

Metodika hodnotenia ekologického stavu tokov podľa fytobentosu na Slovensku

Daša Hlúbiková, Jarmila Makovinská

Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku
Výskumný ústav vodného hospodárstva



Fytobentos:

Nárustové spoločenstvo fotoautotrofných organizmov
(*rias a siníc*), vláknitých húb a baktérií, rôznym spôsobom
prichytených o podklad

Fytobentos ako bioindikátor:

Riasové nárusty sa vyskytujú na akomkoľvek type substrátov (prirodzených aj umelých), vo všetkých typoch vôd a v celom pričnom aj pozdĺžnom profile tokov (Rott et al. 2003)

Na rozdiel od heterotrofných indikačných skupín reaguje priamo na prítomnosť nutrientov vo vode (Kelly & Whitton 1998)

Negatíva:

Potreba spracovania živého materiálu

Náročná determinácia, taxonomicky neustálené skupiny

Chýbajúce údaje o autekológii a distribúcii druhov

Nutnosť používania kultivačných techník = opakovanie odberov

= vnášanie chýb do výsledku hodnotenia



Požiadavky RSV (2000/60/ES) fytobentos

Základné ukazovatele referenčných podmienok a antropogénneho narušenia:



- Druhové zloženie
- Abundancia
- Prítomnosť bakteriálnych nárastov

REFCOND (2003) Výber ukazovateľa môže byť prispôsobený potrebám monitoringu

Dostupné údaje

Výsledky analýz bentických rozsievok

- ✓ z referenčných lokalít - jeseň 2003 (58)
jar 2004 (62)
- ✓ z ovplyvnených lokalít - jar 2003 (157)
jar 2004 (156)



Chýbajúce údaje

- ✗ Údaje o výskyte ostatných nárastových skupinách rias
- ✗ Historické údaje



Zvolené indikátorové skupiny fyto Bentosu

Bentické rozsievky

- dominantná skupina
- determinovateľná
- morfologicky ustálená
- opísaná autekológia
- hodnotiace metriky (softvér)
- štandardizované metodiky odberu a analýz
- neobmedzený čas spracovania
- jednoduchá spätná kontrola správnosti
- používané ako reprezentatívna skupina vo všetkých štátoch EU okrem Rakúska a Nemecka

Vláknité baktérie

- jasne definované v požiadavkách RSV a REFCOND
- jednoznačné indikátory rozkladných procesov

Možnosti odvodenia referenčných podmienok prostredníctvom bentosových rozsievok a baktérií

Bentosové rozsievky

Indikátor antropogénneho

zaťaženia:

hodnotiace metriky

Odvodenie hraníc

z údajov z referenčných lokalít

Modelovanie

Vláknité baktérie

Indikátor antropogénneho

zaťaženia:

podiel vo fytobentose

Odvodenie hraníc:

Expertný odhad

Bentosové rozsievky (požiadavky REFCOND Guidance (2003))

Testovanie hodnotiacich metrik – indikátor zaťaženia

- **Relevantnosť**- metriky by mali správne odraziť bioindikáčne reakcie taxónov
- **Výpovednosť (Redundancia)** - metriky by mali odrážať rôzne tlaky
- **Citlivosť** - metrika by mala odraziť rôzne stupne zaťaženia
- **Uplatniteľnosť** - vhodné je ak sa rovnaké metriky používajú aj v iných štátoch EÚ
- **Nízka variabilita** -ak hodnoty metrik varujú aj v dôsledku iných faktorov ako je antropogénne zaťaženie, táto variabilita by mala byť dostatočne opísaná
- **Spoľahlivosť** - metriky musia byť zvolené tak, aby bolo možné dokázať, že sú aj dostatočne presné

Testované metriky – OMNIDIA ver. 4.1

13 európskych indexov

SLA (Sládeček 1986) „Saprobny index“

ROTT (Rott et al. 1997) „Saprobic index of Rott“

WAT (Watanabe 1982-90)

TDI (Kelly & Whitton, 1998) „Trophic diatom index“

EPI-D (Dell'Uomo 1999) „Diatom-based Eutrophication/Pollution Index“

L&M (Leclercq et Maquet 1987)

IPS (Coste in Cemagref 1982) „Indice de polluo-sensibilité“

DES (Descy 1979 -80)

IDAP (Artois Picardie Prygiel et al. 1995)

CEE (Descy & Coste 1990)

SHE (Steinberg et Shiefele 1988-91)

IBD (Lenoir & Coste 1996) „Biological Diatom Index“

IDG (Rumeau et Coste 1988) „Generic Index“

Kritériá výberu metrík

Dostatočná rozlišovacia schopnosť

- Schopnosť odlíšiť referenčný stav od narušeného stavu
- Schopnosť odlíšiť všetky stupne degradácie vod.prostredia

Vzťah ku faktorom typológie (nadmorská výška, geológia)

Vzťah k vybraným stresorom prostredia

- **eutrofizácia**
- **organické znečistenie**
- **celkové znečistenie**

Korelácie s preddefinovanou triedou kvality

Výsledky testovania- zvolené metriky

IPS (Coste in Cemagref 1982) „Specific Pollution Sensitivity Index“

Maďarsko, Poľsko, Francúzsko, Belgicko, Fínsko, Švédsko, Portugalsko, Švédsko, Estónsko

CEE (Descy & Coste 1991) „Descy & Coste Index“

Európsky index – frankofónne krajiny

EPI-D (Dell'Uomo et al. 1999) „Diatom-based Eutrophication/Pollution Index“

Taliansko, Maďarsko, Španielsko, Portugalsko

Odvodenie referenčných podmienok Výber relevantných typov

Relevantný deskriptor - nadmorská výška

Pre odvodenie typovo-špecifických referenčných podmienok a vytvorenie klasifikačnej schémy boli toky rozdelené do štyroch typov podľa kategórií nadmorskej výšky:

- Typ 1.** < 200 m.n.m. (všetky typy v nm < 200)
- Typ 2.** 200-500 m.n.m (všetky typy v nm 200 - 500)
- Typ 3.** 500-800 m.n.m. (všetky typy v nm 500-800)
- Typ 4.** > 800 m.n.m. (všetky typy v nm > 800)

Odvodené referenčné podmienky

CEE

Typ	Referenčná hodnota	Hranica veľmi dobrý/dobry stav
150	13.90 modelovaná	12.40 odvodená
350	14.90 priemer ref. 2004	13.40 25. percentil z ref. 2004
650	16.20 priemer ref. 2004	15.10 25. percentil z ref. 2004
950	17.90 priemer ref. 2004	17.50 25. percentil z ref. 2004

EPI-D

Typ	Referenčná hodnota	Hranica veľmi dobrý/dobry stav
150	13.80 modelovaná	12.40 odvodená
350	14.80 priemer ref. 2004	13.60 25. percentil z ref. 2004
650	16.30 priemer ref. 2004	15.50 25. percentil z ref. 2004
950	17.00 75. percentil z ref. 2004	16.45 25. percentil z ref. 2004

IPS

Typ	Referenčná hodnota	Hranica veľmi dobrý/dobry stav
150	16.00 modelovaná	14.70 odvodená
350	16.50 priemer ref. 2004	15.70 25. percentil z ref. 2004
650	18.30 priemer ref. 2004	17.80 25. percentil z ref. 2004
900	18.90 priemer ref. 2004	18.55 25. percentil z ref. 2004

Odvodenie klasifikačnej schémy

Hraničné hodnoty ostatné úrovne ekologického stavu:

odvodené z hraničných hodnôt veľmi dobrého/dobrého ekologického stavu v súlade s alternatívou B podľa REFCOND (2003 – Section 4, Toolbox 3)
= t.j. úmerne podľa dopredu definovaných EQR hodnôt (1-0):

Veľmi dobrý stav: $\geq 1.00 - 0.80$

Dobrý stav: $0.80 - 0.60$

Priemerný stav: $0.60 - 0.40$

Zlý: $0.40 - 0.20$

Veľmi zlý: < 0.20

Klasifikačná schéma Minimálna hodnota – 3,2

CEE						
Typ (mm)	H/G	G/M	M/P	P/B	REF	min
150	12,40	10,10	7,80	5,50	13,90	3,2
350	13,40	10,85	8,30	5,75	14,90	3,2
650	15,10	12,13	9,15	6,18	16,20	3,2
950	17,50	13,93	10,35	6,78	17,90	3,2

EPI-D

Typ (mm)	H/G	G/M	M/P	P/B	REF	min
150	12,40	10,10	7,80	5,50	13,80	3,2
350	13,60	11,00	8,40	5,80	14,80	3,2
650	15,50	12,43	9,35	6,28	16,30	3,2
950	16,45	13,14	9,83	6,51	17,20	3,2

IPS

Typ (mm)	H/G	G/M	M/P	P/B	REF	min
150	14,70	11,83	8,95	6,08	16,00	3,2
350	15,70	12,58	9,45	6,33	16,50	3,2
650	17,80	14,15	10,50	6,85	18,30	3,2
900	18,55	14,71	10,88	7,04	18,90	3,2

Odvodenie EQR hodnôt

$$EQR = \frac{\textit{zistená hodnota}}{\textit{REF hodnota}}$$

Rôzny rozptyl metrik



**metriky nie sú
vzájomne
porovnateľné**

- nevyhnutnosť klasifikačné schémy zosúladiť
- stanoviť jednotné hranice

CEE

Typ (mm)	EQR H/G	EQR G/M	EQR M/P	EQR P/B
150	0.89	0.73	0.56	0.40
350	0.90	0.73	0.56	0.39
650	0.93	0.75	0.56	0.38
950	0.98	0.78	0.58	0.38

EPI-D

Typ (mm)	EQR H/G	EQR G/M	EQR M/P	EQR P/B
150	0.90	0.73	0.57	0.40
350	0.92	0.74	0.57	0.39
650	0.95	0.76	0.57	0.38
950	0.96	0.76	0.57	0.38

IPS

Typ (mm)	EQR H/G	EQR G/M	EQR M/P	EQR P/B
150	0.92	0.74	0.56	0.38
350	0.95	0.76	0.57	0.38
650	0.97	0.77	0.57	0.37
950	0.98	0.78	0.58	0.37

Návrh vyhodnotenia celkového ekologického stavu prostredníctvom bentosových rozsievok

priemerovanie hodnôt = Systém priradenia skóre

1. Stanovenie ekologického stavu podľa každej metriky
2. Priradenie skóre

Ekologický stav	Skóre
veľmi dobrý	= 5
dobrá	= 4
priemerný	= 3
zlý	= 2
veľmi zlý	= 1

Výpočet výslednej EQR

skóre CEE + skóre EPI-D + skóre IPS

$$EQR = \frac{\text{skóre CEE} + \text{skóre EPI-D} + \text{skóre IPS}}{\text{maximálna možná hodnota skóre}}$$

Hraničné EQR maximálna možná hodnota skóre

veľmi dobrý/dobry ekologický stav 0,9

dobry/priemerny ekologický stav

0,7

priemerny/zly ekologický stav

0,5

zly/velmi zly ekologický stav

0,3

Napr.:

IPS → veľmi dobrý stav → skóre 5

CEE → dobrý stav → skóre 4

EPI-D → dobrý stav → skóre 4

$$EQR = 4 + 5 + 4 / 15 = 0,866 \Rightarrow \text{dobry stav}$$

Odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém prostredníctvom vláknitých baktérií

Požiadavky RSV (2000/ES/60), REFCOND (2003)

Veľmi dobrý stav	Dobrý stav	Priemerný stav
<p>Nevyskytujú sa žiadne bakteriálne nárasty vyvolané ľudskou činnosťou</p>	<p>Spoločenstvo fytoENTOSU nie je nepriaznivo ovplyvnené bakteriálnymi zhlukmi a povlakmi, vyskytujúci sa vo vode v dôsledku antropogénnej činnosti.</p> <p>Bakteriálne nárasty spôsobené ľudskou činnosťou sa môžu nachádzať na spodnej strane substrátu, ale nie na ňom.</p>	<p>Fytobentos môže byť narušený a v niektorých oblastiach nahradený bakteriálnymi zhlukmi a povlakmi vyskytujúcimi sa vo vode v dôsledku antropogénnej činnosti.</p> <p>Bakteriálne nárasty sú viditeľné voľným okom a prítomné na vrchnej strane substrátu. Nepokrývajú významnú časť substrátu (napr. menej ako 25%).</p>

Odvodenie referenčných podmienok a klasifikačných schém prostredníctvom vláknitých baktérií

Navrhnutý postup odvodenia referenčných podmienok a hraničných hodnôt na základe vláknitých baktérií vyplýva zo stanovených definícií a opiera sa o spôsob vyhodnotenia nárastov podľa STN 75 7715.

Referenčné podmienky a klasifikačná schéma ekologického stavu tokov bola vytvorená na základe expertného odhadu.

Vyhodnotenie percentuálneho podielu baktérií vo fytobentose

slovne	% podiel	stupeň hojnosti	skóre	ekologický stav
vzácne	pod 1	1	5	veľmi dobrý
roztrúsene	1-10%	2	4	dobrá
bežne	10-25%	3	3	priemerný
hojne	26-40	4	2	zlý
masovo	nad 40	5	1	veľmi zlý

Referenčné a hraničné hodnoty

Referenčný a veľmi dobrý stav

stupeň 1 na odhadovej stupnici.

Hraničné hodnoty

stupne 2-5 (5 veľmi zlý stav)

Stanovené referenčné podmienky a hraničné hodnoty klasifikačnej schémy sú pre všetky typy tokov rovnaké

Stanovenie EQR hodnôt

Princíp priradenia skóre:

Stupeň 1 (pod 1%) = Skóre 5

Stupeň 2 (1-10%) = Skóre 4

Stupeň 3 (11-25%) = Skóre 3

Stupeň 4 (26-40%) = Skóre 2

Stupeň 5 (nad 40%) = Skóre 1

$$EQR = \frac{\text{zistená hodnota skóre}}{REF \text{ hodnota skóre}}$$

Napr.:

EQR = 4/5 = 0,8 = dobrý ekologický stav

Hraničné EQR hodnoty pre:

veľmi dobrý/dobry ekologický stav 0,9

dobry/priemerny ekologický stav

priemerny/zly ekologický stav

zly/veľmi zly ekologický stav

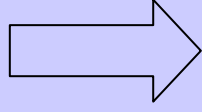
0,7

0,5

0,3

**Stanovenie výsledného ekologického stavu
prostredníctvom fytobentosu (rozsievok a
baktérií)**

Porovnanie EQR hodnôt



**Pre stanovenie výsledného
ekologického stavu bude určujúca
horšia hodnota**

Celkový spôsob hodnotenia

Bentické rozsievky

3 metriky (CEE, IPS, EPID)

3 klasifikačné schémy (pre 4 kategórie nadmorskej výšky)

Výsledný stav – priemerná hodnota

Bakteriálne nárasty

Hodnotenie založené na terénnych aj mikroskopických pozorovaniach:

Terénne pozorovania (stanovenie pokryvnosti)

Laboratórne analýzy – stanovenie percentuálneho podielu baktérií vo fytobentose

Jednotlivé kroky hodnotenia

Odber vzoriek

zvlášť rozsievky/baktérie

Laboratórne spracovanie (mikroskopické analýzy)

zvlášť rozsievky/baktérie

Vyhodnotenie (výpočet metrík, EQR)

zvlášť rozsievky/baktérie

Stanovenie výsledného ekologického stavu

horšia hodnota

Základné rozdiely v odbere a spracovaní vzoriek

Rozsievky

Odber z jednotného substrátu

Transport fixovanej vzorky formalínom

Laboratórne

spracovanie a analýza (časovo neobmedzená)

Baktérie

Odber z viacerých vhodných substrátov

Transport živej vzorky

Laboratórne

spracovanie vzorky do 48 hodín od odberu

Bentické rozsievky

Odber v súlade s **STN EN 13946 : 2004**

Odber z pevných (tvrdých) substrátov
v stabilných podmienkach
v eufotickej zóne
v prúdnici

minimálne 5 valúnov (64 – 256 mm), resp. 10 krúhliakov
minimálna plocha 10cm²

v prípade absencie pevných substrátov – odber z makrofýt,
umelých povrchov

Fixácia vzoriek formaldehydom (výsledná koncentrácia 4 %)

Základné problémy

Načasovanie odberov

15. apríl – 30. október – v skoršom termíne je štruktúra nárastov ovplyvnená nízkymi teplotami a výpovedná hodnota vzoriek je výrazne znížená

Zvýšené vodné stavy – vzorky neodoberať

Absencia vhodného substrátu

neodoberať epipsamál resp. epipelón

Umelé vertikálne povrchy – zhotoviť odberovú aparatúru
Aplikácia umelých substrátov :

Dlažobné kocky, kachličky, laná (konzultovať konkrétne odberové miesta a typ substrátu s NRL!!!)

Prítomnosť vláknitých rias

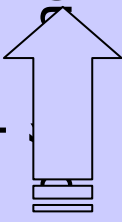
Vyhnúť sa substrátu s vláknitými riasami

Percento pokrývnosti substrátu vláknitými riasami zaznamenať do protokolu !!! (prípadne aj taxón resp. skupinu)

Bakteriálne nárasty

Odber

1. Vybavenie zariadení akékoľvek prevozných úseku
2. (obdobie vzdelávacieho) bakteriálnych nárastov priamo na odberanom úseku:
Pred začatím odberu:



→ je vhodné spracovať najmä nárastov
- na vrchnej strane substrátu

% pokryvnosti substrátu:
do 25% (málo)
25-50% (stredne)
nad 50% (masovo)

Výber substrátu:

Zhodnotiť zastúpenie substrátu na odberovom úseku

Zhodnotiť vhodnosť substrátu

- pevný substrát (drevo, kamene - 64-256mm)
- makrofyty
- epipelon a epipsamál odobrať len vo výnimočných prípadoch!!!

Stanoviť pokrývnosť substrátu nárastom

Odber

Min. 10cm² z minimálne 5 miest na odberovom úseku

Príklady:

Výlučne pevný kamenný substrát:

5 valúnov (možné odobrať súčasne s bentickými rozsievkami)

Pevný substrát, piesok, bahno, makrofyty (1:1:1:1):

3 valúny + 3 rovnako veľké plochy makrofýt

- Ak by bolo bahno porastené zreteľným nárastom:

2 valúny + 2 diely z bahna + 2 diely z makrofýt

Bakteriálne nárasty

Transport vzorky

Dôkladne vyznačiť, s akou presnosťou zásobou vzduchu

- Transport vzorky substrátu 48 hodín
- Zastúpenie substrátu na odberovom úseku
- Pokryvosť substrátu nárastami
- Zhodnotenie pokryvnosti bakteriálnymi nárastami

Bentické rozsievky

V súlade s **STN EN 14407:2004**

Determinácia taxónov na najnižšiu možnú taxonomickú úroveň

Kvantifikácia stanovením relatívnej početnosti (počítanie 400 schránok)

Vláknité baktérie

Stanovenie percentuálneho podielu v náraste – relatívny kvantitatívny údaj = relatívna početnosť

Spôsob stanovenia

Počítanie vhodne nariadenej resp. zahustenej vzorky na Cyrusovej komôrke (= počet jedincov baktérií / počet všetkých prítomných taxónov)

Prepočet jedincov v niekoľkých zorných poliach

Odhad (pri homogénnych monotypických vzorkách)

Vyhodnotenie výsledkov

Bentické rozsievky

Výpočet metrík (IPS, EPID, CEE)

Ovodenie ekologického stavu pre každú metriku zvlášť a priradenie skóre

Stanovenie výslednej hodnoty EQR pre rozsievky

Vláknité baktérie

Priradenie skóre (podľa stanoveného percentuálneho podielu)

Výpočet EQR pre rozsievky

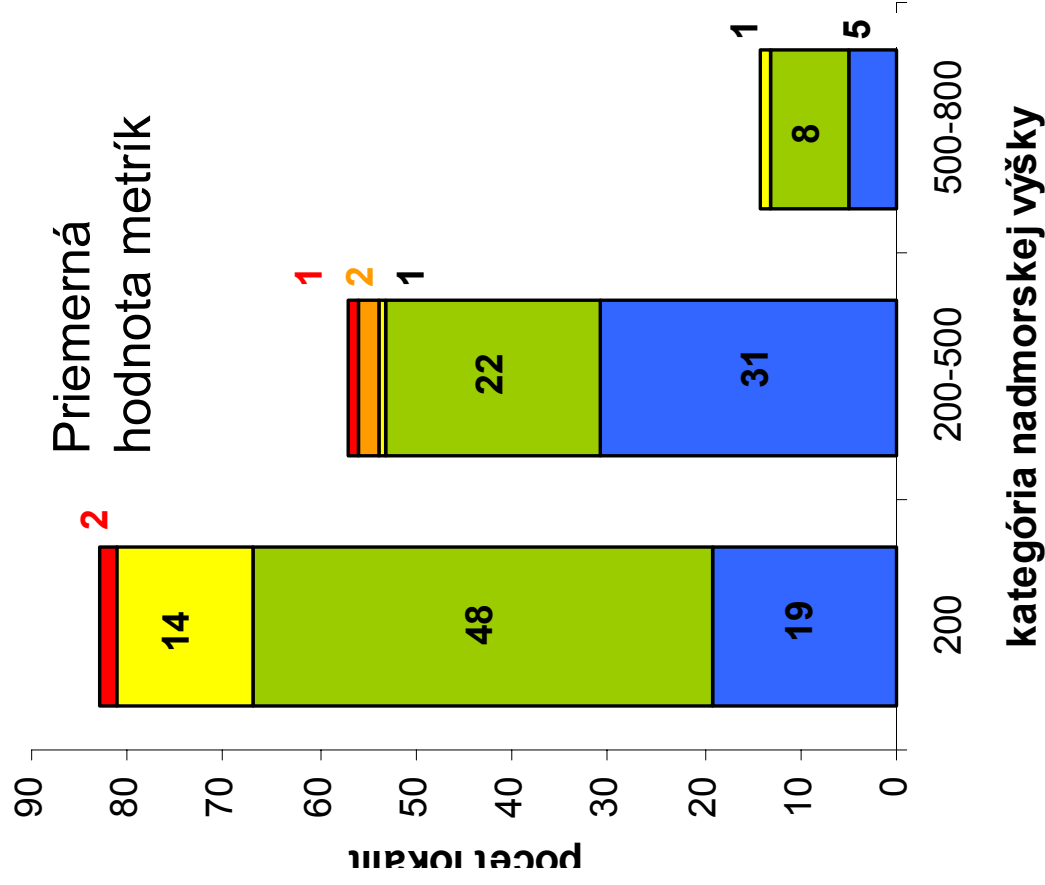
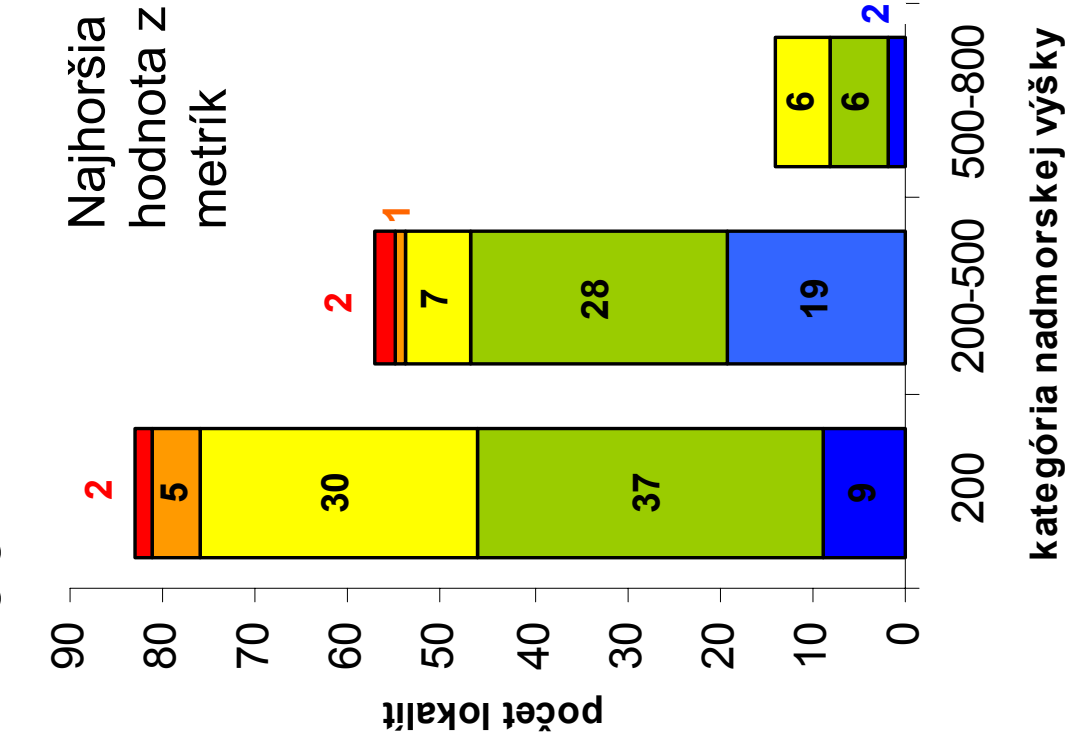
Porovnanie zistených EQR a stanovenie výsledného ekologického stavu na základe horšej hodnoty

Aplikovanie hodnotiaceho systému

Monitorovacie lokality 2004 (156 lokalít)

	Počet lokalít v danom stave			Výsledná hodnota		
Ekologický stav	CEE	IPS	EPI-D	Najhoršia	Priemerná	
veľmi dobrý	64	67	40	30	52	
dobrý	68	61	70	71	75	
priemerný	36	14	31	43	16	
zlý	5	2	2	6	2	
veľmi zlý	1	2	5	4	3	

Ekologický stav monitorovacích lokalít 2004



Spôľahlivosť a podmienky hodnotenia

- Dostatok údajov (minimálne jarný a jesenný odber)
- Dostatočná výpovedná hodnota spoločenstva

Ovplyvnenie výpovednej hodnoty spoločenstva:

Stabilita podmienok prostredia, extrémne hydrologické podmienky, charakter odobieraného substrátu, tienenie, biotické faktory (ožieranie, konkurenčné vzťahy)

Posúdenie výpovednej hodnoty

? Posúdenie podmienok a kvality odberu

(Odoberal sa vhodný substrát? Bol nárast v stabilných podmienkach a ako dlho? Mohol byť odber vykonaný lepšie? Postupovalo sa presne v súlade s požiadavkami normy? Bol substrát zatienený? Bol nárast vizuálne detekovateľný?)

? Posúdenie hydrologických pomerov

(Aké boli prietokové pomery? Bol vodný stav zvýšený, znížený a ako dlho?)

? Posúdenie štruktúry spločenstva

Dominujú v náraste rozsievky? Nebolo vo vzorke vysoké percento prázdnych schránok? Dominujú v spločenstve druhy so širokou ekologickou valenciou – sú pre hodnotenie spoľahlivé? Sú dominantné taxóny správne determinované?

Posúdenie výpovednej hodnoty

- 👉 Pokiaľ sa stanoví, že spoločenstvo **nemá dostatočnú výpovednú hodnotu**, musí byť z finálneho hodnotenia **vylúčené**
- 👉 Výsledný ekologický stav sa stanoví ako **priemerná hodnota zo spoľahlivých výsledkov** (napr. jarný a jesenný odber)

Ďakujeme za pozornosť

