

Procesy v tocích:

**BIOLOGICKÉ PROCESY**  
Produkce, interakce .....

**TRANSPORT + TRANSFORMACE**  
(Nelze oddělit od sebe a od charakteru toku / úseku)

**FYZIKÁLNÍ:** eroze, obrus (hrubé >> jemné),  
**BIOLOGICKÉ:** list > CPOM > FPOM + DOM

- bakterie + houby
- autotrofní
- „zvěř“

**CHEMICKÉ:** > biochemické > biologické ...

**DEGRADACE / BIODEGRADACE**

- **Mineralizace**  
Polutant = substrát → → → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- **Degradace**  
Polutant = substrát → → → Produkt
- **Polymerace**  
Polutant → → →  
Komplexní a stabilní produkty

**Extracelulární enzymy**  
**Reaktivní meziproducty**

Mikrobiální ekologie vody / JKF

**DEGRADACE / BIODEGRADACE**

- **Kometabolismus**

Hlavní reakce → **nespecifický enzym** → Produkty

Polutant → → **▲ ▼** → Produkt X

**MM – methanmonooxygenáza (methylotrofie)**  
CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> → CH<sub>3</sub>OH → HCHO → HCOOH →  
CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

**TCE: Cl<sub>2</sub>=CHCl → Cl<sub>2</sub><sup>-</sup>-CHCl → → →**

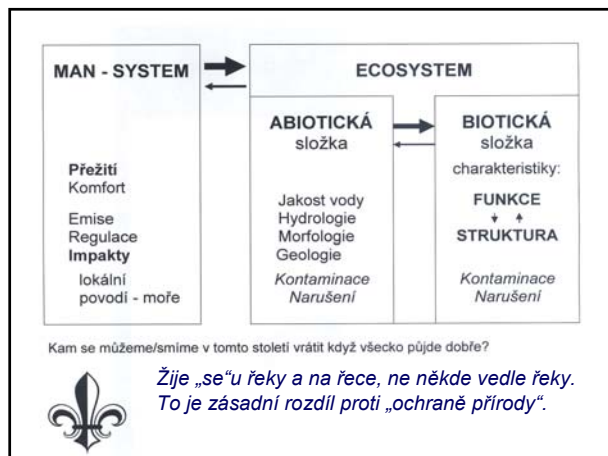
Mikrobiální ekologie vody / JKF

**Základní přístup k „procesům“:**

- Jsou zásadně ovlivněny charakterem toku – řád toku, geologie, sklon, proudění, klima atd.
- Tok je sekvenčně podmínek/situací, zahrnující i procesy v nivě a hyporheálu.
- Modely či výsledky odvozené na jednom typu/úseku toku nelze vztahovat na jiné typy/úseky.
- Vztahy k produkčním procesům řeší (neřeší ?) koncepty toků.
- Tok je otevřený systém – nelze „počítat produkci“ jako pro jezera.
- Vždy uvažujeme jako základní transformaci znečištění a (proti)povodňovou ochranu. Je to správně ? (Možná není, ale musí být.)

### Základní přístup k „procesům“:

- Tok je otevřený systém – nelze „počítat“ produkci nebo transformaci jako pro jezera.
- Budgety a změny můžeme počítat ze změn koncentrací (koncentrace x průtok) v podélném profilu. POZOR – (ne)uvažujeme komunikaci s nivou.
- U řeky uvažujeme antropocentricky: Vždy uvažujeme jako základní položky transformaci znečištění a (proti)povodňovou ochranu.  
Je to správně? (Možná není, ale musí to být.)



### Zdroje organického uhlíku a jejich utilizace

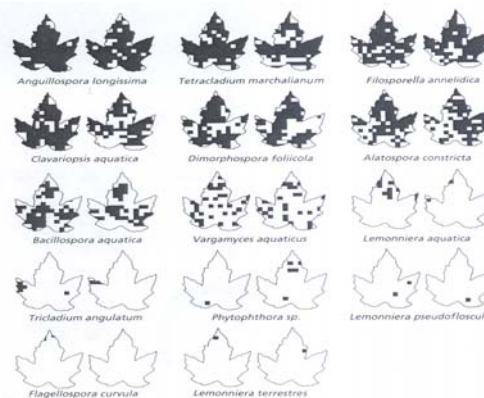
#### Terestrické:

- Spad (listí, dřevo): Houby a benthos (mechanická akce + střevo), pak bakterie.
- Přísun s podzemní vodou (DOM, resistantní): bakterie.
- Znečištění – bodové/nobodové (viz dále).

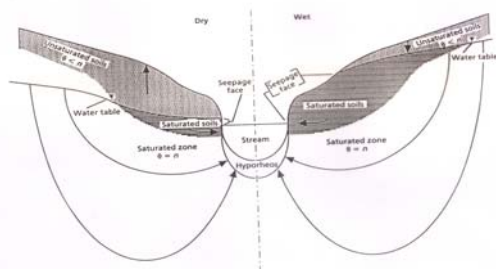
#### Primární produkce „instream“:

- Autotrofní biofilmy: EPP, grazers.
- Makrofyta: Viz „spad“.
- Fytoplankton – na dolních tocích (drift).

### Osídlování listů houbami:



### Přísun s podzemní vodou:



S podzemní vodou přichází především DOC + N a P.

### Znečištění – typy, zdroje:

- Živiny: Podpora PP, eutrofizace. Fosfor, dusík významný jako  $\text{NH}_4$ , a pro moře!!
- Splašky + komunální odpadní vody: Corg, N. Záleží na způsobu čištění (+ odlehčení kanalizačních systémů).
- Specifické polutanty: Kovy, org. látky/skupiny.
- Průmyslové odpadní vody.
- PPCP – Pharmaceuticals and Personal Care Products.

### Bodový/nebodový zdroj znečištění:

Bodový zdroj :

- Lokalizace jasná.
- Stálá produkce (emise), popř. s jasným cyklem (24 h, týden, sezónní-rekreační).
- Možnost postavit čistírnu a kontrolovat.

Nebodový zdroj :

- Lokalizace jen výjimečně.
- Produkce je kontrolována klimatickým cyklem, počasím apod.
- Náprava/omezování – technicky složité, kontrola obtížná.

### Působení znečišťujících látek na říční ekosystém:

- Eutrofizace.
- Kyslíkový režim.
- Kolmatace a zákal.
- Toxicita – stálá + havárie.
- Neznámé signály (PPCP!).
- Endokrinní disruptory.
- Hygienické problémy – úprava na pitnou, zavlažování.
- Transport do moře.

Vždy záleží na koncentraci a dávce.  
Jen některé vlivy měříme nebo aspoň známe.

Transformace znečišťujících látek v říčním ekosystému:

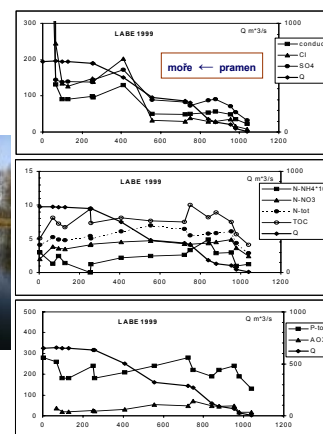
1. Povaha „látky“ (toxická, resistantní, rozpuštěná, partikulovaná).
2. Povaha a možnosti „společenstva“.
3. Fyzikální podmínky „lokality“.
4. Další „látky“: Toxicita, **kometabolismus**.
5. Další podmínky: Teplota vody, průtok + proudění (transport).
6. Technické podmínky pro měření. Vzorkování – rovnoměrné pole koncentrací, mísení, doba dotoku.

**Podélný profil LABE**  
Konzervativní a nekonzervativní složky / ukazatele

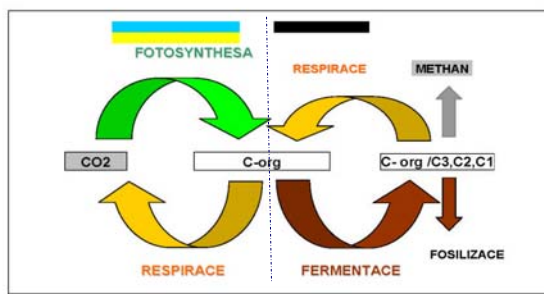
POZOR: Většina procesů zde běží v drifující vodě.



835 – Vltava  
727 – Hrensko  
436 – Saale

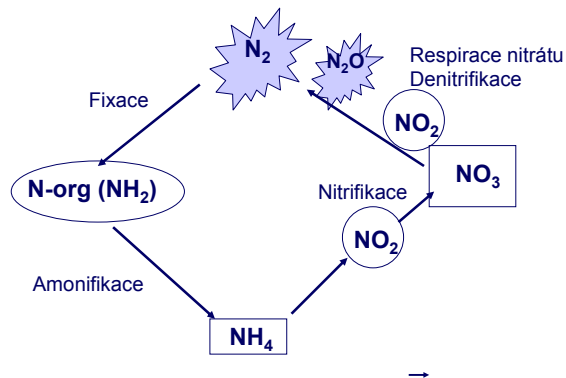


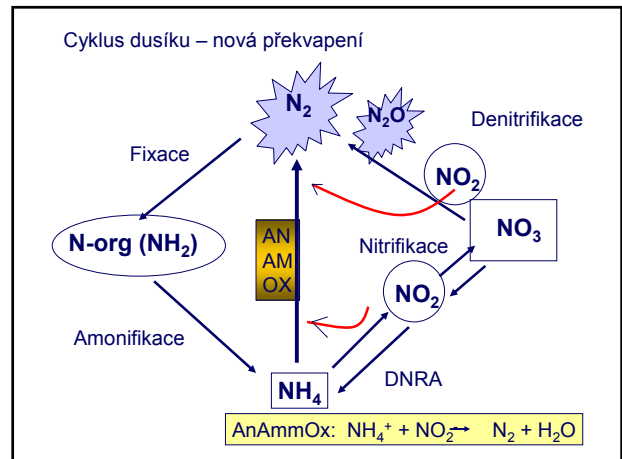
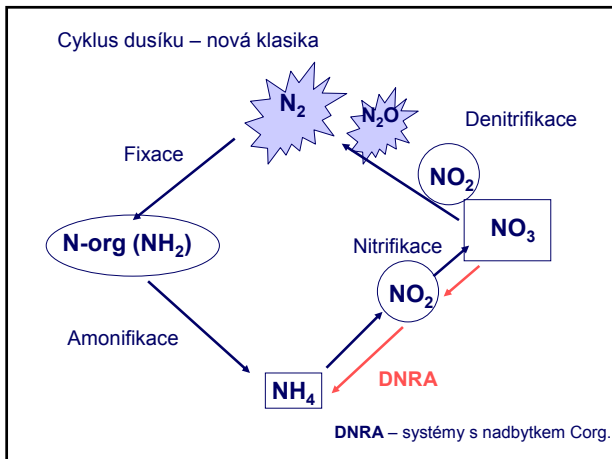
Cyklus uhlíku je prostý:



Část produktů fermentace se vrací do aerobních podmínek a do respiračních procesů.

Cyklus dusíku – klasické schéma





Konečný osud fixovaného dusíku ve vodních systémech

Po oxidaci na N-NO<sub>3</sub>:

- Denitrifikace – eliminace na N<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub>.
- Recyklace na N-NH<sub>4</sub> - **DNRA**.

ANAMMOX – eliminace (N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>2</sub>).

Co rozhoduje:

- Kyslíkové poměry (redox).
- Poměr C-org / N:
  - Nízké C/N → denitrifikace,
  - Vysoké C/N → DNRA.
- ANNAMOX – speciální podmínky.



**Diversita habitatů – duna na dně toku :**

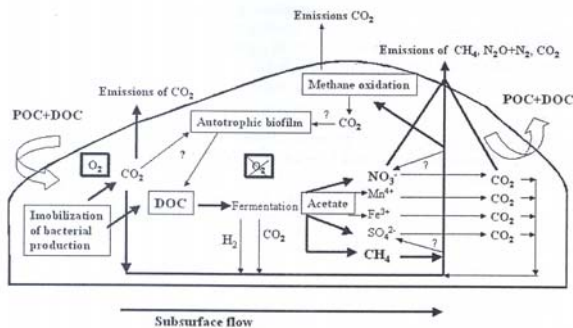
Přísun do duny: POM, DOM, O<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>  
 Burried POM, sorpce DOM na POM.  
 Procesy v duně: Respirace (O<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>).  
 Fermentace.  
 Sorpce, koagulace, „živoci“.  
 Produkty: POM, DOM, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>.

**Diversita habitatů – duna (lavice) na dně toku**

Společenstva: bakterie, houby, prvoci, živoči.  
 Zdroje C org.: Přísun DOM, POM, burried Corg.  
 Struktury: Intesticiární voda, biofilm.  
 Fyzikální charakteristiky:

- Postup vody cca 1 m/hod.
- Snížené teplotní rozdíly. Snížené kolísání dalších faktorů.
- Tma.
- Pomalé odvalování materiálu downstream, včetně POM.

**Diversita habitatů – duna na dně toku**  
(Sitka Team Olomouc - Rulík a. co.):



**Dusíkový paradox:**

- (Civilizované čistírny vypouštějí aspoň nitrát.)
- **Není-li přísun Corg, není nikde v toku snížená koncentrace kyslíku.**
- **Není-li komunikace s nivou a hyporheálem, není snížená koncentrace kyslíku.**
- **Nejsou-li v toku habitaty se sníženou koncentrací kyslíku, není důvod k nitrátové respiraci.**
- Čím „čistší řeka“, tím menší schopnost transformace.
- Totéž platí pro zjednodušená koryta.

**Výsledek: Vše se odvádí do moře atd.**

**Degradace polutantů (úplná, částečná)**

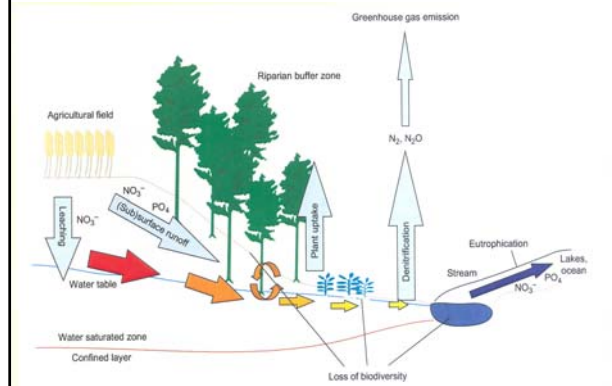
**Podmínky „v řece“:**

- Fyzikální (habitat).
- Adaptovaná společenstva.
- Doby zdržení / dotoku.

**Vlastnosti polutantů.**

**Zásadní podmínka:** Diversita habitatů umožňující existenci/koexistenci různých metabolických typů, střídání degradace v aerobních a anerobních (anoxických) podmínkách a přiměřený transport.

**Druhá strana – skleníkové plyny:**



**GreenHouse Gases + Klimatická změna**

- CO<sub>2</sub> – respirace, spalování atd.
  - CH<sub>4</sub> – anaerobní procesy v krajině
  - N<sub>2</sub>O – denitrifikace, podpořená hnojením N
  - A nezapomeňme na Malý vodní cyklus – odpařování/kondenzace H<sub>2</sub>O v krajině.
- Antropogenní podíl / Kdo za to může?**
- Spalování/energetika.
  - Zajištění výživy / hnojení syntetickým N.
- Adaptační opatření – pro řeky zásadní !**

**Významné habitaty v toku:**

- **Volná voda/reopelagiál:** Proudění = turbulence + postup downstream. Přímý styk s atmosférou.
  - **Bentál/povrch dna:** Proudění modifikováno drsností, sedimentace a odnos. Makrofyta a **biofilm** – produkce a transformační procesy. Efektivní plocha je větší než plocha hladiny !!
  - **Hyporeál/potamofreatál:** Pod dnem a pod kontrolou proudění v toku. Voda proudí v pórech, biofilm + kapilární síly.
  - **Mělké podzemní vody v nivě:** Laterální transport.
- Downstream** roste podíl reopelagiálu, klesají možnosti procesů v ostatních habitattech ovlivňovat jakost vody apod. Technické úpravy koryt to podporují.

(NE)rovnováha mezi antropogenním  
přísunem látek a jejich transformaci  
v tocích se zřejmě významně posunuje  
k soustavnému narušování velkých  
ekosystémů (moře).



© JKF 2010