



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA

veřejná výzkumná instituce

Metoda pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie řeka

Jméno řešitele

Mgr. Libuše Opatřilová a kol.

Metoda pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie řeka

Mgr. Libuše Opatřilová a kol.

Praha, září 2013



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

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:

Ing. Karel Vlasák – odbor ochrany vod MŽP

Zahájení a ukončení projektu:

1.9.2012 – 28.2.2014

Místo uložení zprávy:

SVTI VÚV TGM, v.v.i., Odbor ochrany vod MŽP

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Mgr. Libuše Opatřilová

Hlavní řešitel:

Mgr. Libuše Opatřilová

Spoluřešitelé projektu:

RNDr. Denisa Němejcová
Doc. RNDr. Světlana Zahrádková, Ph.D.
Ing. Pavel Horký, Ph.D.
RNDr. Blanka Desortová, CSc.
Ing. Petr Tušil, Ph.D., MBA

Obsah

1	Úvod	5
2	Vymezení silně ovlivněných a umělých vodních útvarů	5
3	Makrozoobentos	8
3.1	Nastavení hodnocení ekologického potenciálu podle makrozoobentosu	8
3.2	Postup výpočtu multimetrického indexu	9
3.3	Klasifikace a znázorňování výsledků ekologického potenciálu	19
3.4	Spolehlivost hodnocení	19
4	Ryby	20
4.1	Hodnocení ekologického potenciálu	20
4.2	Statistické analýzy	21
4.3	Souhrn	21
5	Fytoplankton	21
6	Závěr	22
7	Literatura	23

1 Úvod

Metodika pro hodnocení ekologického potenciálu (EP) silně ovlivněných a umělých vodních útvarů tekoucích vod (Heavily Modified Water Bodies – HMWB) byla zpracována v souladu s WFD CIS Guidance dokumenty č. 4 Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies, č. 7 (pro monitoring) a č. 13 (pro proces klasifikace ekologického stavu a potenciálu). Dle těchto návodů by měly být metody hodnocení ekologického potenciálu jednotlivých složek srovnatelné s metodami pro hodnocení přirozených vodních útvarů (VÚ). Měly by být aplikovatelné na všechny skupiny/typy vodních útvarů a měly by zahrnovat co možná nejvíce relevantních biologických složek kvality (BQE).

Metodika se primárně zaměřuje na hodnocení ekologického potenciálu biologických složek makrozoobentos, ryby a fytoplankton. Hodnocení fyzikálně-chemických parametrů je upraveno samostatnou metodikou (Rosendorf, P. et al., 2013). Hodnocení biologických složek fytozobentos, makrofyty a specifických znečišťujících látek zůstává shodné s hodnocením pro přirozené vodní útvary (Marvan et al., 2011, Kočí et al., 2011, Durčák et al., 2011) se všemi omezeními a doporučeními uvedenými v těchto metodikách.

Hodnocení hydromorfologických parametrů stanovuje zvláštní metodika (Langhammer, 2008 a její předpokládaná aktualizace Langhammer, 2013)

Hodnocení ekologického potenciálu umělých vodních útvarů tekoucích vod bude při současném stavu znalostí o nich provedeno pouze na základě hodnocení fyzikálně-chemických parametrů (Rosendorf et al., 2013) a specifických znečišťujících látek (Durčák et al., 2011), biologické složky nebudou v těchto útvarech hodnoceny.

Následující hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných vodních útvarů tekoucích vod vychází z metodik hodnocení ekologického stavu (Opatřilová et al., 2011a, Němejcová et al., 2013, Horký et al., 2011, Opatřilová et al., 2011b), které se doporučují přednostně nastudovat.

2 Vymezení silně ovlivněných a umělých vodních útvarů

Předběžně byly vymezeny jako HMWB a AWB (na základě metodiky MŽP, březen 2013) vodní útvary tekoucích vod uvedené v tabulce 1. U každého vodního útvaru je uveden reprezentativní profil a uznatelné užívání, které bylo důvodem vymezení útvaru jako HMWB.

Tab. 1 Předběžně vymezené silně ovlivněné a umělé vodní útvary – 1. část

Kód VÚ	Název vodního útvaru	Kód profilu	Název toku	Název profilu	Typ_MZB	Uznatelné užívání
HOD_0680	Ostravice od toku Lučina po ústí do toku Odry	CHMI_1152	Ostravice	Ostrava	1_2	ochrana intravilánu před povodněmi
DYJ_0200	Dyje od státní hranice po tok Jevišovka	CHMI_4016	Dyje	Jevišovka (nad)	1_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0870	Olše od toku Petrůvka po ústí do toku Odry	POD_5407	Olše	ústí	1_2	ochrana intravilánu před povodněmi
MOV_0820	Bečva od toku Opatovický potok po tok Lučnice včetně	BPPBe002	Bečva	Teplice nad Bečvou	12_3	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0700	Odra od Ostravice po tok Od Bažantnice	POD_5006	Odra	Antošovice	12_3	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0430	Odra od toku Opava po tok Ostravice	POD_5569	Odra	pod Černým příkopem	12_3	ochrana intravilánu před povodněmi
HVL_0460	Vltava od toku Malše po vzdutí nádrže Hněvkovice včetně Bezdrevského p. od hráze nádrže Bezdrev po ústí do toku Vltava	CHMI_1042	Vltava	Hluboká n.Vltavou	12_3	ovlivněná průchodnost a upravenost břehů
HSL_1180*	Labe od toku Chrudimka po tok Doubrava	CHMI_0101	Labe	Valy	12_3 nebroditelné	plavba
HSL_1680*	Labe od toku Mrlina po tok Jizera	CHMI_0102	Labe	Lysá nad Labem	12_3 nebroditelné	plavba
HSL_2090*	Labe od toku Jizera po tok Vltava	CHMI_0103	Labe	Obříství	12_3 nebroditelné	plavba
HSL_1480*	Labe od toku Cidlina po tok Mrlina	CHMI_3013	Labe	Nymburk	12_3 nebroditelné	plavba
HSL_1340*	Labe od toku Polepka (Chotouchovský potok) po tok Cidlina	CHMI_8020	Labe	Kolín pod	12_3 nebroditelné	plavba
DVL_0110*	Vltava od hráze nádrže Slapy po tok Sázava	CHMI_3216	Vltava	Štěchovice	12_3	výroba elektrické energie (průchodnost - hráze)
DVL_0030*	Vltava od hráze nádrže Orlík po vzdutí nádrže Slapy	PVL_5056	Vltava	Kamýk n.Vltavou	12_3	výroba elektrické energie (průchodnost - hráze)
HOD_0830	Karvinský potok od pramene po ústí do Olše	POD_5420	Karvinský potok	ústí	2_2	odběry vod pro průmysl
HOD_0300	Opava od toku Pilštský potok po tok Moravice	CHMI_1144	Opava	Malé Hoštice	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi

* 5 vodních útvarů povrchových vod tekoucích, které tvoří Labskou vodní cestu (HSL_2090, HSL_1680, HSL_1480, HSL_1340, HSL_1180) byly použity pouze pro otestování metodik, v předběžném vymezení nejsou vymezeny jako HMWB

Tab. 1 Předběžně vymezené silně ovlivněné a umělé vodní útvary – 2. část

Kód VÚ	Název vodního útvaru	Kód profilu	Název toku	Název profilu	Typ_MZB	Uznatelné užívání
HOD_0080	Jičínka od toku Zrzávka po ústí do toku Odry	CHMI_1164	Jičínka	Kunín	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0150	Lubina od toku Bystrý potok po ústí do toku Odry	CHMI_1165	Lubina	Košatka	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_1090	Bělá od toku Staříč po státní hranici	CHMI_3596	Bělá	Mikulovice	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0790	Olše od toku Ropičanka po státní hranici včetně	POD_3802	Olše	nad Stonávkou	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0240	Opavice od pramene po Burkvízský potok	POD_5107	Opavice	pod M. Albrechtice	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_1050	Vidnavka od soutoku s Černým potokem po státní hranici	POD_5514	Vidnavka	pod Vidnavou	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0710	Bečva od pramene po státní hranici	POD_5522	Bečva	pod Hatí	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_1080	Olešnice od pramene po ústí do toku Bělá	POD_5559	Olešnice	ústí	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0840	Olše od státní hranice po tok Petrůvka	CHMI_5526	Olše	nad Petrůvkou	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi, odběry vod pro průmysl
HOD_0600	Ostravice od toku Olešná po tok Lučina	POD_5304	Ostravice	nad Lučinou	2_2	ochrana intravilánu před povodněmi, odběry vod pro průmysl
HOD_0510	Ostravice od toku Čeladenka po tok Morávka	POD_3784	Ostravice	nad Morávkou	2_2	zásobování pitnou vodou, ochrana intravilánu před povodněmi
HOD_0880	Pština od státní hranice po státní hranici	POD_5517	Pština	nad státní hranicí		ochrana intravilánu před povodněmi

Umělé vodní útvary						
Kód VÚ	Název vodního útvaru	Kód profilu	Název toku	Název profilu	Typ_MZB	Uznatelné užívání
OHL_0770	Podkrušnohorský přivaděč vody (PKP resp. PPV)					
HVL_0610	Prostřední stoka od počátku po vzdutí rybníka Rožmberk, včetně toku Spolský p. od hráze rybníka Svět					
HVL_0660	Zlatá stoka					

Byly identifikovány čtyři hlavní způsoby užívání, v jejichž souvislosti byly provedeny tak významné hydromorfologické změny, že útvar nemůže dosáhnout dobrého ekologického stavu, aniž by to významně neovlivnilo toto užívání VÚ (Tab. 2). Převažujícím užíváním v typu vod 12-3 (řeky 7.-9.řádu do 500 m n.m.) je plavba a výroba elektrické energie, v ostatních typech je převažujícím užíváním ochrana intravilánu před povodněmi (Tab. 1).

Tab. 2 Hlavní způsoby uznatelného užívání vodních útvarů a způsobené morfologické změny

Uznatelné užívání	Hlavní hydromorfologické změny
Ochrana intravilánu před povodněmi	napřímení toku
	tvrdá úprava břehů a dna
	příčné překážky
Plavba	vzduť způsobené přehrazením
	jezy jako významné migrační překážky a překážky pro přirozený chod splavenin
	úpravy a opevnění břehů
	úpravy dna - prohrábky
Výroba elektrické energie (průchodnost - hráze)	vzduť způsobené přehrazením
	jezy jako významné migrační překážky a překážky pro přirozený chod splavenin
	ovlivnění hydrologického režimu pod překážkou
Odběry vod pro průmysl	vzduť způsobené přehrazením

3 Makrozoobentos

3.1 Nastavení hodnocení ekologického potenciálu podle makrozoobentosu

Hodnocení ekologického potenciálu podle makrozoobentosu se provádí ve stejných typech vod jako hodnocení ekologického stavu (Opatřilová et al., 2011a).

Datový soubor a jeho hodnocení

V rámci tvorby metodiky byly testovány vztahy biologických metrik použitých pro hodnocení ekologického stavu s jednotlivými hydromorfologickými parametry definovanými v Metodice pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (Langhammer, 2008).

Pro testování byla použita data jarních a podzimních odběrů vzorků makrozoobentosu z roku 2010 z monitoringu povrchových vod, která měl zpracovatel metodiky k dispozici od Ministerstva životního prostředí. Data z hydromorfologického mapování (HEM) byla získána na základě smluv o spolupráci od jednotlivých podniků Povodí, pokud u nich byla k dispozici. Dataset použitý k testování korelací

mezi biologickými metrikami a hydromorfologickými parametry finálně obsahoval data z 66 odběrů jarních i podzemních vzorků makrozoobentosu z roku 2010, ke kterým byla k dispozici zároveň i data z hydromorfologického mapování HEM. Data HEM byla k dispozici pouze z povodí Moravy, Odry a Ohře, do analýz byla zahrnuta pouze data z Moravy a Odry, protože k lokalitám s HEM v povodí Ohře nebyla k dispozici biologická data z roku 2010. Vyhodnocení hydromorfologických dat bylo provedeno dle metodiky Langhammer, 2008.

Hlavní složky variability ve druhovém složení jednotlivých vzorků a její vysvětlení charakteristikami prostředí bylo testováno statistickými metodami analýza hlavních komponent (PCA) a detrendovaná korespondenční analýza (DCA). Vztahy mezi biologickými metrikami a hydromorfologickými parametry byly testovány pomocí lineární regrese popisující vztah dvou kvantitativních proměnných.

V testovaném datovém souboru významně reagovaly na hydromorfologické změny metriky procentuálního zastoupení jedinců skupin Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT Abu, Jep Abu), metrika EPT Tax (počet taxonů skupin Ephemeroptera, Plecoptera a Trichoptera) a metriky odvozené z ekologických charakteristik druhů - HLital (litál), ZERhit (epiritrál), ZMRhit (metaritrál), ZHRhit (hyporitrál) a Reti (RETI). V případě velkých nebroditelných řek jsou to metriky REKO MEPT a EPT Abu.

Nastavení hodnocení pomocí všech výše uvedených metrik je pro účely hodnocení ekologického potenciálu upraveno v této metodice. Vybrané metriky nejvíce reagující na hydromorfologické změny nemohou nabývat nejvyšších referenčních hodnot z důvodu uznatelného užívání vodních útvarů, budou nabývat hodnot nižších, které reprezentují maximální ekologický potenciál.

Významnou metrikou používanou pro hodnocení ekologického stavu je Index B z predikčního modelu. Predikční model umožňuje predikci skladby společenstev makrozoobentosu na konkrétních lokalitách na základě několika proměnných prostředí. Pro HMWB je hodnocení dle Indexu B také upraveno, a to snížením horní meze o 0,2 (tj. jednu třídu). Na rozdíl od metodiky pro hodnocení ekologického stavu dle makrozoobentosu (Opatřilová et al., 2011a), je z důvodu uvedené úpravy počítáno z Indexu B standardní EQR (viz kapitola 3.2), které následně standardně vstupuje do výpočtu multimetrického indexu.

3.2 Postup výpočtu multimetrického indexu

Výsledné hodnoty jednotlivých metrik jsou vyjádřeny stupněm ekologické kvality (ecological quality ratio EQR). EQR reprezentuje v případě hodnocení HMWB poměr mezi hodnotami biologických parametrů pozorovaných pro danou lokalitu/vodní útvar povrchových vod a hodnotami, kterých by tyto parametry nabývaly při maximálním potenciálu vztahujícímu se k danému vodnímu útvaru. EQR je vyjádřen jako číselná hodnota od 0 do 1. Maximální ekologický potenciál je vyjádřen hodnotami blízko jedné a špatný ekologický potenciál hodnotami blízkými nule.

Hodnoty EQR se získají použitím následujících vzorců:

$$\text{EQR} = \frac{\text{výsledek metriky} - \text{dolní mez}}{\text{horní mez} - \text{dolní mez}}$$

pro metriky klesající se zvyšujícím se zatížením (např. počet čeledí) a:

$$EQR = 1 - \frac{\text{výsledek metriky} - \text{dolní mez}}{\text{horní mez} - \text{dolní mez}}$$

pro metriky stoupající se zvyšujícím se zatížením (např. saprobní index).

Všechny hodnoty větší než 1 jsou zaokrouhleny na 1.

Horní mez koresponduje s horním limitem hodnoty metriky v souladu s maximálním potenciálem (u metrik, jejichž hodnota klesá se zvyšujícím se zatížením, tj. u všech vybraných metrik kromě saprobního indexu).

Dolní mez odpovídá hodnotě metriky v nejhorším potenciálu pro metriky, jejichž hodnota klesá se zvyšujícím se zatížením (v případě saprobního indexu je dolní mez tím nejlepším dosažitelným potenciálem).

EQR skóre vybraných metrik jsou vážena váhami (shodnými s hodnotami použitými v metodice pro hodnocení ekologického stavu, získanými ze statistického modelu SEM, blíže viz Opatřilová et al, 2011a) sečtena a dělena součtem vah do výsledného multimetrického indexu. Navržené kombinace metrik a jejich vah pro jednotlivé typy tekoucích vod jsou uvedeny v tabulkách 3 až 7. EQR všech metrik pro hodnocení ekologického potenciálu velkých nebroditelných řek (Tab. 5) mají váhu 1.

Příklad výpočtu multimetrického indexu jarních vzorků pro finální typ 2-1:

$$MMI_{2-1 \text{ Jaro}} = (1 \cdot EQR_{\text{Saprobní index}} + 0,9 \cdot EQR_{\text{Diversita Margalef}} + 0,7 \cdot EQR_{\text{EPT Abu}} + 0,5 \cdot EQR_{\text{RETI}} + 0,7 \cdot EQR_{\text{Litál}} + 0,7 \cdot EQR_{\text{Metaritrál}} + 1,1 \cdot EQR_{\text{index B}}) / (1+0,9+0,7+0,5+0,7+0,7+1,1)$$

Tab. 3 Upravené hraniční hodnoty metrik (dolní a horní mez pro výpočet EQR a hranice tříd) pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných vodních útvarů v kategorii řeka – hodnocení jarních vzorků. Popis metrik viz Opatřilová et al., 2011a.

Toky 1.-3. řádu v nadmořských výškách 200 – 500 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	1-3	3.2	1.7	2.2	2.7	0.65
Litál	1-3	46	27	18	9	0
RETI	1-3	0.65	0.4	0.28	0.15	0.03
EPT Abu	1-3	56	34	22	11	0
Diversita Margalef	1-3	7.7	4.78	3.32	1.86	0.4
Metaritrál	1-3	33	20	13	7	0
B index	1-3	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 1.-3. řádu v nadmořských výškách 500 – 800 m n.m

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	1-3	3.2	1.6	2.1	2.7	0.55
Jep Abu	1-3	20	12	8	4	0
RETI	1-3	0.69	0.43	0.29	0.16	0.03
Diversita Margalef	1-3	8.4	5.2	3.6	2	0.4
Litál	1-3	46	28	18	9	0
Epiritrál	1-3	30	18	12	6	0
B index	1-3	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 4.-6. řádu v nadmořských výškách do 200 m n.m

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Počet čeledí	4-6	32	20	14	8	2
Saprobní index	4	3.2	1.8	2.3	2.7	0.9
	5	3.2	1.9	2.35	2.8	1.1
	6	3.2	2.1	2.45	2.8	1.3
EPT Abu	4	60	36	24	12	0
	5	54	32	22	11	0
	6	48	29	19	10	0
Hyporitrál	4	18	11	7	4	0
	5	23	14	9	5	0
	6	28	17	11	6	0
RETI	4	0.67	0.41	0.29	0.16	0.03
	5	0.63	0.39	0.27	0.15	0.03
	6	0.59	0.37	0.25	0.14	0.03
Litál	4-6	42	25	17	8	0
B index	4-6	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 4.-6. řádu v nadmořských výškách 200 – 500 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	4	3.2	1.7	2.2	2.7	0.75
	5	3.2	1.9	2.3	2.75	0.95
	6	3.2	2	2.4	2.8	1.2
Litál	4-6	46	28	18	9	0
RETI	4	0.69	0.43	0.29	0.16	0.03
	5	0.65	0.40	0.28	0.15	0.03
	6	0.61	0.38	0.26	0.15	0.03
EPT Abu	4	60	36	24	12	0

	5	54	32	22	11	0
	6	49	29	20	10	0
Diversita Margalef	4-6	8.9	5.5	3.8	2.1	0.4
Metaritrál	4	36	22	14	7	0
	5	32	19	13	6	0
	6	26	16	10	5	0
B index	4-6	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 4.-6. řádu v nadmořských výškách 500 – 800 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	4	3.2	1.6	2.15	2.7	0.6
	5	3.2	1.7	2.2	2.7	0.7
	6	3.2	1.9	2.3	2.8	0.95
RETI	4-6	0.73	0.45	0.31	0.17	0.03
Litál	4-6	48	29	19	10	0
Jep Abu	4-6	19	11	8	4	0
Diversita Margalef	4-6	8.4	5.2	3.6	2	0.4
Epiritrál	4	32	19	13	6	0
	5	26	16	10	5	0
	6	22	13	9	4	0
B index	4-6	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 7.-9. řádu v nadmořských výškách do 500 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Počet taxonů pakomárů	7	28	18	12	7	2
	8 (broditelné)	24	15	11	6	2
Počet čeledí	7	37	23	16	9	2
	8 (broditelné)	33	20	13	7	2
Saprobní index	7	3.2	2.1	2.5	2.8	1.4
	8 (broditelné)	3.2	2.3	2.6	2.9	1.7
Hyporitrál	7	30	18	12	6	0
	8 (broditelné)	nepoužije se				
RETI	7	0.56	0.35	0.24	0.14	0.03
	8 (broditelné)	0.45	0.28	0.20	0.11	0.03

Litál	7	44	26	18	9	0
	8 (broditelné)	36	22	14	7	0
EPT Abu	7	46	28	18	9	0
	8 (broditelné)	34	20	14	7	0
B index	7-8 (broditelné)	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Tab. 4 Upravené hraniční hodnoty metrik (dolní a horní mez pro výpočet EQR a hranice tříd) pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných vodních útvarů v kategorii řeka – hodnocení podzemních vzorků. Popis metrik viz Opatřilová et al., 2011a.

Toky 1.-3. řádu v nadmořských výškách 200 – 500 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobry a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	1-3	3.6	2.3	2.7	3.2	0.9
EPT Tax	1-3	22	13	9	4	0
Jep Abu	1-3	39	23	16	8	0
Spásači	1-3	34	20	14	7	0
Metaritrál	1-3	28	17	11	6	0
Litál	1-3	45	27	18	9	0
B index	1-3	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 1.-3. řádu v nadmořských výškách 500 – 800 m n.m

Název metriky	řád toku	horní mez	dobry a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	1-3	3.6	2.3	2.7	3.2	0.8
EPT Tax	1-3	24	14	10	5	0
Jep Abu	1-3	38	23	15	8	0
Spásači	1-3	35	21	14	7	0
Epiritrál	1-3	25	15	10	5	0
Litál	1-3	40	24	16	8	0
B index	1-3	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 4.-6. řádu v nadmořských výškách do 200 m n.m

Název metriky	řád toku	horní mez	dobry a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	4	3.6	2.4	2.8	3.2	1.1
	5	3.6	2.5	2.9	3.2	1.3
	6	3.6	2.6	2.9	3.3	1.5
EPT Tax	4-6	18	11	7	4	0
EPT Abu	4	52	31	21	10	0
	5	46	28	18	9	0
	6	40	24	16	8	0
Spásači	4	38	23	15	8	0
	5	35	21	14	7	0
	6	33	20	13	7	0
Hyporitrál	4-6	20	12	8	4	0
Litál	4-6	33	20	13	7	0
B index (EQR)	4-6	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 4.-6. řádu v nadmořských výškách 200 – 500 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobry a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	4	3.6	2.4	2.8	3.2	1.1
	5	3.6	2.4	2.8	3.2	1.2
	6	3.6	2.5	2.9	3.2	1.3
EPT Tax	4	23	14	9	5	0
	5	26	16	10	5	0
	6	28	17	11	6	0
Pos Abu	4	14	8	6	3	0
	5	12	7	5	2	0
	6	10	6	4	2	0
Spásači	4	38	23	15	8	0
	5	34	20	14	7	0
	6	30	18	12	6	0
Metaritrál	4	32	19	13	6	0
	5	28	17	11	6	0
	6	24	14	10	5	0
Litál	4	44	26	18	9	0
	5	40	24	16	8	0
	6	36	22	14	7	0
B index (EQR)	4-6	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 4.-6. řádu v nadmořských výškách 500 – 800 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	4	3.6	2.3	2.7	3.2	0.9
	5	3.6	2.4	2.8	3.2	1.1
	6	3.6	2.5	2.9	3.2	1.3
EPT Tax	4	25	15	10	5	0
	5	27	16	11	5	0
	6	30	18	12	6	0
Pos Abu	4	24	14	10	5	0
	5	22	13	9	4	0
	6	21	13	8	4	0
Spásači	4	35	21	14	7	0
	5	33	20	13	7	0
	6	30	18	12	6	0
Epiritrál	4	24	14	10	5	0
	5	22	13	9	4	0
	6	21	13	8	4	0
Litál	4	40	24	16	8	0
	5	38	23	15	8	0
	6	37	22	15	7	0
B index (EQR)	4-6	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Toky 7.-9. řádu v nadmořských výškách do 500 m n.m.

Název metriky	řád toku	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
Saprobní index	7	3.6	2.6	2.9	3.3	1.55
	8 (broditelné)	3.6	2.7	3.0	3.3	1.75
EPT Tax	7	24	14	10	5	0
	8 (broditelné)	22	13	9	4	0
Počet taxonů pakomárů	7	23	12	9	5	2
	8 (broditelné)	19	10	7	5	2
EPT Abu	7	46	28	18	9	0
	8 (broditelné)	41	25	16	8	0
Spásači	7-8 (broditelné)	30	18	12	6	0
Hyporitrál	7	22	13	9	4	0
	8 (broditelné)	Nepoužije se				

Litál	7	33	20	13	7	0
	8 (broditelné)	29	17	12	6	0
B index (EQR)	7-8 (broditelné)	0.8	0.48	0.32	0.16	0

Tab.5 Upravené hraniční hodnoty metrik (dolní a horní mez pro výpočet EQR a hranice tříd) pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných vodních útvarů v kategorii řeka – hodnocení letních vzorků velkých nebroditelných řek. Popis metrik viz Němejcová et al., 2013.

Název metriky	Zkratka	horní mez	dobrý a lepší/střední	střední/poškozený	poškozený/zničený	dolní mez
REKOnstruované taxocenozy MEPT	REKO MEPT	0,4	0,24	0,16	0,08	0
Margalefův index diverzity	DivMarg	11,0	6,6	4,5	2,3	0,4
říční zonace: epipotamal - % abundancí taxonů	ZEPota	34,5	24,1	19,0	13,8	8,6
% abundancí EPT taxonů	EPTAbu	32	19,2	12,8	6,4	0
Saprobní index	SI	3,5	2,4	2,7	3,1	1,7
SPEAR organic	SPEARorg	-0,07	-0,53	-0,77	-1,00	-1,23

Tab. 6 Váhy EQR jednotlivých metrik pro kombinaci do multimetrických indexů v jednotlivých typech vod pro hodnocení jarních vzorků (Opatřilová et al., 2011a)

Typ		Saprobní index	Počet čeledí	Diverzita Margalef	EPT Abu	Jep Abu	RETI	Litál	Epiritrál	Metaritrál	Hyporitrál	Počet taxonů pakomárovitých	B_index
toky 200-500 m n.m. 1.-3. řádu	2-1	1		0.9	0.7		0.5	0.7		0.7			1.1
toky 500-800 m n.m. 1.-3. řádu	3-1	1		1		1	0.7	1	0.6				1.3
toky do 200 m n.m. 4.-6. řádu	1-2	1	0.9		0.8		0.5	0.2			0.8		1
toky 200-500 m n.m. 4.-6. řádu	2-2	0.9		0.5	0.9		0.9	0.8		1			1.2
toky 500-800 m n.m. 4.-6. řádu	3-2	0.9		0.5		0.7	0.7	1	1				1.2
toky do 500 m n.m. 7.-8. řádu (broditelné)	12-3	0.8	0.7		0.6		0.9	1			1/0*	0.5	1.4

* tato metrika bude použita pouze pro hodnocení toků 7.řádu

Tab. 7 Váhy EQR jednotlivých metrik pro kombinaci do multimetrických indexů v jednotlivých typech vod pro hodnocení podzemních vzorků (Opatřilová et al., 2011a)

Typ		Saprobní index	EPT	Počet taxonů pakomárovitých	EPT Abu	Jep Abu	Pos Abu	Spásači	Litál	Epiritrál	Metaritrál	Hyporitrál	B_index
toky 200-500 m n.m. 1.-3. řádu	2-1	0.9	0.9			0.6		0.7	0.8		0.8		1.2
toky 500-800 m n.m. 1.-3. řádu	3-1	0.9	0.9			0.6		0.5	0.8	0.5			1.1
toky do 200 m n.m. 4.-6. řádu	1-2	1	1		0.4			0.6	0.4			0.8	1.1
toky 200-500 m n.m. 4.-6. řádu	2-2	1	1				0.8	0.8	0.7		1		1.3
toky 500-800 m n.m. 4.-6. řádu	3-2	0.8	0.9				0.6	0.7	0.7	0.7			1.1
toky do 500 m n.m. 7.-8. řádu (broditelné)	12-3	0.8	1.1	0.4	0.9			0.7	0.9			1/0*	1.5

* tato metrika bude použita pouze pro hodnocení toků 7.řádu

3.3 Klasifikace a znázorňování výsledků ekologického potenciálu

Finální multimetrický index poskytuje skóre reprezentující celkový vztah mezi kombinovanou hodnotou biologických parametrů zjištěnou pro dané místo a předpokládanou hodnotou v podmínkách maximálního potenciálu. Toto skóre je stejně jako pro jednotlivé metriky vyjádřeno jako číselná hodnota mezi 0 a 1. Toto rozmezí je rozděleno na pět kategorií se stejnými rozsahy (= třídy ekologického stavu). Ty poskytují pět ordinálních hodnotících kategorií pro hodnocení zatížení v souladu s požadavky Rámcové směrnice (Tab. 8).

Výsledné hodnocení reprezentativního profilu vodního útvaru se vypočítá jako průměr hodnot multimetrických indexů hodnocení jarního a podzimního vzorku odebraných v témže roce na dané lokalitě. Podle této průměrné hodnoty MMI se profil/vodní útvar zařadí do třídy ekologického potenciálu. Hodnocení velkých nebroditelných řek je prováděno pouze na letních vzorcích.

Tab.8 Zařazení do třídy ekologického potenciálu podle hodnoty multimetrického indexu (MMI)

Třída ekologického potenciálu	Klasifikace ekologického potenciálu	MMI	Barevné označení
2	dobrý a lepší	$0,6 < \text{MMI}$	stejně zelené a tmavošedé pruhy
3	střední	$0,4 < \text{MMI} \leq 0,6$	stejně žluté a tmavošedé pruhy
4	poškozený	$0,2 < \text{MMI} \leq 0,4$	stejně oranžové a tmavošedé pruhy
5	zničený	$\text{MMI} \leq 0,2$	stejně červené a tmavošedé pruhy

3.4 Spolehlivost hodnocení

Spolehlivost hodnocení silně ovlivněných vodních útvarů pomocí biologické složky makrozoobentos se určuje shodně jako spolehlivost hodnocení přirozených vodních útvarů (viz metodiky Opatřilová et al., 2011a a Němejcová et al., 2013).

4 Ryby

Níže uvedená metodika popisuje postup pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie řeka na základě biologické složky ryby. Tato metodika pro hodnocení využívá společenstva juvenilních ryb a navazuje tak na dříve publikované metodiky odběru jejich vzorků (Slavík a Jurajda, 2001; Jurajda a kol., 2006) a metodiku hodnocení ekologického stavu vodních útvarů povrchových vod tekoucích pomocí indexu CZI (Horký a kol., 2011). Data, která byla použita pro jednotlivé výpočty, pochází z monitorovací sítě ČR, od jednotlivých podniků Povodí a z archivní databáze autorů. Popis analýz je shrnutý v kapitole 4.2. Metodika rovněž vychází z předpokladů a postupů navrhovaných metodikou pro určení silně ovlivněných vodních útvarů (MŽP, 2013). Tato metodika jako hlavní parametry pro vymezení HMWB využívá změny hydromorfologie.

4.1 Hodnocení ekologického potenciálu

Na základě analýz dostupných dat o vlivech působících na vodní útvary, společenstvech juvenilních ryb a vymezení HMWB, byly provedené a otestované následující úpravy CZI vedoucí ke vzniku nového Českého multimetrického indexu pro hodnocení HMWB (CZI-HMWB).

- Z výpočtu byla vyjmuta metrika eurytopních druhů. Nárůst početnosti eurytopních druhů v HMWB se nepodařilo na základě dostupných dat uspokojivě kvantifikovat.
- Byla upravena hraniční hodnota metriky reofilních druhů, a to snížením hodnoty relativní početnosti pro výpočet EQR ve všech typech toků o 8 %. Tato hodnota byla získána pomocí komplexních analýz dostupných dat a přináší úpravu hodnoty indexu adekvátní způsobu využívání HMWB.

Konečná podoba **Českého multimetrického indexu pro hodnocení HMWB (CZI-HMWB)** sloužícího pro stanovení ekologického potenciálu podle rybích společenstev je následující:

$$CZI = \frac{(T_d + A + R_d)}{3}$$

T_d – EQR výskytu typických druhů

A – EQR celkové početnosti

R_d – EQR relativní početnosti reofilních druhů

Úpravy indexu prokazatelně zohledňují trvalý antropogenní vliv na předběžně vymezených či testovaných HMWB a snižují nároky na požadovanou kvalitu přítomných společenstev v průměru o jednu kvalitativní třídu. Pro CZI-HMWB byly rovněž mírně modifikovány hranice jednotlivých tříd ekologického potenciálu. Hranice byly nastavené pomocí dostupných dat z referenčních a nejlepších

dostupných (tzv. best available) lokalit s přihlédnutím k trvalému antropogennímu vlivu na HMWB (postup modifikovaný dle option C, Guidance dokument č. 10).

Dobrý a lepší :	0.65 - 1.000
Střední:	0.43 - 0.65
Poškozený:	0.22 - 0.43
Zničený:	0.0 - 0.22

4.2 Statistické analýzy

Veškeré statistické analýzy, stejně jako nezbytná programátorská řešení, byly realizovány pomocí softwaru SAS (Statistical Analyses System, verze 9.2).

Vzájemné vztahy mezi proměnnými byly testovány za využití zobecněných lineárních smíšených modelů (GLMM). Pro každou analýzu byl vytvořen separátní model. Za účelem započítání náhodné chyby způsobené rozdílnou charakteristikou jednotlivých lokalit, byly analýzy realizovány s lokalitou jako s náhodným faktorem (random factor) za využití analýzy mixed. Významnost vlivu jednotlivých proměnných a jejich interakcí byla testována pomocí F testu. Hodnota parametrů tříd byla odhadnutá pomocí metody nejmenších čtverců (LS means) a jejich vzájemné rozdíly byly testovány pomocí t testu. Pro mnohonásobné porovnání byla použita metoda dle Tukeyho a Kramera. Stupně volnosti byly spočítané pomocí metody dle Kenwarda a Rogera.

4.3 Souhrn

Byl vyvinutý a z hlediska funkčnosti ověřený Český multimetrický index hodnotící ekologický potenciál silně ovlivněných a umělých vodních útvarů podle společenstev ryb (CZI_HMWB). CZI_HMWB vychází z indexu CZI a skládá se ze tří metrik – výskytu typických druhů, celkové početnosti a relativního zastoupení reofilních druhů. Funkčnost CZI_HMWB byla úspěšně testována na předběžně vymezených HMWB. Bylo prokázáno, že index zohledňuje trvalý antropogenní vliv a snižuje nároky na požadovanou kvalitu přítomných společenstev v průměru o jednu kvalitativní třídu.

5 Fytoplankton

Fytoplankton je označován jako prvek biologické kvality důležitý pro hodnocení středních a dolních úseků pomaleji tekoucích vod. Podle metodiky hodnocení ekologického stavu podle fytoplanktonu (Opatřilová et al., 2011b) je hodnocení prováděno pouze pro řády toků dle Strahlera 7. – 9.

Distribuce biomasy fytoplanktonu může být v HMWB ovlivněna přítomností příčných staveb a úpravami koryta vedoucími ke změnám hydrologického režimu. Vlivem úprav koryt se dá očekávat prodloužené zdržení vody umožňující vyšší rozvoj biomasy než v přirozeném vodním útvaru.

Pro hodnocení fytoplanktonu v silně ovlivněných vodních útvarech tekoucích vod je upraveno hodnocení obsahu chlorofylu jako metrik vyjadřující celkovou biomasu fytoplanktonu (Tab. 9).

Tab. 9 Upravené hraniční hodnoty metrik (dolní a horní mez pro výpočet EQR) pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných vodních útvarů v kategorii řeka. Popis metrik viz Opatřilová et al., 2011b.

	horní mez			dolní mez
metrika/řád toku	7	8	9	(nejhorší stav)
%Bacillariophyceae	0.85	0.85	0.85	0.33
%Cyanophyceae	0	0.011	0.012	0.3
%Chlorophyceae	0.1	0.12	0.12	0.38
Chlorofyl-a (µg/l)	23	29	32	98

Shodně jako pro hodnocení ekologického stavu je pro každou ze čtyř metrik vypočítána hodnota EQR, tyto hodnoty jsou následně zprůměrovány do finálního multimetrického indexu (MMI), podle jehož hodnoty se provádí zařazení do třídy ekologického potenciálu (hranice tříd viz tab. 8). Spolehlivost hodnocení je posuzována shodně jako při hodnocení ekologického stavu (Opatřilová et al., 2011b).

6 Závěr

Metodika upravuje hodnocení biologických složek makrozoobentos, ryby a fytoplankton pro silně ovlivněné vodní útvary. Vychází z hodnocení přirozených vodních útvarů, upravuje mezní hodnoty vybraných biologických metrik, které z důvodu uznatelného užívání vodních útvarů nemohou nabývat referenčních (přirozených) hodnot, ale pouze hodnot tzv. maximálního ekologického potenciálu. Hodnocení biologických složek fytozobentos a makrofyty zůstává shodné s hodnocením pro přirozené vodní útvary. Hodnocení hydromorfologických parametrů, fyzikálně-chemických parametrů a specifických znečišťujících látek je upravováno zvláštními metodikami.

Hodnocení ekologického potenciálu umělých vodních útvarů tekoucích vod bude prováděno pouze na základě hodnocení fyzikálně-chemických parametrů a specifických znečišťujících látek, biologické složky nebudou v těchto útvarech hodnoceny.

7 Literatura

- Durčák, M., Tušil, P., Mičaník, T., Rosendorf, P., Kristová, A., Vyskoč, P., 2011. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) – specifické znečišťující látky. Metodika, MŽP.
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV_Metodika_hodnoceni_SZL_ES-20130411.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV_Metodika_hodnoceni_SZL_ES-20130411.pdf)
- Horký, P., Slavík, O., 2011. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky ryby. Certifikovaná metodika, MŽP.
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV_metodika_ryby-20130411.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV_metodika_ryby-20130411.pdf)
- Jurajda, P., Slavík, O. & Z. Adámek, 2006. Metodika odlovu a zpracování vzorku plůdkových společenstev tekoucích vod. ČSN EN 14011-757706 Jakost vod. Odběr vzorků pomocí elektrického proudu.
- Kočí, M., Grulich, V., Opatřilová, L., Horký, P., 2011. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky makrofyty. Metodika, MŽP.
- Langhammer, J., 2008. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Hodnocení ukazatelů. Univerzita Karlova v Praze, pp. 23
- Marvan, P., Opatřilová, L., Heteša, J., Maciak, M., Horký, P., 2011. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky fyto-bentos. Certifikovaná metodika, MŽP.
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV_metodika_FB-20130411.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV_metodika_FB-20130411.pdf)
- Ministerstvo životního prostředí, odbor ochrany vod, 2013. Metodika určení silně ovlivněných vodních útvarů. Praha, pp. 28
- Němejcová D., Zahrádková, S., Opatřilová, L., Syrovátka, V., 2013. Metodika hodnocení biologické složky bentičtí bezobratlí pro velké nebroditelné řeky. Metodika, MŽP.
- Opatřilová, L., Kokeš, J., Němejcová, D., Syrovátka, V., Zahrádková S., Maciak, M., Horký, P., 2011a. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí biologické složky makrozoobentos. Certifikovaná metodika, MŽP.
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV_Metodika_MZB-20130411.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV_Metodika_MZB-20130411.pdf)
- Opatřilová, L., Desortová, B., Potužák, J., Liška, M., Horký, P., 2011b. Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky fytoplankton. Certifikovaná metodika, MŽP.
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/\\$FILE/OOV_Metodika_FP-20130411.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod/$FILE/OOV_Metodika_FP-20130411.pdf)
- Rosendorf, P., Musil, J., Tušil, P., 2013. Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického potenciálu útvarů povrchových vod tekoucích. Závěrečná zpráva dílčí části projektu SFŽP č. 05641212 (MŽP). VÚV TGM, v.v.i.

- Slavík, O. & P. Jurajda, 2001. Metodický návod pro sledování společenstev juvenilních ryb. Výzkum pro praxi, sešit 44, 40 s.
- WFD CIS Guidance document No. 4, 2003. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels
- WFD CIS Guidance document No. 7, 2003. Monitoring under the Water Framework Directive. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels
- WFD CIS Guidance Document No. 10, 2003. Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels
- WFD CIS Guidance document No. 13, 2005. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels