

## Zhoršená kvalita vody ako stresor v povodí

*M. Zelenáková: Worsened Water Quality as a Stressor in Watershed. Život. Prostr., Vol. 42, No. 4, p. 207 – 211, 2008.*

There is relative abundance of water in the environment. In spite of this fact there is also absence of water from the aspect of its quantity and good quality in consequence of the unsuitable human activities. Water pollution is one from the many stressors that endangered water bodies. Water quality data are background for environmental risks assessment in watershed. This assessment consists of the phases that enable to find out and identify present stressors, to predict the potential risks resulting from stressors, to provide the guideline for characterization of the stressors adverse effects to valuable ecological sources. The achieved results, particularly risk characterization, are used for watershed management. Watershed management performs the proposals of the measurements that eliminate, reduce and regulate stressors adverse effects.

The object of this paper is environmental risks assessment in Hornád watershed consequent on pollution in water stream as a stressor. The result of the assessment is the formulation of the risk acceptability in the separate partial watersheds.

Jedným zo stresových faktorov, ktoré ohrozujú povodie vodných tokov, je znečistenie vody. Údaje o kvalite vody v toku sú podkladom na hodnotenie environmentálnych rizík v povodí. Na základe výsledkov hodnotenia sa môže vypracovať návrh opatrení, ktoré pomôžu riziko odstrániť, zmierniť, resp. regulovať.

Cieľom príspevku je zhodnotiť environmentálne riziká v povodí toku Hornád, ktoré vyplývajú zo zhoršenej kvality vody v toku. Výsledkom tohto hodnotenia je vyjadrenie prijateľnosti rizika pre jednotlivé čiastkové povodia.

### Kvalita povrchovej vody

Kvalitu vody v tokoch ovplyvňujú prírodné (klimatické, geomorfologické a pod.) a antropogénne činitele, avšak najčastejšie pôsobí ich kombinácia. Zdroje znečistenia možno rozdeliť na plošné, bodové a líniové. Špecifickým prípadom sú havárie na vodných tokoch, čo zahŕňa aj prekročenie prípustných koncentrácií znečisťujúcich látok. Pri bodových zdrojoch znečistenia možno pomerne dobre predvídať alebo odhadnúť zloženie a koncentráciu znečisťujúcej látky. Pôvodcov bodového znečistenia možno veľmi dobre sledovať. Za vypúšťanie odpadových vôd do tokov platia poplatky, pri prekročení stanovených limitov i pokuty. Znečis-

tenie z plošných zdrojov je náročnejšie sledovať, a často nemožné presne určiť jeho pôvodcu.

Kvalita vody v tokoch sa pravidelne monitoruje. Územie Slovenska je rozdelené na povodia, v každom povodí sú odberné kontrolné miesta na toku. Monitorovanie kvality vody na východnom Slovensku vykonáva Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Odštepny závod Košice (SVP) a Slovenský hydrometeorologický ústav.

Výsledky tohto monitorovania sa použili ako vstupné údaje pri hodnotení environmentálnych rizík vyplývajúcich zo stresora – znečistenej vody – v toku Hornád. Sledovali sa hodnoty 2 ukazovateľov: biochemickej spotreby kyslíka ( $BSK_5$ ) a obsah celkového dusíka ( $N_{Celk}$ ) v období 2003 – 2006. Hodnoty týchto ukazovateľov, spolu s obsahom niektorých ťažkých kovov, v tomto období prekračovali limity stanovené Nariadením vlády SR č. 296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitých vôd.

### Environmentálne riziká

Povodie i samotný tok ovplyvňujú rôzne stresové faktory (stresory). Pojmom stresor sa označuje príčina



1. Povodie Hornádu (podľa [www.mapplanet.com](http://www.mapplanet.com))

2. Odtok z Čistiarnie odpadových vôd Kokšov-Bakša. Foto: M. Zeleňáková



environmentálneho rizika. Stresory môžu byť fyzikálne, chemické alebo biologické (Metodický pokyn, 1998):

- *Chemický stresor* – je chemická látka uvoľnená do životného prostredia.

- *Fyzikálny stresor* – je aktivita, ktorá priamo odstraňuje alebo mení prirodzené prostredie (obrábanie pôdy, výrub, výstavba ciest, veterné smršte, erózia, požiare).
- *Biologický stresor* – je organizmus alebo mikroorganizmus, ktorý vstupuje alebo sa uvoľňuje do prirodzených prostredí, v ktorých sa nevyvíjal prirodzene.

Riziko je definované ako pravdepodobnosť, akou sa za definovaných podmienok expozície prejaví nepriaznivý účinok ľudskej zdravia, alebo zložky ekosystému. Matematicky možno riziko vyjadriť ako pravdepodobnosť výskytu nepriaznivej udalosti násobenú závažnosťou jej dôsledkov (Bendíková, 2003):

$$R_i = p_i \cdot D_i$$

kde  $p_i$  – je pravdepodobnosť výskytu nepriaznivej udalosti,

$D_i$  – sú dôsledky, vyjadrujúce vzniknutú škodu,

$R_i$  – je riziko, ktoré má väčšinou rovnaký rozmer ako dôsledok.

Pri hodnotení environmentálneho rizika sa môže brať do úvahy jeden alebo viacero stresových faktorov. Cieľom je optimalizácia rizika, t. j. dosiahnuť minimálnu, spoločensky prijateľnú mieru environmentálneho rizika. Získané výsledky sú podkladom na vypracovanie návrhu vhodných opatrení (Bendíková, 2003). Na hodnotenie rizík nie je zákonom predpísaná metóda, možno sa rozhodnúť, aké postupy sa použijú i v akom rozsahu. Na posúdenie zhoršenej kvality vody ako stresora v povodí toku Hornád sa použilo polokvantitatívne hodnotenie.

### Charakteristika povodia

Hodnotenie kvality vody a možných rizík vyplývajúcich z jej zhoršenej kvality sa uskutočnilo pre povodie rieky Hornád (obr. 1). Hornád pramení pri obci Vikartovce (v okrese Poprad), preteká Hornádskou kot-

linou, ktorá sa z veľkej časti poľnohospodársky využíva, za mestom Košice smeruje na juh, do Maďarska. Najväčším pravostranným prítokom je rieka Hnilec, najväčším ľavostranným Torysa.

Celková plocha povodia Hornádu na území Slovenska je 4 403 km<sup>2</sup>. Kvalitu vody v toku ovplyvňujú mnohé aglomerácie, prevažne mesto Košice, v rámci povodia aj Gelnica, Spišská Nová Ves, Prešov, Sabinov, Levoča, Poprad a Bardejov. Aj keď Hornád nepreteká cez všetky spomínané mestá, prijíma prítoky, ktoré nimi tečú, aj so všetkým znečistením. Voda z rieky Hornád má pomerne veľké využitie, preto treba zabezpečiť zachovanie jej kvality.

Na účely hodnotenia bolo povodie Hornádu rozdelené na štyri čiastkové povodia (Hornád pod Brusníkom, Hornád nad Hnilcom, Hornád – Kysak a Hornád nad Olšavou) s prislúchajúcimi kontrolnými profilmi. Pretože zhoršená kvalita vody bola vyšpecifikovaná ako najvýznamnejší stresor v povodí Hornádu (Zeleňáková, 2007), hodnotenie environmentálnych rizík sa realizovalo na základe posúdenia tohto stresora.

### Hodnotenie environmentálneho rizika v povodí Hornádu

Kvalitu vody v toku Hornád ovplyvňujú najmä bodové, ale aj plošné zdroje znečistenia. Analýzu súčasného stavu znečistenia vody v toku Hornád sme uskutočnili na základe hodnôt 2 ukazovateľov – biochemickej spotreby kyslíka za 5 dní – BSK<sub>5</sub> (pre bodové zdroje znečistenia) a celkového dusíka – N<sub>celk</sub> (pre plošné zdroje znečistenia). Pri bodových zdrojoch sme zaznamenali aj výskyt ďalšieho rizikového faktora – ťažkých kovov (zinok), avšak na jeho hodnotenie neboli k dispozícii potrebné údaje.

• **Bodové zdroje znečistenia.** Celkovo sa v povodí Hornádu nachádza 16 bodových zdrojov znečistenia (tab.1). Hodnotila sa pravdepodobnosť vzniku rizika na základe množstva produkovaného znečistenia jednotlivými bodovými zdrojmi (tab. 1 uvádza priemernú ročnú hodnotu BSK<sub>5</sub> v tonách za rok v období 2003

Tab. 1. Priemerná ročná hodnota znečistenia povodia Hornádu z bodových zdrojov v období 2003 – 2006

Čiastkové povodie	Zdroj znečistenia	BSK <sub>5</sub> [t.rok <sup>-1</sup> ]	Pravdepodobnosť rizika
Hornád pod Brusníkom	VK Hranovnica	1,863	1
Hornád pod Brusníkom	VK Spišský Štiavnik	18,973	1
Hornád pod Brusníkom	Ústav tuberkulózy Kvetnica	0,032	1
Hornád pod Brusníkom	VK Švábovce	2,919	1
Hornád pod Brusníkom	Spišská Nová Ves	0,058	1
Hornád nad Hnilcom	VK Levoča	23,717	1
Hornád nad Hnilcom	Želba Rudňany	0,882	1
Hornád nad Hnilcom	Spišské Vlachy – farma ošípaných	2,64	1
Hornád – Kysak	Kovohuty Krompachy	1,124	1
Hornád – Kysak	Kovohuty Krompachy	0,525	1
Hornád – Kysak	VK Kysak	7,257	1
Hornád nad Olšavou	SPP Košice	0,013	1
Hornád nad Olšavou	VK Košice	208,708	3
Hornád nad Olšavou	VK Čaňa	12,086	1
Hornád nad Olšavou	USS Košice	142,949	3
Hornád nad Olšavou	VK Kechec – Milhošť	4,427	1

VK – odtok z verejnej kanalizácie, SPP – Slovenský plynárenský podnik, USS – US Steel

Tab. 2. Pravdepodobnosť znečistenia vody v čiastkových povodiach

Čiastkové povodie	Bodové zdroje	Trieda kvality podľa BSK <sub>5</sub>	Plošné zdroje	Trieda kvality podľa N <sub>celk</sub>
Hornád pod Brusníkom	5	2	3	3
Hornád nad Hnilcom	3	3	3	3
Hornád – Kysak	3	2	2	2
Hornád nad Olšavou	9	4	4	3

– 2006). Pravdepodobnosť vzniku rizika sa uvádza v 4 stupňoch:

- 1 – produkcia BSK<sub>5</sub> do 50 t . rok<sup>-1</sup>
- 2 – produkcia BSK<sub>5</sub> 50 – 100 t . rok<sup>-1</sup>
- 3 – produkcia BSK<sub>5</sub> 100 – 500 t . rok<sup>-1</sup>
- 4 – produkcia BSK<sub>5</sub> nad 500 t . rok<sup>-1</sup>

Najviac (3. stupeň) ovplyvňujú kvalitu vody v toku Hornád 2 bodové zdroje znečistenia v Košiciach – odtok z verejnej kanalizácie a US Steel, ktoré produkujú najväčšie množstvo odpadových vôd v ukazovateli BSK<sub>5</sub>. Najviac zaťažené čiastkové povodie je Hornád nad Olšavou.

• **Plošné zdroje znečistenia.** V prípade plošných zdrojov znečistenia sa hodnotilo riziko zhoršenej kva-



3. Poľnohospodársky využívaná pôda v povodí Hornádu (Kokšov-Bakša). Foto: M. Zeleňáková

lity vody na základe percentuálneho zastúpenia nezalesnenej plochy v čiastkových povodiach v nasledujúcich 4 stupňoch:

- 1 – nezalesnená plocha: 0 – 25 %,
- 2 – nezalesnená plocha: 25 – 50 %,
- 3 – nezalesnená plocha: 50 – 75 %,
- 4 – nezalesnená plocha: 75 – 100 %.

Nezalesnenú plochu možno považovať za poľnohospodársky využívané, príp. urbanizované územie. Najviac nezalesnenej plochy sa nachádza v dolnom úseku toku – v čiastkovom povodí Hornád nad Olšavou. Viac ako 50 % nezalesnenej plochy je aj v hornom

úseku Hornádu. Tieto oblasti sú vo väčšej miere zaťažované poľnohospodárskou výrobou.

Výsledná trieda kvality vody (1-veľmi čistá až 5 – veľmi silne znečistená) sa stanovuje podľa normy STN 75 7221. Triedy kvality vody sa stanovili na základe vyšpecifikovaných ukazovateľov ( $BSK_5$ ,  $N_{celk}$ ).

• Výsledné hodnoty pre jednotlivé čiastkové povodia uvádza tab. 3, pričom sa uvažovalo s nasledujúcou stupnicou rizika: prijateľné riziko –  $R_{\epsilon}$  (0,10), mierne riziko –  $R_{\epsilon}$  (11,20), nežiaduce riziko –  $R_{\epsilon}$  (21,30), neprijateľné riziko –  $R_{\epsilon}$  (31 a viac).

Z tab. 3 vyplýva, že najrizikovejšie je čiastkové povodie Hornád nad Olšavou. Táto časť povodia Hornádu je najviac ohrozená zníženou kvalitou vody z dôvodu najvyššieho množstva odpadových vôd podľa ukazovateľa  $BSK_5$  a najrozsiahlnejšej urbanizovanej plochy.

Na zníženie environmentálnych rizík v povodí a zlepšenie kvality povrchových vôd v toku Hornád je žiaduce navrhnúť technologické, technické, ekonomické a legislatívne opatrenia, prípadne ich kombináciu.

\* \* \*

Hodnotením rizík vyplývajúcich z pôsobenia stresových faktorov v jednotlivých povodiach sa treba zaoberať najmä v súvislosti s intenzívnou antropogénnou činnosťou v predmetných územiach. Ide o priemysel i poľnohospodárstvo a s nimi súvisiacu výstavbu a prevádzku závodov, výstavbu vodných diel, infraštruktúru, lesné hospodárstvo, riešenie nakladania s odpadmi.

Na základe údajov o kvalite vody v toku, znečistenej v dôsledku pôsobenia bodových a plošných zdrojov sa pomocou zvolených metód hodnotili environmentálne riziká v čiastkových povodiach Hornádu. Výsledkom bolo zistenie, že najrizikovejšia časť povodia Hornádu je čiastkové povodie Hornád nad Olšavou, kde je environmentálne riziko neprijateľné. V tejto oblasti sa vyskytuje najviac urbanizo-

Tab. 3. Environmentálne riziká pre čiastkové povodia

Čiastkové povodie	Plocha povodia		Kontrolný profil	Riziko (hodnoty rizika)
	celková [km <sup>2</sup> ]	nezalesnená [%]		
Hornád pod Brusníkom	445	51	Spišská Nová Ves	mierne (19)
Hornád nad Hnilcom	526	62	Kolinovce	mierne (18)
Hornád – Kysak	396	43	Trebejov	prijateľné (10)
Hornád nad Olšavou	465	77	Ždaňa	neprijateľné (48)

vanej a poľnohospodársky využívanéj plochy (obr. 2 a 3) v porovnaní s ostatnými čiastkovými povodiami, nachádzajú sa tu aj závažné bodové zdroje znečistenia. V ostatných čiastkových povodiach toku Hornád sú podľa zvolenej metodiky riziká znečistenia vody mierne alebo prijateľné.

*Príspevok bol spracovaný s podporou projektu VEGA č. 1/0613/08 a KEGA č. 3/4109/06.*

#### Literatúra

Bendíková, M.: Environmentálne riziká v podmienkach vybraných vodných tokov Východného Slovenska. Dizertačná práca, Košice: TU SvF, 2003.

Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 22. októbra 1998 č. 623/98-2 na postup hodnotenia a riadenia rizík.

Nariadenie vlády SR č. 296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitých vôd.

STN 75 7221 Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd.

Zeleňáková, M.: Špecifikácia najvýznamnejších stresorov v povodí. In: Zborník prednášok z VIII. vedeckej konferencie SvF TU v Košiciach. Košice: TU, SvF, 2007, s. 299 – 304.

**Ing. Martina Zeleňáková, PhD., Katedra materiálového a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach, Vysokoškolská 4, 040 01 Košice, [martina.zelenakova@tuke.sk](mailto:martina.zelenakova@tuke.sk)**

4. Vyústenie čistených odpadových vôd z verejnej kanalizácie v Košiciach do Hornádu. Foto: M. Zeleňáková

