



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

www.sfzp.cz



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

www.mzp.cz

VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T. G. MASARYKA

veřejná výzkumná instituce

Metodika hodnocení ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky fytobentos

RNDr. Petr Marvan, CSc. a kol.

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA



Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky fytobentos

RNDr. Petr Marvan, CSc. a kol.

Závěrečná zpráva

Název a sídlo organizace:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6

Ředitel:

Mgr. Mark Rieder

Zadavatel:

Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 65, 100 10 Praha 10

Zástupce zadavatele:

Mgr. Alena Slavíková – oddělení ochrany vod OOV MŽP

Zahájení a ukončení úkolu:

1.1.2011 – 30.6.2011

Místo uložení zprávy:

SVTI VÚV TGM, v.v.i.

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D.

Autorský kolektiv:

RNDr. Petr Marvan, CSc.
Mgr. Libuše Opatřilová
Prom. Biol. Jiří Heteša, CSc.
Mgr. Matúš Maciak, Ph.D.
Ing. Pavel Horký, Ph.D.

Obsah

1. Úvod	2
2. Koncepce hodnocení kvality vody podle fyto bentosu	4
3. Podkladová data pro hodnocení kvality vody a ekologického stavu tekoucích vod	4
3.1. Výběr habitatu.....	4
3.2. Výběr organismů.....	4
3.3. Taxalisty (jména taxonů a přidělené ekologické charakteristiky).....	5
3.3.1. Jména taxonů.....	5
3.3.2. Ekologické charakteristiky taxonů.....	5
4. Hodnocení kvality vody	6
4.1. Úroveň determinace.....	6
4.2. Kvantifikace (způsob vyjadřování abundance).....	6
4.3. Metrika hodnocení kvality vody.....	7
5. Typologie tekoucích vod ČR	7
6. Hraniční hodnoty tříd ekologického stavu	8
6.1. Dolní mez (referenční hodnota pro EQR = 1).....	8
6.2. Horní mez (pro EQR = 0).....	9
6.3. Ecological quality ratio (EQR).....	10
6.4. Hraniční hodnoty tříd ekologického stavu.....	10
6.5. Střední chyba indexu I_{FB}	11
6.6. Spolehlivost stanovení.....	11
6.7. Průměrné I_{FB}	11
6.8. Zvláštní případy hodnocení ekologického stavu.....	11
6.8.1. Ve vzorku fyto bentosu převažují heterotrofní organismy.....	11
6.8.2. Pro hodnocení úseku toku je k dispozici pouze epipelon.....	12
7. Podmínky použití metodiky	12
8. Literatura	13
Příloha A Komentář k taxalistu sinic a řas.....	14

1. Úvod

Fyto-bentos je spolu s vyššími vodními rostlinami (makrofyty) jednou z biologických složek kvality vody (biological quality elements, BQE), které mají být podle Rámcové směrnice Evropské unie 2000/60/RS (Water framework directive, WFD) monitorovány a používány k hodnocení ekologické kvality vod. Na rozdíl od tradičního pojetí biomonitoringu nemá být výstupem biologických rozborů vodních cenóz jen stanovení třídy čistoty či určité metriky kvantifikující kvalitu vody, ale až to, jakou měrou člověk svou činností přispěl k odklonu kvality vod od jejich přirozeného stavu.

Oba přístupy, starší i nový, mají společný rys v tom, že se hodnocení zakládá na poznatcích o autekologických nárocích vodních organismů. Přístup WFD jde o krok dál v tom, že od výpovědi o kvalitě vody požaduje i objektivně podložené posouzení podílu člověka na dosaženém stavu vody, podle starší koncepce ponechaného jen na subjektivním názoru biologa. WFD pro to zavádí číslem vyjádřenou míru tohoto odklonu (EQR - ecological quality ratio) a spolu s ním 5 tříd ekologického stavu. Jde o významnou změnu koncepce monitoringu, současně však i o zdroj potíží, vyplývajících z nutnosti vyhledat pro různé typy vod (různé co do nadmořské výšky, klimatických podmínek, sklonu koryta, základního chemického složení daného podloží) víceméně hypotetický přirozený stav a jemu odpovídající druhové složení.

Z uvedeného vyplývá, že předkládaná metoda nepokrývá metody hodnotící ekologický stav podle velikosti primární produkce, množství vyprodukované biomasy řas či sinic (tedy realizace trofického potenciálu vody), případně množství vyprodukované biomasy (trofického potenciálu). WFD tento aspekt hodnocení složek biologické kvality podrobněji nerozvádí, je však připomínán v četných návazných dokumentech.

WFD nepodává k náplni termínu fyto-bentos bližší vymezení oproti vyšším rostlinám. Podle Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Guidance document No. 10., mají být k fyto-bentosu počítány jen ty organismy, které přijímají živiny přímo z vody, naproti tomu mají jako makrofyta být označovány druhy přijímající živiny ze sedimentu. Vymezení podle tohoto kritéria je velmi vágní. V tomto textu jsou k fyto-bentosu - v souladu s náplní pojmu v EN 15708 - počítány všechny fototrofní řasy a sinice s výjimkou parožnatek. Vymezení je tedy na základě taxonomické příslušnosti. K fyto-bentosu nejsou tedy řazeny mechorostry, a to ani epilittické druhy.

Zkratky a symboly užívané v metodice

- Alt* nadmořská výška
- AT Metodika hodnocení ekologického stavu toků podle fytobentosu pro Republiku Rakousko (Pfister et Pipp 2005)
- Cz_{Fot} Seznam indikátorů fototrofních organismů zavedený v CZ
- CZ Tato metodika
- EC Specifická elektrická vodivost
- EQR Ecological quality ratio
- FB fytobentos
- I_{FB} (= CI) Index počítaný z výsledků rozboru fytobentosu podle Cz_{Fot}
- KNK₄ Kyselá neutralizační kapacita
- MZB makrozoobentos
- PBS Pantle-Buck-Sládečkova stupnice pro kvalitu vody
- w_i indikační váha (indikative value) *i*-tého druhu
- S_i individuální saprobní index (sensitivity) *i*-tého druhu
- s_{FB} standardní chyba stanovení indexu I_{FB}
- Str* Strahlerův řád
- Sw součet indikačních vah
- WFD Water Framework Directive

2. Koncepce hodnocení kvality vody podle fyto-bentosu

Navrhovaná metoda nezavádí pro fototrofní organismy oddělené systémy indikátorů saprobity (jako měřítko organického znečištění, resp. intenzity dekompozičních procesů) a trofie (jako měřítko zátěže vody živinami, resp. primární produkce). V konkrétních ekologických situacích není vždy možné působení obou těchto stresorů jednoznačně odlišit.

Český přístup přebírá v podstatě Sládečkovu (1978, 1979) koncepci vztahu mezi saprobitou a trofií jako dvou paralelních aspektů klasifikace kvality vod a je i v souladu se schématem klasifikace vod podle poměru rozkladných (redukčních) a produkčních procesů, jak je navrhl Caspers a Karbe (1966). Nezavádí tedy oddělené bioindikční hodnocení trofického a saprobního aspektu.

Numerické charakteristiky ekologických nároků fototrofů jsou v české literatuře tradičně označovány s epitetem „saprobní“ (saprobní index, individuální saprobní index, saprobní valence apod). V návrhu metody se od tohoto označení upouští, neboť svádí k představě, že cílem hodnocení je pouze saprobní aspekt kvality vody.

3. Podkladová data pro hodnocení kvality vody a ekologického stavu tekoucích vod

3.1. Výběr habitatu

Hodnocení je založeno na složení fyto-bentosu ve vzorcích odebraných z pevného podkladu v proudnici (Marvan & Heteša 2006). Vedle epilitických nárostů se podle možností paralelně odebírá i vzorek mechorostů k stanovení jeho doprovodné mikroflóry (epibryonu). V prudčeji tekoucích vodách často bývají tyto vzorky druhově bohatší. V případě absence epilítu se výjimečně připouští i odběr epipelonu.

Odběr vzorků tohoto typu je jednotně preferován ve všech zemích EU. Česká metodika odpovídá variantě "single habitat sampling" podle EN 15708.

3.2. Výběr organismů

V souladu s definicí fyto-bentosu jsou z hodnocení kvality vody a ekologického stavu vypuštěny heterotrofní organismy (vláknité a jiné bakterie, apochlorické formy řas, bezbarví bičíkovci různých taxonomických skupin, nálevníci atp.) provázející nárosty fototrofů. Údaje o jejich výskytu se nezahrnují do numerického hodnocení, doporučuje se však přesto je v protokolech zaznamenávat (Marvan & Heteša 2006).

Omezení hodnocení ekologického stavu podle fyto-bentosu jen na fototrofní organismy je nejzávažnější rozdíl oproti metodikám monitoringu, jak byly prováděny před vydáním WFD. V příloze V této direktivy je nicméně jako součást normativních definicí pro fyto-bentos připomínán výskyt bakteriálních, resp. houbových nárostů jako markeru k zhoršení ekologického stavu toku nad velmi dobrý stav. Evidence heterotrofů zavedená v CZ má význam pro případy hodnocení

vzorků bez fototrofů nebo jen s nedostatečným zastoupením fototrofů .

Hodnocení je tedy založeno na společném zpracování dat o výskytu všech fototrofních organismů zjištěných ve vzorku fyto bentosu. Počítá se však i s možností nastavení výpočtů metrik jen na rozsivkové indikátory pro případ potřeby porovnávání dat se zahraničními partnery.

V souladu s tradiční metodikou, jak byla v středoevropských zemích aplikována od samého začátku biomonitoringu, není v navrhované metodice nijak omezen výběr fototrofních organismů. Z hodnocení nejsou tedy vyloučeny např. ani typicky planktonní druhy.

3.3. Taxalisty (jména taxonů a přidělené ekologické charakteristiky)

Taxalisty zahrnuje jak bentické, tak i planktonní organismy, a slouží tedy jako podklad pro hodnocení jak rozborů fyto bentosu, tak i pro rozborů fytoplanktonu stojatých i tekoucích vod (systém ARROW, databáze Českého hydrometeorologického ústavu, <http://hydro.chmi.cz/isarrow/>). Jako samostatné položky jsou v taxalistu vedena rodová jména, jména druhů, příp. agregáty podobných druhů, jména infraspecifických taxonů a navíc i pomocná označení pro určité blíže neurčené komponenty fyto bentosu. Seznam položek taxalistu (druhů) není konečný, je nutno stále doplňování nových jmen, které se však provádí po etapách.

3.3.1. Jména taxonů

Jména taxonů jsou v taxalistu uváděna beze jmen autorů a připojování jmen autorů ke jménům taxonů v rozborových protokolech není vyžadováno.

Citace autora/-ů v současné době už ztratilo své původní poslání jednoznačné definice taxonomické náplně použitého jména. Zejména u rozsivek jako indikačně vůbec nejdůležitější skupiny řas byly v průběhu posledních dvou dekad navrženy řádově stovky (až tisíce) nomenklatorických změn. Mezi nimi převládají případy oddělování infraspecifických taxonů na úroveň samostatného druhu, při nichž automaticky dochází i ke změně taxonomické náplně původního druhového jména, aniž by tato změna byla - podle současně platného nomenklatorického kódu - provázena změnou v citaci autora.

3.3.2. Ekologické charakteristiky taxonů

V souladu s tradicí se pro klasifikaci kvality vody používá Pantle-Buck-Sládečkova stupnice s hodnotami 0 až 4 pro limnosaprobity a případnými dalšími stupni eusaprobity,

Ekologické charakteristiky přiřazené taxonům a koncepčním variantám jsou v taxalistu uváděny včetně valenčního rozpisu (souboru hodnot $a_{i,k}$ přidělených i -tému taxonu pro jednotlivé rozlišované stupně $k = 0$ až 5). Hodnoty $a_{i,5}$ mají přiděleny ty druhy, jejichž ekologická valence přesahuje horní mez limnosaprobity.

Kromě souboru hodnot $a_{i,k}$ je u druhů-indikátorů uváděna:

- **indikační váha** (indicator value) w_i jako celé číslo v rozmezí 1 až 5, přidělované podle šířky valence a míry znalostí ekologických nároků, ale navíc i podle úrovně determinace (součet těchto vah S_w slouží jako jedno z kritérií spolehlivosti hodnocení kvality vody).

- **individuální (druhově specifický) index S_i**

$$S_i = 0.1 \sum_k k a_{i,k} \quad [1]$$

kde hodnota $a_{i,k}$ je přidělena i -tému taxonu pro jednotlivé rozlišované stupně $k = 0$ až 5 (Zelinka & Marvan, 1961).

- **index C_i** , rovný pořadovému číslu k té třídy, v níž druh dosahuje optima rozvoje.

Parametr C_i odpovídá definici příslušnosti i -tého druhu ($i = 1, 2, \dots, n$; n celkový počet taxonů indikátorů) organismu k jednomu z pěti stupňů saprobity podle přílohy „A“ uvedené v ČSN 75 7716 pro postup hodnocení saprobity, v normě označený jako Metoda podle Pantleho a Bucka, a měl by tedy být podle této normy používán k výpočtům indexu saprobity místo běžně používaných individuálních saprobních indexů S_i . U druhů s optimem rozvoje blízko středu saprobní škály (tj. hodnoty 2 Pantle-Buck-Sládečkovy škály) platí $S_i \approx C_i$, u druhů z vod velmi čistých nebo naopak znečištěných může být S_i oproti C_i podstatně posunuto blíže středu stupnice (centripetální efekt).

Komentář ke stávající struktuře taxalistu je uveden v příloze A.

4. Hodnocení kvality vody

4.1. Úroveň determinace

Při analýzách vzorků nejsou kladeny žádné požadavky na dodržení minimální determinační úrovně. U organismů fyto-bentosu by to ani nebylo dobře možné. Závisí mj. i na charakteru a stavu vývoje populace, zda jsou k dispozici všechny důležité diakritické znaky.

4.2. Kvantifikace (způsob vyjadřování abundance)

Kvantitativní stanovení komponent vzorku fyto-bentosu je založeno na odhadu pokryvnosti, převedené na třídy pokryvnosti podle tab. 1. Tento způsob kvantifikace je zaveden i pro rozsivky. U všech organismů (tedy i rozsivek) je přidělení třídy pokryvnosti určováno zastoupením buněk s ještě zachovalým protoplastem.

Tab. 1. Odhadní stupnice kvantitativního zastoupení druhů ve vzorku fyto-bentosu

stupnice ARROW <i>d</i>	původní stupnice (Sládečková & Marvan 1978, BIANA)	charakteristika	pokryvnost, rozsah	pokryvnost, střed <i>p</i>
7	6	masově zastoupený	90 – 100 %	95
6	5	velmi hojný	50 – 90 %	70
5	4	hojný	20 – 50 %	33
4	3	dost hojný	5 – 20 %	10,6
3	2	zřídka	1 – 5 %	2,3
2	1	velmi zřídka	0,1 – 1 %	0,33
1	+	ojetinělý	do 0,1 %	0,03

4.3. Metrika hodnocení kvality vody

Základní metrikou je index I_{FB} odvozený na principu výpočtu aritmetického průměru individuálních indexů S_i (viz Příloha A) vážených součinem indikační váhy w_i a abundance h_i .

$$I_{FB} = \sum_i h_i w_i S_i / \sum_i h_i w_i \quad [2]$$

s dosazením za S_i podle [1], s w_i označujícím indikační váhu a s h_i pro třídu pokryvnosti podle podkapitoly 4.2. K výpočtu indexu se použijí údaje všech taxonů zastoupených v analyzovaném vzorku, pro které jsou v taxalistu k dispozici hodnoty w_i a S_i .

Právě tento typ byl vybrán především proto, že (i) je zaveden pro hodnocení dat fyto-bentosu prakticky ve všech zemích EU, a (ii) byl vybrán i pro hodnocení dat z rozborů makrozoobentosu.

5. Typologie tekoucích vod ČR

Typologické členění vod navržené pro Českou republiku (Langhammer, 2009, Vyhláška č. 49/2011 Sb., o vymezení útvarů povrchových vod) je založeno na čtyřech vstupních parametrech:

- úmoří,
- nadmořské výšce,
- geologickém podloží a
- řádu toku podle Strahlera

s příslušným členěním jednotlivých parametrů do 2 až 4 kategorií, které vyústilo ve vyčlenění celkem 47 typů s velmi rozdílnou frekvencí zastoupení v říční síti ČR, pro něž je nutno nastavit kritéria hodnocení ekologického stavu.

Z hlediska druhového složení fyto-bentosu se kategorizace členění podle úmoří nejeví jako

potřebné. Rozdíly ve frekvenci výskytu některých druhů jsou dány odlišným zastoupením typů geologického podloží. Specifikum výběžku panonské oblasti v povodí Dunaje, výskyt halofilních až halobiontních druhů, má spíše význam pro členění vodních útvarů stojatých vod.

Místo členění toků do 4 rozlišovaných diskrétních kategorií podle **nadmožské výšky** (do 200 m, >200-500 m, >500-800 m, přes 800 m) se zavádí plynulé odstupňování vlivu nadmožské výšky na referenční hodnotu, a to přes celý obor výšek vyskytujících se na území ČR.

Druhové složení fyto-bentosu určitého (antropicky víceméně neovlivněného) úseku toku je prvořadě určováno typem chemického složení vody, daným charakterem **geologického podloží**. Přesto předkládaný návrh hodnocení ekologického stavu nepočítá s touto kategorizací (na jedné straně krystalinikum a vulkanity, na druhé straně pískovce, jílovce a kvartér). Nejdůležitějším kationtem pro kategorizaci podle chemického složení je Ca^{2+} (z aniontů pak HCO_3^-), jejich koncentrace však v určité oblasti vykazuje velké lokální rozdíly (viz např. Fránková et al., 2009), a návrh metodikou tedy počítá pouze s místními korekcemi na tento faktor.

Strahlerův řád toku je další parametr vodního útvaru, pro jehož odlišované kategorie by měly být nastaveny odlišné referenční hodnoty hodnotících metrik. Návrh hodnocení podle fyto-bentosu nepočítá (na rozdíl od hodnocení podle makrozoobentosu) s rozdělením celého rozsahu hodnot 1-9 Strahlerova řádu toku do tří kategorií (1.-3., 4.-6., 7.-9. řád), ale opět zavádí plynulé odstupňování vlivu řádu toku na referenční hodnotu.

6. Hraniční hodnoty tříd ekologického stavu

WFD zavádí dva způsoby číselného hodnocení ekologického stavu:

- pomocí proměnné Ecological Quality Ratio, definované pro metriku M (jejíž hodnota vzrůstá se zhoršujícím se ekologickým stavem, jak je to v případě metriky I_{FB}) vztahem

$$\text{EQR} = (M_{\text{max}} - M) / (M_{\text{max}} - M_{\text{ref}})$$

v němž M_{ref} označuje referenční hodnotu metriky, M_{max} nejvyšší dosažitelnou hodnotu metriky (charakterizující nejhorší ekologický stav) a M naměřenou hodnotu metriky ($= I_{\text{FB}}$).

- přiřazením k jedné z pěti rozlišovaných tříd ekologického stavu (velmi dobrý, dobrý, střední, poškozený, zničený) vymezených hraničními hodnotami EQR.

6.1. Dolní mez (referenční hodnota pro EQR = 1)

Dolní mez se odvozuje podle rovnice

$$I_{\text{FB}}(\text{ref}) = K_0 + K_1 \text{Alt} + K_2 \text{Str} + f(\text{KNK})$$

s

- nadmožskou výškou Alt v m, rozsah 100-1000 m, pro hodnoty vyšší a nižší se bere příslušná okrajová hodnota; $K_1 = -0,0004 \text{ m}^{-1}$
- Strahlerovým řádem Str , rozsah 1 až 9, $K_2 = 0,025$ na řád
- hodnotou kyselá neutralizační kapacity KNK_4 ; je-li nižší než 0,75 mmol/l, zavádí se snížení o 0,4

na 1 mmol/l (nebo alternativně hodnotou specifické elektrické vodivosti EC; je-li nižší než 150 $\mu\text{S/cm}$, snížení o 0,002 na každý $\mu\text{S/cm}$)

Konstanta K_0 byla nastavena na hodnotu 1,1 na základě poznatků o hodnotách I_{FB} v úsecích toků z nadmořské výšky 700-800 m n.m., jejichž ekologický stav je podle expertního odhadu velmi blízký přírodnímu stavu, a s přihlédnutím k nastavení referenčních hodnot v sousedních zemích (AT, DE).

Platí tedy, že

$$I_{FB}(\text{ref}) = 1,1 - 0,0004 Alt + 0,025 Str \quad (\text{pro úseky s } KNK_4 \geq 0,75 \text{ mmol/l}) \quad [6]$$

$$I_{FB}(\text{ref}) = 1,1 - 0,0004 Alt + 0,025 Str - 0,4 (0,75 - KNK_4) \quad (\text{jinak})$$

Při náhradě KNK_4 údajem o měrné elektrické vodivosti EC se poslední člen rovnice [6] při $EC \geq 150 \mu\text{S/cm}$ nahrazuje výrazem $0,002 (150 - EC)$.

Nastavení referenčních podmínek pro hodnocení ekologického stavu podle fyto-bentosu se prvořadě opírá o kriteria použitá k nastavení referenčních hodnot v sousedních zemích. Kromě toho se přihlíželo i k výsledkům interkalibračních srovnání provedených v r. 2010 a ke kriteriím hodnocení ekologického stavu podle chemických ukazatelů.

Pro speciální potřeby (především podávání zpráv komisím Evropské Unie) bude pro všechny typy vodních útvarů predikována průměrná referenční hodnota indexu respektující danou typologii vod a vodních útvarů (Tab.2).

Tab.2 Rozsah referenčních hodnot indexu I_{FB} pro jednotlivé kategorie nadmořské výšky a řádu toku dle Langhammera, 2009 (v závorce průměrná hodnota a tučně hodnota odvozená na základě analyzovaného souboru dat, tzn. hodnota ovlivněná korekcí dle lokálního chemismu vody – KNK_4)

Nadm. výška / řád toku	Potoky (řád 1-3)	Říčky (řád 4-6)	Řeky (řád 7-9)
< 200* m.n.m.	1.07-1.14 (1.1)	1.12-1.21 (1.17/ 1.17)	1.2-1.29 (1.24/ 1.23)
200-500 m.n.m.	0.93-1.1 (1.01/ 1.00)	1.0-1.17 (1.09/ 1.08)	1.08-1.25 (1.16/ 1.15)
500-800 m.n.m.	0.81-0.98 (0.89/ 0.83)	0.88-1.05 (0.97/ 0.89)	0.96-1.13 (1.04)
800 a více* m.n.m.	0.73-0.86 (0.79)	0.80-0.93 (0.87)	-

* rozsahy referenčních hodnot počítány pro hranice nadmořské výšky 100 a 1000 m. n.m.

6.2. Horní mez (pro EQR = 0)

Nejvyšší I_{FB} , které lze odvodit z autekologických charakteristik fototrofů podle českého taxalistu, je rovno 3,8. Pro tekoucí vody jde však o velmi vysokou hodnotu, jaká by se snad mohla vyskytnout jen zcela výjimečně v epipelonu extrémně silně znečištěných toků. Pro epiliton jsou reálné hodnoty podstatně nižší. Reálný odhad maximální hodnoty je 2,9.

6.3. Ecological quality ratio (EQR)

EQR se počítá podle vzorce

$$EQR = (2,9 - I_{FB}) / (2,9 - I_{FB \text{ ref}}) \quad [7]$$

v němž I_{FB} označuje naměřenou indexovou hodnotu a $I_{FB \text{ ref}}$ je referenční hodnota stanovená podle [6].

6.4 Hraniční hodnoty tříd ekologického stavu

Hraniční hodnoty tříd jsou stanoveny ekvidistantně (Tab. 3)

Tab. 3 Hranice EQR pro jednotlivé třídy ekologického stavu

1. třída	$0,8 \leq EQR$	$I_{FB} \leq 0,58 + 0,8 I_{FB \text{ (ref)}}$
2. třída	$0,6 \leq EQR < 0,8$	$0,58 + 0,8 I_{FB \text{ (ref)}} < I_{FB} \leq 1,16 + 0,6 I_{FB \text{ (ref)}}$
3. třída	$0,4 \leq EQR < 0,6$	$1,16 + 0,6 I_{FB \text{ (ref)}} < I_{FB} \leq 1,74 + 0,4 I_{FB \text{ (ref)}}$
4. třída	$0,2 \leq EQR < 0,4$	$1,74 + 0,4 I_{FB \text{ (ref)}} < I_{FB} \leq 2,32 + 0,2 I_{FB \text{ (ref)}}$
5. třída	$EQR < 0,2$	$2,32 + 0,2 I_{FB \text{ (ref)}} < I_{FB}$

Při kvalitě vody odpovídající I_{FB} blízkému hodnotě 3.0 je už často účast fototrofů v odebraném vzorku tak nízká, že nestačí k spolehlivějšímu ohodnocení stavu kvality vody. Při monitoringu prováděném před vydáním WFD se těžiště posuzování kvality vody při tak silném znečištění prakticky přesunulo jen na hodnocení podle ekologických charakteristik přítomných heterotrofních organismů. Pokud se přitom fototrofní organismy vyskytují jen ve zcela ojedinělém zastoupení, a možnost hodnocení ekologického stavu podle struktury fyto-bentosu tedy odpadá, je možno posouzení ekologického stavu opřít o stav rozvoje heterotrofních organismů podle 6.8.1.

Hranice jednotlivých tříd stanovené pomocí výše popsané procedury však lze prozatím považovat jako dočasné. Jejich finální podoba bude známá až po dokončení mezinárodního interkalibračního cvičení v závěru roku 2011. Konečné hranice budou po jejich oznámení vydány jako dodatečná příloha k této metodice.

6.5. Střední chyba indexu I_{FB}

$s_{I_{FB}} = \sqrt{D}$ pro

$$D = \frac{\sum (S_i - I_{FB})^2 h_i w_i}{(n-1) \sum h_i w_i} \quad [8]$$

s S_i, h_i, w_i, n podle 3.3.2.

6.6. Spolehlivost stanovení

Spolehlivost stanovení je posuzována číslem R (reliability)

$$R = Sw / 50 + 0,20 / s_{I_{FB}}$$

kde Sw je součet indikačních vah taxonů - indikátorů ve vyhodnocovaném vzorku (srov. 3.3.2) a $s_{I_{FB}}$ standardní chyba indexu I_{FB} (odmocnina D podle vzorce [8]).

Stanovení I_{FB} je

- nespolehlivé, je-li $R < 1$,
- málo spolehlivé, je-li $1 \leq R < 2$
- spolehlivé, je-li $R \geq 2$.

Má-li se hodnotit soubor N stanovení z téhož říčního profilu, vypočte se R jako aritmetický průměr

$$R = \sum R_j / N \quad [9]$$

kde R_j ($j = 1, 2, \dots, N$) označuje spolehlivost vypočtenou pro jednotlivá stanovení I_{FB} .

6.7. Průměrné I_{FB}

Průměrné I_{FB} z více stanovení, provedených na témže úseku toku, se počítá podle vzorce

$$I_{FB} = \sum W_j M_j / \sum W_j$$

do nějž se dosazuje za W_j hodnota Sw j -tého vzorku a za M_j I_{FB} j -tého vzorku.

6.8. Zvláštní případy hodnocení ekologického stavu

6.8.1 Ve vzorku fyto-bentosu převažují heterotrofní organismy

Je-li součet vah fototrofních organismů menší než 30 a jsou-li ve vzorku zastoupeny heterotrofní organismy (vláknité bakterie, zástupci řádu Saprolegniales jako např. vlákna *Leptomitus lacteus*, nálevníci r. *Paramaecium*, *Carchesium*, *Vorticella*, *Anthophysa vegetans* a jiní bezbarví bičíkovci) tak, že jejich pokryvnost H (v analyzovaném vzorku) přesahuje odhadovanou pokryvnost F

fototrofních organismů, pak se ekologický stav úseku toku ohodnotí jako poškozený až zničený.

Odhad pokryvnosti H není v současné době součástí metodiky odběru a zpracování vzorků fyto-bentosu (Marvan & Heteša 2006), přesto je hodnocení podle tohoto kritéria do této metodiky začleněno, a to proto, že výskyt bakteriálních nárostů („bakterial tufts and coats“) je připomínán ve WFD, Annex V., 1.2.1. a 1.2.2. mezi normativními definicemi tříd ekologického stavu jezer a řek, a je dokonce připuštěn už při středním stavu. Při hromadném výskytu makroskopicky patrných nárostů heterotrofních organismů je ovšem začlenění úseku toku k střední třídě vzhledem k jiným kritériím velmi málo pravděpodobné (např. v důsledku nedostatečného osvětlení lokality), v nichž silné zastoupení uvedených organismů je jediným dokladem nevyhovujícího ekologického stavu toku.

Pro toto hodnocení se nezapočítávají mycelia hub (Fungi) s tenkými větvenými hyfami, které se podílejí na rozkladu listového opadu.

S ohledem na výše zmíněné skutečnosti je tedy nutné doplnit rozbor fototrofní složky o odhad procentuálního podílu pokryvnosti heterotrofní složky na celkové pokryvnosti všech organismů přítomných ve vzorku (včetně bakterií, hub, nálevníků a jiných heterotrofních eukaryontních organismů). **Použití tohoto postupu je třeba věnovat zvýšenou pozornost, protože v současné době není zahrnutý v metodice odběru a zpracování vzorků fyto-bentosu tekoucích vod.**

6.8.2 Pro hodnocení úseku toku je k dispozici pouze epipelon

Vzorek epipelону se odebírá jen v případě, že pro hodnocení nárostů v určitém úseku toku není k dispozici ani epilítón, ani epibryon. Vzorek je žádoucí odebrat z míst s proudící vodou, přednostně ze zabahněných kamenů. Pro hodnocení takovýchto vzorků nejsou zatím stanovena přesná pravidla. Předběžně se navrhuje hodnocení podle I_{FB} sníženého o 0,3 stupně a s označením, že stanovení je nespolehlivé

Odběry epipelónu přicházejí v úvahu jen v nížinných tocích, pro jejichž hodnocení ekologického stavu by však mělo mít rozhodující význam množství a druhové složení říčního fytoplanktonu.

7. Podmínky použití metodiky

Uvedené postupy hodnocení mohou být aplikovány pouze na vzorky, které byly odebrány a zpracovány schválenou metodou odběru a zpracování vzorků fyto-bentosu tekoucích vod (Marvan & Heteša 2006, http://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod) doplněnou o postupy uvedené v této metodice (rozbor fototrofní složky). Pro dosažení správných výsledků je nutné aplikovat metodiku za použití aktuálních podkladových materiálů. Jedná se zejména o aktuální seznam taxonů s jejich ekologickými charakteristikami, v současné době zveřejněný v informačním systému ARROW na webových stránkách ČHMÚ <http://hydro.chmi.cz/isarrow/>. K zjištění referenčních hodnot hodnotící metriky jsou nutné informace o nadmořské výšce hodnoceného profilu, řádu toku dle Strahlera určeného na modelu říční sítě 1:10 000 a roční průměrné koncentraci KNK_4 nebo specifické elektrické vodivosti v hodnoceném profilu. Předpokládá se, že program na výpočet hodnotící metriky by měl být v blízké budoucnosti plně implementován v informačním systému pro hodnocení stavu vod (webové stránky viz výše).

8. Literatura

ARROW (Assessment and Reference Reports of Water Monitoring), [databáze online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2009. Dostupné z URL <http://hydro.chmi.cz/isarrow/>> IS ARROW provozuje ČHMÚ jako Národní referenční středisko pro monitoring v rámci činností zajišťovaných pro MŽP.

Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Guidance document No. 10. Office for official publications of the European Communities, L-2985 Luxembourg, 87 pp.

Caspers, H. et Karbe, L. (1966): Trophie und Saprobität als stoffwechselfeldynamisches Komplex. Gesichtspunkte für die Definition der Saprobitätsstufen. - Arch. Hydrobiol. 61: 453-470.

ČSN 75 7716 Česká technická norma Jakost vod - Biologický rozbor - Stanovení saprobního indexu. Čes. normalizační institut 1998, 174 pp.

EN 14407 (2004): Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters 13 pp.

EN 15708 (2009): Water quality – Guidance standard for the survey, sampling and laboratory analysis of phyto-benthos in shallow running waters.

Fránková, M., Bojková, J., Pouličková, A. et Hájek, M. (2009) The structure and species richness of the diatom assemblages of the Western Carpathian spring fens along the gradient of mineral richness. Fottea 9(2), p. 355-368.

Langhammer, J., Hartvich, F., Mattas, D. et Zbořil, A. (2009) Vymezení typů útvarů povrchových vod. PřF UK Praha. Zpracováno pro MŽP.

Marvan, P., Opatřilová, L., Fránková M. (2011): Metody hodnocení fyto-bentosu pro stanovení ekologického stavu řek u nás a v sousedních zemích. VTEI, 2011, roč. 53, č. I, s. 1-4. ISSN 0322 - 8916.

Marvan, P. et Heteša, J. (2006) Metodika odběru a zpracování vzorků fyto-bentosu tekoucích vod. Standardní operační postup. Oddělení experimentální fykologie a ekotoxikologie BÚ AV ČR www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod.

Sládeček, V. (1978): Zum Verhältnis Trophie : Saprobität. - Verh. Int. Ver. Limnol. 20: 1885-1889.

Sládeček, V. (1979): Algal tests and the ratio of saprobic versus trophic levels. - In: Marvan, P., Přibil, S. and Lhotský, O., eds.: Algal assays and monitoring eutrophication, p. 235-237. - Schweizerbart'sche Verlagsbuchh., Nägele u. Obermiller, Stuttgart.

Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, 2005. Aktualizovaný pracovní překlad s anglickým originálem. Praha, MŽP, Odbor ochrany vod

Vyhláška č. 49/2011 Sb., o vymezení útvarů povrchových vod.

Zelinka, M., Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. - Arch. Hydrobiol., Stuttgart, 57: 389-407.

Příloha A Komentář k taxalistu sinic a řas

1. Problematika definice taxonomické náplně

Problematika definice taxonomické náplně je v taxalistu řešena takto:

- K taxalistu byl vypracován seznam determinačních kompendií s přiřazenými jednomístnými písmennými zkratkami. Současně bylo pro jednotlivé taxonomické skupiny vybráno určité kompendium jako základní.

- Odkaz na kompendium se provádí přidělenou písmennou zkratkou, připojenou po čárce na konci jména taxonu. U odkazů na základní kompendium a v případech, že u jména neexistují koncepční varianty, se příslušné písmeno (i čárka před ním) vynechává, je však vždy uváděno na posledním místě osmimístného kódu přiděleného jednotlivým taxonům.

- V taxalistu se může některé jméno taxonu vyskytovat dvakrát i vícekrát, pokaždé však s odkazem na jinou literaturu, a tedy na různou taxonomickou koncepci. Varianty mohou mít přiděleny různé numerické charakteristiky ekologických nároků (týká se zejména hodnot indikačních vah).

- Varianta se volí podle stavu populace příslušného taxonu (ale i erudice zpracovatele vzorku).

Je-li např. možno rozlišit, zda se ve vzorku vyskytuje *Cymbella minuta* v pojetí Süßwasserflora v. Mitteleuropa (s přiděleným písmenem S), k označení populace se použije jméno *Cymbella minuta,S*, není-li možno rozhodnout, jde-li o *C. minuta* nebo *C. silesiaca*, použije se *Cymbella minuta*, U odkazující na koncepci tohoto jména v Diatoms of United States (ale převzatou i do našich určovacích kompendií).

- Pro případy, že pro širší koncepci určitého jména není k dispozici validně publikované jméno, je zaváděna varianta s připojeným agg.

- Taxonomická náplň určité varianty je v taxalistu stručně charakterizována zkratkovým výčtem jmen.

- Znak „>“ ve sloupci komentářů odkazuje na jména taxonu, jehož jméno je doporučováno (nikoli předpisováno!: připouští se např. použití jak jména *Cymbella minuta,S* tak i synonymního označení *Encyonema minutum*). Znak „>“ s připojeným „sub“ odkazuje na jméno se širší koncepcí

- Metoda připouští i označování taxonů s připojenou zkratkou „cf.“, ty však nejsou v taxalistu vedeny jako zvláštní položky.

2. Kódování taxonů

V taxalistu jsou vedle jmen zavedeny i osmimístné kódy, jednoznačně definující taxon (včetně jeho pojetí).

Kódy sestávají z 5 segmentů:

- První místo v kódu (a jeho první segment) označuje některou z hlavních taxonomických skupin; zavedené členění se nekryje přesně se soudobým taxonomickým členěním
- Druhý segment (dvou- až tříznakový) začíná velkým písmenem a v rámci rozlišované skupiny jednoznačně definuje rodovou příslušnost.
- Třetí segment (dvou- až tříznakový) začíná rovněž velkým písmenem a slouží k odlišení taxonů na druhové úrovni
- Čtvrtý segment (jedno- až dvouznakový) odlišuje taxony na infraspecifické úrovni. Křížek na tomto místě označuje druhové jméno, znak mínus typickou infraspecifickou jednotku, pro jiné infraspecifické taxony je zavedeno označování velkým písmenem, příp.dvoumístnou kombinací velkého a malého písmena.
- poslední znak (5. segment) slouží k již zmíněnému odlišení koncepcí

Kódy jsou „case insensitive“, střídání velkých a malých písmen slouží pouze k názornému odlišení segmentů.