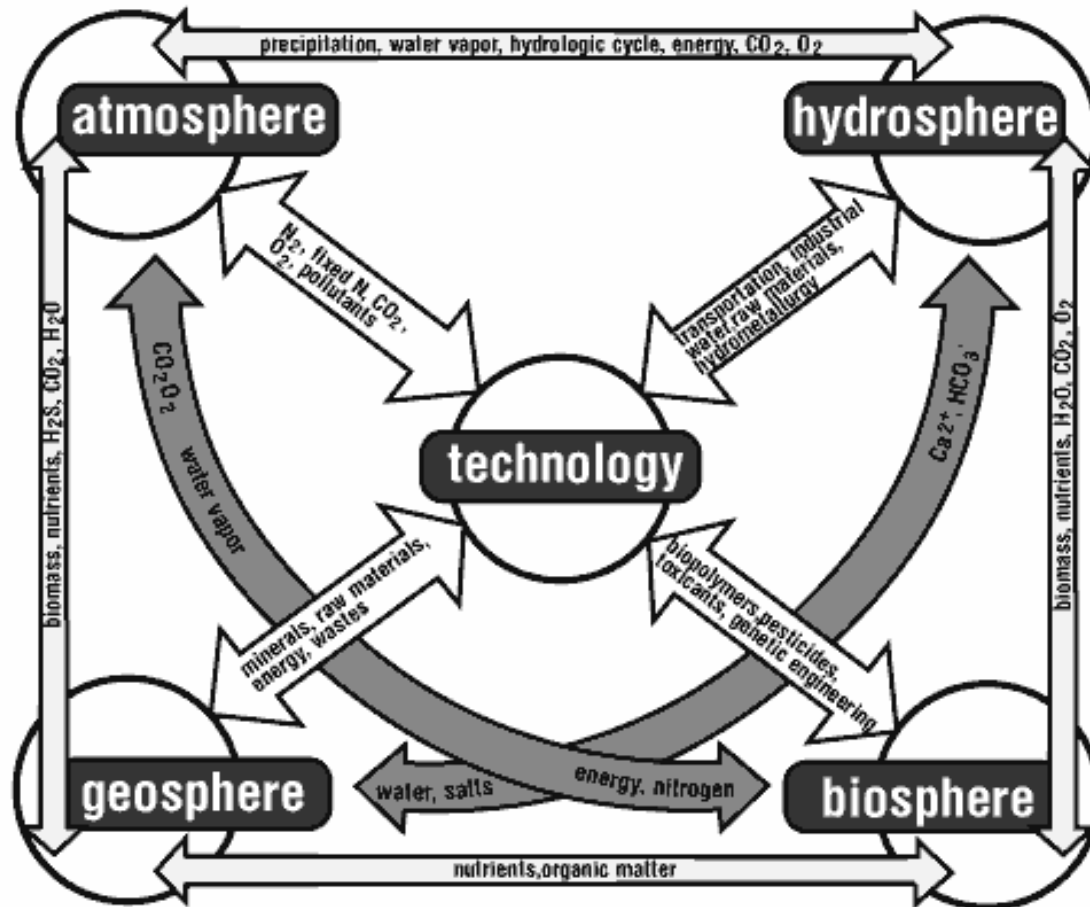


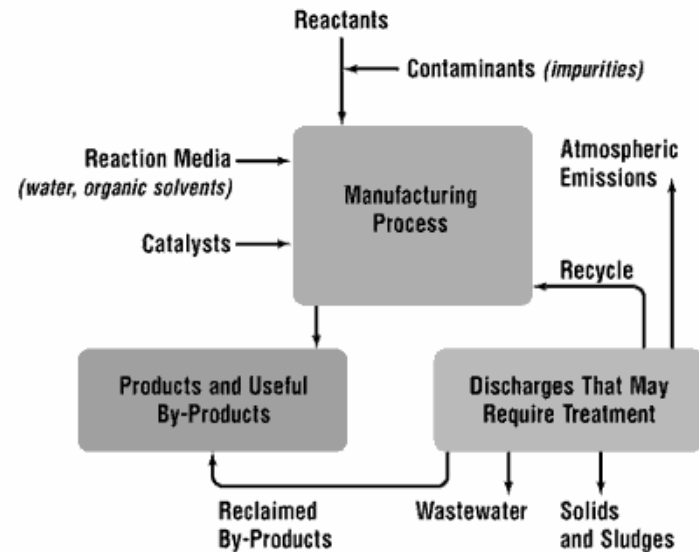
Biogeochemické cykly



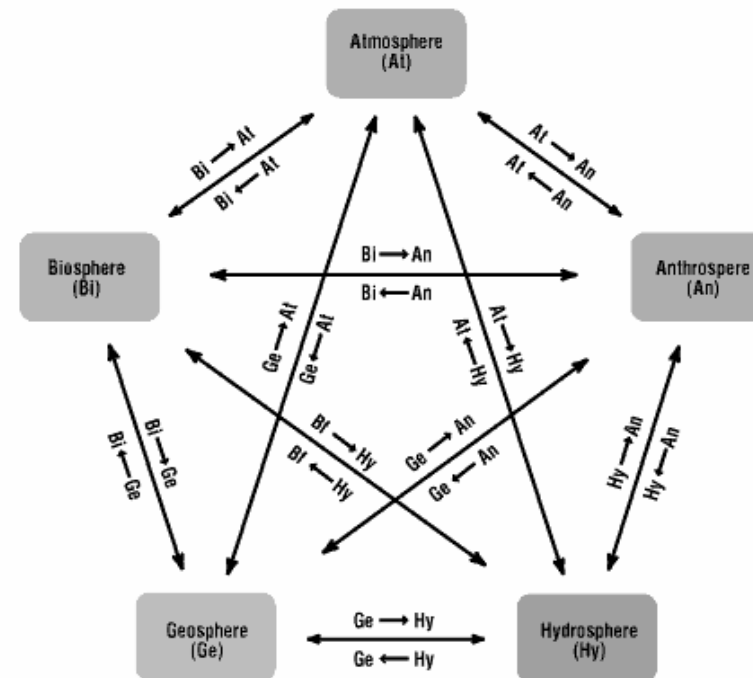
Vztah mezi atmosférou, vodou, horninovým prostředím a člověkem

Zdroje polutantů

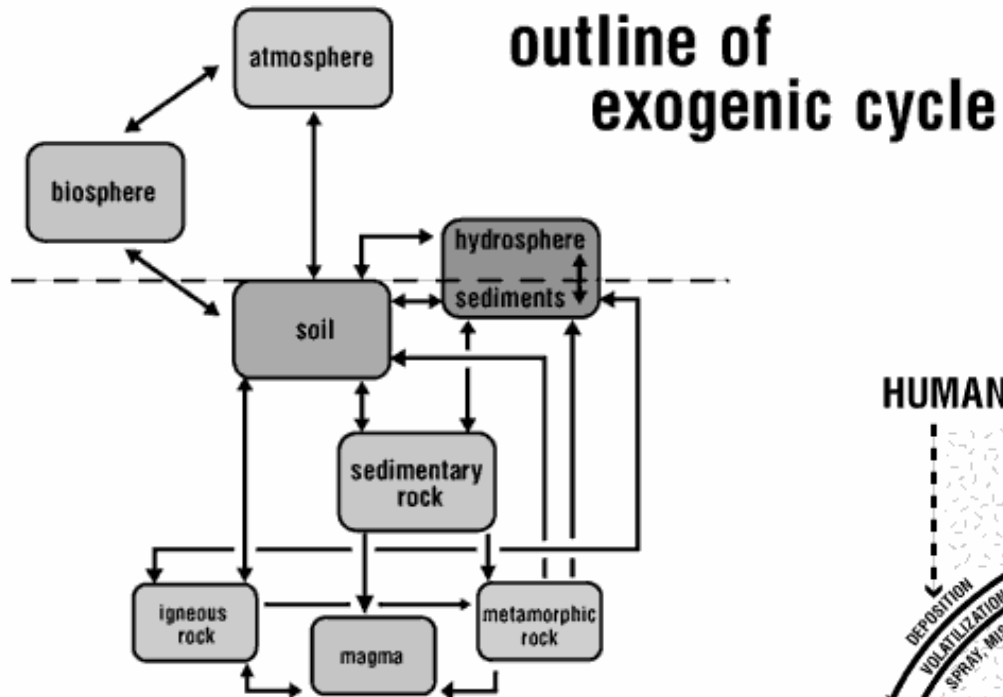
Sources of Environmental pollutants from Manufacturing Processes



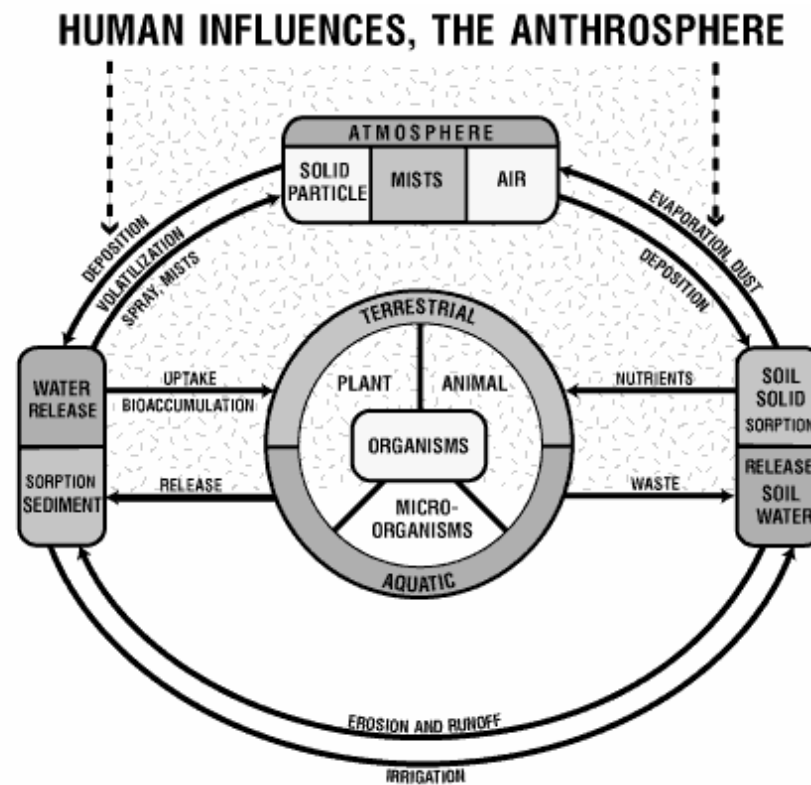
Základní interakce



Exogenní cyklus

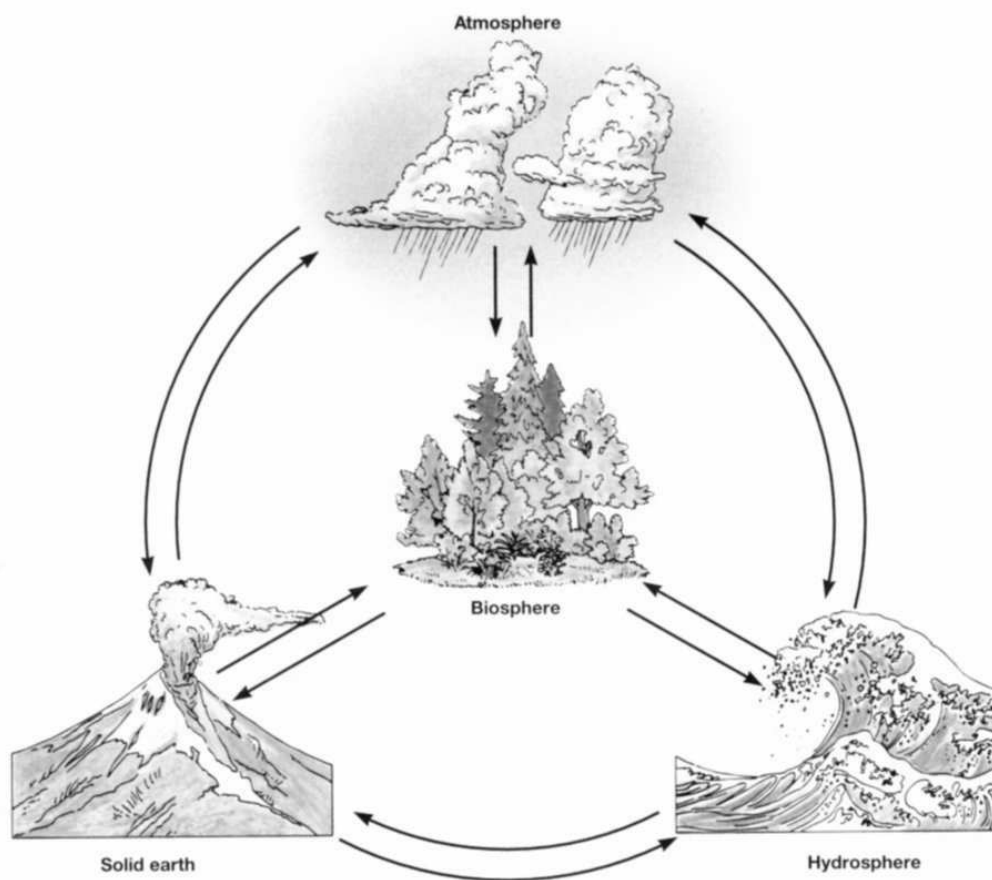


Vliv člověka



Zemský systém

Zemský systém se skládá z menších podsystémů, které spolu intenzivně „komunikují“

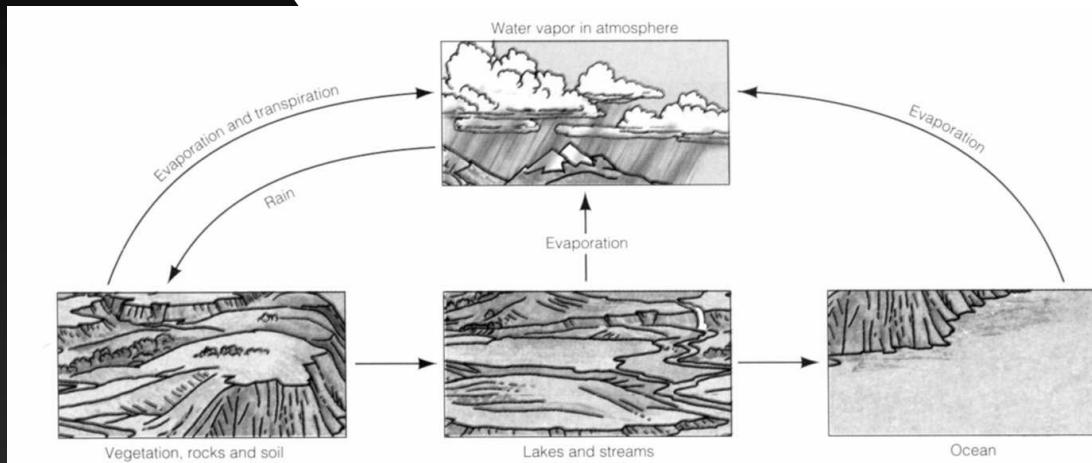


- atmosféra
- hydrosféra
- biosféra
- litosféra

Ty mohou být rozděleny na další podsystémy – hydrosféra = oceány, ledovce, vodní toky, podzemní voda.

„Box“ modely

Systemy se obvykle zobrazují jako „box“ modely (snad „krabičkové“). Výhodou je jednoduchost a pohodlí. Ukazují:



- rychlost toků hmoty a energie z a do systémů
- celkové množství hmoty a energie v systému

Rezervoáry, doba zdržení, vstupy, výstupy, stacionární stav. Velikost rezervoáru je dána celkovou bilancí (vstupy – výstupy)

$$r = k \times m$$

Čím provázanější jsou podsystémy a čím jich je víc, tím vyšší stabilita (mnoho cest, jak reagovat na vnější vychylování).

Mnoho cyklů a cest se vzájemně překrývá.

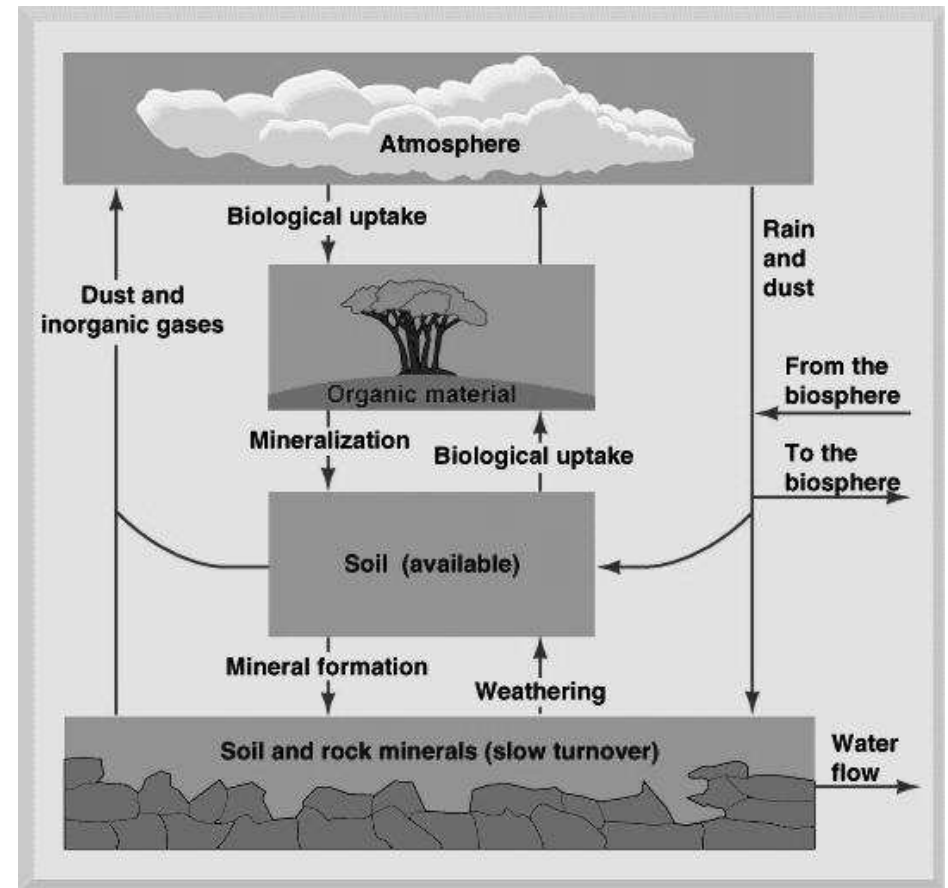
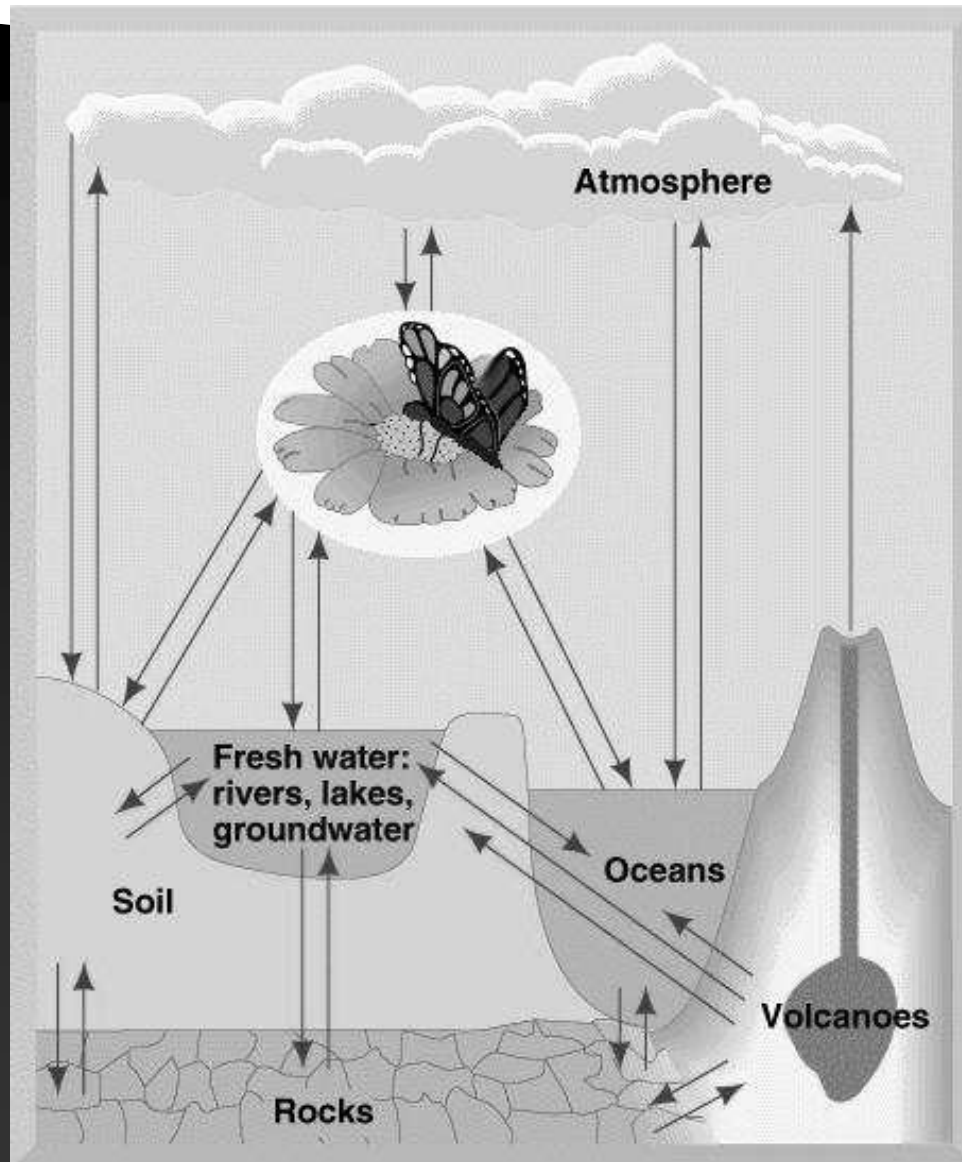
Biogeochemické cykly

Biogeochemické cykly popisují pohyb chemických prvků a sloučenin mezi propojenými biologickými a geologickými systémy

- **Biologické procesy jako dýchání, fotosyntéza a tlení působí v těsném spojení s nebiologickými procesy jako jsou zvětrávání, vznik půdy, sedimentace.**
- **Živé organismy mohou sloužit jako důležité rezervoáry pro určité prvky**
- **Je velmi těžké vytvořit krabičkový model (i velmi zjednodušený), který bude správně popisovat biogeochemické chování prvku v celém zemském systému**

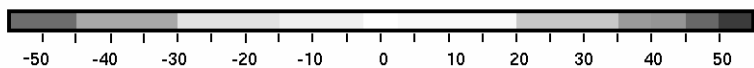
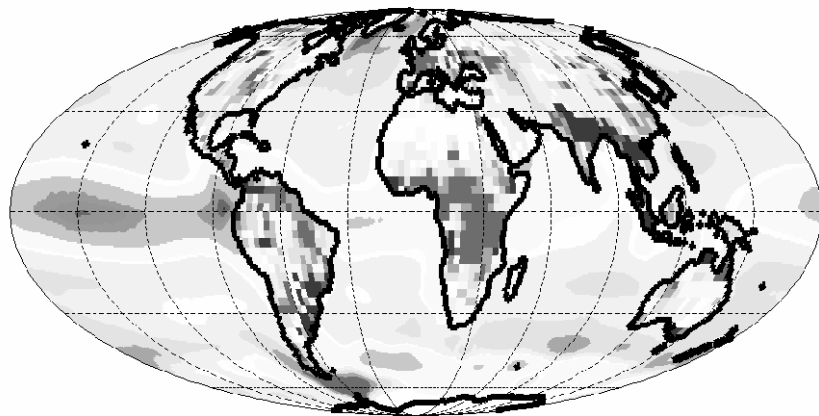
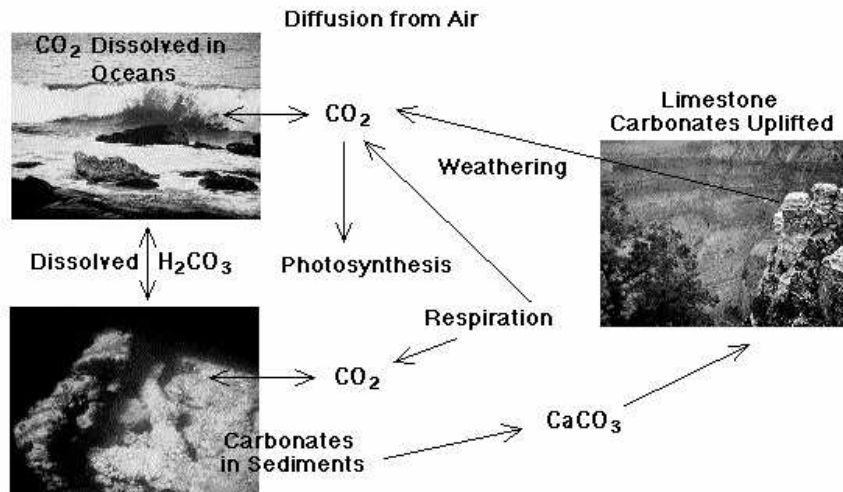
Nejdůležitější cykly (kritické pro udržení života): uhlík, dusík, síra, fosfor – který z důležitých cyklů chybí?

Biogeochemické cykly

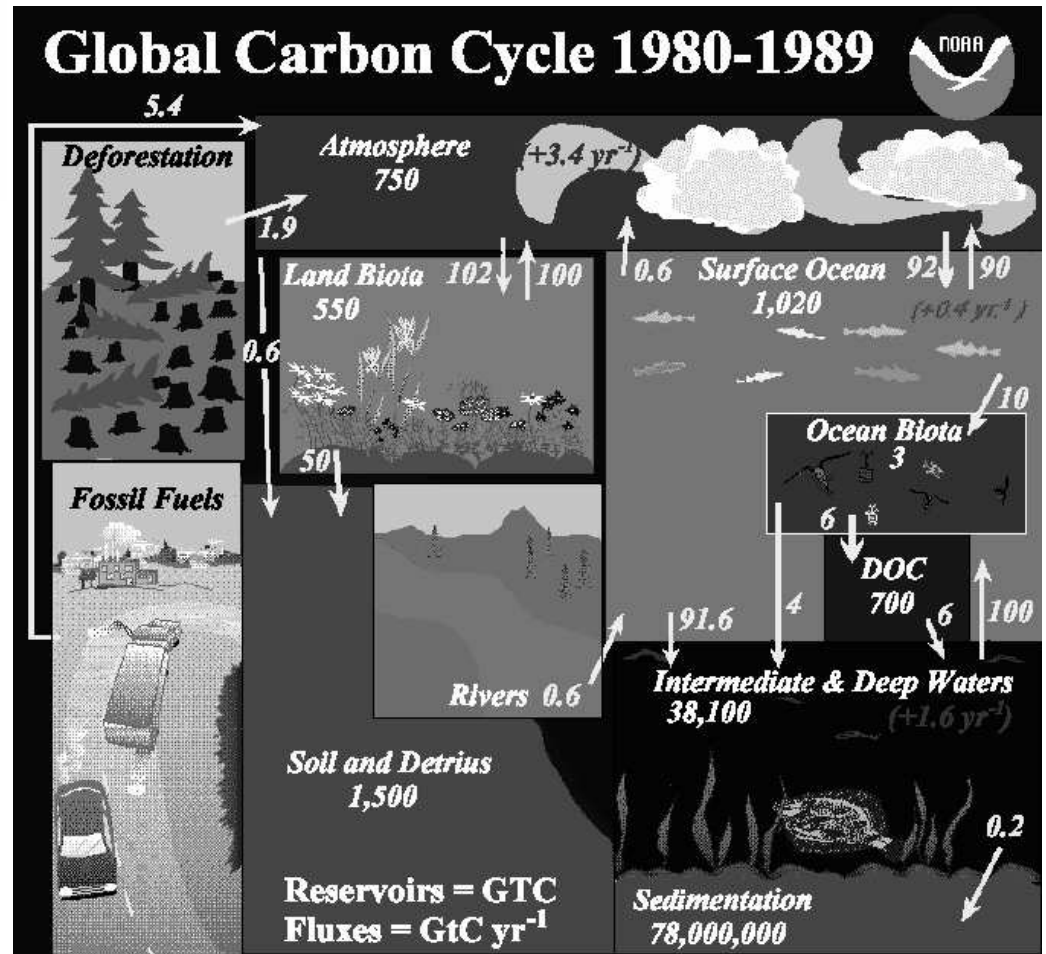


Biogeochemické cykly

Carbon Cycle - Ocean/Sedimentation



CO₂-exchange between ocean/biosphere and atmosphere in the year 1980 in gC/m²/yr



Cyklus uhlíku

Global Carbon Reservoirs and Turnover Times

	<u>10¹⁵ g C</u>	<u>Turnover time</u>
Sediments, rocks	77x10 ⁶	>>10 ⁶ y
Deep ocean (DIC)	38000	2000 y
Soils	1500	<10-10 ⁵ y
Surface ocean	1000	decades
Atmosphere	750	3-5 y
Deep ocean (DOC)	700	5000 y
Terrestrial biomass	550-680	50 y
Surface sediments	150	0.1-1000 y
Marine biomass	2	0.1-1 y

Cyklus uhlíku

Global CARBON Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times

Pools in Gt C, Fluxes in Gt C y⁻¹, Gt = 10¹⁵ g;
 * = living pools; (turnover times)

Terrestrial

NPP = 50 y⁻¹ ↓
 Deforestation 1.4 y⁻¹ ↑
 Combustion (80's) 5.4 y⁻¹ ↑

Atmosphere

750 (3-5 y)
 Ann. increment = 3.2 y⁻¹
 (~ +1.5 ppmv CO₂ y⁻¹)

Marine

NPP = 50 y⁻¹ ↓
 New production = 10 y⁻¹

Plants*

550-680 (50 y)

Rivers

DOC: 0.2 y⁻¹
 POC: 0.2 y⁻¹

Coastal Ocean

20% of NPP

Ocean CO₂ Exchange
 90 y⁻¹ ↑ 92 y⁻¹ ↓

Open Ocean

80% of NPP

Soils (~1m) 1580
 peat 360 (>1000 y)
 mineral 1220

microbial* 15-30 (<10 y)
 POC 250-500 (<100 y)
 remainder 600-800 (10²-10⁵ y)

Surface Sediments (~1m)

150 (0.1-1000 y)
 80% coastal
 20% deep sea

Surface
 100 m

Deep

3.8 km

DOC 700 (5000 y)
 POC 20-30 (10-100 y)
 DIC 38000 (~2000 y)

DOC 40 (? y)
 POC 5, Living 2* (0.1-1 y)

POC

7 y⁻¹ ↓

References:

Hedges, 1992; Eswaran *et al.*, 1993;
 Siegenthaler & Sarmiento, 1993;
 Schimel *et al.*, 1994

Respiration ≅ NPP

Sediments

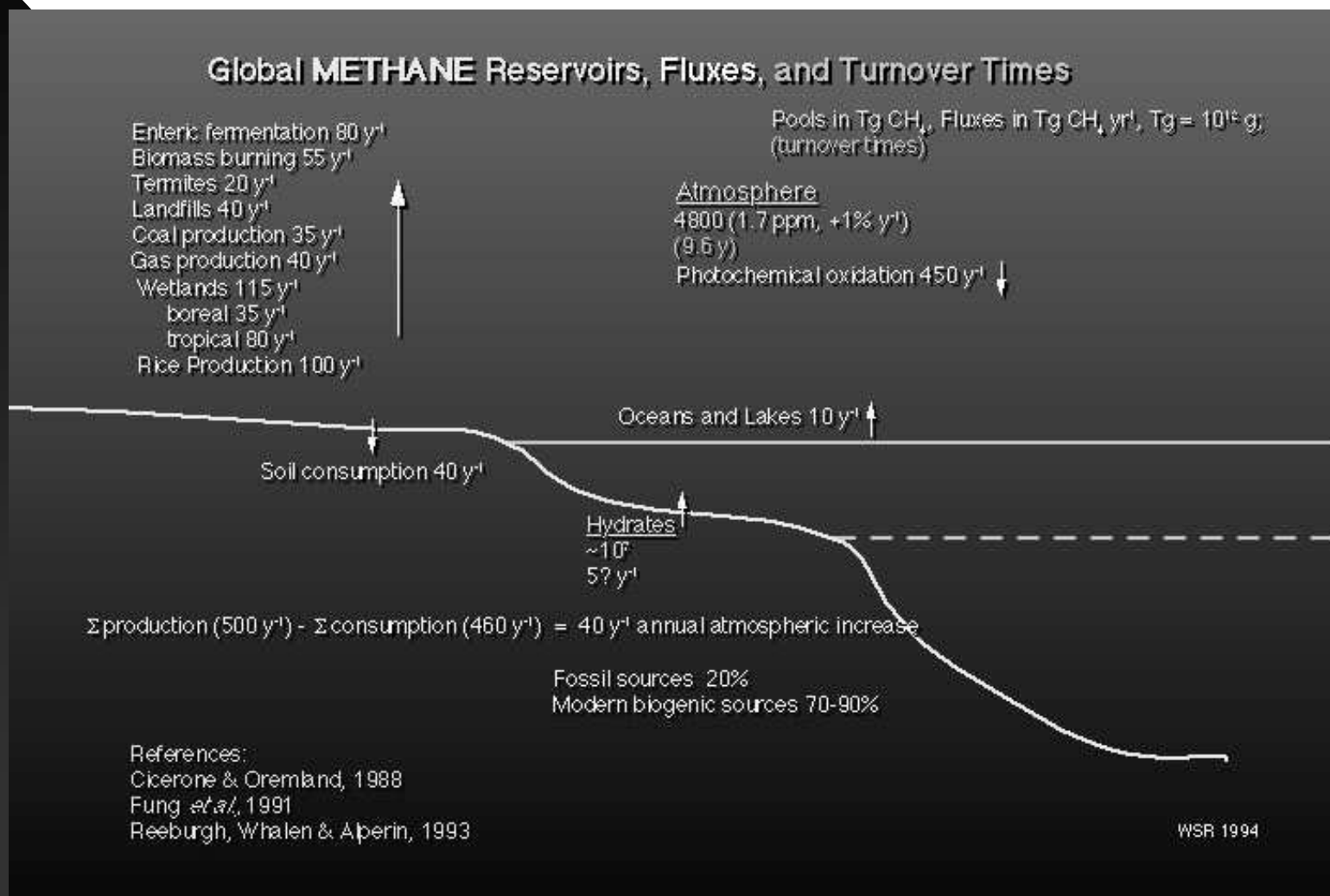
kerogen 15x10⁶ (>>1 my)
 methane clathrates 11x10³
 limestone 60x10⁶

Sedimentation

(long-term burial)
 0.1 y⁻¹ ↓

WSR 1997

Cyklus metanu



Cyklus kyslíku

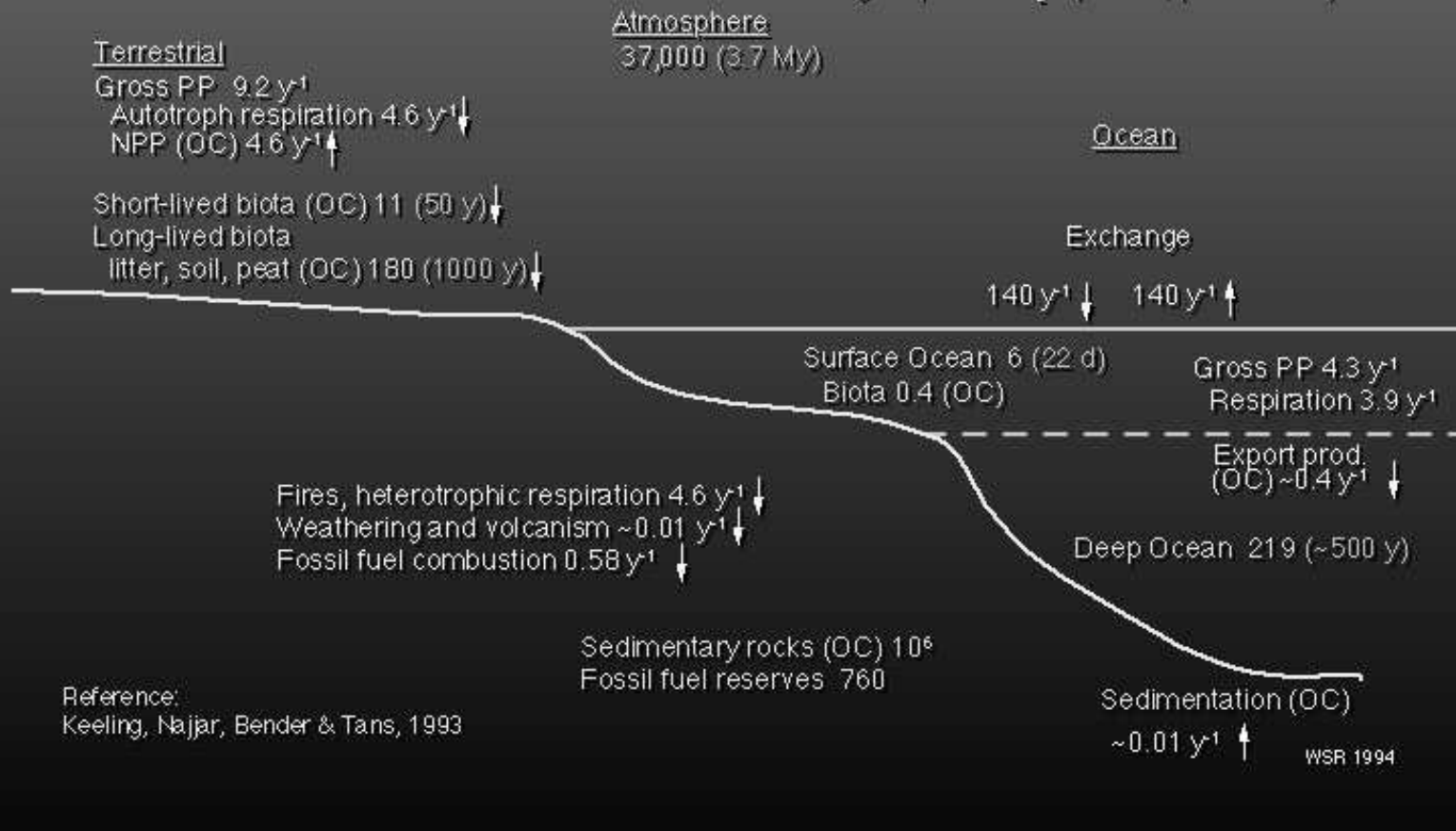
Global Oxygen Reservoirs and Turnover Times

	<u>10¹⁵ moles</u>	<u>Turnover time</u>
(Sedimentary rocks)	(10 ⁶)	
Atmosphere	37,000	3x10 ⁶ y
Long-lived biota	180	1000 y
Ocean	219	500 y
Biota	11	50 y
Surface ocean	6	22 d

Cyklus kyslíku

Global OXYGEN Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times

Pools in 10^{15} moles O_2 , Fluxes in 10^{15} moles O_2 y^{-1} ,
Organic pools as O_2 equivalent, (turnover time)



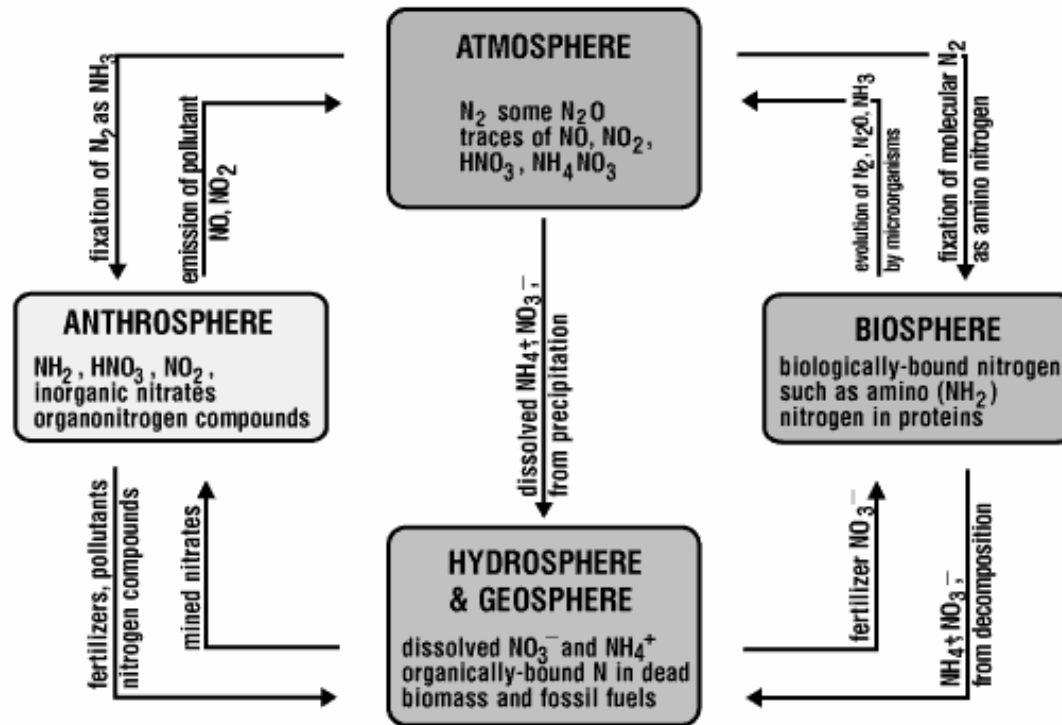
Cyklus dusíku

Global Nitrogen Reservoirs and Turnover Times

	10^{12} g N	Turnover time
Atmosphere (N_2)	4×10^9	10^7 y
Sediments	5×10^8	10^7 y
Ocean (dissolved N_2)	2.2×10^7	1000 y
Ocean (inorganic)	6×10^5	
Soil	9.5×10^4	2000 y
Terrestrial biomass	3.5×10^4	50 y
Atmosphere (N_2O)	1.4×10^4	100 y
Marine biomass	4.7×10^2	0.1-1 y

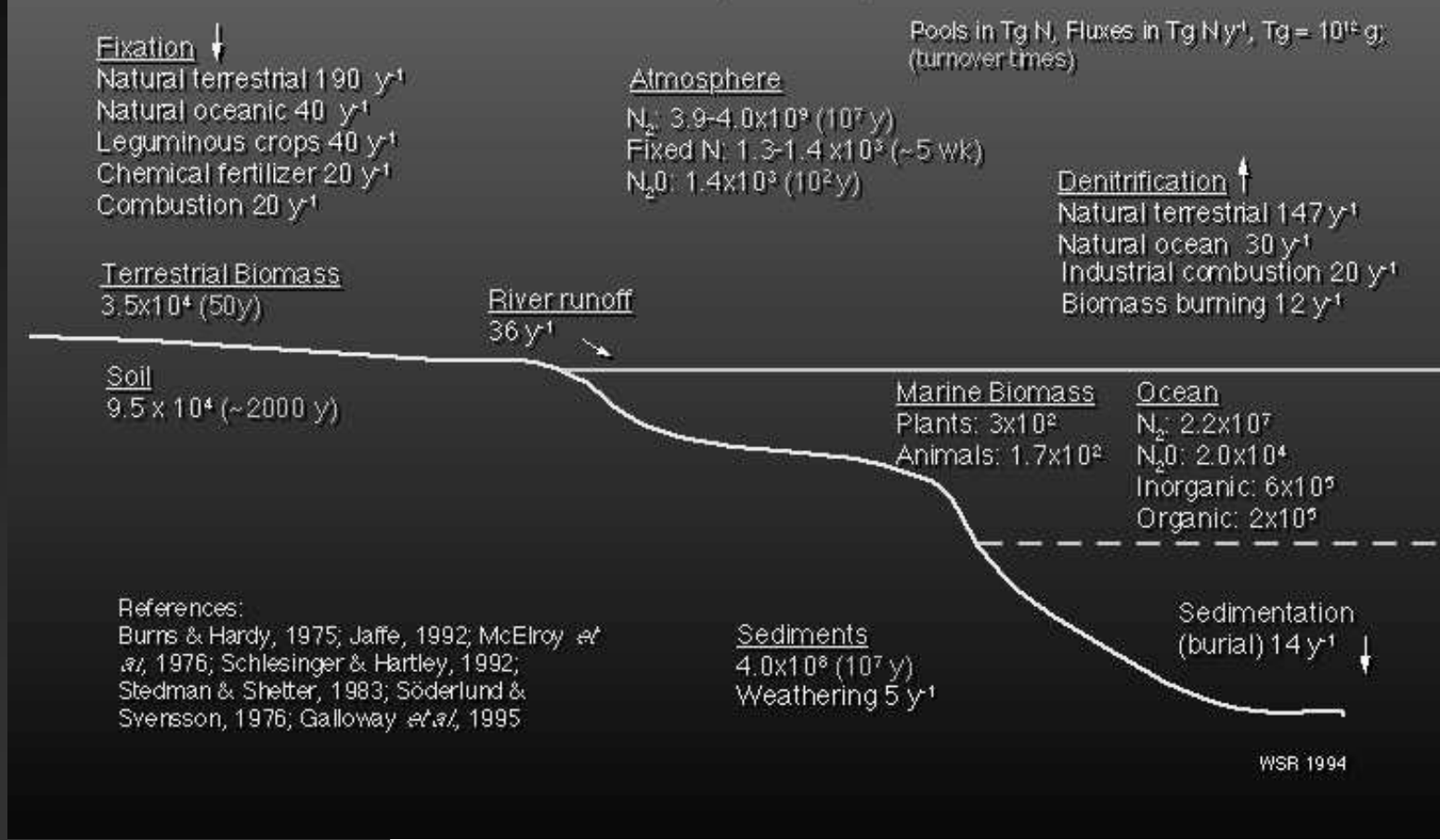
Cyklus dusíku

NITROGEN CYCLE



Cyklus dusíku

Global NITROGEN Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times

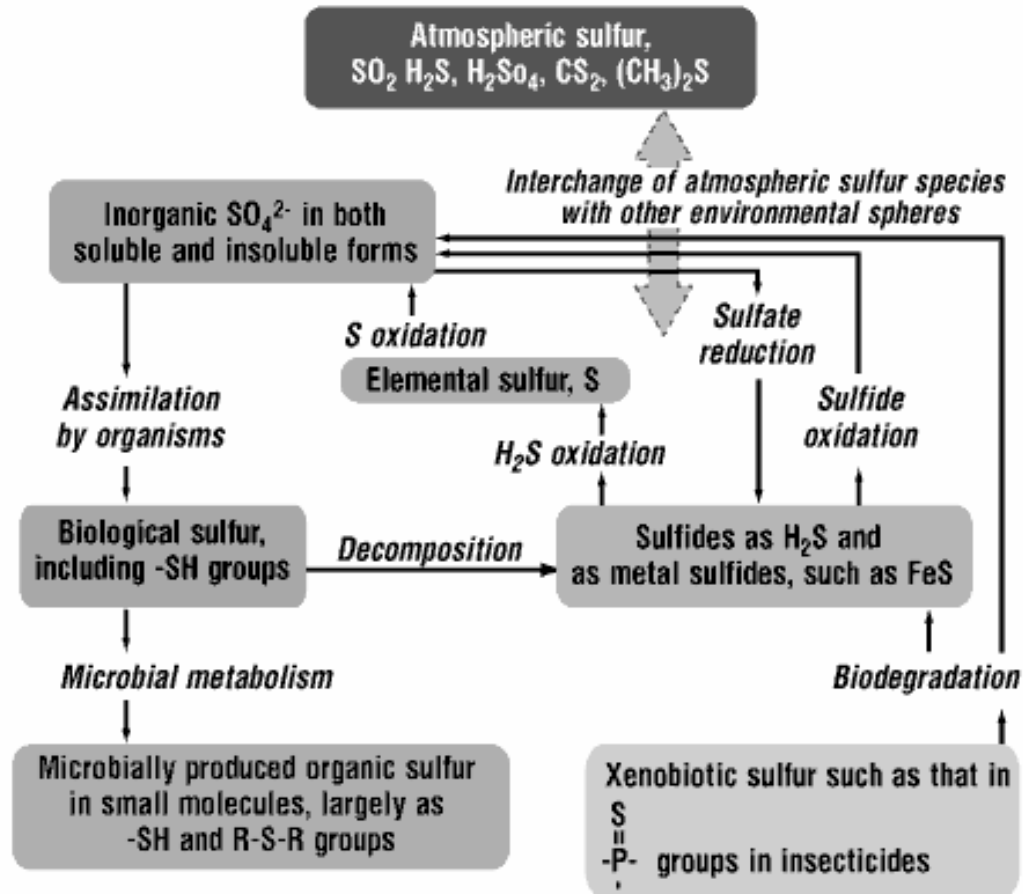


Cyklus síry

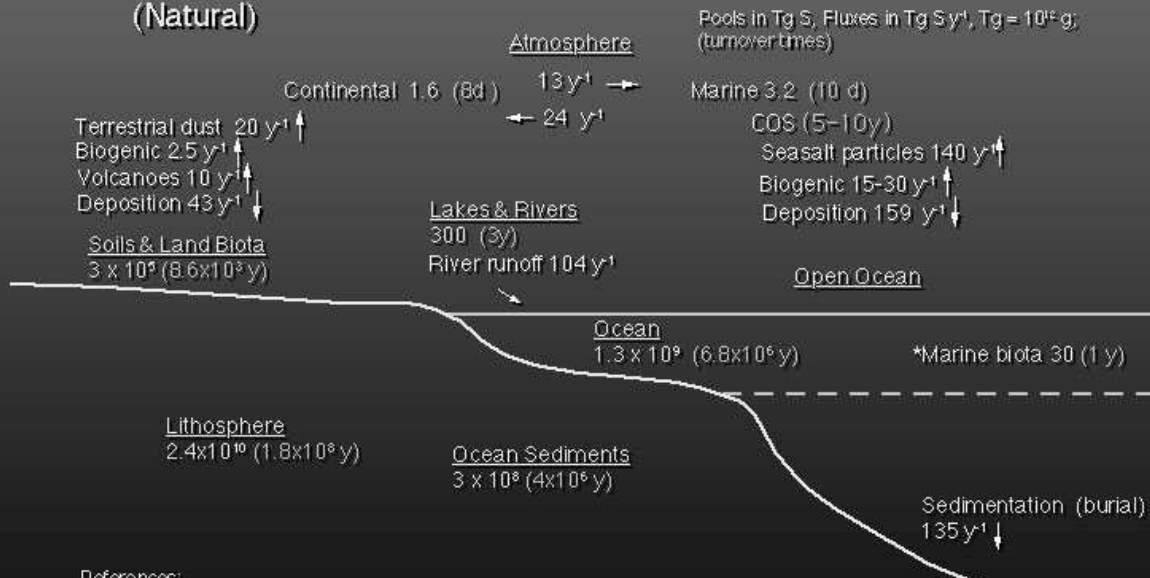
Global Sulfur Reservoirs and Turnover Times

	10^{12} g S	Turnover time
Lithosphere	2×10^{10}	10^8 y
Ocean	3×10^9	10^6 y
Sediments	3×10^8	10^6 y
Soils	3×10^6	10^3 y
Lakes	300	3 y
Marine biota	30	1 y
Atmosphere	4.8	8-25 d

Cyklus síry



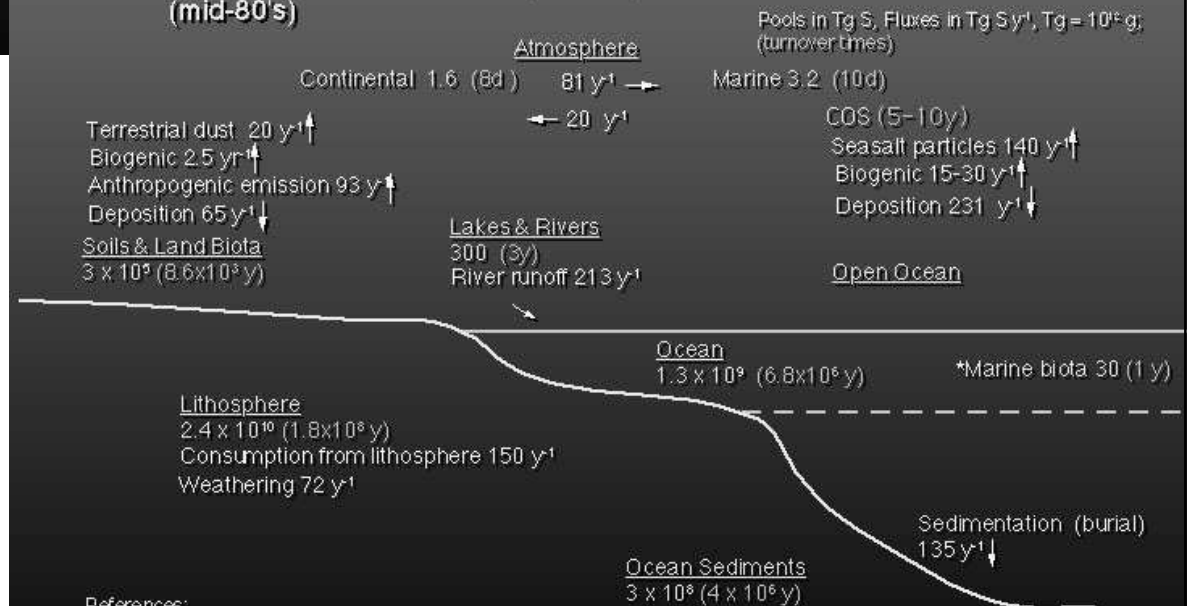
Global SULFUR Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times (Natural)



References:
 Andreae, 1990; Bates et al., 1992;
 Charlson, Anderson & McDuff, 1992

Cyklus síry

Global SULFUR Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times (mid-80's)



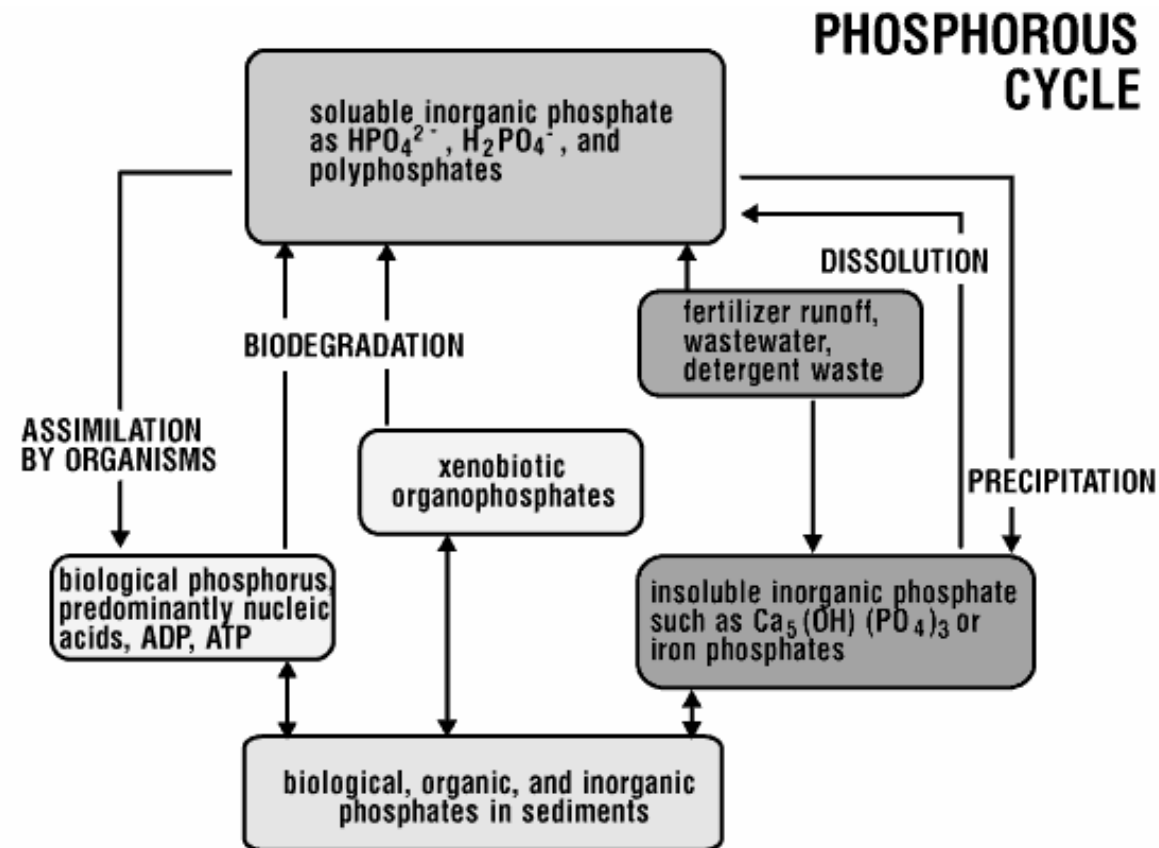
References:
 Andreae, 1990; Bates et al., 1992;
 Charlson, Anderson & McDuff, 1992

Cyklus fosforu

Global Phosphorus Reservoirs and Turnover Times

	10^{12} g P	Turnover time
Sediments	4×10^9	2×10^8 y
Land	2×10^5	2000 y
Deep Ocean	8.7×10^4	1500 y
Terrestrial biota	3000	~50 y
Surface ocean	2700	2.6 y
Atmosphere	0.028	days

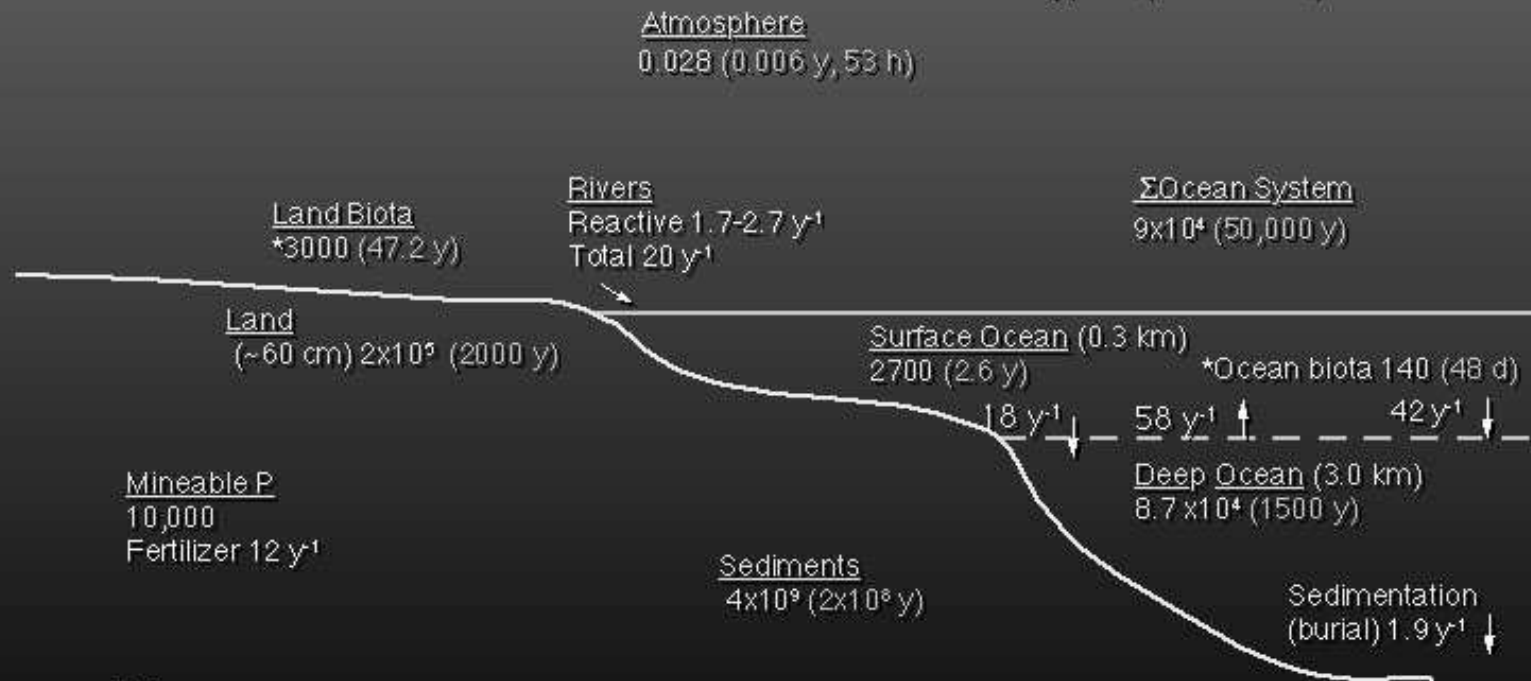
Cyklus fosforu



Cyklus fosforu

Global PHOSPHORUS Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times

Pools in Tg P, Fluxes in Tg P yr⁻¹, Tg = 10¹² g,
 * = living pools, (turnover times)



References:
 Jahnke, 1992; Berner & Rao, 1994

WSR 1994

Cyklus křemíku

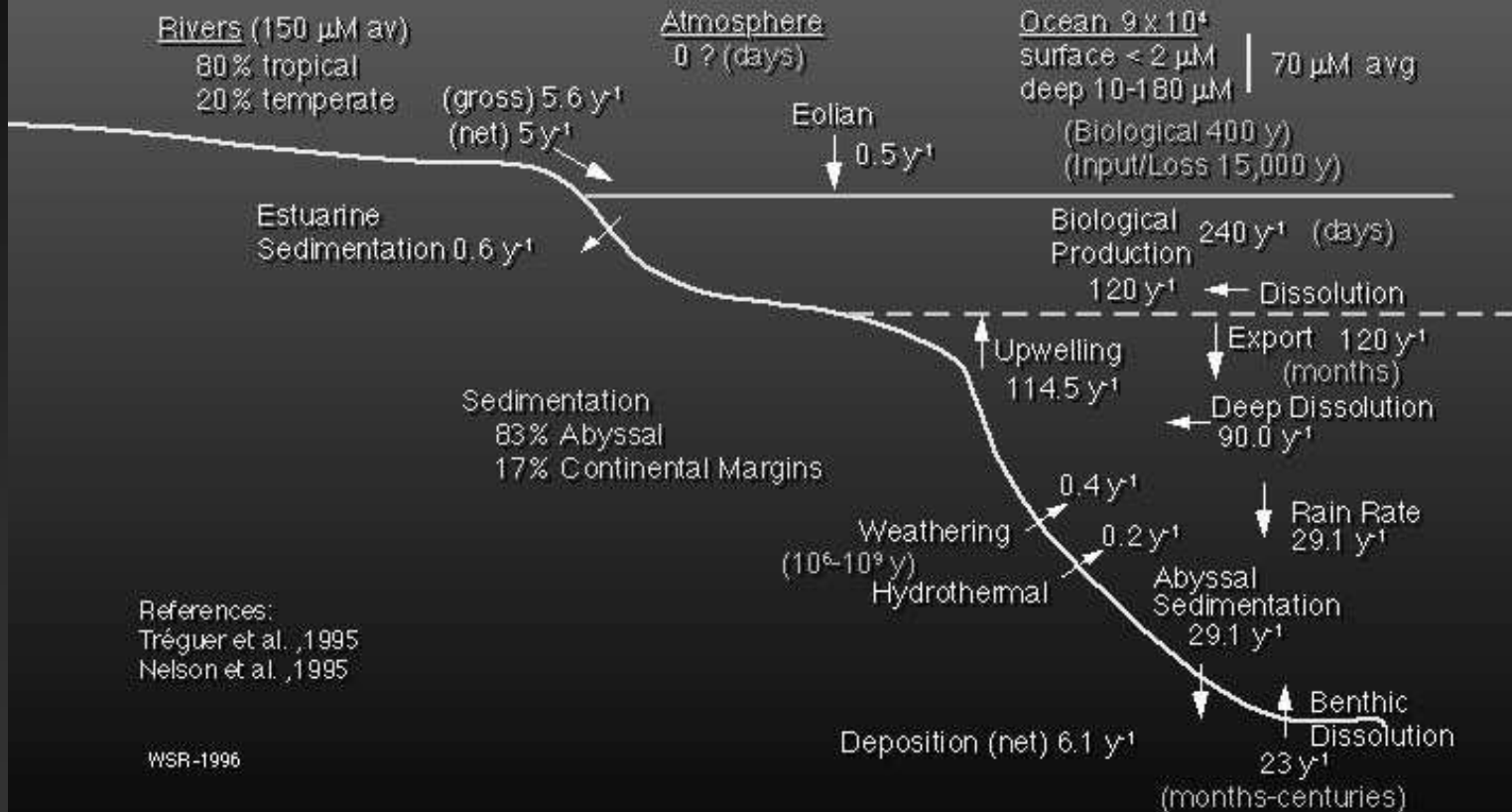
World Ocean Silica Budget		Tmol Si yr ⁻¹
<u>INPUTS</u>		
River influx		5.0 ± 1.1
Eolian		0.5 ± 0.5
Seafloor Weathering		0.4 ± 0.3
Hydrothermal		0.2 ± 0.1
Total Inputs		6.1 ± 2.0
<u>OUTPUTS</u>		
Coastal		1.2 ± 0.7
Abysses		5.9 ± 1.1
Total Outputs		7.1 ± 1.8
<u>BIOLOGICAL CYCLE</u>		
Production		240 ± 40
Internal Cycling/Inputs		23 - 53

Tréguer *et al.* 1995

Cyklus křemíku

Global (Ocean) SILICA Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times

Pool in Teramoles, fluxes in Teramoles yr⁻¹
(Teramole = 10¹² mole) (turnover times)



References:
Tréguer et al. ,1995
Nelson et al. ,1995

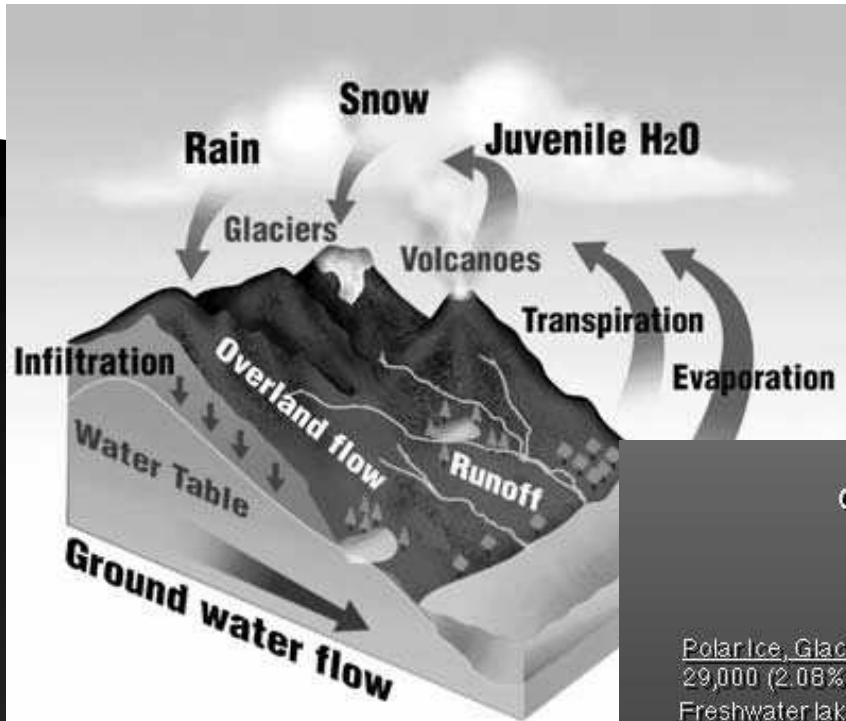
WSR-1996

Cyklus vody

Global Water Reservoirs and Turnover Times

	<u>10³ km³</u>	<u>%</u>	<u>Turnover time</u>
Oceans	1,370,000	97.61	37,000 y
Polar Ice, Glaciers	29,000	2.08	16,000 y
Groundwater (actively exchanged)	4000	0.29	300 y
Freshwater lakes	125	0.009	10-100 y
Saline Lakes	104	0.008	10-10,000 y
Soil moisture	67	0.005	280 d
Atmosphere (water vapor)	14	0.0009	9 d
Rivers	1.32	0.00009	12-20 d

Cyklus vody



Global WATER Reservoirs, Fluxes, and Turnover Times

