

Ťažké kovy v nánosoch malej vodnej nádrže Sigord

Ján Brehu¹, Milan Bobro, Pavel Slančo, Oľga Šestinová, Jozef Hančul'ák a Tomislav Špaldon

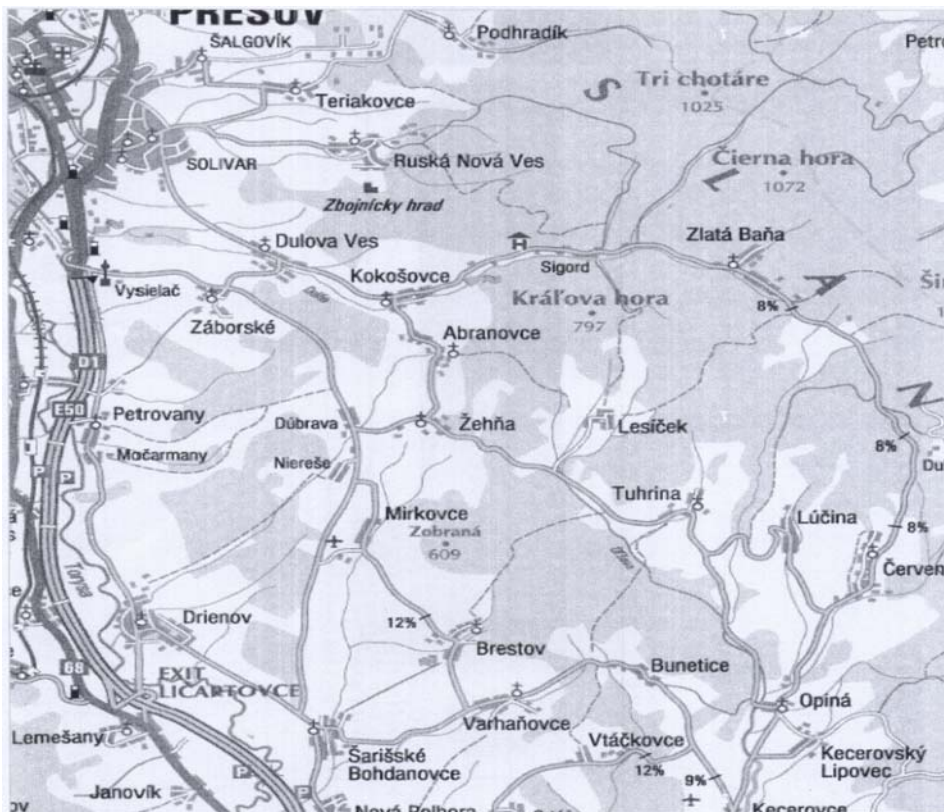
The heavy metals in the sediment load of Small water reservoir Sigord.

This article presents results of research concentrated on the content of selected elements, mostly heavy metals, in samples of water and sediment load from the Small water reservoir (SWR) Sigord, which was erected on the Delňa brook. During this research a sampling of water and stream deposits from 2 baffle walls of the Delňa brook above SWR Sigord and atmosphere from one locality of the mentioned reservoir was made. The drainage basin of Delňa brook is located at the territory of Zlatá Baňa, which is well known from the historic times until these days by its mining and raw material processing activities. The wastes generated during such activities and mining waters too are sources of selected elements or heavy metals, which penetrate into the water of Delňa and consequently into the stream deposits and the sediment load. The control sampling of water, sediment load and atmosphere are necessary in future as well.

Key words: small water reservoir, selected elements, heavy metals, stream deposits, sediment load and drainage basin.

Úvod

Malá vodná nádrž (ďalej MVN) Sigord leží na toku Delňa, pod úpäťm pohoria Slanské vrchy, poniže obce Zlatá Baňa a nad obcou Kokošovce, v prímestskej rekreačnej oblasti „Sigord“ krajského mesta Prešov (Obr. 1).



Obr. 1. Prehľadná situácia povodia Malej vodnej nádrže Sigord.

Fig. 1. Situation map of drainage basin of the Small water reservoir Sigord.

Ústav geotechniky SAV Košice riešil na základe objednávky od SVP, š. p., Odštepny závod Košice, úlohu prieskumných prác, ktoré boli orientované na určenie kvality nánosov (dnových sedimentov) MVN Sigord. Skúmaná a analyticky zhodnotená bola aj voda Delne, pritekajúca do nádrže a ovzdušie, ktoré by mohlo byť kontaminantom vody a nánosov, resp. vodných sedimentov.

¹ Ing. Ján Brehu, PhD., hosť. doc. RNDr. Milan Bobro, PhD., RNDr. Pavel Slančo, Ing. Oľga Šestinová, Ing. Jozef Hančul'ák, PhD., Ing. Tomislav Špaldon, Ústav geotechniky SAV Košice, Watsonova 45, 043 53 Košice, brehu@saske.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 13. 12. 2006)

Geologicko – banská charakteristika povodia MVN Sigord

Na území Slovenska sa nachádza množstvo banských lokalít rôzneho druhu, ktoré boli v minulosti v určitých historických obdobiach predmetom intenzívneho dobývania. Takéto lokality sa nachádzajú aj v severnej časti Slanských vrchov, kde sú na západných svahoch situované obce, na území ktorých sa v minulosti banícka činnosť vykonávala najintenzívnejšie, avšak oproti iným známym rudným revírom v Slovenskej republike, mala skôr miestny hospodársky význam a do významnejšieho banského podnikania sa ani nevyvinula, okrem ťažby opálu. Tá bola v minulosti na tomto území svetoznáma.

Odbornej geologickej verejnosti je známe, že Slanské vrchy tvoria vulkanické horniny, ktoré sa podieľali na budovaní morfológicky veľmi výrazného horstva. Ide o reťaz vyhasnutých stratovulkánov, tiahnúcich sa od Prešova smerom na juh, po vyústenie Bodrogu do Tisy, resp. starobylé mesto Tokaj na území Maďarska, v dĺžke cca 85 km. Sopečnú činnosť tu doprevádzali hydrotermálne procesy, ktoré lokálne spôsobili aj premenu hornín – pyritizáciu, chloritizáciu, kaolinizáciu a iné. V dôsledku uvedených premien vznikali v územiach spomínaných obcí, v rámci hydrotermálnych procesov, rôzne rudné a nerudné výskyty (asociácie) nerastov, ktoré sa vzhľadom na vyššie koncentrácie stali predmetom určitej, banickej činnosti v 16. storočí. Vychádzajúc z nepriamych údajov, pôvodne osada „Zlatá Baňa“ vznikla v hornej časti Delne v súvislosti s baníckou činnosťou v 16. storočí, zameranou na drahokovné a ostatné neželezné rudy Ag-Au, Pb, Zn, Cu a iné (Maljkovič 1980). O starom baníctve s cieľom získavania hlavne Ag-Au sa zmienili niektorí starší autori, ktorí ho však bližšie nešpecifikovali. Dnes iba sčasti identifikovateľné stopy po starých banských prácach in situ nám to prezrádzajú a potvrdzujú. To ukazuje aj samotná „rozfáranosť“ ložiska, resp. žilný charakter, ktoré otvárali štôľňami, pričom z jednej hlbili aj šachtu.

O intenzívnejšom baníctve na Ag-Au na sulfidických výskytoch, ktoré sa tu uskutočňovalo v rokoch 1749 až 1788 za kniežat'a Szanguszkého (Fürstliche Szanguszkische Bergwerke) informuje Jordán (1811). V roku 1826 opustené bane na Ag-Au znovu otvárali niekoľkí ťažiar. Pracovali so striedavým úspechom, pričom k pravidelnej ťažbe ani nedošlo. V druhej polovici 19. storočia bane boli opustené.

Prieskumné práce (hlbinné vrty, banské práce) realizované v centrálnej časti ložiska v 20. storočí potvrdili jeho polyminerálny charakter (Maljkovič 1980). Reprezentujú ho hlavne žily a žilníky. Za sulfidické žilné ložiská Sb – rúd v katastri Zlatej Bane je možné považovať skôr výskyty, situované na JV svahu Čiernej Hory, kde predmetom exploatácie v minulosti bolo ložisko Jozef otvárané štôľňou N. a V. Jozef. Ložisko Gašpar, ktoré leží asi 600 m od štôľne N. Jozef smerom na západ otvárali štôľňou Gašpar. Nachádzajú sa tu ešte ďalšie žily a viaceré odžilký. Mocnosť žíl dosahuje 0,25 m a ich priebeh je nepravidelný. Známa hĺbka zrudnenia je asi 80 m. Hlavnou rudou bol antimonit, s lokálnym výskytom bohatý na Sb. Na poruboch sa našli hniezda s kryštálkami antimónu, ihličky o dĺžke 4 až 5 cm.

Experimentálne práce

Odbery vzoriek boli urobené podľa platných noriem a metodík ÚGt SAV Košice. Vzorky nánosov z MVN Sigord a z 2 prehrádzok na toku Delňa, povýše MVN, boli odoberané prispôbenou odberovou lyžicou s možnosťou odberu z hĺbky až 2,5 m do sklenených 1 litrových fľaš so zábrusom v období uvedenom. Vzorky nánosov boli odoberané v miestach resp. odberných profiloch Tab. 1 a Obr. 2. Z odobratých vzoriek nánosov bol urobený chemický rozbor zo vzduchосуchej vzorky metódou AAS na vybrané prvky a porovnané s limitnými hodnotami Metodického pokynu (ďalej MP) MŽP SR č.549/1998-2.

Lokality, resp. odberné profily vzoriek sú popísané v Tab. 2 a lokalizácia je možná podľa Obr. 3. Odobraté vzorky vody boli podrobené chemickej analýze AAS metódou na vybrané prvky. Hodnoty boli porovnané s normovými hodnotami ustanovenými v Nariadení vlády SR (ďalej NV) č. 296/2005 Z.z. (Tab. 2).

Vzorky tuhých látok z ovzdušia (resp. polietavý prach) boli odoberané cez filtračný materiál AFPC na 1 mieste na pravej strane konca vzdutia MVN, v blízkosti lokality č. 3 (Obr. 3) po dobu 48 hodín, čerpadlom TVR-17 s prietokom 1 200 l za hodinu, tj. 20 l za minútu. Chemický rozbor bol vykonaný metódou AAS.

Výsledky a diskusia

Nánosy

Vzorky boli rozložené v autoklávoch a analyticky spracované metódou AAS. Výsledky analyzovaných nánosov sú uvedené v Tab. 1 a porovnané s normovými hodnotami podľa MP MŽP SR č.549/1998-2. Z tejto tabuľky je vidieť, že z 10 prvkov, pre ktoré má MP normové hodnoty TV, MPC a IV, TV hodnotu

nedosahujú na žiadnej lokalite prvky Pb a Sb. Prvok As presahuje TV hodnotu na lokalite 1, Cr na 2 lokalitách (2 a 3)

Tab. 1. Výsledky analýz vzoriek nánosov odobratých v Malej vodnej nádrži Sigord a dvoch prehrádzkach v apríli 2006 a máji 2006 a porovnanie získaných hodnôt s Metodickým pokynom MŽP SR č. 549/1998-2.
Tab. 1. Results of the analysis of sediment loads samples taken from the Small water reservoir Sigord and 2 baffle walls in April 2006 and May 2006 and their comparison with the Methodical Instruction Ministry of Environment – Slovak Republik No 549/1998-2.

Č. vz.	Lokalita	Org. podiel [%]	pH	Fe	Ca	Mg	Al	Zn	Cu	Mn	Co	Ni	Pb	Sb	Cd	Cr	As	Hg
				[mg · kg ⁻¹]														
1	Koniec vzdutia Ľavá strana MVN	8,56	7,30	30 300	4 900	600	22 300	225,6	38,9	1 000	8,6	14,0	35,8	<2	1,40	93,3	59	0,76
2	Koniec vzdutia Stred MVN	12,42	7,05	37 200	3 000	500	24 500	308,5	39,6	1 000	12	403,5	26,9	<2	1,03	280,9	25	0,92
3	Koniec vzdutia Pravá strana MVN	13,56	6,82	34 700	1 800	500	21 300	304,5	42,4	1 000	11	447,2	35,5	<2	1,39	285,3	9,3	0,46
4	Stred vzdutia Ľavá strana MVN	10,62	7,15	31 200	3 500	600	23 100	247,6	33,7	950	8,6	47,3	33,2	<2	1,42	76,5	13	0,83
5	Stred vzdutia Pravá strana MVN	13,32	7,05	30 000	2 200	700	23 700	307,2	30,0	900	8,2	9,2	30,0	<2	1,35	28,5	4,5	1,43
6	Pri päte hrádze Ľavá strana MVN	12,77	7,12	31 500	1 700	500	22 700	234,2	34,5	1 000	8,4	10,2	32,2	<2	1,15	32,2	9,2	0,63
7	Pri päte hrádze Stred MVN	11,34	7,08	30 200	4 300	1 200	25 000	231,3	29,8	1 000	6,0	8,2	31,3	<2	1,12	32,8	6,7	0,73
8	Pri päte hrádze Pravá strana MVN	10,75	7,27	28 100	4 100	800	18 900	181,6	28,5	1 000	7,8	7,1	28,5	<2	1,0	32,8	4,3	0,72
9	Prehrádzka č.1 Ľavá strana	6,42	7,32	31 100	6 700	800	20 300	176,5	33,6	1 000	9,2	9,2	20,2	<2	0,76	23,5	7,6	1,32
10	Prehrádzka č.1 Pravá strana	7,35	7,35	32 400	6 300	700	21 100	159,3	32,4	950	9,1	9,5	22,4	<2	0,73	24,5	6,9	1,18
11	Prehrádzka č.2 Ľavá strana	8,64	7,26	31 200	5 300	900	23 700	187,7	28,3	1 100	9,9	9,2	25,5	<2	0,78	34,0	5,7	2,20
12	Prehrádzka č.2 Pravá strana	8,25	7,37	31 700	5 600	300	22 900	177,4	29,6	990	9,4	9,7	24,2	<2	0,81	35,6	6,1	2,24
MP MŽP SR č. 549/98-2		TV						140	36	-	9	35	85	3	0,8	100	29	0,3
		MPC						620	73	-	19	44	530	15	12	380	55	10
		IV						720	190	-	-	210	530	-	12	380	55	10

TV – testovacia hodnota, MPC – maximálna prípustná koncentrácia, IV – intervenčná hodnota
TV – Target Value, MPC – Maximum Permissible Concentration, IV – Interventional Value

Tab. 2. Výsledky analýz vzoriek vody odobratých v Malej vodnej nádrži Sigord a dvoch prehrádzkach v apríli 2006 a máji 2006 a ich porovnanie s Nariadením vlády SR č.296/2005 Z.z..

Tab. 2 Results of the analysis of water samples taken from the Small water reservoir Sigord and 2 baffle walls in April 2006 and May 2006 and their comparison with The Order of The Government of Slovak Republik No 296/2005.

Číslo vzorky	Lokalita	pH	Fe	Ca	Mg	Mn	Al	Zn	Cu	Co	Ni	Pb	Sb	Cd	Cr	As	Hg
			[mg . l ⁻¹]						[µg . l ⁻¹]								
1	Koniec vzdutia Ľavá strana MVN	7,52	0,45	11,5	4,7	<0,03	< 400	50	60	< 2	7	< 2	< 5	0,2	8	7	-
2	Koniec vzdutia Stred MVN	7,26	0,18	11,4	3,9	<0,03	< 400	50	< 20	< 2	3	< 2	< 5	0,4	3	10	-
3	Koniec vzdutia Pravá strana MVN	7,17	0,5	35,6	12,2	<0,03	< 400	50	40	< 2	10	< 2	< 5	0,4	3	12	-
4	Prehrádzka č.1	7,18	0,15	17,38	5,95	<0,03	< 400	40	< 20	< 2	< 3	< 2	< 5	0,2	5	< 5	-
5	Prehrádzka č.2	6,77	0,14	15,62	6,16	<0,03	< 400	20	< 20	< 2	< 3	< 2	< 5	0,2	4	< 5	-
6	Výtok z MVN Dnový výpust - vývarisko	6,7	0,31	18,64	6,12	0,2	< 400	40	< 20	< 2	< 3	< 2	< 5	0,2	4	< 5	-
NV SR č. 296/2005 Z.z.		-	2	200	100	0,3	200	100	20	50	20	20	-	5	100	30	0,2

Tab. 3 Výsledky analýzy polietavého prachu na vybranej lokalite v oblasti MVD Sigord.

Tab. 3. Results of the analysis of flue dust on the selected locality 3 of SWR Sigord.

Lokalita	Polietavý prach [µg.m ⁻³]	Sledované prvky [µg.m ⁻³]													
		Fe	Ca	Mg	Al	Cu	Pb	Zn	Mn	Ni	Co	As	Hg	Sb	
Sigord – lokalita 3	54	2,63	3,75	1,05	2,16	0,486	0,18	0,27	0,52	0,05	0,01	0,003	0,02	0,008	
NPK-krátkodobá	150	150	150	150	-	0,5	0,5	40	10	1	1	3	0,3	15	
NPK-dlhodobá	500	500	500	500	-	1,5	2,0	80	30	1	1	6	0,6	30	

Cu na 3 (1, 2, 3) a Ni na 3 (2, 3, 4) lokalitách. Prvok Co na 6 - ich a Cd na 8 - ich lokalitách, svojím obsahom prekračujú hodnotu **TV**. Prvky Zn a Hg túto limitnú hodnotu prekračujú na všetkých 12 lokalitách.

MPC hodnotu nedosahujú prvky Zn, Cu, Co, Pb, Sb, Cd, Cr a Hg na žiadnej z 12 lokalít. Prvok Ni ju prekračuje na 3 lokalitách (2, 3, 4) a As na lokalite 1. **IV** hodnotu prekračujú 2 prvky a to Ni na 2 lokalitách (2 a 3) a As na lokalite 1. Je možné konštatovať, že ortuť má na všetkých lokalitách vyššie hodnoty ako **TV** hodnota, ale **MPC** zostávajú hlboko pod povolenou hranicou. Takéto zvýšené hodnoty ťažkých kovov sú pozorované v sedimentoch vzdutia vodnej hladiny a tento stav treba pripísať bývalým banským záťažiam, ktoré boli po vybudovaní MVN Sigord splavované v podobe splavenín a plavenín do vodnej nádrže, kde boli ukladané a ako sedimenty zostávali na mieste bez ďalšieho presunu. To, že je táto situácia dokumentovaná aj chemicky, dokazujú analýzy z miest prehrádzok č. 1 a 2 vo vstupe Delne do nádrže (vzorka č. 1). Zvýšený obsah Hg v prehrádzkach je dôsledok stále ešte fungujúcich banských záťaží a vyplavovanie tohto prvku z nich.

Voda

Vzorky vody boli odoberané v blízkosti odberov nánosov. Ich rozmiestnenie je uvedené na Obr. 3. Chemické zloženie vody a jej kyslosť (pH) sú uvedené v Tab. 2. Voda je mierne zásaditého charakteru. Mierne okyslenie vykazuje vzorka č. 5 z prehrádzky (Obr. 3) a č. 6 vo vývarisku. Obsah ťažkých kovov vo vode je niekedy hlboko pod prípustnou hodnotou limitnej normy podľa Nariadenia vlády SR č.296/2005 Z.z. Vzorky 1 a 3 majú zvýšený obsah Cu, čo je výsledkom vplyvu resp. zmyvu starých banských záťaží z lokality Zlatá Baňa. Hygienické parametre tejto vody neboli ústavom stanovované.

Polietavý prach

Tab. 3 obsahuje informácie o množstve a chemickom zložení polietavého prachu. Polietavý prach sú tuhé zložky, ktoré sa nachádzajú v ovzduší z rôznych prírodných aj antropogénnych zdrojov a vzhľadom na svoju veľkosť sú súčasťou dýchateľného vzduchu. V súčasnosti nemáme hodnoty najvyšších prípustných expozičných limitov pre voľné ovzdušie. Jestvuje len Nariadenie vlády SR č. 355/2006, a to pre pracovné prostredie. V minulom období boli používané tzv. najvyššie prípustné koncentrácie (NPK). NPK krátkodobé a NPK dlhodobé sú kvôli ilustrácii kvality ovzdušia uvedené v tabuľke 3.

Záver

Na základe chemickej analýzy odobratých vzoriek nánosov – sedimentov, vody a polietavého prachu je možné konštatovať:

- Nánosy, ktoré sa nachádzajú v zátopovom území MVN Sigord, aj keď vykazujú zvýšený podiel niektorých ťažkých kovov (Zn, Ni, Cr), sú málo kontaminované a je možné ich zaradiť do kategórie **TV**, t.j. nekontaminované, resp. **MPC**, pod prípustné koncentrácie. Nánosy - sedimenty z MVN Sigord je možné rôzne použiť, aj v poľnohospodárstve.
- Voda v MVN Sigord je podľa najnovších noriem vhodná na všestranné použitie.
- Ovzdušie predstavuje kvalitný čistý vzduch bez zjavných príspevov znečistenia zo strany prírodnej aj antropogénnej. Zásluhu na takejto kvalite majú okolité lesy.
- Na základe získaných výsledkov je možné odporúčať zavedenie kontrolných odberov vzoriek vzhľadom na existenciu starších banských záťaží a v prípade nepriaznivého chemického zloženia nánosov a vody dať návrhy na nápravné opatrenia.

Podakovanie: Príspevok vznikol s finančnou podporou grantovej agentúry VEGA MŠ SR v rámci riešenia projektu 2/4169/26.

Literatúra – References

- Bobro, M., Brehuv, J., Slančo, P., Hančulák, J., Špaldon, T., Šestinová, O., Lucová, K.: Správa prieskumu nánosov Malej vodnej nádrže Sigord. *Správa ÚGt SAV Košice pre Slovenský vodohospodársky podnik š.p. Banská Štiavnica, Odštepny závod Košice. Košice, august 2006.*
- Eggenberg, A., R.: Správa o baníctve v Zlatej Bani z roku 1811 (*preklad, rkp.*)
- Maljkovič, J.: Koncepcia geologického prieskumu v oblasti Slanských vrchov a prognózy využívania nerastných surovín do roku 2000. In: Zborník – VI. celoslovenský seminár „Problémy ochrany prírody a krajiny na príklade Slanských vrchov. Sigord 25. – 27. 9. 1980. Vydal: ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny Bratislava.