

## Ekologie tekoucích vod, 2010

MB162PO2

12.4. 2010:  
Zuzana Hořická, Ústav pro životní prostředí PfF UK

### 10. Hodnocení společenstev a toků podle společenstev – část 2

#### Hodnocení společenstev a vodních ekosystémů

## Monitoring

„Není možné poznat, pochopit, vylepšovat či prosazovat a udržovat to, co nemůžeme měřit“

měření – nutnost:

- nástroje pro hodnocení
- ekologických a environmentálních parametrů
- ekonomického vývoje a růstu
- společenské struktury a její dynamiky

základ pro rozhodování a management vč. sustainability

Hodnocení „kvality vody“ (toků):

### Hodnocení ekologického stavu povrchových tekoucích vod

**PROČ:**  
monitoring a hodnocení řek => vodní hospodářství

- JAK:**
- stanoví se pro toky **nebo** pro vodní útvary
  - typologie toků **nebo** vodních útvarů
  - typové referenční podmínky
  - abiotické a biotické parametry:  
**biomonitoring** - skupiny organismů
  - vzorkování
  - metody hodnocení

## Biomonitoring, biologické hodnocení

**monitoring** (odběr & analýza vzorků)  
+ **hodnocení** (matematické, statistické a grafické zpracování, interpretace dat)  
založené na **bezobratlých** (makrozoobentosu), **rybách;**  
**řásách** (fytoplankton, fytobentos) **nebo makrofytech**

Severní Amerika (USA vs. Kanada)

Evropská vodní legislativa: WFD (EU, 2000):  
Technické pojmy: Oblast povodí (Labe, Dunaj, Odra),  
Vodní útvar (sekvence podél toku),  
Ekologický stav vodního útvaru  
(specifika: alpské řeky, Středomoří, střední a východní Evropa)

## Biologické hodnocení

biotická složka – souhrnná informace o stresu / narušení prostředí

nejčastěji používaná skupina: **makrozoobentos**

- **výhody:**  
hojný výskyt v celém říčním systému (kontinuum, 3D),  
zásadní význam v potravní síti;  
taxonomicky a ekologicky heterogenní soubor organismů  
(=> citlivé indikátory **kvality vody** i **habitatu**);  
relativně snadný sběr (**kvalitativní**) i determinace;  
relativně dlouhá doba života (=> odrážejí změny za delší  
časové období, možný méně častý odběr)

## Biologické hodnocení - makrozoobentos

- **nevýhody:**  
nerovnoměrný výskyt v prostoru a čase => obtížný  
**kvantitativní** odběr;  
odrážejí i jiné parametry než kvalitu vody (=> různá  
společenstva na místech o stejné kvalitě vody);  
omezené geografické rozšíření;  
organismy na okraji svého areálu jsou citlivější na stres  
(znečištění) než organismy v centru svého rozšíření

## Biologické hodnocení - makrozoobentos

### vzorkování (většinou kvalitativní / semikvantitativní):

ruční sítě, cedníky (250-1000  $\mu\text{m}$ );  
drapáky, kórey;  
driftové sítě;  
umělé substráty (kolonizace, 3-4 týdny);  
kicking method + bentosová síť;  
obírání organismů z pevných substrátů a nárůstů

## Biologické hodnocení

### Metody hodnocení:

- saprobni index => nové metody:
- indexy diverzity
- biotické indexy
- multimetrický systém
- multivariační analýza: indexy podobnosti
- ecological quality ratio
- RIVPACS, PERLA
- WFD EU

## Biologické hodnocení

### Historie:

1902 Kolkwitz & Marsson – saprobni systém,  
1913 Forbes & Richardson (USA)  
– klasifikace řek podle kvality vody:

**mikroorganismy** vč. planktonu  
popisné / kvalitativní systémy (+/- indikátorových druhů  
ve vztahu ke zdroji organického znečištění)

od 50. let 20. století:  
matematické hodnocení (numerické hodnoty, indexy)  
dnes > 100 biotických indexů...  
**POZOR na interpretaci, nesprávné použití!**



kicking method

## Saprobni přístup

(11 evropských zemí, hl. střední a východní Evropa)

1902 Kolkwitz & Marsson  
1961 Zelinka & Marvan  
1962 Liebmann  
1973 Sládeček

**přítomnost / nepřítomnost druhu – bioindikátory**

**saprobni index** (tolerance vůči mn. org. látek /  $\text{O}_2$ )  
**saprobita** (ukazatel množství organických látek ve vodě)  
**saprobologie** (nauka o životě v hnilobných vodách –  
Kolkwitz & Marsson)

## Saprobni přístup

**saprobni index (SI)** – Sládeček, Sládečková:

$$S = \sum (h \cdot Si) / \sum h$$

S – saprobni index celého společenstva,  
Si – individuální SI druhu,  
h – abundance (např. ind/ml)

**úskalí:** determinace organismů do druhů,  
nutný též údaj o abundanci,  
omezené znalosti o ekologických nárocích druhů  
vzorkování jen v proudivých úsecích a vazba jen na  
jakost vody, ne na ostatní charakteristiky/faktory.

## Klasifikace na základě biodiverzity

Složky diverzity:

**richness** (druhová bohatost = počet druhů ve společenstvu),  
**evenness** (druhová vyrovnanost),  
**abundance** (početnost)

1949 Shannon & Weaver

(odvozeno od metod teorie informace:  
narušení společenstva => snížení rozmanitosti)

## Klasifikace na základě biodiverzity

**Klady:** snadný výpočet indexů,  
vhodné i pro jednu lokalitu – srovnání v čase,  
vhodné pro všechny typy tekoucích vod

**Úskali:** značná variabilita rozmanitosti i v nenarušeném prostředí (chybí „referenční“ hodnota),  
všechny druhy – stejná váha,  
nevhodné pro srovnání lokalit ve stejném čase

=> žádná evropská země nepoužívá indexy diverzity jako národní standard biologického hodnocení vod

## Klasifikace na základě biodiverzity

podíl i-tého druhu ve společenstvu:  $p_i = n_i / N$

**Shannonův index** (Shannon & Weaver, 1949)

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

$p_i$  – celkové množství jedinců (celková biomasa)  $i$  – druhů  
(obvykle  $1,5 < H' < 3,5$ )

**Simpsonův index** (Simpson, 1949)

$$D = \sum p_i^2$$

$p_i$  – podíl jedinců  $i$ -tého druhu

... a jiné způsoby hodnocení, viz Magurran (2004)

## Biotický přístup

(11 zemí Evropy – některý biotický index)

- obdoba saprobního indexu:  
**bioindikátory** a jejich indikační význam

kombinuje kvalitativní a kvantitativní parametry  
(**indikační hodnota** druhů / skupin druhů + **rozmanitost** společenstva)

Princip:

- **znečištění => ubývá méně tolerantních skupin**  
**Plecoptera -> Ephemeroptera -> Trichoptera** (Integripalpia -> Annulipalpia) -> **Amphipoda -> Isopoda -> Diptera -> Oligochaeta** (MacKenthun, 1969)  
- **znečištění => klesá bohatost společenstva**

## Biotický přístup

**biotické indexy**

- **průměrové** ( $\bar{x}$  indikačních hodnot druhů / skupin druhů):  
**saprobní index, BMWP skóre a ASPT index**  
(Biological Monitoring Working Party, Average Score Per Taxon)
- **tabulkové** (odečítány z tabulek):  
**BBI, ETBI, IBGN**

(**biotický skórovací systém**: skóre pro každý taxon;  
skóre pro lokalitu = suma skóre pro jednotlivé organismy)

**Výhody:** pouze kvalitativní vzorky,  
snadnější determinace - do rodu/čeledi

**Úskali:** určení „referenčních“ společenstev pro studované lokality (transekt)

## Multimetrický systém hodnocení

1981 Karr (ryby) => stejná metoda i pro makrozoobentos:

- nejvíce „zastřešující“ přístup:  
hodnoty více proměnných => reprezentativní index  
(hodnota/skóre) pro konkrétní vodní prostředí; měl by být „stressor-specific“

**Acidification Index** (Johnson, 1998)

WFD EU: project **AQUEM** – metodika multimetrického systému hodnocení potoků v Evropě na základě makrozoobentosu

**TRIAD** – hodnocení kvality říčních sedimentů

## Ecological quality ratio (EQR)

podíl mezi „referenčním stavem“ a hodnotou některého indexu - pro hodnocení ekologického stavu vodních útvarů pro Rámcovou směrnici hodnoty 1 – 0.

(referenční údaj: odebraný vzorek, liter. prameny, expertíza)

### EQI (Environmental Quality Index)

založený na RIVPACS (U.K., 80. léta,

River Invertebrate Prediction and Classification System):

predikce taxonů na základě fyz.-chem. parametrů řeky

výpočet RIVPACS EQI:

z BMWP, ASPT, NOT (Number Of Taxa)

podobné modely: AusRivAS (Austrálie), BEAST (Kanada); PERLA (ČR)

## Multivariační analýza

- větší množství proměnných

### indexy podobnosti:

změny ve složení společenstva (obecně), na základě srovnání s referenční lokalitou

- pouze přítomnost / nepřítomnost taxonů

**Jaccardův index** (Jaccard, 1908):  
podíl stejných druhů na dvou lokalitách

- přítomnost / nepřítomnost taxonů i abundance  
(Czekanowski, 1913; Sokal, 1961)

## Multivariační analýza

... a jiné indexy podobnosti  
(percentage similarity i., Bray-Curtis dissimilarity i.,  
Sorensen i., **Euclidean/ecological distance**)

21. století:

multivariační statistika => počítačová výpočetní technika  
(artificial neural networks aj.)

RIVPACS, AusRivAS (Australian River Assessment Scheme)

## Česká republika

Predikční systém PERLA (Kokeš, 2001):

- zjištění **očekávaného společenstva** makrozoobentosu  
na lokalitě na základě údajů (biotických + abiotických)  
z referenčních lokalit

- srovnání hodnocené lokality s očekávaným společenstvem  
=> **míra a charakter ovlivnění lokality**

na základě principů RIVPACS, AusRivAs

+ výpočty: systém **HOBENT** (HOdnocení podle BENTosu)

**Lze aplikovat na jakýkoliv index či metriku –  
vypočítat z údajů v databázi**

## Česká republika

Referenční podmínky (makrozoobentos) - **metriky**:

**saprobity a trofie:**

SI, RETI (Rhitron Feeding Type Index - poměr trofických skupin)

**diverzita:**

počet taxonů, počet jedinců, Q index stochastický,

počet **EPT taxonů** (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera),

počet taxonů Plecoptera, počet taxonů Ephemeroptera

**degradace habitatu** (odchylky od referenčního stavu):

zonalita (horizontální a vertikální),

mikrohabitatové preference, potravní preference

**obecná degradace:**

predikční model – index podobnosti s očekávaným složením  
společenstva