

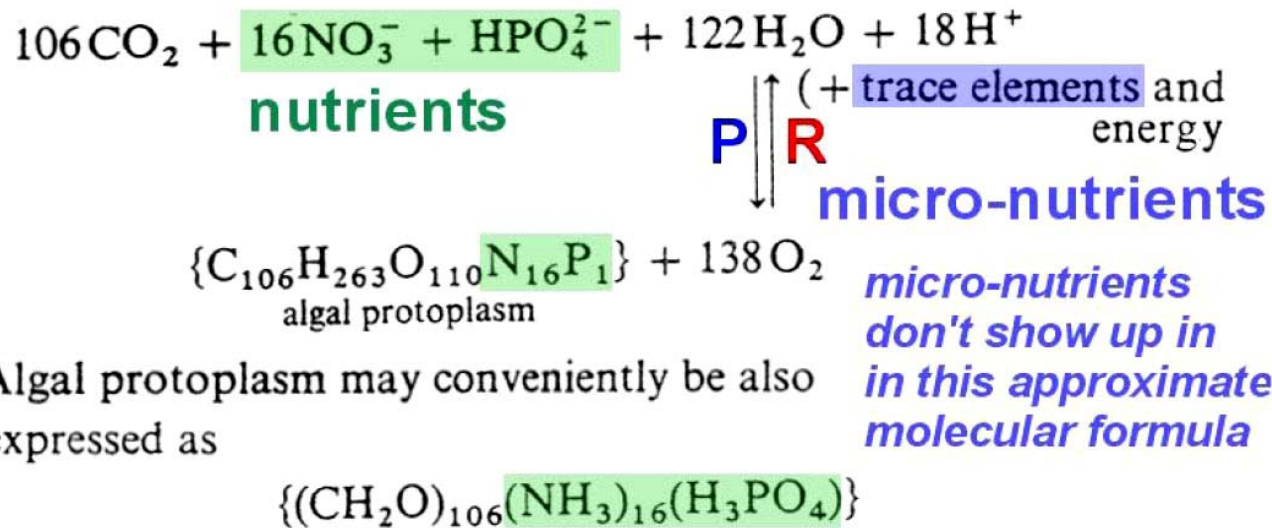
Přetížení sladkých vod živinami

Přetížení sladkých vod živinami

Terestický vodný cyklus N a P

Koncentrace N, P, C a O v hydrosféře jsou svázány Redfieldovou reakcí

Photosynthesis and Respiration



$\Delta\text{N}(+) / \Delta\text{P}(+) = 16$	$\Delta\text{CO}_2(+) / \Delta\text{P}(+) = 106$
$\Delta\text{CO}_2(+) / \Delta\text{N}(+) = 6,6$	$\Delta\text{O}_2(+) / \Delta\text{P}(-) = 138$
$\Delta\text{O}_2(+) / \Delta\text{N}(-) = 8,6$	$\Delta\text{O}_2(+) / \Delta\text{CO}_2(-) = 1,3$

Přetížení sladkých vod živinami

Výměna P a N s atmosférou

Přírodní zdroje „fixovaného“ N (NO_x a NH_3) v atmosféře pocházejí přímo z emisí biosférou a půdou, malá část ze vzniku NO_x v blescích a hlavní část NO_x znečištěním – zvláště spalováním



NH_3 páry se rozpouštějí v dešťových kapkách za vzniku NH_4^+ a OH^- ionů

NO_x páry se rozpouštějí v dešťových kapkách za vzniku NO_3^- a H^+ ionů

P se vyskytuje především v nerozpustné anorganické formě.

Tok N a P deštěm do krajiny je velmi malý.

N a P v povrchové vodě oceánů je velmi nízký – spotřebovány fotosyntézou, $[\text{N}] = [\text{P}] \sim 0$ v marinních aerosolech.

N v kontinentálních deštích určen především atmosférickými plyny.

P v kontinentálních deštích určen především obsahem pevných částic (prachem) – velmi nízký.

Přetížení sladkých vod živinami

Souhrn P a N

N cyklus má významnou atmosférickou a biologickou část s významným antropogenním vychýlením. **N** vstupuje do řek a jezer hlavně vyluhováním půdní vlhkosti (rozklad organických látek, fixace N_2 mikroorganismy).

P cyklus nemá plynnou část, vstupuje do řek a jezer hlavně jako plavenina a dále jako DIP (dissolved inorganic P), někdy označovaný jako „ortho-P“ (H_3PO_4 a konjugované báze).

Oba prvky cyklují v anorganické i organické podobě.

Oba prvky cyklují jako rozpuštěné i ve vznosu (jako plaveniny).

Antropogenní (znečišťující) toky u obou prvků představují zhruba 50 % celkových toků v cyklech N a P.

N $DIN:DON = \sim 30 \% TDN : \sim 70 \% TDN = 4:10 = 2:5$

P $DIP:DOP = \sim 40 \% TDP : \sim 70 \% TDP = 8:12 = 2:3$

N $DN:PN = 14,5:21 \sim 5:7$

P $DP:PP = 2:22 \sim 1:10$

D – dissolved (rozpuštěný), P – particulate (v částicích), I – inorganic (anorganický), O – organic (organický)

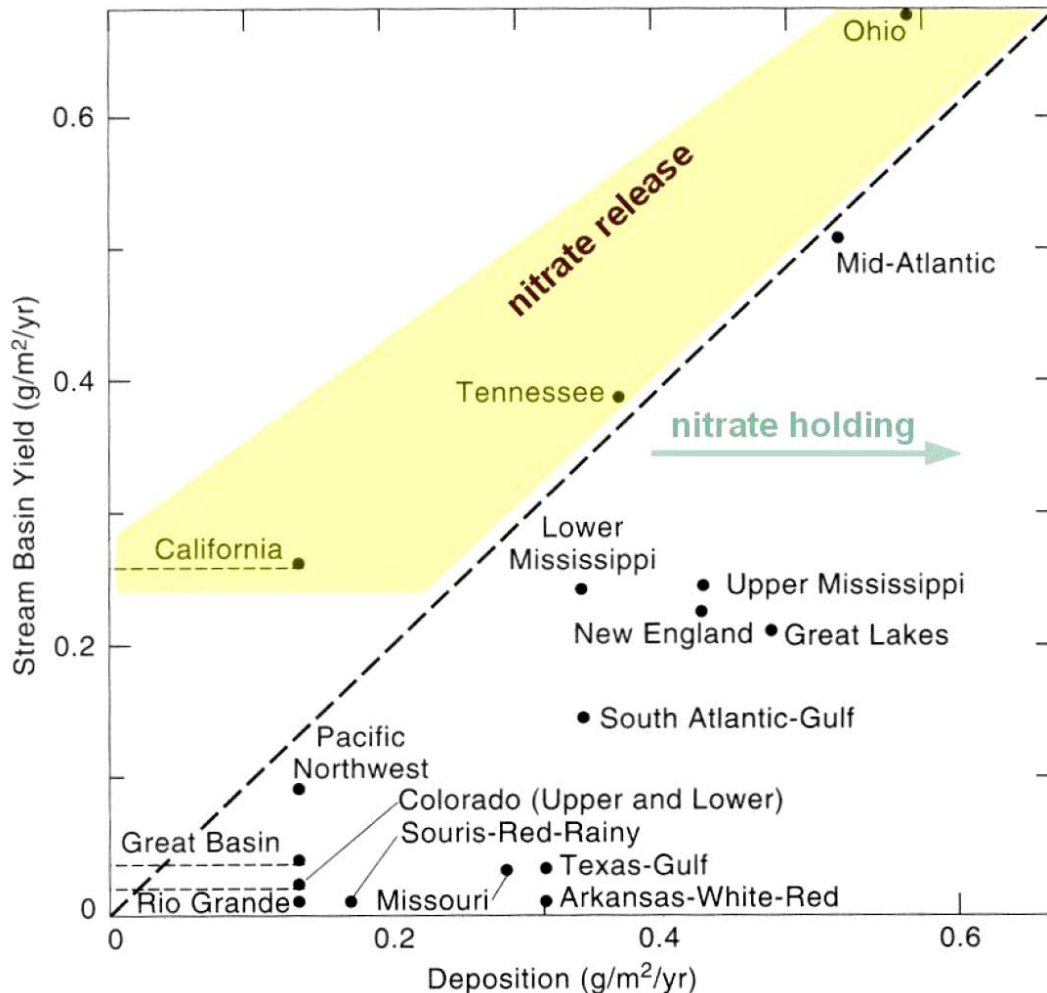
Lidská aktivita výrazně zvýšila rychlost s jakou se oba prvky pohybují v hydrosféře.

Na **P** jsou rychle využívány autotrofními organismy, proto zůstávají doby zdržení v rezervoárech nízké.

Přetížení sladkých vod živinami

Vychýlení N v terestických vodních systémech

Protože N cykluje mnohem rychleji než P, vytvořily si ekosystémy efektivní způsoby „podržení“ N přinášeného srážkami do krajiny (fungují efektivněji než pro P).

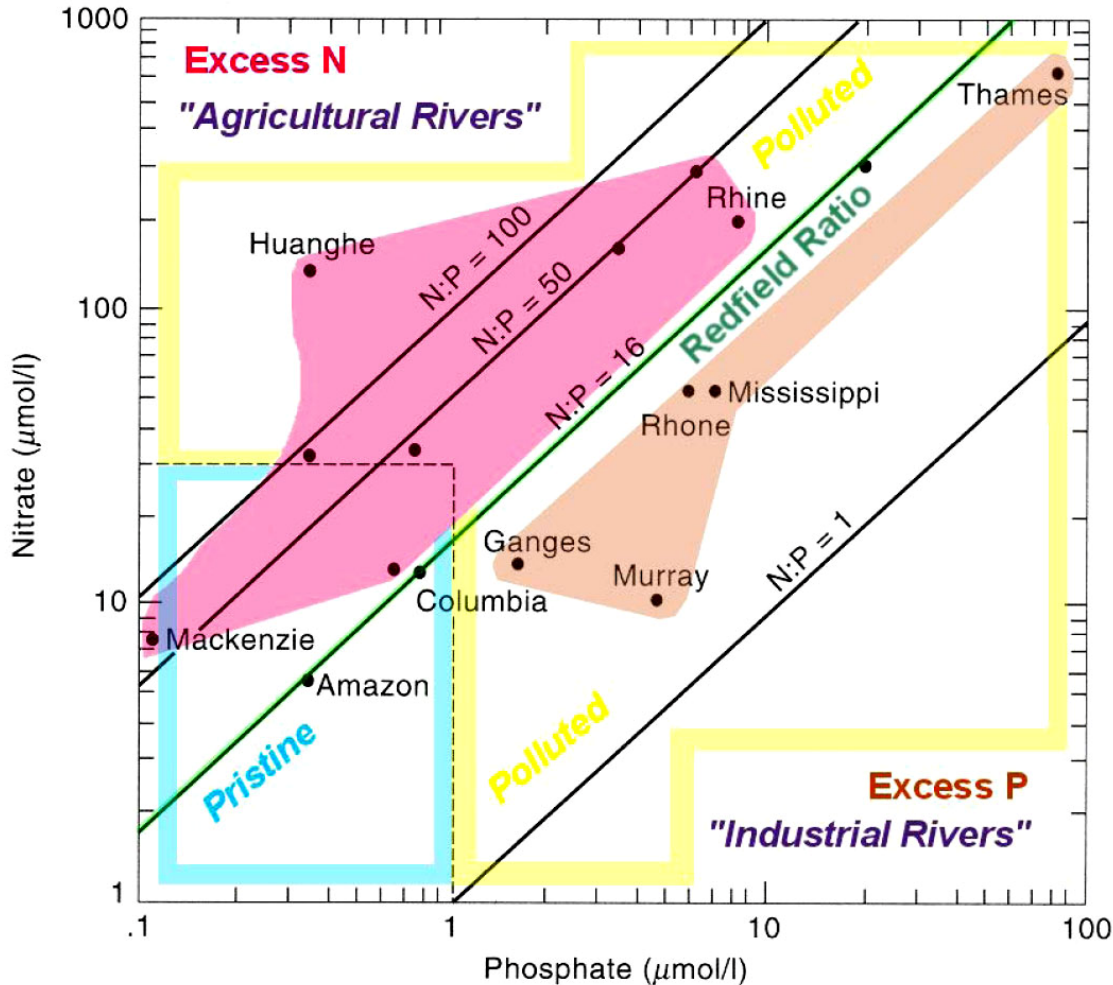


Znečišťující N může být v ekosystémech systémech zadržován vysokou přítomností bioty, v některých případech je však systém „nasycen“ dusíkem a ekosystém jej uvolňuje. Z toho důvodu pak může uvolňování N v průběhu několika sezón rychle stoupat i při stejném znečišťujícím vstupu.

Přetížení sladkých vod živinami

Zemědělství

N prochází rychle, obvykle se aplikuje nadbytek pro dosažení vyšších výnosů; **P** prochází pomaleji, obvykle nízké koncentrace (suspenze), zvýšení při odlesňování a erozi půdy



Osídlení

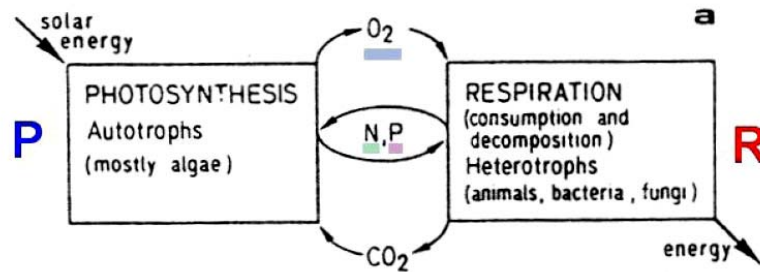
Detergenty a čističe zvyšují **P** v rozpuštěné podobě, koncentrace je obecně úměrná počtu obyvatel.

Antropogenní „tlak“ vychyluje složení řek proti poměru v Redfieldově reakci – 2 typy řek.

Přetížení sladkých vod živinami

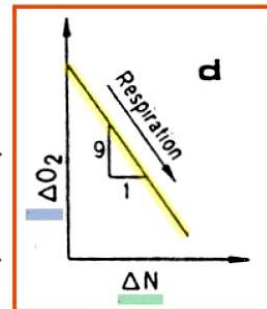
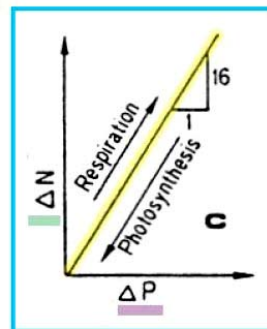
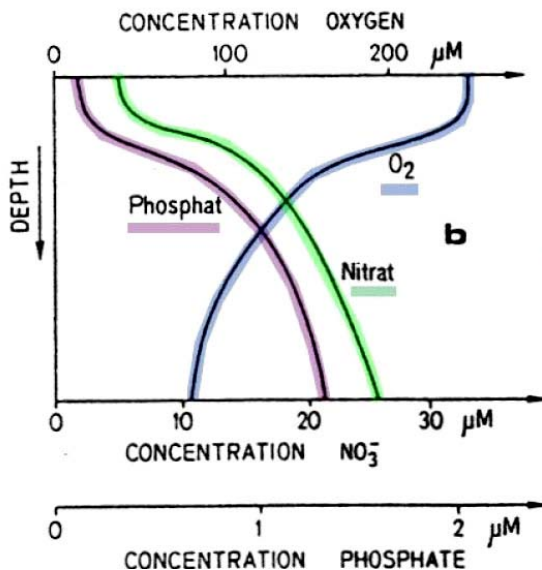
Cyklus živin v jezerech

Fotosyntéza a dýchání vedou ve stratifikovaných vodách k typickému profilu živin



$P > R$

$P < R$



Fotosyntéza odčerpává DIN a DIP ve svrchní vrstvě (fotosyntéza), naopak ve spodní vrstvě je jich nadbytek v důsledku dýchání.

V řekách se tento profil nevyvíjí.

Přetížení sladkých vod živinami

Cyklus živin v jezerech

Mezi N, P a O se vyvíjejí předvídatelné typické vztahy, které jsou mnohdy dány Redfieldovou reakcí fotosyntézy-dýchání.

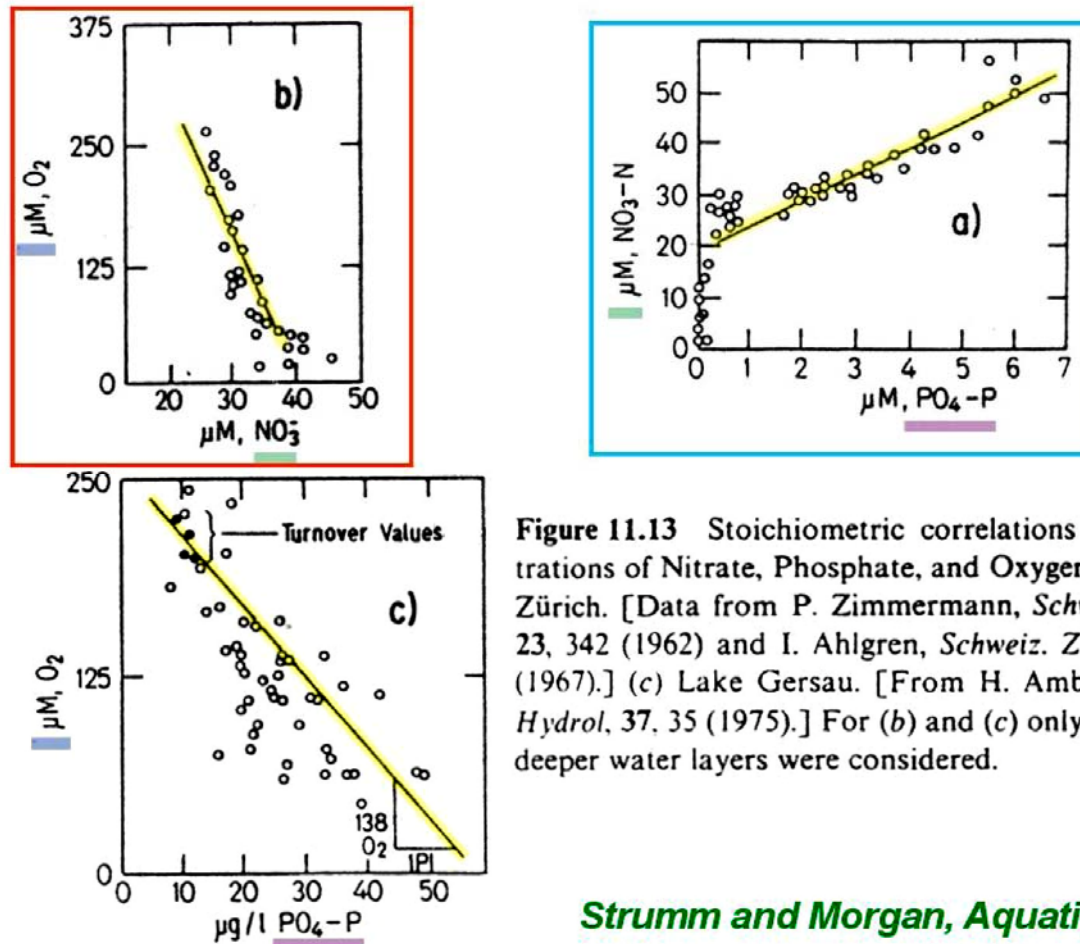


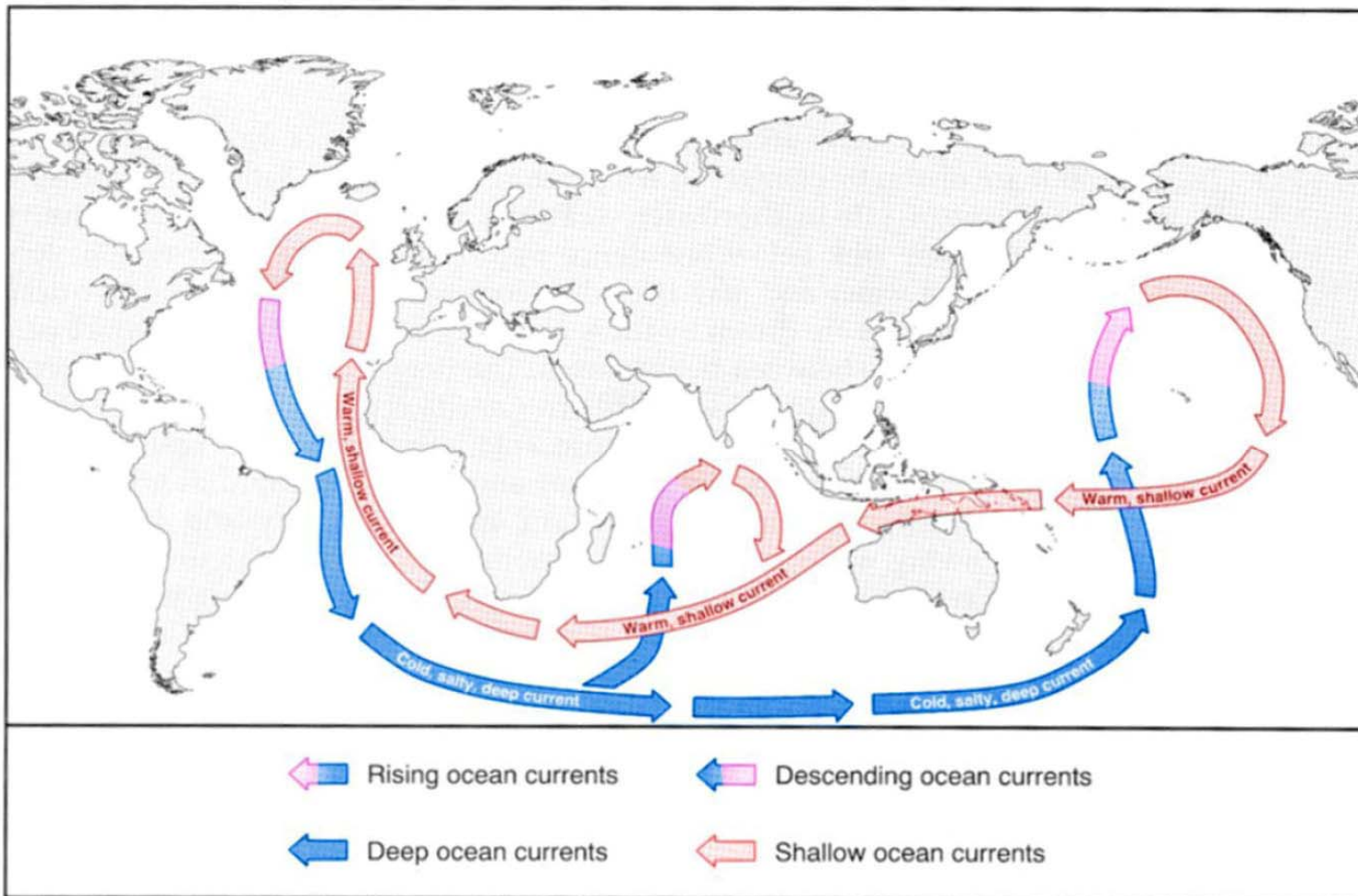
Figure 11.13 Stoichiometric correlations at concentrations of Nitrate, Phosphate, and Oxygen. (Zürich. [Data from P. Zimmermann, *Schweiz* 23, 342 (1962) and I. Ahlgren, *Schweiz. Z. f. Hydrol.* 37, 35 (1975).] (c) Lake Gersau. [From H. Ambühl, *Hydrol.* 37, 35 (1975).] For (b) and (c) only deeper water layers were considered.

Strumm and Morgan, Aquatic

Přetížení sladkých vod živinami

Cykly živin v oceánech

Poměry živin vyplývající z Redfieldovy reakce platí také pro regeneraci živin v oceánech.

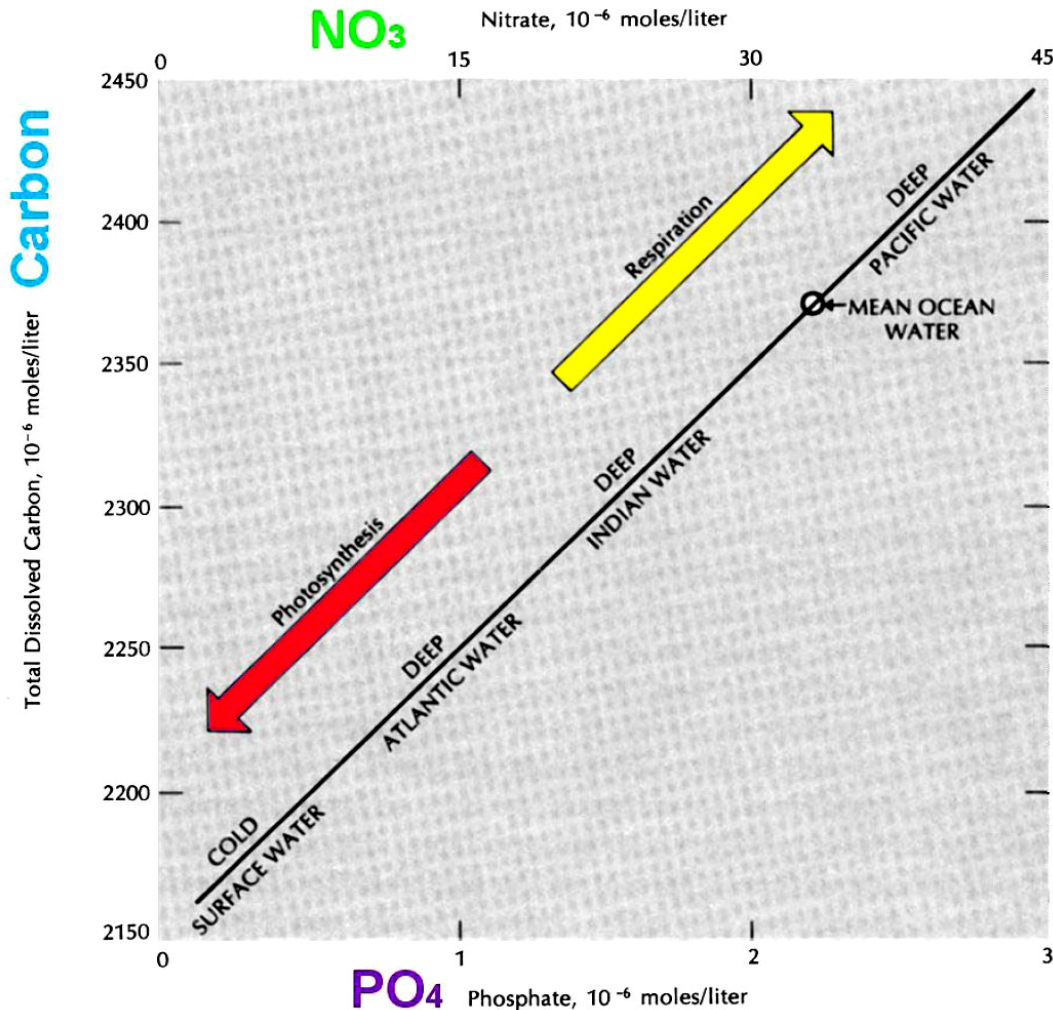


Oceánská stratifikace je modifikována a ovlivňována hlubokými a povrchovými oceánskými proudy, které redistribuují živiny po celé planetě.

Přetížení sladkých vod živinami

Cykly živin v oceánech

Idealizované vynesení poměru živin podle Redfieldovy reakce.

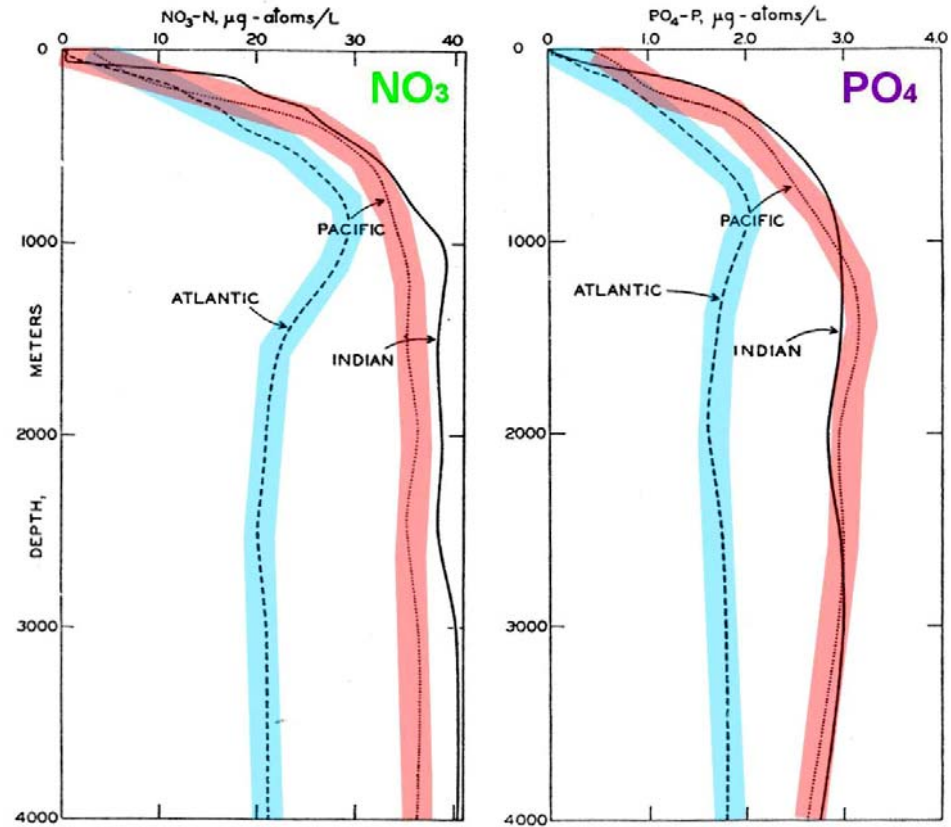
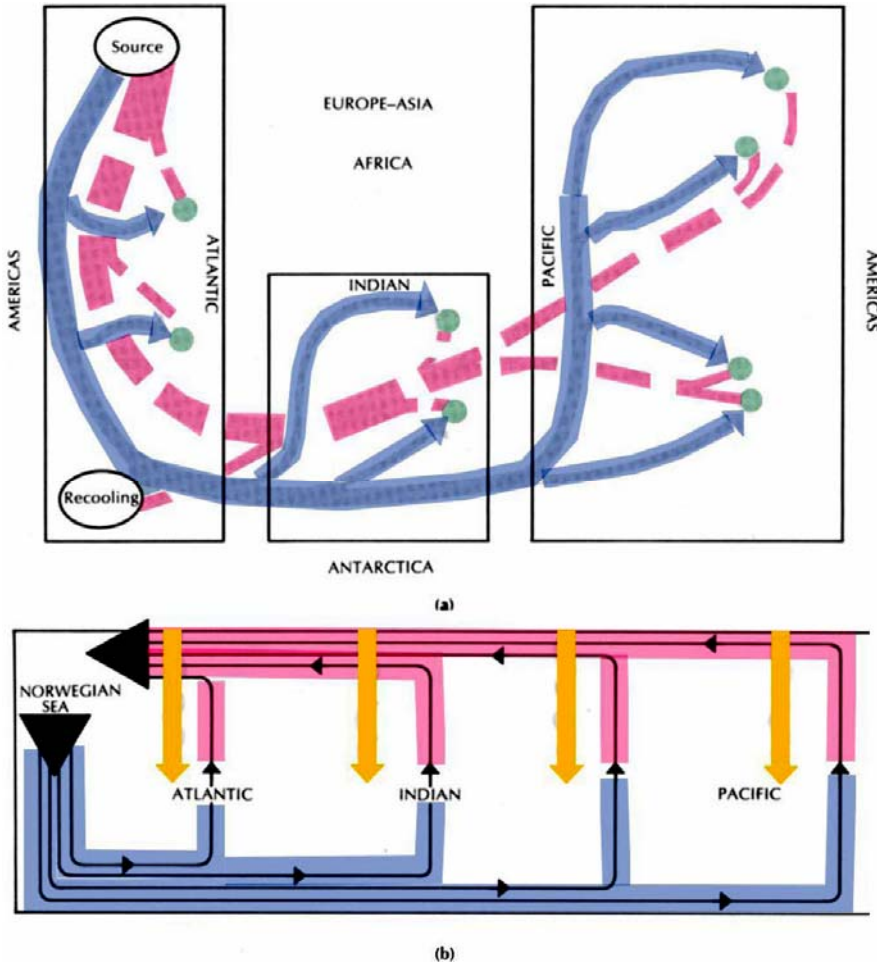


Pomalost proudění – jeden cyklus vody trvá kolem 2000 let – způsobuje, že je voda na dlouhou dobu izolována od atmosféry a tak je dostatek času pro vznik typického znaku převahy dýchání nad fotosyntézou v hluboké vodě.

Přetížení sladkých vod živinami

Cykly živin v oceánech

Stejně jako ve stratifikovaných jezerech, dochází i v oceánech k převaze fotosyntézy ve svrchní vrstvě a k převaze dýchání v hluboké vrstvě.



Přetížení sladkých vod živinami

Omezení výživy

- nejméně zastoupená složka výživy určuje množství fotosynteticky vázaného C

Element	Symbol	Demanded by Plants (%)	Supplied by Water (%)	Demand/Supply (Plant/Water) Ratio (approx.)
Oxygen	O	80.5	89	1
Hydrogen	H	9.7	11	1
Carbon ^a	C	6.5	0.0012	5,000
Silicon	Si	1.3	0.00065	2,000
Nitrogen ^a	N	0.7	0.000023	30,000
Calcium	Ca	0.4	0.0015	<1,000
Potassium	K	0.3	0.00023	1,300
Phosphorus ^a	P	0.08	0.000001	80,000
Magnesium	Mg	0.07	0.0004	<1,000
Sulfur	S	0.06	0.0004	<1,000
Chlorine	Cl	0.06	0.0008	<1,000
Sodium	Na	0.04	0.0006	<1,000
Iron	Fe	0.02	0.00007	<1,000
Boron	B	0.001	0.00001	<1,000
Manganese	Mn	0.0007	0.0000015	<1,000
Zinc	Zn	0.0003	0.000001	<1,000
Copper	Cu	0.0001	0.000001	<1,000
Molybdenum	Mo	0.00005	0.0000003	<1,000
Cobalt	Co	0.000002	0.000000005	<1,000

- P je obvykle určující v jezerech, N v marinním prostředí
- ve složitých ekosystémech dostávají přednost organismy, které chybějící složky potřebují nejméně

Přetížení sladkých vod živinami

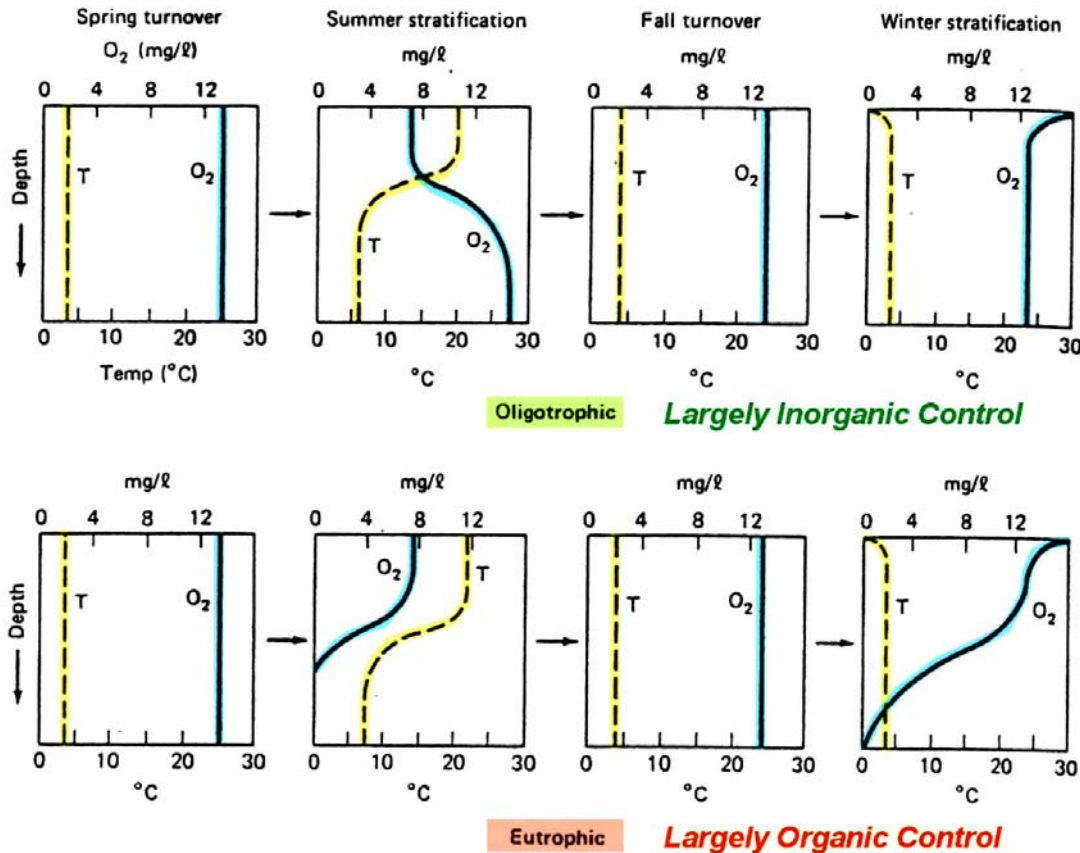
Eutrofizace

Experimentální jezera v Kanadě s přebytkem P, který způsobuje růst modrých řas (Cyanobacteria) – zelená barva.



Přetížení sladkých vod živinami

DO a T profil v oligotrofních a eutrofických jezerech



Slabá fotosyntéza

Slabé dýchání (tlení)

Silná fotosyntéza

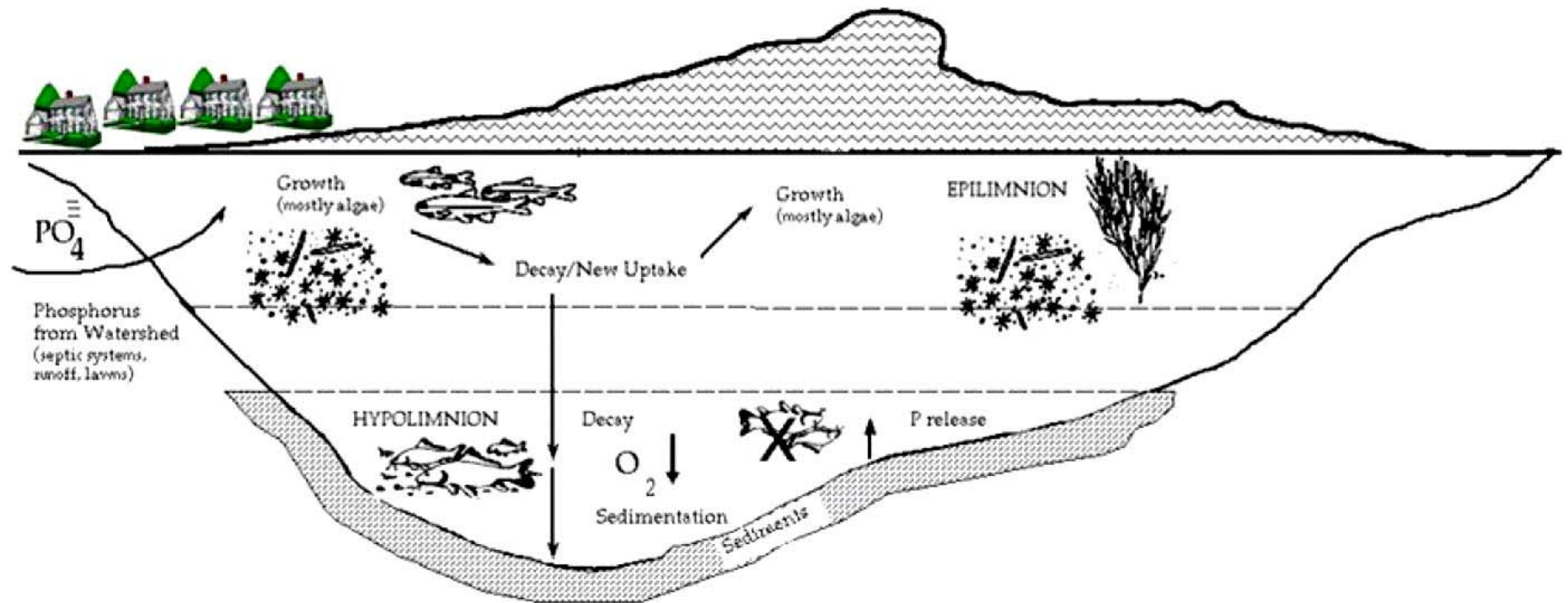
Silné dýchání (tlení)

Přetížení sladkých vod živinami

Obecný model eutrofizace

Generalized Eutrophication

Long Pond, Brewster/Harwich, MA



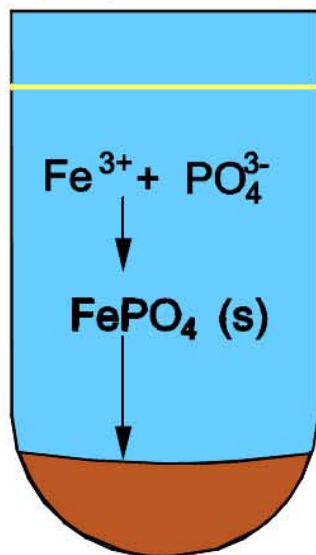
Přetížení sladkých vod živinami

Oligotrofní jezero: u dna dostatek kyslíku pro udržení Fe^{3+} a vylučování FePO_4 (vivianit)

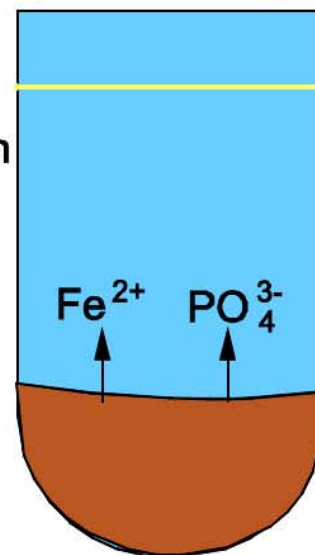
Eutrofné jezero: u dna redukční podmínky, Fe v podobě Fe^{2+} a rozpuštění FePO_4 (vivianit)



oligotrophic

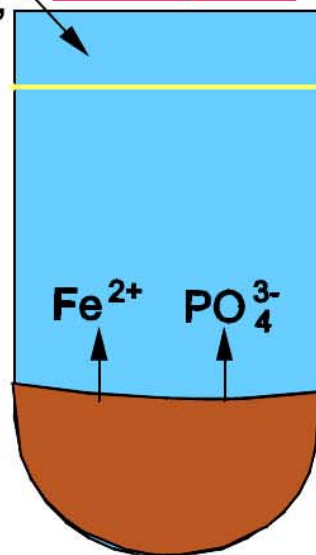


eutrophic

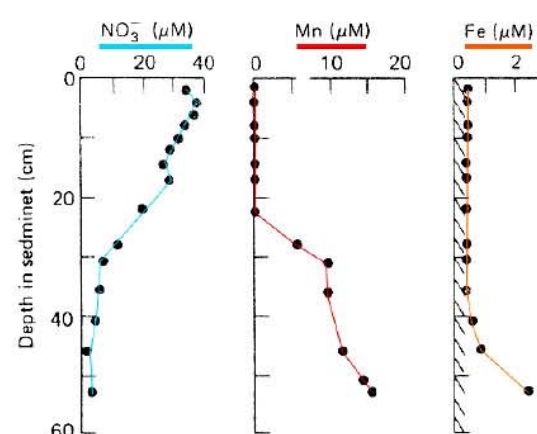


culturally eutrophic

PO_4^{3-}
DOP,
etc..



epilimnion
hypolimnion
sediments



Přetížení sladkých vod živinami

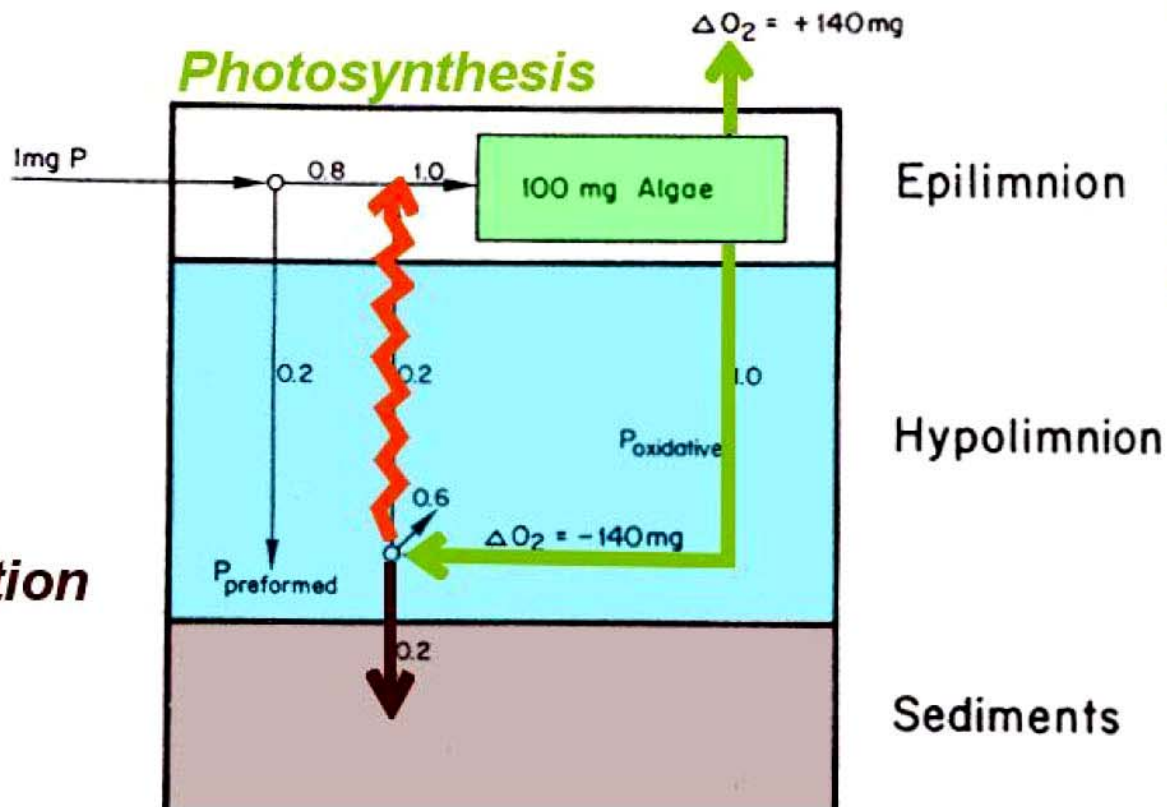
Eutrofizace

Pokud máme údaje o tocích fosforu a data o speciaci složek, pak můžeme určit bod (koncentraci P), při které se stane jezero eutrofické.

Každý mg P spotřebovaný ve vrstvě epilimnia vyprodukuje 100 mg řas a 140 mg kyslíku.

Pokud se dostane všechen tento fosfor do hypolimnia zde bude odčerpáno 140 mg kyslíku.

V reálném cyklu 20 % P zpět do epilimnia 20 % P do sedimentu.



"Box Model"
with balanced
P and O fluxes
throughout the
system.

Přetížení sladkých vod živinami

Eutrofizace

Podle „boxů modelu“ můžeme napsat rovnici pro spotřebu kyslíku v hypolimnii jako funkci přísunu P řekou, délkou periody stratifikace a hloubkou nádrže

$$\Delta O_2 = (140 \text{ mg } O_2 / 1 \text{ mg P}) \times (t_{\text{stratifikace}} / \text{hloubka}) \times (L_P [\text{mg/rok}] / 365 \text{ dní})$$

