

HYDROBIOLOGIE

6. přednáška

Martina Štrojsová

Osnova 6. přednášky

- Opakování koloběhu N a P ve vodě
- Biochemické cykly- dokončení železo, síra, křemík



Redoxní děje

Oxidace a redukce – základní pojmy a vztahy

- Při oxidačně redukčních (redoxních) reakcích dochází k přenosu elektronů a v důsledku toho se mění oxidační čísla některých atomů.
- Atomy některých prvků při reakci elektrony odevzdávají (oxidují se), jiné elektrony přijímají (redukují se).

Každý redoxní děj lze tedy rozdělit na dvě poloreakce:

Oxidace – reaktant předá své elektrony, a proto se jeho **oxidační číslo zvýší**.

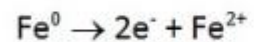
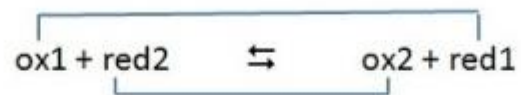
Redukce – reaktant přijme elektrony, a proto se jeho **oxidační číslo sníží**.

Ztrátou či přijetím elektronů se **výrazně změní vlastnosti daných látek**.

Oba tyto děje probíhají současně, jsou na sobě závislé – při oxidaci jedné látky (atomu,...) probíhá redukce látky jiné, tato dvojice látek tvoří redoxní systém:

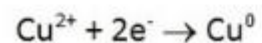
Redoxní děje

Obecné schéma:



oxidace:

železo se oxiduje na železnaté kationty



redukce:

měďnaté kationty se redukují na měď

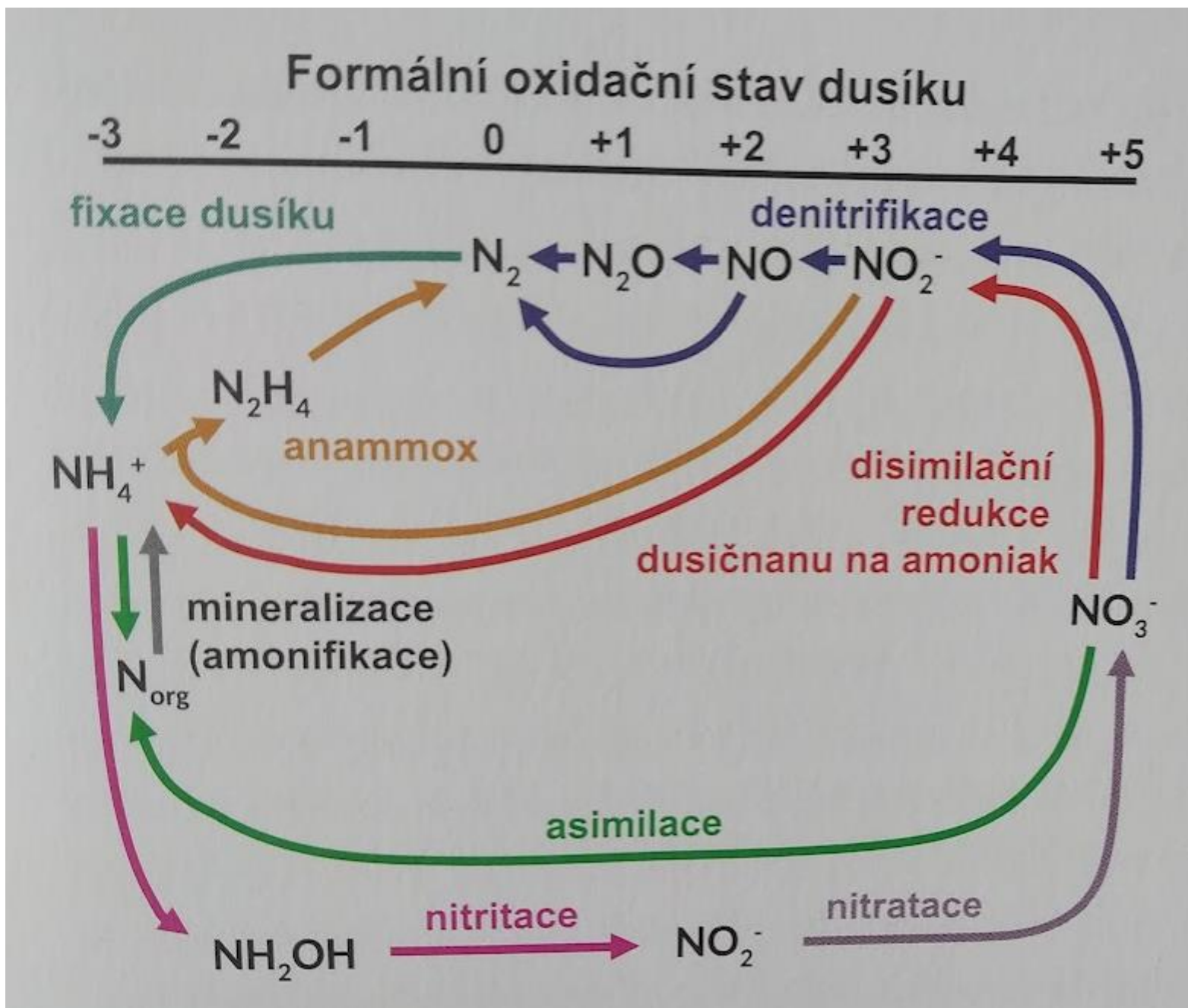
Oxidační činidlo

- je taková látka, která má schopnost přijímat elektrony – **je akceptorem elektronů**, jiné látky tak oxiduje (odebírání jim elektrony) a sama se redukuje.

Redukční činidlo

- látka, která může elektrony poskytovat – **je donorem elektronů**, tzn. jiné látky redukuje a sama se oxiduje.

Koloběh dusíku ve vodě



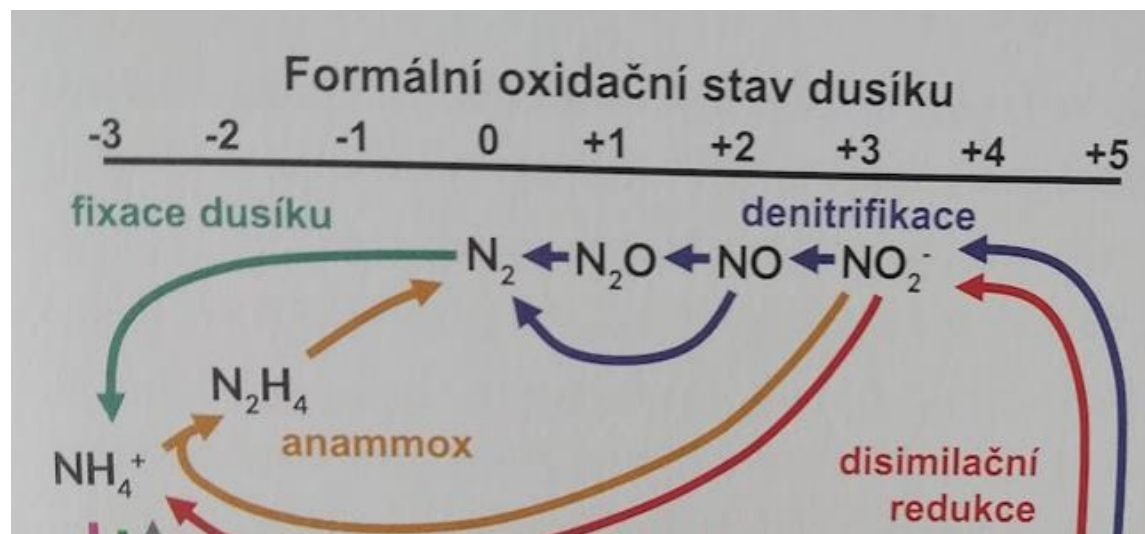
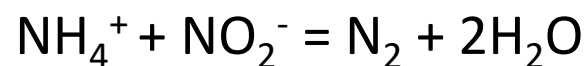
Autor: Kopáček a kol.

Koloběh dusíku ve vodě

Proces **anammox** – anaerobní oxidace amoniaku (**anaerobic ammonia oxidation**), významný mikrobiální proces v cyklu dusíku, probíhá hlavně v sedimentech a biofilmech

30-50 % produkce N_2 v oceánech, složitý komplex enzymatických reakcí

Zejména chemolitotrofní bakterie (získávají energii oxidací anorganických látek)



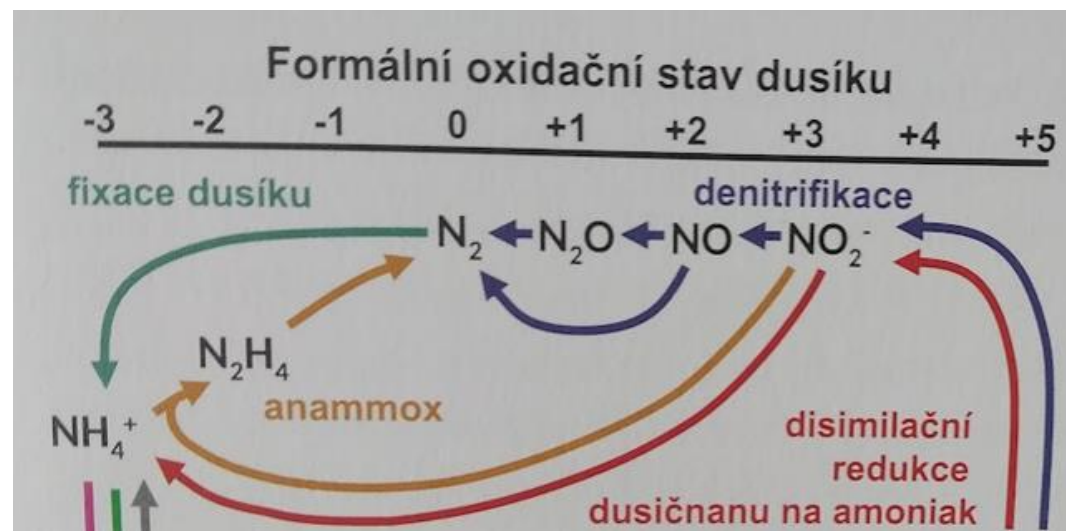
Koloběh dusíku ve vodě

Disimilační redukce dusičnanů na amoniak = amonifikace dusičnanů a dusitanů

Anaerobní dýchání chemoorganotrofních organismů využívajících N^V z dusičnanů jako akceptor elektronů uvolněných oxidací organického substrátu (přes dusitany až po amonné ionty)

Častější u prokaryot, ale i u eukaryot

Při silné limitaci N

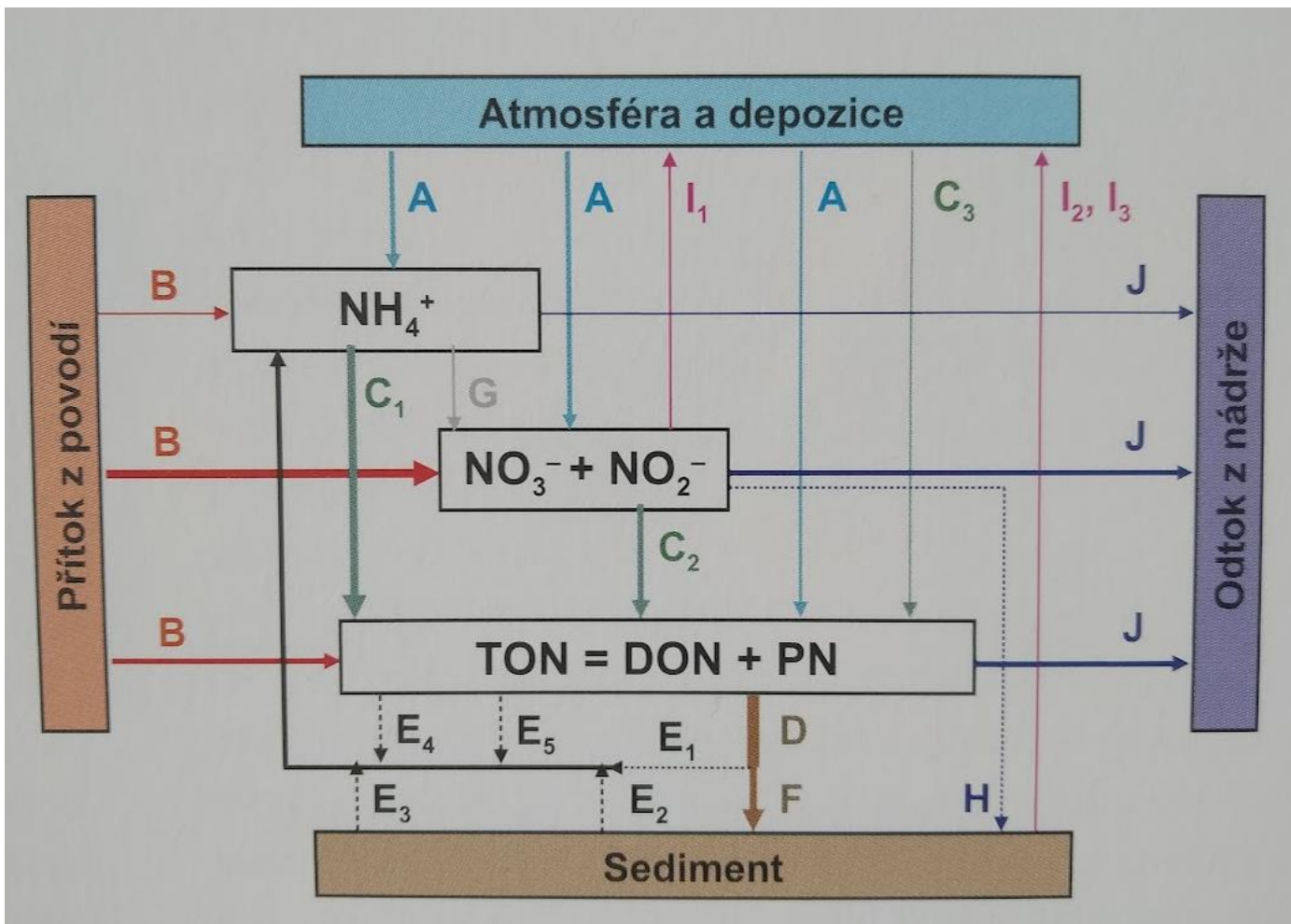


Trofické skupiny		
Zdroj energie	Zdroj redukčních ekvivalentů	Zdroj uhlíku
Světlo <i>Foto-</i>	Organický <i>-organo-</i>	Organický <i>-heterotrof</i>
		Oxid uhličitý <i>-autotrof</i>
	Anorganický <i>-litho-</i>	Organický <i>-heterotrof</i>
		Oxid uhličitý <i>-autotrof</i>
Chemické sloučeniny <i>Chemo-</i>	Organický <i>-organo-</i>	Organický <i>-heterotrof</i>
		Oxid uhličitý <i>-autotrof</i>
	Anorganický <i>-litho-</i>	Organický <i>-heterotrof</i>
		Oxid uhličitý <i>-autotrof</i>

Zdroj: Wikipedie

Hlavní toky dusíku ve vodě

A = atmosférická depozice B = přítok J= odtok N z nádrže



TON = celkový organický N = DON + PN

DON = rozpuštěný organický N

PN = partikulovaný N

C 1 = asimilace NH_4^+

C 2 = asimilace NO_3^-

C 3 = fixace N_2

D = sedimentace PN

E1 a E2 = NH_4^+ z mikrobiální mineralizace sestonu a PN v sedimentu

E3 = NH_4^+ z disimilativní redukce NO_3^- na amoniak v sedimentu

E4 = NH_4^+ z mineralizace TON ve vyšších potravních řetězcích

E5 = NH_4^+ z fotochemické mineralizace DON

F = ukládání PN v sedimentu

G= nitrifikace NH_4^+

H = difuze NO_3^- do sedimentu

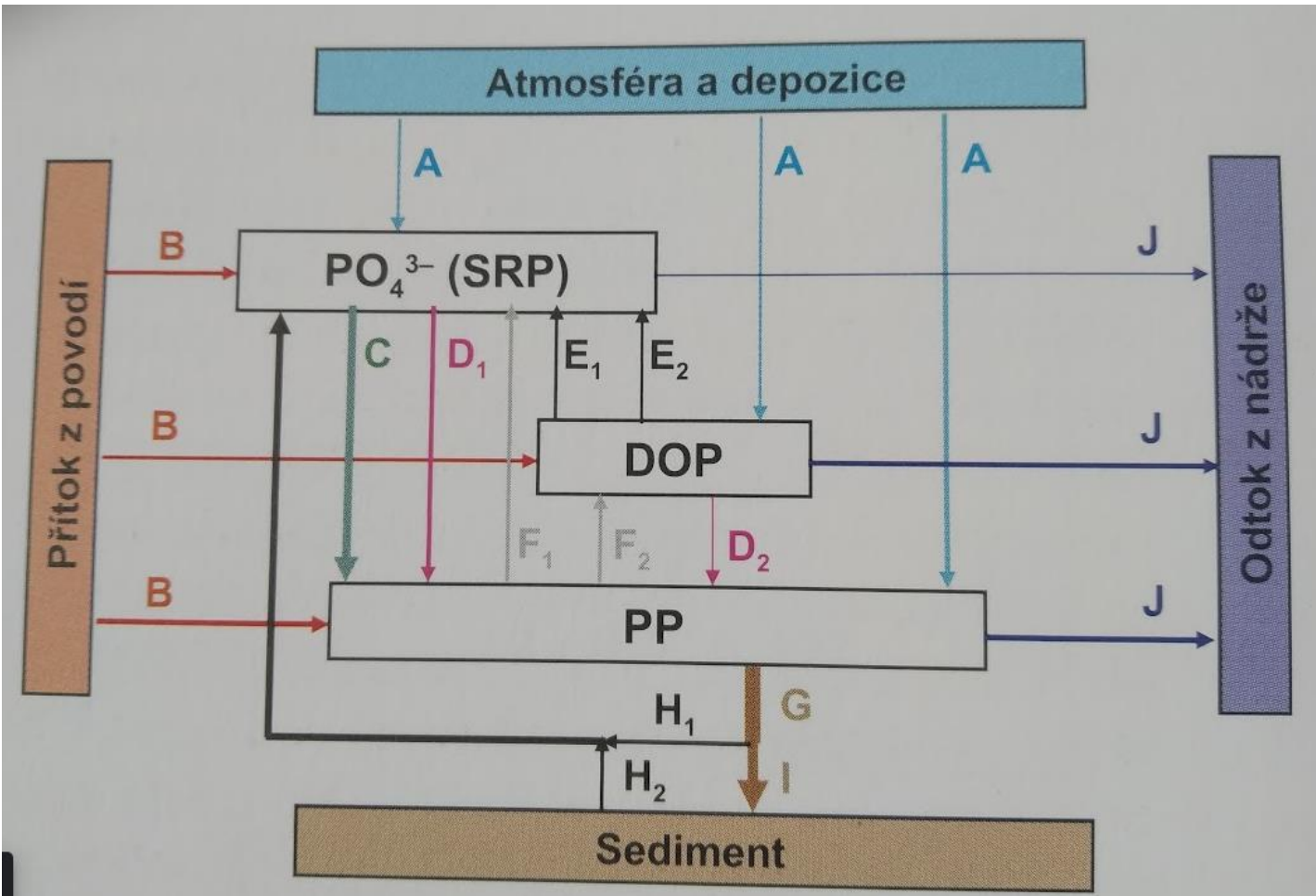
I 2 = denitrifikace v sedimentu

I 1= denitrifikace NO_3^- v anoxické vodě

I 3 = anammox

Koloběh fosforu ve vodě

A = atmosférická depozice B = přítok J= odtok z nádrže



PO₄³⁻ = rozpuštěný reaktivní P

DOP = rozpuštěný organický P

PP = partikulovaný P

C = asimilace P

D1 a D2 = abiotická tvorba PP srážením, adsorpcí PO₄³⁻ na hydroxidech Al a Fe a srážení DOP s DOC

E1= mobilizace PO₄³⁻ s DOP fosfatázami

E2= fotochemické štěpení DOP

F1 a F2= exudace a uvolňování PO₄³⁻ a DOP v potravních řetězcích

E2= fotochemické štěpení DOP

G= sedimentace PP

H1 a H2= PO₄³⁻ uvolnění mineralizací ze sestonu a z PP v sedimentu

I = ukládání PP

Železo, mangan, síra

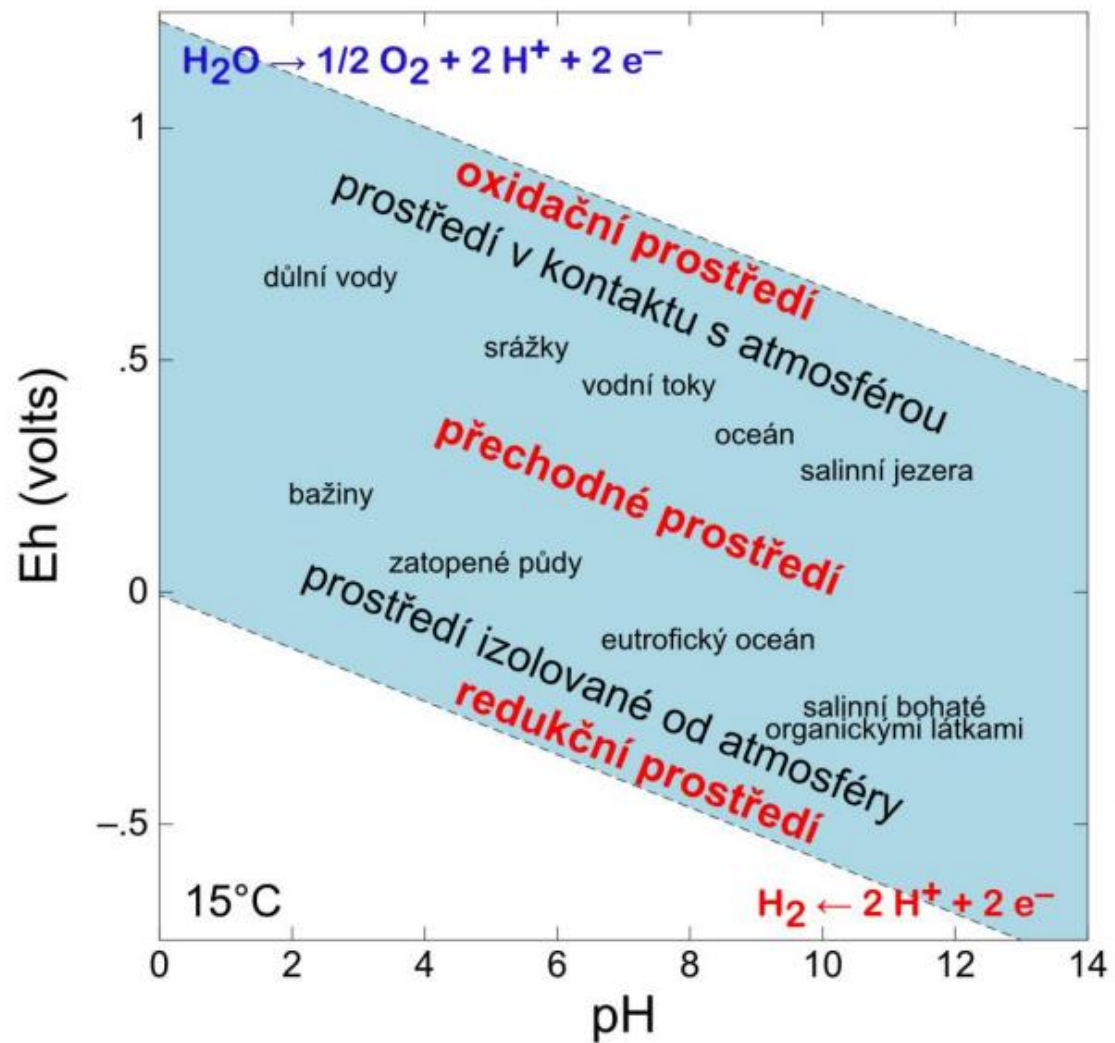
Koncentrace a koloběh sloučenin Fe, Mg a S ve vodách – výsledek jejich schopnosti **měnit oxidační číslo** a tím i **vlastnosti** sloučenin **v závislosti na oxidačně redukčních podmínkách prostředí**

Ochoto přijímat a uvolňovat elektrony – esenciální prvky a zdroj energie pro mikrobiální pochody



Oxidačně-redukční prostředí

Eh oxidačně-redukční potenciál, redox potenciál, ORP



Železo

Hlavním zdrojem ve vodě jsou přítoky

Ve vodě se vyskytuje v iontových formách Fe^{2+} a Fe^{3+} i neiontových organických komplexech (např. s huminovými kyselinami)

V závislosti na oxidačně-redukčním potenciálu prostředí jsou ve stabilních oxidačních stavech Fe^{2+} a Fe^{3+} : zajišťuje možnost přenášet elektrony

Za oxických podmínek a v neutrálním prostředí – výhradně Fe^{3+}  V nerozpustných sloučeninách

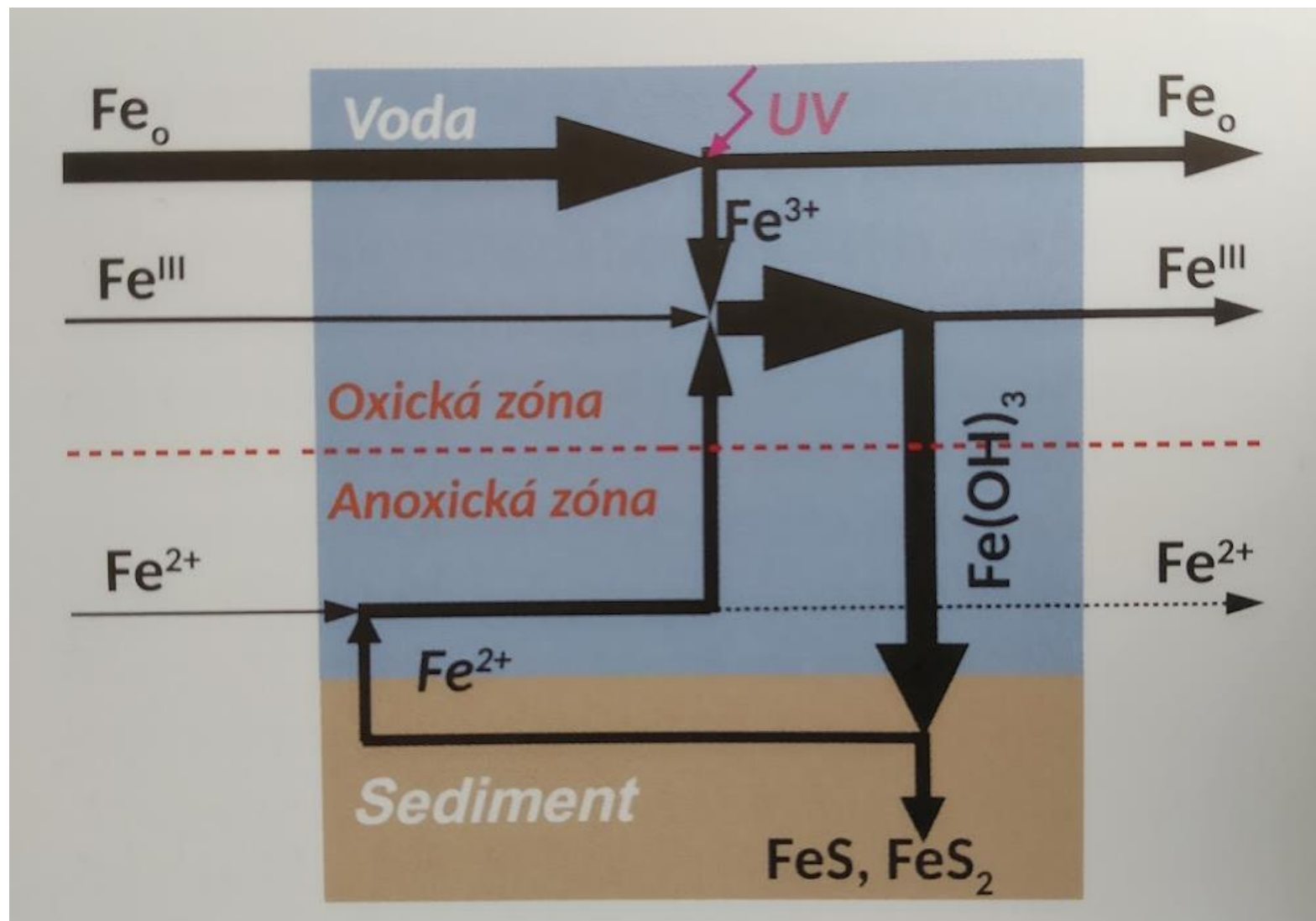
Železo

Za anoxických podmínek mikroorganismy využívají Fe^{3+} jako akceptor elektronů uvolněných z oxidace organických látek a redukuje ho na Fe^{2+}

Za anoxických podmínek mohou mikroorganismy využít Fe^{2+} jako zdroj energie s využitím dusičnanového N jako akceptoru uvolněných elektronů

Železo

Organicky vázané



Sulfid železnatý (rez) a disulfid železnatý (pyrit)

Síra

5. nejrozšířenější prvek na Zemi

Reaktivní prvek; existuje ve stabilních oxidačních stavech od S^{-2} do S^6

S metabolizují a využívají při získávání energie mikroorganismy (fototrofní i chemolitotrofní oxidace elementární S, její redukce)

V redukčním prostředí hlavně H_2S (sulfan, sirovodík)

Za oxických podmínek sírany

Síra

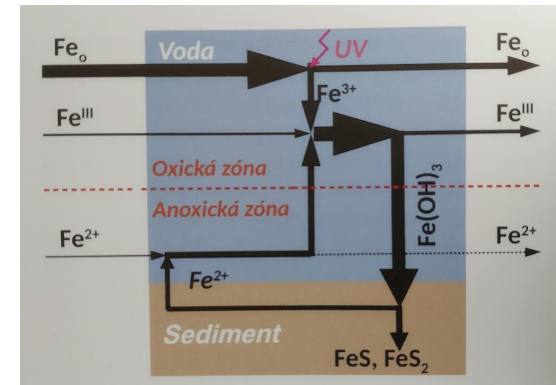
Rezervoár - zemské kůra, půda; méně atmosféra

V povrchových vodách jsou hlavní formou S rozpuštěné látky (SO_4^{2-} sírany)

Množství S v částicích (v organismech a zvířený sediment s nerozpustnými sulfidy kovů) je zanedbatelné

Tím se liší od C, N a P – jejich partikulované formy v eutrofních vodách většinou převládají na d rozpuštěnými

H_2S (sirovodík) se někdy hromadí u dna, při pH větším než 7 se sráží s Fe^{2+} na nerozpustný FeS (sulfid železa)



Zapojení mikroorganismů – sirných bakterií – v koloběhu síry ve vodě

Mezi sirnými bakteriemi se vyskytují téměř všechny známé způsoby získávání energie

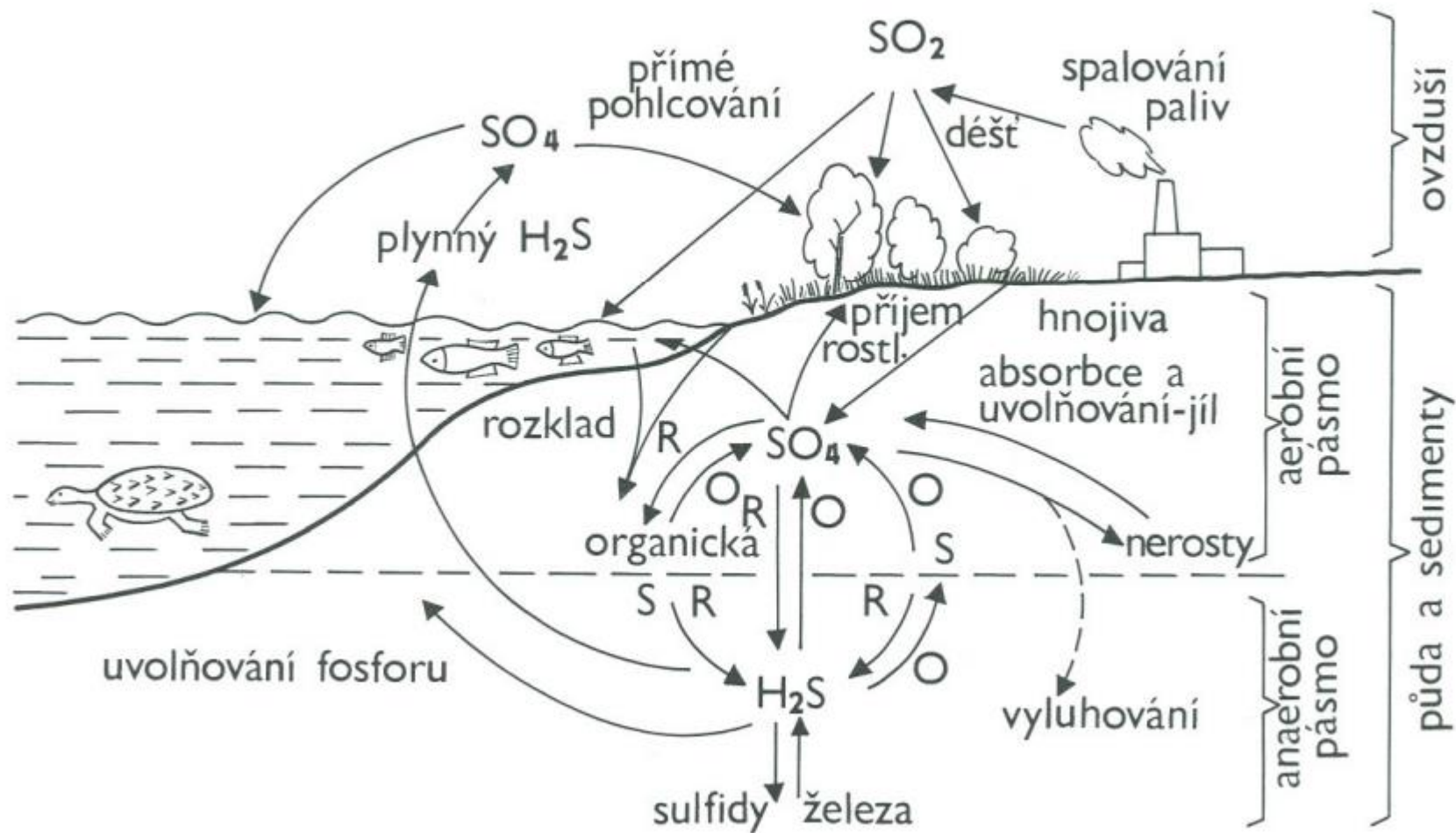
Redukce oxidovaných forem - sírany na sirovodík

Oxidace redukovaných forem – síru na sírany nebo sirovodík na sírany

Produkce sirovodíku při rozkladu organické hmoty obsahující síru

Schopnost fotosyntézy (štěpení sirovodíku)

Síra



Křemík

Ve vodě se vyskytuje ve 2 základních formách SiO_2

Rozpuštěný hydratovaný SiO_2 , který ve formě H_2SiO_3 využívají organismy

Partikulovaný SiO_2 (biogenní Si ve schránkách rozsivek, hub, cyst, rostlin a Si v anorganických částicích - jílu)

Při analýze použití filtrů 0,45 μm

SiO_2 je důležitou živinou pro rozsivky, limitace pod 0,5 mg l^{-1}

Křemík

Zdroj Si (oxidy, křemičitany, hlinitokřemičitany) – přísun z povodí (výluh z hornin)

Koncentrace Si je ovlivněna dynamikou pohybu vody v nádrži – schrány klesají ke dnu, křemičitany se uvolňují a při míchání se dostanou zpět do vodního sloupce

Část křemičitanů se za přítomnosti O_2 může vázat s Fe^{3+} v sedimentu

