

KONFERENCIE • SYMPÓZIÁ • SEMINÁRE



Štátny geologický ústav Dionýza Štúra  
Oddelenie geochemie životného prostredia



Univerzita Komenského v Bratislave  
Prírodovedecká fakulta  
Katedra geochemie



Slovenská asociácia geochemikov

# GEOCHÉMIA 2024

Zborník vedeckých príspevkov z konferencie

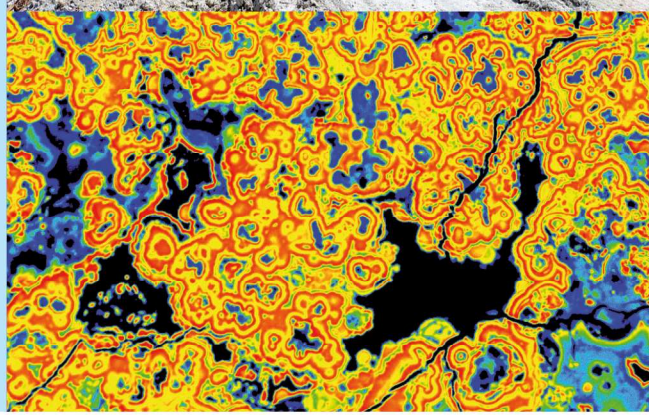
Bratislava

10. 4. – 11. 4. 2024

Editori:

Ľubomír Jurkovič, Jozef Kordík a Claudia Čičáková

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2024





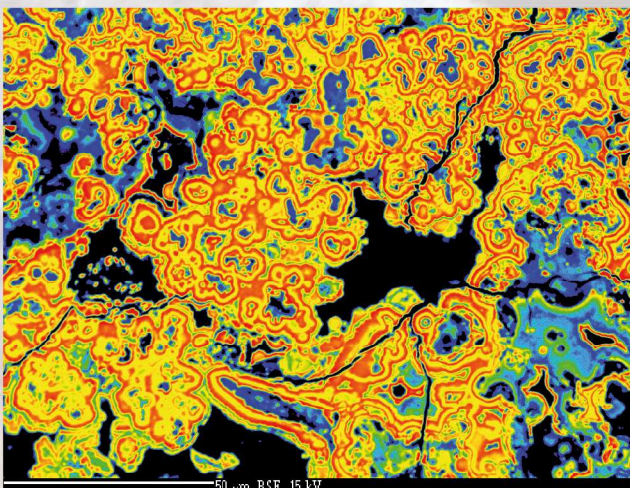
Kontrolné vzorkovanie podzemných  
vôd počas OGD na skládke KO  
Drahý vrch (Stará Turá)  
(foto: M. Jankulár)



Nádrž gudrónov Predajná  
(foto: Ľ. Jurkovič)



Nižný Hrabovec – lom a ložisko  
zeolitu (ZEOCEM s.r.o.)  
(foto: Ľ. Jurkovič)



Digitálne zafarbená BSE snímka  
nátekovkej formy hypergénneho  
FeOOH z oblasti polymetalickej  
mineralizácie pri štolni Mária,  
Zlatá Baňa. (foto: R. Demko)



**Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava**

*Oddelenie geochémie životného prostredia*



**Univerzita Komenského v Bratislave**

**Prírodovedecká fakulta**

*Katedra geochémie*



**Slovenská asociácia geochemikov**

# **GEOCHÉMIA 2024**

**Zborník vedeckých príspevkov z konferencie**

**Bratislava**

**10. 4. - 11. 4. 2024**

---

**Editori**

**Ľ. Jurkovič – J. Kordík – C. Čičáková**

## BIODOSTUPNÉ FORMY POTENCIÁLNE TOXICKÝCH PRVKOV V ANTROPOGÉNNEJ PÔDE ODVALU RUDNÉHO LOŽISKA CÍNOVEC

Pavol Midula<sup>1</sup>, Sára Svobodová<sup>1</sup>, Peter András<sup>2</sup>, Jana Ševčíková<sup>2</sup>, Ján Tomaškin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Jana Evangelistu Purkyně, Ústí nad Labem, ČR; pavol.midula@gmail.com; s.svobodova@gmail.com

<sup>2</sup>Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, Banská Bystrica; peter.andras@umb.sk; janka.sevcikova@umb.sk; jan.tomaskin@umb.sk

### ÚVOD

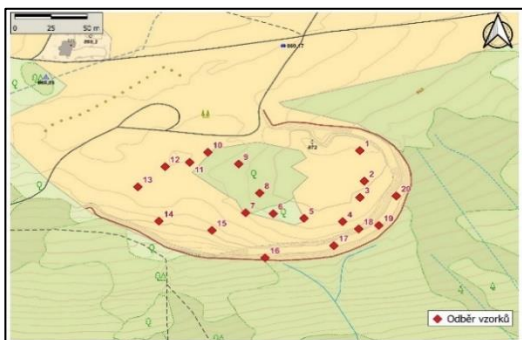
Cínovec je ložisko s dlhou ťažobnou históriou siahajúcou až do 14. storočia. Ložisko sa viaže na plytkú eleváciu albitickej žuly, ktorá v hĺbke prechádza do biotiticko monzonitickej žuly, s výraznými prejavmi graisenizácie mineralizovaných hornín. Banský odval, ktorý je predmetom štúdia (50.7221011N, 13.7762814E) je pozostatkom po ťažbe cínových rúd (David et al., 1991).

Zrudnenie až 3 m hrubých kremenných žíl je tvorené cinvalditom, fluoritom, scheelitom, kasiteritom – SnO<sub>2</sub>, ktorý bol jedným z hlavných minerálov, ktoré se ťažili ako zdroj cínu. Dalšími ťaženými minerálmi boli wolframit – (Fe,Mn)WO<sub>4</sub> a scheelit – CaWO<sub>4</sub> ako zdroje wolframu. Pomerne hojné sú i uranové sludy, galenit a tennantite (Čabla & Tichý, 1965; Čada et al., 1978).

### METODIKA

20 pôdnych vzoriek o hmotnosti približne 50 g sa odobralo v hĺbke 5–10 cm v snahe, o čo najlepšiu reprezentáciu územia (obr. 1). Vzorky sa vysušili pri laboratórnej teplote. Následne boli pulverizované a analyzované ICP-MS analýzou.

Pre identifikáciu jednotlivých biodostupných foriem se využila štvorstupňová sekvenčná analýza: 1. forma – mobilná a výmenná bola stanovená v octane amónnom pri hodnote pH 7. 2. forma – rozpustná v kyslom prostredí bola stanovená v roztoku octanu amónného pri pH 5. 3. forma – viazaná na organické a oxidovateľné látky bola stanovená v peroxide vodíka a 100 µl kyseliny dusičnej. 4. forma – viazaná na amorfné oxidy Fe, Mn, Al.



Obr. 1 Lokalizácia odobraných vzoriek

### VÝSLEDKY

V tab. 1 sú zobrazené totálne koncentrácie prvkov v odobraných vzorkách. Najvyššie koncentrácie sa zistili u Zn, W, Pb a Sn. Graf jednotlivých biodostupných foriem je zobrazený na obr. 2. Ukazuje, že najvýraznejšie zastúpenie v mobilnej prvej fáze majú Cd>Pb>Zn. Davidson (2012) a Filqeirase et al. (2002) uvádzajú, že 1. forma obsahuje najlepšie biodostupné látky, ktoré sú v pôde slabo viazané a preto majú pri zníženom pH potenciál k mobilite. 2. fáza rozpustná v kyslom prostredí má najväčšie zastúpenie u Pb a Cd. 3. fáza, viazaná na organické a oxidovateľné látky je zastúpená uvoľnením Co, Cr a Ni do roztoku. Organická hmota v pôde viaže kovy vďaka prítomnosti O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> a S (Young, 2012). Podľa Davidsona (2012) ich možno uvoľniť reakciou s peroxidom vodíka, ako to bolo realizované aj v našom výskume. Z grafu na obr. 2 je zrejmé, že najväčšie zastúpenie má táto forma u kovov Cr>Co>Ni. 4. fáza je primárne nemobilná, avšak vplyvom reakcií alebo náhlejšej zmeny niektoorej fyzikálnej veličiny (napr. hodnoty pH) je možné, že by sa časť uvoľnila a stala sa mobilnou.

Posledná štvrtá fáza, viazaná na amorfné oxidy Fe, Mn a Al, je zastúpená u všetkých prvkov, najviac však u As, Pb a Cu, najmenej u Cd a Ni. Filqeirase et al. (2002) uvádza, že amorfné oxidy sú dobrými adsorbentmi potenciálne toxických prvkov. Sú adsorbované na povrchu minerálov a sú výrazne termodynamicky nestabilné v bezkyslíkatom prostredí. Táto fáza je primárne nemobilná. Je výrazne zastúpená u všetkých prvkov s výnimkou Cd, u ktorého predstavuje okolo 10%.

Všetky prvky okrem Cd obsahujú rôzne veľkú reziduálnu časť. Zčasti môže ísť o nerozpustné kremičitany (Young, 2012).

### ZÁVER

Vysoké obsahy potenciálne toxických prvkov na ložisku Cínovec sa preukázali hlavne u Zn, Sn, W a Pb. Časť kovov prekračuje limity stanovené smernicou EU (Council directive 86/78/EEC) pre pôdu. Vzhľadom na percentuálny podiel možno považovať za najbiodostupnejšie Cd a o čosi menej Zn a Pb. Najväčší nerozpustný zvyšok

sa ukázal pri Ni>Zn>Cr>Cu. Z pohľadu intenzívnej banskej činnosti, ktorá prebiehala v oblasti Krušných hôr, však zistené koncentrácie nepredstavujú extrém. Z pohľadu environmentálneho rizika možno na

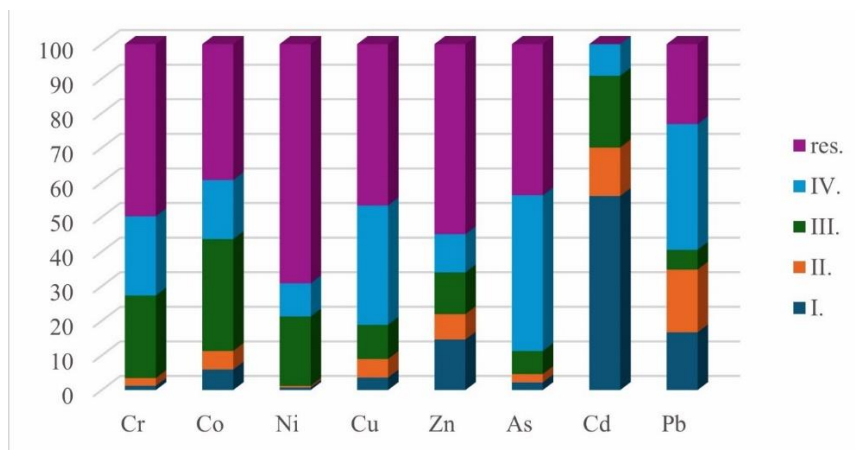
základe získaných údajov zaradiť haldu ložiska Činovec ako pomerne stabilizovanú a potenciálna kontaminácia biotických zložiek ekosystému je minimálna.

Tab. 1 Totálne koncentrácie prvkov (v mg.kg<sup>-1</sup>) s vyznačenými maximálnymi hodnotami (najvyššie sú zvyraznené)

Vzorka	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	Sn	W
S1	32,25	3,00	9,00	36,15	206,85	24,00	0,90	<b>202,95</b>	73,20	11,70
S2	<b>82,35</b>	15,30	<b>28,80</b>	<b>175,95</b>	<b>1864,35</b>	30,45	<b>5,55</b>	161,40	112,35	33,60
S3	10,95	2,55	3,90	17,25	109,05	15,90	0,45	39,15	31,20	26,70
S4	71,40	<b>16,65</b>	24,30	105,90	1246,50	22,50	4,65	129,30	94,35	4,50
S5	17,55	4,65	7,95	44,25	459,45	27,30	1,20	53,40	48,45	16,05
S6	2,70	0,45	3,15	3,90	106,35	21,75	0,30	21,45	84,30	15,30
S7	11,55	2,10	5,85	19,80	151,20	30,30	0,30	53,70	95,25	47,70
S8	4,80	0,45	4,50	9,00	175,35	24,60	0,15	46,20	87,45	136,20
S9	15,60	1,35	6,60	18,15	179,85	28,50	0,75	164,70	129,90	109,20
S10	6,30	1,50	4,95	18,60	153,30	25,35	0,60	154,20	<b>189,75</b>	<b>265,80</b>
S11	10,20	1,95	7,50	16,05	168,00	25,20	1,05	142,50	82,05	79,95
S12	28,50	6,15	21,60	27,60	140,25	45,00	0,60	137,40	61,50	6,30
S13	20,55	3,30	11,70	34,35	230,55	26,85	0,45	78,90	63,60	34,80
S14	8,55	1,80	5,40	15,45	113,40	21,15	0,30	47,70	58,50	22,80
S15	7,05	1,35	2,55	21,00	74,70	35,25	0,30	59,40	37,80	52,65
S16	11,25	1,35	7,50	132,15	135,60	<b>55,05</b>	0,60	28,50	45,45	13,05
S17	16,50	4,35	13,95	33,15	144,60	30,45	0,45	89,55	79,05	44,55
S18	3,90	0,90	4,50	13,35	109,80	28,65	0,30	31,80	59,70	14,70
S19	2,10	0,60	1,50	15,45	82,20	11,10	0,45	39,30	59,40	10,80
S20	27,30	2,40	16,20	31,50	105,90	53,40	0,45	68,55	72,15	13,05
Priemer	19,57	3,61	9,57	39,45	297,87	29,14	0,99	87,50	78,27	47,97

Tab. 2 Priemerné hodnoty biodostupných foriem a totálnych koncentrácií prvkov (TCE) v mg.kg<sup>-1</sup>

	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb
TCE	14,43	2,52	7,05	25,56	180,65	25,49	0,63	92,36
I.	0,18	0,15	0,05	0,93	26,38	0,57	0,46	15,41
II.	0,32	0,14	0,04	1,37	13,29	0,61	0,12	16,75
III.	3,45	0,82	1,42	2,53	21,78	1,70	0,17	5,30
IV.	3,31	0,43	0,68	8,82	19,94	11,47	0,08	33,55



Obr. 2 Percentuálne zastúpenie jednotlivých biodostupných foriem vybraných prvkov vzhľadom k priemernej hodnote ich celkových koncentrácií

**Pod'akovanie:** Práca vznikla s podporou grantu VEGA 1/0220/23.

#### POUŽITÁ LITERATÚRA

- Čabla, V. & Tichý, K., 1965:** *Nové výsledky geologického průzkumu na Cínovci. Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol. 5, 107-133.*
- Čada, M., Dejmek, M., Götz, B., Mag, M., Procházka, J., Urbanec, J., 1978:** *Šest set let dolování na Cínovci. Krajské muz. Teplice, 1-197.*
- David J., Jansa J., Novák F., 1991:** *Roquesit from Sn-W deposit of Cínovec in the Krušné hory mountains. Věstník Ústřed. Ústavu geol: 66, 3: 173-181.*
- Davidson, C.M., 2012:** *Methods for the Determination of Heavy Metals and Metalloids in Soils. Heavy Metals in Soils, 97-140.*
- Filqueiras, A.V., Lavilla, I., Bendicho, C., 2002:** *Chemical sequential extraction for metal partitioning in environmental solid samples. Journal of Environmental Monitoring, 4(6), 823-857.*
- Young, S.D., 2012:** *Chemistry of Heavy Metals and Metalloids in Soils. Heavy Metals in Soils, 51-95.*

**GEOCHÉMIA 2024**  
**Zborník vedeckých príspevkov z konferencie**

---

Vydal Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2024

Vedúci odd. vydavateľstva ŠGÚDŠ a propagácie : RNDr. Ladislav Martinský

Technické spracovanie: doc. RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD., RNDr. Jozef Kordík, PhD.,  
Mgr. Claudia Čičáková

Recenzenti: Všetky príspevky v zborníku prešli anonymným recenzným konaním.

Návrh obálky: RNDr. Ladislav Martinský

Rukopis neprešiel jazykovou úpravou

Tlač a knihárske spracovanie: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

**ISBN 978-80-8174-075-6**



Vzorkovanie podzemných vôd v rušňovom depe Nitra  
(foto: M. Jankulár)



Proces elektrokoagulácie pre odstraňovanie ropných látok zo znečistenej podzemnej vody s použitím Fe elektród (realizácia experimentov – Ústav geotechniky SAV Košice, foto: C. Čičáková)



Vzorkovanie oxidačnej zóny na žily Droždiak v Rudňanoch. Výskumom izotopov ortuti sa zistilo, že cca 20 % ortuti sa pri zvetrávaní vyparuje do atmosféry (Majzlan et al., 2023 – <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2023.126019>) (foto: J. Majzlan)



Priesakové vody - sanácia EZ ZH (015) / Žiar nad Hronom – stará skládka PO ZSNP (foto: Ľ. Jurkovič)



Solidifikačná linka na technologickú úpravu nebezpečných odpadov (ENVIRONCENTRUM, s.r.o. Košice) (foto: P. Sekula)



Prieskum ropného znečistenia v areáli bývalej rafinérie v Kuçove (Albánsko) (foto: J. Bartoň)

