

Hodnotenie zdrojov znečistenia pre ochranu vodných zdrojov a stanovenie ochranných pásiem

*RNDr. Miroslav Holubec, CSc, Mgr. Katarína Slivková,
Ing. Pavol Kútnik, Mgr. Marian Kollár*
Výskumný ústav vodného hospodárstva Bratislava, Slovensko

Úvod

Vyhláškou MŽP SR číslo 398/2002 o podrobnostiach určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov a o opatreniach na ochranu vôd sa mení prístup k tejto problematike v SR, ktorého hlavnou rysou je integrovaný prístup k ochrane vody. Tento prístup je v súlade s hlavným dokumentom pre vodu, ktorým je Rámcová smernica o vode a vodnej politike 2000/60/ES a ktorá sa dotýka aj subjektov, ktoré hospodársky využívajú vodné zdroje.

Z hlavných cieľov tejto vyhlášky treba vyzdvihnúť potrebu podstatne hlbšieho poznania parametrov a zákonitostí vodárenského zdroja, súvisiacich prírodných pomerov antropogénnych vplyvov a ich podrobnejšie dokumentovanie pre žiadosť o určenie nových, prípadne prehodnotenie už určených ochranných pásiem.

Analýzy potenciálnych dopadov z antropogénnych aktivít je nevyhnutné konfrontovať s výsledkami monitorovania kvality vôd, ktoré je v konečnom štádiu rozhodujúce pre optimalizáciu návrhu ich ochrany. Musí byť preto vykonávaný v dostatočnom predstihu a rozsahu.

V tomto príspevku sa budeme zaoberať predovšetkým aspektom hodnotenia antropogénnych vplyvov na kvalitu podzemných vôd, ako zdroja pitných vôd, metodickým postupom, vyvinutým na VÚVH Bratislava (Holubec a kol., 2002)

Antropogénne vplyvy

Proces prestupu znečistenia od povrchu terénu po hladinu podzemnej vody cez horninové prostredie je ovplyvňovaný množstvom rozličných fyzikálno-chemických zákonitostí (transportných, migračných, sorpčných). Z tohto dôvodu pre podzemné vody je často veľmi obtiažne určiť vplyv jednotlivých znečisťovateľov, ako aj rozsah a mieru vplyvu tohto znečistenia, vyjadrenú kvantitatívnu a kvalitatívnu bilanciou. Pri podzemných vodách preto hovoríme o potenciálnych vplyvoch znečistenia podzemných vôd. V rámci kategórie znečistenia pre podzemné vody rozlišujeme:

- Bodové zdroje znečistenia - znečistenie z priemyslu, skládky, vypúšťané odpadové vody, netesné nádrže, kontaminované lokality atď.
- Difúzne (plošné) zdroje znečistenia - znečistenie z aglomerácií, domácností, trativody, žumpy, záhrady, drobnochovateľstvo, netesná kanalizácia, z poľnohospodárstva – živočíšna výroba, rastlinná výroba (aplikovanie pesticídov, hnojív...)

Veľa významných zdrojov podzemných vôd sa nachádza v nížinných oblastiach v alúviách riek, kde je súčasne situovaný priemysel, osídlenia, dopravné systémy, poľnohospodárska činnosť, ktorými sú vodné zdroje ohrozené. Zdroj znečistenia situovaný v takýchto alúviách riek predstavuje často vysoké potenciálne riziko kontaminácie podzemných vôd. Horninové prostredie je najčastejšie tvorené dobre priepustnými štrkami a štrkopieskami a hladina podzemnej vody sa nachádza len pár metrov pod terénom. V takomto prostredí prienik znečistenia do podzemných vôd je relatívne rýchly a ich ohrozenie vysoké.

Vodné zdroje situované v horských oblastiach sa väčšinou nachádzajú v puklinových a krasových oblastiach, ktoré sú síce menej zaťažované hospodárskymi aktivitami, ale ochranný účinok horninového prostredia je menší a riziko prieniku kontaminantov väčšie. Podzemná voda v hlbších geologických horizontoch sa nachádza vo väčších hĺbkach a z toho dôvodu ich zraniteľnosť antropogénnymi vplyvmi je menšia a zdroje znečistenia predstavujú nízke potenciálne riziko pre tieto podzemné vody.

Hodnotenie potenciálneho rizika bodových zdrojov znečistenia

Jednou z úloh posúdenia antropogénnych vplyvov z bodových zdrojov znečistenia je ich identifikácia. Pre objektivizáciu potenciálnych dopadov sme použili nástroje rizikových analýz, ktorá zahŕňa (Kollár a kol., 2004):

- spracovanie údajov o zdrojoch znečistenia a ich uloženie do databázového systému
- spracovanie máp zraniteľnosti a ohrozenia podzemných vôd v prostredí GIS
- identifikácia aktivít a látok škodlivých vodám v zdrojoch znečistenia
- spracovanie mapy kvality podzemných vôd
- analýza potenciálnych rizík z jednotlivých zdrojov znečistenia, prípadne ich zhodnotenie, ak si monitorované
- návrh preventívnych opatrení, v prípade aktuálnosti rizík ohrozenia kvality vody vo VZ, návrh technických riešení opatrení na ich ochranu

Na spracovanie údajov o bodových zdrojoch znečistenia sme použili databázový systém GeoEnviron, ktorý bol vyvinutý pre identifikáciu, lokalizáciu, charakterizáciu všetkých potenciálnych zdrojov znečistenia a na výpočet rizika pre každý zdroj.

Identifikácia zdrojov znečistenia v riešenej oblasti pozostávala z fyzického zberu informácií priamo v teréne (osobná návšteva každého zdroja - lokality), ako aj výberu relevantných údajov o ďalších zdrojoch znečistenia spracovaných v iných databázových systémoch, alebo inštitúciách (SIŽP, SVP š.p., VaK, Geofond a pod.). Identifikácia zdroja znečistenia spočíva v sumarizácii všetkých dostupných informácií a dát, zaradení do územno-technickej jednotky (napr. adresa, kraj, okres, obec, kataster), využívania lokality (súčasná, plánovaná), aktivity (sklad, skládka, priemyselný podnik, čerpacia stanica pohonných hmôt atď.) a kontaminantov nachádzajúcich sa v danej lokalite (chemické zloženie, vlastnosti).

Systém na výpočet rizika každého zdroja používa pomocné mapy (mapu kvality a zraniteľnosti podzemných vôd) a hodnotiace algoritmy vychádzajúce z vlastností kontaminantov. Výpočet rizika pre podzemnú vodu vo vzťahu ku konkrétnej lokalite sa zakladá na sčítavaní čiastkových skóre. Výsledky vypočítaného rizikového skóre sú prezentované ako bodová mapa významných antropogénnych vplyvov s veľkosťou potenciálneho rizika znečistenia podzemných vôd sú ukázané na obrázku č.1 .

Plošné zdroje znečistenia

Plošné zdroje znečistenia vstupujú do vodných systémov difúznym spôsobom, predovšetkým v závislosti od meteorologických podmienok, pričom rozsah znečistenia je závislý aj na geografických a geologických podmienkach územia, je teda premenlivý v čase a môže byť na rôznych plochách rozdielny. Ako hlavné plošné zdroje sme riešili potenciálne ohrozenie podzemných vôd pesticídmi a priemyselnými hnojivami. Metodika hodnotenia rizika vyplývajúceho z aplikovaných pesticídov bola nasledovná (Kútnik, Holubec 2004):

- spracovanie údajov o spotrebe (množstvo aplikovaných) pesticídov
- prepočet na spotrebu účinných látok na základe ich obsahu
- prepočet spotreby účinných látok na plochu poľnohospodárskej pôdy

- sumarizácia dát o transportných a transformačných vlastnostiach pesticídov (K_{OC} , DT50)
- výpočet GUS koeficientu (groundwater ubiquity score) každého pesticídu
- pridelenie skóre na základe aplikovaného množstva

Po spracovaní údajov sme vytvorili databázu cca 400 účinných látok, medzi ktorými boli aj pomocné látky a látky anorganické. Približne k 200 účinným látkam sme priradili hodnoty K_{OC} a DT50. Koeficient GUS bol vypočítaný podľa vzťahu (Pesticide risk indicators...):

$$GUS = \log(DT50_{\text{earth}}) \times (4 - \log(K_{OC}))$$

GUS výsledok sa interpretuje nasledovne:

GUS > 2.8 vysoký potenciál ohrozenia
 GUS 1.8 - 2.8 stredný potenciál ohrozenia
 GUS < 1.8 nízky potenciál ohrozenia

Následne na základe skórovacieho systému, v ktorom je implementovaný výsledok GUS a množstvo aplikovanej účinnej látky, sme určili rizikové skóre každého pesticídu (tab.1).

Tab.1: Skórovací systém na pridelenie rizikového skóre pre jednotlivé pesticídy

GUS	Množstvo aplikovaného pesticídu (účinnnej zložky – a _i)			
	<100 g a _i /ha	100-1000 g a _i /ha	1000-2000 g a _i /ha	>2000 g a _i /ha
<1,8	0	0	0	0
1,8-2,8	1,25	1,5	1,75	2
>2,8	2,5	3	3,5	4

Sumarizáciou skóre jednotlivých pesticídov sme určili skóre za okres a následne za útvar. Na určenie stupňa zraniteľnosti podzemných vôd (kompilácia informácií o hrúbke a vlastnostiach pôdy, nenasýtenej zóny, ako aj hĺbke a rozkve hladiny podzemných vôd) v jednotlivých útvaroch sme použili mapu zraniteľnosti.

Hodnotenia rizika vyplývajúceho z aplikovaných hnojív

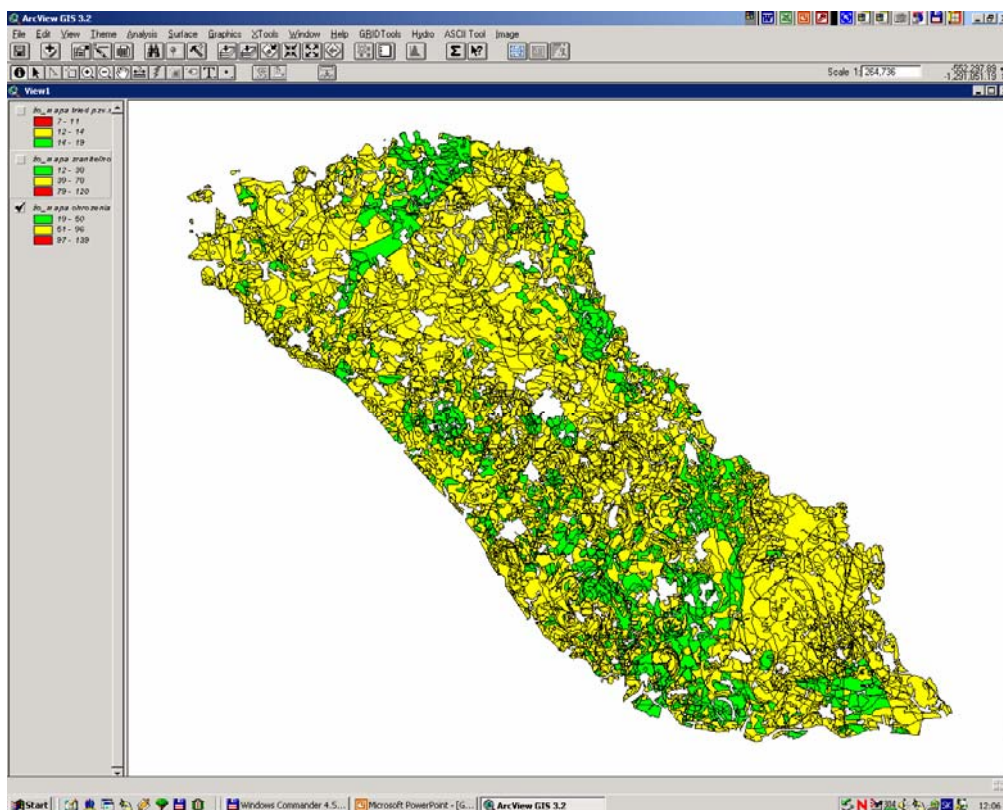
Táto časť posúdenia antropogénnych vplyvov zahrňovala:

- spracovanie údajov o spotrebe (množstvo aplikovaných) hnojív (dusík)
- prepočet na plochu poľnohospodárskej pôdy (kg N/ha.rok)
- pridelenie skóre na základe hraničných hodnôt množstva aplikovaných v zraniteľných územiach a stupňa zraniteľnosti

Podobne sme postupovali aj pri hodnotení rizika hnojív, zvlášť pre množstvo dusíka, fosforu a draslíka, ako aj množstve produkovaných organických hnojív, pričom údaje o produkovaných organických hnojív sme prepočítali na produkciu znečistenia 1 EO a následne na produkovaný dusík.

Sumarizovaním všetkých dát týkajúcich sa aplikácie celkového dusíka (anorganický, organický) sme získali údaj o celkovom dusíku (kg N/ha.rok) aplikovanom na pôdu. Hraničné hodnoty množstva aplikovaného dusíka v rôznych oblastiach zraniteľnosti do skórovacieho systému sme prevzali z Vyhlášky MP SR 395/2004, ktorou sa ustanovuje program poľnohospodárskych činností vo vyhlásených zraniteľných oblastiach.

Výsledkom takejto analýzy plošných zdrojov znečistenia je mapa ohrozenia kvality podzemnej vody ukázaná na obr. 2.



Analýza údajov z monitorovania kvality vôd

Ako sme už uviedli, pre konečný návrh optimálneho rozsahu ochranných pásiem vodných zdrojov sú rozhodujúce údaje z monitorovania kvality vôd v lokalite a jej širšom okolí. Pritom je potrebné hodnotiť nielen súčasný stav, ale aj existujúce trendy v ich vývoji a procesy formovania kvality vody vo vodnom zdroji. Pre posúdenie možností zmien kvality podzemnej vody boli realizované nasledovné práce (Slivková, Holubec 2004):

- zozbieranie údajov o kvalite vody v širšom okolí vodného zdroja
- zozbieranie výsledkov monitoringu a údajov o kvalite čerpanej vody z vodného zdroja
- analýza údajov, spracovanie trendov a mapových výstupov

V monitorovaných pozorovacích objektoch sme hodnotili 9 nasledovných ukazovateľov kvality vody: špecifickú vodivosť, CHSK Mn, dusičnany, dusitany, amónne ióny, sírany, železo, mangán a NEL, ktoré sme vyhodnocovali v súlade s vyhláškou MZ SR č. 29/2002 Z.z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.

V prípade ak priemerná hodnota aspoň jedného pozorovaného ukazovateľa v rámci hodnoteného územia vodného zdroja je vyššia ako limitný ukazovateľ kvality pre pitné vody, je zdroj hodnotený ako rizikový s potrebou úpravy vody.

Pri úvahách o možnosti využitia vodného zdroja je tiež nutné uvažovať s dlhodobým časovým vývojom stavu kvality vody. Preto sme analyzovali desaťročné rady údajov ukazovateľov kvality a výsledky o kvalite vody v jednotlivých monitorovaných objektoch boli spracované vo forme trendov, prezentovaných vo forme mapových výstupov (obr. 3.). Vodný zdroj nie je hodnotený ako rizikový, ak priemerné hodnoty všetkých šiestich ukazovateľov kvality vody neprekračujú limitné hodnoty

ukazovateľov pre pitné účely a zároveň trendová analýza nebude vykazovať významný stúpajúci trend s možným presiahnutím limitnej hodnoty ani u jedného ukazovateľa. Na základe trendových analýz je možné predpovedať kvalitatívny stav vody vo vodnom zdroji a taktiež uvážiť či pôvodne nerizikový vodný zdroj nie je potrebné prehodnotiť ako rizikový. V prípade, že je dokázaný významný stúpajúci trend a limitná hodnota ukazovateľa bude do 10 rokov prekročená hodnotíme vodný zdroj ako rizikový.

Záver

Pri analýze podmienok modelového vodného zdroja sme zistili, že súčasná kvalita vody v danej oblasti vodného zdroja vyhovuje požiadavkám na pitné vody, medzné hodnoty pozorovaných ukazovateľov neboli prekročené. Limitným hodnotám pre pitné vody nevyhovujú z hľadiska obsahu mangánu a hodnôt železa monitorovacie objekty mimo depresného kužela. Prípadné stúpajúce trendy dusičnanov, amónnych iónov a NEL sú pravdepodobne zapríčinené únikmi a infiltráciou látok z hospodárstiev a hnojísk, prípadne zo skládok, nakoľko oblasť sa nachádza mimo priemyselne využívaných zón. Dominuje poľnohospodárska činnosť a z toho dôvodu je nevyhnutné hlavný dôraz klásť na ochranu vody pred plošnými zdrojmi znečistenia z tejto antropogénnej činnosti. Možné prekročenie medzných hodnôt daných ukazovateľov na vodnom zdroji sa neočakáva.

Zdokumentovaním a zhodnotením potenciálneho rizika možných bodových zdrojov znečistenia sme zistili, že existujúce zdroje predstavujú priemerné riziko pre kvalitu podzemnej vody v riešenej oblasti. V nadväznosti na stanovenie rizík sme vykonali prioritizáciu zdrojov a navrhli systém opatrení súvisiacich s prevenciou vzniku reálneho rizika ohrozenia kvality podzemných a povrchových vôd.

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že najväčším potenciálnym rizikom pre kvalitu vody vodného zdroja sú bodové zdroje poľnohospodárskych podnikov a miestne neodkanalizované sídelné útvary. Je však potrebné venovať pozornosť aj ostatným zdrojom a dbať na dodržiavanie zásad ochrany kvality podzemných vôd.

Zoznam použitej literatúry:

- Holubec, M., Baranovičová, L., Slivková, K., Kútnik, P., 2003: Gabčíkovo – rozšírenie vodného zdroja. Záverečná výskumná práca, VÚVH Bratislava
- Kollár, M., Baranovičová, L., Holubec, M., 2004: Bodové zdroje znečistenia podzemných vôd a ich hodnotenie v rámci implementácie Rámcovej smernice o vodách. KAMA, Žilina. Aktuálne problémy ochrany vodárenských zdrojov, Rajecké Teplice, s. 90-96
- Kútnik, P., Holubec, M., 2004: Ohrozenie kvality podzemných vôd plošnými zdrojmi znečistenia. KAMA, Žilina. Aktuálne problémy ochrany vodárenských zdrojov, Rajecké Teplice, s. 90-96
- Slivková, K., Holubec, M., 2004: Analýza kvality vody využívaných podzemných vôd. KAMA, Žilina. Aktuálne problémy ochrany vodárenských zdrojov, Rajecké Teplice, s. 90-96

