

# **Organismy a biogeochemické cykly hlavních prvků (C,N,P) a látek (voda) v ekosystému**

(Hana Šantrůčková, Katedra biologie ekosystémů, B 361)

# Biogeochemické cykly:

Pohyb chemických prvků mezi organismy a neživými částmi atmosféry, litosféry a hydrosféry

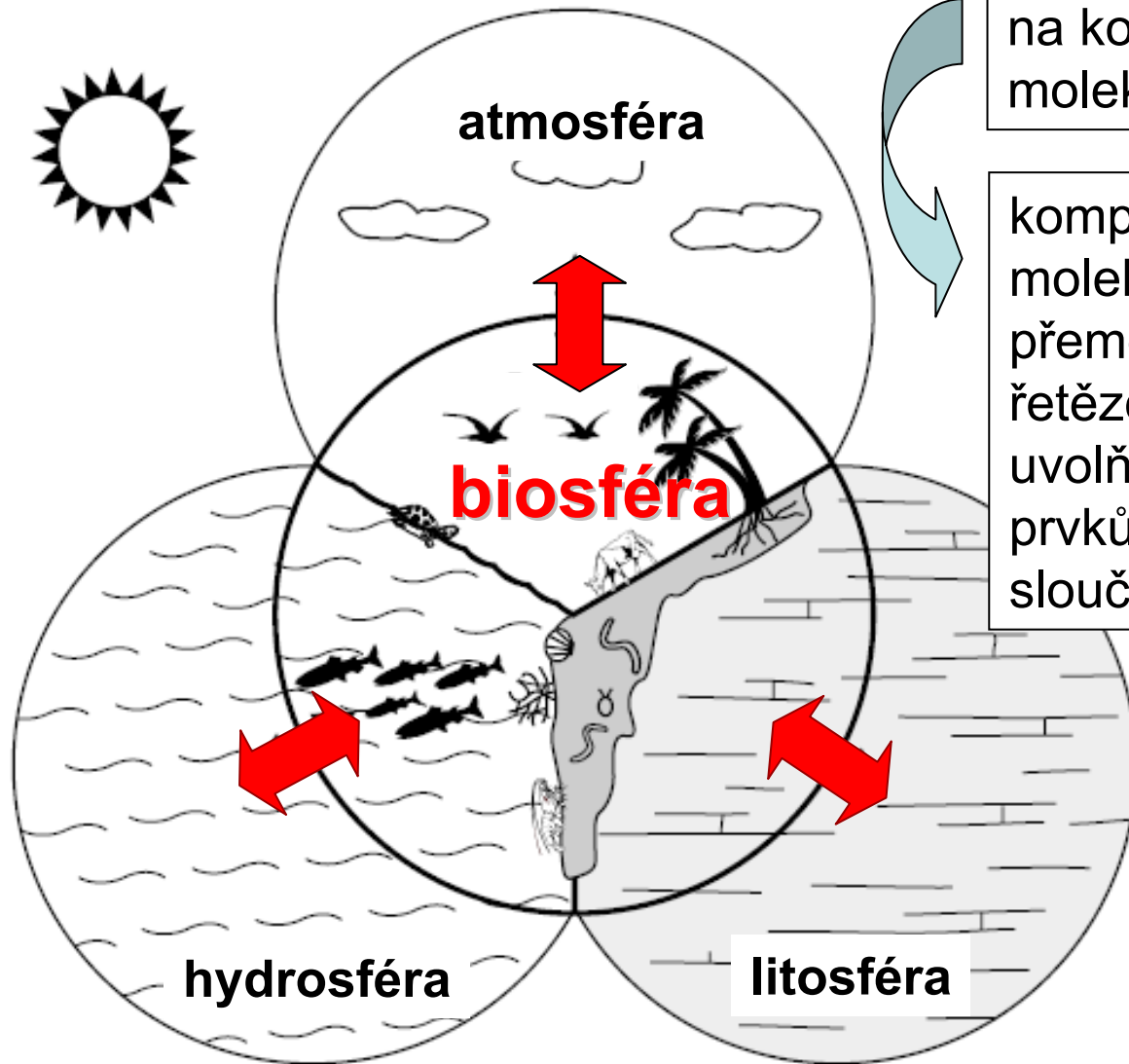
---

Abiotické (neživé) prostředí



organismy  
(živočichové, rostliny,  
mikroorganismy)

# Biogeochemické cykly



Anorganické prvky & sloučeniny jsou přijímány autotrofy a přeměňovány na komplexní organické molekuly

komplexní organické molekuly jsou přeměňovány v potravních řetězcích a částečně uvolňovány zpět ve formě prvků nebo anorganických sloučenin

# Ekosystém

---

Ohraničený ekologický systém, který se **skládá z organismů**, které žijí v určitém prostoru a čase, **a z prostředí**, s kterým se vzájemně ovlivňují.

- Biotické a abiotické procesy
- Sociální procesy
- Zásobníky a toky

# **Ekologie ekosystémů:**

Studuje interakce mezi organizmy a jejich abiotickým (neživým) prostředím jako integrovaný systém

# Jednoduchý model ekosystému 1

**CO<sub>2</sub>**

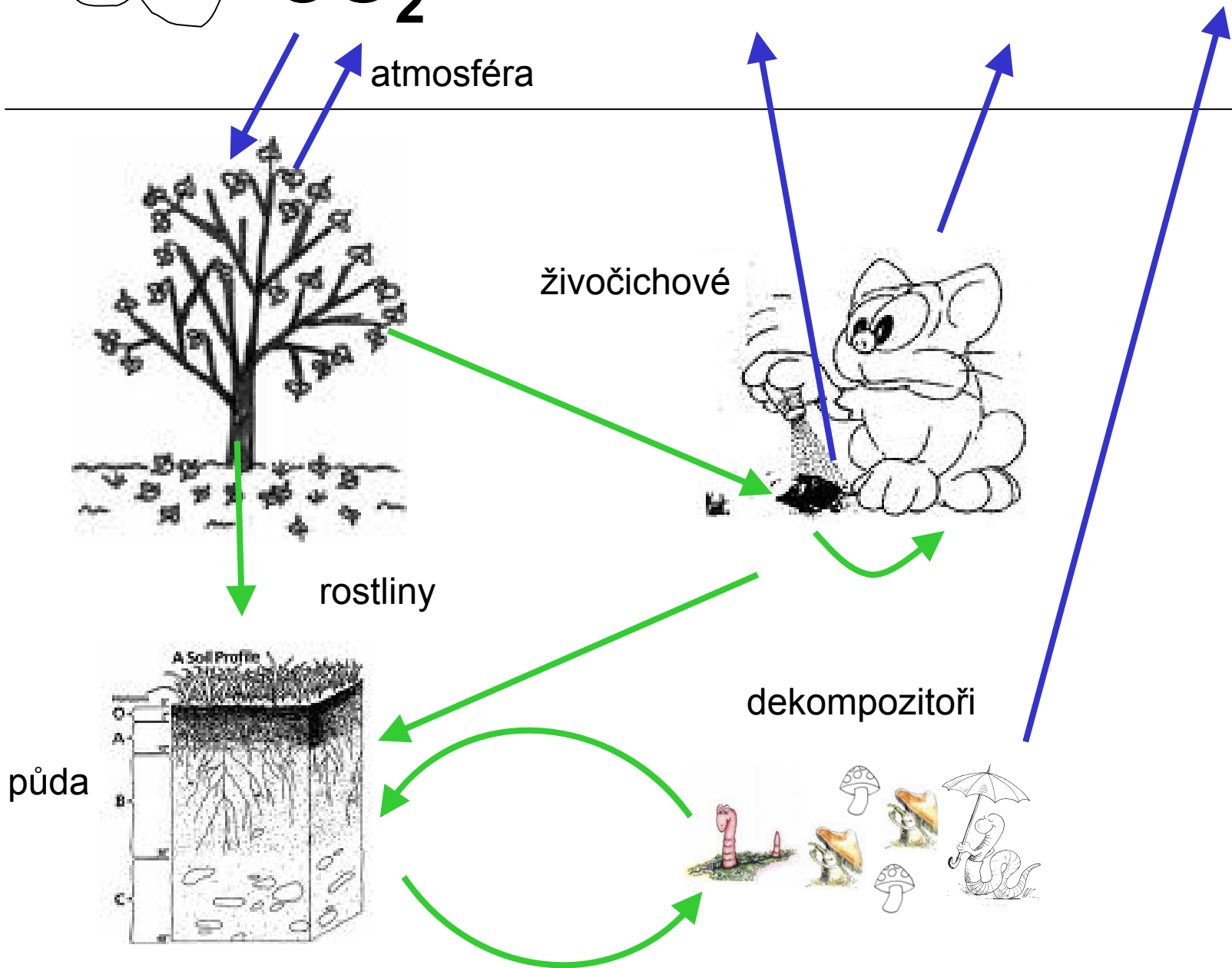
atmosféra

živočichové

rostliny

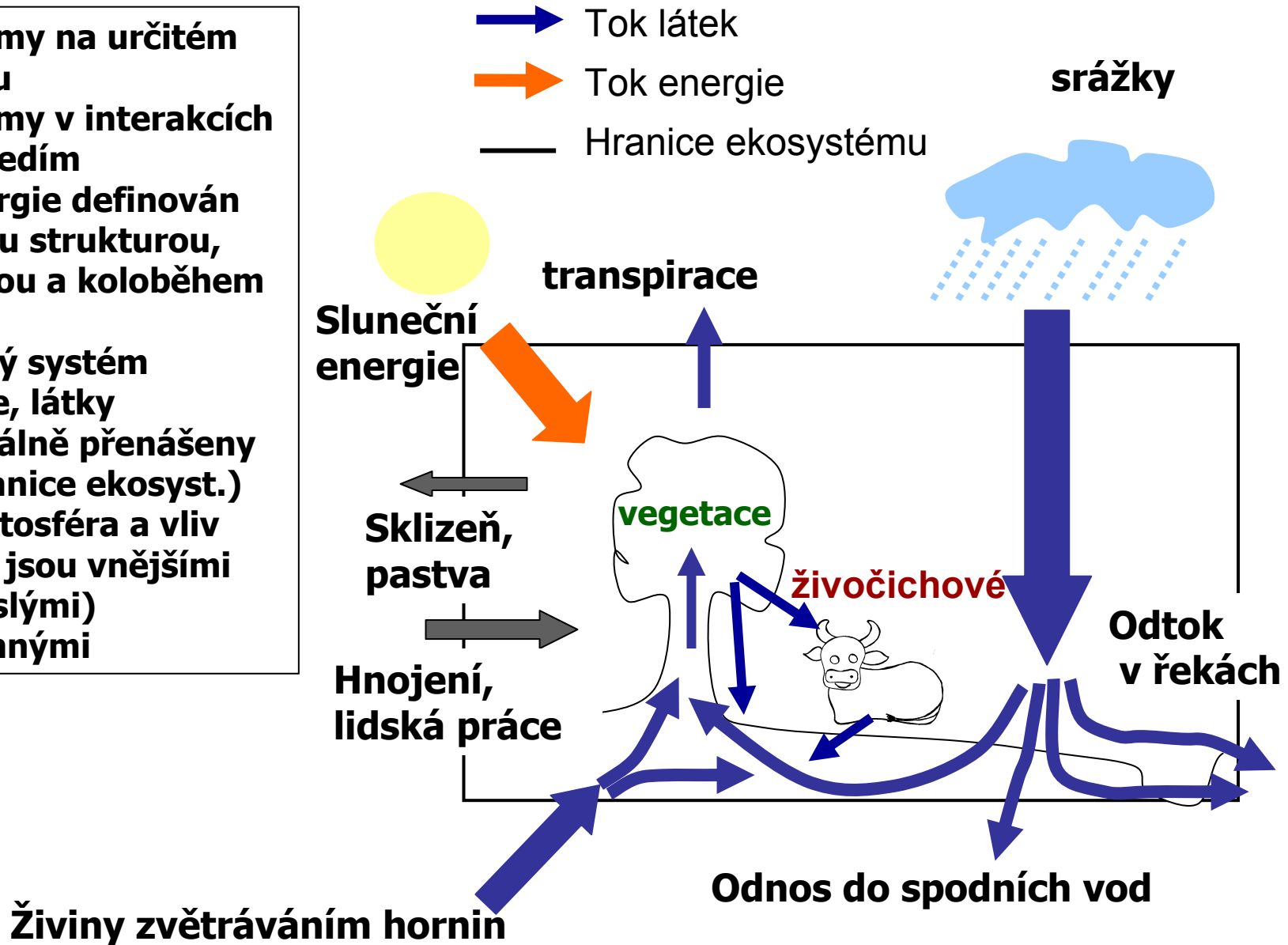
dekompozitoři

půda



# Jednoduchý model ekosystému 2

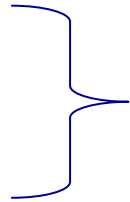
- Organismy na určitém prostoru
- Organismy v interakcích s prostředím
- Tok energie definován trofickou strukturou, diverzitou a koloběhem živin
- Otevřený systém (energie, látky kontinuálně přenášeny přes hranice ekosyst.)
- Klima, litosféra a vliv člověka jsou vnějšími (nezávislími) proměnnými



# Základní pojmy

## Prvky v přírodě

- definovaný prostor
- definované množství
- „nemohou se ztratit“



**Zásobník**  
(pool)

mezi zásobníky  
dochází výměně prvků



**tok** (flux)

prvky v zásobníku  
zůstávají určitou dobu

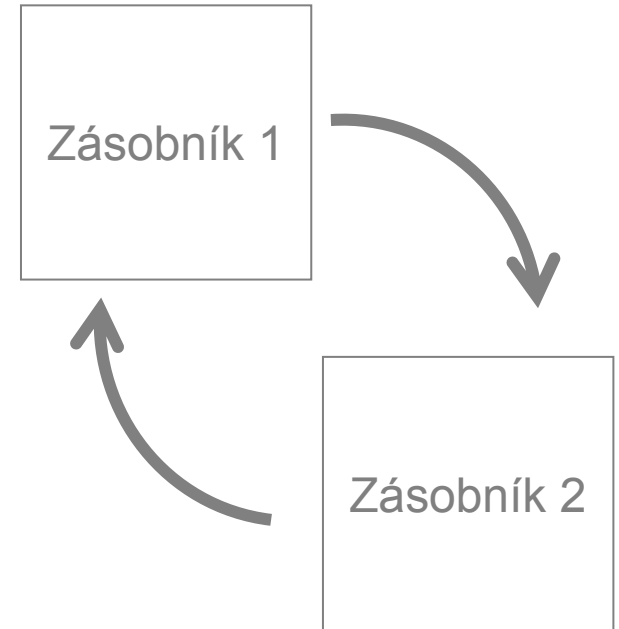


**doba zdržení**  
(residence time)

rychlosti toku společně  
s velikostí zásobníků



**cyklus živin**

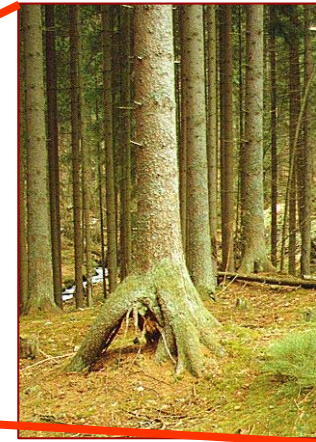
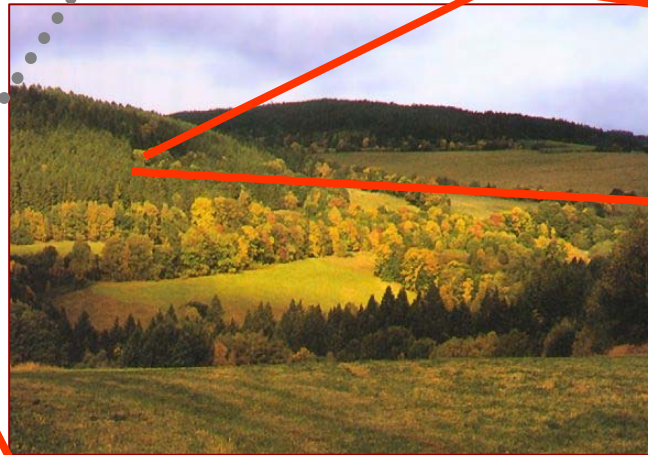




# Prostorové měřítko

Globální cykly

Lokální cykly



Ekosystémy (povodí)

Části ekosystémů

# Ekosystémy

různá velikost



různé úrovně studia



různé metody

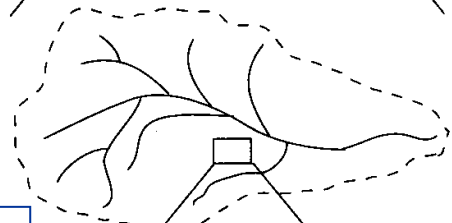
Globální ekosystém

5,000 km



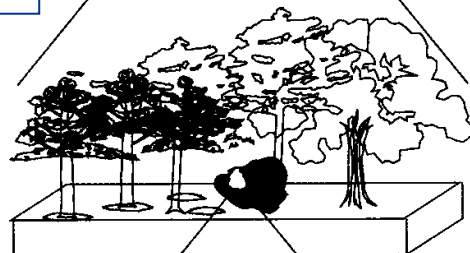
povodí

10 km



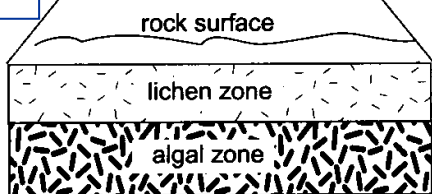
Lesní ekosystém

1 km



Půdní ekosystém

1 mm



*Příklad problematiky*

Jak ztráty C z intenzivně obhospodařovaných půd ovlivňují globální klima?

Jak odlesňování ovlivní kvalitu vody v okolních městech?

Jak ovlivní kyselé srážky produktivitu lesa?

Jak biota ovlivní zvětrávání hornin?

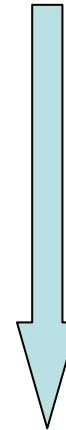
*Převzato z Chapin 2002*

# Časové měřítko

Krátkodobé x dlouhodobé cykly



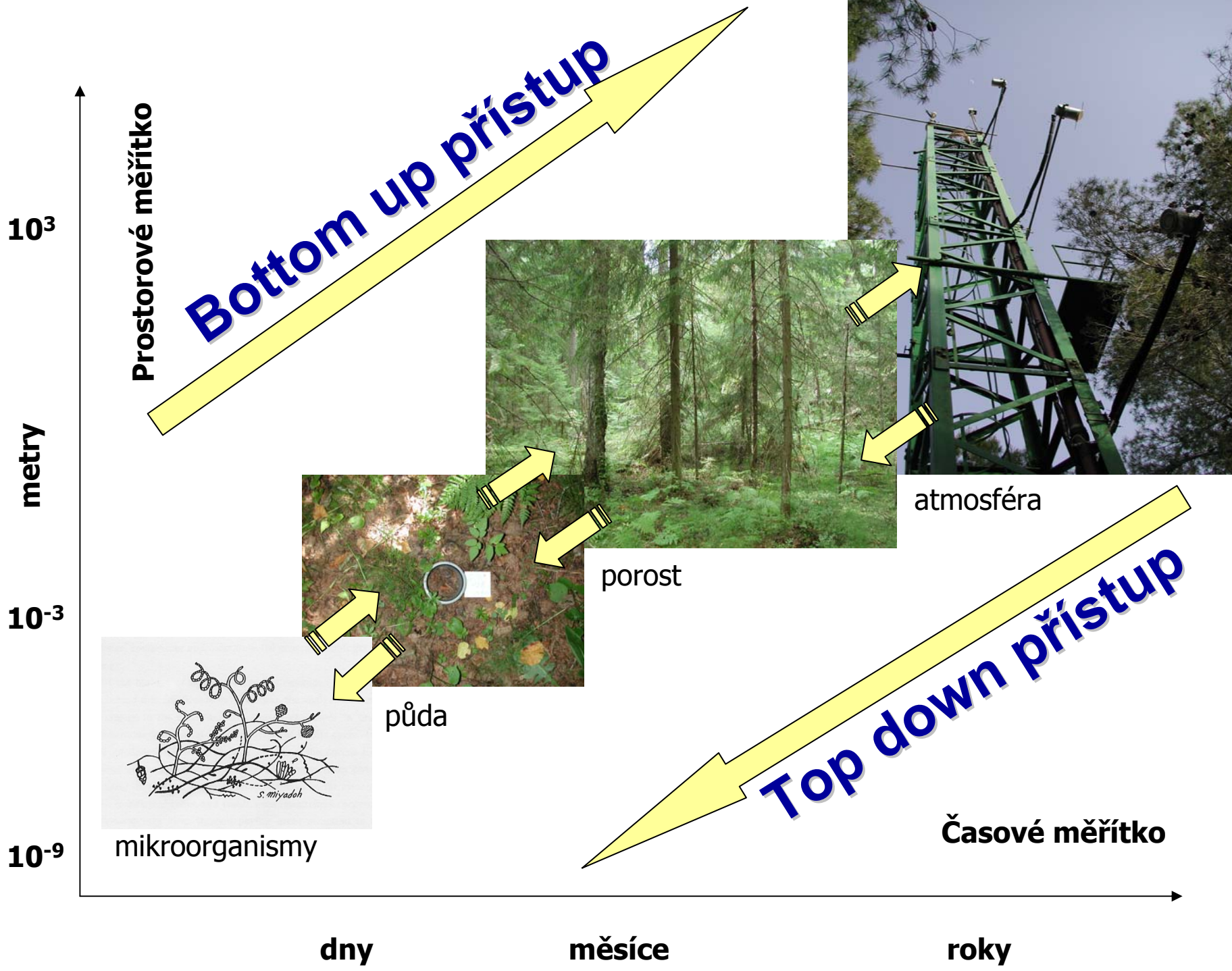
- Rotace Země kolem osy – střídání dne a noci
- Rotace Země kolem Slunce a vychýlení zemské osy – sezónnost

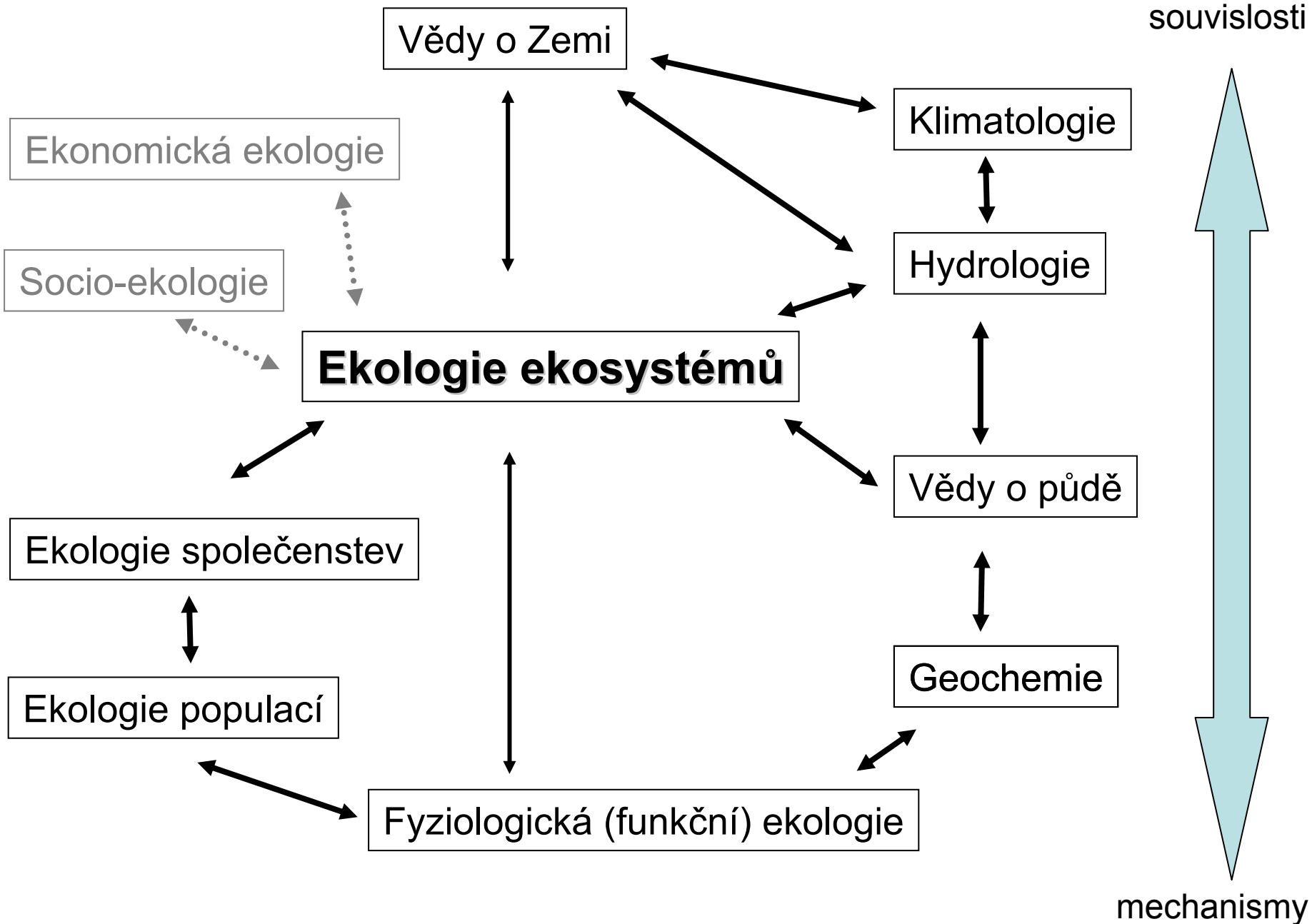


- Odchytky v oběžné dráze Země kolem Slunce – změny v radiaci – doby ledové
- Interakce CO<sub>2</sub> a litosféry

# Časové měřítko

<b>Okamžitý vliv</b>	? Vliv deště na vlhkost půdy ? Vliv tání sněhu na vyplavování N do povrchových vod ? Vliv světla na fotosyntézu
<i>Sekundy až dny</i>	
<b>Sezónní vliv</b>	? Vliv sezóny na primární produkci ? O co je nižší respirace půdy v zimě než v létě
<i>Měsíce</i>	
<b>Sukcese</b>	? obnova lesa po požáru
<i>Měsíce až stovky let</i>	
<b>Migrace/ invaze</b>	? Do jaké míry je zásoba N v ekosystému ovlivněna migrací ? Mechanismy přizpůsobení porostu k sezónnímu spásání
<i>Rok až tisíciletí</i>	
<b>Evoluční historie</b>	? Vývoj archaea a produkce nebo spotřeba metanu
<i>Tisíciletí</i>	
<b>Geologická historie</b>	? Co řídí střídání dob ledových a meziledových ? Co reguluje dlouhodobý koloběh C
<i>Tisíciletí</i>	





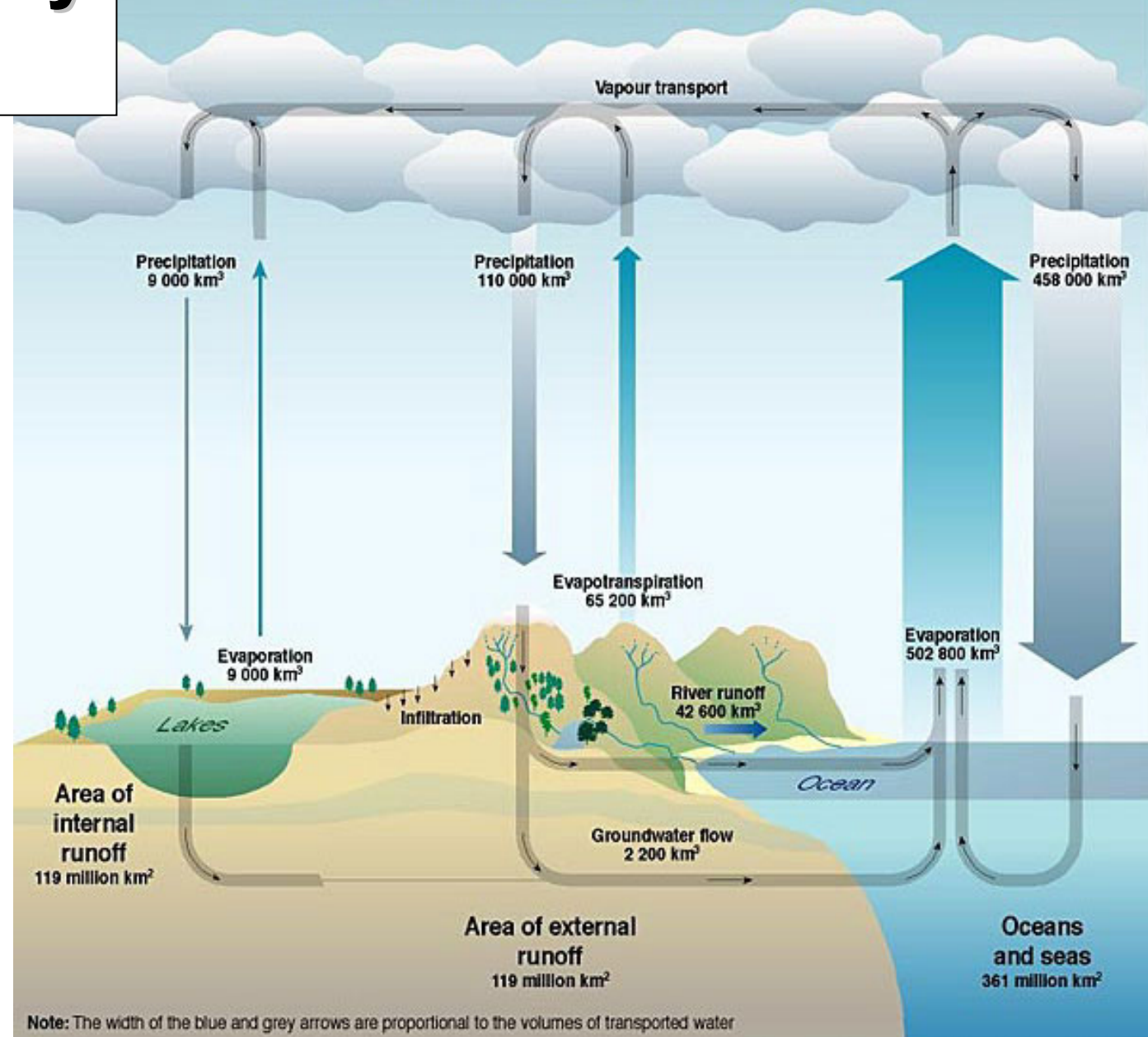
# Co je dobré si zapamatovat

1. Tok energie a koloběhy látek v ekosystému jsou vzájemně propojené

2. Prostředí ovlivňuje organismy a naopak organismy ovlivňují prostředí, ve kterém žijí (zpětnovazebný efekt)

# Hydrologický cyklus

## The World's Water Cycle Global Precipitation, Evaporation, Evapotranspiration and Runoff

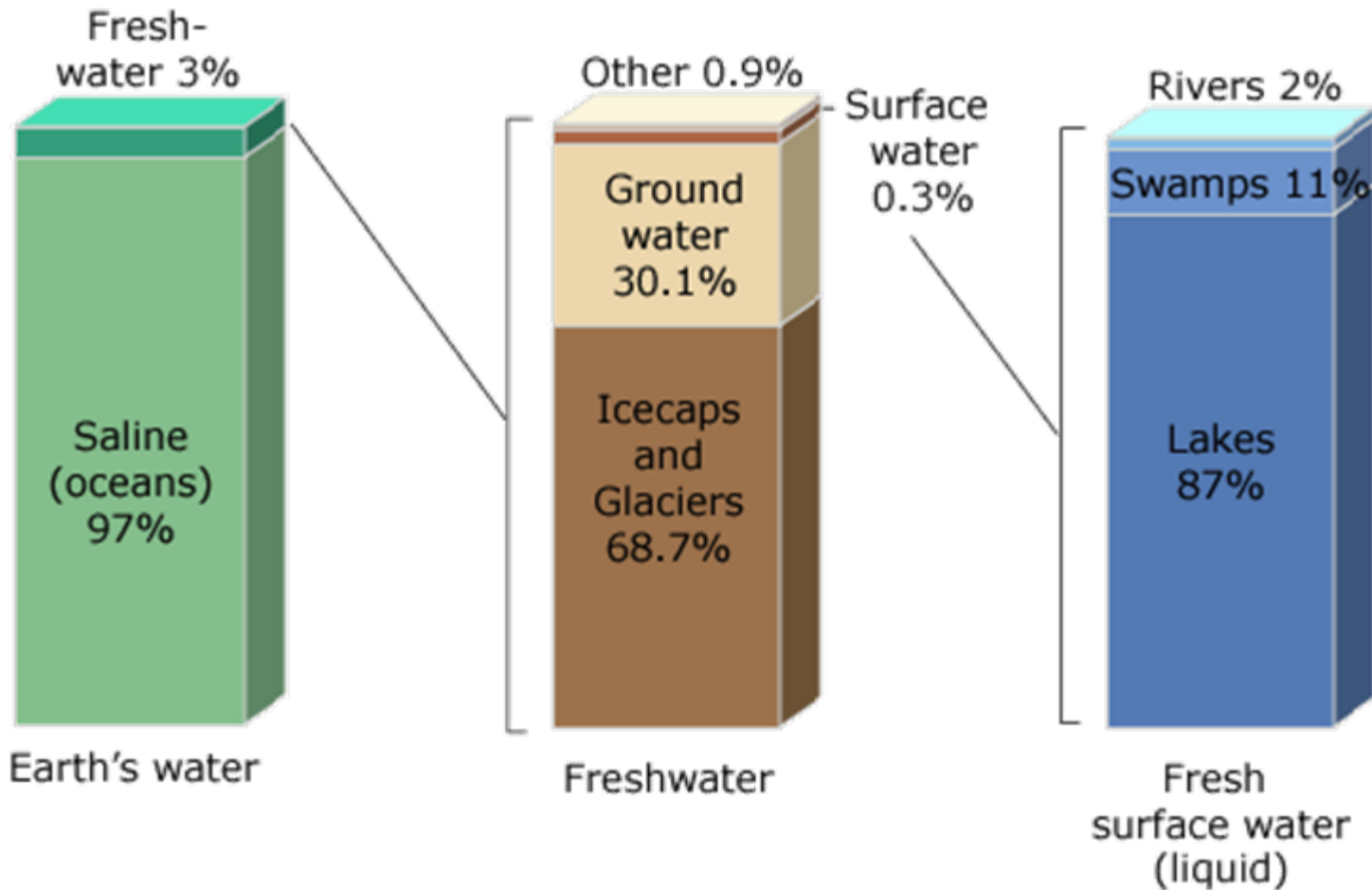


Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999; Max Planck, Institute for Meteorology, Hamburg, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, Groundwater, Prentice-Hall: Engle wood Cliffs NJ, 1979.



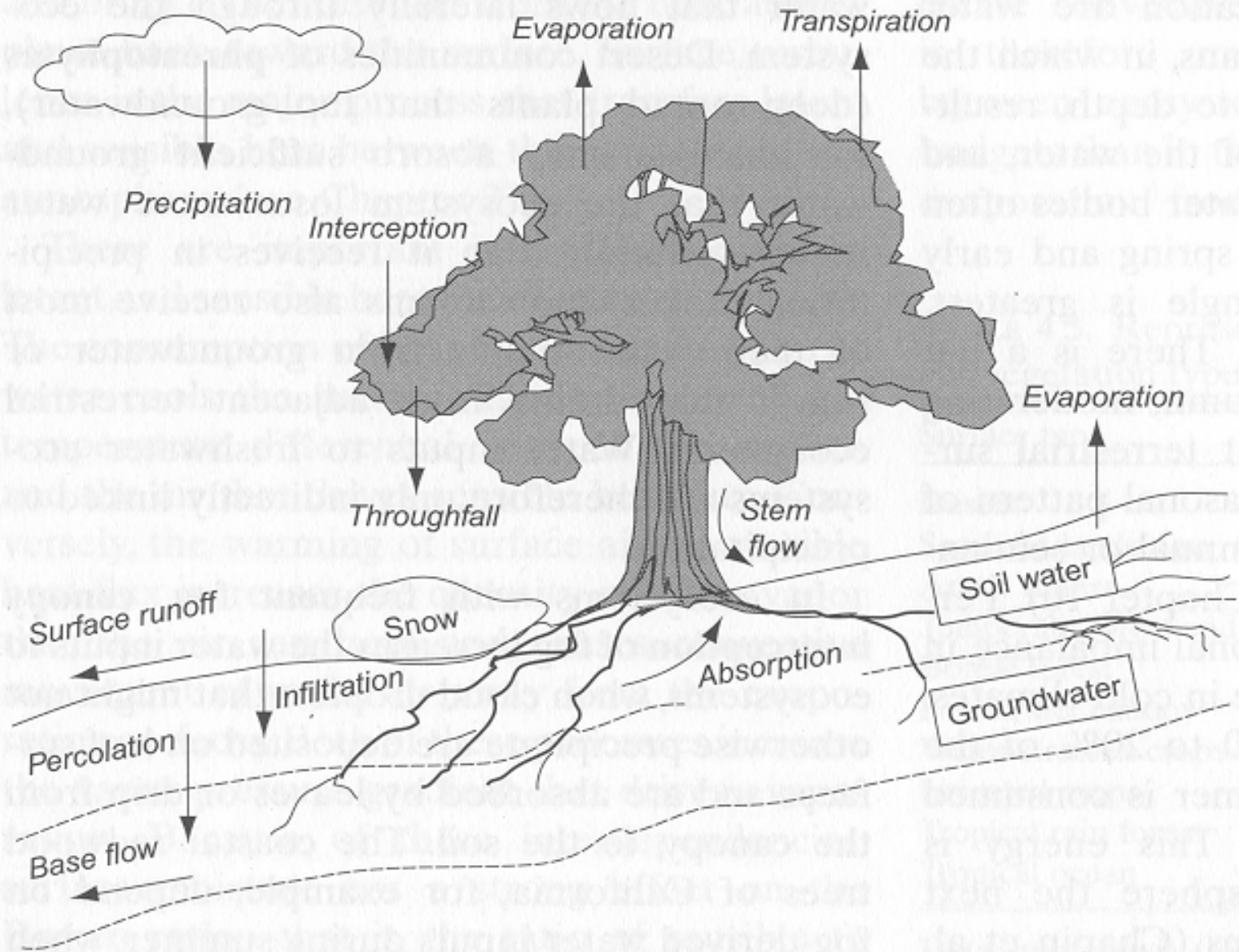
# Zásoba vody na Zemi

Distribution of Earth's Water



- (oceány:  $1348 \times 10^6 \text{ km}^3$  (97.39%))
- atmosféra:  $0.013 \times 10^6 \text{ km}^3$  (0.001%)

# Pohyb vody v suchozemském ekosystému



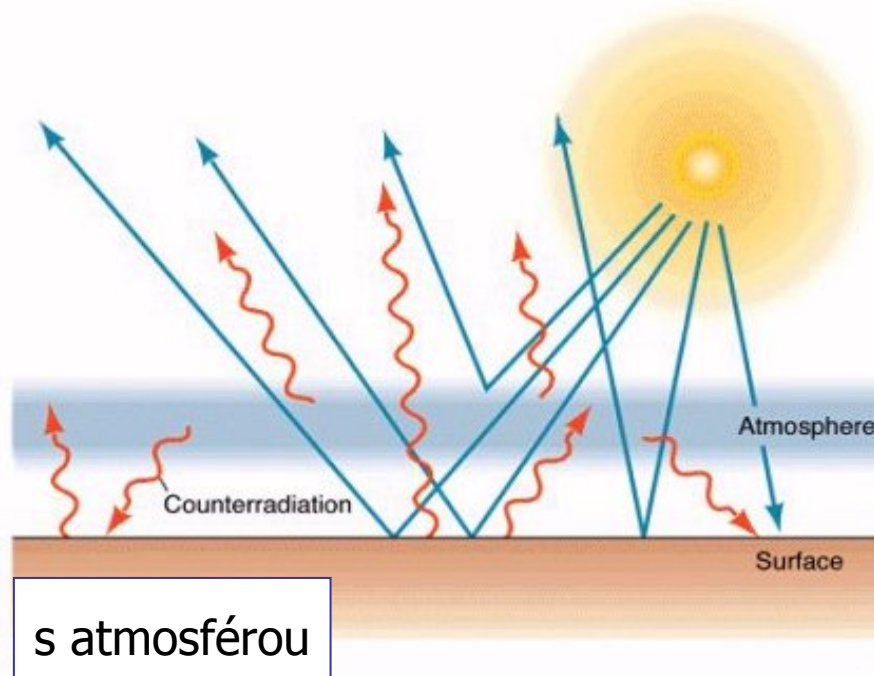
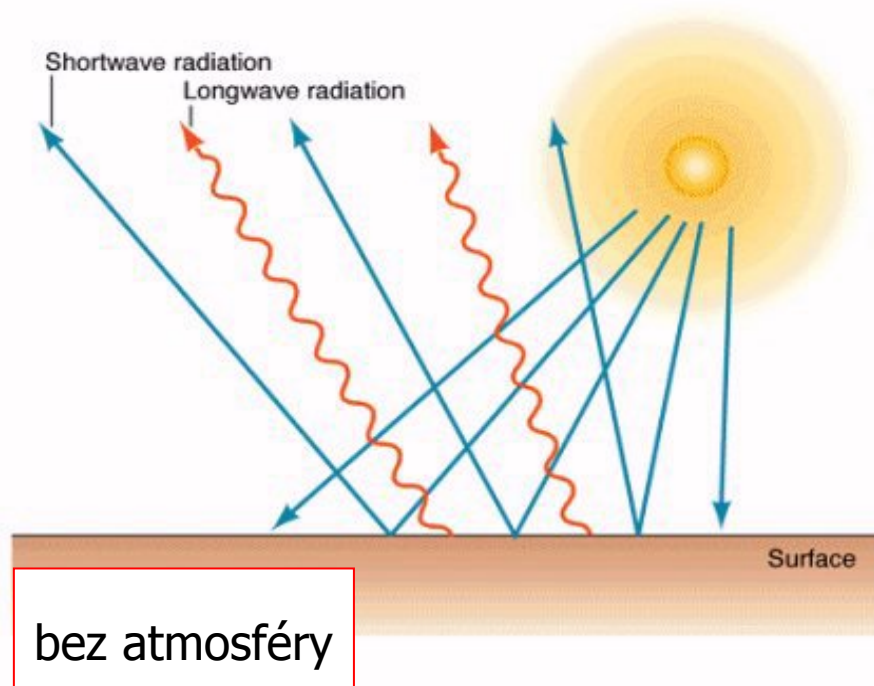
# Tok energie

 Krátkovlnné záření

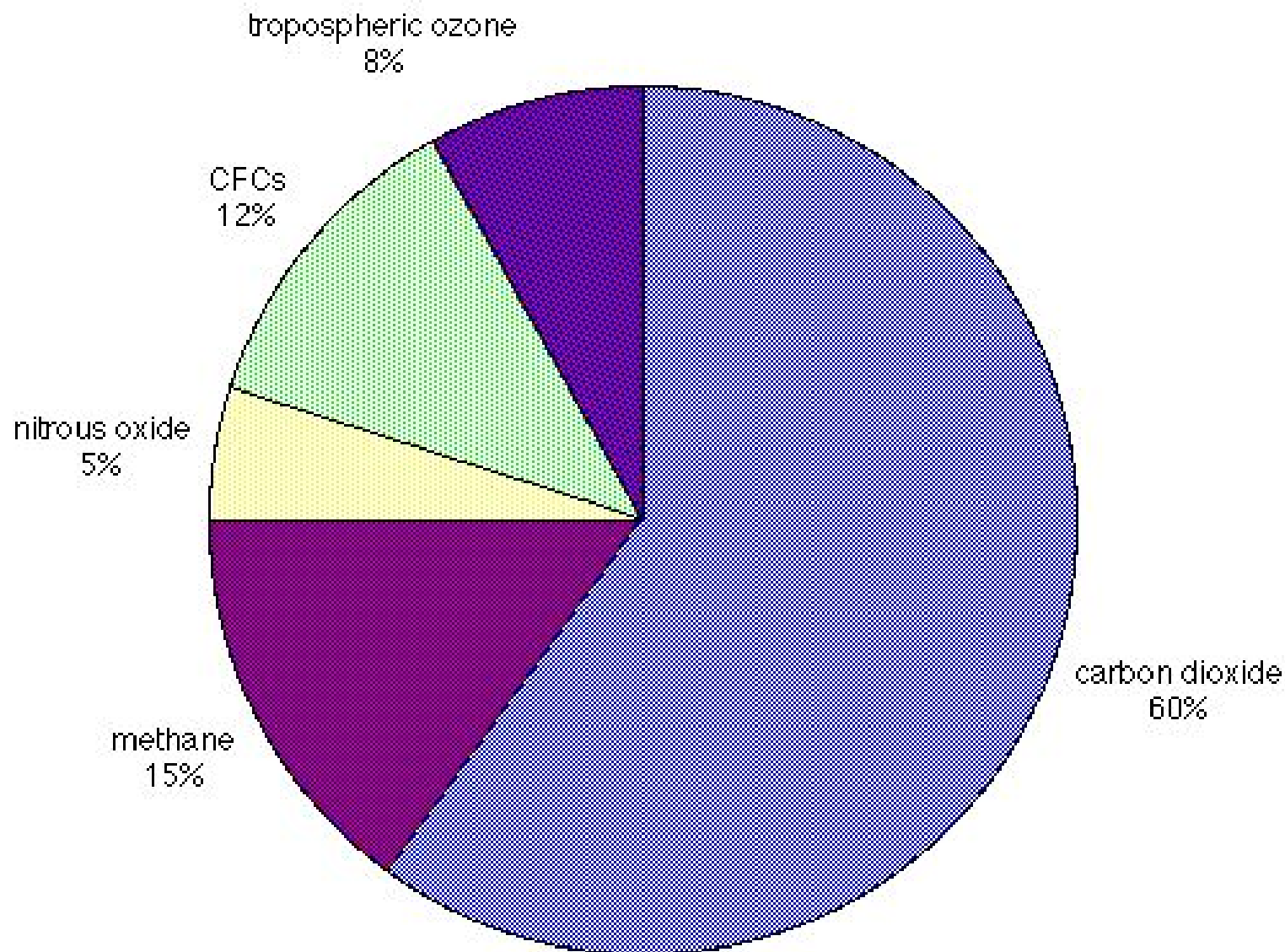
 dlouhovlnné záření

## Skleníkový efekt atmosféry

**vodní páry,**  
Plyny ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_x$ )



# Relativní podíl **plynů** na skleníkovém efektu

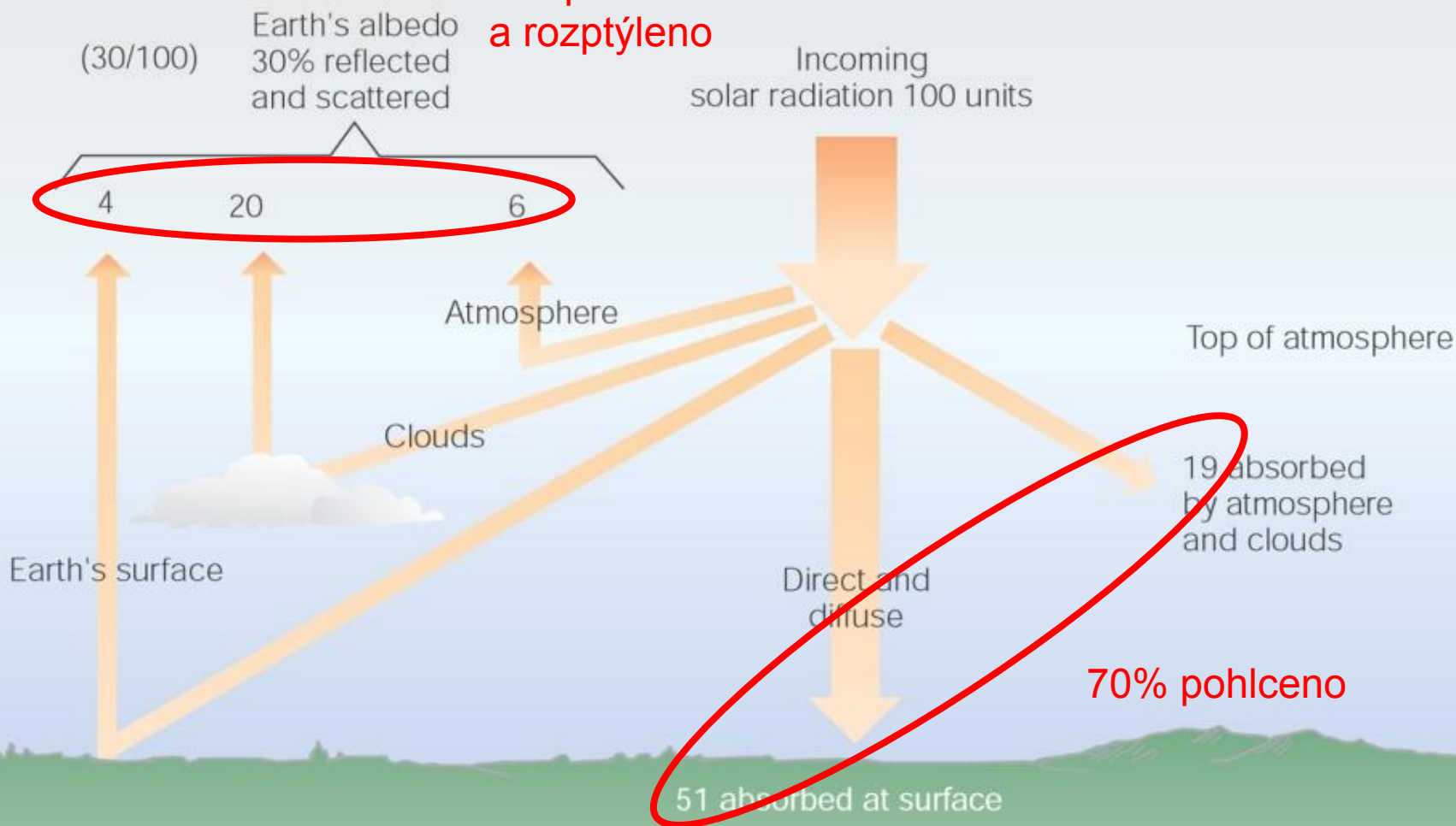


# Tok energie

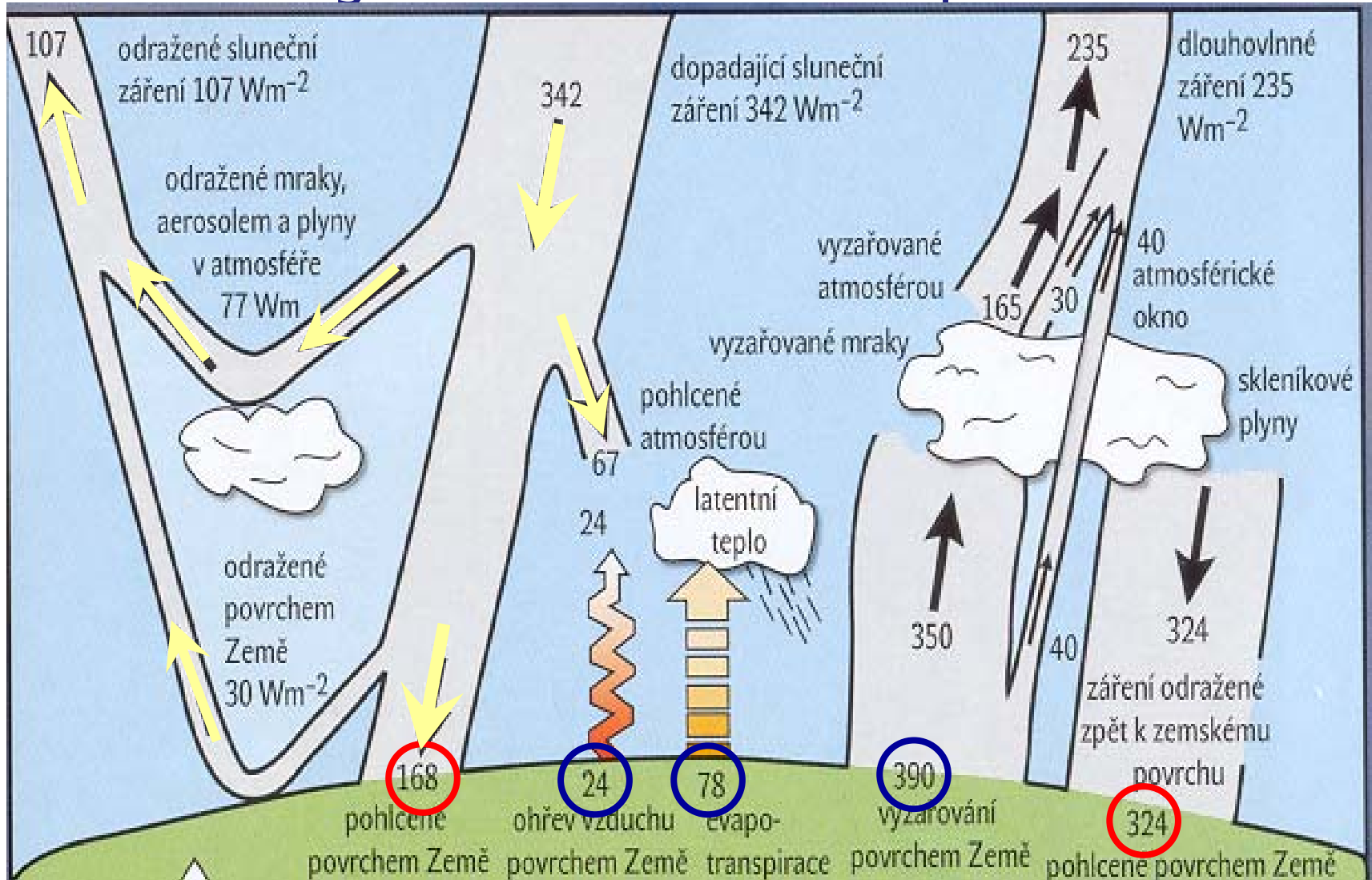
Reflected = odražené  
Scattered = rozptýlené  
Absorbed = pohlcené

## 1. Vstupující sluneční (krátkovlnné) záření

30% pohlceno  
a rozptýleno



## 2. Bilance energie mezi atmosférou a povrchem Země

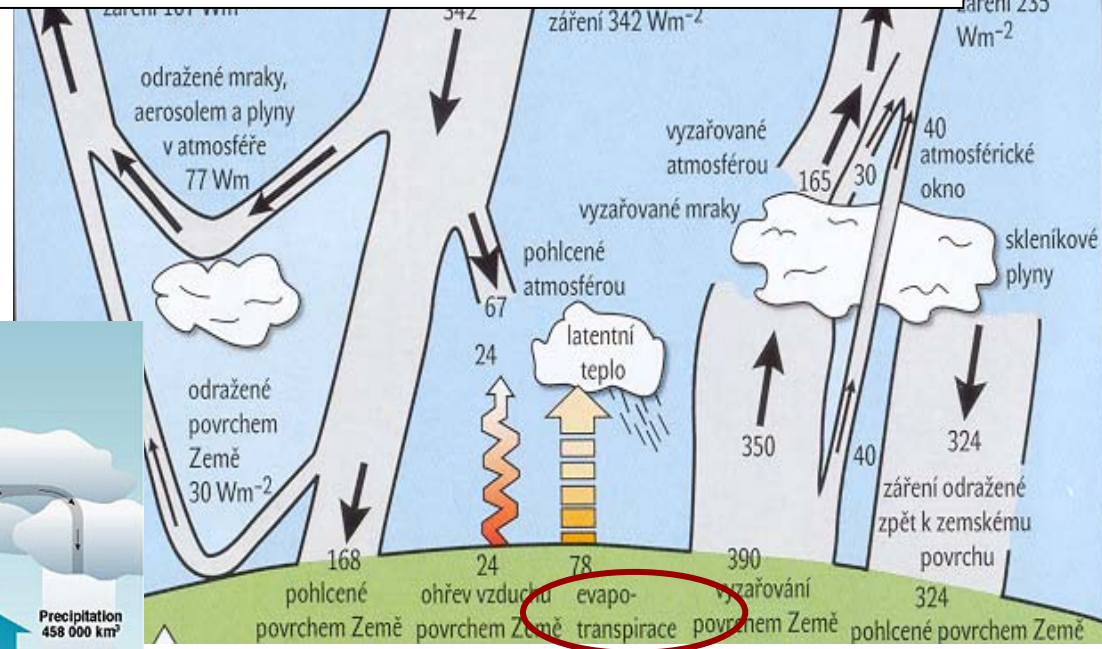
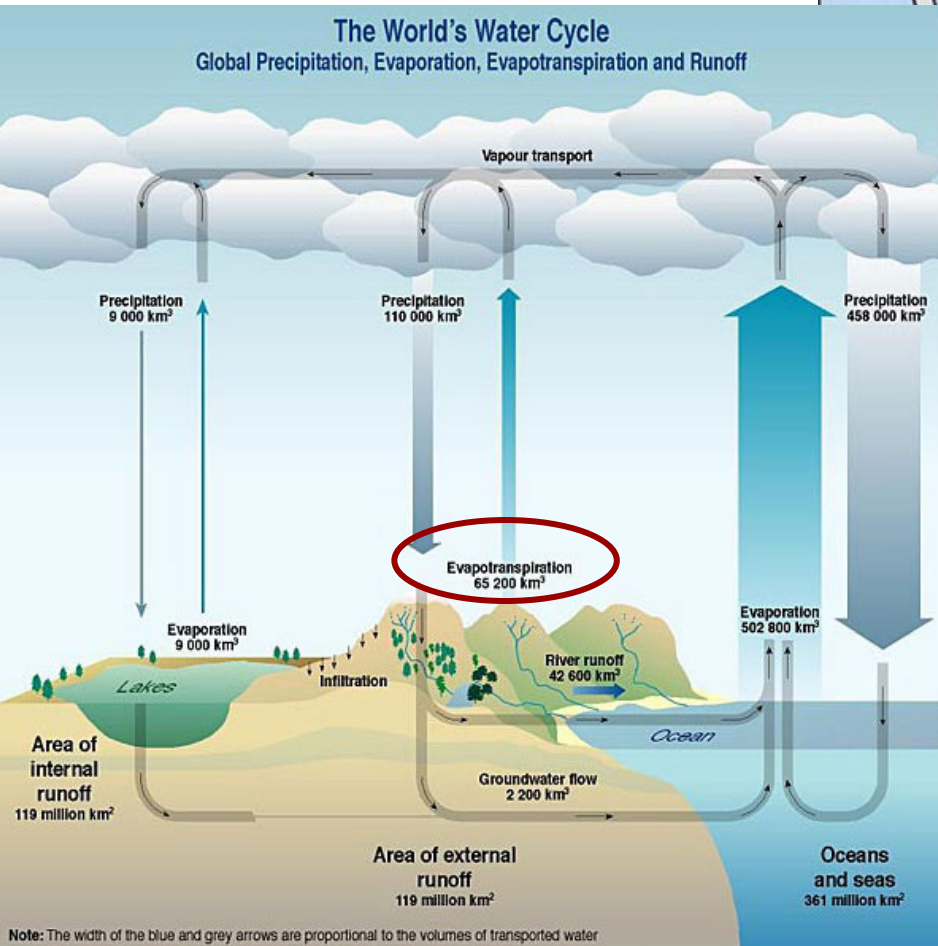


○ Dopadající záření

○ odražené záření

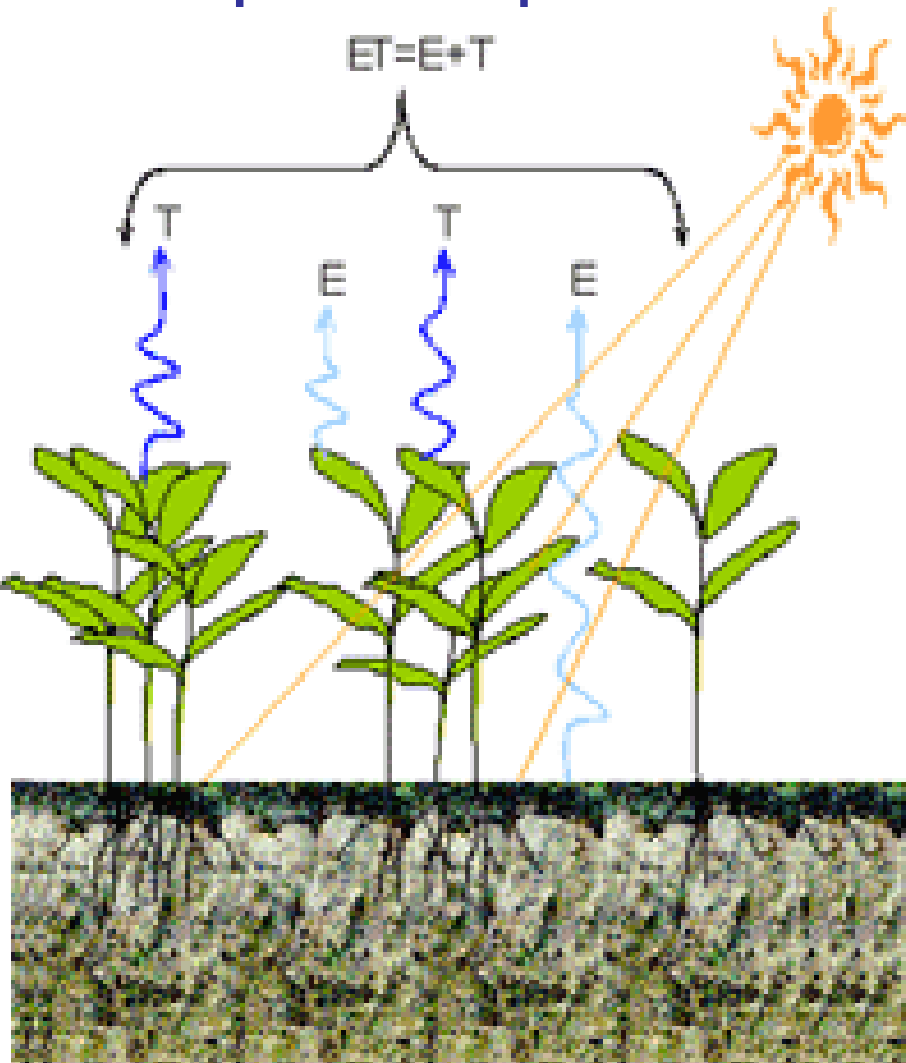
Z dlouhodobého hlediska je Země ve stadiu energetické rovnováhy.

# Propojení toku energie a hydrologického cyklu



# Evapotranspirace (ET)

Evapotranspirace = Evaporace + Transpirace

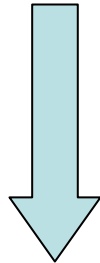


E = evaporace  
= přímý výpar z povrchů  
T = transpirace  
= ztráta vody listovými  
průduchy



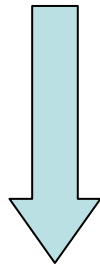
# Hydrologický cyklus je základem fungování všech BGCh cyklů

Sluneční energie



*via evapotranspiraci*  
(viz bilance energie a  
rozdělení energie v ekosystému)

Hydrologický cyklus

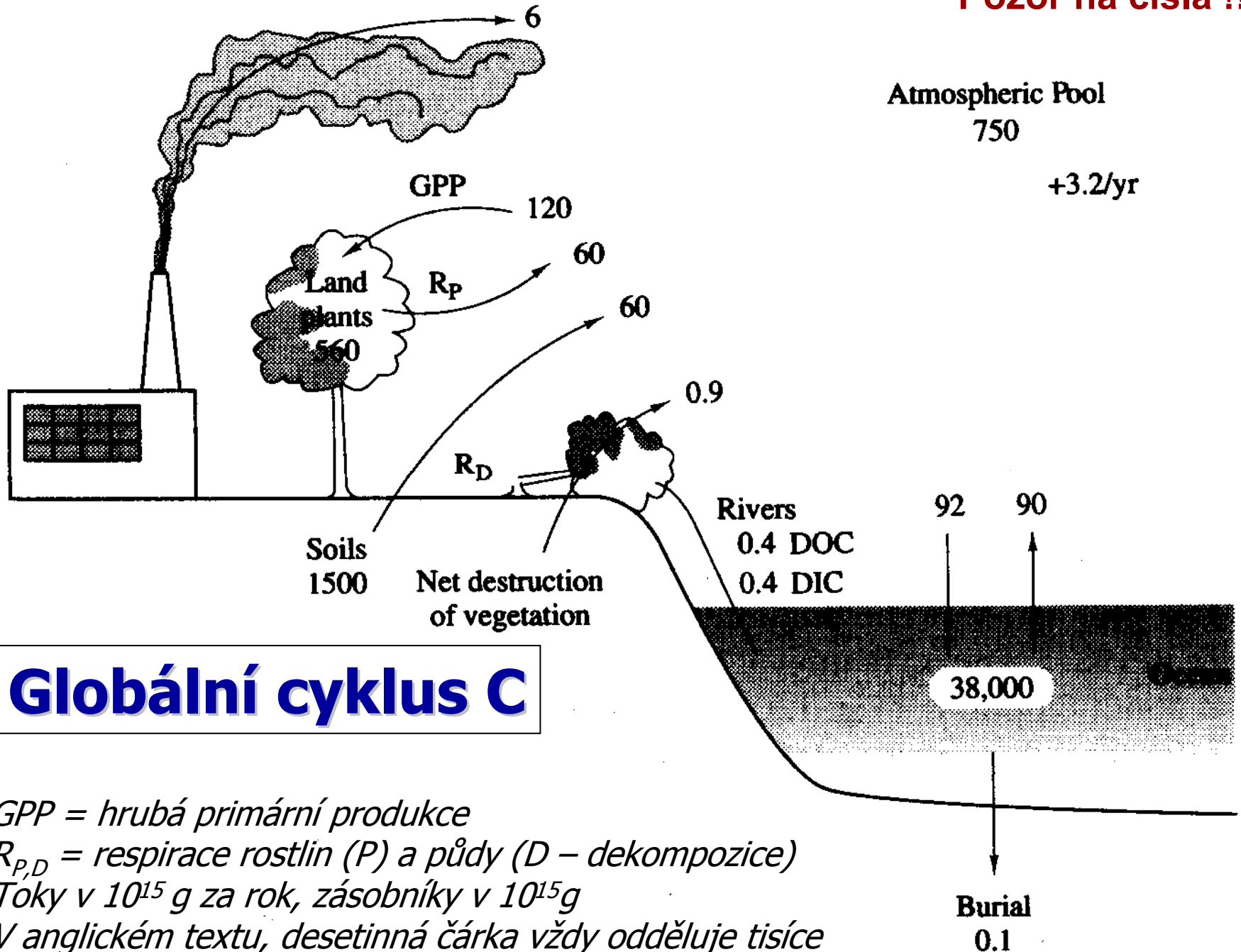


*via biologické procesy*  
(rozpouští živin, transport v ekosystému)

Biogeochemické cykly

*Evapotranspirace = odpar s povrchu + transpirace rostlin*

Pozor na čísla !!!



*GPP = hrubá primární produkce*

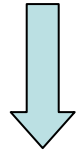
*$R_{p,D}$  = respirace rostlin (P) a půdy (D – dekompozice)*

*Toky v  $10^{15}$  g za rok, zásobníky v  $10^{15}$  g*

*V anglickém textu, desetinná čárka vždy odděluje tisíce*

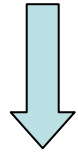
*Hrubá = gross*  
*Čistá = net*

**100 % Hrubá primární produkce (GPP)**



- respirace autotrofů  
(temnostní resp., kořeny)

**50 % čistá primární produkce (NPP)**

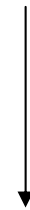


- respirace heterotrofních organismů

**5 % čistá produkce ekosystému (NEP)**  
živá a mrtvá biomasa rostlin,  
živočichů a půdní org. hmota  
vytvořená za časovou jednotku

**Nadzemní produkce:** nadzemní  
části rostlin, mechy, řasy,  
lišejníky,

**Podzemní produkce:** kořeny  
rostlin a rhizodeponie



**ekosystém produkce kořenů (% NPP)**

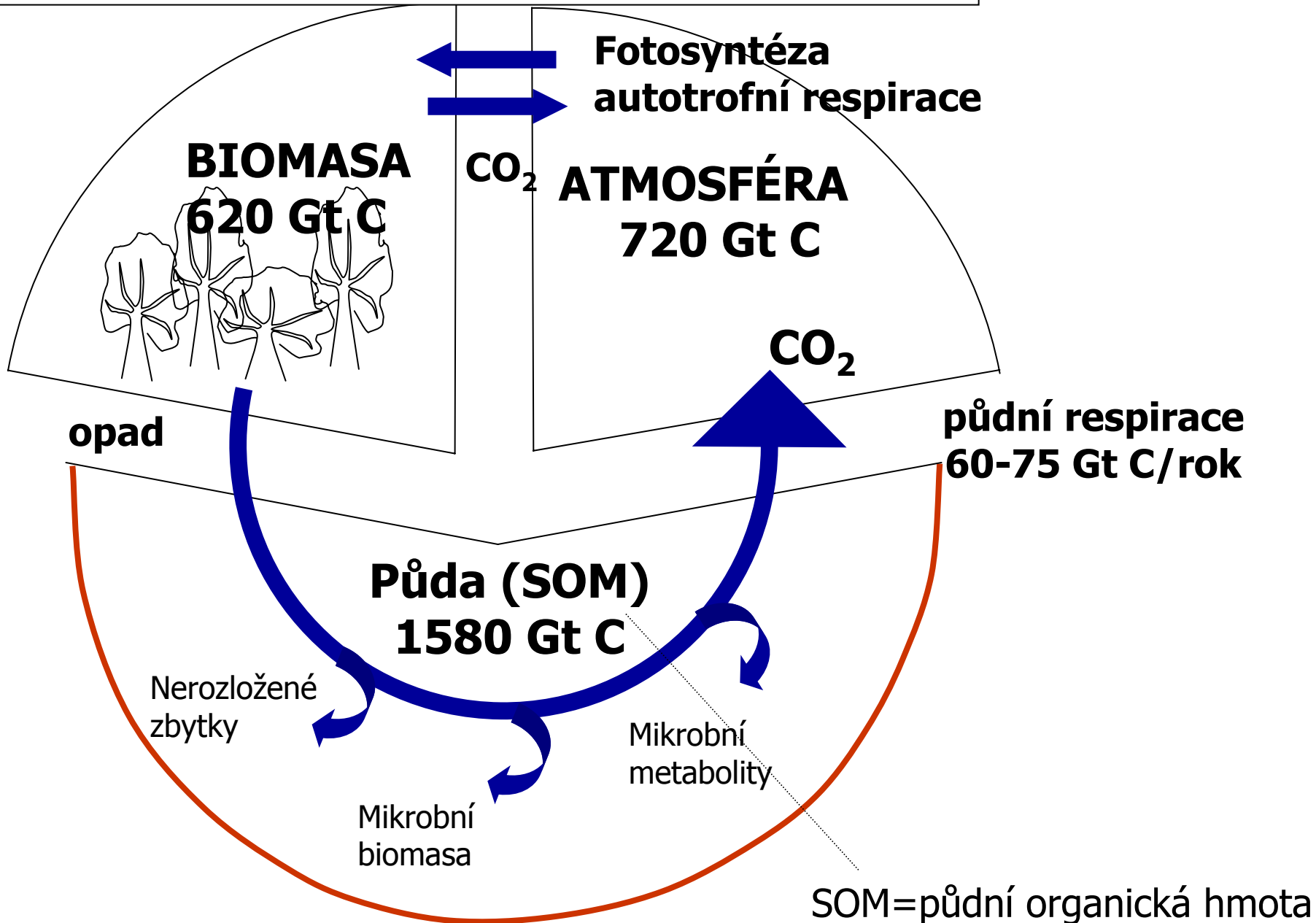
lesy mírného pásu	13-46
louka mírného pásu	50-75
step	50
polopoušť	12
zemědělské půdy:	
kukuřice, soja	25

**produkce rhizodeponií: 1-30% HPP**

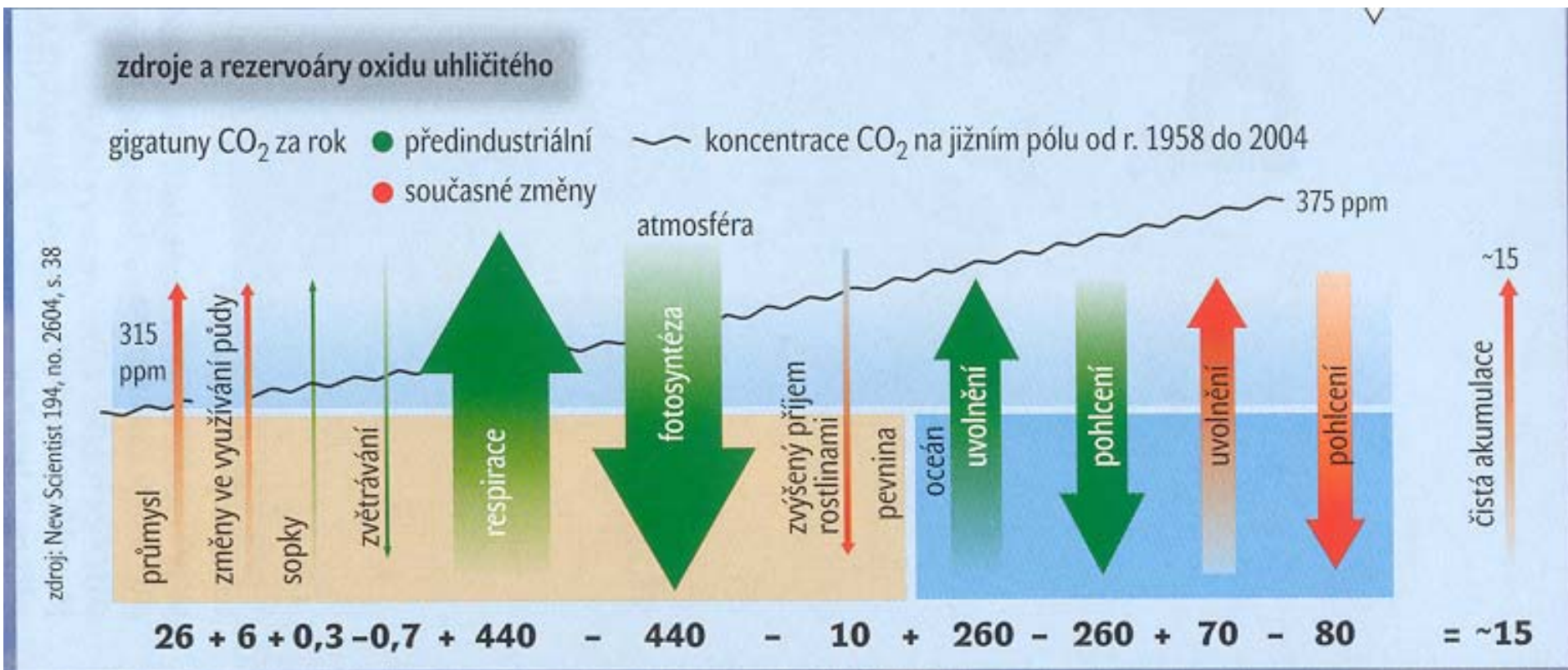
**Půdní organická hmota:**

celosvět. zásoba =  $1,5 \times 10^{18}$  g C  
2-3 x více než v nadzemní biomase rostlin  
závisí na : NEP (NPP)  
    abiotických faktorech  
    (hlavně vlhkost a teplota)

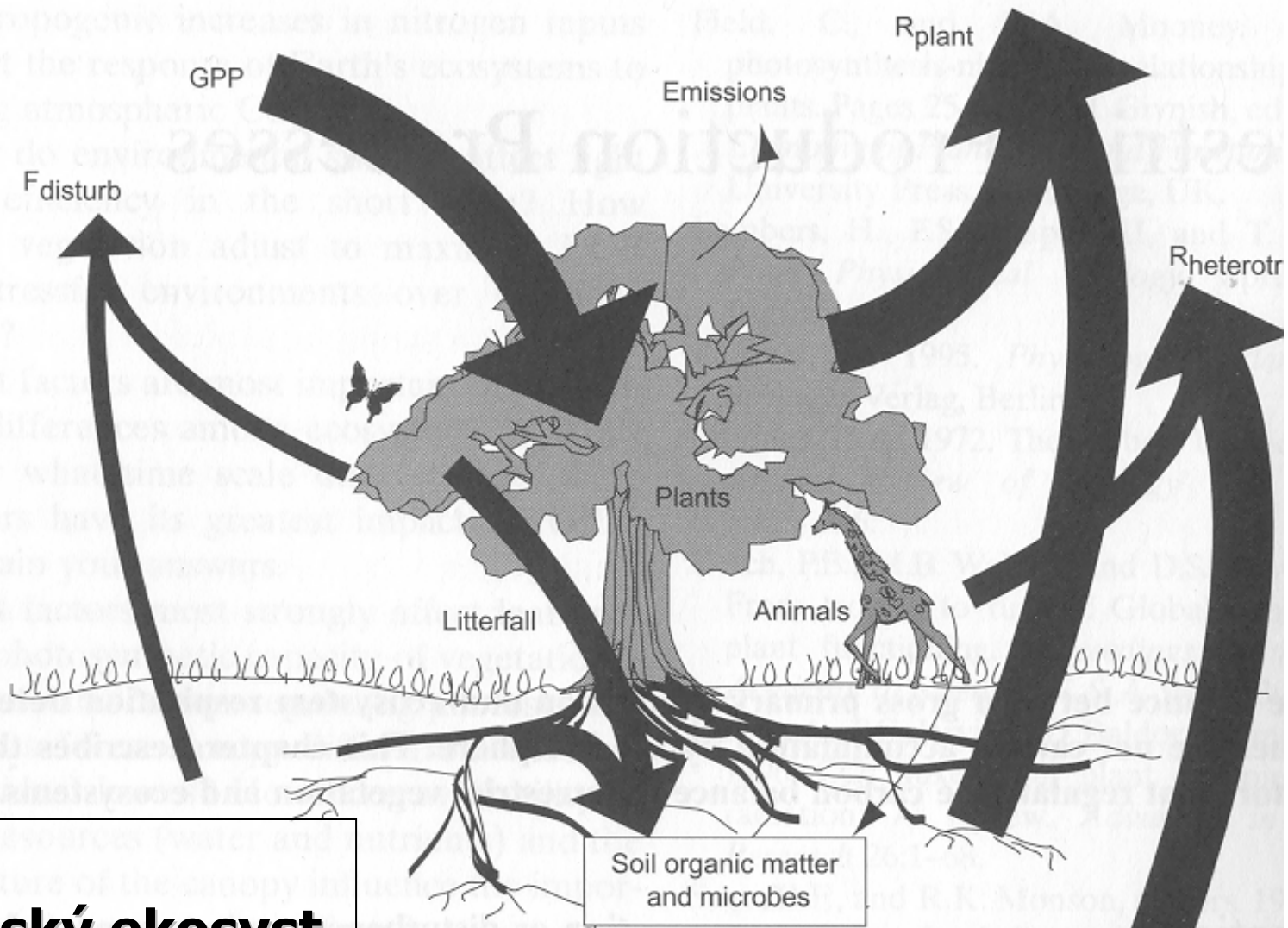
# celková zásoba C v suchozemských ekosystémech



# Změny koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře



zdroj: New Scientist 194, no. 2604, s. 38



**Cyklus C -  
suchozemský ekosyst.**

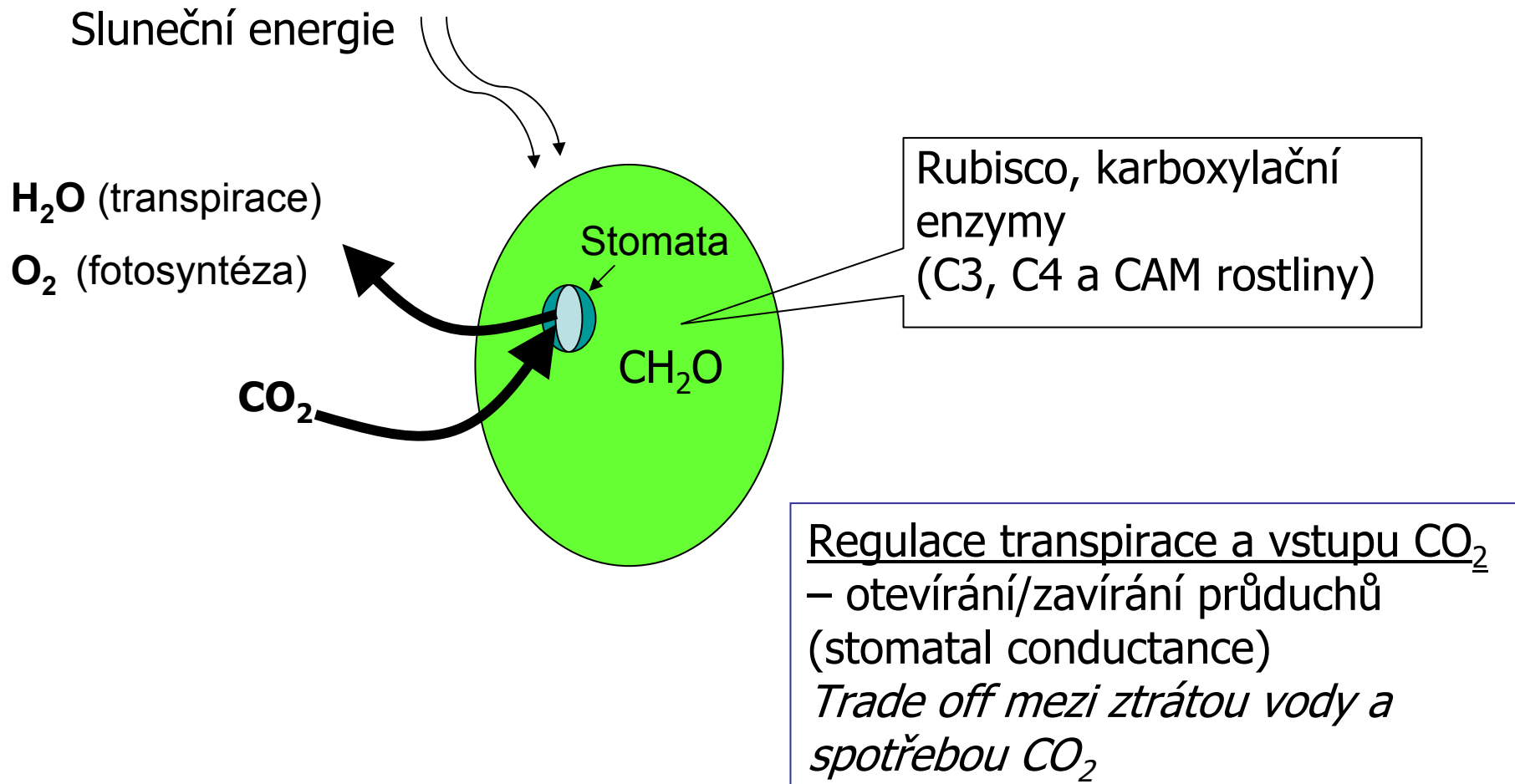
$$NPP = GPP - R_{plant}$$

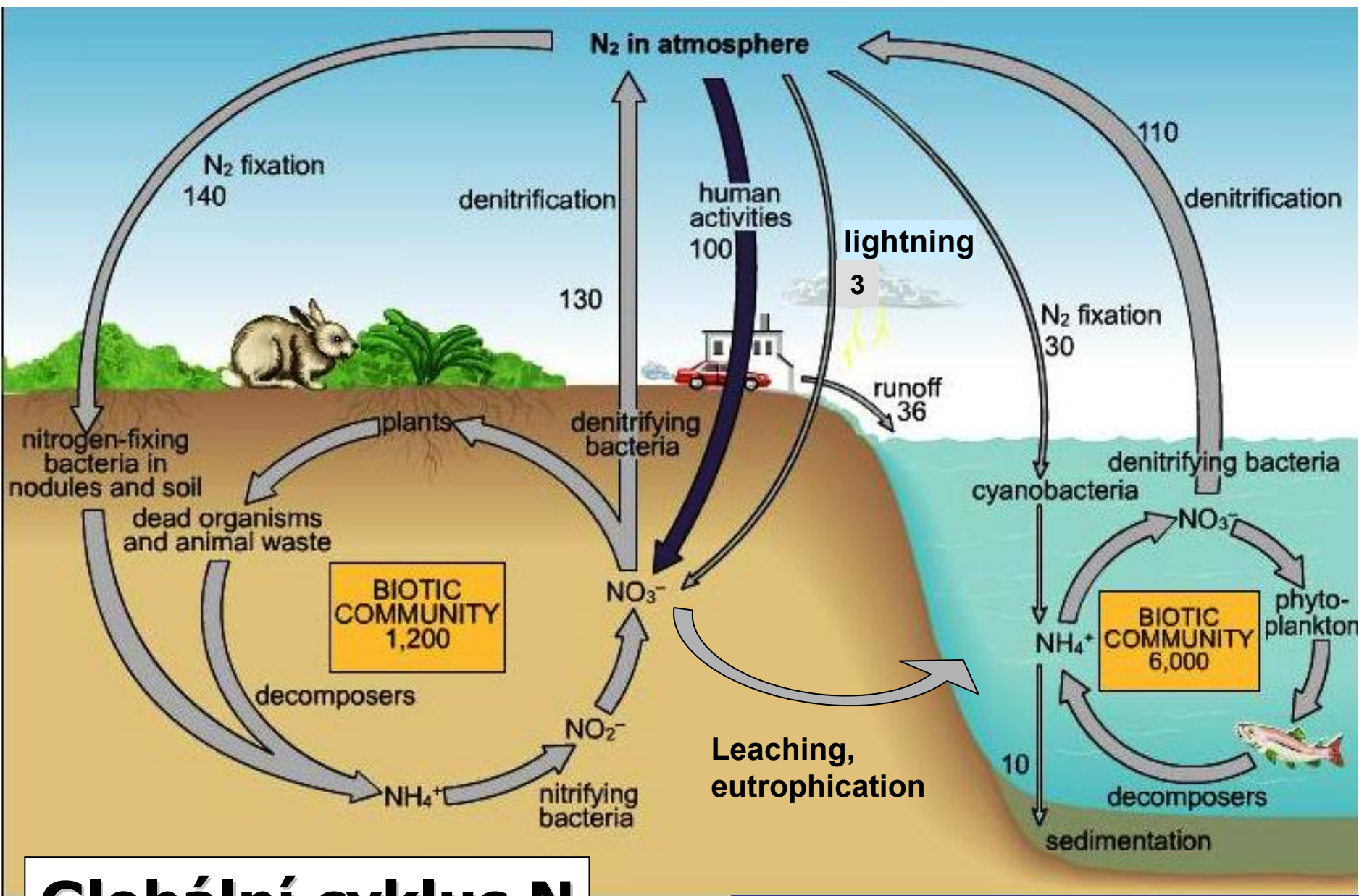
$$NEP \approx GPP - (R_{plant} + R_{heterotr} + F_{disturb} + F_{leach})$$

*R = respirace*  
*F = tok*

## Vstup uhlíku do cyklu C

- procesy fotosyntézy, místo propojení toku energie, hydrologického a C cyklu





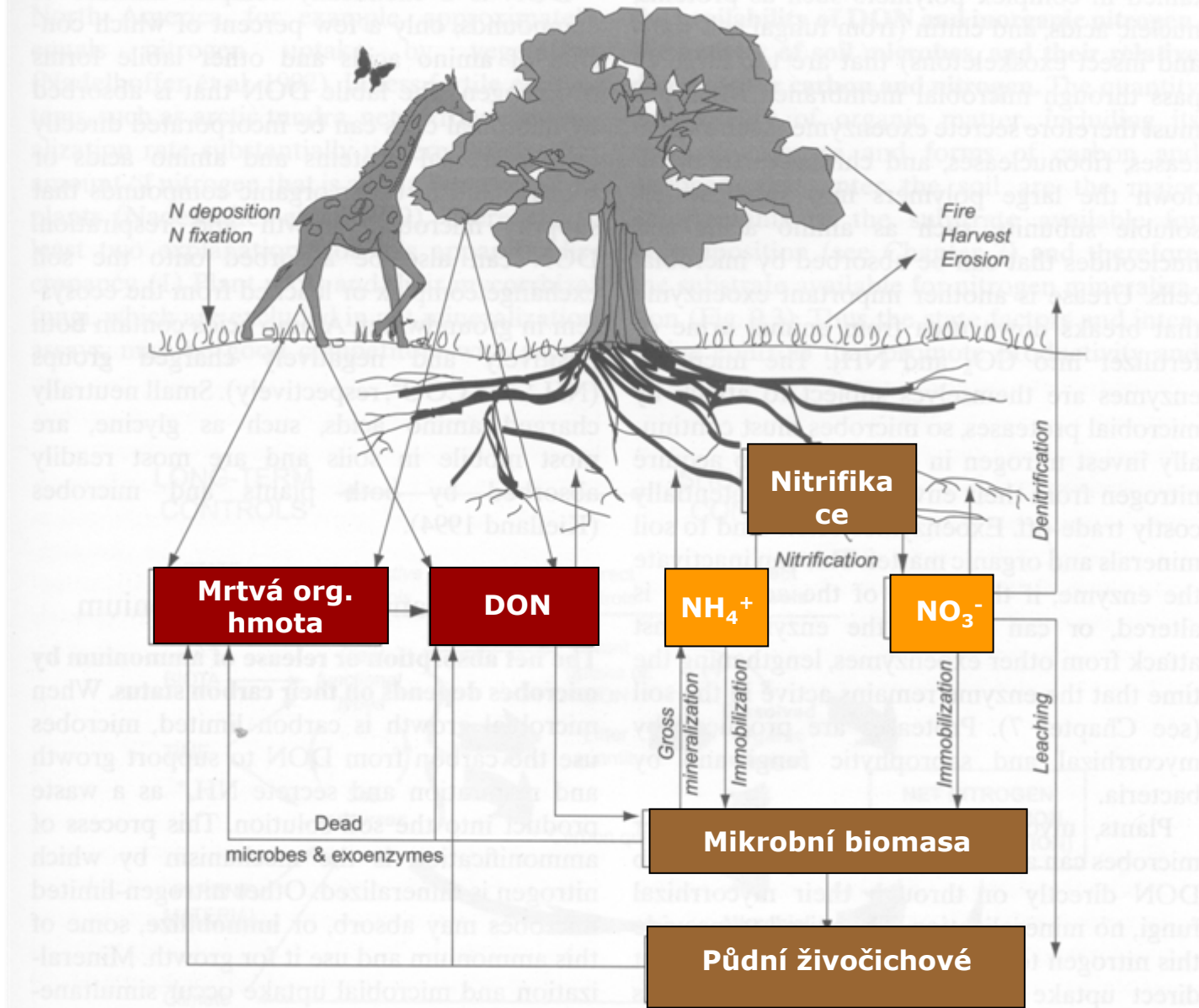
# Globální cyklus N

Toky v  $10^{15}$  g za rok, zásobníky v  $10^{15}$ g

Z hlediska lidské činnosti:  
 $NH_3$ ,  $N_2O$ ,  $NO_x$

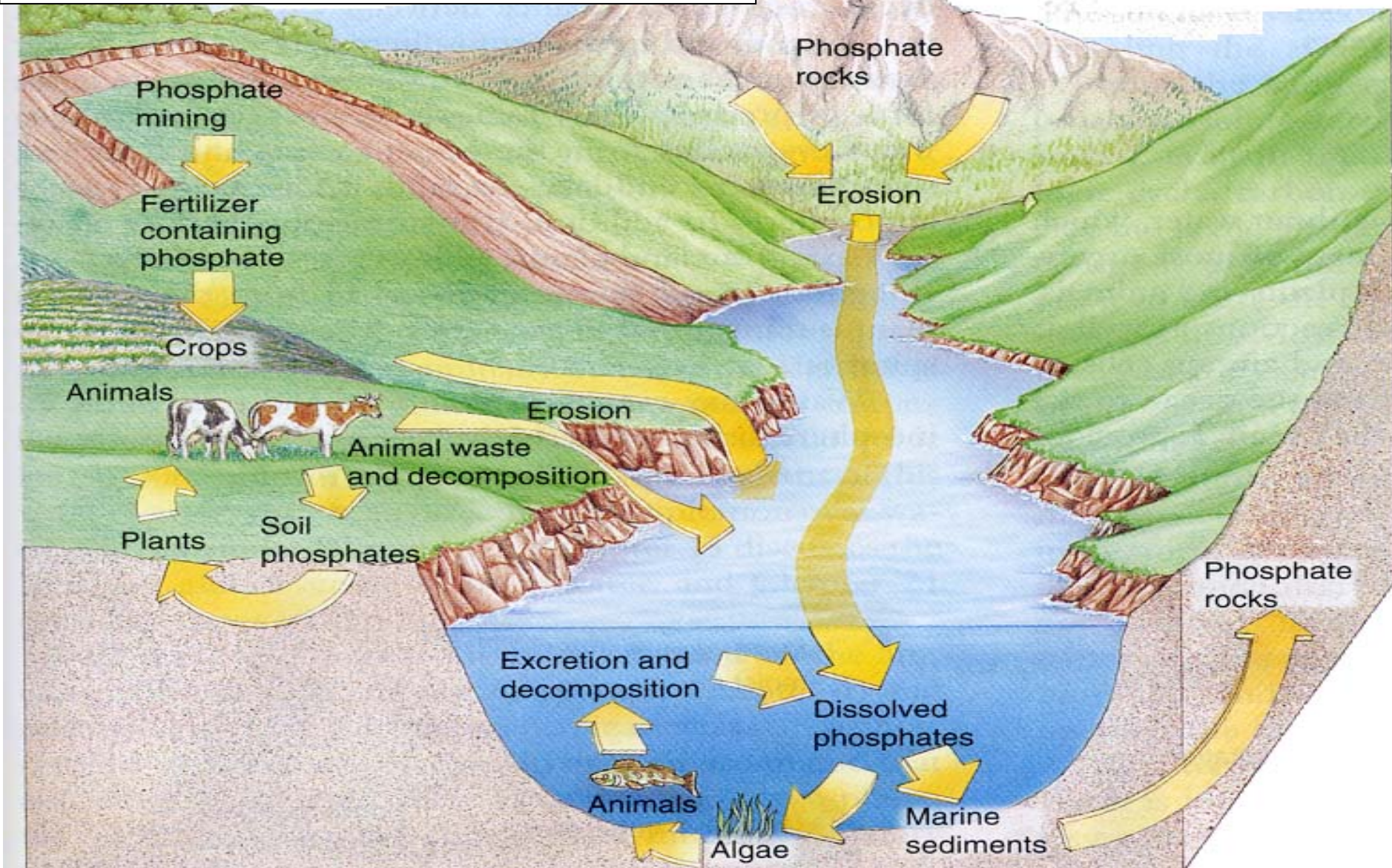


# Zjednodušený terestrický cyklus N

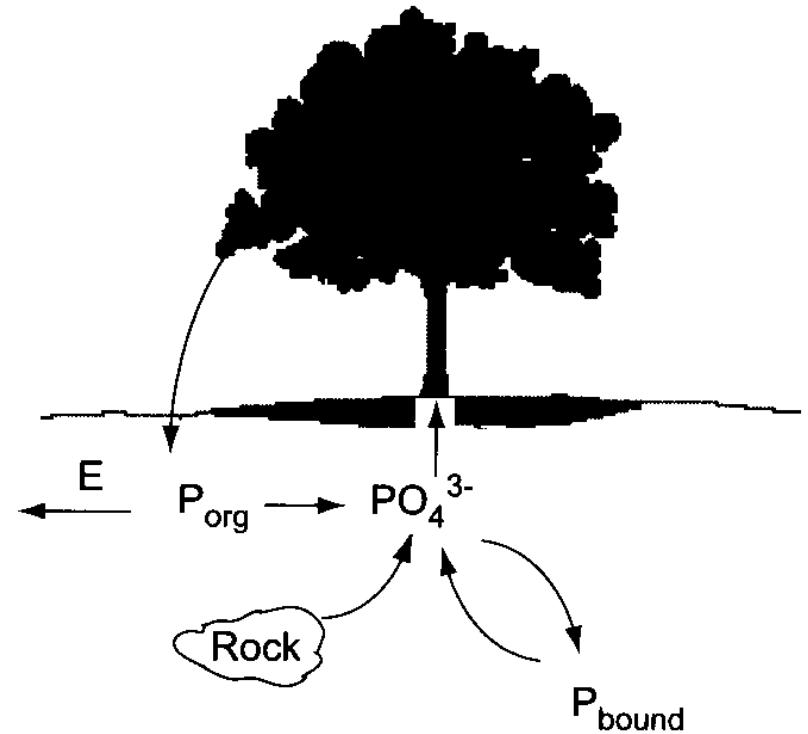
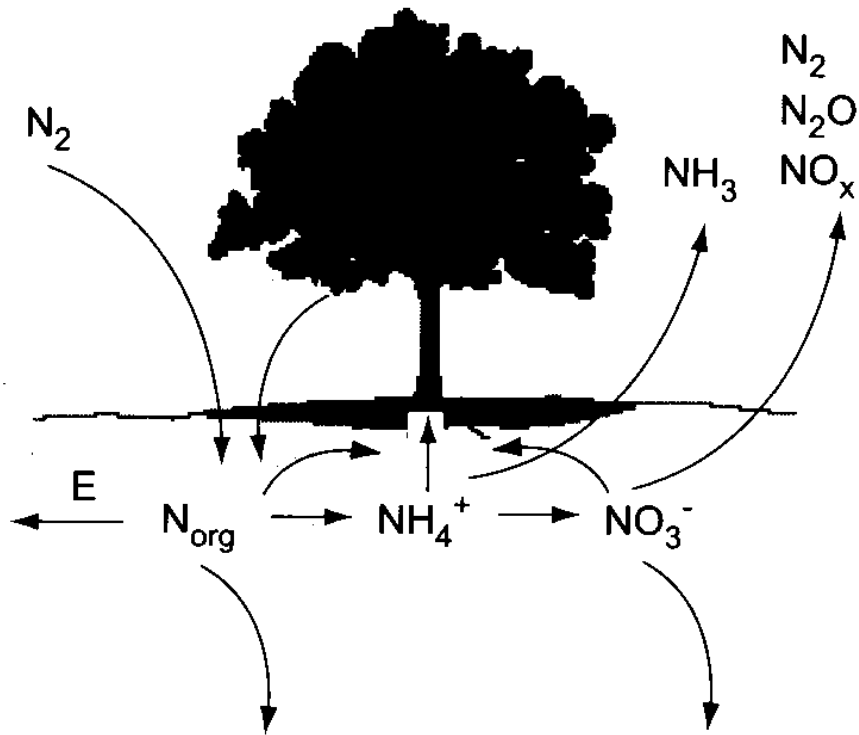


Půda je nejdůležitějším  
místem přeměn

# Globální cyklus fosforu



# Cyklus P - srovnání s cyklem N



E = eroze a odnos

# Cyklus C a živin ve vodě

Platí stejné principy jako v suchozemských ekosystémech  
X **zcela jiné řídicí ekologické faktory, dynamika**

(rozdílem mezi fyzikálními vlastnostmi vody a vzduchu)

**Cílem:** ukázat podobnost a rozdílnost se suchozemskými systémy

**Strukturní a funkční diverzita vodních ekosystémů** – srovnatelná se suchozemskými

**Rozdělení vodních ekosystémů:**

Oceány (pelagické systémy) , řeky, jezera a nádrže, mokřady (litorální systémy)

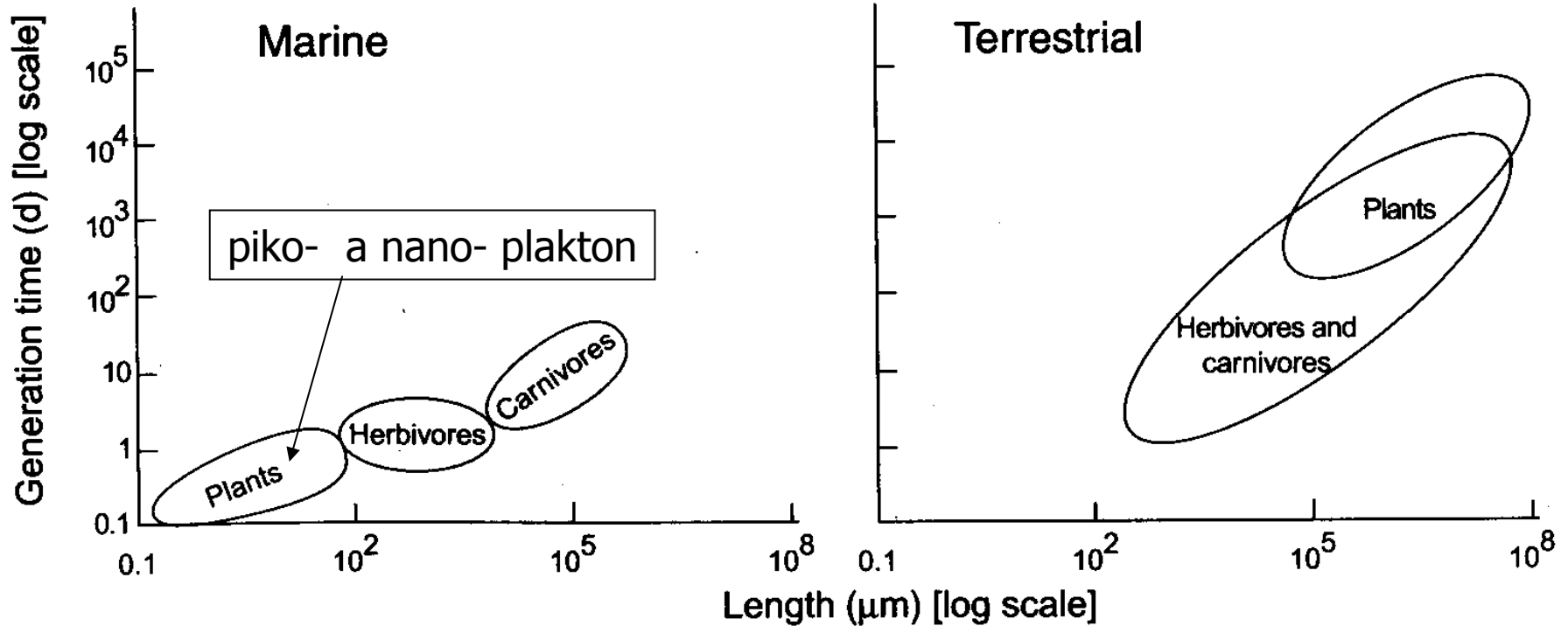
# Základní vlastnosti vody a vzduchu, které ovlivňují ekosystémové procesy

<i>vlastnost</i>	<i>voda</i>	<i>vzduch</i>	<i>poměr</i>
koncentrace O <sub>2</sub> (ml l <sup>-1</sup> )	7	209	1:30
difúzní koeficient (mm s <sup>-1</sup> )			
O <sub>2</sub>	0,00025	1,98	1:8000
CO <sub>2</sub>	0,00018	1,55	1:9000
hustota (kg l <sup>-1</sup> )	1	0,0013	800:1
viskozita (mPa s)	1	0,02	50:1
tepelná kapacita (cal l <sup>-1</sup> (°C) <sup>-1</sup> )	1000	0,31	3000:1

primární producenti ve vodě – fytoplankton, v **eufotické vrstvě**  
*(dostatečně prosvětlená vrstva; oceány - do 200m, sladké vody několik cm až několik metrů)*

# vodní ekosystémy – jiný vztah velikosti těla a potravy

velikost těla a generační doba organismů v oceánech a na souši.



vodní organismy – často filtrátoři, cca 100x větší než potrava

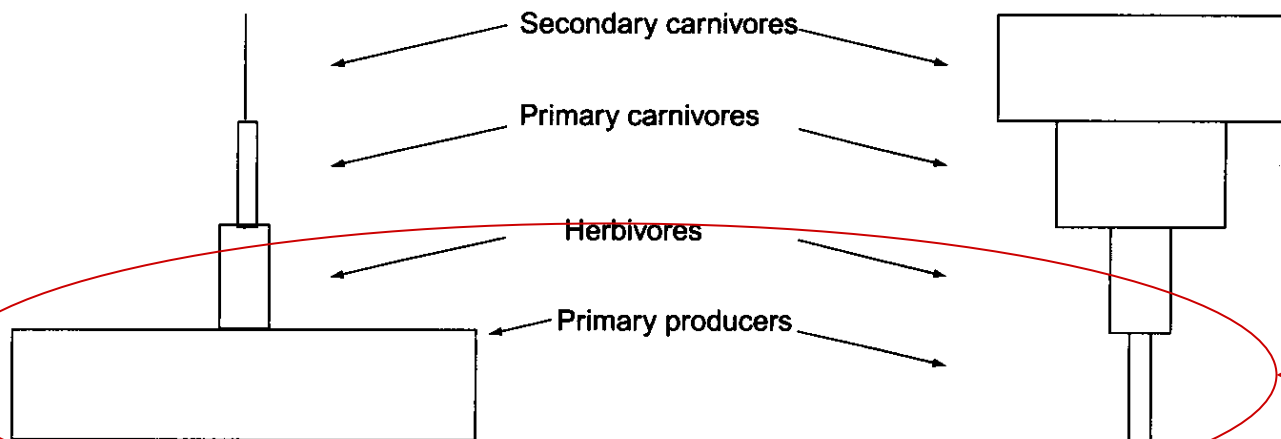
herbivoři ve vodním systému – účinnější přeměna živin než u suchozemských herbivorů (menší podíl strukturních látek ve fytoplanktonu).

# trofické pyramidy v suchozemském a vodním ekosystému

Terrestrial ecosystem

Biomass

Aquatic ecosystem



ve vodním ekosystému má většina biomasy krátkou dobu obratu a je rychle konzumována

Terrestrial ecosystem

Energy flow

Aquatic ecosystem

