

# **Organizmy 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 organizmy a neživými částmi atmosféry, litosféry a hydrosféry

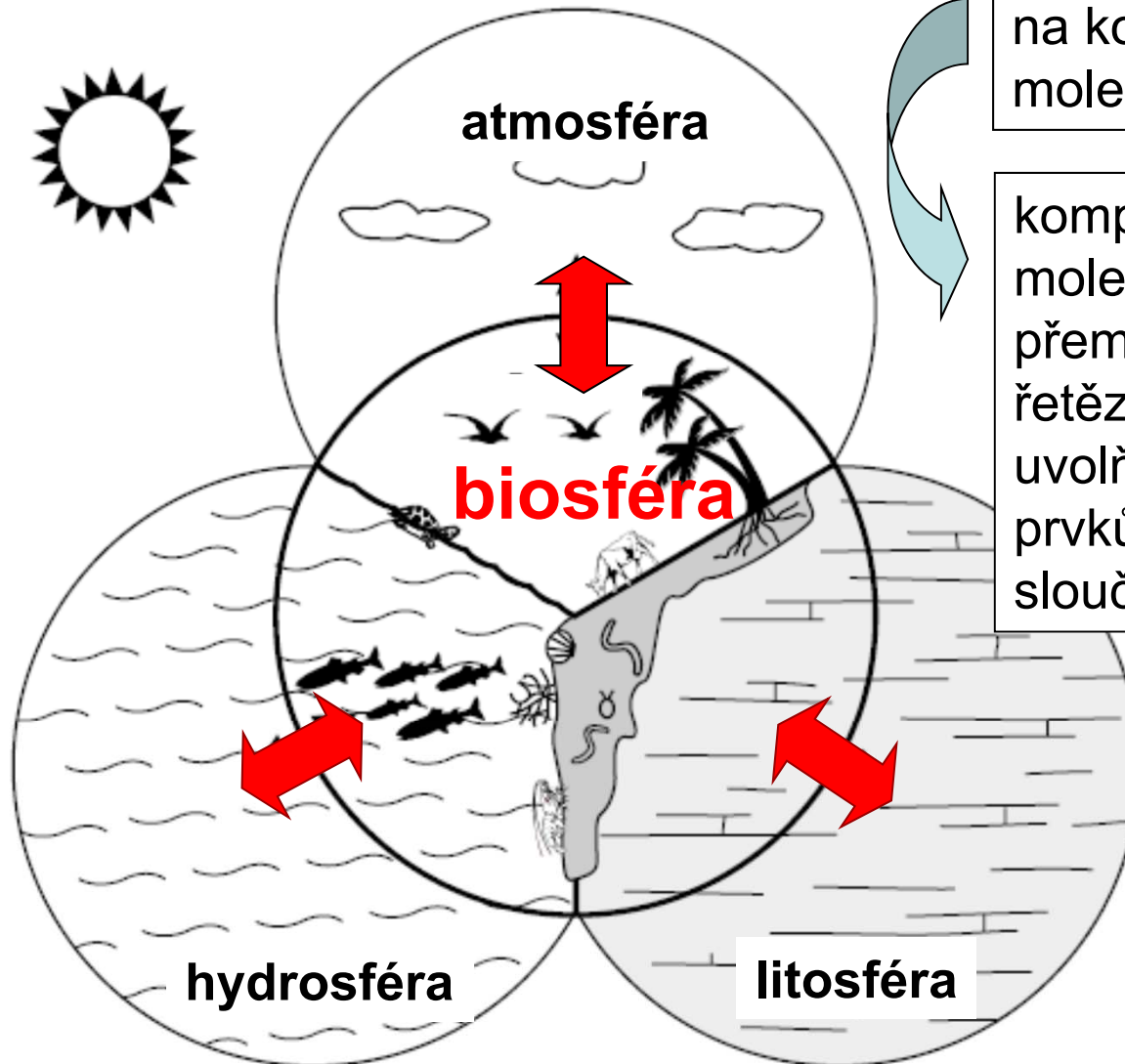
---

Abiotické (neživé) prostředí



organizmy  
(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 definice

---

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

- Biotické procesy
- Abiotické procesy
- Sociální procesy

# Ekosystém definice

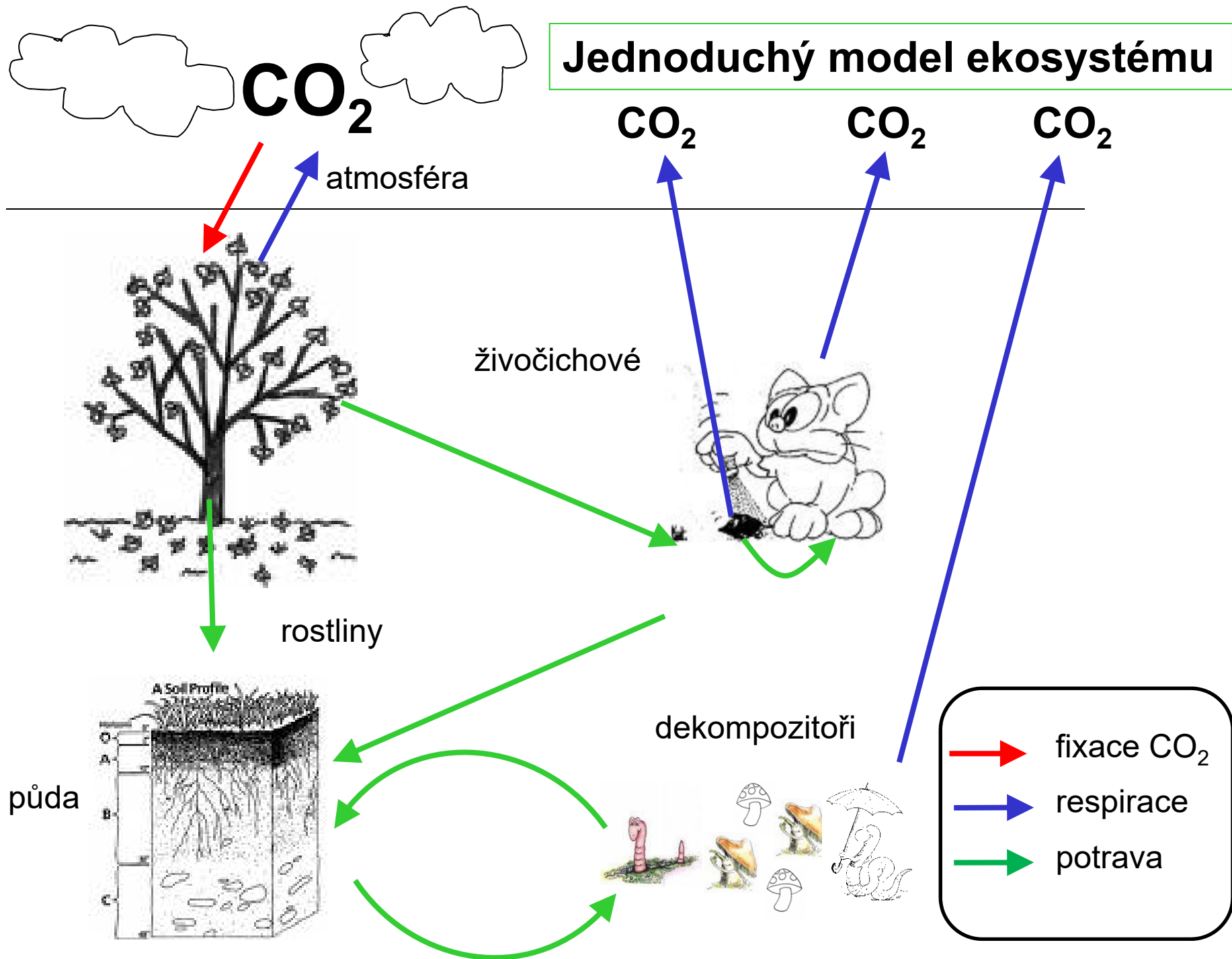
---

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

# Ekologie ekosystémů:

Studuje interakce mezi organizmy a jejich abiotickým (*neživým*) prostředím jako integrovaný (*celkový, propojený*) systém

# Jednoduchý model ekosystému



# Základní pojmy

## Látky v přírodě

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

**zásobník**  
(pool)

Zásobníky si látky vyměňují

= **tok** (flux)

látky do zásobníku vstupují

= **vstup**  
(input)

látky ze zásobníku vystupují

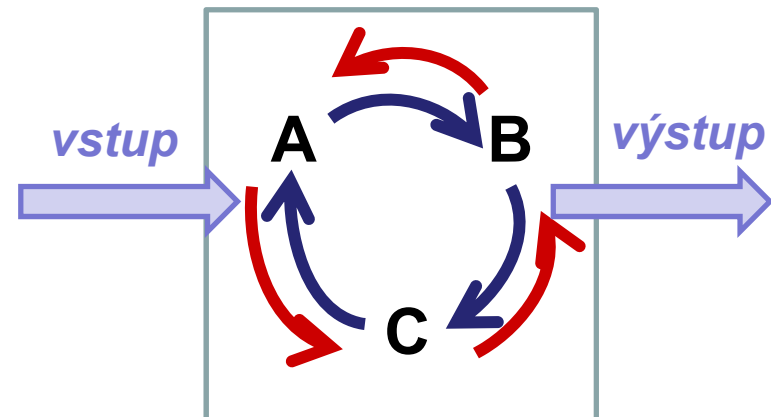
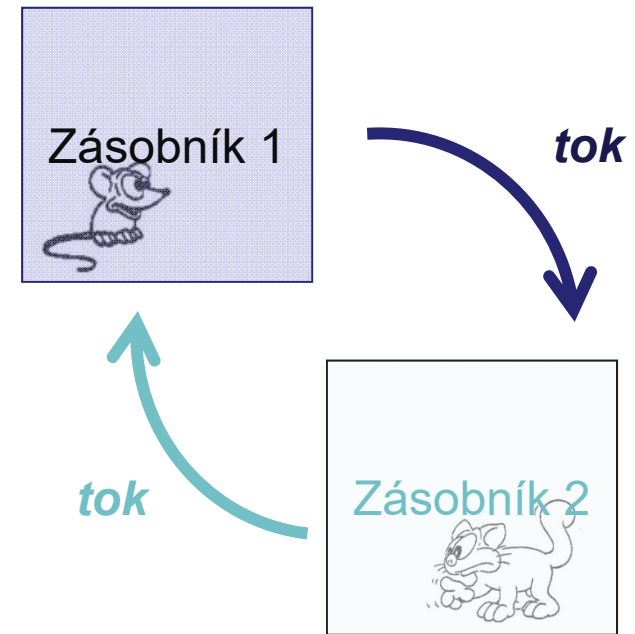
**výstup**  
(input)

látky v zásobníku zůstávají určitou dobu

= **doba zdržení**  
(residence time)

rychlosti toku společně s velikostí zásobníků

= **cyklus živin**





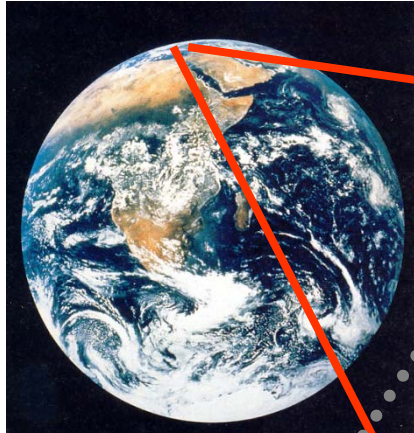
## Studium založeno na:

- Zákonu zachování hmoty - bilance živin (*mass balance budget*)
  1. Systém v rovnováze – toky jsou v rovnováze a **vstup = výstup** (*input = output*)
  2. Prvky se akumulují v ekosystému, **vstup > výstup** a ekosystém se stává **zásobárnou (jímkou)** živiny (*storage, sink*)
  3. Prvky ubývají z ekosystému **vstup < výstup** ekosystém se stává **zdrojem** živin (*loss, source*)
- Zákonu zachování energie

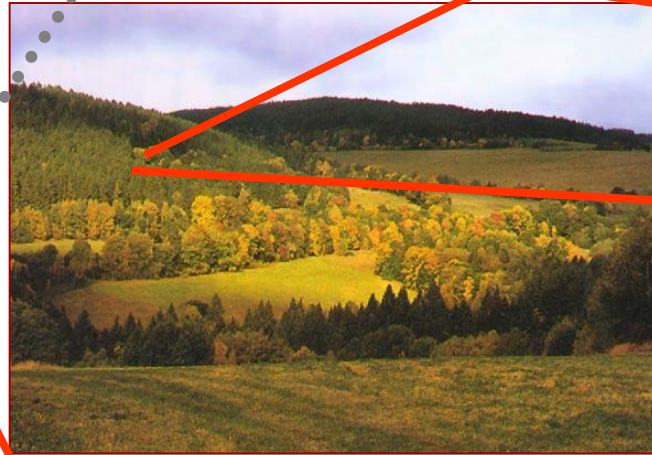
Energii nelze vyrobit ani zničit, ale pouze přeměnit na jiný druh energie.

# Prostorové měřítko

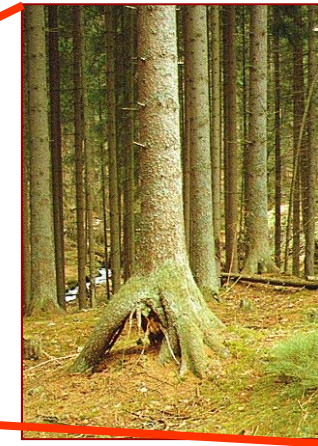
Globální cykly



Lokální cykly



Ekosystémy (povodí)



Části ekosystémů

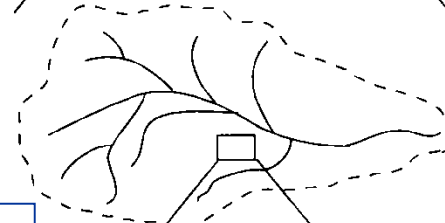
## Globální ekosystém

5,000 km



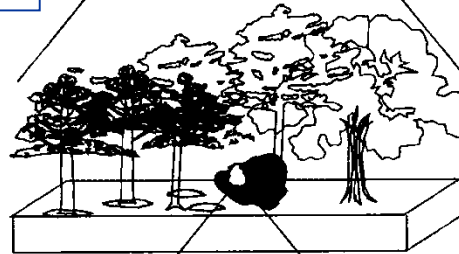
povodí

10 km



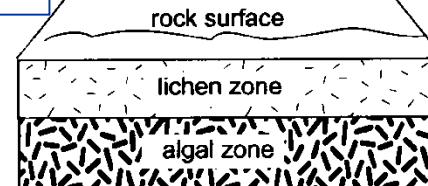
Lesní ekosystém

1 km



Půdní ekosystém

1 mm



## Příklad problematiky

Jak odlesňování ovlivňuje globální klima?

Jak odlesňování ovlivní kvalitu vody v okolních městech?

Jak odlesnění ovlivní půdní živočichy?

Jak biota ovlivní zvětrávání hornin?

*Upraveno podle Chapin 2002*

**Ekosystémy**

**různá velikost**



**různé**

**úrovně studia**



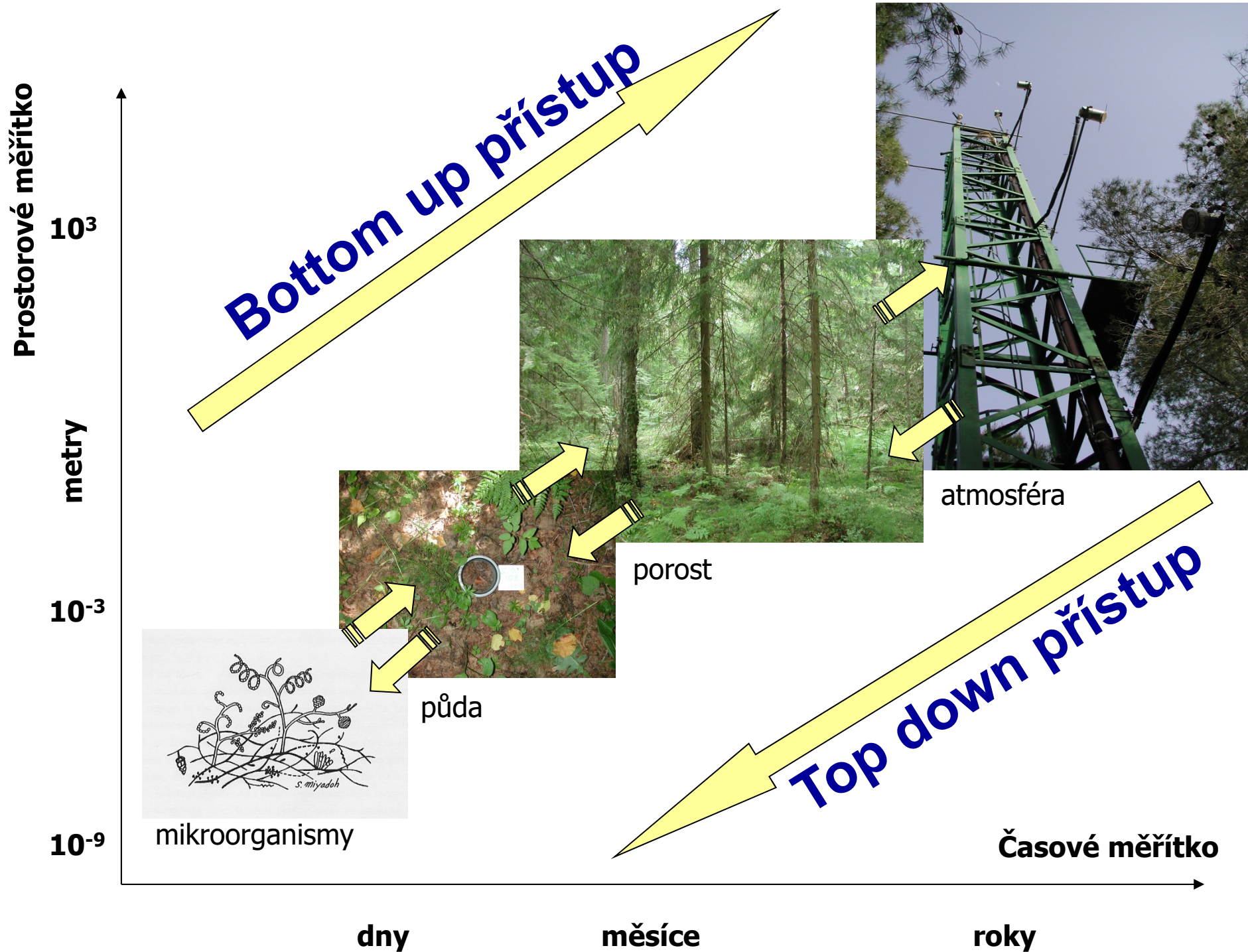
**různé metody**

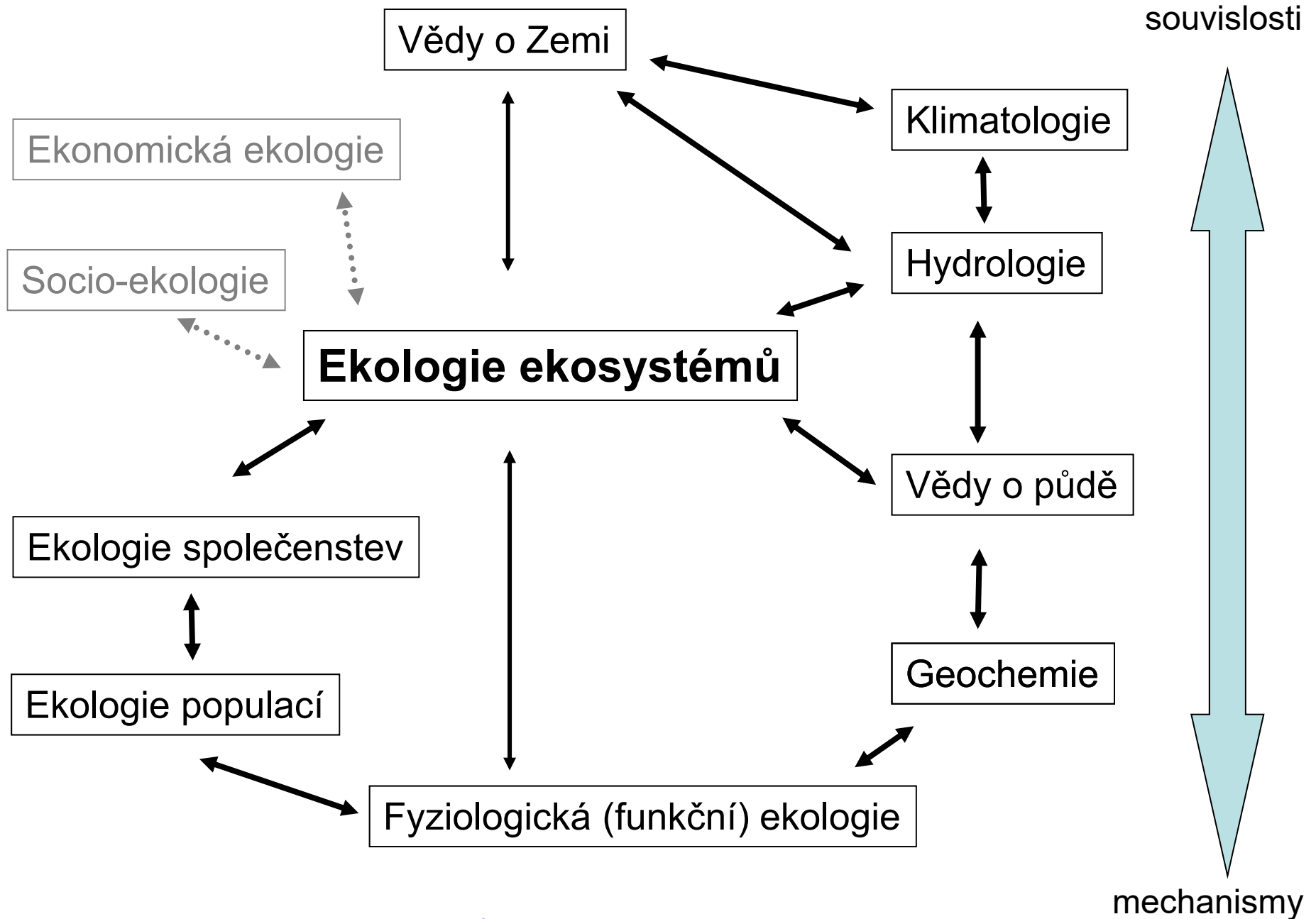


**různá**

**časoprostorová**

**měřítká**





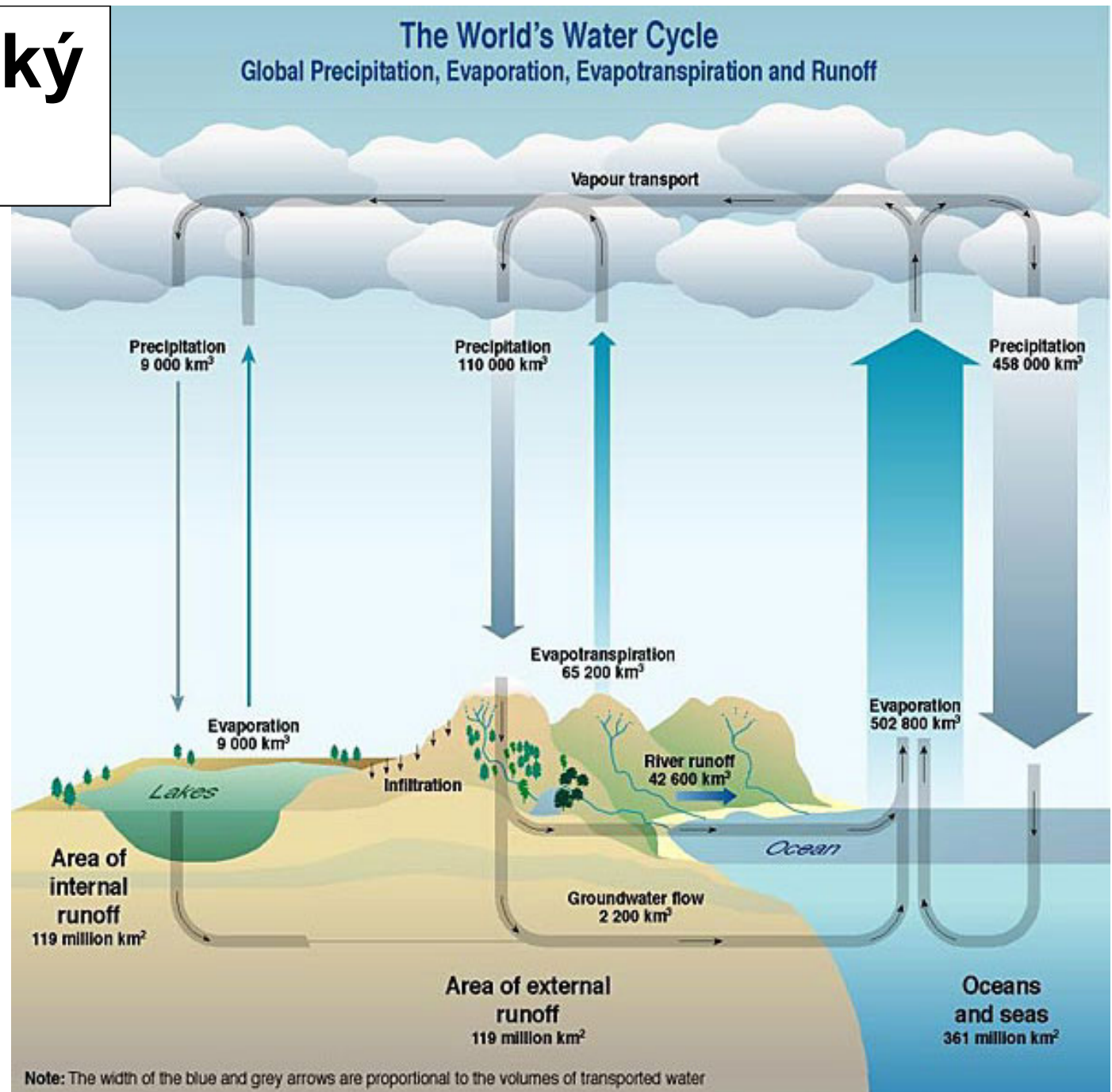
**• Interdisciplinarita, důraz na interakce**

## Co je dobré si zapamatovat

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

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

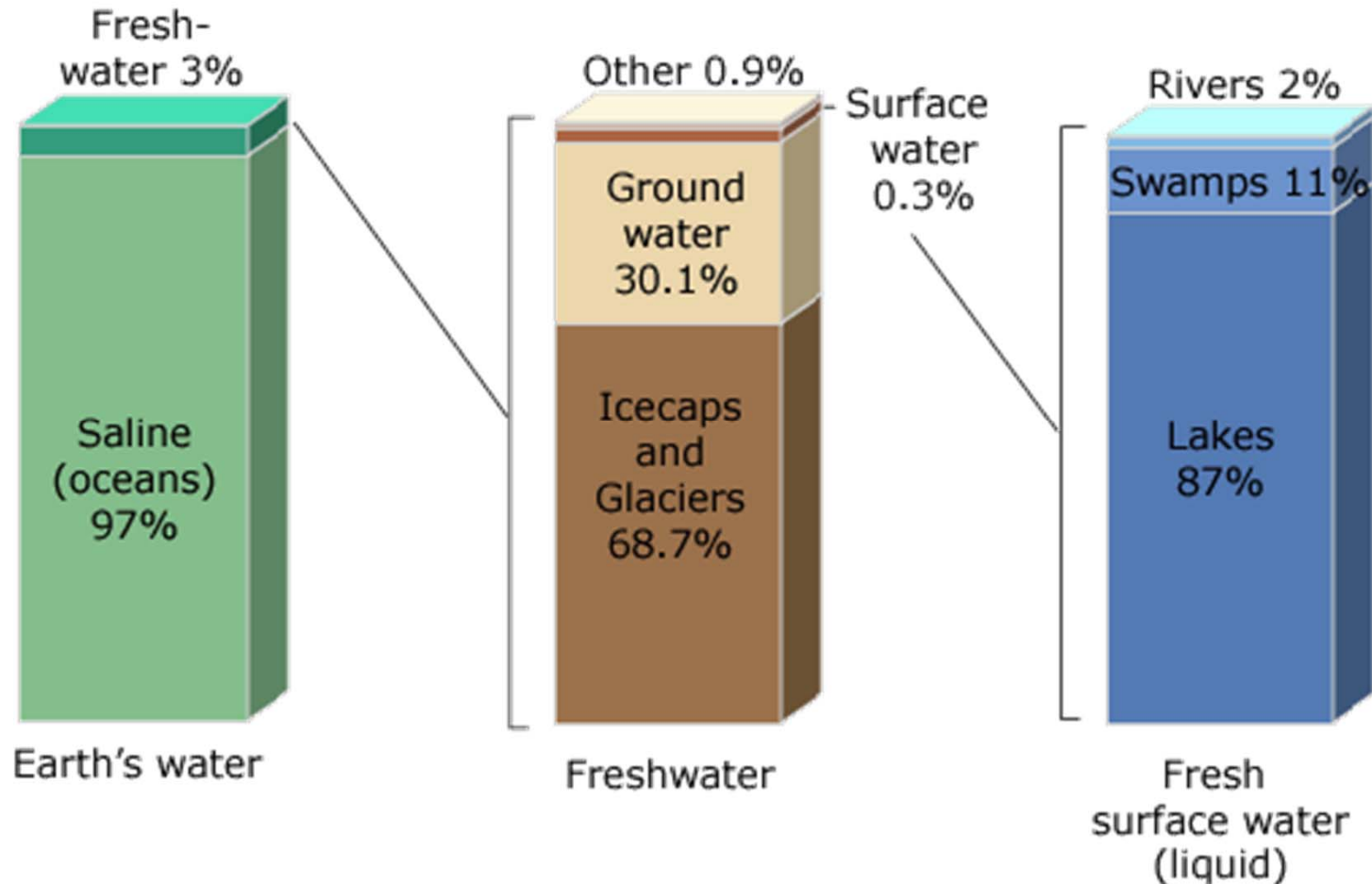
# Hydrologický cyklus



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

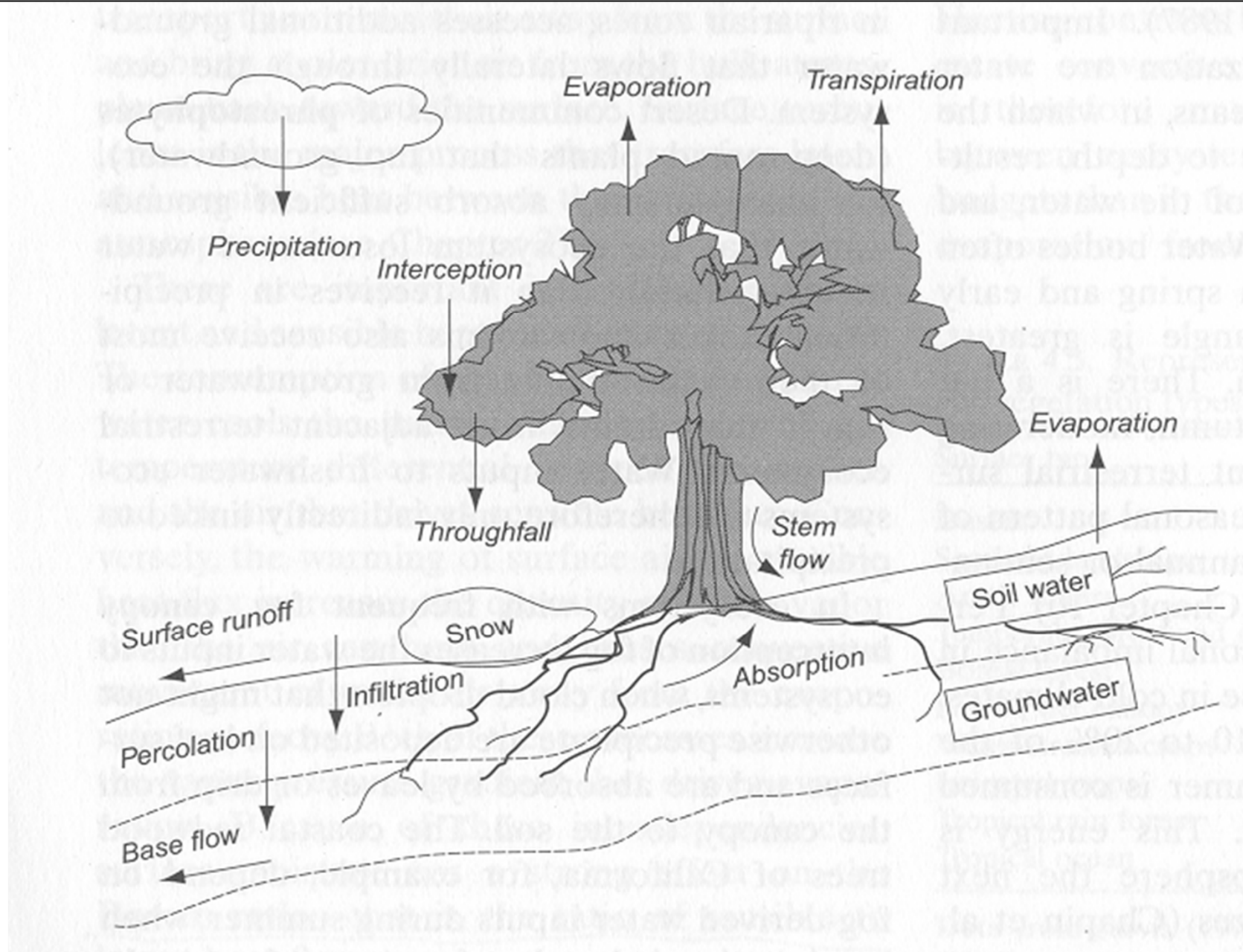
Distribution of Earth's Water



- (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



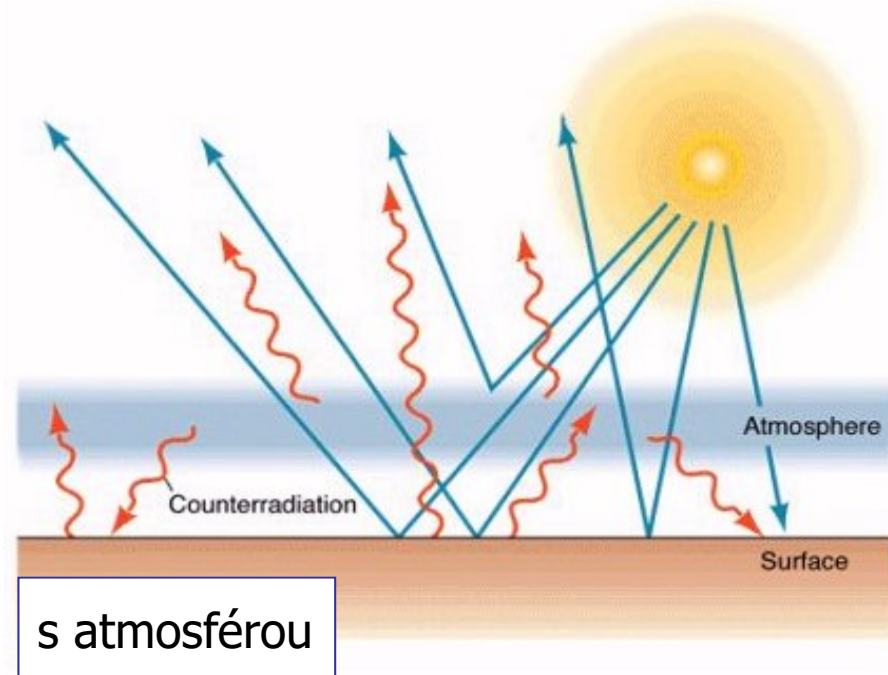
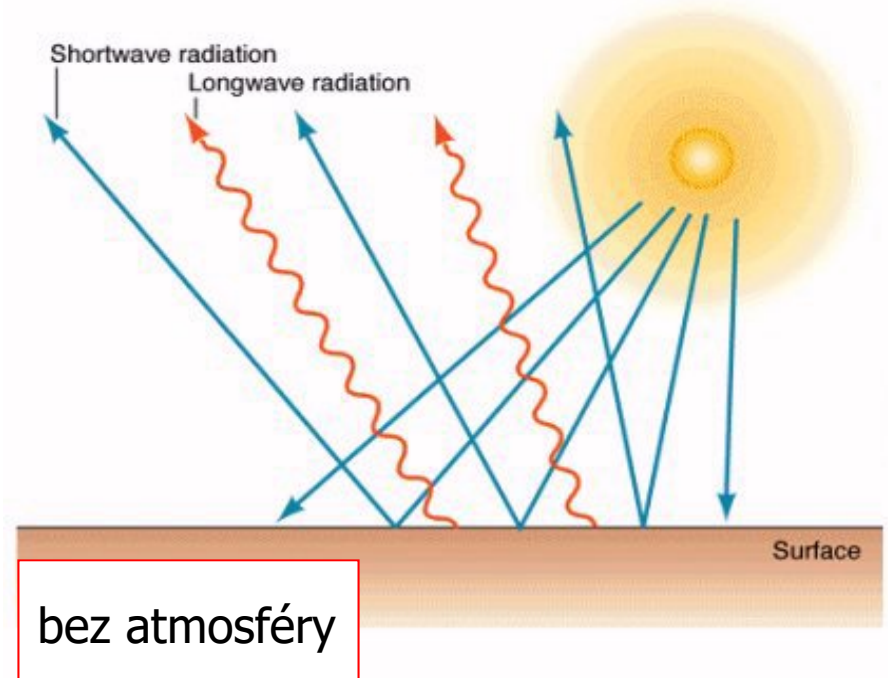
# Tok energie

→ Krátkovlnné záření

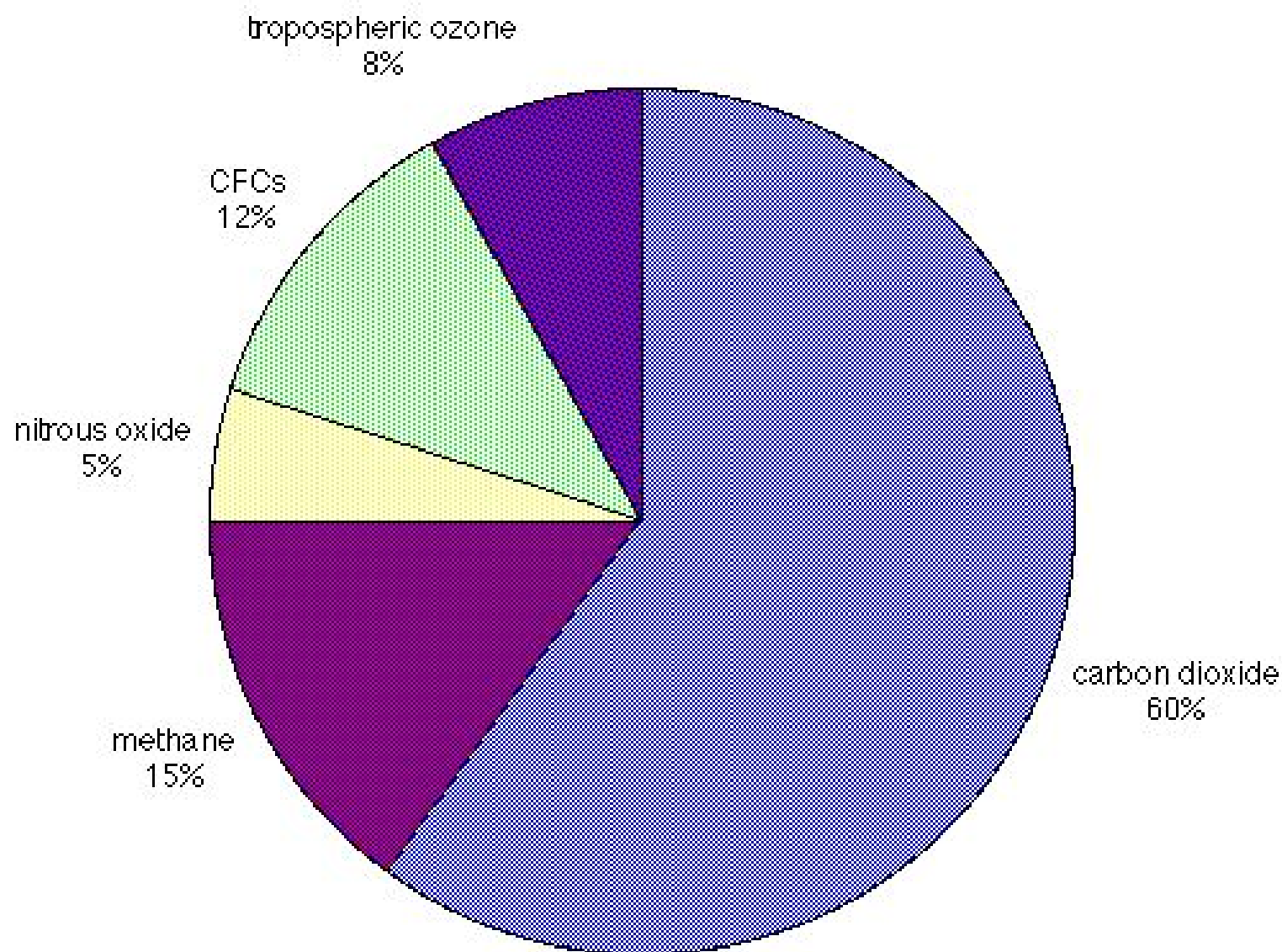
~ dlouhovlnné záření

## Skleníkový efekt atmosféry

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



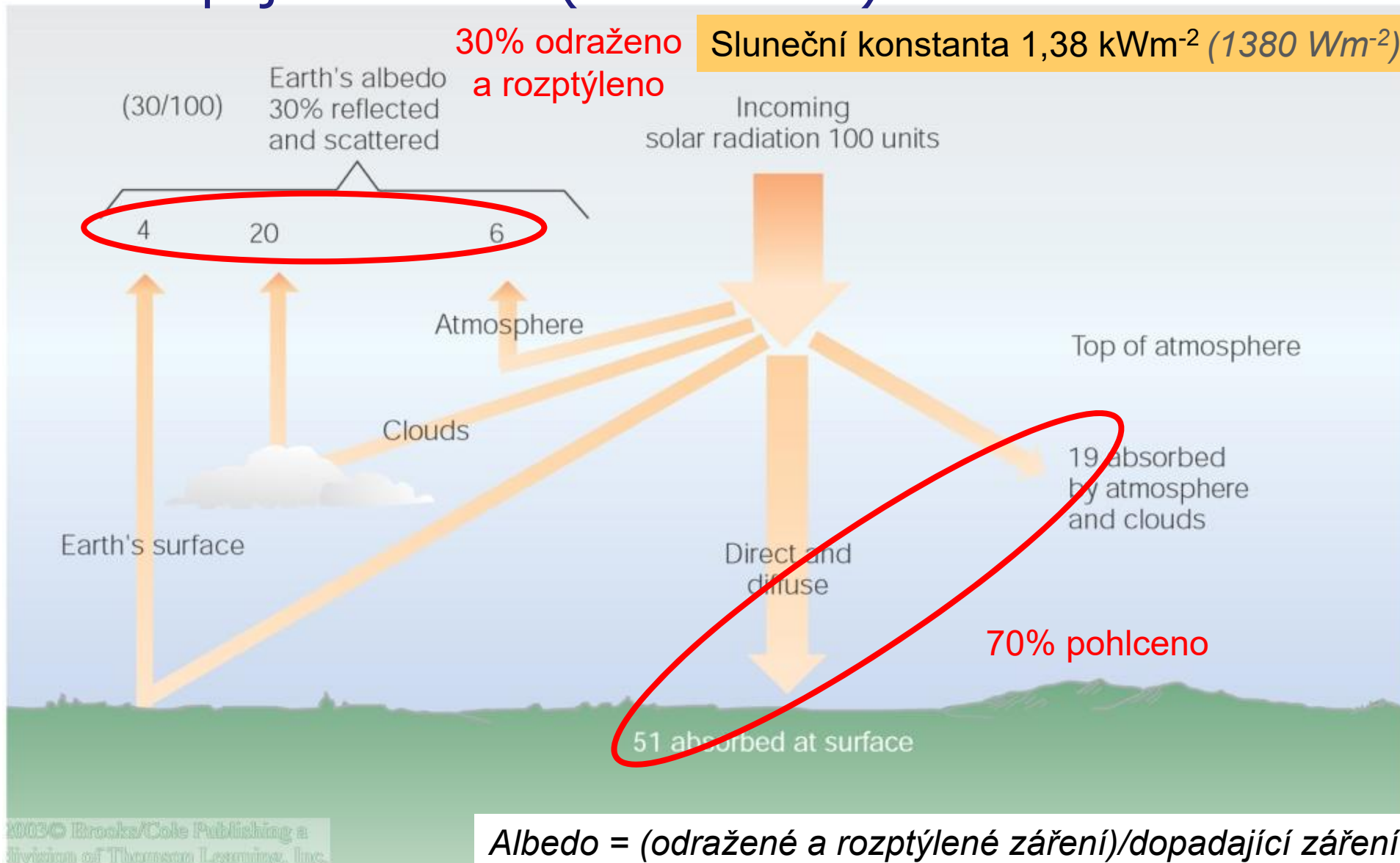
## Relativní podíl **plynů** na skleníkovém efektu



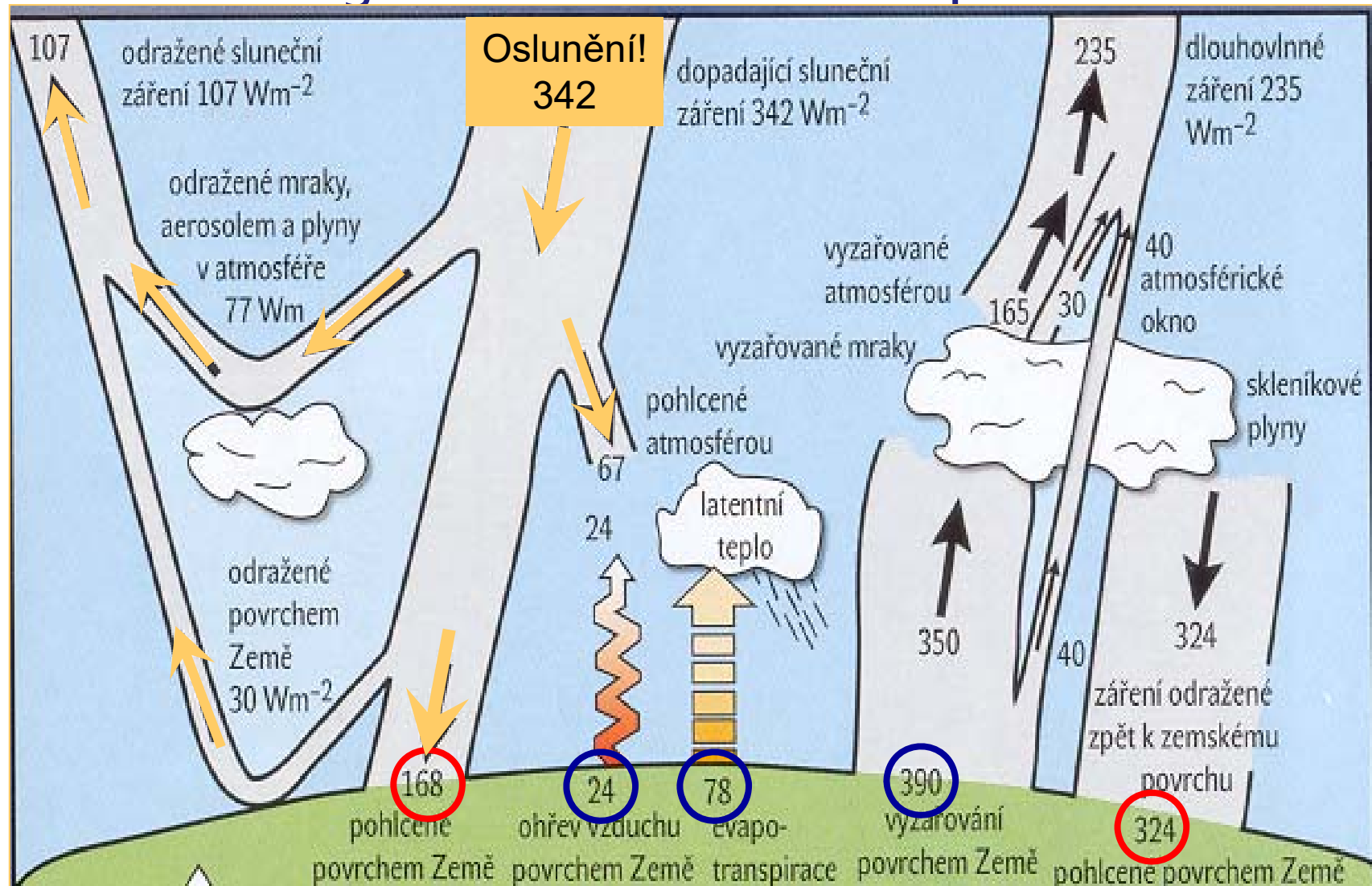
# Tok energie

Reflected = odražené  
Scattered = rozptýlené  
Absorbed = pohlcené

## 1. Vstupující sluneční (krátkovlnné) záření



## 2. Bilance energie mezi atmosférou a povrchem Země



Dopadající záření



odražené záření



krátkovlnné záření  
dlouhovlnné záření

## Co lze z obrázku vyčíst:

Oslunění  $\approx \frac{1}{4}$  sluneční konstanty

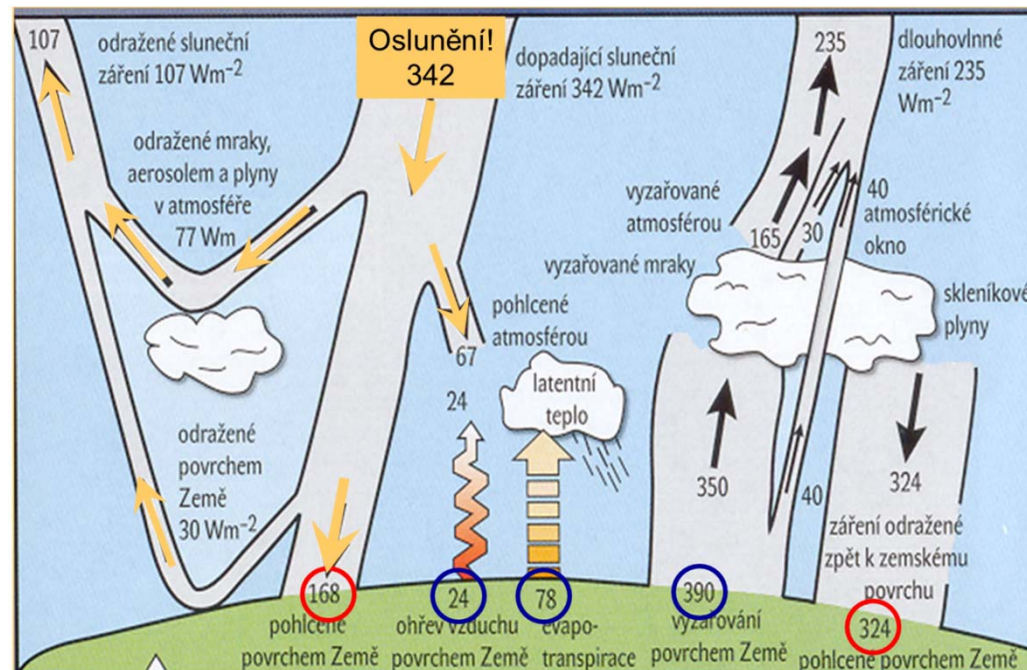
### Z absorbované energie Země:

(168+324)

Vyzařování do atmosféry 79 %

Přenos odparem vody 16 %

Přenos konvekcí 5 %



Vesmír 2007, 11

Z dlouhodobého hlediska Země ve stavu energetické rovnováhy:

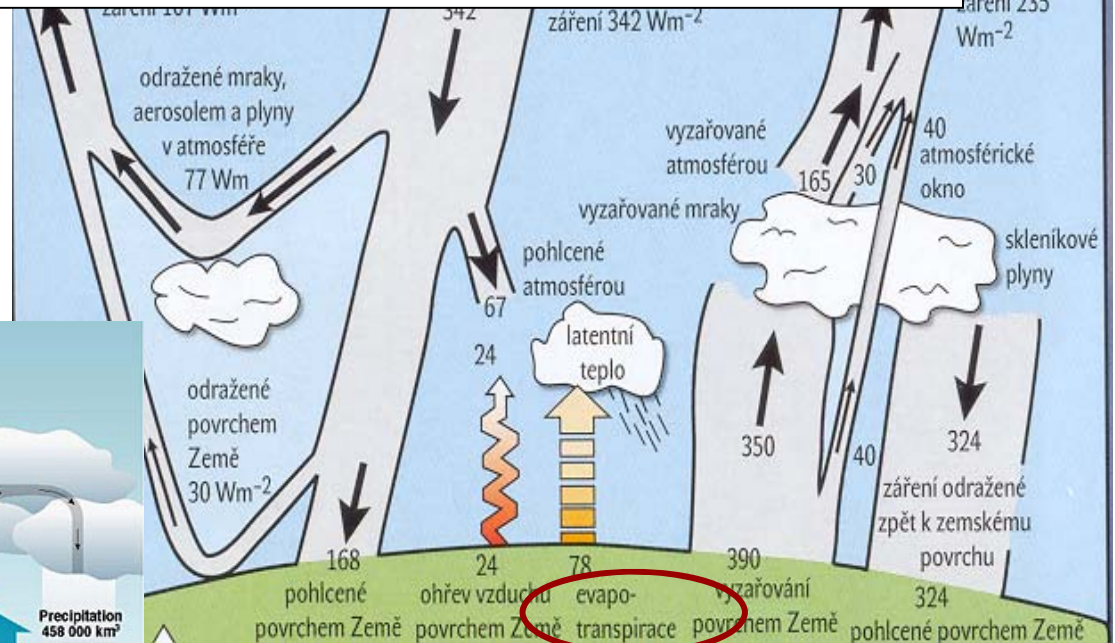
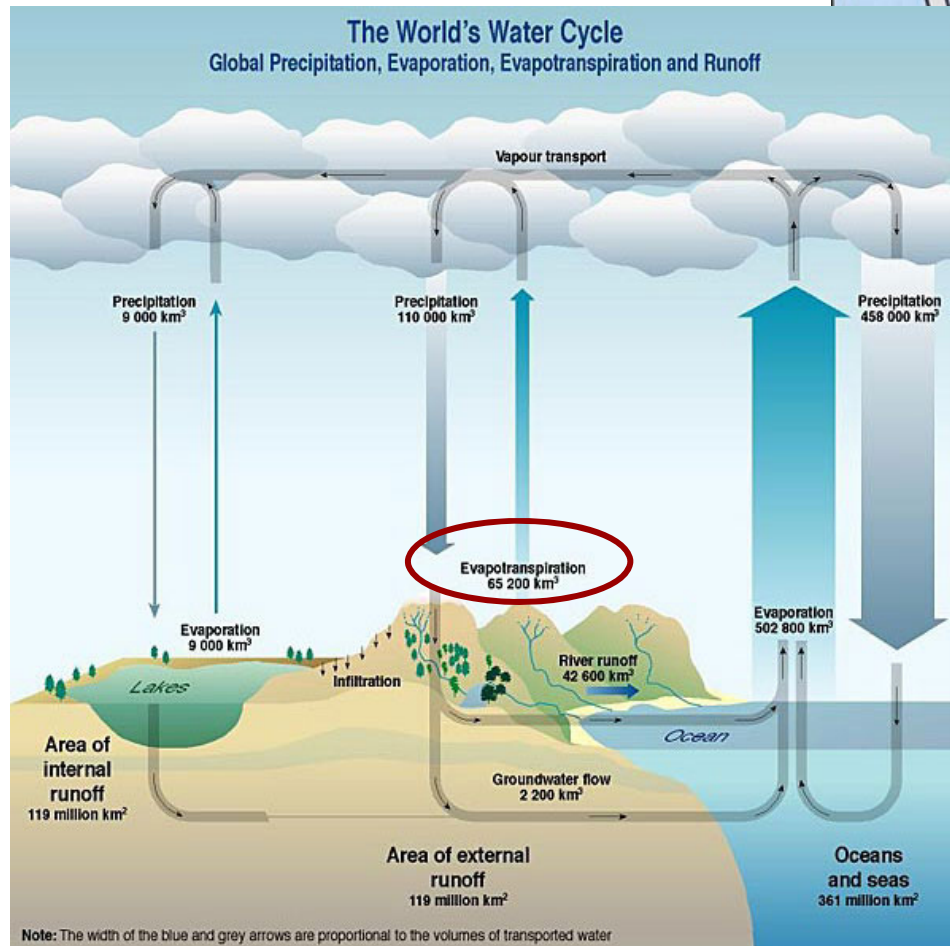
*pohlcená energie* ( $168+324 \text{ Wm}^{-2}$ ) = *vyzářená energie* ( $390+78+24 \text{ Wm}^{-2}$ )

90 % ( $324 \text{ Wm}^{-2}$ ) vyzářené energie pohlceno atmosférou (radiálně aktivní plyny) a vráceno zpět k povrchu Země (skleníkový efekt)

Současná teplota povrchu Země  $\approx 15^\circ\text{C}$

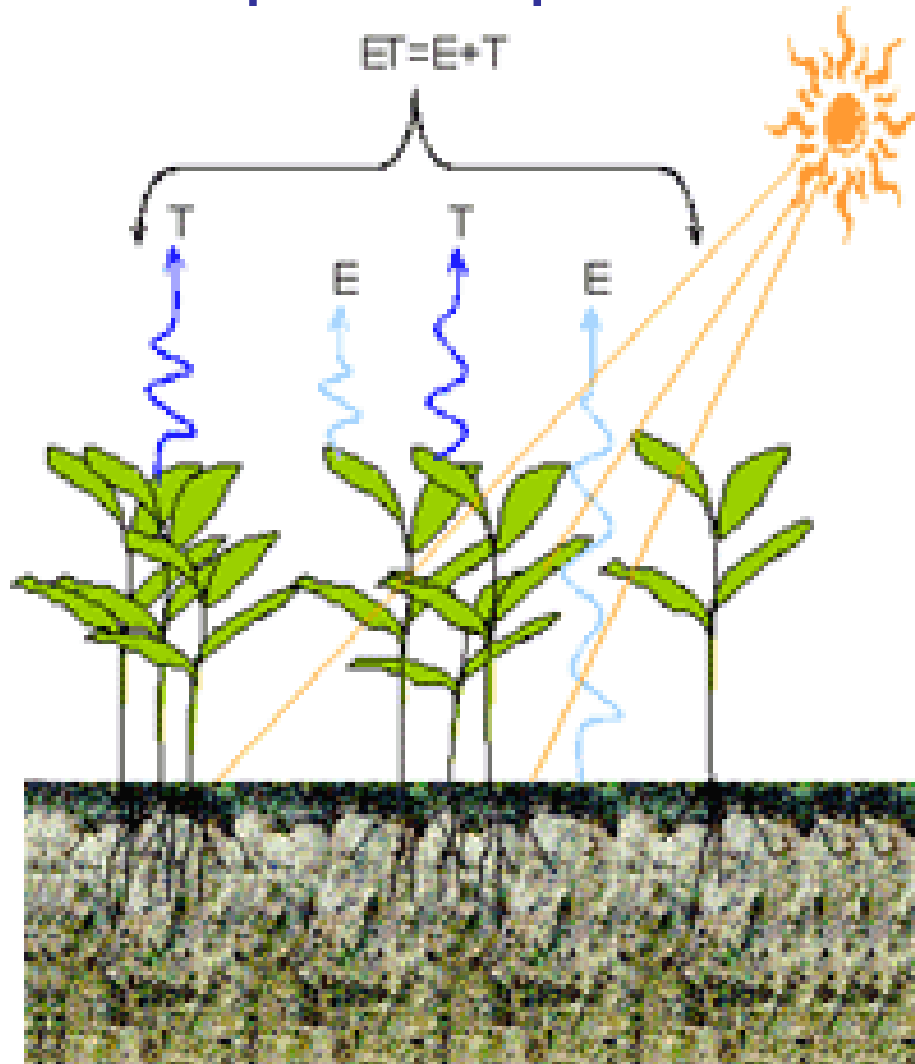
Bez skleníkového efektu  $\approx -12^\circ\text{C}$

# Propojení toku energie a hydrologického cyklu



# Evapotranspirace (ET)

Evapotranspirace = Evaporace + Transpirace

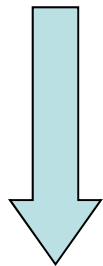


E = evaporace  
= přímý výpar z povrchů  
T = transpirace  
= ztráta vody listovými  
průduchy



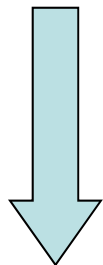
# Hydrologický cyklus je základem fungování všech BGCh cyklů

Sluneční energie



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

Hydrologický cyklus

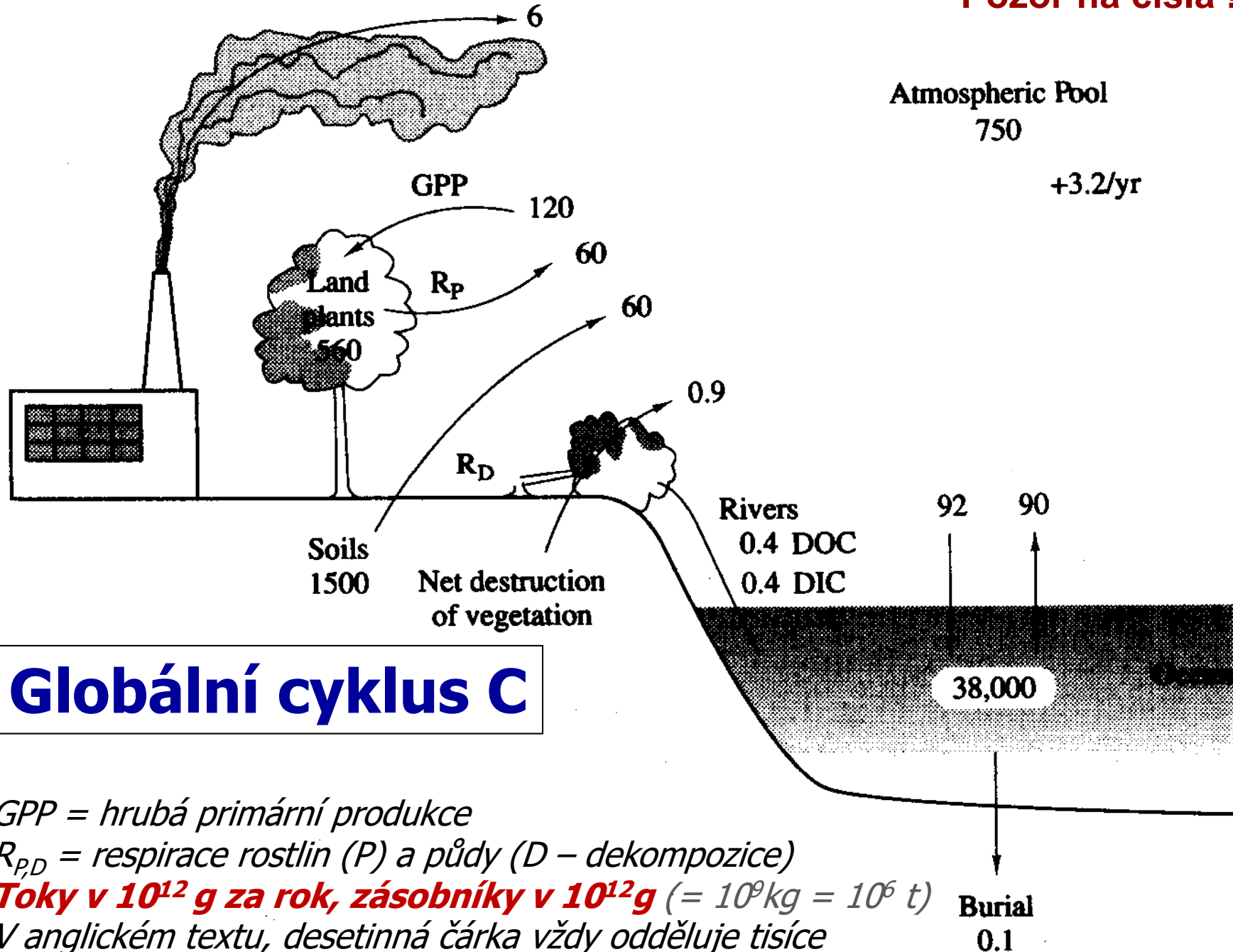


*via biologické procesy  
(rozpuštění živin, transport v ekosystému)*

Cykly živin

*Evapotranspirace = odpar s povrchu + transpirace rostlin*

Pozor na čísla !!!



## Globální cyklus C

*GPP = hrubá primární produkce*

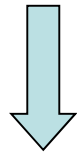
*$R_{p,D}$  = respirace rostlin (P) a půdy (D – dekompozice)*

***Toky v  $10^{12}$  g za rok, zásobníky v  $10^{12}$  g (=  $10^9$  kg =  $10^6$  t)***

*V anglickém textu, desetinná čárka vždy odděluje tisíce*

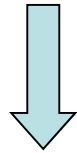
*Hrubá = gross*  
*Čistá = net*

**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

**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)

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

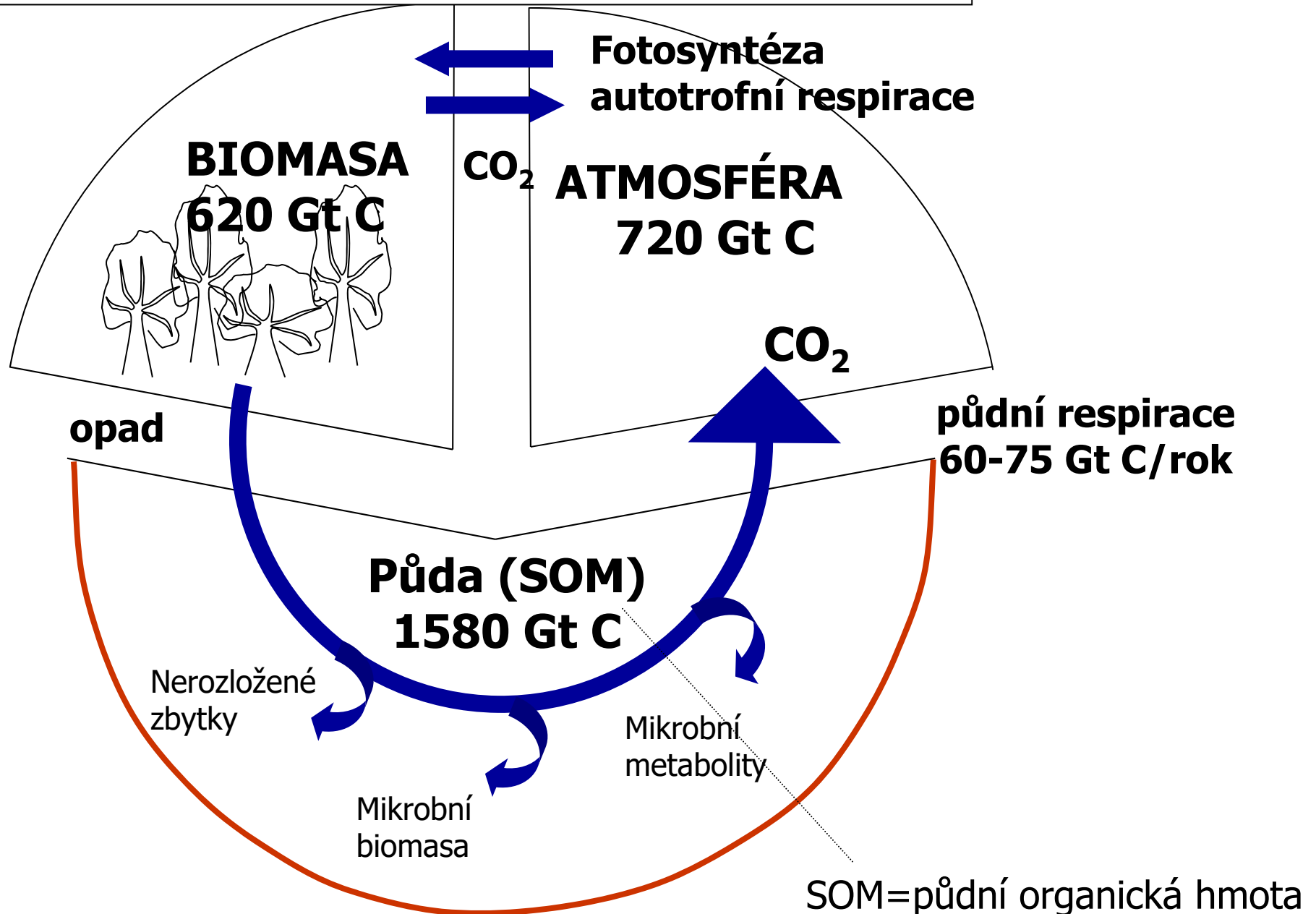
**Podzemní produkce:** kořeny rostlin a rhizodeponie

**ekosystém produkce kořenů (% NPP)**

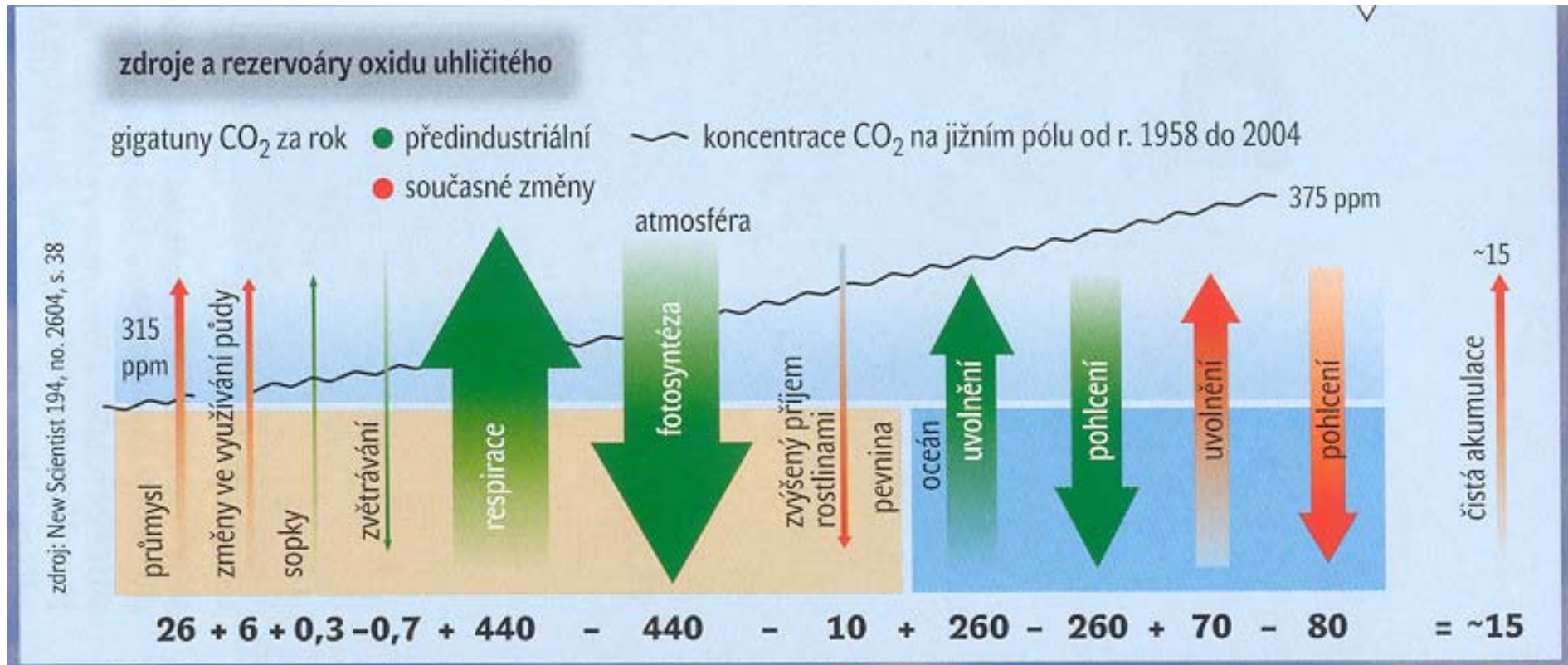
lesy mírného pásu	13-46
louka mírného pásu	50-75
step	50
polopoušť	12
zemědělské půdy:	
kukuřice, soja	25

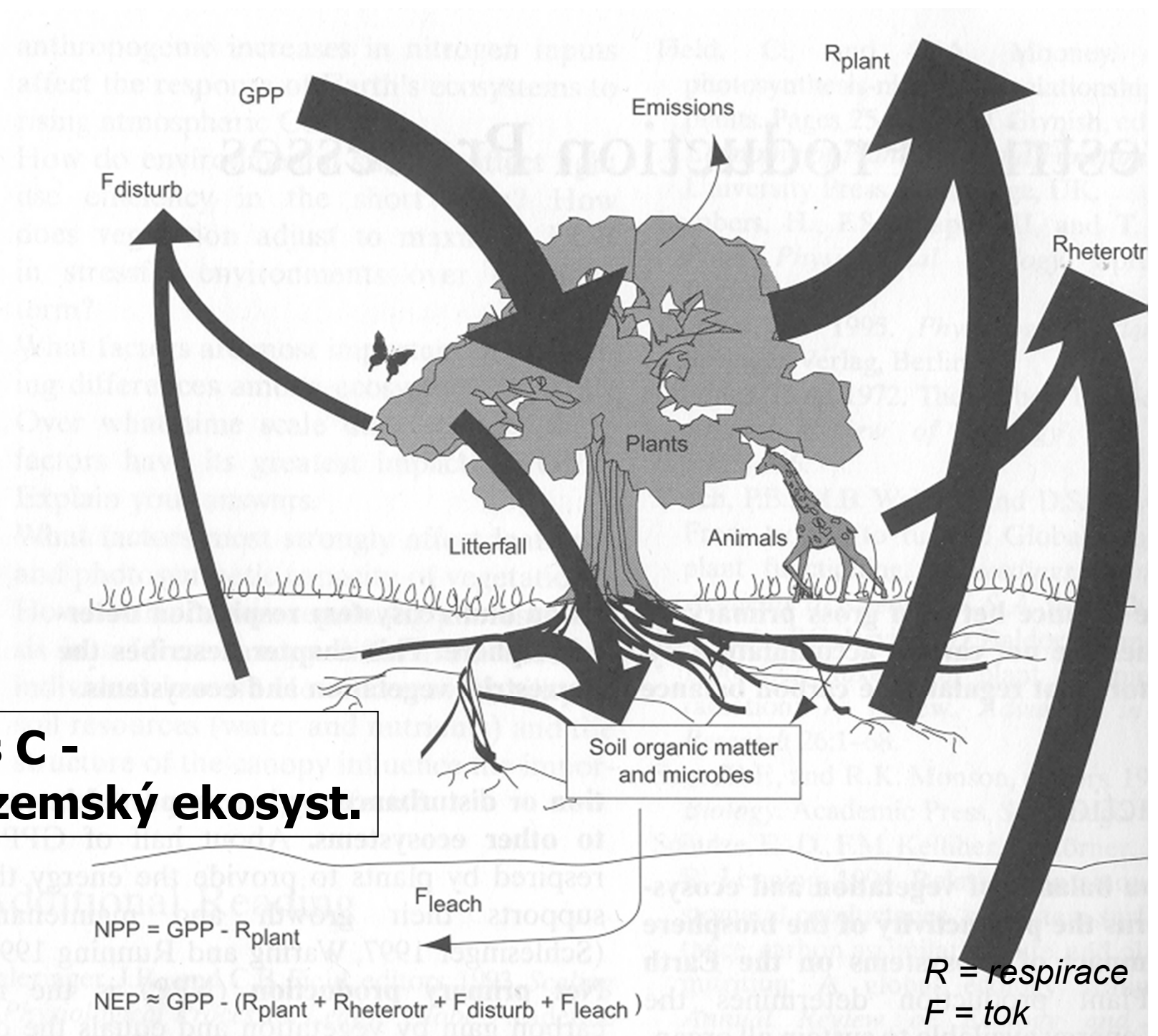
**produkce rhizodeponií: 1-30% HPP**

## celková zásoba C v suchozemských ekosystémech



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





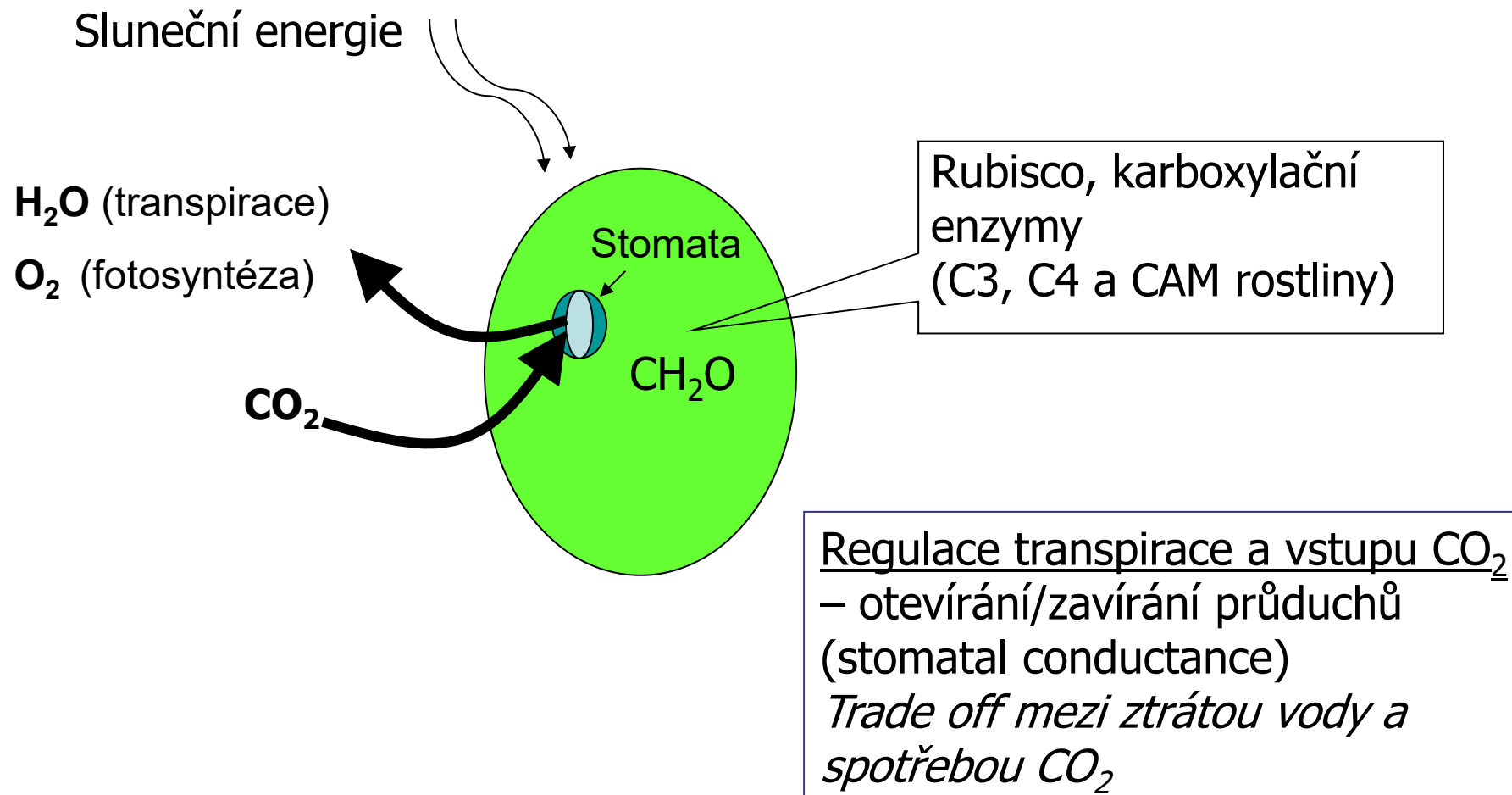
**Cyklus C -  
suchozemský ekosyst.**

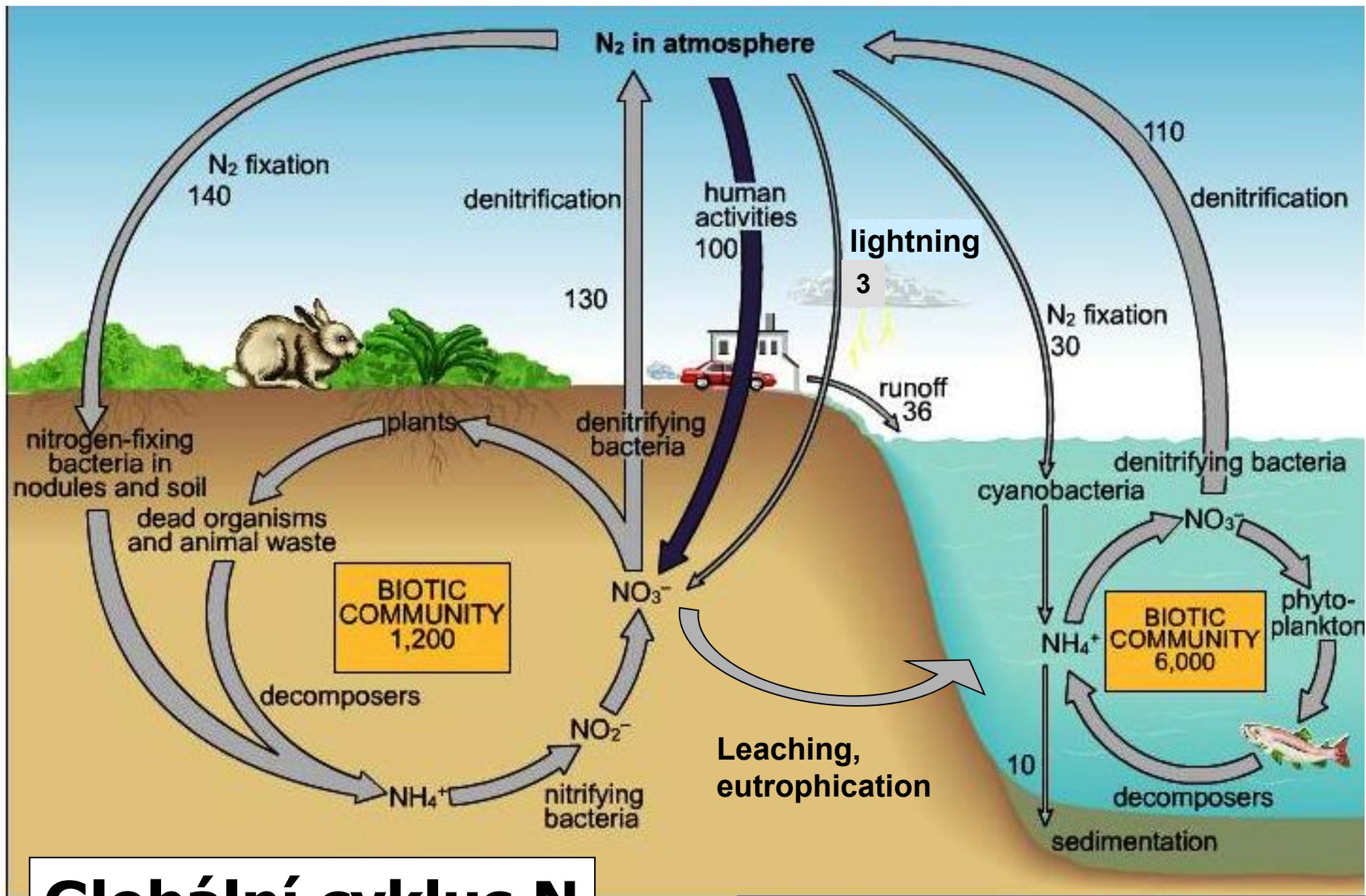
$$NPP = GPP - R_{plant}$$

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

## Vstup uhlíku do cyklu C

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





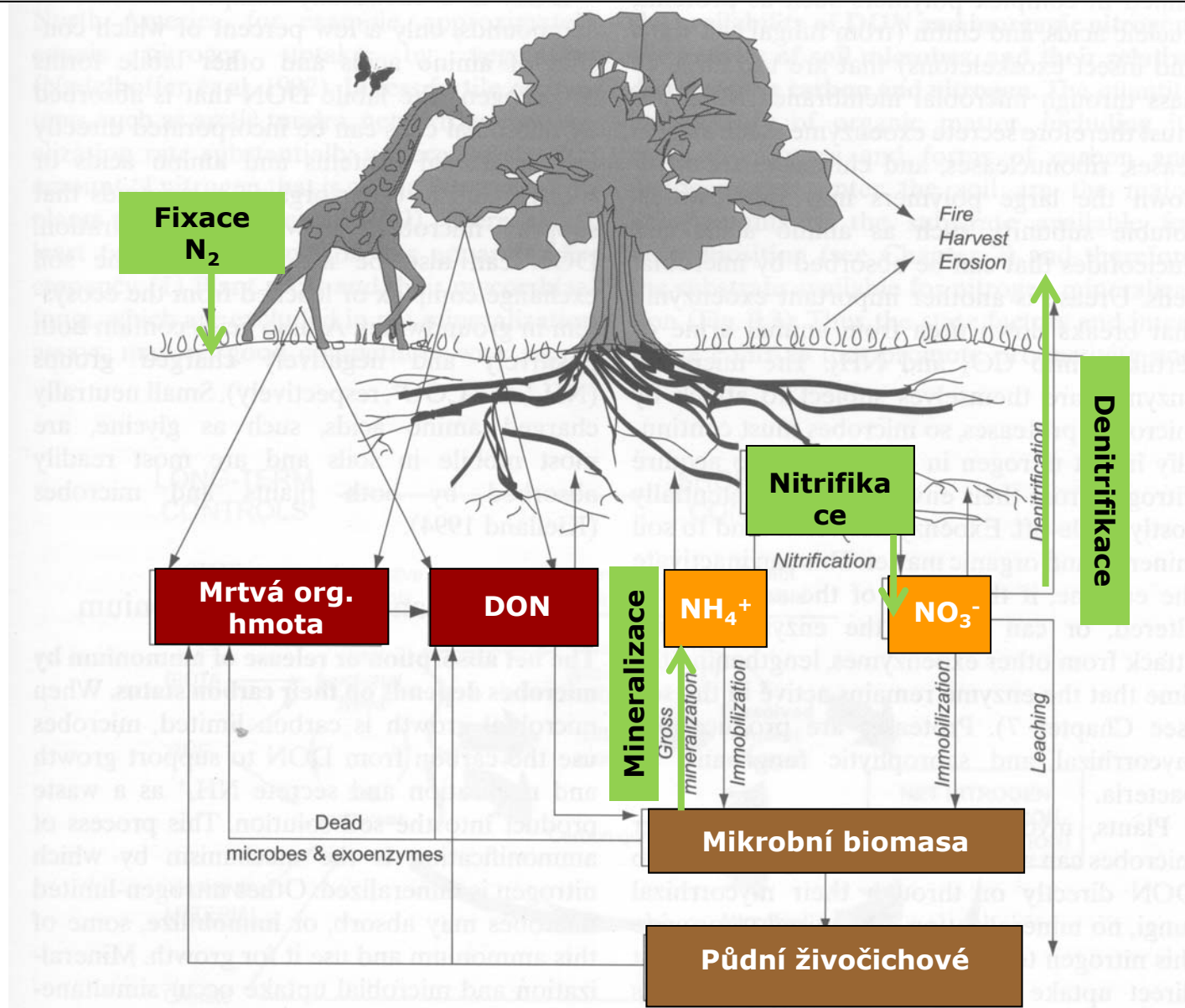
# Globální cyklus N

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

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

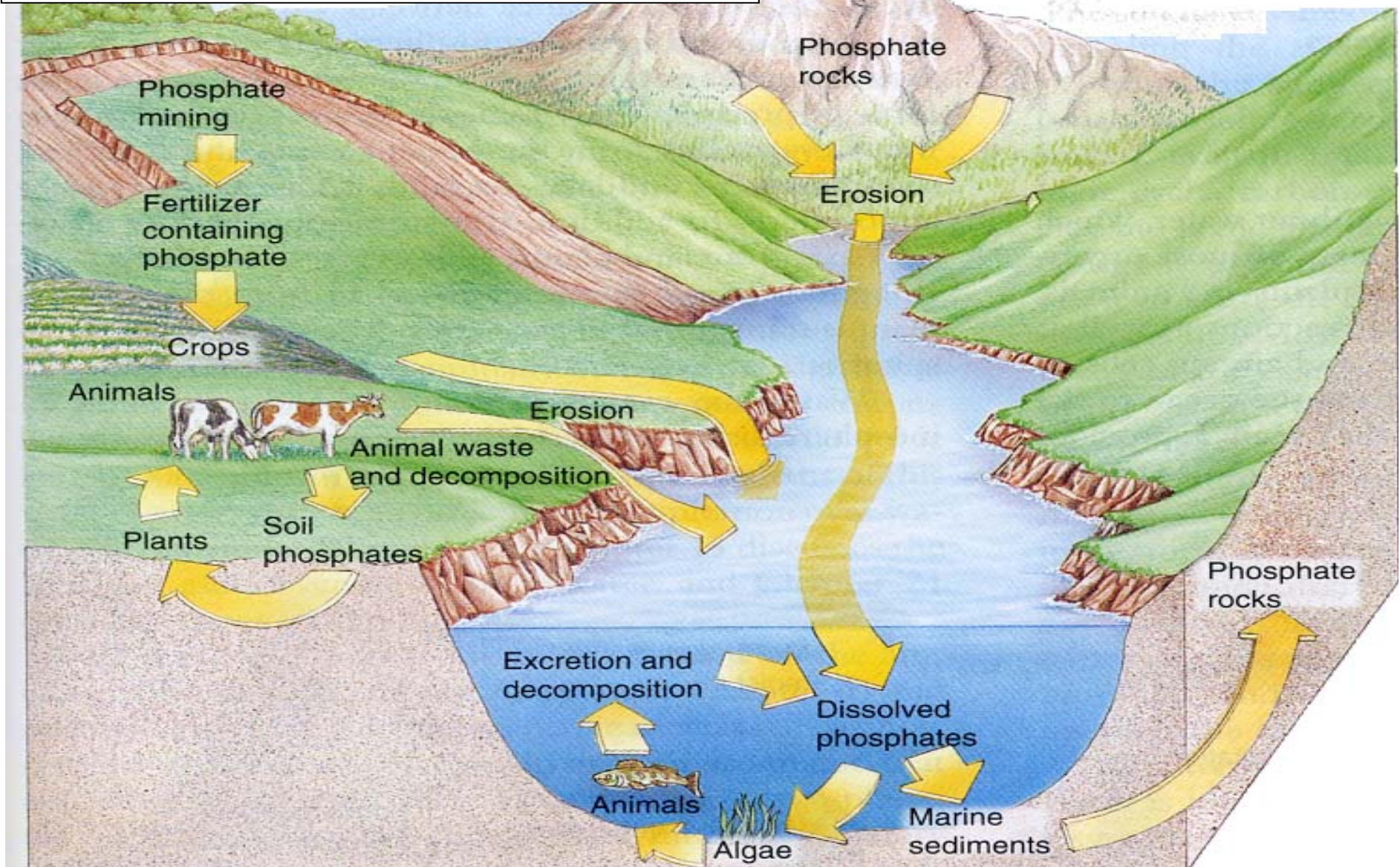


# Zjednodušený terestrický cyklus N

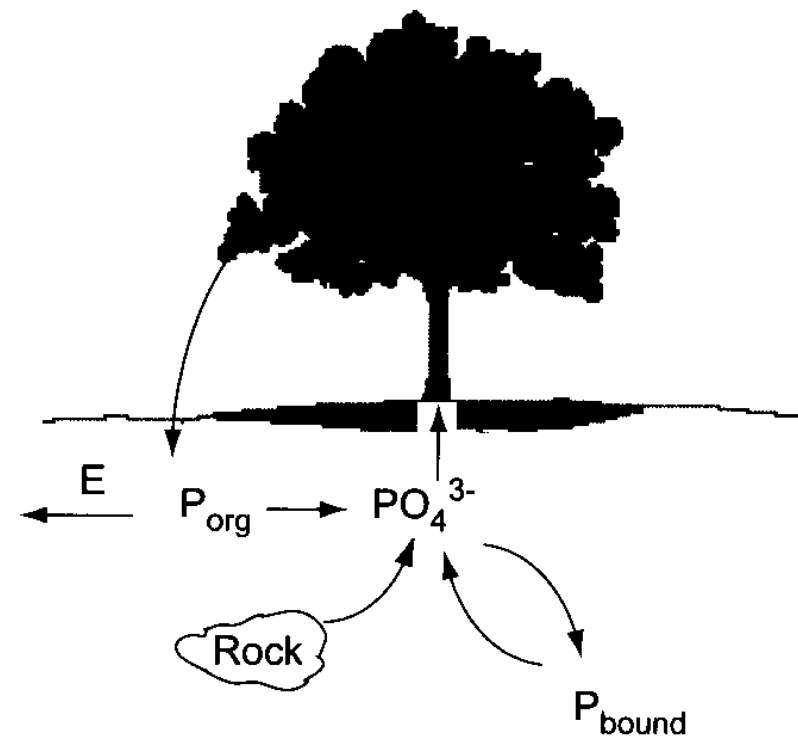
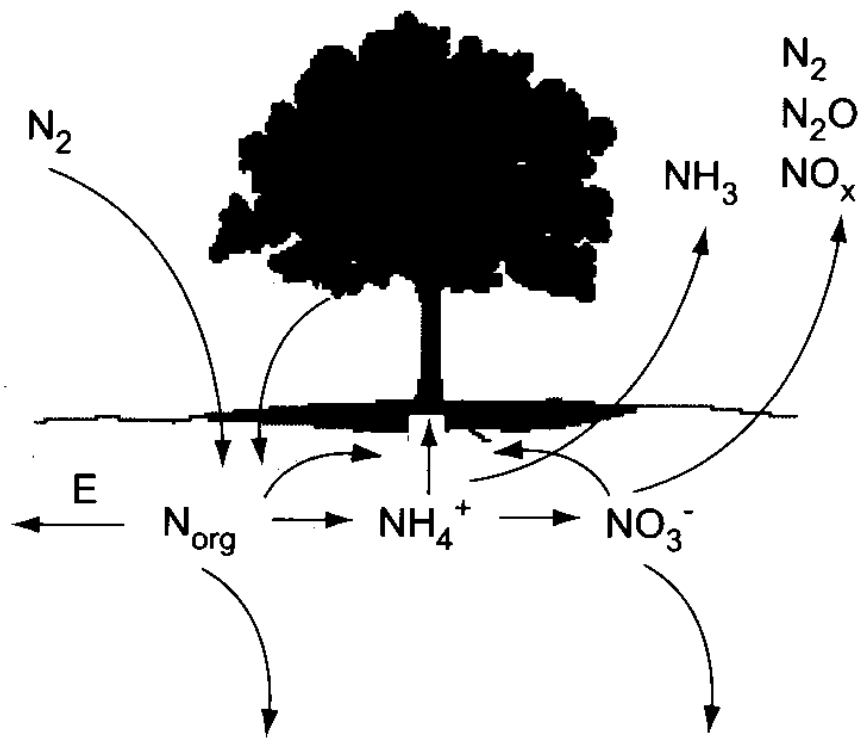


Půda je nejdůležitějším  
místem přeměn

# Globální cyklus fosforu



# Cyklus P - srovnání s cyklem N



E = eroze a odnos