STOPOVÉ PRVKY V PODZEMNÝCH A POVRCHOVÝCH VODÁCH ŠTIAVNICKO-HODRUŠSKÉHO RUDNÉHO REVÍRU

THE TRACE ELEMENTS IN THE GROUND AND SURFACE WATERS IN ŠTIAVNICA-HODRUŠA MINERAL TERRITORY

Marek Hudáček, Peter Štefanka, David Krčmář

ABSTRACT

The aim of this article is to evaluate volume of the vestigial elements in ground and surface waters. We have sampled 718 surface water and 71 ground water samples. The samples were picked from rivers, wells, rabbets, drill holes and drilling with outflow, for metal geochemical prospection originally. In mentioned water, concentration of trace elements Pb, Zn, Cu, Ag, Ni, Co, As, Mo and sulphates was exceeded. The analyses were evaluated by Decree No. 51/2004 Z.z. of the Ministry of Health of Slovak Republic and Regulation No. 296/2005 Z.z. of the Government of Slovak Republic. 24 from 71 ground water samples satisfy Decree No. 151/2004 Z.z. and 485 from 718 satisfy Regulation No. 296/2005 Z.z. The contamination was caused by artificial factor.

KEYWORDS

surface waters, ground waters, metals, trace elements, Banska Stiavnica, mine waters, water quality

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

povrchové vody, podzemné vody, kovy, stopové prvky, Banská Štiavnica, banské vody, kvalita vôd

ÚVOD

Cieľom bolo zozbieranie a vyhodnotenie dostupných archívnych údajov o obsahu a distribúcii stopových prvkov v podzemných a povrchových vodách Štiavnicko-hodrušského rudného revíru, ich zhodnotenie a zistenie závislosti distribúcie sledovaných stopových prvkov vo vodách na geologicko-ložiskových a antropogénnych faktoroch. Ďalšou ambíciou bolo využiť dáta získané v rámci geochemickej prospekcie za účelom vyhľadávania zdrojov nerastných surovín, na zhodnotenie kvality podzemných a povrchových vôd a posúdiť ich ovplyvnenie antropogénnou činnosťou.

METODIKA SPRACOVANIA

Podkladom pre vypracovanie práce boli chemické analýzy podzemných a povrchových vôd z oblasti Štiavnicko-hodrušského rudného revíru, ktoré boli odoberané a analyzované v rámci úlohy Štiavnicko-hodrušský rudný obvod - okolie Cu, Pb, Zn, Au, Ag-VP (Kámen et al., 1993). Prehodnotením archívnych údajov sme získali 789 analýz vôd. Z toho 71 odberov podzemných vôd a 718 odberov povrchových vôd. Získané údaje boli systematicky spracované a zaradené do databázy, ktorá bola použitá ako základ informačnej vrstvy GIS-u spracovaného v Arc View. Základ geografickej vrstvy tvoril topografický podklad a zdigitalizovaná lokalizácia odberov. Ďalšiu informačno – geografickú skupinu vrstiev tvorila geologicko – ložisková mapa a mapa starých banských diel, slúžiaca na identifikáciu geologicko-ložiskových faktorov ovplyvňujúcich kvalitu podzemných a povrchových vôd.

Pre porovnanie obsahu stopových prvkov s medznou hodnotou a vzájomnú štandardizáciu vstupných bol použitý faktor kontaminácie

$$C_{fi} = \frac{C_{Ai}}{C_{Ni}} - 1 \cdot$$

Na celkové vyhodnotenie kvality podzemnej

Mgr. Marek Hudáček, PhD., RNDr. David Krčmář, PhD.
Katedra hydrogeológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, marek@presporok.sk, krcmar@fns.uniba.sk
Mgr. Peter Štefanka,
Terratest Žilina s r.o., Sasinkova 26, 010 01 Žilina, terratest@stonline.sk

a povrchovej vody podľa jednotlivých právnych noriem bol aplikovaný stupeň kontaminácie $C_d = \sum_{i=1}^{n} C_{fi}$.

V uvedených vzorcoch sú zadefinované pojmy:

C_{Ai} – analytická hodnota i-tej zložky,

C_{Ni} – normatívna hodnota i-tej zložky,

C_{fi} – faktor kontaminácie i-tej zložky,

C_d – stupeň kontaminácie vzorky,

podľa Geochemického atlasu Slovenskej Republiky (Rapant et al.,1996).

Databázu sme vytvorili tak, aby zobrazovala výsledky porovnania podzemných vôd s Vyhláškou MZ SR č. 151/2004 Z.z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody. Zhodnotenie kvality podzemných vôd uvádzame v tabuľke 1. Táto vyhláška bola zvolená z dôvodu chýbajúcej vhodnej legislatívy pre hodnotenie kvality podzemných vôd a Nariadenie vlády SR č. 296/ 2005 Z.z. je určené výslovne pre povrchové vody. Vyhláška MZ SR č. 151/2004 Z.z. môže byť na jednej strane prísnym kritériom, na druhej strane jej citlivé limity poukážu na kontamináciu podzemných vôd a zhodnotia prípadne individuálne zásobovanie pitnou vodou, ktoré je v oblasti dosť rozšírené. Problémom legislatívy pre banské vody sa bližšie zaoberajú A. Grmela a S. Cicmanová (2001).

Tab.1.: Zhodnotenie kvality podzemných vôd Štiavnicko-hodrušského rudného revíru
Tab.1.: Ground waters quality evaluate in Štiavnica-hodruša mineral territory

Zložka	Maximálna hodnota ($mg.l^{-1}$)	Priemerná hodnota ($mg.l^{-1}$)	Vyhláška MZ SR č. 151/2004 Z.z		
			Počet vyhov. vzoriek	Maximálna hodnota C_{fi}	Priemerná hodnotaC_{fi}
Pb	0,65	0,0154	61	64	0,5366
Zn	3,6	0,1577	70	0,2	-0,94742
Cu	0,089	0,0091	71	-0,911	-0,99089
Ag	0,002	0,0001	71	-0,96	-0,99831
Ni	0,01	0,011	71	-0,5	-0,94437
Co	0,063	0,0015	N	-	-
As	0,4	0,014	60	39	0,408451
Mo	0,03	0,0045	N	-	-
SO_4^{2-}	1459	103,21	67	4,836	0,0625

Povrchové vody sme porovnávali s:

- Nariadením vlády SR č. 296/ 2005 Z.z., príloha č.1. – Všeobecné požiadavky na kvalitu povrchovej vody,
- Nariadením vlády SR č. 296/ 2005 Z.z., príloha 3 časť B (4.2). – Metalurgia neželezných kovov,
- Nariadením vlády SR č. 296/ 2005 Z.z., príloha 3 časť A – Povrchové vody určené na odber vody pre pitnú vodu,
- Nariadením vlády SR č. 296/ 2005 Z.z. príloha 3 časť B (3.2) – Ťažba a spracovanie rúd.

Zhodnotenie kvality povrchových vôd uvádzame v tabuľke 2.

Zhodnotenie obsahu a pôvodu stopových prvkov v podzemných a povrchových vodách sme spracovali pomocou vytvorenia monoprvkových máp obsahu vybraných stopových prvkov, máp jednotlivých faktorov a stupňov kontaminácie vo vzťahu k použitým právnym normám v programe Arc View. Výsledné mapy boli analyzované vo vzťahu ku geologicko-ložiskovému podkladu, výtokom banských vôd a voči rozmiestneniu starých banských diel a háld.

POTENCIÁLNE ZDROJE ZNEČISTENIA PODZEMNÝCH A POVRCHOVÝCH VÔD ŠTIAVNICKO-HODRUŠSKÉHO RUDNÉHO REVÍRU

Najväčším zdrojom znečistenia povrchových a podzemných vôd, je veľké množstvo banských háld, v ktorých sú v rôznom množstve koncentrované polymetalické rudy s obsahom ťažkých kovov, prípadne iné prvky s negatívnym vplyvom. Atmosférickými vplyvmi dochádza k vylúhovaniu týchto háld a dochádza k ohrozeniu povrchovej aj podzemnej hydrosféry. Názorným príkladom je halda Šobov v správe podniku DINAS a.s. Banská Belá, kde sú uložené odpady ťaženého dinasového kremenca, ktorého vodné výluhy (extrémna kyslosť, ťažké kovy) poškodili a naďalej poškodzujú povrchové a podzemné vody.

Ďalším zdrojom sú odkaliská po banskej činnosti. V priestore Banskej Štiavnice a Hodruše - Hámre sa nachádzajú 4 povrchové a 1 podzemné odkalisko.

Povrchové odkaliská sú lokalizované: Odkalisko „Sedem žien“– medzi obcou Podhorie a Banskou Štiavnicou, Nové odkalisko východne od Hodruše-

Hámre, RB odkalisko v intraviláne obce Hodruša-Hámre a odkalisko Lintich juhovýchodne od Banskej Štiavnice smerom na Svätý Anton. Podzemné odkalisko sa nachádza v banských priestoroch žily Schöpfer (Hodruša-Hámre). Lokalizácia odkaliska v bývalých banských priestoroch sa ukázala ako nevhodná. V roku 1968 došlo k prevaleniu hrádze odkaliska, pričom vtedajšia prevažná časť úpravárenského odpadu unikla do Voznickej dedičnej štôlne, ktorá ústi do Hrona.

Tab. 2: Kvalita povrchových vôd
Tab. 2: Surface waters quality

Ukazovateľ	Maximálna hodnota ($mg.l^{-1}$)	Priemerná hodnota ($mg.l^{-1}$)	Nariadenie Vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha č.1			Nariadenie Vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha č.3 časť B (4.2)			Nariadenie Vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha č.3 časť A				Nariadenie Vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha č.3 časť B (3.2)		
			Počet vyhov. vzoriek	Maximálna hodnota C_f	Priemerná hodnota C_f	Počet vyhov. vzoriek	Maximálna Hodnota C_f	Priemerná hodnota C_f	Počet vzoriek v triede uprav A1	Počet vzoriek v triede uprav A2	Počet vzoriek v triede uprav A3	Počet vzoriek nevyhov.Nar. vlády.	Počet vyhov. vzoriek	Maximálna hodnota C_f	Priemerná hodnota C_f
Pb	0,81	0,012	639	39,5	-0,426	716	427	-0,971	585	104	-	29	716	0,62	-0,98
Zn	18	0,111	591	179	0,104	713	-0,5	-0,996	711	2	-	5	713	8	-0,95
Cu	0,87	0,012	642	42,5	-0,4	716	0,09	-0,985	655	-	-	23	717	-0,13	-0,99
Ag	0,02	0,04	716	2,8	-0,954	-	-	-	717	-	-	1	-	-	-
Ni	0,4	0,003	693	19	-0,849	-	-	-	693	17	5	3	-	-	-
Co	0,34	0,003	709	15,9	-0,868	-	-	-	709	-	-	9	-	-	-
As	42,8	0,075	654	1425,7	1,488	686	1,03	-0,253	612	54	29	23	714	84,6	-0,85
Mo	0,09	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO_4^{2-}	469	70,25	704	0,876	-0,72	-	-	-	704	-	-	14	-	-	-

Vysvetlivky:
Nariadenie vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha č.1, ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd. - Všeobecné požiadavky na kvalitu povrchovej vody.
Nariadenie vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha príloha 3 časť B., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd. - Metalurgia neželezných kovov
Nariadenie vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha príloha 3 časť B.(3.2), ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd. - Ťažba a spracovanie rúd.
Nariadenie vlády SR č. 296/2005 Z.z., príloha príloha 3 časť A, ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.- Povrchové vody určené na odber vody pre pitnú vodu
- - nariadenie vlády nestanovuje.
C_{fi} – faktor kontaminácie

Za jedny z hlavných komponentov znečistenia v tomto území môžeme považovať produkty z výrobných procesov výroby hliníka (ZSNP Žiar nad Hronom) a výroby ohňovzdorných tehál (DINAS a.s. Banská Belá) z energetických zariadení.

ZHODNOTENIE OBSAHU STOPOVÝCH PRVKOV V PODZEMNÝCH VODÁCH ŠTIAVNICKO-HODRUŠSKÉHO RUDNÉHO REVÍRU

Podzemné vody sme hodnotili podľa Vyhlášky MZ SR č.151 Z.z. (ďalej vyhláška) o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody. Parametre stanovené vyhláškou Štiavnicko-hodrušskom rudnom revíre nespĺňa celkovo 47 zo 71 stanovených vzoriek (v prípade síranov a molybdénu bolo stanovených 63 vzoriek). Vyhlášku prekračujú v najväčšom počte obsahy arzénu a to v jedenástich vzorkách, v desiatich vzorkách presahuje vyhlášku obsah olova, štyri vzorky presahujú s obsahom síranov a jedna presahuje vyhlášku v obsahu zinku. Obsahy medi, striebra a niklu nepresahujú vyhlášku ani v jednom prípade. Obsah molybdénu a kobaltu vyhláška nestanovuje.

Pb – hodnotených 71vzoriek. Maximálna nameraná hodnota 0,65 mg.l^{-1}. Medzná hodnota podľa vyhlášky je 0,01 mg.l^{-1}. Najvyššie koncentrácie olova v podzemných vodách sa nachádzajú severne od Banskej Štiavnice v oblasti Šobova až po Kalváriu (0,288 – 0,649 mg.l^{-1}). Cez toto územie prebieha niekoľko rudných žíl a územie je značne tektonicky porušené. Za zdroje znečistenia v tejto oblasti považujeme výtoky zo štôlní Anna – Joachim (0,009 mg.l^{-1}) a prameňa Svätý Ján (0,004 mg.l^{-1}). V blízkom okolí sa nachádzajú štôlne Hornung, Rafael, Städnischer, Lérinc a väčšie množstvo háld. Zvýšené koncentrácie olova sú sústredené aj severne od Hodruše-Hámre pri kóte Včelín, kde sa nachádza štôlňa Kaizer, odkiaľ sú dokumentované výtoky vody s obsahom Pb (0,004 mg.l^{-1}) a štôlňa Matiáš. Vyhláške MZ SR č. 151/2004 Z.z. nevyhovuje 10 vzoriek. Podľa hodnotenia faktoru kontaminácie olovom sú zvýšené obsahy olova v oblasti Hodruše-Hámre a v celej oblasti východne od Banského vrchu.

Zn – hodnotených 71 vzoriek Medzná hodnota podľa vyhlášky je 3,0 mg.l^{-1}. Zvýšené koncentrácie (0,802 – 3,599 mg.l^{-1}) sa vyskytujú v oblasti severne od Hodruše-Hámre pri kóte Včelín, kde sa aureola znečistenia šíri až do oblasti Hodrušského potoka. Územie je tvorené prevažne andezitmi, ich vulkanoklastikami a pieskovcami. Prebieha ním kalderový zlom a rudná žila Schöffer. Druhá oblasť sa nachádza v blízkosti nádrže Rozgrund, kde je štôlňa Gnáde Gottes, z ktorej sa predpokladá aj znečistenie vodnej nádrže (obsahy namerané 0,802 – 2,001mg.l^{-1}). Vyhláške MZ SR č. 151/2004 Z.z. nevyhovuje 1 vzorka, ktorá bola odobratá severozápadne od kóty Včelín v blízkosti štôlne Bonifác.

Cu – hodnotených 71 vzoriek Medzná hodnota podľa Vyhlášky MZ SR č. 151/2004 Z.z. je 1,0 mg.l^{-1}. Najvyššie koncentrácie (0,02 – 0,089 mg.l^{-1}) medi sa nachádzajá v oblasti medzi Šobovom a Studeným vrchom, kde je veľké množstvo banských diel, napr. štôlne Marcus, Dreieinigkeit, Hornung, Gabriel a ich haldy. Cez toto územie prebieha niekoľko rudných žíl Terézia, Bieber a Špitaler. Pod Studeným vrchom sa nachádza štôlna Anna – Joachim s obsahom Cu (0,023 mg.l^{-1}) a prameň Svätý Ján s obsahom Cu (0,002 mg.l^{-1}), takže kontaminácia podzemných vôd je pravdepodobne spojená so zrudnením v týchto objektoch. Územie je tvorené prevažne porfýrmi až granodioritovými porfýrmi. Nízke obsahy medi (0,02-0,04 mg.l^{-1}) sa nachádzajú skoro vo všetkých vzorkách východnej časti skúmaného územia. Druhou oblasťou so zvýšenou kontamináciou je sever od Hodruše-Hámre pri kóte Včelín, kde sa v blízkom okolí nachádza veľa banských diel. V tejto oblasti je zaznamenaný aj priebeh významných rudných žíl a významne sa prejavila aj tektonika zlomovými poruchami. Menšie aureoly medi sa nachádzajú v oblasti Bzenice (0,02 – 0,04 mg.l^{-1}) a jej okolí. V oblasti Vyhní a kóty Tmavá boli zistené tiež obsahy medi v nižších koncentráciách (do 0,03 mg.l^{-1}). Vyhlášku nepresahuje žiadna vzorka.

Ag – hodnotených 71 vzoriek. Medzná hodnota podľa Vyhlášky MZ SR č. 151/2004 Z.z. je 0,05 mg.l^{-1}. Zvýšené koncentrácie striebra vo vodách boli zistené v oblasti medzi kótami Šobov a Studený vrch (0,001 – 0,002 mg.l^{-1}). V tejto oblasti sa nachádzajú kremenné dioritové porfýry a andezity. Cez toto územie prebieha niekoľko rudných žíl Terézia, Bieber a Špitaler. Za zdroj znečistenia v tejto oblasti považujeme štôlňu Anna – Joachim, v ktorej boli zistené vody s obsahom Ag (0,005 mg.l^{-1}). V blízkom okolí sa nachádzajú štôlne Gnáde, Gottes, Dreinigkeit a väčšie množstvo háld a kutacích štôlní. Ďalšie zvýšené výskyty (do 0,001 mg.l^{-1}) sa nachádzajú v okolí kóty Trejbolc, pod Amáliinim vrchom a severne od kóty Včelín. Medznu hodnotu vyhlášky nepresahuje žiadna vzorka.

Ni – hodnotených 71 vzoriek.. Medzná hodnota podľa vyhlášky je 0,02 mg.l^{-1}. Zvýšené koncentrácie sa vyskytujú v oblasti Banskej Belej pri kóte Vtáčnik (0,004 – 0,01 mg.l^{-1}). Prostredie je tvorené prevažne andezitmi. Týmto územím prebieha Belianska dedičná štôlňa, v ktorej je dokumentovaný obsah Ni (0,002 mg.l^{-1}). V okolí sa nachádza veľké množstvo háld. Nižšie koncentrácie (do 0,003 mg.l^{-1}) sa vyskytujú v celej oblasti od Šobova, cez Podhorie a pokračujú až mimo záujmového územia. V celom území sa nachádza veľké množstvo háld a banských diel. Ďalšie zvýšené koncentrácie sa nachádzajú východne od Vyhní južne od Vyhnianskeho potoka (do 0,01 mg.l^{-1}). Horninové prostredie je tvorené prevažne dioritmi a andezitmi. V blízkosti sú zaznamenané aj priebehy rudných žíl

(Jakub, Hlavná, Anton, Ján) a kalderový zlom, ktorý pravdepodobne ovplyvnil zrudnenie v tejto oblasti. Ďalšia oblasť sa nachádza južne od kóty Včelín, kde je potenciálnym zdrojom zvýšených obsahov Ni Kaizer štôlňa s dokumentovaným obsahom Ni (0,002 mg.l^{-1}). Vyhlášku nepresahuje žiadna vzorka.

Co – hodnotených 71 vzoriek. Zvýšené koncentrácie Co (0,021 – 0,063 mg.l^{-1}) sa vyskytujú v oblasti kóty Šobov. Nachádzajú sa tu štôlne Hornung, Gabriel, Verklerung a viac objektov háld. Prostredie je tvorené dioritmi a kremennými dioritmi. Vyhláška MZ SR č.151/2004 Z.z. medznú hodnotu obsahu kobaltu nestanovuje.

As – hodnotených 71 vzoriek. Medzná hodnota podľa Vyhlášky MZ SR č. 151/2004 Z.z. je 0,01 mg.l^{-1}. Vysoké koncentrácie As (0,267 – 0,4 mg.l^{-1}) sa vyskytujú v podzemných vodách v blízkosti Banskej Belej. Najvyššie koncentrácie sú medzi kótami Vtáčnik a Háj, kde sa nachádza aj Belianska dedičná štôlňa s dokumentovaným obsahom As (0,001 mg.l^{-1}). Ďalšia oblasť s vysokými koncentráciami (do 0,4 mg.l^{-1}) arzénu sa nachádza v blízkosti štôlne Peter pri kóte Trstené južne od Hodruše-Hámre. V blízkosti tejto kóty prebieha aj Nová odvodňovacia štôlňa s dokumentovaným obsahom As (0,001 mg.l^{-1}). Táto oblasť je tvorená prevažne bridlicami a pieskovcami a prejavuje sa tu významné tektonické porušenie. Vyhláške nevyhovuje 11 vzoriek. Z hľadiska hodnotenia faktoru kontaminácie sa znečistenie nachádza juhozápadne od Hodruše-Hámre a v celej východnej oblasti, kde najväčšia kontaminácia vystupuje v oblasti Banskej Belej.

Mo – hodnotených 63 vzoriek. Maximálna nameraná hodnota 0,03 mg.l^{-1}. Zvýšené koncentrácie molybdénu (0,007 – 0,017 mg.l^{-1}) sa vyskytujú skoro vo všetkých stanovených vzorkách okrem vzoriek z centrálnej časti oblasti. Najvyššie koncentrácie sa nachádzajú v oblasti Štiavnických Baní a to na dvoch lokalitách. Prvou lokalitou je odber vzorky v blízkosti štôlní Ignác, Michal a Jachim (0,027 – 0,03 mg.l^{-1}), na ktorých sú vybudované záchytné studne. Prostredie je tvorené prevažne kremenno-dioritovým porfýrom, územím prebieha viacero zlomov. V blízkosti sa nachádza druhá oblasť pri kóte Šípová, kde sú štôlne Jozef, Varta a halda, ktorá je druhotne sanovaná vrtnou plošinou. Touto oblasťou prechádzajú rudné žily Bieber a Špitáler. V oblasti Sklených Teplíc sa nachádzajú podzemné vody s koncentráciami molybdénu (0,012 – 0,023 mg.l^{-1}). Vyhláška MZ SR č. 151/2004 Z.z. medznú hodnotu obsahu molybdénu nestanovuje.

Sírany – hodnotených 63 vzoriek. Medzná hodnota podľa Vyhlášky MZ SR č. 151/2004 Z.z. je 250 mg.l^{-1}. Najvyššie koncentrácie síranov (do 1459 mg.l^{-1}) sa nachádzajú na severnom okraji prieskumného územia severne od Pustého hradu – v okolí Lehôtky pod Brehmi. Tieto zvýšené obsahy sú pravdepodobne spôsobené haldou zo spracovania hliníka v Žiari nad Hronom. Ďalšie koncentrácie (250 – 810 mg.l^{-1}) sa nachádzajú západne od obci Repište medzi kótami Kamenná a Amáliin vrch, kde sa v blízkosti nachádzajú prekryté haldy. Vyhláške nevyhovujú 4 vzorky, z ktorých najvyšší faktor kontaminácie vykazujú vzorky z okolia Lehôtky pod Brehmi. Najkontaminovanejšími oblasťami podľa stupňa kontaminácie (obr. 1) sa javia oblasti – okolie Šobova, kde sa nachádza ložisko sekundárnych kremencov. Nachádza sa asi 1 km severne od Banskej Štiavnice na svahu Šobova. Lom na Šobove, spolu s haldou a priľahlým poškodeným územím, bol vyhlásený za ekologickú haváriu Okresným úradom životného prostredia v Žiari nad Hronom v roku 1994. Zdrojom znečistenia v danej oblasti je lom sekundárnych kremencov, v ktorom sa nachádzajú polohy tmavosivých hydrotermálnych hornín s vysokým obsahom pyritu, pyrofylitu, illitu a kremeňa, ako aj halda, kam sa materiál, obsahujúci pyrit, odvážal od konca 60-tych rokov. Bezprostredným zdrojom znečistenia je oxidácia pyritu v lome a v telese haldy a s ňou spojený vznik kyseliny sírovej, ktorá podmieňuje migrovateľnosť toxických prvkov (Šucha et al., 1996). Ďalšou oblasťou je široké okolie Banskej Belej, kde predpokladáme kontamináciu vôd z Belianskej dedičnej štôlne, u ktorej je dokumentovaný výtok s výdatnosťou 1,03 l.s^{-1}. Vytekajúca voda má mineralizáciu 493 mg.l^{-1} a obsahuje vysoké koncentrácie kontaminantov. Sumárne zhodnotenie kvality podzemných vôd ŠHRR uvádzame v tabuľke 1.

ZHODNOTENIE OBSAHU STOPOVÝCH PRVKOV V POVRCHOVÝCH VODÁCH ŠTIAVNICKO-HODRUŠSKÉHO RUDNÉHO REVÍRU

Povrchové vody sa v oblastiach s intenzívnou banskou činnosťou stávajú odtokom pre banské vody, a zároveň aj hlavným distribučným médiom pre stopové prvky. Kvalita povrchových vôd klesá a stopové prvky sa usadzujú v dnových sedimentoch. Problematikou vypúšťania banských vôd do povrchových vôd sa v Českej republike zaoberal A. Grmela (1999).

Pb – hodnotených 718 vzoriek. Maximálna nameraná hodnota koncentrácie olova v povrchových vodách bola nameraná na Halčianskom potoku (0,81 mg.l^{-1}). V blízkosti potoka sa nachádza viac štôlní a háld, z ktorých najvýznamnejší vplyv na okolité toky má výtok zo štôlne Ferdinand a Belianskej dedičnej štôlne, ktorá má celkovú mineralizáciu (494 mg.l^{-1}) a obsahy Pb (0,004 mg.l^{-1}). Okolité horniny sú tvorené prevažne andezitom. Ďalšou oblasťou so zvýšeným obsahom olova je Hodrušský potok (0,36 – 0,54 mg.l^{-1}), kde sa po jeho toku nachádza veľké množstvo banských diel a háld.

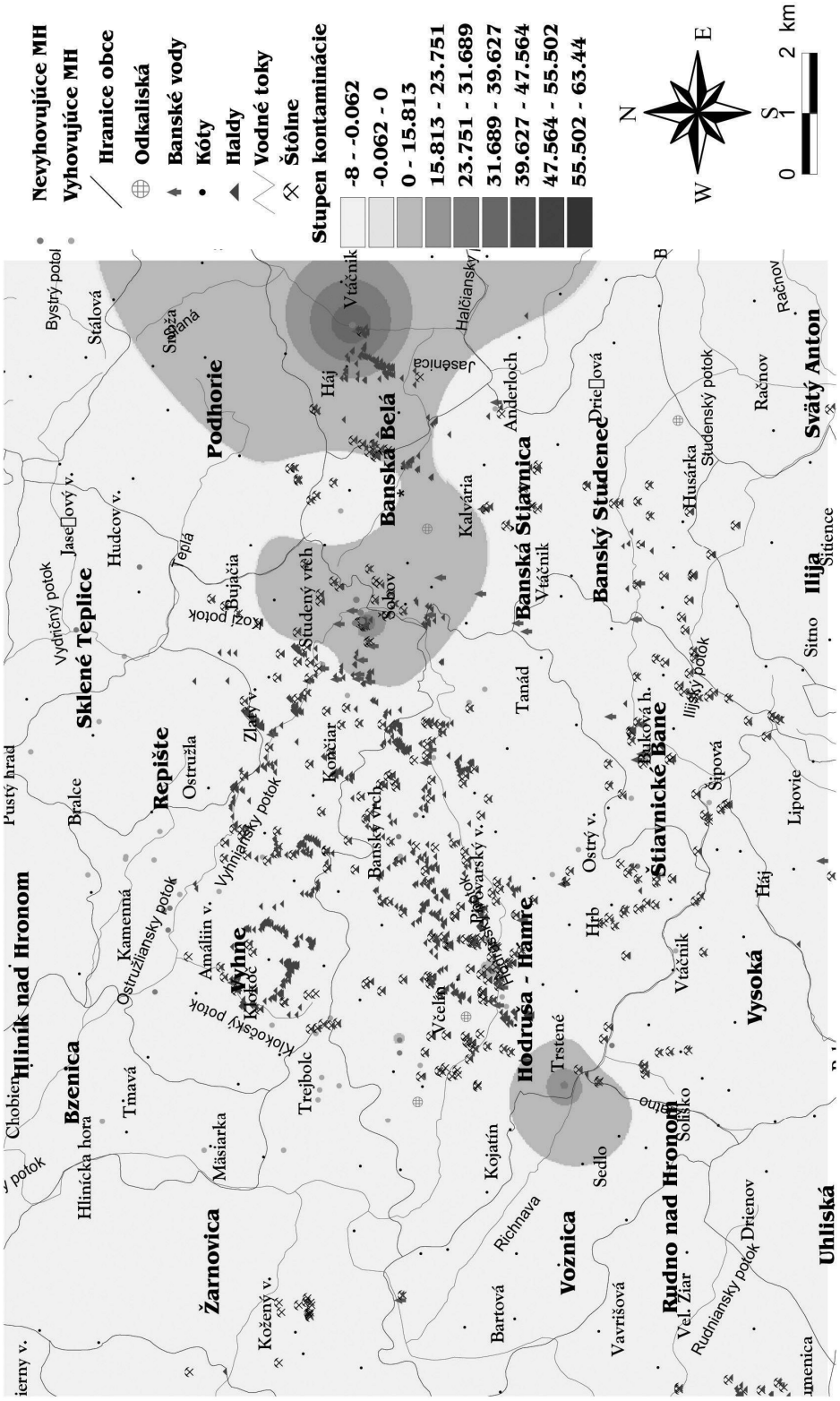


Fig. 1: Stupeň kontaminácie podľa Výhlášky MZ SR č. 151/2004 Z.z. (podzemné vody)
Fig. 1: Degree of contamination by the Decree No.151/2004 Z.z. of the Ministry of Health of Slovak Republic (groud waters)

Pravdepodobným zdrojom znečistenia v tejto oblasti je štôlňa Zlatý stôl a je haldy. V oblasti Kalvárie sú pravdepodobnými zdrojmi znečistenia štôlna Michal (0,003 mg.l^{-1}), na západ od Kalvárie sa nachádza prameň Svätý Ján (0,004 mg.l-1) a na východnej strane od Kalvárie Jeroným s obsahom Pb (0,004 mg.l^{-1}). Severne od Banského vrchu je kontaminácia spôsobená štôlňou Kalassant s obsahom Pb (0,004 mg.l^{-1}). Severne od Hodrušského potoka sa vyskytujú zvýšené hodnoty Pb v blízkosti lokality Včelín (0,18 – 0,45 mg.l^{-1}), kde predpokladáme znečistenie z Novej Nepomuk štôlne alebo jej haldy. Okolité horniny tvoria prevažne andezity, andezitové vulkaniklastiká a granodiority. Zvýšené koncentrácie olova sa prejavujú v širokom pásme Hodrušského potoka, Studenského potoka – smerom na Svätý Anton a na Ostružlianskom potoku.

Zn – hodnotených 718 vzoriek. Kontamináciu predpokladáme z rovnakých zdrojov ako u olova. Najvyššie koncentrácie zinku boli namerané na Halčianskom potoku (až 18 mg.l^{-1}) v blízkosti odberu sa nachádza veľké množstvo háld a viacej štôlní, z ktorých je pravdepodobný výtok do povrchového toku z Belianskej dedičnej štôlne s obsahom Zn (0,082 mg.l^{-1}). Južnejšie, smerom na Banský Studenec severozápadne od kóty Anderloch, sa nachádza štôlňa Jeroným s obsahom Zn (0,126 mg.l^{-1}). V oblasti Kalvárie sú pravdepodobnými zdrojmi znečistenia štôlňa Michal Zn (0,005 mg.l^{-1}) smerom na západ, štôlňa Ottergrund Zn (0,004 mg.l^{-1}). Juhovýchodne od Šobova sa nachádza prameň Svätý Ján s obsahom Zn (0,082 mg.l^{-1}). Znečistenie v oblasti kóty Končiar je pravdepodobne spôsobené výtokmi zo štôlne Kalassant s obsahom Zn (0,004 mg.l^{-1}). Zvýšené koncentrácie v Hodrušskom potoku sú spôsobené výtokmi zo štôlne Zlatý Stôl s obsahom Zn (0,45 mg.l^{-1}). Zvýšené koncentrácie zinku sa nachádzajú v celej centrálnej časti skúmanej oblasti a juhovýchodnej časti od Šobova smerom na Podhorie, Banskú Belú a tiež smerom na Svätý Anton. Lokálne sú koncentrácie zvýšené v oblasti Štiavnických Baní, Voznice, Bzenice a Repišťa.

Cu – hodnotených 718 vzoriek. Najvyššie namerané koncentrácie medi boli na Halčianskom potoku (0,773 – 0,87 mg.l^{-1}). Pôvod kontaminácie je podobne ako u olova a zinku veľmi ťažké presnejšie špecifikovať. Kontaminácia je v tejto oblasti spôsobená pravdepodobne výtokmi zo štôlní Jeroným s celkovou mineralizáciou 514 mg.l^{-1}, a obsahom Cu (0,037 mg.l^{-1}). Druhou štôlňou z ktorej výtokov predpokladáme kontamináciu vôd v tejto oblasti je štôlňa Michal s obsahmi Cu (0,001mg.l^{-1}) Na západ od Kalvárie sa nachádza štôlňa Ottergrund s obsahom Cu (0,001mg.l^{-1}). V oblasti južne od Kalvárie je znečistenie spôsobené výtokmi zo štôlne Ján Roxen s obsahom Cu (0,001mg.l^{-1}). V oblasti kóty Včelín boli namerané zvýšené hodnoty medi (0,483 – 0,58 mg.l^{-1}), v blízkosti Novej Nepomuk štôlne. V oblasti od Dolnej Ždáne cez Bzenicu až po obec Vyhne sa nachádza oblasť, ktorá obsahuje tiež zvýšené obsahy medi.

Ag – hodnotených 718 vzoriek. Najvyššie koncentrácie striebra sa nachádzajú v blízkosti kóty Sedlo (0,006 mg.l^{-1}) severne od obce Rudno nad Hronom. V okolí kóty Vtáčnik severne od Vysokej bolo zistené viac odberov s nízkymi koncentráciami striebra (0,001 – 0,003 mg.l^{-1}). V blízkosti je štôlňa Karol Bor a jej halda, ktorá je umiestnená v aluviálnych náplavoch potoka. Ďalšie nízke koncentrácie do (0,002 mg.l^{-1}) boli zistené na Vydričnom potoku a Teplej.

Ni – hodnotených 718 vzoriek. Najvyššie koncentrácie niklu v povrchových vodách (0,267 – 0,4 mg.l^{-1}) sa zistili medzi kótami Bujačia a Studený vrch, vysoké koncentrácie sa nachádzajú na Halčianskom potoku (do 0,356 mg.l^{-1}), kde je veľmi ťažké zistiť zdroj znečistenia. V blízkosti Včelína boli namerané hodnoty niklu (0,133 – 0,222 mg.l^{-1}), potenciálnym zdrojom môže byť výtok z Novej Nepomuk štôlne alebo jej haldy.

Co – hodnotených 718 vzoriek. Rozšírenie koncentrácií kobaltu je rovnaké ako u niklu. Na Halčianskom potoku boli namerané hodnoty (0,3 – 0,338 mg.l^{-1}), pod Studeným vrchom (0,15 – 0,225 mg.l^{-1}), pod Včelínom (0,188 – 0,225 mg.l^{-1}) a lokálne boli zistené nízke kontaminácie v oblasti Vyhní (0,038 – 0,15 mg.l^{-1}).

As – hodnotených 718 vzoriek. Maximálna nameraná hodnota 42,8 mg.l^{-1}. Najvyššie koncentrácie v povrchovej vode boli zistené medzi Štiavnickými Baňami a Vysokou pri kóte Háj (37,84 – 42,57 mg.l^{-1}), nižšie koncentrácie (do 0,5 mg.l^{-1}) sa nachádzajú v širokej oblasti Šobova až po Banskú Belú a na sever po potok Teplá .V tejto oblasti predpokladáme znečistenie z okolitých štôlní a háld. Zvýšené kontaminácie arzénom vplyvom banskej činnosti boli zistené aj v rudnej oblasti Kolársky vrch – Pezinok (Fľaková et al., 2005).

Mo – hodnotených 574 vzoriek. Najvyššie koncentrácie molybdénu sa zistili na Halčianskom potoku (do 0,09 mg.l^{-1}), severne od potoka na Podhorí boli namerané hodnoty (0,02 – 0,05 mg.l^{-1}). Koncentrácie (do 0,09 mg.l^{-1}) boli namerané aj v blízkosti Vyhní a na Klokočskom potoku. Nižšie koncentrácie (do 0,02 mg.l^{-1}) boli zistené v severozápadnej časti územia severne od Žarnovice a v oblasti obce Vysoká.

Sírany – hodnotených 562 vzoriek. Najvyššie koncentrácie síranov (313 – 469 mg.l^{-1}) boli zistené na Vydričnom potoku a v celej oblasti od Pustého hradu južne od obce Lehôtka pod Brehmi – toto znečistenie pripisujeme halde ZSNP v Žiari nad Hronom. Koncentrácie síranov (157 – 261 mg.l^{-1}) sa vyskytujú na potoku Richňava, severne od Tanádu a východne od Hodruše-Hámre. Tieto obsahy síranov môžu potvrdzovať to, že sa vyskytujú ako sprievodný znak

ložísk sulfidických rúd.

Povrchové vody sme hodnotili podľa Nariadenia Vlády SR č. 296/2005, ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.

Hodnotili sme podľa:

1. VŠEOBECNÝCH POŽIADAVIEK NA KVALITU POVRCHOVÝCH VÔD

Parametre, stanovené týmto nariadením, nespĺňa celkovo 233 zo 718 stanovených vzoriek. Najčastejšie prekračujúcim kontaminantom je Zn v 127 vzorkách, ďalej sú to Pb v 79 vzorkách, Cu v 76 vzorkách, As v 64 vzorkách, Ni v 25 vzorkách, sírany v 14 vzorkách, Co v 9vzorkách a Ag v 2 vzorkách (obr. 2).

Zvýšené hodnoty faktora kontaminácie u Pb sa v povrchových vodách podľa tohto nariadenia vyskytujú v celej centrálnej a juhovýchodnej časti prieskumného územia. Najvyššie hodnoty boli namerané na Halčianskom potoku severne od Banskej Belej. V blízkosti odberného miesta v údolí Jergištôlnianskeho potoka sa nachádza väčšie množstvo háld. Severne od kóty Včelín boli vypočítané výrazne zvýšené hodnoty faktora kontaminácie. Tu sa nachádza Nová Nepomuk štôlna a jej halda, odkiaľ je možné predpokladať znečistenie. V hornej časti toku Hodrušského potoka sa vyskytujú zvýšené hodnoty faktora kontaminácie, ktorých pôvod je ťažko zistiť z dôvodu veľkého množstva banských diel vyústených do toku.

Zvýšené hodnoty faktorov kontaminácie u Zn, Cu, Ni a Co sa vyskytujú v približne tých istých oblastiach ako u olova, takže predpokladáme aj tie isté zdroje znečistenia. Zvýšené hodnoty faktora kontaminácie u As sa nachádzajú v širokom okolí Studeného vrchu a siahajú na západe po Zlatý vrch, východne po Banskú Belú, na juh po Kalváriu a na severe je toto znečistenie ohraničené potokom Teplá. V tejto oblasti sa nachádza veľa háld a odtiaľ predpokladáme znečistenie. Najvyššie hodnoty faktora kontaminácie sa nachádzajú južne od Štiavnických Baní západne od kóty Šípová, odkiaľ sa znečistenie šíri do povrchových vôd širšieho okolia až na západ po obec Vysoká a na východe po Iliju. Najvyššie faktory kontaminácie u síranov sa nachádzajú na severe prieskumného územia v okolí Lehôtky pod Brehmi čo jednoznačne prisudzujeme skládke SNP v Žiari nad Hronom.

Najkontaminovanejšími oblasťami podľa stupňa kontaminácie sú juh Štiavnických Baní až po Iliju, povodia Halčianskeho, Studenského potoka a centrálna časť prieskumnej oblasti – okolie Banského vrchu.

2. LIMITNÝCH HODNÔT UKAZOVATEĽOV ZNEČISTENIA VO VYPÚŠŤANÝCH ODPADOVÝCH 2. VODÁCH A OSOBITÝCH VODÁCH – ČASŤ B PRIEMYSELNÉ ODPADOVÉ VODY A OSOBITNÉ VODY VYPÚŠŤANÉ DO POVRCHOVÝCH VÔD – METALURGIA NEŽELEZNÝCH KOVOV

Najvyššie koncentrácie As sa nachádzajú východne od kóty Šípová, odkiaľ sa znečistenie šíri do okolia na západe až po obec Vysoká a na východe po obec Ilija. Faktor kontaminácie Zn, Cu a Pb je zvýšený v oblasti Halčianskeho potoka, kde sa nachádza veľké množstvo háld. Faktor kontaminácie Ni nie je podľa posudzovanej medznej hodnoty v prieskumnej oblasti zvýšený.

Medzné hodnoty stanovené týmto nariadením nespĺňa 38 z 718 vzoriek. Najčastejším kontaminantom je As – 32 vzoriek, ďalej Zn – 5 vzoriek, Pb a Cu – 2 vzorky. Najkontaminovanejšou oblasťou podľa stupňa kontaminácie stanoveného pre dané nariadenie vlády sa nachádza južne od Štiavnických Baní a siaha až po Iliju, ďalej sa kontaminácia prejavuje v Halčianskom potoku a v povrchovom toku pod kótou Bujačia.

3. KVALITATÍVNYCH CIEĽOV POVRCHOVEJ VODY URČENEJ NA ODBER VODY PRE PITNÚ VODU, URČENEJ NA ZÁVLAHY A VHODNEJ PRE ŽIVOT A REPRODUKCIU PÔVODNÝCH DRUHOV RÝB, ČASŤ A – POVRCHOVÉ VODY URČENÉ NA ODBER VODY PRE PITNÚ VODU. STANOVENÉ VZORKY SME ZARADILI DO KATEGÓRIÍ A1, A2, A3 PODĽA TRIEDY UPRAVITEĽNOSTI

Do triedy upraviteľnosti A1 podľa daného nariadenia vlády patrí celkovo 519 vzoriek (ďalej len vz.). Kvôli lepšiemu prehľadu uvádzame počty vzoriek spadajúcich do jednotlivých tried upraviteľnosti podľa jednotlivých hodnotených prvkov. Sumárne zhodnotenie prvkov vyhovujúcich triede upraviteľnosti A1 (Pb – 585 vzoriek, Zn – 711 vzoriek, Cu – 655 vzoriek, Ag – 717 vzoriek, Ni – 693 vzoriek, Co – 709 vzoriek, As – 612 vzoriek, sírany – 704 vzoriek).

Do triedy upraviteľnosti A2 podľa daného nariadenia vlády patrí celkovo 86 vzoriek povrchových vôd. Sumárne zhodnotenie prvkov vyhovujúcich triede upraviteľnosti A2 (Pb – 104 vzoriek, Zn – 2 vzoriek, Ni – 17 vzoriek, As – 54 vzoriek).

Do triedy upraviteľnosti A3 podľa daného nariadenia vlády patrí celkovo 32 vzoriek. Sumárne zhodnotenie prvkov vyhovujúcich triede upraviteľnosti A3 (Ni – 5 vzoriek, As – 29 vzoriek).

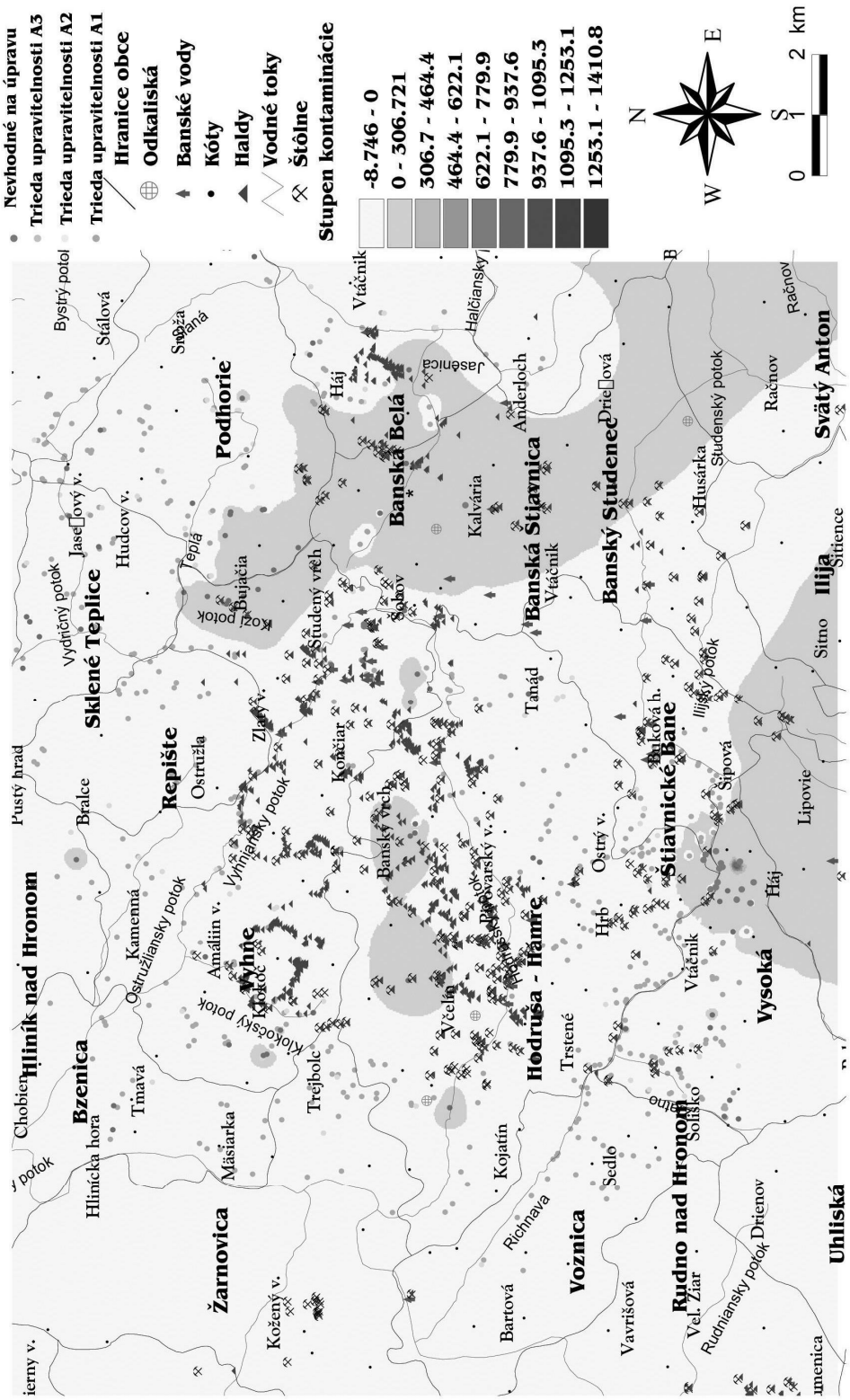


Fig. 2: Stupeň kontaminácie podľa Nariadenia vlády SR č. 296/ 2005 Z.z. príloha č.1. (povrchové vody)
Fig. 2: Degree of contamination by the Regulation No. 296/2005 Z.z. of the Government of Slovak Republic (surface waters)

Z celkového počtu 718 hodnotených vzoriek povrchových vôd 81 vzoriek povrchových vôd podľa nariadenia vlády hodnotíme ako nevhodné na úpravu (Pb – 29 vzoriek, Zn – 5 vzoriek, Ni – 3 vzorky, Cu – 23 vzoriek, Co – 9 vzoriek, As – 23 vzoriek, Ag – 1vzorka, sírany – 14 vzoriek). Vzorky nevhodné na úpravu z hľadiska prekročenia prvkov obsahov Pb, Cu, a Co sa nachádzajú na rovnakých lokalitách, z čoho usudzujeme aj rovnaký pôvod znečistenia. Najvýraznejšie sa znečistenie prejavuje v oblasti vtoku Jergištôlnianskeho potoka do Halčianskeho, severne od kóty Včelín a v strednom toku Hodrušského potoka. Tu predpokladáme znečistenie z okolitých háld. Vzorky nevhodné na úpravu z hľadiska prekročenia obsahu Zn sa nachádzajú v celej východnej a centrálnej oblasti územia a ďalej v oblasti Voznice, kde sa nachádza veľký počet banských háld. Vzorka nevhodná na úpravu z hľadiska prekročenia obsahu Ag sa nachádza na lokalite južne od kóty Solisko. Vzorky, nevhodné na úpravu z hľadiska prekročenia obsahov síranov, sa nachádzajú v oblasti Lehôtky pod Brehmi, čo je spôsobené výtokmi z haldy ZSNP v Žiari nad Hronom. Vzorky, nevhodné na úpravu z hľadiska prekročenia obsahu Ni, sa nachádzajú v oblasti Štiavnických Baní, Vysokej a Ilije, ďalšou oblasťou je okolie Halčianskeho potoka od potoku Teplá až po Studenský potok.

4. LIMITNÝCH HODNÔT UKAZOVATEĽOV ZNEČISTENIA VO VYPÚŠŤANÝCH ODPADOVÝCH VODÁCH A OSOBITÝCH VODÁCH - ČASŤ B PRIEMYSELNÉ ODPADOVÉ VODY A OSOBITNÉ VODY VYPÚŠŤANÉ DO POVRCHOVÝCH VÔD – ŤAŽBA A SPRACOVANIE RÚD

Najvyššie hodnoty faktora kontaminácie u As sa nachádzajú južne od Štiavnických Baní, kde sa aureola rozšírenia šíri až po obec Vysoká na západe a Iliju na východe. Zdroj je neidentifikovateľný. V blízkosti kóty Bujačia sa nachádzajú tiež zvýšené hodnoty faktora kontaminácie, ktorých pôvod predpokladáme z okolitých háld. Zvýšené faktory kontaminácie u Pb a Zn sa vyskytujú v oblasti Halčianskeho potoka v mieste kde doň vyúsťuje údolie Jergištôlnianskeho potoka, kde sa nachádza väčšie množstvo háld.

Parametre stanovené daným vyhlásením vlády presahuje 10 zo 718 stanovených vzoriek. Najčastejším kontaminantom je Zn – 5 vzoriek, As – 4 vzorky, Pb – 2 vzorky a Cu – 1 vzorka. Najkontaminovanejším územím je oblasť Halčianskeho potoka a oblasť južne od Štiavnických Baní pri kóte Háj. V tejto oblasti predpokladáme znečistenie z banských diel, ktoré sa v okolí nachádzajú vo veľkom počte. V tabuľke 2 uvádzame sumárne vyhodnotenie kvality povrchových vôd.

VPLYV GEOLOGICKO-LOŽISKOVÝCH A ANTROPOGÉNNYCH FAKTOROV NA FORMOVANIE OBSAHU STOPOVÝCH PRVKOV PODZEMNÝCH A POVRCHOVÝCH VÔD ŠTIAVNICKO-HODRUŠSKÉHO RUDNÉHO REVÍRU

ZHODNOTENIE DISTRIBÚCIE STOPOVÝCH PRVKOV V PODZEMNÝCH VODÁCH

Zvýšené obsahy sledovaných stopových prvkov sú viazané z veľkej časti na priebeh rudných žíl a to hlavne v centrálnej časti Štiavnicko-hodrušského rudného revíru (Rozália, Terézia, Štefan a Grüner žila).

V tejto oblasti sa nachádza aj veľa banských diel, čo potvrdzuje zrudnenie v tejto oblasti. Vplyv tektoniky na formovanie chemického zloženia podzemných vôd bolo veľmi ťažké posúdiť vzhľadom na veľké tektonické porušenie danej oblasti. Tektonické porušenie však výrazne vplýva na priebeh rudných žíl, preto jeho vplyv nemôžem zanedbávať. Veľmi významný je vplyv zlomových línií na transportačnú činnosť podzemných vôd. Dôležitým faktorom na distribúciu kovov sa ukázal vplyv banských háld a odkalísk. Banské haldy v tejto oblasti pochádzajú už od 14. storočia a mnohé z nich sú prekryté sedimentmi, a preto je ich niekedy veľmi ťažké identifikovať.

Tieto staré banské haldy obsahujú veľmi veľa stopových prvkov, z dôvodu neefektívnych ťažobných postupov v minulosti. Následkom toho dochádza vplyvom prestupujúcich vôd k vylúhovaniu týchto stopových prvkov a ich prestupu do podzemných vôd. Veľmi výrazný vplyv majú aj odkaliská, ktoré obsahujú veľké množstvá stopových prvkov obsiahnutých vo výluhu banských kalov. Prestupom povrchových vôd cez tieto odkaliská dochádza k výraznej kontaminácii vôd stopovými prvkami. Je zložité presne rozlíšiť vplyv priebehu rudných žíl a vplyv háld, keďže rudné žily sleduje množstvo starších a mladších kutacích prác a háld.

ZHODNOTENIE DISTRIBÚCIE STOPOVÝCH PRVKOV V POVRCHOVÝCH VODÁCH

Posúdiť a identifikovať znečistenie povrchových vôd stopovými prvkami je ťažšie z dôvodu oveľa väčšej rýchlosti migrácie týchto vôd. Vhodným doplnkom by bolo vyhodnotenie distribúcie sledovaných prvkov v dnových sedimentoch. Na distribúciu vybraných stopových prvkov, v povrchových podobne ako je to u podzemných vôd v oblasti Štiavnicko-hodrušského rudného revíru, má veľký vplyv vylúhovanie stopových prvkov z banských háld

Veľmi výrazný vplyv na distribúciu sledovaných stopových prvkov sa prejavil v oblasti výtokov banských vôd do povrchových tokov. Zistiť závislosť obsahov stopových prvkov a síranov v banských vodách

vytekajúcich zo štôlní v závislosti od litologických typov hornín je však komplikované a ich závislosť môže byť zavádzajúca. Je to spôsobené tým, že štôlňa môže presekávať dva i viac litologických typov hornín s rôznou hydrogeologickou charakteristikou. Na kvalitu banských vôd v predmetnej oblasti vplýva najmä oxidácia sulfidických minerálov. Na formovanie chemického zloženia vôd má výrazný vplyv aj priemyselná činnosť vykonávaná v oblasti Štiavnicko-hodrušského rudného revíru (ZSNP, Akusit, Dinas).

ZÁVER

Kvalita podzemných a povrchových vôd v oblasti Štiavnicko-hodrušského rudného revíru je značne ovplyvnená antropogénnou činnosťou, vykonávanou v tejto oblasti banským spôsobom. Za najväčší zdroj stopových prvkov v podzemných a povrchových vodách Štiavnicko-hodrušského rudného revíru považujeme výtoky banských vôd a výluhy z háld. Táto kontaminácia však nepredstavuje v regionálnom merítku veľkú environmentálnu záťaž, keďže výtoky majú nízku výdatnosť, prípadne sú riedené. Všeobecne môžeme konštatovať, že zistená kontaminácia a environmentálna záťaž hydrosféry je v medziach spoločensky únosného rizika pre oblasť s geologickou predispozíciou na túto záťaž už v prirodzenom pozadí. Sledované prvky vykazujú zvýšené koncentrácie, ale vo vzťahu k platnej legislatíve nie je stav alarmujúci. Výsledné mapy indikujú oblasti so zvýšeným obsahom stopových prvkov a síranov vo vodách. Dotvárajú tak možnosti kvalitatívne oceniť podzemné a povrchové vody Štiavnicko-hodrušského rudného revíru.

Na základe sledovania distribúcie vybraných stopových prvkov sa potvrdilo že sledované prvky sú viazané prevažne na sírany kovov, pričom tieto stopové prvky migrujú v podzemných a povrchových vodách na rôzne vzdialenosti. Pomocou sledovania zvýšených kontaminácií stopových prvkov vo vodách je možné analyzovať ich vplyv na životné prostredie a využiť pri riešení problematiky krajinno-ekologických analýz.

POĎAKOVANIE

Publikácia bola vypracovaná v rámci riešenia grantového projektu MŠ SR VEGA č. 1/3056/06.

LITERATÚRA

Fľaková, R., Ženišová, Z., Drozdová, Z., Milovská, S., 2005: Distribúcia arzénu v povrchových a podzemných vodách rudnej oblasti Kolársky vrch (Malé Karpaty). Podzemná voda, XI., č. 1/2005, SAH, Bratislava. 90-103.

Grmela, A., Cicmanová S., 2001: Banské vody v legislatíve SR a ČR. Vodohospodársky spravodajca, VÚVH Bratislava. 10 -11

Grmela, A., 1999: Problematika důlních vod a ochrana kvality povrchových vod při jejich vypouštění. Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava. R. XLV. hornicko-geologická č. 3, Ostrava. 39-48.

Kámen, M., Jurenka, S., Petr, K., Marťuševová, I., Skaviniak, M., Smolka, J., Šaly, J., 1993: Štiavnicko-hodrušský rudný obvod – okolie, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, vyhľádávací prieskum – záverečná správa. Geofond Bratislava.

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

Rapant, S., Vrana, K., Bodiš, D., 1996: Geochemický atlas Slovenska časť 1. Podzemné vody. Geologická služba SR Bratislava.

Šucha, V., Banásová, V., Dlapa, P., Chovan, M., Lintnerová, O., Miadoková, E., Rojkovič, I., Trtíková, S., Zlocha, M., 1996: Kompletný model environmentálnych účinkov ťažby rudných nerastných surovín v typových oblastiach Slovenska. MŽP SR, Bratislava.

THE TRACE ELEMENTS IN THE GROUND AND SURFACE WATERS IN ŠTIAVNICA-HODRUŠA MINERAL TERRITORY

SUMMARY

We have sampled 718 surface water and 71 ground water samples. The samples were picked from rivers, wells, rabbets, drill holes and drilling with outflow. In mentioned water, concentration of vestigial elements Pb, Zn, Cu, Ag, Ni, Co, As, Mo and SO_4^{2-} was exceeded. All trace elements we stored and analysed in database, which we have created in Microsoft Excel. The analyses was evaluated by Decree No.151/2004 Z.z. of the Ministry of Health of Slovak Republic (Tab. 1) and Regulation No. 296/2005 Z.z. of the Government of Slovak Republic (Tab. 2). The database was created like a base for composition of hydrogeochemical maps of trace elements in the Arc View. The Arc View includes layers: Geological foundation, Tectonic conditions and lodes, Topographical underground, Localization taking of samples, Database of the old adits and ore dumps. The pollution of environment was rated according to the factors of contamination and by degrees of contamination. The boundaries of contamination are showing by scale of colors. The values of microelements, which are higher than limit values, are showing by intensity of red colour. Results of our works compared spreading of pollution with individual layers and evaluating causes of pollution (Fig. 1, Fig. 2). It is important to find out if

pollution is caused by geological conditions or by anthropogenetic activity. Consequential maps indicate the areas with the added contents of microelements, which cause a contamination of waters. This system that is bottom on spotted facilities microelements at water itself give employ on searching prospective bed or raw material, further service in environmental geology. By this system it is possible to detect pollution from relicts of mining activities.