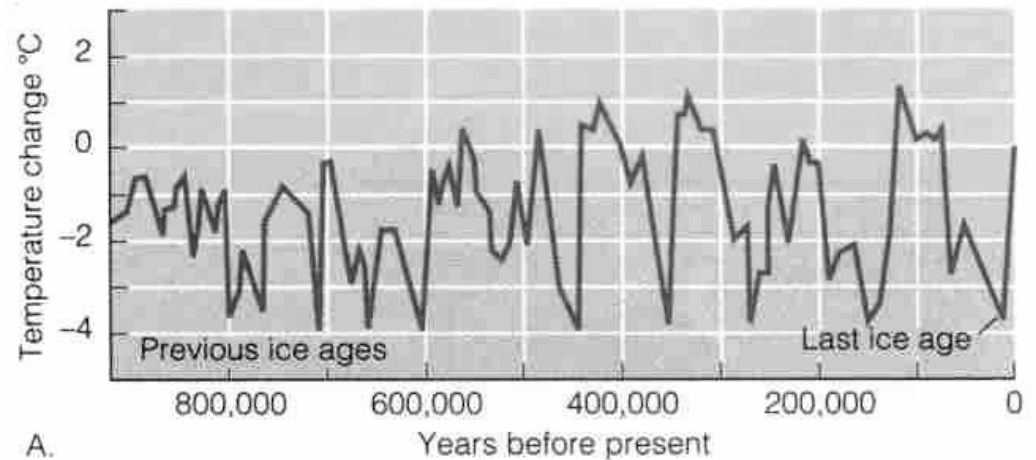
Teplejší období – doby meziledové
– interglaciály

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

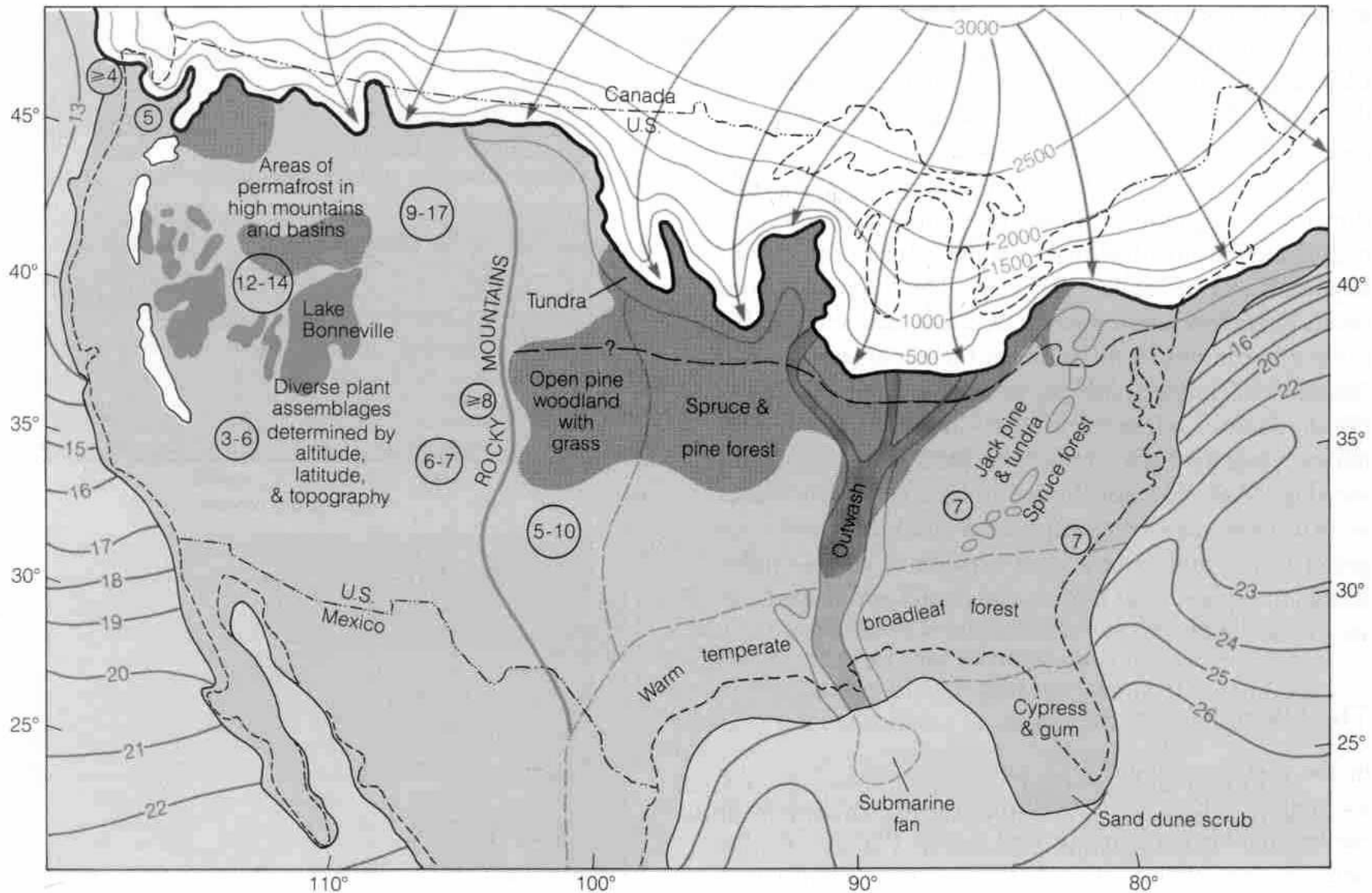
Ledové doby se odehrávaly už
před 2,3 miliardami let.

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

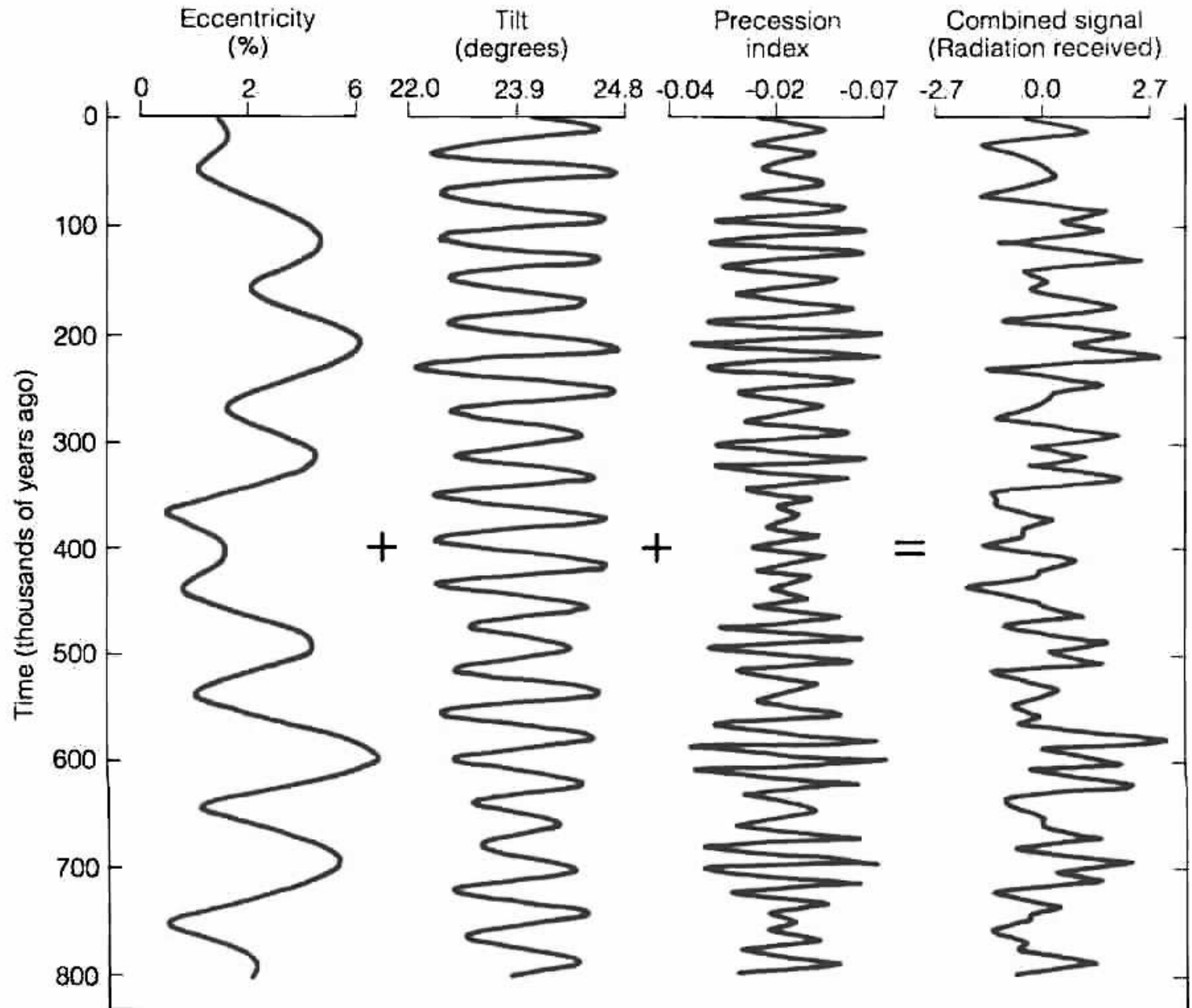
V minulosti až 29 % povrchu.

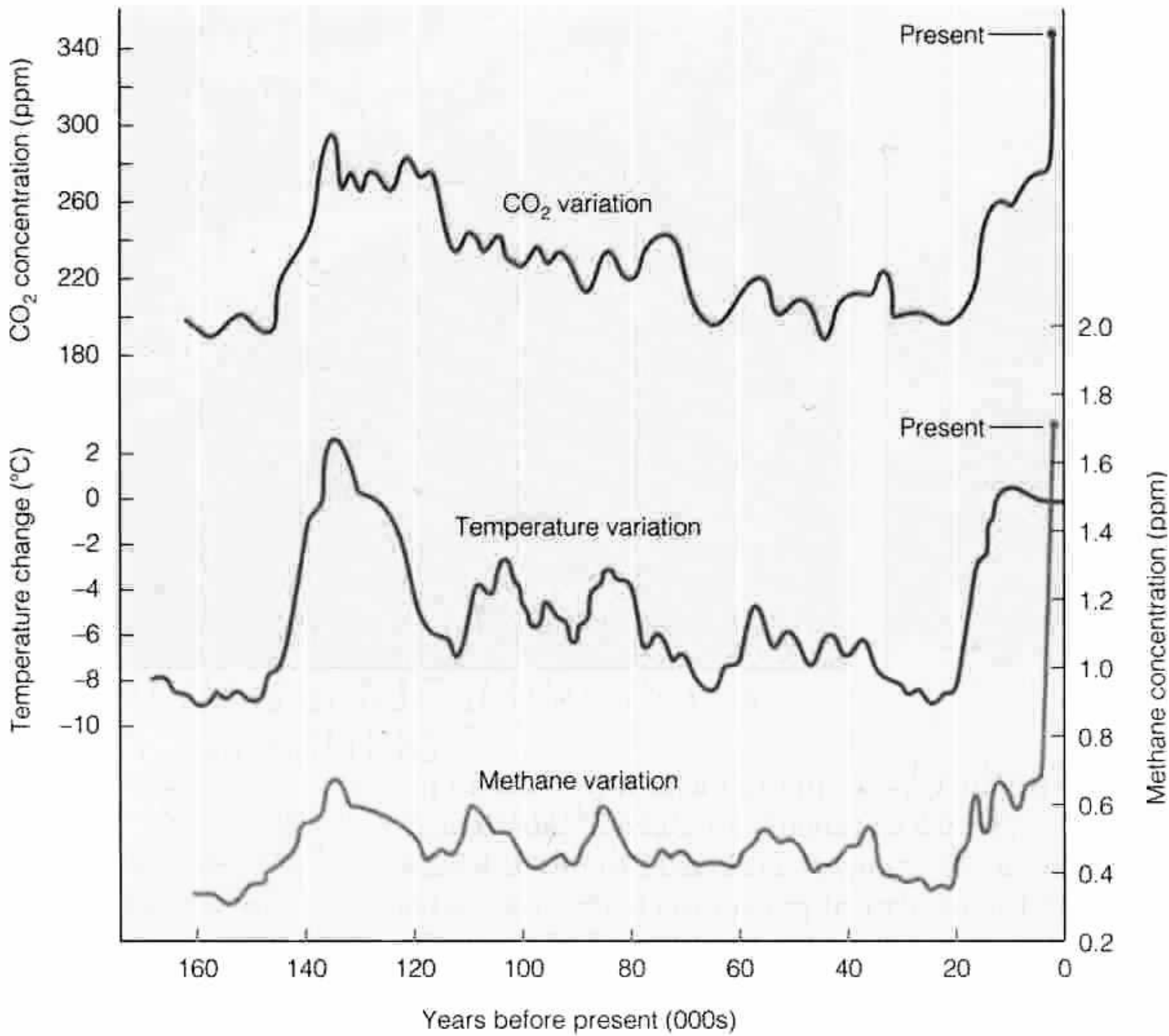


Poslední zalednění – začalo před 30 000 let, před 10 000 konec, nyní procházíme maximem interglaciálu.



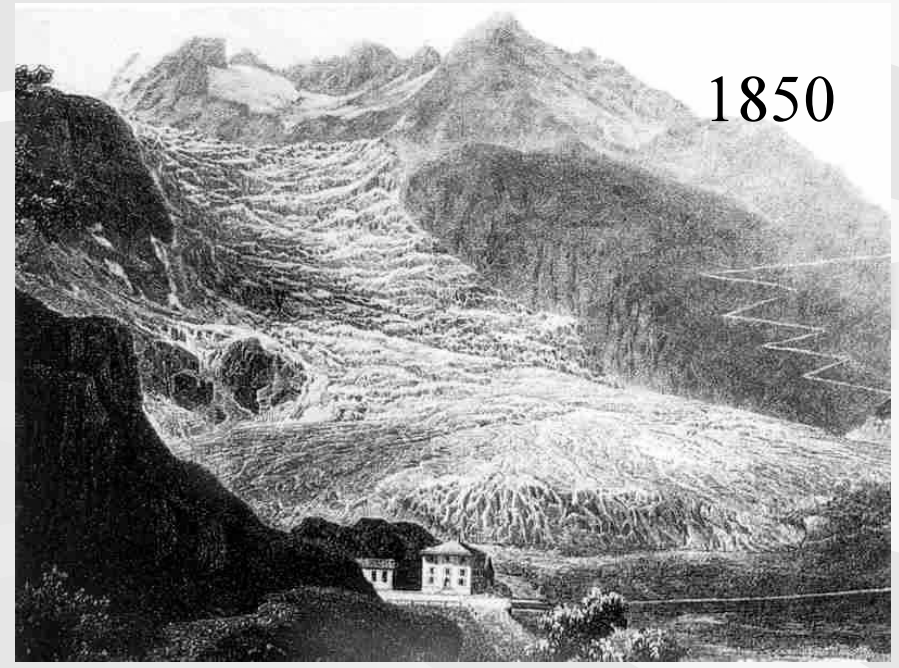
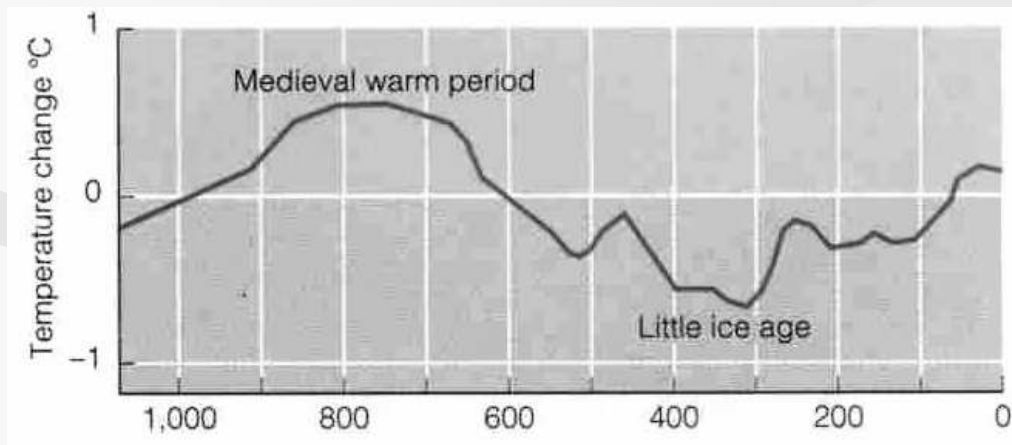
Příčiny Excentricita Precese





Krátkodobé fluktuaace

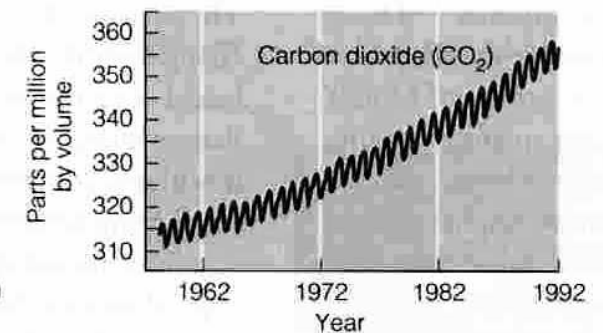
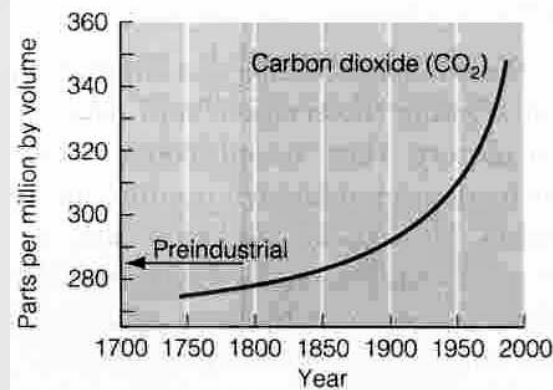
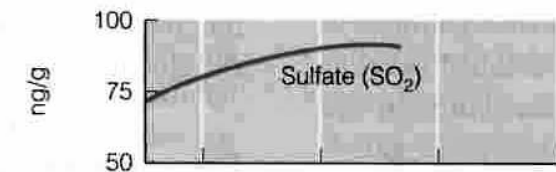
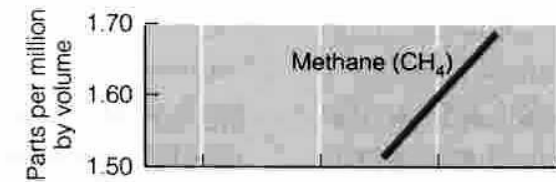
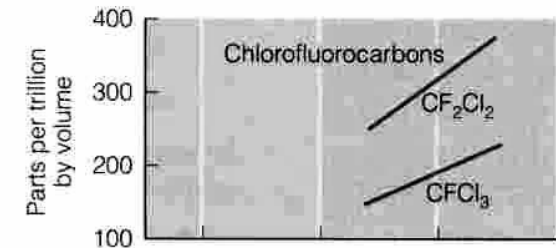
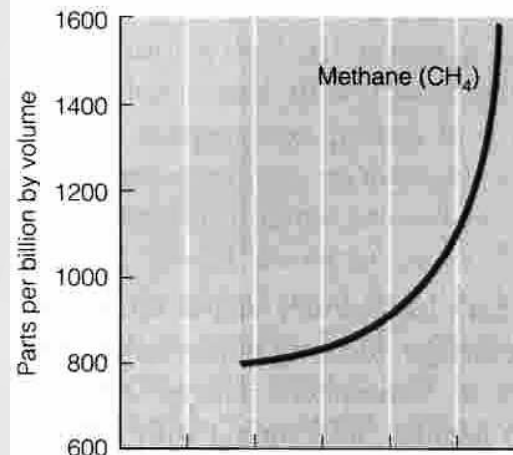
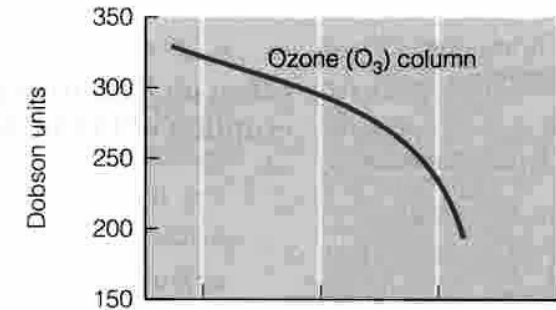
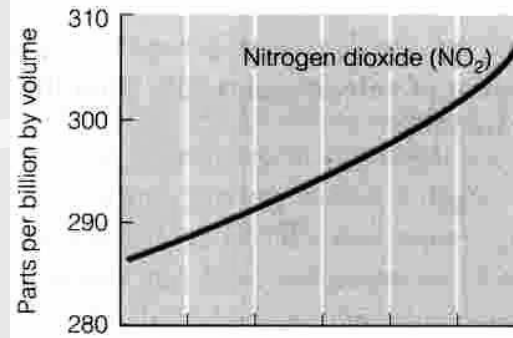
Malá doba ledová: 1300–1900



Rhonský ledoved
(Švýcarské Alpy)

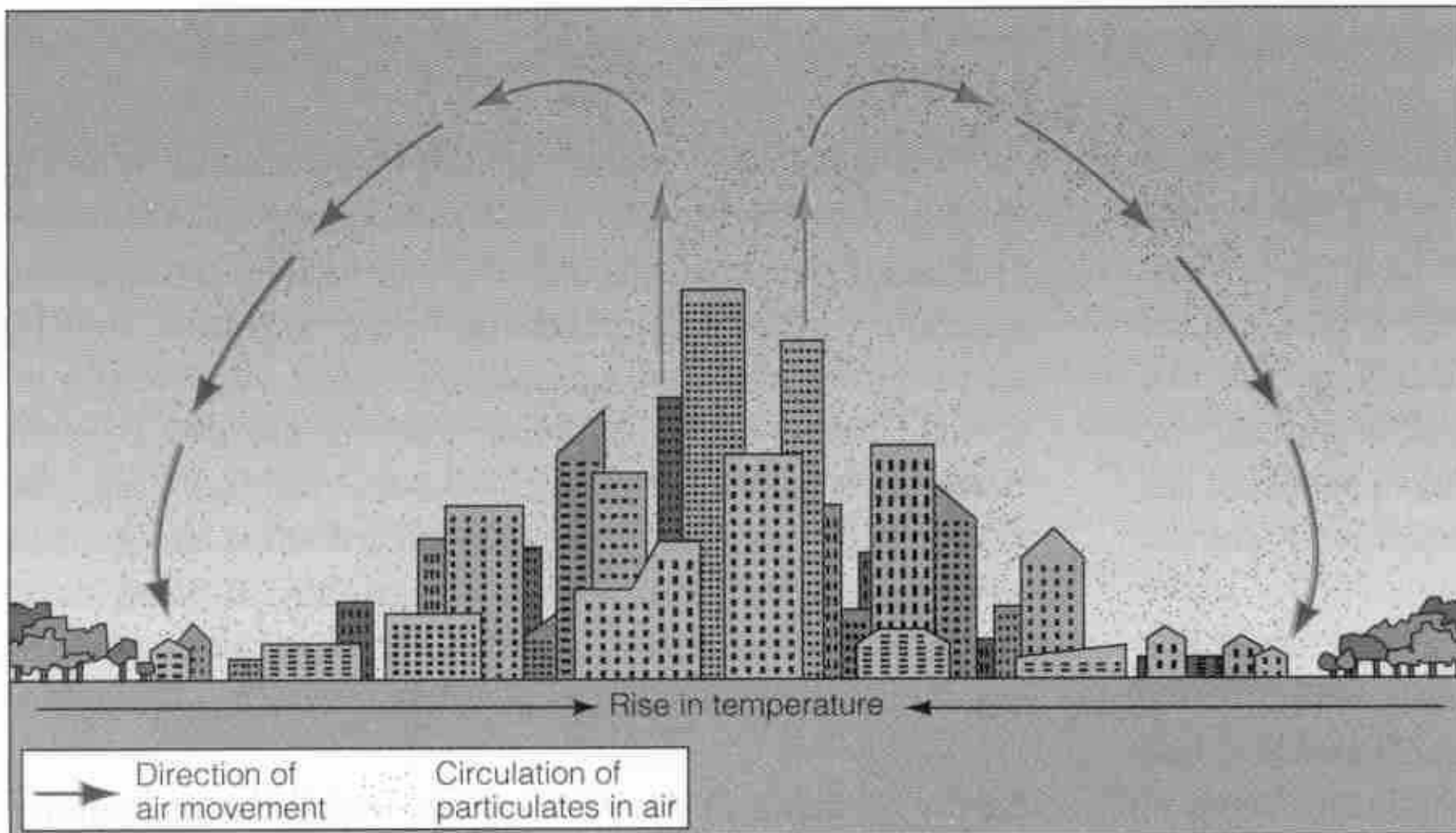
Antropogenní vlivy

Současné trendy



Lokální vlivy

Tepelné ostrovy



Smog a troposferický ozon

Smog = smoke + fog
(kouř + mlha)

Prachové částice

Těžké kovy

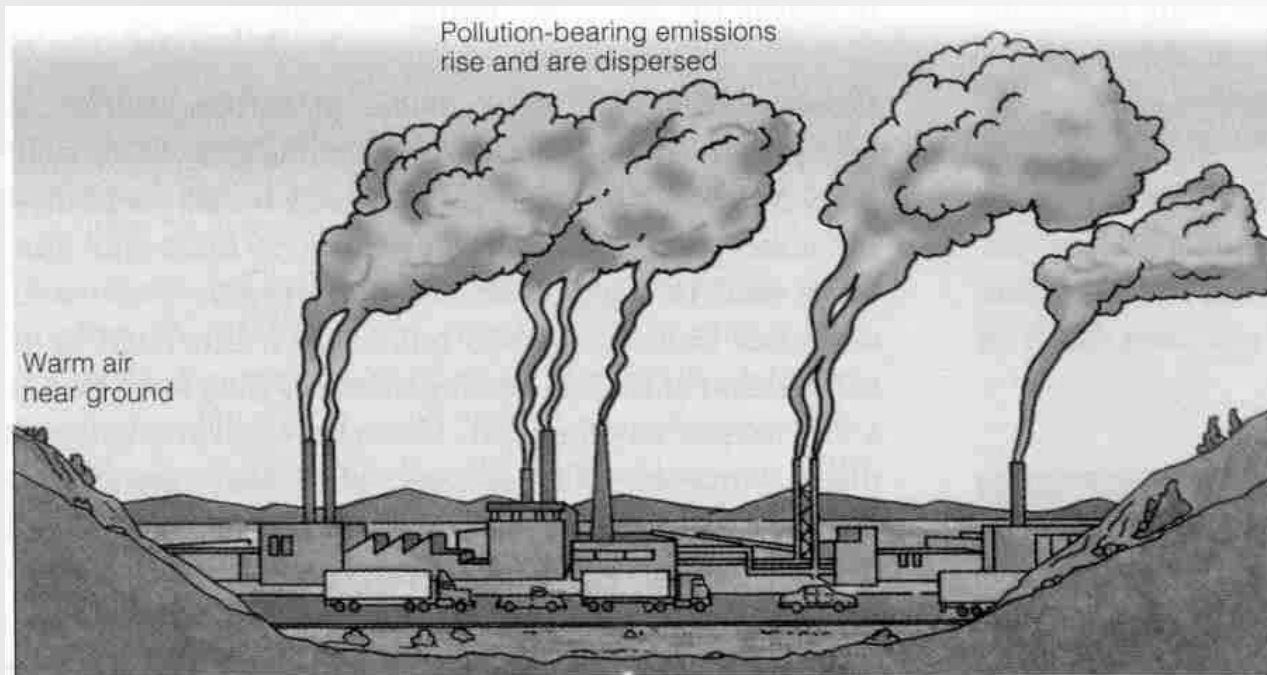
CO

SO₂

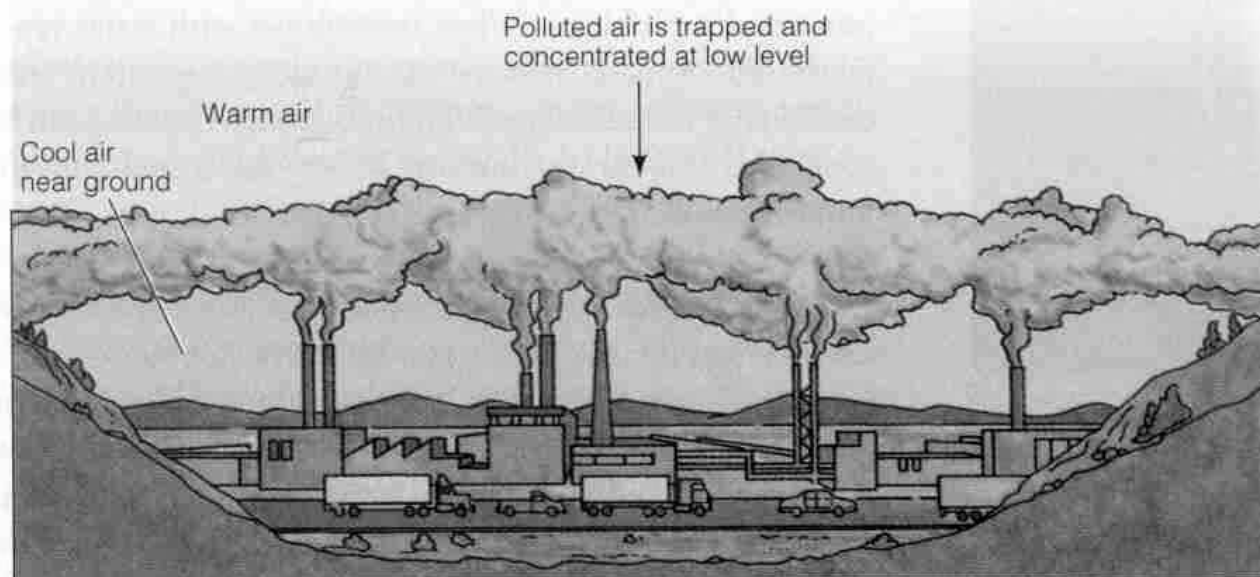
NO_x

VOC (těkavé organické látky)

O₃



A.



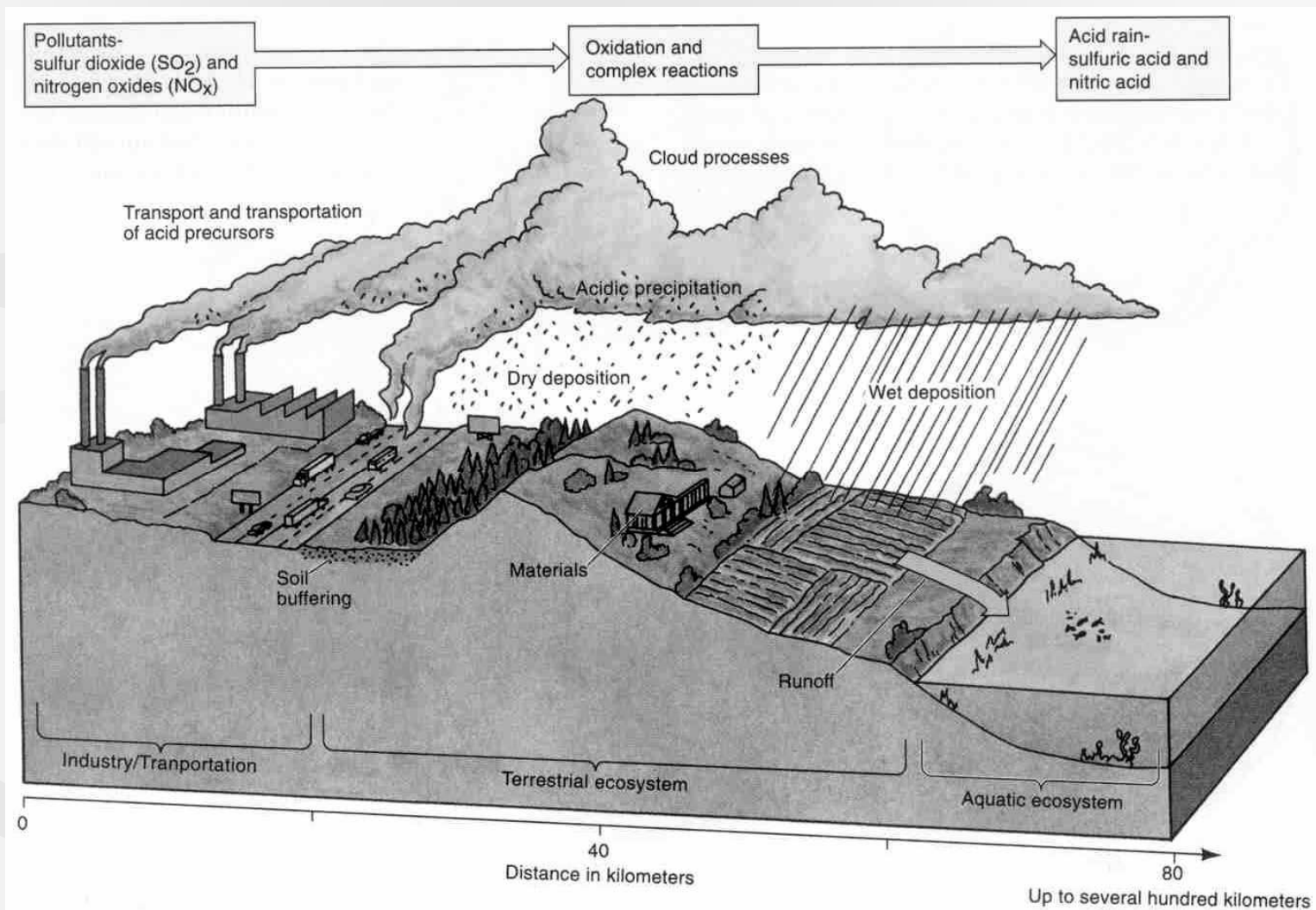
B.

Regionální vlivy

Transport na velké vzdálenosti

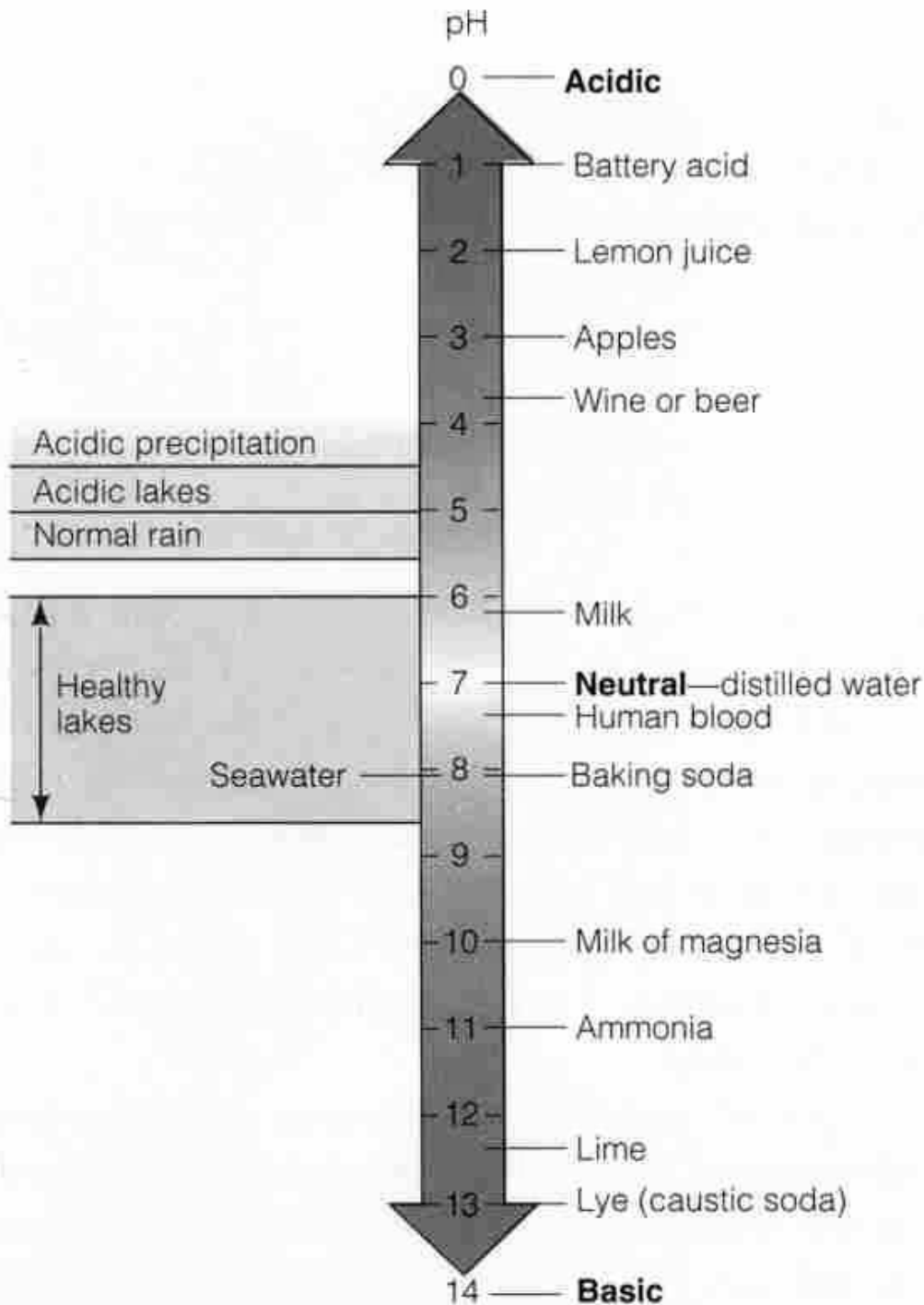
Suspenze - srážky (mokrá depozice), prach (suchá depozice)

Kyselé srážky



Kyselá srážky

Katedrála v Reměši, Francie



Černobyl, havárie 24. dubna 1986



April 27



April 29

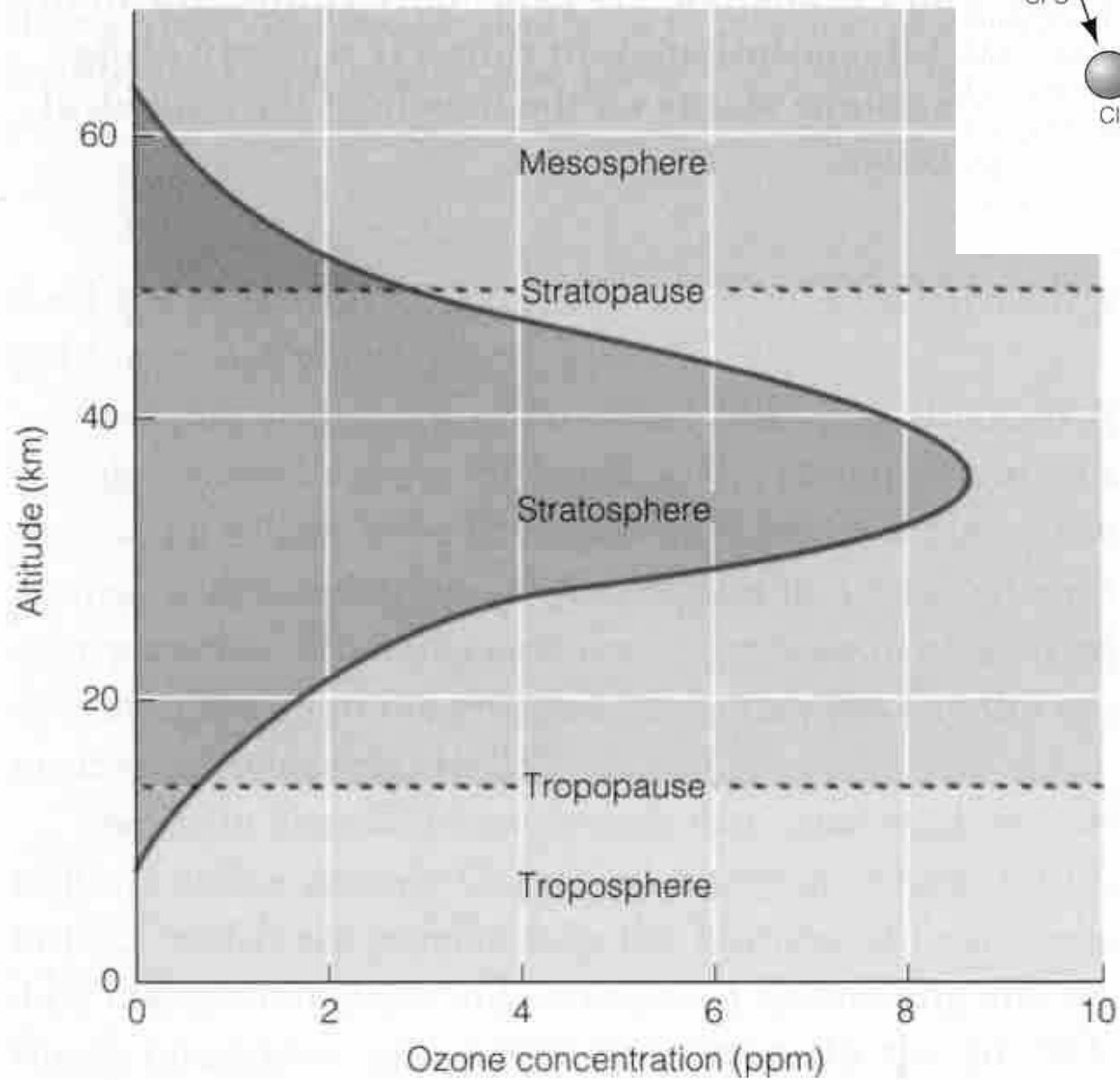
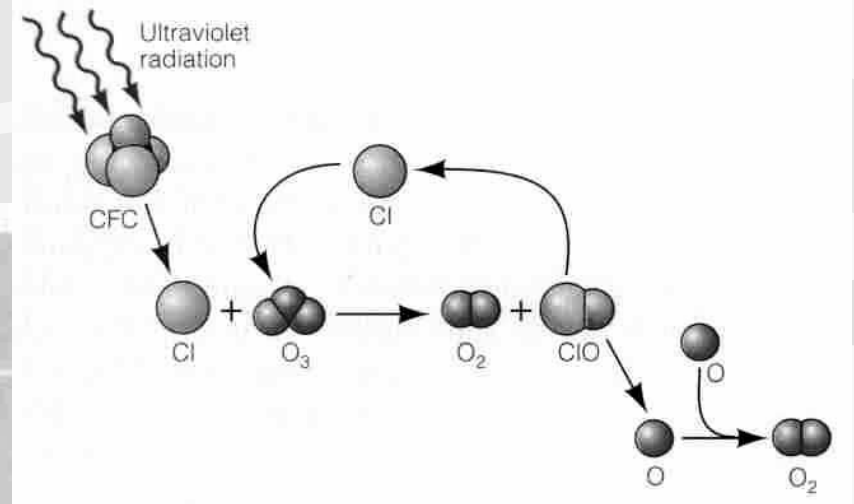


May 1

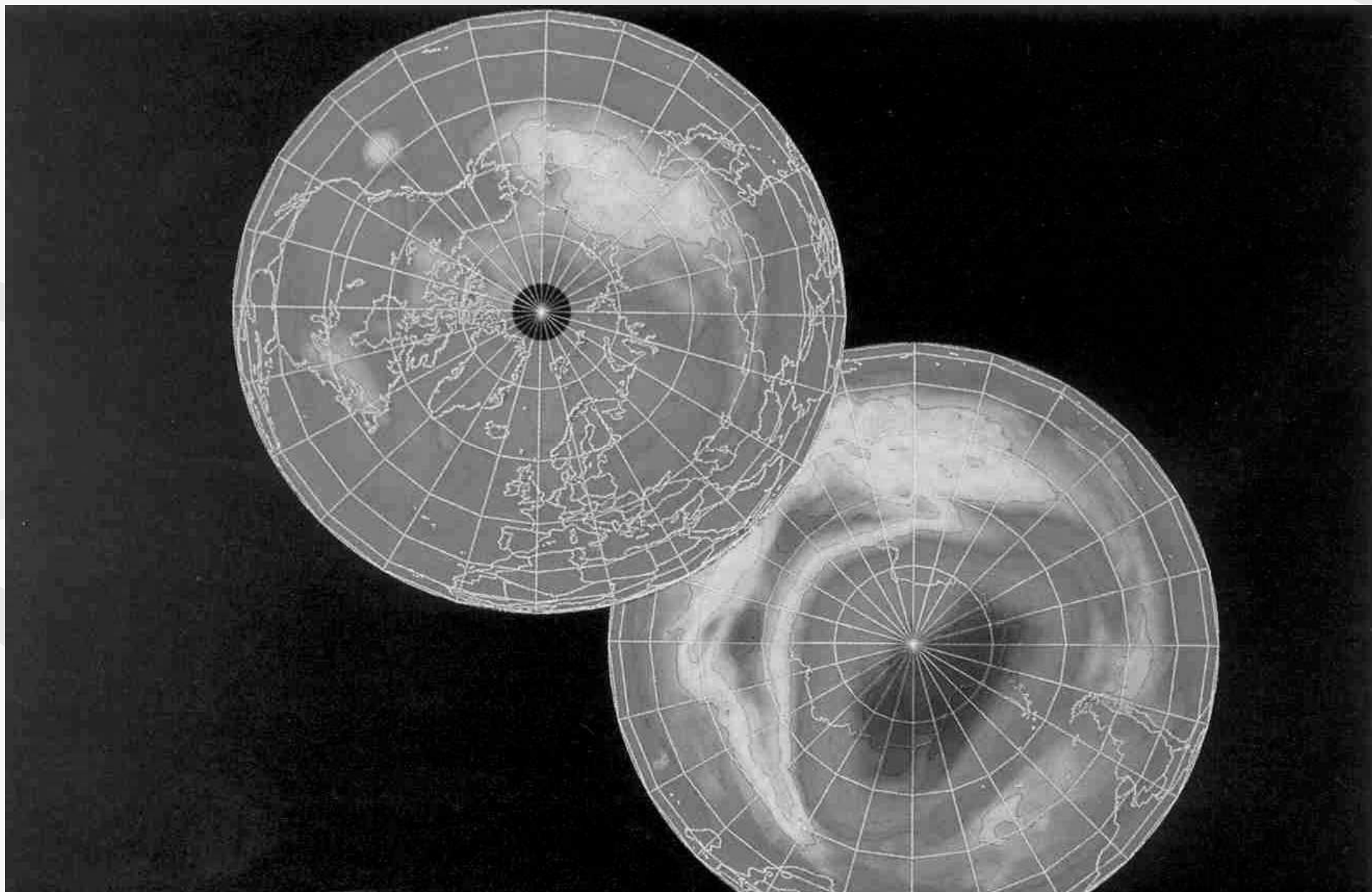


May 3

Stratosferický ozon



Stratosferický ozon 30. září 1992

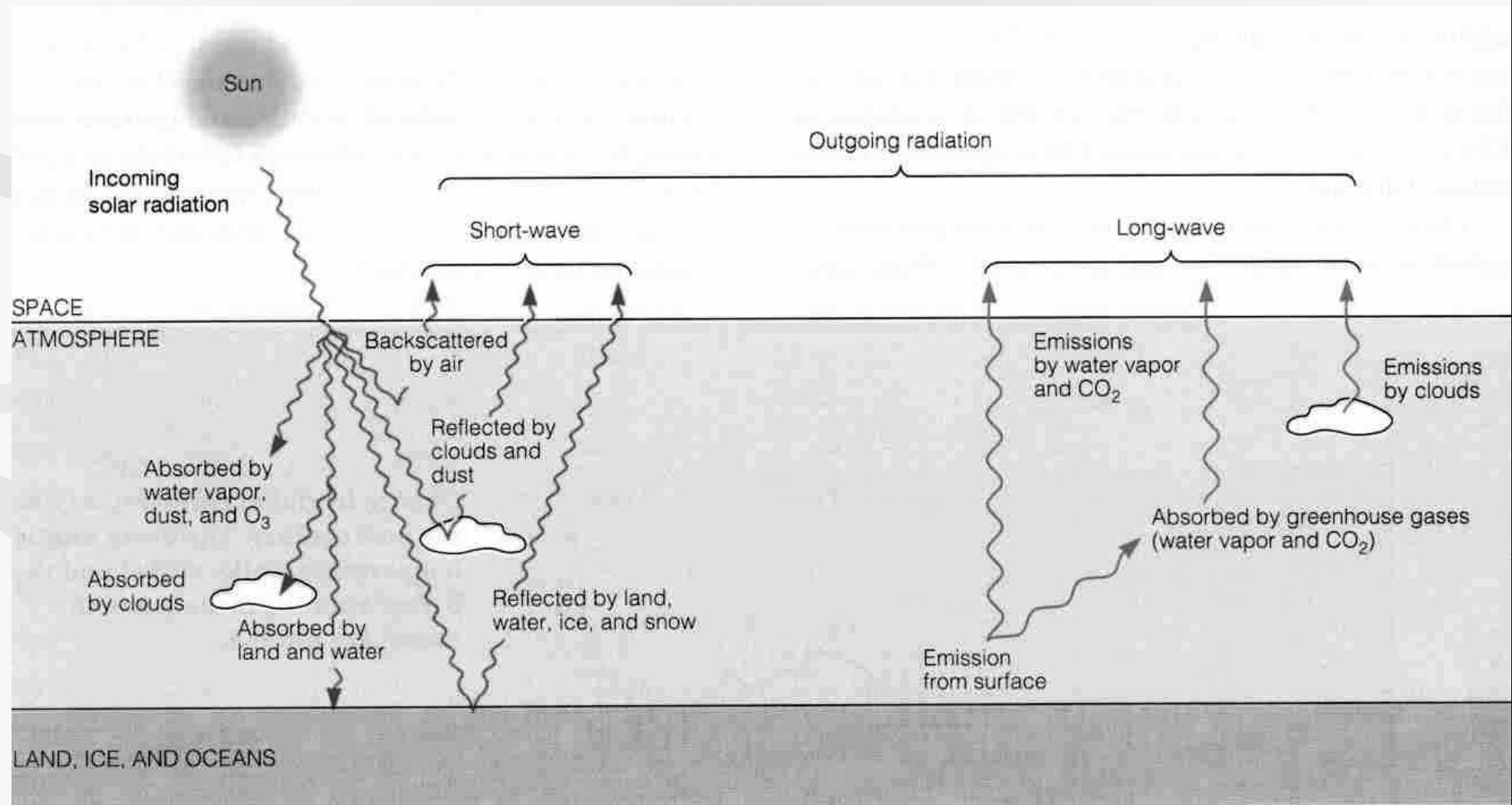


Globální oteplování

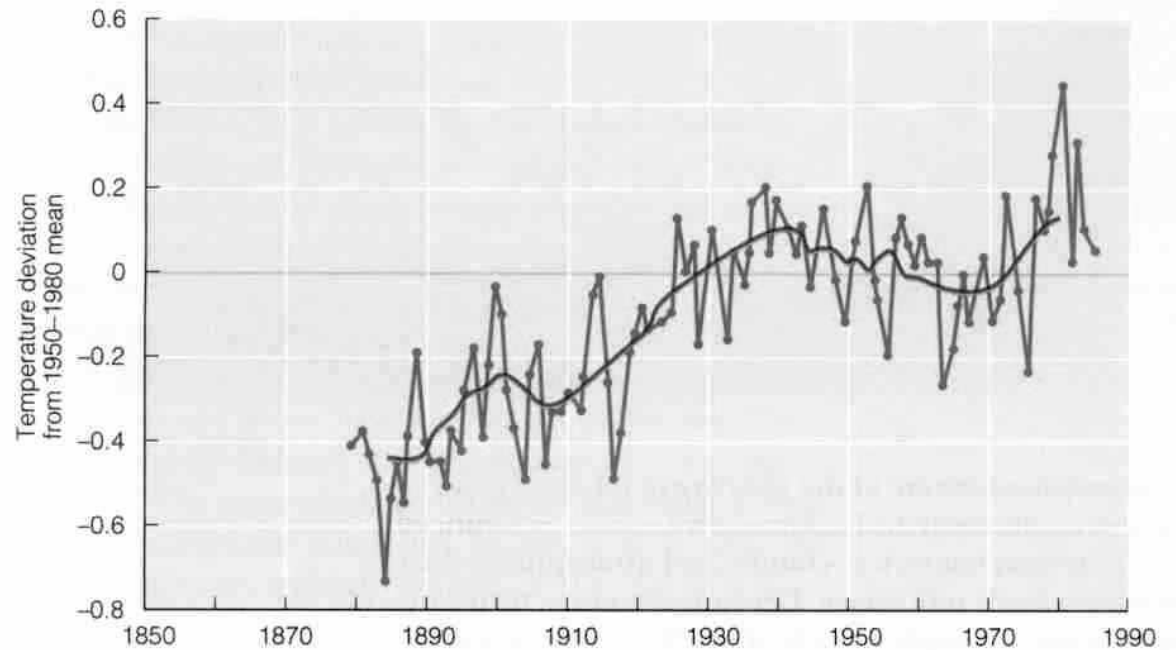
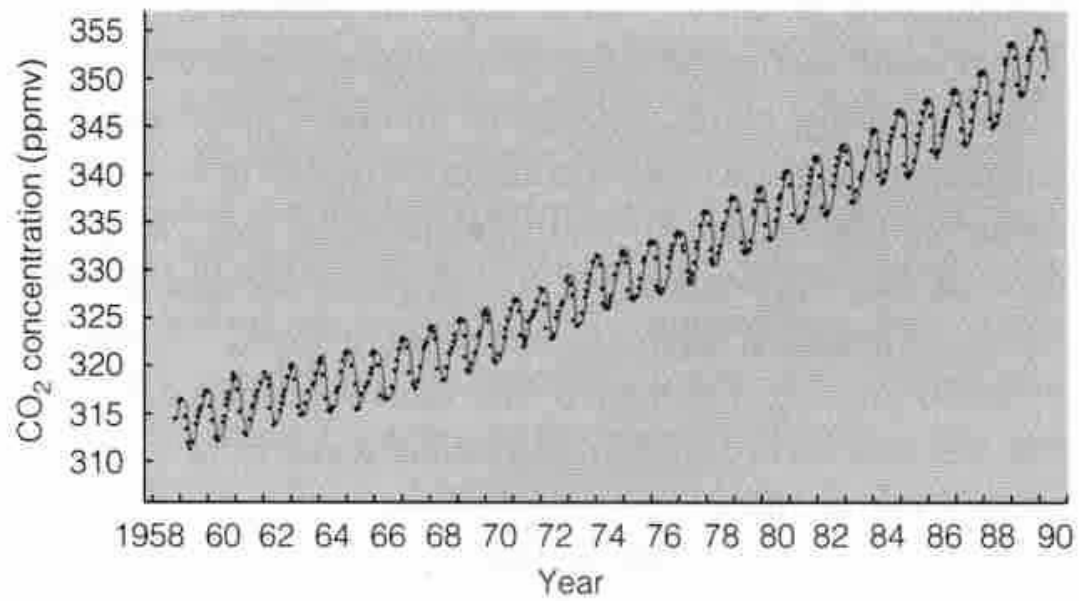
Skleníkové plyny

CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, vodní pára

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

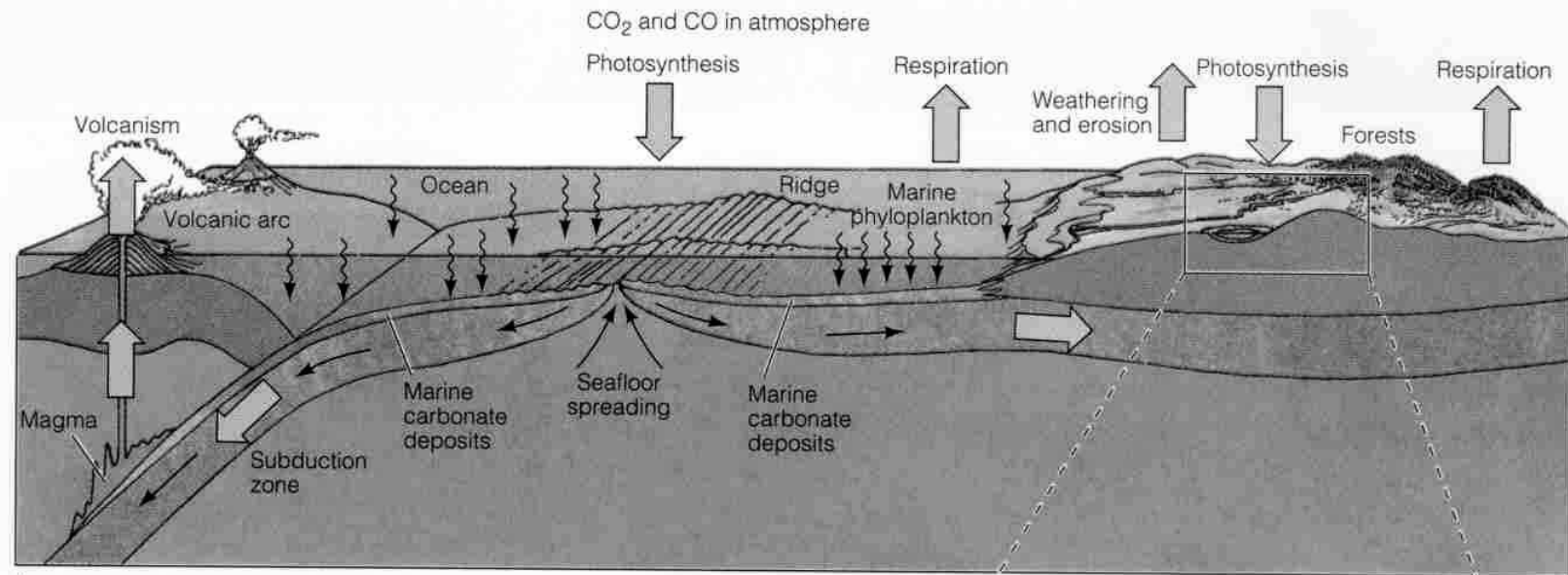


CO₂ Mauna Loa

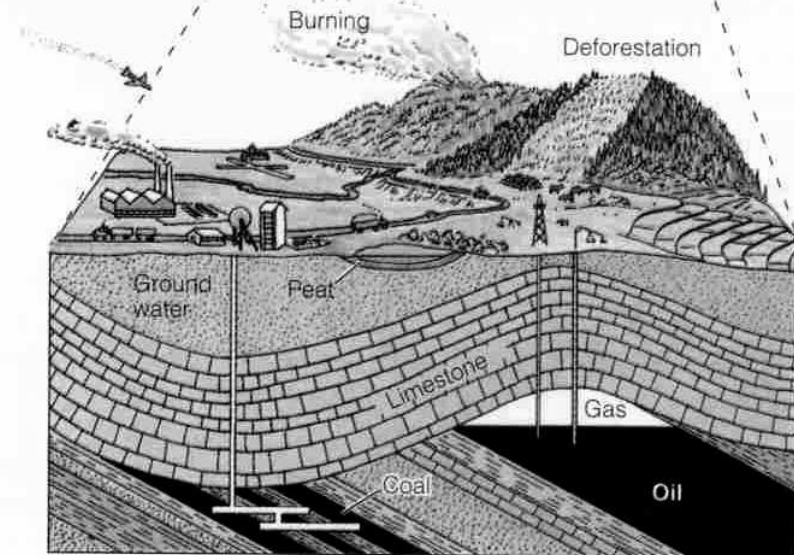
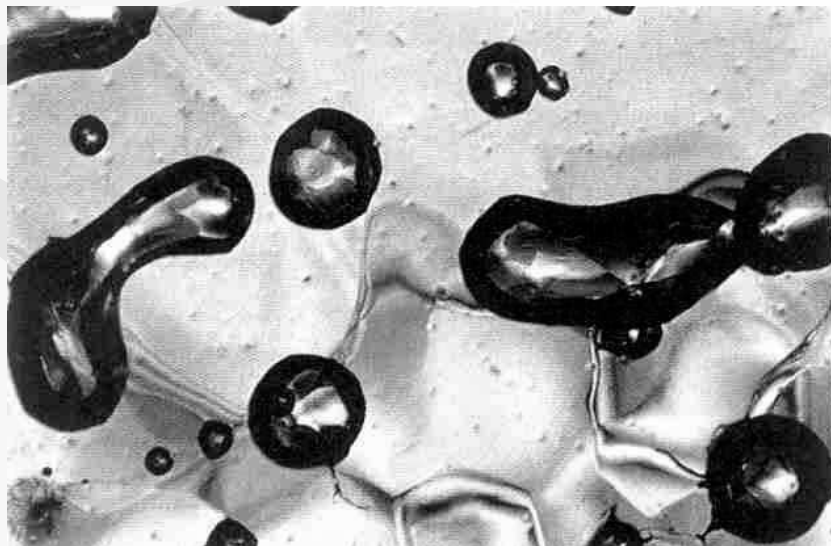


Studium plynů z ledovců

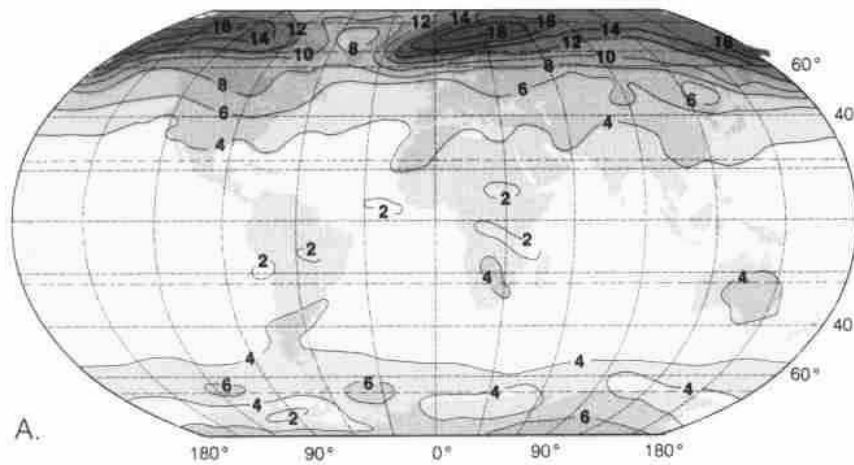
Globální cyklus uhlíku



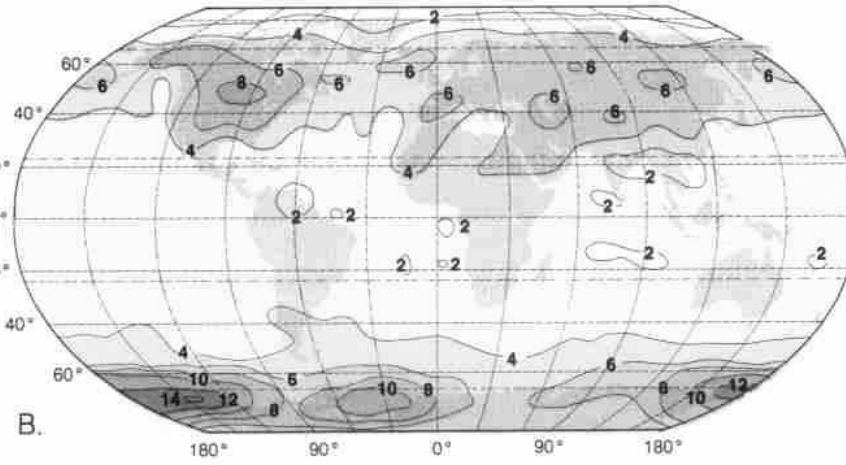
A.



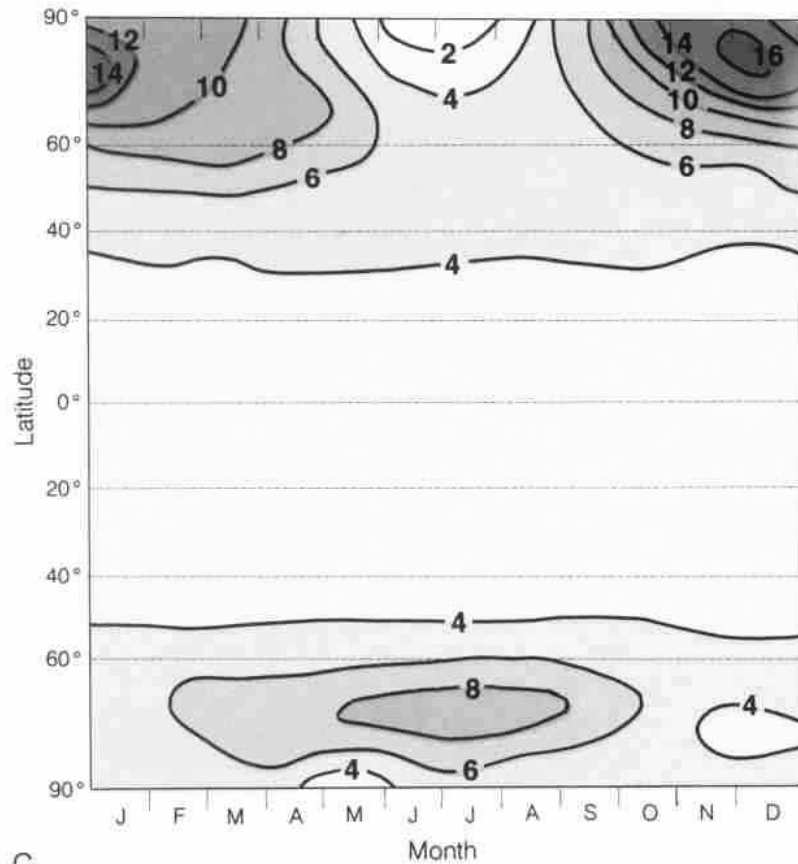
B.



A.



B.



C.

Modelování

Vliv zdvojnásobení obsahu
 CO_2

Zima, léto, řez