HODNOTENIE STAVU TEČÚCICH VÔD NA SLOVENSKU PROSTREDNÍCTVOM BENTICKÝCH ROZSIEVOK

Marcela Dobiašová, Dáša Hlúbiková, Elena Štefková

S cieľom postupného naplnenia požiadaviek Rámcovej Smernice o vodách (2000/60/ES) v oblasti monitoringu útvarov povrchových vôd sa na Slovensku v roku 2003 začalo s prvým komplexným monitoringom bentických rozsievok. Tieto odbery prebiehajúce súčasne s odbermi bentických bezstavovcov sa v roku 2003 vykonali v 158-ich odberových miestach národnej monitorovacej siete v jarnom období. Cieľom monitoringu je sledovanie druhového zloženia spoločenstiev bentických rozsievok v tokoch Slovenska ako dôležitých indikátorov environmentálnych podmienok za účelom ich využitia na hodnotenie ekologického stavu povrchových vôd.

Národná monitorovacia sieť je zostavená tak, že zahŕňa najmä antropogénne ovplyvnené útvary povrchových vôd. Preto od r. 2003 prebiehajú odbery bentických rozsievok i na 70-ich vybraných referenčných lokalitách, predstavujúcich tzv. neovplyvnený, alebo minimálne ovplyvnený stav, výhľadovo dva razy ročne - v jarnom a jesennom období. Údaje z referenčných lokalít slúžia na prípravu referenčných podmienok pre bentické rozsievky formou vhodných metrík (ukazovateľov, indexov), ako i na zostavenie reprezentatívnej štruktúry spoločenstiev fytobentosu v jednotlivých typoch vodných útvarov.

Odbery vzoriek prebiehajú v súlade s normou pre rutinný odber rozsievok v tokoch STN EN 13946:2004 a laboratórne sa spracovávajú podľa STN EN 1440:2004.

Výsledky z týchto prác sa v r. 2004 začali vyhodnocovať, pričom proces pozostával z výpočtu vybraných metrík, posudzovania ich vhodnosti z hľadiska schopnosti rozlíšenia rôznych stupňov degradácie vodného prostredia a z odvodzovania referenčných podmienok formou testovaných metrík.

V práci prezentujeme prvé výsledky spracovania, pričom najväčší dôraz je kladený na výsledky sapróbneho indexu podľa Zelinku & Marvana, 1961, ktoré podľa našich poznatkov v porovnaní s výsledkami bentických bezstavovcov, ako aj s reálnym stavom vo vodných útvaroch, stav vody značne nadhodnocujú.

Kľúčové slová: Rámcová smernica o vodách, bentické rozsievky, referenčné podmienky, sapróbny index bentických rozsievok, klasifikačná schéma, ekologický stav povrchových vôd

***Assessment of status of the running waters in the Slovak republic expressed by the benthic diatoms**. To meet the requirements of the Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD) in the field of surface waters monitoring in Slovakia the first comprehensive monitoring of phytobenthos (benthic diatoms) has been started in 2003. The diatoms sampling in 2003 was done on 158 sampling sites of the national surface water quality monitoring network together with macrozoobenthos sampling in the spring period. The aim of this biological monitoring is to determine the species composition of benthic diatoms in the streams of Slovakia as they are an important indicator of environmental conditions and can be used to assess the ecological status of the surface waters.*

The national surface waters quality monitoring network is focused on water bodies influenced by anthropogenic activities. Based on this from 2003 the benthic diatoms monitoring has been running also in 70 reference localities, which represent non-disturbed or by human activities minimally disturbed status. The results from reference localities monitoring will serve for establishing the reference conditions for benthic diatoms expressed by different metrics, as well as for establishing of the representative benthic diatoms structure for different water bodies types.

The sampling is done according to the standard for routine benthic diatoms sampling in streams EN 13946:2004 and the samples are processed in the laboratories according to the standard EN 1440:2004.

Sampling and analyses from the year 2003 has been evaluated from the year 2004 on and this evaluation process had next steps: calculation of chosen indices, judgement of their suitability for determination of several water ecosystem degradations and deriving the reference conditions expressed by chosen metrics.

In this article the first results of the process are presented, the main emphasis is put on saprobic index according to the Zelinka & Marvan, 1961, testing, which show compared with macrozoobenthos testing results and with the real surface waters status overestimation of surface waters status.

Key words: Water Framework Directive, benthic diatoms, reference conditions, saprobic index of the benthic diatoms, classification scheme, ecological status of surface waters

ÚVOD

S cieľom postupného naplnenia požiadaviek Rámcovej Smernice o vodách 2000/60/ES (RSV), ktorá určuje vodnú politiku v rámci európskeho spoločenstva, sa v oblasti monitoringu útvarov tečúcich povrchových vôd na Slovensku začalo v roku 2003 s prvým komplexným monitoringom bentických rozsievok (fytobentos, nárasty).

Tieto odbery prebiehajúce súčasne s odbermi bentických bezstavovcov sa v roku 2003 vykonali v 158-ich odberových miestach štátnej monitorovacej siete v jarnom období. Cieľom monitoringu je sledovanie druhového zloženia spoločenstiev bentických rozsievok v tokoch Slovenska ako dôležitých indikátorov environmentálnych podmienok za účelom ich využitia na hodnotenie ekologického stavu povrchových vôd. Spĺňa sa tým požiadavka RSV, ktorá za účelom zhodnotenia ekologického stavu vôd definuje 4 biologické prvky kvality pre kategóriu rieky: vodná flóra (fytobentos a fytoplanktón), bentické bezstavovce, makrofyty a ryby. Pre každý biologický prvok kvality sú zvlášť zadefinované ukazovatele charakterizujúce jednotlivé spoločenstvá. Jedná sa o charakteristiky zloženia a štruktúry spoločenstiev vodnej bioty.

Štátna monitorovacia sieť je zostavená tak, že sleduje kvalitu vôd najmä v antropogénne ovplyvnených útvaroch povrchových vôd, t.j. pod významnými bodovými a difúznymi zdrojmi znečistenia a v ústiach riek. Preto od r.2003 prebiehajú odbery bentických rozsievok i na 70-ich vybraných referenčných lokalitách, predstavujúcich tzv. neovplyvnený, alebo minimálne ovplyvnený stav, výhľadovo dva razy ročne - v jarnom a jesennom období. Údaje z referenčných lokalít slúžia na prípravu referenčných podmienok pre bentické rozsievky formou vhodných metrík, ako i na zostavenie reprezentatívnej štruktúry spoločenstiev fytobentosu v jednotlivých typoch vodných útvarov.

V zmysle smernice 2000/60/ES (RSV) je totižto potrebné vyvinúť a uviesť do praxe systém hodnotenia stavu povrchových vôd založený na posúdení odchýlky existujúceho stavu oproti tzv. referenčnému stavu, ktorý reprezentuje stav vôd v určitom type povrchových vôd za podmienok žiadneho, alebo minimálneho narušenia vodného ekosystému.

V prvej fáze uvedeného procesu sa preto pristúpilo k vytvoreniu typológie vodných tokov SR s plochou povodia minimálne nad 10 km^2. Územie Slovenska sa v zmysle RSV rozdelilo na dva ekoregióny: Panónsku panvu a Karpaty. Ďalšími kritériami, ktoré vyselektovali skupiny tokov s podobným charakterom boli: geologické zloženie, nadmorská výška, ako aj plocha povodia. Podľa uvedených kritérií sa odvodilo 32 typov vodných útvarov tokov, pričom takáto abiotická typológia bola overená analýzami bentických bezstavovcov a bentických rozsievok. Z hľadiska vodnej bioty, najmä bentických bezstavovcov a rýb sa muselo prihliadať na jej rozdielne druhové zloženie v jednotlivých povodiach, najmä na jej odlišné zloženie v tokoch povodia Tisy v porovnaní s ostatnými tokmi Slovenska.

Odvodzovanie referenčných podmienok

V ďalšej fáze sa pristúpilo k odvodzovaniu referenčných podmienok pre jednotlivé typy vôd. Kvôli porovnateľnosti výsledkov analýz z monitoringu odberových miest patriacich do štátnej siete s výsledkami analýz z referenčných lokalít, ako aj s výsledkami analýz iných členských štátov sa zvolila pre odber vzoriek norma pre rutinný odber rozsievok v tokoch STN EN 13946:2004, vzorky sa laboratórne spracovávajú podľa STN EN 1440:2004.

Výsledky z týchto prác (1 vzorkovací cyklus v referenčných lokalitách a jeden v lokalitách patriacich do štátnej siete z r. 2003) sa v r. 2004 začali vyhodnocovať, pričom proces pozostával z výpočtu vybraných metrík pre bentické rozsievky, posudzovania ich vhodnosti z hľadiska schopnosti rozlíšenia rôznych stupňov degradácie vodného prostredia a z odvodzovania referenčných podmienok pre testované metriky.

V práci sú prezentované prvé výsledky spracovania, pričom najväčší dôraz je kladený na výsledky sapróbneho indexu podľa Zelinku & Marvana, 1961, ktoré podľa našich poznatkov v porovnaní s výsledkami bentických bezstavovcov, ako aj s reálnym stavom vo vodných útvaroch, stav vody značne nadhodnocujú.

Normalizácia metrík

Smernica 2000/60/ES požaduje, aby biologické prvky kvality boli vyjadrené vo forme pomeru ekologickej kvality (PEK), ktorý reprezentuje vzťah medzi hodnotami biologických ukazovateľov pozorovaných v určitom útvare povrchovej vody daného typu a hodnotami týchto ukazovateľov za referenčných podmienok v rovnakom type útvarov povrchových vôd. PEK takto dosahuje hodnoty od 0 – 1.

Pre normalizáciu biologických metrík pre bentické rozsievky sa použil nasledovný vzťah podľa Böhmer, Rawer-Jost & Zenker, 2004:

$$EQR = \frac{\text{hodnota v testovanej lokalite} - \text{hodnota vyjadrujúca veľmi zlý stav}}{\text{referenčná hodnota} - \text{hodnota vyjadrujúca veľmi zlý stav}}$$

kde

referenčná hodnota je

- 75. percentil z rozdelenia hodnôt metriky v 1. triede kvality, ak *hodnota metriky klesá s antropogénnym ovplyvnením*
- 25. percentil z rozdelenia metriky v 1. triede kvality, ak hodnota metriky stúpa s antropogénnym ovplyvnením

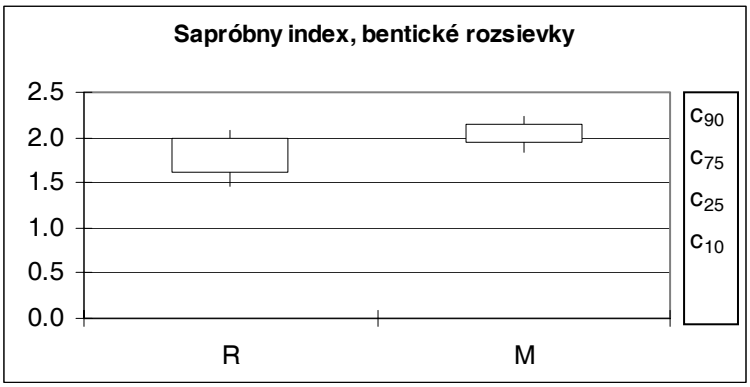
hodnota vyjadrujúca veľmi zlý stav

- 25. percentil z rozdelenia metriky v najhoršej triede, príp. hodnota 0, ak *hodnota metriky s antropogénnym ovplyvnením klesá*
- 75. percentil z rozdelenia metriky v najhoršej triede, príp. teoretická maximálna hodnota, ak hodnota metriky s antropogénnym ovplyvnením stúpa

Ak nie sú dostatočné údaje pre jednotlivé triedy kvality, možný je 5. percentil a 95. percentil zo všetkých dostupných hodnôt určitého typu tokov.

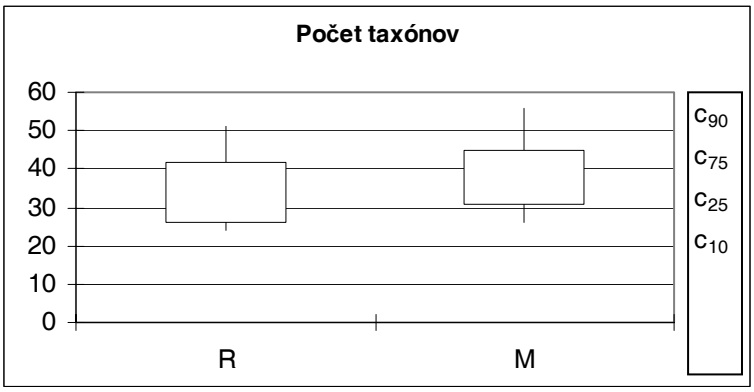
V prípade biologického prvku kvality fytobentos (nárasty) sa za reprezentatívnu skupinu organizmov v riekach zvolili bentické rozsievky, pretože tvoria dominantnú zložku fytobentosu rastúceho na rôznych substrátoch v tokoch. Do testovania metrík charakterizujúcich spoločenstvá bentických rozsievok boli v prvej fáze vybraté nasledovné ukazovatele (indikátory): sapróbny index, početnosť, počet taxónov a indexy diverzity ako: Simpsonov index, Shanon-Wienerov index a Margalefov index.

Zo súborov hodnôt jednotlivých metrík vypočítaných pre vzorky z referenčných miest a miest štátnej monitorovacej siete povrchových vôd (ovplyvnených antropogénnou činnosťou) sa vyrátali percentily c_{10}, c_{25}, c_{75} a c_{90}. Takto sa mohli posúdiť rozdiely medzi ľudskou činnosťou minimálne ovplyvnenými (referenčnými) a antropogénne zaťaženými lokalitami. Výsledky sú zobrazené na obrázkoch 1-5 pomocou tzv. škatuľových grafov (box plots) , kde dolná hranica obdĺžnika predstavuje 25. percentil, horná hranica 75. percentil. Koniec dolnej čiary obdĺžnika je 5. percentil a hornej čiary 95. percentil.



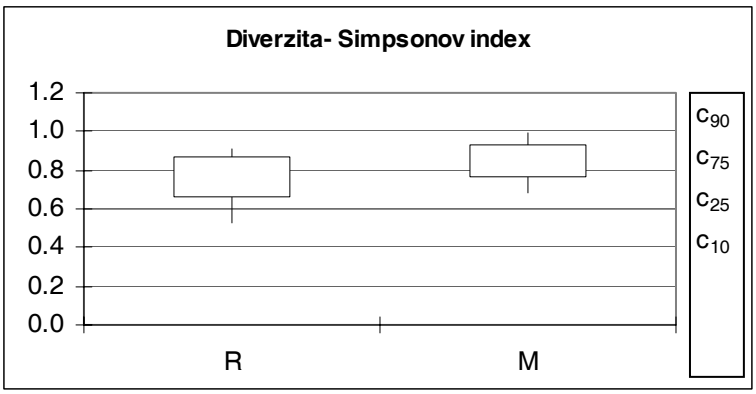
Obr. 1 Škatuľový graf vyjadrujúci hodnoty sapróbneho indexu bentických rozsievok nájdených na referenčných lokalitách a lokalitách patriacich do štátnej monitorovacej siete na základe údajov z roku 2003

Fig.1 Box plot expressing the values of sabrobic index of the benthic diatoms found on reference localities and localities that belong to the national monitoring network on the basis of the data from 2003



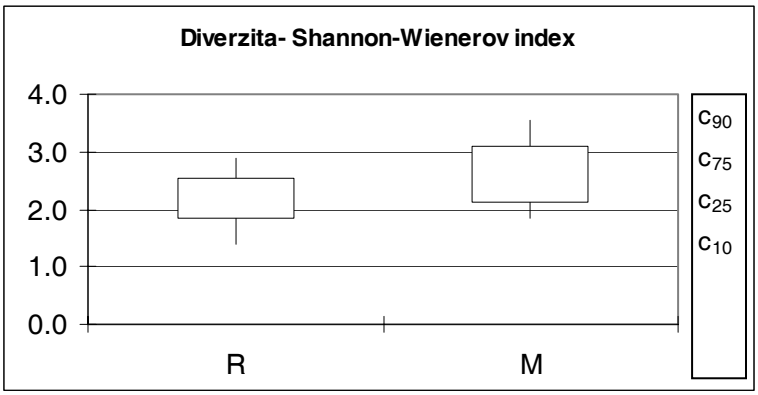
Obr. 2 Škatuľový graf vyjadrujúci počty taxónov bentických rozsievok nájdených na referenčných lokalitách a lokalitách patriacich do štátnej monitorovacej siete na základe údajov z roku 2003.

Fig.2 Box plot plot expressing the count of benthic diatoms taxons found on reference localities and localities that belong to the national monitoring network on the basis of the data from 2003



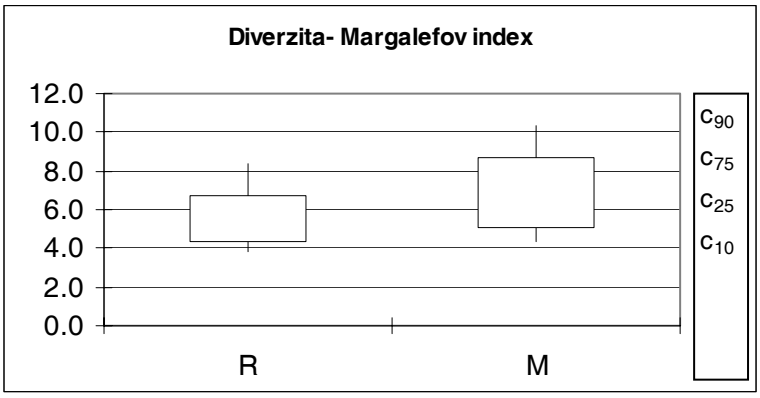
Obr. 3 Škatuľový graf vyjadrujúci hodnoty Simpsonovho indexu diverzity bentických rozsievok nájdených na referenčných lokalitách a lokalitách patriacich do štátnej monitorovacej siete na základe údajov z roku 2003

Fig. 3 Box plot expressing the values of diversity by Simpson-Index of benthic diatoms found on reference localities and localities that belong tothe national monitoring network on the basis of the data from 2003



Obr. 4 Škatuľový graf vyjadrujúci hodnoty Shannon-Wienerovho indexu diverzity bentických rozsievok nájdených na referenčných lokalitách a lokalitách patriacich do štátnej monitorovacej siete na základe údajov z roku 2003

Fig. 4 Box plot plot expressing the values of diversity by Shannon-Wiener-Index of benthic diatoms found on reference localities and localities that belong to the national monitoring network on the basis of the data from 2003



Obr. 5 Škatuľový graf vyjadrujúci hodnoty Margalefovho indexu diverzity bentických rozsievok nájdených na referenčných lokalitách a lokalitách patriacich do štátnej monitorovacej siete na základe údajov z roku 2003

Fig. 5 Box plot plot expressing the values of diversity by Margalef-Index of benthic diatoms found on reference localities and localities that belong to the national monitoring network on the basis of the data from 2003

Následne sa pristúpilo k ďalšiemu testovaniu uvedených ukazovateľov bentických rozsievok. Popis procesu odvodzovania referenčných podmienok a tvorby klasifikačnej schémy je totožný s prípadom odvodzovania referenčných podmienok a klasifikačnej schémy sapróbneho indexu bentických bezstavovcov opísaného v článku „Proces odvodzovania referenčných podmienok pre sapróbny index bentických bezstavovcov ako súčasti hodnotenia vôd podľa Rámcovej smernice o vodách“ autorov Ing. Juliana Adamková, Mgr. Marcela Dobiašová, RNDr. Ferdinand Šporka, CSc. uvedenom v tomto zborníku.

Ukázalo sa, že jediným potenciálnym kandidátom na určenie referenčných podmienok, vzhľadom na údaje, ktoré boli k dispozícii, je sapróbny index rozsievok, čo potvrdzujú aj obrázky č. 1-5. Problémom sapróbneho indexu bentických rozsievok je však jeho nedostatočná rozlišovacia schopnosť medzi ovplyvnenými lokalitami, čo veľmi obmedzuje možnosť vytvoriť limitné hodnoty pre triedy kvality 2-5. Z výsledkov analýz z roku 2003 bolo možné odvodiť limitné hodnoty pre hranicu medzi 1-2 triedou kvality pre jednotlivé typy tokov. V tabuľke 1 je uvedený návrh hodnôt pomerov ekologickej kvality (PEK) a im príslušných hodnôt sapróbneho indexu bentických rozsievok pre triedy kvality 1-2. Referenčné podmienky zodpovedajú 1.triede kvality, tzn. ich hranica je medzi 1.-2. triedou.

V ďalších krokoch bude nutné skontrolovať a zhodnotiť celý proces odberu a spracovania vzoriek, kým sa začne uvažovať o vylúčení ukazovateľa sapróbny index bentických rozsievok ako nevhodného pre účely hodnotenia ekologického stavu povrchových vôd. Ostatné testované ukazovatele neposkytli spoľahlivé výsledky a bude potrebné pokračovať v intenzívnom testovaní týchto i nových ukazovateľov (pre ktoré neboli k dispozícii potrebné podklady, napr. index trofického stupňa) po získaní väčšieho súboru údajov.
V rámci Európy sa pri monitoringu a hodnotení tokov na základe bentických rozsievok využíva software OMNIDIA (LECOINTE et al. 1993), ktorý bol vytvorený pre počítanie 14 rozsievkových indexov a je teda dobre využiteľný pri posudzovaní ich ekologického stavu. Použitie tohto programu pri spracovaní väčšieho súboru dát z odberu bentických rozsievok z tokov (jarné aj jesenné odbery, väčší počet odberových miest) a počítaní indexov bude teda vhodné využiť tento program aj v našich podmienkach a získať tak súbor viacerých rozsievkových indexov. Na základe následného testovania takto získaného väčšieho súboru hodnôt bude potrebné vybrať vhodný index alebo súbor indexov, ktoré budú najlepšie charakterizovať podmienky našich tokov na základe spoločenstiev bentických rozsievok.

Literatúra

Adamková, J., Hensel, K., Grešková, A., Klozík, M., Lehotský, M., Oťahelová, H., Šporka, F., Štefková, E., Valachovič, M. (2003): Príprava databázy hydromorfologických a biologických ukazovateľov pre proces výberu a charakterizácie referenčných miest podľa Smernice 2000/60/EC, Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.

Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky.

Böhmer, J., Rawer-Jost, C. a Zenker, A. (2004): Multimetric assessment of data provided by water managers from Germany: Assessment of several different types of stressors with macrozoobenthos communities, Hydrobiologia 516: 215-228.

Autori

Marcela, Dobiašová, Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava, marcela.dobiasova@shmu.sk

Dáša, Hlúbiková, Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. generála L.Svobodu 5, 812 49 Bratislava, Dasa_Hlubikova@vuvh.sk

Elena, Štefková, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 845 06 Bratislava, Elena.Stefkova@savba.sk

Tab. 1 Návrh referenčných podmienok pre sapróbny index bentických rozsievok (PEK – pomer ekologickej kvality, SI – sapróbny index)

Tab.1 Proposal of the reference conditions for the saprobic index of benthic diatoms (PEK -ecological quality ratio, SI - saprobic index)

	malé toky								**stredne veľké toky**						**veľké toky**					
nadm. výška (m)	**< 200**		**200-500**		**500-800**		**>800**		**< 200**		**200-500**		**500-800**		**< 200**		**200-500**		**500-800**	
typ	**17a**		**1a, 6a, 9a, 10a, 15a, 18a, 19a**		**2a, 4a, 7a, 11a, 12a, 16a**		**3a, 5a, 8a, 13a, 14a**		**17b**		**10b, 15b, 19b, 9b, N1, S1**		**11b, 2b, P1**		**VP1**		**VK1**		**VK2**	
	PEK	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**	**PEK**	**SI**
I-II	0.61	2.0	0.73	2.0	0.74	1.9	0.87	1.6	0.70	2.0	0.80	1.9	0.80	1.7	0.80	1.9	0.80	1.7	0.80	1.7