VPLYV ANTROPOGÉNNYCH FAKTOROV NA KVALITU POVRCHOVEJ A PODZEMNEJ VODY V POVODÍ HORNEJ NITRY

INFLUENCE OF ANTROPOGENIC FACTORS TO THE QUALITY OF THE GROUNDWATER AND SURFACE WATER IN THE RIVER BASIN OF HORNÁ NITRA

Martin Výboch, Katarína Földešová

ABSTRACT

The area of Horná Nitra is markedly influenced by changes caused by antropogene activity. Natural condition determined this area for agricultural purposes, but the discovery of natural resources meant transformation to intensely industrial region with pollution of ground and surface water. The most polluted is the area along river Nitra from the village Koš, Nováky, Zemianske Kostoľany to the region of Čereňany. It`s possible that the pollution move on to other areas by the river (Földešová, 2002). This contribution is aimed to the evaluation of the most problematic hydrogeochemical indicators using the SHMÚ data and also evaluation of VÚVH samplings.

KEY WORDS

hydrogeochemistry, pollution, surface water, groundwater

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

hydrogeochémia, znečistenie, povrchová voda, podzemná voda

ÚVOD

Územie Hornej Nitry je výrazne ovplyvnené zmenami vyvolanými antropogénnou činnosťou. Prírodné podmienky tejto oblasti predurčovali územie pre využitie na poľnohospodárske účely a objavom prírodných zdrojov (predovšetkým hnedého uhlia) podmienili jeho pretvorenie na silne industrializovanú krajinu, so silne znečistenou podzemnou i povrchovou vodou.

Výrazné znečistenie vôd sa prejavuje predovšetkým v centrálnej priemyselnej oblasti Novák medzi Prievidzou a Bystričanmi.

Antropogénne zdroje znečistenia v regióne majú svoje špecifiká:

- ťažba a spracovanie hnedého uhlia vrátane odpadu,
- chemická výroba vrátane skládok,
- poľnohospodárska výroba,
- sídelná záťaž, komunálna výroba, služby a na to nadväzujúce odpadové hospodárstvo.

Priemysel a energetika predstavujú kľúčové faktory znečistenia. Región Horná Nitra je jednou z oblastí najviac ohrozených škodlivými exhalátmi. Zdrojom sú elektrárne Nováky, Zemianske Kostoľany a Handlová. V týchto areáloch je pôda kontaminovaná arzénom z elektrárenského popolčeka. V okolí Novák a Handlovej tiež negatívne ovplyvňuje prostredie ťažba uhlia, a to vznikom banských háld a prepadávaním sa povrchu do starých banských štôlní.

Z ekologického hľadiska je najpostihnutejšia oblasť pozdĺž toku Nitry od obce Koš cez Nováky,

Mgr. Martin Výboch
Beňadická 11, 85106 Bratislava, morrison@post. sk
Mgr. Katarína Földešová
Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava

Zemianske Kostoľany až po hranice regiónu pri obci Čereňany. Dá sa predpokladať, že znečistenie pokračuje aj po toku ďalej (Földešová, 2002).

Príspevok sme zamerali na hodnotenie hydrogeochemicky najproblémovejších ukazovateľov s využitím údajov SHMÚ, ako aj údajov vlastných odberov analyzovaných v rámci VÚVH.

PRÍRODNÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Podľa Atlasu Slovenskej republiky (1980) patrí záujmové územie a jeho širšie okolie do oblasti Fatro – tatranského celku Hornonitrianska kotlina, do jej oddielu Prievidzká kotlina. Prievidzká kotlina je krajinný podcelok nachádzajúci sa v strednej a severnej časti Hornonitrianskej kotliny. Na východe ju ohraničuje pohorie Žiar, Handlovská kotlina a Vtáčnik, na juhu Oslianska kotlina, na západe Rudnianska kotlina a Strážovské vrchy, na severe Malá Fatra. Prievidzská kotlina je s výnimkou neveľkých enkláv odlesnená a premenená na polia a trávnaté plochy (Maheľ, 1962).

V eróznotektonickej depresii boli rozlíšené dva stupne. Vyšší stupeň s mierne zvlneným pahorkatinným reliéfom lemuje úpätia obmedzujúcich pohorí a nižší rovinný stupeň pozdĺž rieky Nitra, ktorý v oblasti Novák dosahuje šírku okolo 2 km. V priemyselnej zóne je súčasný reliéf výsledkom výraznej antropogénnej činnosti. Jeho nadmorská výška sa v okolí jám pohybuje okolo 233 m n. m.

Údolná niva rieky Nitry patrí do klimatickej oblasti teplej, okrsku teplého, mierne vlhkého s miernou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu tu dosahuje 8,5 °C a priemerný ročný úhrn zrážok 697 mm. Najnižšie priemerné teploty vzduchu sú charakteristické pre mesiac január a najvyššie sa vyskytujú v júli a auguste. Zrážkové maximá pripadajú na júl a jún a najmenšie sú typické pre prvý kvartál roku.

Snehová pokrývka dosahuje maximum 28 cm a jej trvanie je 100-120 dní. Hodnoty výparu z pôdy sa pohybujú okolo 520 mm, pričom priemerná hodnota potencionálneho výparu dosahuje 719 mm, čo predstavuje priemerný klimatický ukazovateľ zavlaženia 22 mm. Tento nedostatok vlahy je výrazný hlavne v teplom polroku, mesiace apríl – september, kedy je jeho priemerná hodnota okolo 200 mm.

Hodnotené územie je odvodňované riekou Nitra, ktorej systém meandrov v širšom okolí závodu v Novákoch je upravený. Povrchové vody z areálu závodu sú odvádzané kanalizáciou a plytkopodpovrchový odtok upraveným tokom.

Rieka Nitra má dažďovo-snehový režim odtoku. V období december-február dochádza v jej povodí k akumulácii zrážok a v mesiacoch marec-apríl k ich intenzívnemu odtoku. Najvyššie prietoky sú typické pre marec, menej sa vyskytujú v apríli a ojedinele aj vo februári. Najnižší odtok vôd z povodia je charakteristický pre mesiac september.

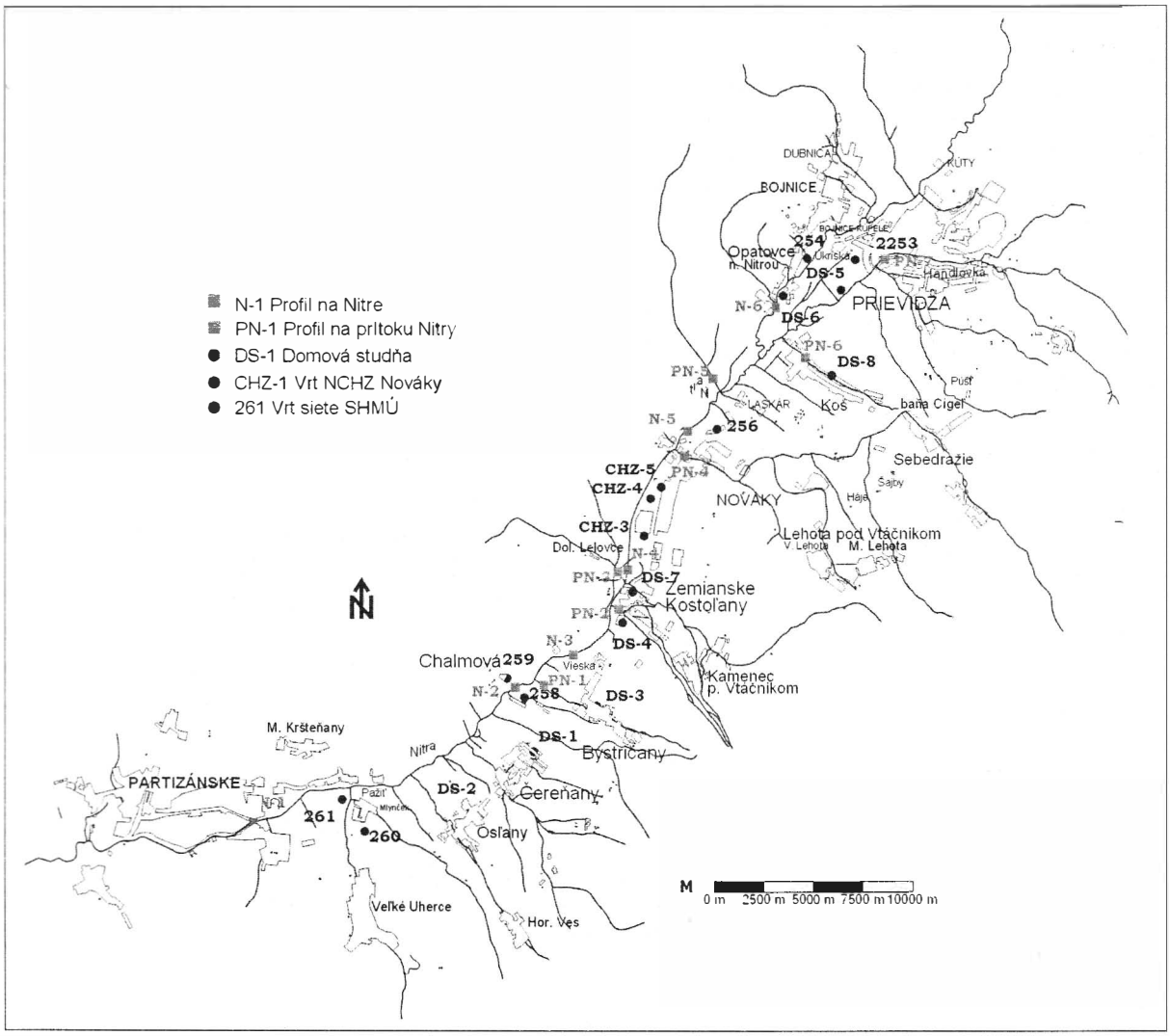
V predmetnom území rozlišujeme tieto hydrogeologické celky (Maheľ, 1962):

- ***Hydrogeologický celok tvorený bazálnou transgresívnou litofáciou paleogénu***, pozostávajúcou hlavne z dolomitických brekcií a zlepencov a triasových vápencov a dolomitov. Komplex je charakterizovaný puklinovo-medzizrnovou a puklinovo-krasovou priepustnosťou s vysoko napätou hladinou.
- ***Hydrogeologický celok tvorený tzv. šlírovou fáciou.*** Tento komplex je ako celok relatívne nepriepustný. Zvodnené sú len vložky a polohy brekcií, poprípade i vložky pieskov. Pieskovce a brekcie majú medzizrnovo-puklinovú priepustnosť. Celok obsahuje artézsku podzemnú vodu s negatívnou i pozitívnou úrovňou.
- ***Hydrogeologický celok tvorený podložnými tufitmi.*** Ide o komplex striedajúcich sa piesčitých tufitov, tufitických pieskovcov s vložkami hrubozrnných zlepencov a tufitických ílov. Priepustnosť hornín je medzizrnová a puklinová. Časté striedanie priepustných a nepriepustných polôh podmieňuje vznik podhorizontov, vzájomne prepojených systémom puklín a zlomov. Z tohoto hydrogeologického celku sú podložné prítoky do baní.
- ***Hydrogeologický celok tvorený uhoľným slojom,*** je ako celok nepriepustný. Cirkulácia vôd je možná iba po zlomoch resp. puklinách, pokiaľ tieto nie sú utesnené. Banské diela v ňom razené pôsobia ako drén podzemných vôd nadložných a podložných hornín.
- ***Hydrogeologický celok tvoriaci nadložné íly nad uhoľným slojom.*** Íly sú nepriepustné a zamedzujú prietoku do banských diel v priamom nadloží uhoľného sloja.
- ***Hydrogeologický celok tvorený sarmat-pliocénno-detriticko vulkanickou formáciou a kvartérnymi sedimentami.*** Kvartér tvoria piesčité štrky, miestami silne zahlinené. Sarmat-pliocénna-detricko-vulkanická formácia

je zložená zo štrkov, pieskov, ílov, tufov a tufozlepencov. Hrúbka kvartéru je do 20 m, sarmat-pliocénu v priemere 200-250 m. Z týchto hornín sú zvodnené štrky, piesky a pyroklastiká, bez vody sú íly a hliny. Priepustnosť zvodnených sedimentov je medzizrnová, u pyroklastík z časti puklinová. Tento celok je najvýznamnejším kolektorom podzemnej vody v záujmovom území. Vytvára rozsiahlu hydraulicky jednotnú nádrž podzemnej vody s voľnou hladinou, ktorá je v priamej spojitosti s hladinou vody v rieke Nitra. Kvartér s neogénom tvorí jednotný hydraulický celok, pretože medzi nimi nie je vyvinutá nepriepustná vrstva.

METODIKA HODNOTENIA

V rámci hodnotenia znečistenia sme sa sústredili na vybrané úseky rieky Nitra a podzemné vody (Obr. 1) jej aluviálnych náplavov v najužšej kontaktnej zóne s tokom. Na rieke Nitra to bol úsek od Prievidze po Partizánske s dôrazom na najproblematickejšiu oblasť od Novák po Chalmovú.



Obr. 1: Situácia objektov v hodnotenej oblasti
Fig. 1: General situation in evaluated area

Pri povrchovej vode sme mali k dispozícii analýzy z profilov SHMÚ:

N-6 Nitra-Opatovce (1993-1999), N-2 Nitra-Chalmová (1993-1999) (Obr.1).

Ďalším zdrojom informácií o kvalite povrchovej vody boli analýzy jednorazového odberu, ktorý sa uskutočnil v období od 6.8. do 8.8. 2000 na šiestich profiloch rieky Nitra a siedmich profiloch prítokov Nitry: N-1 Partizánske, N-2 Nitra Chalmová rkm 123,8, N-3 Nitra Zemianske Kostoľany rkm 126, N-4 Nitra pod NChZ Nováky rkm 129,7, N-5 Nitra VOZ Nováky rkm 134,3, N-6 Nitra Opatovce, PN-1 Bystrica, PN-2 Lazný potok, PN-3 Lelovský potok, PN-4 Lehotský potok, PN-5 Trebianka, PN-7 Handlovka, Prievidza (Obr.1).

Porovnaním výsledkov analýz SHMÚ, ako aj vlastných analýz povrchových vôd s normovými hodnotami (STN 75 7221) boli zaradené jednotlivé ukazovatele do I – V triedy kvality. Pri hodnotení údajov SHMÚ pre povrchové vody pre jednotlivé roky sme počítali charakteristické hodnoty (C_{90}) ukazovateľov, ako priemer troch najnepriaznivejších hodnôt ukazovateľov akosti (pravdepodobnosť neprekročenia tejto hodnoty leží obvykle medzi 85% až 90%) (STN 75 221). Je nutné podotknúť, že pre jednorazové odbery ide len o orientačné hodnotenie (Ženišová, Hyánková, 1997).

Pri hodnotení kvality podzemných vôd boli k dispozícii údaje z SHMÚ za roky 1990-1999 na vrtoch: 254 ZS Opatovce nad Nitrou, 256 ZS Nováky, 258 ZS Bystričany, 260 ZS Pažiť (Obr.1).

Ďalším zdrojom informácií o znečistení podzemnej vody bola analýza jednorazového odberu v rámci prác v teréne (Obr.1) na profiloch:

- CHZ-1 (objekt č.2) širokopriemerová studňa pri autobusovej stanici a hlavnej stanici
- CHZ-2 (objekt č.1) studňa pri plynovej zásobarni a nákladnej vrátnici,
- CHZ-3 (objekt č.5) pri olejových nádržiach s výrazným zápachom,
- CHZ-4 (objekt č.3) mimo areál závodu pri železničnej vlečke,
- CHZ-5 (SHMÚ 257) mimo areál závodu v poli pod retenčnou nádržou.
- Vrty SHMÚ: H-253 (novší 2253), H-256, H-258, H-259, H-260, H-261.
- Domové studne: DS-1 až DS-8.

Jednotlivé ukazovatele, či už údajov SHMÚ, resp. vlastných analýz boli porovnané s vyhláškou ministerstva zdravotníctva " Vyhláška o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody " Z.z. č. 29/2002. Pôvodne u nás používaná norma STN 75 7111 v pitných vodách (revidovaná 1. júla 1998) bola upravená v zmysle smernice EU 98/83 ES o kvalite pitnej vody.

IDENTIFIKÁCIA ZNEČISTENIA POVRCHOVEJ A PODZEMNEJ VODY

ZNEČISTENIE A KVALITA POVRCHOVÝCH VÔD (ÚDAJE SHMÚ)

Z údajov SHMÚ bolo sledované povodie Hornej Nitry za obdobie 1993-1999 na profile Nitra-Opatovce a profile Nitra-Chalmová. Tok rieky Nitra možno v zmysle STN 75 7221 hodnotiť ako silne až veľmi silne znečistený. Za roky 1993 až 1999 je preukázateľný nárast znečistenia v oblasti Novák a Zemianskych Kostolian (Tab.1).

Tab.1: Hodnotenie kvality povrchovej vody podľa STN 75 7221 (údaje SHMÚ)
Tab.1: The Evaluation of the surface water quality according to STN 75 7221 (SHMÚ data)

Ukazovateľ	Opat.	Chalm.	Opat.	Chalm.	Opat.	Chalm.	Opat.	Chalm.	Opat.	Chalm.	Opat.	Chalm.	Opat.	Chalm.
	1993	1993	1994	1994	1995	1995	1996	1996	1997	1997	1998	1998	1999	1999
A-Kyslíkový režim	III.	V.	II.	III.	II.	III.	III.	IV.	III.	IV.	IV.	IV.	III.	III.
BSK5 (mg/l)	7,07	15,93	4,63	7,77	4,27	6,4	5,27	12,17		10,27			6,5	9,1
ChSKMn (mg/l)		32,73												
ChSKCr (mg/l)				29,33	20	34	30,33	53,67	35		37,67	35,33		
B-Základný fyzikálno - chemický ukazovateľ	III.	IV.	II.	IV.	II.	V.	II.		III.	IV.	III.	V.	III.	V.
Reakcia vody			8,5	9,07	8,37		8,1							
Rozpustené látky (mg/l)		1072	312	810,67	422	1205,3	427,33	893,33		920	528	1362	516,33	1514,7
Merná vodivosť (mS/m)		122,6	45,9		47,27				42,53					
Celkový mangán (mg/l)	1,08													
Chloridy (mg/l)		304,87												

Ukazovateľ	Opat. 1993	Chalm. 1993	Opat. 1994	Chalm. 1994	Opat. 1995	Chalm. 1995	Opat. 1996	Chalm. 1996	Opat. 1997	Chalm. 1997	Opat. 1998	Chalm. 1998	Opat. 1999	Chalm. 1999
C-Nutrienty	III.	IV.	III.	IV.	III.	IV.	III.	IV.	III.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.
Amoniakalný dusík (mg/l)	0,66	2,53			0,94	2,13		2,67		2,47	3,91	2,21	1,94	1,88
Dusitanový dusík (mg/l)	0,081	0,24	0,07	0,18	0,045	0,2	0,056		0,056	0,14	0,216	0,2	0,168	0,17
Celkový fosfor (mg/l)	0,23	0,48	0,21		0,24			0,61		0,43	0,56		0,43	0,45
D-Biologické ukazovatele	III.	III.	III.	IV.	III.	IV.	III.	III.	III.	IV.	IV.	IV.	III.	IV.
SI-bios	2,8	2,7	2,43	3	2,33	3,03	2,47	2,8	2,5	3,1	3,03	3,27	2,53	3,03
E-Mikrobiologické ukazovat.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.	IV.	V.	V.	IV.	IV.
Koliformné baktérie (KTJ/ml)	636,67	273,33	186	443,33	198,67	166	113,33	856,67	113,33	390	2100	1333,3	210	516,67
Psychrofilné baktérie (KTJ/ml)	43300	25300		16100										
F-Mikropolutanty		V.		V.		V.		V.		V.		V.		V.
Arzén (µg/l)		657,97												109,9
Ortuť (µg/l)		24,17		2,93		2,52		5,63		4,27		2,28		3,25
Nepolárne extrahovateľné látky		0,66				0,56		0,4		0,32				0,7

Opat. – Opatovce
Chalm. – Chalmová

Na profile Nitra-Opatovce je *kyslíkový režim* v rokoch 1993, 1996 a 1997 v III. triede kvality. V rokoch 1994 a 1995 je ukazovateľom BSK_5 v II. triede kvality a pre rok 1995 je ďalším ukazovateľom spôsobujúci II. triedu kvality $ChSK_{Cr}$. V roku 1993 je *kyslíkový režim* v profile Nitra-Opatovce teda v III. triede kvality a to zvýšenou hodnotou BSK_5 (C_{90} = 7,07 mg/l). Na profile Nitra-Chalmová dochádza v roku 1993 k zhoršeniu kvality až na V. triedu zvýšením BSK_5, $ChSK_{Cr}$, čo preukazuje nárast organického znečistenia. V rokoch 1994 a 1995 je znečistenie na úseku Chalmová v III. triede, čo predstavuje k tým rokom nárast znečistenia oproti Opatovciam o jednu triedu. V roku 1996 je *kyslíkový režim* profilu Nitra-Opatovce do III. triedy kvality v dôsledku BSK_5 a $ChSK_{Cr}$. Na profile Nitra-Chalmová sledujeme nárast o jednu triedu kvality nárastom obidvoch hodnôt.

Napriek nárastu triedy kvality pre kyslíkový režim roku 1997 na profile Chalmová je vidieť pokles charakteristickej hodnoty (C_{90}) $ChSK_{Cr}$ z 35 mg/l (Nitra-Opatovce) na 32,67 mg/l (Nitra-Chalmová). V rokoch 1998 - 1999 je *kyslíkový režim* nezmenený pre obidva profily, pričom v roku 1998 patrí do IV. triedy kvality zvýšenou hodnotou $ChSK_{Cr}$ a pre rok 1999 je zadeľujúcim ukazovateľom do III. triedy kvality BSK_5.

V skupine *základných fyzikálno-chemických ukazovateľov* je pre rok 1993 na profile Nitra-Opatovce povrchová voda zaradená do III. triedy kvality vyšším obsahom celkového železa s C_{90} = 1,08 mg/l. V profile Chalmová je síce zreteľný nárast celkového železa, ale do IV. triedy kvality zaraďujú vodu rozpustené látky, merná vodivosť a chloridy. Stúpajúce koncentrácie rozpustených látok v profile Nitra-Chalmová aj pre ostatné hodnotené roky majú pôvod v odpadových vodách z Novák (najmä NCHZ) a Zemianskych Kostolian.

Pre rok 1994 je znečistenie Chalmovej oproti Opatovciam vyššie o dve triedy (Tab.1). Nárast je nielen u rozpustených látok ale do IV. triedy kvality spadá aj pH (C_{90} = 9,07). Rok 1995 profil Nitra-Chalmová zadeľuje do V. triedy kvality, čo predstavuje zhoršenie oproti Opatovciam o tri triedy. Hlavným znečisťovateľom sú rozpustené látky s C_{90} = 1205,33 mg/l. V rokoch 1996 a 1997 je podobne prekračujúcou hodnotou hodnota rozpustených látok zadeľujúcich profil Nitra-Chalmová do IV. triedy kvality a pre roky 1998-1999 V. triedy kvality.

V skupine *nutrientov* v mieste odberu Nitra-Opatovce pre roky 1993-1997, predovšetkým koncentrácie $N\text{-}NO_2$ spadajú do III. triedy kvality. V rámci rokov 1993 a 1995 sú ďalšími ukazovateľmi, ktoré patria do tejto triedy, $N\text{-}NH_4$ a celkový fosfor (P_{Celk}). V roku 1994 je prekračujúcou zložkou len P_{Celk}. V profile Nitra-Chalmová sú po všetky roky viditeľné nárasty nutrientov (Tab.1).

V rámci *biologických ukazovateľov* je pre Opatovce typická trieda III. spôsobená sapróbnym indexom biosestónu. V roku 1998 je v IV. triede kvality (C_{90} = 3,03). Na profile Nitra-Chalmová sa

tento biologický ukazovateľ pohyboval v rozmedzí 2,7-3,27 a v priebehu rokov 1993-1999 sapróbny index biosestónu zodpovedal III. a IV. triede kvality.

Z mikrobiologických parametrov boli na Nitre sledované koliformné a psychrofilné baktérie. Miesto odberu Nitra-Opatovce patrí počas celého sledovaného obdobia okrem roku 1998 do IV. triedy kvality. V roku 1998 zaraďujú koliformné baktérie vodu do V. triedy kvality s C_{90} = 2100 KTJ/ml. Pri profile Nitra-Chalmová koliformné baktérie zaraďujú rovnako ako v Opatovciach mikrobiologické parametre vodu do IV. a v roku 1998 do V. triedy kvality (Tab.1).

Mikropolutanty v profile Nitra-Opatovce neboli sledované, takže k dispozícii sme mali len hodnoty profilu Nitra-Chalmová. V období rokov 1993-1999 boli sledované anorganické a organické mikropolutanty. Profil Nitra-Chalmová bol po všetky roky zadelený do V. triedy kvality. Toto zatriedenie spôsobili z anorganických mikropolutantov predovšetkým vysoké koncentrácie Hg, pričom v roku 1993 bola hodnota C_{90} pre ortuť 24,17 µg/l (Hg pochádza z odpadových vôd NCHZ). Arzén, ktorý sa dostáva do toku banskými odpadovými vodami a odpadom z teplární a elektrární, dosahuje v profile Nitra - Chalmová vysoké hodnoty (III. až V. triedy kvality). Najvyššie hodnoty arzénu sú v rokoch 1993 (C_{90} = 657,97 µg/l) a 1999 (C_{90} = 109,9 µg/l). Z organických mikropolutantov sú problémové koncentrácie NEL zadeľujúce Nitru v úseku Chalmová v rokoch 1994 a 1998 do IV. triedy kvality, v ostatných rokoch do V. triedy kvality (Tab.1).

ZNEČISTENIE A KVALITA POVRCHOVÝCH VÔD (JEDNORAZOVÝ ODBER)

Na rieke Nitra sa v prejavilo najväčšie znečistenie na profile N-4 (Nitra pod NChZ Nováky rkm 129,7) a N-3 (Nitra Z. Kostoľany rkm 126) (Tab. 2).

Tab. 2: Hodnotenie kvality povrchovej vody podľa STN 75 7221 (jednorazový odber)
Tab. 2: The Evaluation of the surface water quality according to STN 75 7221 (unrepeated sampling)

	Kyslíkový režim			Základné fyzikálno-chemické ukazovatele					Nutrienty							Mikropolutanty							
Profil	$ChSK_{Mn}$ mg/l	TOC mg/l	Tr.	pH -	Vodivosť mS/m	Mn mg/l	Ca^{+2} mg/l	Cl^- mg/l	Tr.	N-NH_4 mg/l	N-NO_2 mg/l	N-NO_3 mg/l	P-PO_4 mg/l	Pcelk mg/l	Tr.	As µg/l	Hg mg/l	NEL IČ mg/l	NEL UV mg/l	1,2 DCB µg/l	1,3 DCB µg/l	1,4 DCB µg/l	Tr.
N-6 Nitra Opatovce	3,04	2,698	I.	8,07	46,4	-	70,1	-	II.	-	-	-	0,17	-	III.	-	-	0.02	-	-	-	-	I.
N-5 Nitra VOZ Nováky	11,04	7,043	III.	7,69	49,8	0,14	62,1	14,2	III.	1,93	0,47	3,46	0,49	-	V.	8,99	-	0.03	0.01	0.8	-	-	III.
N-4 Nitra pod NChZ	12,16	10,16	III.	6,96	119,4	0,17	184	284	IV.	2,29	0,18	-	0,3	-	IV.	5,38	-	0.04	0,5	1,3	37.7	0,5	V.
N-3 Nitra Z. Kostoľany	10	9,159	III.	7,47	112,7	0,16	173	262	IV.	2,13	0,17	-	0,35	0,693	IV.	14,3	0,0013	0,06	0,42	0.9	23,7	0,2	V.
N-2 Nitra Chalmová	13,92	7,1	III.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	-	IV.	-	-	-	-	-	-	-	-
N-1 Partizánske	9,6	5,682	II.	7,76	91,2	0,17	140	-	III.	1,273	0,24	1,54	0,205	-	IV.	-	0,00031	0,04	0,11	I	24,5	0,6	V.
PN-7 Handlovka	9,68	5,637	II.	8,07	52,3	0,16	61,1	13,8	III.	0,46	0,166	3,07	0,22	-	IV.	4,31	-	0,03	-	-	2	-	IV.
PN-6 Ciglianka	3,12	3,175	I.	8,09	44,7	-	56,1	9,9	II.	0,16	0.057	-	0,38	-	IV.	37,94	-	0.03	-	0.8	-	1,6	IV.
PN-5 Trebianka	3,76	4,946	I.	8,42	68,9	-	106	14,9	II.	0,233	0,037	-	0,13	0.187	III.	3,37	-	0,03	0,01	-	-	-	II.
PN-4 Lehotský potok	4,48	3,321	I.	8,39	62,2	-	68,1	11,3	II.	0,39	0,1	1,8	0,23	0,327	IV.	37,84	-	0.02	0,01	-	-	-	III.
PN-3 Lelovský potok	11,52	3,31	III.	8,47	54,4	0,19	81,2	5.7	III.	0,25	0.017	-	0.11	-	III.	9,88	-	0,04	0,02	-	-	-	II.
PN-2 Lazný potok	2.96	2,342	I.	8,02	15	-	20	-	II.	0,39	0,028	1,69	0,12	0,144	III.	2,23	-	-	0,02	-	-	-	I.
PN-1 Bystrica	2,84	2,035	I.	7,84	11,3	-	15	-	I.	0,41	0,039	1,87	0,07	0,121	III.	-	-	0,04	0,03	-	-	-	II.

V týchto profiloch vykazovali všetky sledované ukazovatele najčastejšie hodnoty prekračujúce IV. a V. triedu kvality podľa normy STN 75 7221. Z chemického rozboru je preukázateľný nárast znečistenia od horného profilu N-6 Nitra Opatovce až po N-1 Partizánske s najväčšou koncentráciou

znečistenia práve na profiloch N-4 a N-3. Zo *základných fyzikálno-chemických ukazovateľov* prekračujú IV. triedu kvality hodnoty mernej vodivosti. Najvyššia hodnota bola nameraná v profile N-4 (119,4 mS/m), pričom po profil N-1 Partizánske pravdepodobne vplyvom nariedenia jej hodnota poklesla do III. triedy kvality. Zaujímavým ukazovateľom je koncentrácia mangánu, ktorá vo všetkých analyzovaných profiloch spôsobila III. triedu kvality a tiež zaradenie dvoch prítokov rieky Nitra do III. triedy (PN-7 Handlovka a PN-4 Lehotský potok) (Tab. 2).

Pre *nutrienty* je typická IV. až V. trieda kvality, s najväčším znečistením N-5 (Nitra VOZ Nováky). Na profile N-5 spôsobuje V. triedu kvality N-NO_2 hodnotou 0,47 mg/l. Výrazným znečisťovateľom je ukazovateľ P-PO_4, ktorý okrem profilu N-6 (Nitra Opatovce), zadeľuje Nitru do IV. triedy kvality až po profil N-1 (Nitra Partizánske). Hodnota fosforečnanového fosforu zadeľuje do IV. triedy aj prítoky Nitry: Handlovka (spolu s N - NO_2), Ciglianka, Lehotský potok (Tab. 2).

V rámci *anorganických mikropolutantov* na rieke Nitra sa prejavilo najväčšie znečistenie ortuťou na profile N-3, kde hodnotou C_{90} = 0,0013 mg/l bola prekročená V. trieda kvality. V profile N-1 (Partizánske) sa znečistenie Hg natoľko neprejavuje, čo je vidieť na zlepšení kvality poklesom do III. triedy kvality (Tab. 2). Z anorganických mikropolutantov je tiež zaujímavý arzén, ktorý prekročil III. triedu kvality na prítokoch Nitry: potoku Ciglianka a Lehotskému potoku. Prítomnosť arzénu v týchto potokoch má pravdepodobne pôvod v banských vodách oblasti Handlovej, Prievidze, Nováky, kde sa ťaží hnedé uhlie a lignit.

Z organických mikropolutantov presiahli V. triedu kvality koncentrácie NEL_{UV} a koncentrácie 1,3 – dichlórbenzénu (1,3 DCB) v profiloch N-4 a N-3. Koncentrácia 1,3 DCB si zachovala V. triedu kvality aj v profile N-1 (Partizánske), kde hodnota NEL_{UV} klesla do IV. triedy kvality. Na prítoku PN-7 (Handlovka) bola nameraná hodnota 1,3 DCB v IV. triede kvality a na profile PN-6 (Ciglianka) bola v IV. triede kvality hodnota 1,4 – dichlórbenzénu (Tab. 2).

Analýza výsledkov jednorazového odberu, ktorý sa uskutočnil v dátumoch 6 a 8.8.2000, potvrdila vysoké znečistenie povrchového toku v NChZ Nováky a ENO Zemianských Kostoľanoch.

ZNEČISTENIE A KVALITA PODZEMNEJ VODY (ÚDAJE SHMÚ)

Podzemná voda bola sledovaná v rokoch 1990 až 1999 na štyroch vrtoch SHMÚ (Tab. 3).

Tab. 3: Podzemná voda – maximálne koncentrácie ukazovateľov prekračujúcich limitné hodnoty podľa vyhlášky MZ SR Z.z. č. 29/2002 (údaje SHMÚ)

Tab. 3: Ground water - highest concentrations of indicators overruning limit according to decree of MZ SR Z.z. č. 29/2002 (SHMÚ data)

Názov stanice	As µg/l	Dátum	NO_3^- mg/l	Dátum	NO_2^- mg/l	Dátum	Ni µg/l	Dátum	Pb µg/l	Dátum
25490 ZS Opatovce nad Nitrou	26	2.7.1998	-	-	-	-	33	12.10.1999	10	2.7.1998
25690 ZS Nováky	-	-	-	-	10,25	5.10.1992	-	-	-	-
25890 ZS Bystričany	-	-	81,6	26.4.1994	-	-	-	-	10,6	2.7.1998
26090 ZS Pažiť	-	-	113	27.4.1995	-	-	29,60	25.10.1993	11,1	2.7.1998
Názov stanice	**$NEL_{1č}$ mg/l**	**Dátum**	**NEL_{UV} mg/l**	**Dátum**	**O_2 %**	**Dátum**	**NH_4^+ mg/l**	**Dátum**	**Al mg/l**	**Dátum**
25490 ZS Opatovce nad Nitrou	0,13	30.9.1996	0,26	30.9.1996	0,909-23,5	1990-1999	0,51	10.4.1990	0,228	29.6.1993
25690 ZS Nováky	0,2	28.9.1994	0,18	30.9.1996	-	-	-	-	0,42	26.5.1992
25890 ZS Bystričany	0,08	30.9.1996	0,43	29.6.1993	37	18.6.1997	-	-	1,73	26.5.1992
26090 ZS Pažiť	0,91	18.6.1997	0,9	29.6.1993	-	-	1,07	5.6.1996	-	-
Názov stanice	**$ChSK_{Mn}$ mg/l**	**Dátum**	**Mn mg/l**	**Dátum**	**Fe_{Celk} mg/l**	**Dátum**				
25490 ZS Opatovce nad Nitrou	4	2.7.1998	0,14-1,56	1990-1999	0,52-30	1990-1999				
25690 ZS Nováky	5,2	5.10.1992	0,21	4.6.1996	2,25	5.10.1992				
25890 ZS Bystričany	3,2	27.9.1994	0,05	30.9.1996	1,66	26.5.1992				
26090 ZS Pažiť	3,3	27.9.1994	0,08	2.7.1998	0,76	6.10.1992				

Vrt-25490 sa nachádza medzi Bojnicami a Opatovcami n. Nitrou (Obr. 1). Pri porovnávaní medzných hodnôt podľa vyhlášky 29/2002 a nameraných hodnôt na vrte 25490 pre jednotlivé roky sme zistili, že v priebehu celého sledovaného obdobia sú prekračované hodnoty pre Mn (0,14

mg/l - 1,56 mg/l), Fe (0,52 mg/l - 30 mg/l). Často bola prekročená medzná hodnota $NEL_{IČ}$ z najvyššou hodnotou 0,13 mg/l a NEL_{UV} hodnotou 0,26 mg/l. Menej často $ChSK_{Mn}$, NH_4^+a Al (Tab.3). V rámci celého sledovaného obdobia je pre vrt 25490 v porovnaní s odporúčanou hodnotou a s ostatnými vrtmi charakteristické nízke nasýtenie kyslíkom (0,909 % - 23,5 %), čo spolu s vysokým obsahom železa a mangánu poukazuje na redukčné prostredie. Z ťažkých kovov bol limit prekročený v rokoch 1993 a 1999 pre Ni (33 µg/l), v roku 1998 bola limitná hodnota prekročená u As (26µg/l) a Pb (10 µg/l) (Tab.3).

Vrt-25690 sa nachádza nad Novákmi medzi potokom Treblianka a Lehotským potokom (Obr.1). Negatívny vplyv na podzemnú vodu môže mať oblasť okolo Koša, ktorá je charakteristická rozsiahlym poddolovaním. V tomto vrte sú najčastejšie prekročené podobne, ako na vrte 25490 ukazovatele Mn (max 0,21 mg/l) a Fe (max 2,25 mg/l). Ďalej sú to $NEL_{IČ}$ (0,2 mg/l), NEL_{UV} (0,18 mg/l). Menej častými ukazovateľmi prekračujúcimi limit Z.z. č. 29/2002 sú NO_2^-, Al a $ChSK_{Mn}$ (Tab.3).

Vrt-25890 sa nachádza v oblasti profilu Nitra-Chalmová (Obr. 1) pod hlavným zdrojom znečistenia (CHZ Nováky, ENO Zemianské Kostoľany). Počas rokov 1990 až 1999 boli najčastejšie prekročené limity NEL_{UV} (max 0,08 mg/l), $NEL_{IČ}$ (0,43 mg/l). Jedenkrát počas sledovaných rokov bol prekročený limit NO_3^-, $ChSK_{Mn}$, Mn, Fe, Pb a Al (s najvyššou hodnotou v rámci celej sledovanej oblasti 1,73 mg/l) (Tab.3).

Vrt-26090 sa nachádza južne od dediny Pažiť pred mestom Partizánske (Obr. 1). Zvýšené hodnoty prekračujúce limitnú hodnotu vykazujú najčastejšie ukazovatele NO_3^- (Tab.3), $NEL_{IČ}$, NEL_{UV}, Fe. V priebehu rokov bola 2-krát prekročená hodnota pre Ni, 1-krát hodnota Pb (11,1 µg/l), NH_4^+, $ChSK_{Mn}$ a Mn (Tab.3).

ZNEČISTENIE A KVALITA PODZEMNEJ VODY (JEDNORAZOVÝ ODBER)

Na Hornej Nitre bolo plošne najkoncentrovanejšie znečistenie zaznamenané v oblasti NCHZ Nováky (CHZ-3,4,5) (Tab. 4).

Tab. 4: Hodnotenie kvality podzemnej vody podľa vyhlášky MZ SR Z.z. č. 29/2002 (jednorazový odber)
Tab. 4: The Evaluation of the ground water quality according to decree of MZ SR Z.z. č. 29/2002 (unrepeated sampling)

Označenie vzorky	As	NO_2^-	NO_3^-	13_DCB	PCE	TCE	$CHCL_3$	NH_4^+	Mn	Fe_{Celk}	Vodivosť	Mg
	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mS/m	mg/l
DS-1	4,21	0,019	39,6	<0,1	0,6	<0,1	<0,5	0,122	<0,05	5,92	62,1	24,9
DS-2	<1	0,017	64,2	<0,1	2,6	0,5	<0,5	0,102	<0,05	0,11	75,2	28
DS-3	7,59	<0,01	41	6,9	6,7	9,9	1,1	0,061	<0,05	0,1	48,4	19,4
DS-4	10,58	0,021	49,4	<0,1	0,6	<0,1	<0,5	0,463	<0,05	0,37	62,7	24,3
DS-5	<1	0,902	24	<0,1	1,3	1,7	0,8	0,529	0,39	0,51	104,7	24,3
DS-6	<1	0,035	56,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	0,17	<0,05	0,29	110,6	31
DS-7	2,54	<0,01	165	<0,1	6,1	<0,1	<0,5	0,323	<0,05	0,12	111,6	30,4
DS-8	2,72	<0,01	32	<0,1	7,1	0,5	131,1	0,316	<0,05	0,26	89,2	28,8
H-2253	120,85	<0,01	<5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	1,37	1,86	25,38	90,3	24,9
H-256	3,17	<0,01	34,6	<0,1	4,1	26,9	103,6	0,166	0,16	1,35	77,8	24,3
H-258	1,7	<0,01	28,7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	0,089	<0,05	0,09	67,9	33,4
H-259	1,84	0,252	28,1	<0,1	27	<0,1	<0,5	0,371	0,69	2,12	88	54,7
H-260	3,52	<0,01	33,2	<0,1	2,8	<0,1	<0,5	0,063	<0,05	0,1	80,4	24,3
H-261	<1	0,09	19	<0,1	1,4	<0,1	<0,5	0,445	0,12	1,46	105,3	65,6
Vyhláška MZ SR Z.z. č. 29/2002	NMH 10	MH 0,1 NMH 3	MH 50	MH 0,3	NMH 10	NMH 10	MH 40	MH 0,5	MH 0,05	MH 0,2	IH 100	OH 10 až 30 MH 125
Označenie vzorky	As	Benzén	$NEL_{IČ}$	NEL_{UV}	Toulén	Chloridy	$CHSK_{Mn}$	NH_4^+	Mn	Fe_{Celk}		
	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
CHZ-1	<1	0,7	<0,02	<0,01	2,6	79,4	0,8	0,18	<0,05	0,06		
CHZ-2	16,02	<0,5	0,02	<0,01	1,4	13,1	2,32	0,16	<0,05	0,07		
CHZ-3	14,32	37847,2	45,1	2,93	162,2	291	15,2	5,92	1,64	2,57		
CHZ-4	4,76	33,8	0,06	0,19	19,1	213	2,56	0,96	1,24	17,83		
CHZ-5	7,15	100	0,06	0,02	1,1	52,5	2,64	0,85	3,23	3,42		
Vyhláška MZ SR Z.z. č. 29/2002	MNH 10	MHPR 1	MNH 0,05	MNH 0,05	MH 50	MH 100	MH 3	MH 0,5	MH 0,05	MH 0,2		

V týchto vrtoch bol prekročený limit pre pitnú vodu pre benzén a vo vrte CHZ-3 i pre toulén. Najvýraznejšie sa to prejavilo v objekte CHZ-3, kde hodnota 37847,2 µg/l pre benzén predstavuje viac než 10000-násobné prekročenie limitu.

Znečistenie ropnými látkami potvrdzuje aj prekročenie hodnoty pre $NEL_{IČ}$ a NEL_{UV}. Z iných organických látok sú to jednomocné fenoly, kde pri CHZ-3 je najvyššia medzná hodnota prekročená hodnotou 0,21 mg/l. Na území NCHZ neboli zaznamenané zvýšené obsahy chlórovaných uhľovodíkov v podzemnej vode. Z tejto skupiny organických látok bola zaznamenaná prítomnosť 1,3-dichlórbenzénu v podzemnej vode domovej studne DS-3 (Tab. 4), trichlóreténu vo vrte H-256 a chloroformu v domovej studni DS-8 a vo vrte H-256. Tetrachlóretén je prekročený vo vrte H-259 (Chalmová).

Zo stanovovaných ťažkých kovov bola prekročená hodnota limitu pre arzén (vrt H-2253, CHZ-2,3 a DS-4). Najvyššia hodnota arzénu bola nameraná vo vrte H-2253 (120,85 µg/l). V studni DS-5 a vo vrte H-259 bola prekročená medzná hodnota NO_2^-. Medzná hodnota bola pre dusičnany prekročená v domových studniach DS-2, DS-6 a DS-7 (Tab.4).

Z ukazovateľov, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu pitnej vody bola prekročená medzná hodnota NH_4^+ (CHZ-3,4,5, DS-5 a vrt H-2253), $CHSK_{Mn}$ (CHZ-3), Cl^- (CHZ-3,4), Mn (CHZ-3,4,5, v domovej studni DS-5 a u vrtov H-2253, H-256, H-259, H-261), $Fe_{Celk.}$ (CHZ-3,4,5, v domových studniach DS-1,4,5,6,8 a vo vrtoch H-2253, H-256, H-259 a H-261). Merná vodivosť prekračovala medznú hodnotu v domových studniach DS-5,6,7 a vo vrte H-261. V rámci látok, ktorých prítomnosť je v pitnej vode žiadúca, bola na studniach DS-6,7 a vrtoch H-258, H-259 a H-261 prekročená odporúčaná hodnota u horčíka. Najvyššia hodnota Mg bola nameraná vo vrte H-261, ale ani tá neprekročila medznú hodnotu stanovenú Ministerstvom zdravotníctva SR (Tab. 4).

Prieskumné práce v oblasti hornej Nitry preukázali vysoké znečistenie podzemných vôd. Toto znečistenie je preukázateľné nielen veľmi degradovanými fyzikálno-chemickými vlastnosťami vody, ale aj výrazným zápachom šíriacim sa zo studní a vrtov a tiež fázovými povlakmi na jej hladine.

ZÁVER

V rámci hodnoteného územia Prievidza – Partizánske môžeme z vyhodnotených výsledkov dokázať výrazný vplyv antropogénnych faktorov, ktoré negatívne pôsobia na kvalitu povrchových a podzemných vôd Hornej Nitry, s jadrom najväčšieho znečistenia práve v oblasti Novák a Zemianskych Kostolian. Z hodnotených profilov na rieke Nitra vidieť nárast znečistenia od Prievidze po Partizánske prakticky u všetkých ukazovateľov.

Terénne práce potvrdili vysoké organické znečistenie, znečistenie ropnými látkami, ako aj vysoké obsahy ťažkých kovov arzénu a ortuti, ktorých najvyššie hodnoty boli zaznamenané práve v citlivej oblasti Novák a Zemianských Kostolian. Ďalšími významnými znečisťujúcimi látkami sú chloridy, sírany a amónne ióny. Vysoké obsahy rozpustených látok, ktoré sa prejavujú predovšetkým v povrchovej vode v profile Nováky a Zemianske Kostoľany, majú pôvod v odpadových vodách tejto oblasti. Výrazné znečistenie podzemných vôd práve v lokalite NChZ Nováky a ENO Z. Kostoľany poukazuje na nedostatky riešenia ochrany vôd v tomto regióne.

V podzemných vodách majú výrazne zastúpenie mangán a železo. Terénne práce dokázali prakticky na celom území nadlimitné hodnoty železa (s najvyššími hodnotami v Novákoch a Prievidzi). Pri sledovaní údajov SHMÚ boli medzné hodnoty (Z.z. č. 29/2002) mangánu a železa prekročené pre celé sledované obdobie na vrte 25490 a často boli prekračované aj na vrte 25690. Toto znečistenie je môžeme pripísať banskej činnosti, ktorá je v tejto oblasti značne rozšírená. Podzemné vody v severnej časti majú redukčný charakter, čo potvrdzujú na vrte 254 aj nízke hodnoty nasýtenia kyslíkom.

Môžeme teda potvrdiť, že kvalita povrchových i podzemných vôd v Hornonitrianskom regióne je silne ovplyvnená ľudskou činnosťou. Napriek tomu, že znečistenie podzemných vôd nemá pôvod v povrchovom toku (Földešová, 2002), podzemná voda z vrtov SHMÚ, ChZN aj z odoberaných domových studní nevyhovuje v rôznych ukazovateľoch požiadavkám pre pitnú vodu.

LITERATÚRA

Földešová, K., 2002: Vplyv interakcií povrchových a podzemných vôd na ich kvalitu. Priebežná správa k oponentúre ČÚ 08 VÚVH, Bratislava.
Maheľ, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1: 200 000, Žilina. GÚDŠ, Bratislava.
Výboch, M., 2002: Vplyv antropogénnych faktorov na kvalitu podzemnej a povrchovej vody v povodí Hornej Nitry. Diplomová práca UK Prírodovedecká fakulta, Bratislava.
Ženišová, Z. – Hyánková, K., 1997: Hydrogeochémia – cvičenia. PRIF UK, Bratislava.
Fľaková, R. – Roháčiková, R. – Fendeková, M., 1997: Vplyv Poľnohospodárskej činnosti na obsahy dusičnanov vo vodách na príklade Ipľa. In: Zborník zo seminára Hydrogeochémia 97, Prírodovedecká fakulta UK Bratislava, s. 112-128.
Atlas SSR 1980.
STN 75 7221 Klasifikácia kvality povrchových vôd.
Vyhláška ministerstva zdravotníctva SR Z.z. č. 29/2002 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.

INFLUENCE OF ANTROPOGENIC FACTORS TO THE QUALITY OF THE GROUNDWATER AND SURFACE WATER IN THE RIVER BASIN OF HORNÁ NITRA

RESUME

Results of the classified area Prievidza - Partizánske demonstrate the intense influence of antropogene factors, that negatively affect to the quality of the ground and surface water of Upper Nitra with the centre of highest pollution in Zemianske Kostoľany. All the gained indicators demonstrate the rise of the pollution in the classified sections of the river Nitra.
The field-work results confirmed high organic pollution, pollution produced by nou polar substances and also high contents of heavy metals (Arsenic and Mercury). This contents (Fig 1) were noted in the sensitive region of Nováky and Zemianske Kostoľany (Tab 1, 2, 3, 4). The contents of chlorides and sulphates are the next significant indicators of pollution. High contents of dissolved substances were positive especially in the section of Nováky and Zemianske Kostoľany and have their origin in the effluents occurring in this area. Insufficient water protection in the region of NChZ Nováky and ENO Zemianske Kostoľany contributes much to the groundwater situation.
The contents of Manganese and Iron are strongly represented in the ground water. The field-work showed that the Iron contents exceed determined limit in the whole area (with the highest values found out in Nováky and Prievidza) (Tab 3, 4). According to SHMÚ entries, the marginal values (Z.z. č. 29/2002) of Manganese and Iron were overrun in the whole observed period in the bore No. 254 and also often in the bore No. 256 (Tab 3). This pollution has it`s origin in the mining - wide-spread activity in this region. The ground water in the northern part has reduction character. This fact is confirmed by the low values of oxygen saturation in the bore No. 254.
The quality of the ground and surface water in the region of Upper Nitra is strongly influenced by human activities. Even though the groundwater pollution is not the consequence of surface water pollution (Földešová, 2002), the ground water from the bores of SHMÚ, NChZ and also from the house wells is not up to demands for the drinking water in many indicators.

Recenzoval: Ing. A. Roháčiková