

GAMASPEKTROMETRICKÁ CHARAKTERISTIKA LOKALIT PRIMÁRNÍ ZLATONOSNÉ MINERALIZACE V HORÁCH U PŘEDÍNA (ZÁPADNÍ MORAVA)

Gamma-ray spectrometry of localities of the primary auriferous mineralization at Hory near Předín (Western Moravia)

Tereza Potočková¹, Zdeněk Dolníček¹, Stanislav Houzar²

¹ Katedra geologie PřF UP, Tř. 17 listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: Tereza.Potockova@seznam.cz

² Mineralogicko-petrografické oddělení, Moravské zemské muzeum, Zelný trh 6, 659 37 Brno; e-mail: shouzar@mzm.cz

(23-43 Telč)

Key words: Moldanubicum, rocks, auriferous quartz veins, gamma-ray spectrometry

Abstract

Gamma-ray spectrometry of field remnants after mining of the primary auriferous mineralization in quartz veins has been applied to the two localities ("Zákopy" and "Štůlně") in Hory near Předín. The average contents of K, eU and eTh at both localities are different ("Zákopy" – K 1,1–2,4%; eU 2,8–8,9 ppm; eTh 6,2–12,3 ppm; "Štůlně-pinky" – K 1,5–2,5%; eU 3,7–8,1 ppm; eTh 8,3–13,1 ppm; "Štůlně-pole" – K 1,0–1,9%; U e2,6–5,1 ppm; eTh 6,8–9,7 ppm). In most cases, there is positive relation between Th-K, however, the opposite trend of U-K a Th-U occurs at locality "Štůlně-pole". This variability is caused by (1) different degree of hydrothermal alteration of surrounding rocks or (2) differences in lithology of rocks.

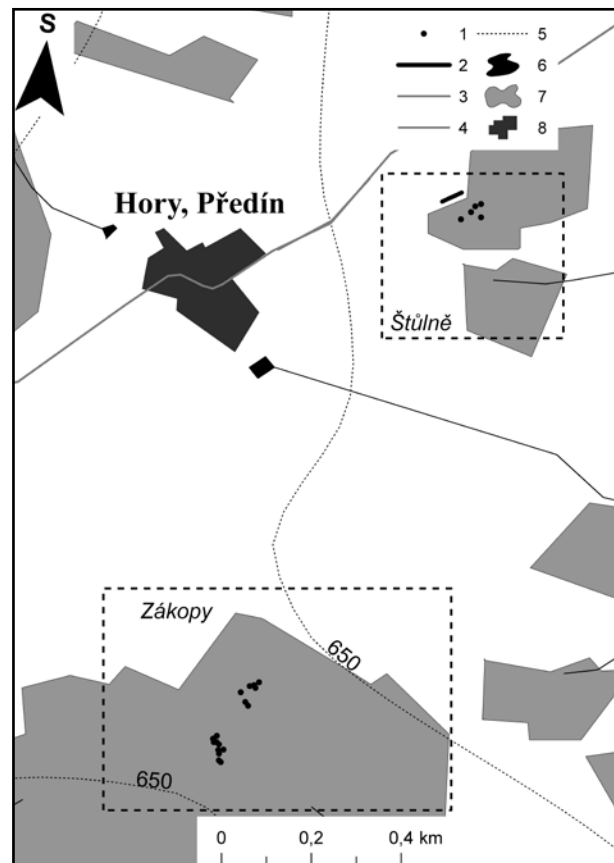
Úvod

V okolí Hor u Předína se nacházejí na několika místech pozůstatky po středověkém dobývání zlata (Koutek 1924). Zdejší výskyty byly předmětem geologického průzkumu (Veselý et al. 1988) a posléze byly podrobně zkoumány z hlediska archeologie, historie a mineralogie (Vokáč et al. 2008, Potočková et al. 2010, Potočková et al., v tisku). Předložený příspěvek doplňuje předchozí údaje o výsledky studia gamaspektrometrických charakteristik dvou lokalit v blízkosti Hor. Lokalita Hory-Zákopy se nachází asi 1 km j. od obce a je představována rozsáhlým pinkovým polem (Potočková et al., v tisku), lokalita Hory-Štůlně leží asi 0,5 km na SV od obce, na okraji lesa vpravo od silnice do Předína (Vokáč et al. 2008, obr. 1).

V zájmovém území zcela chybějí výchozy a materiál v odvalech po staré těžbě představuje z valné části jen jemný detrit s většími úlomky kvarcitů a žilného křemene. Úlomky rul, které by měly podle geologických map reprezentovat rovněž významnou součást horninového prostředí, se vyskytují jen sporadicky. V dané situaci může proto gamaspektrometrie přirozených radioaktivních prvků (K, eU a eTh) ve vytěženém materiálu přinést bližší informace o povaze horninového prostředí na různých lokalitách (např. zastoupení rul a kvarcitů), a případně i o alteračních procesech v okolních horninách, které provázely aktivitu rudonosných hydrotermálních roztoků.

Geologická charakteristika

Z hlediska regionálně-geologického členění patří zájmové území do moldanubika západní Moravy (Dudek et al. 1992). Základními horninami jsou biotitické a sillimanit-biotitické pararuly, lokálně migmatitizované s četnými vložkami kvarcitů, méně též amfibolitů (včetně amfibolizovaných eklogitů) a vápenatosilikátových hornin, hojné jsou žíly křemene, vzácnější metagranity



Obr. 1: Bližší lokalizace dílčích zájmových lokalit v okolí Hor u Předína a zaměřených pinkek (vytvoreno pomocí programu ArcGIS, podkladová data převzata z geoportálu Cenia). Legenda: 1 – pinky, 2 – profil, 3 – silnice 1. tř., 4 – vodní toky, 5 – vrstevnice, 6 – vodní plochy, 7 – lesy, 8 – zástavba.

Fig. 1: Localization of dumps and both studied localities near Hory (created in ArcGIS, base data taken from geoportal Cenia). Legends: 1 – dumps, 2 – profile, 3 – first-class road, 4 – streams, 5 – contour line, 6 – ponds, 7 – forests, 8 – estate.

Terénní měření						
č. vzorku	lokalita	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	eTh/K	eTh/eU
1.a	Zákopy	1,7	8,4	8,9	5,2	1,1
1.b		2,0	8,9	11,0	5,5	1,2
2.a		1,3	4,6	6,8	5,2	1,5
2.b		1,5	2,9	7,3	4,9	2,5
3.		1,4	3,2	9,0	6,4	2,8
4.a		1,6	4,7	7,5	4,7	1,6
4.b		1,8	4,2	8,9	4,9	2,1
5.a		2,1	6,4	12,1	5,8	1,9
5.b		2,2	6,4	11,2	5,1	1,8
6.a		1,4	4,8	10,1	7,2	2,1
6.b		1,8	5,4	10,5	5,8	1,9
7.		1,3	4,7	10,6	8,2	2,3
8.		1,5	4,3	9,2	6,1	2,1
9.		1,1	4,8	6,9	6,3	1,4
10.		1,1	4,7	6,2	5,6	1,3
11.		2,4	6,5	8,7	3,6	1,3
12.		1,8	5,7	10,1	5,6	1,8
13.		1,9	8,4	8,8	4,6	1,0
14.		1,1	3,4	6,4	5,8	1,9
15.		1,7	7,9	10,6	6,2	1,3
16.		2,2	7,8	12,3	5,6	1,6
17.a		0,7	3,3	6,4	9,4	2,0
17.b		0,9	3,4	6,8	7,5	2,0
18.a		1,7	4,4	8,6	5,0	2,0
18.b		1,6	4,1	9,2	5,9	2,2
19.a		1,7	5,8	9,9	6,0	1,7
19.b		1,5	5,6	5,4	3,7	1,0
20.a		1,3	6,3	7,8	5,9	1,2
20.b		1,6	5,9	9,1	5,9	1,5
21		1,8	6,5	8,7	4,9	1,3
25.a	1,7	5,4	10,4	6,1	1,9	
25.b	1,8	8,1	9,9	5,5	1,2	
26	2,4	5,4	11,8	4,9	2,2	
27	1,8	5,6	9,5	5,3	1,7	
28.a	1,8	4,5	8,3	4,6	1,8	
28.b	1,8	4,4	9,3	5,2	2,1	
29.a	1,5	4,0	10,1	6,7	2,5	
29.b	1,6	5,1	8,4	5,3	1,6	
profil pole (podél lesa)						
0 m	Štůlně (pole)	1,0	5,1	6,8	6,8	1,3
10 m		1,4	3,5	8,3	5,9	2,4
20 m		1,3	4,4	7,3	5,6	1,7
30 m		1,2	3,2	8,1	6,8	2,5
40 m		1,1	4,0	7,2	6,5	1,8
50 m		1,4	4,2	7,5	5,4	1,8
60 m		1,4	3,5	7,0	5,0	2,0

(ortoruly) a pegmatity. Směr foliace hornin je S–J až SSV–JJZ s příkrým úklonem k V, resp. VJV (Koutek 1924, Veselý et al. 1988, Vokáč et al. 2008). Kvartérní sedimenty jsou zastoupeny hlavně pleistocenními až holocenními kamenito-hlinitými eluvii a deluvii. V okolí vodních toků se nacházejí písčité šterky a jíly, lokálně i rašeliny (Vokáč et al. 2008).

Charakteristika Au-mineralizace

Primární zlatonosné zrudnění je vázáno na pravé křemenné žíly, které jsou uloženy v pararulách nebo

Laboratorní měření							
č. vzorku	lokalita	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	eTh/K	eTh/eU	
1.	Zákopy	1,7	3,3	7,1	4,2	2,2	
1.		1,9	3,3	7,6	4,0	2,3	
1.		1,5	3,2	6,9	4,6	2,2	
1.		1,6	2,8	6,3	3,9	2,3	
1.		1,8	3,3	7,6	4,2	2,3	
17		0,8	2,0	6,1	7,6	3,1	
18		1,2	2,7	6,8	5,7	2,5	
19		1,8	3,7	9,1	5,1	2,5	
20		2,1	3,4	9,4	4,5	2,8	
21		1,2	3,5	6,9	5,8	2,0	
17 - kvarcit		<0,5	<1,5	3,1			
18 - kvarcit		<0,5	<1,5	2,8			
20 - kvarcit		<0,5	<1,5	2,2			
22 - kvarcit		<0,5	<1,5	1,9			
23 - kvarcit		1,0	2,5	5,3	5,3	2,1	
24.a - rula		2,3	3,3	12,2	5,3	3,7	
24.b - rula		1,9	2,3	11,7	6,2	5,1	
20.		Štůlně (pinka)	2,5	3,7	13,1	5,2	3,5
20.			2,2	4,0	13,0	5,9	3,3
20.			2,3	4,0	11,3	4,9	2,8
20 m (1)	Štůlně (pole)	1,9	2,8	9,4	4,9	3,4	
20 m (2)		1,9	2,6	9,7	5,1	3,7	
20 m (3)		1,9	2,7	9,6	5,1	3,6	

Tab. 1: – Výsledky terénní a laboratorní gamaspektrometrie a vypočítané poměry eTh/K a eTh/eU.

Tab. 1: – Results of field and laboratory gamma-ray spectrometry and calculated eTh/K and eTh/eU ratios.

v kvarcitech. Žíly mají nejčastěji směr VJV–ZSZ a JV–SZ, popř. V–Z (Veselý et al. 1988, Vokáč et al. 2008). V případě ložiskového území u Hor se jedná o poměrně jednoduchou zlatonosnou mineralizaci. Mimo zlata, resp. elektrů (obsah Ag 17–34 hmot. %), je jediným hojnějším rudním minerálem pyrit. Ze supergenních minerálů se zde vyskytují baryt a limonit. Žilovina je na obou lokalitách tvořena křemenem s ojedinělým vtroušeným limonitizovaným pyritem a alterovanými živci. Z akcesorií lze uvést monazit, rutil, zirkon a xenotim. Na lokalitě Hory–Zákopy je žilný křemen bezbarvý nebo bílý a tvoří drobné žilky, zčásti s drúzovitým vývojem, v okolním kvarcitu. Naopak typický žilný křemen z Hor–Štůlně je okrově zbarvený, s přechody do bílého křemene. Může obsahovat tenké žilky „limonitu“ a bílého až bezbarvého drúzovitého křemene. Poměrně často lze v žilovině nalézt i útržky okolních alterovaných hornin. Dominující součástí těchto poměrně častých útržků hornin jsou slidy a jílové minerály (muskovit, illit). Mineralogickou charakteristikou zrudnění se blíže zabývá Potočková et al. (2010).

Metodika

Během průzkumu lokalit, který probíhal v letech 2008–2010, proběhlo terénní měření K, eU (= ekvivalentu uranu) a eTh (= ekvivalentu thoria) pomocí gamaspektrometru GRM 260/B (výrobce GF Instruments, Brno). Vzhledem k absenci výchozů byla terénní měření realizována na pinkách a profilu na poli (předmětem měření bylo eluvium/deluvium). Na Zákopech bylo změřeno

celkem 16 pinek, na Štůlních 5 pinek. Na lokalitě Štůlně byl navíc změřen profil o délce 60 m na poli podél lesa (body po 10 m). V pinkách bylo měření realizováno na vrcholu či těsně pod vrcholem odvalu, nikoliv na dně (dno je zpravidla zaneseno organickým materiálem, navíc při měření na dně pinky by byly získány vzhledem k nevyhovující geometrii mnohem více nadhodnocené obsahy – ověřeno i pokusně). Nejdříve se odstranila svrchní vrstva (hrabanka) a poté byl přiložen gamaspektrometr a změřeny obsahy K, U a Th. Celková doba jednoho měření byla 3 minuty. Stejně se postupovalo na profilu na poli, kde se opět nejdříve odstranila svrchní vrstva ornice. Materiál odvalů i spodní části půdního profilu tvořily převážně navětralé úlomky hydrotermálně alterovaných i relativně čerstvých rul, dále kvarcitu a ojediněle i křemenná žilovina.

Pro doplňující laboratorní výzkum byly odebrány sypké vzorky o hmotnosti přibližně 500 g přímo z pinek na lokalitách Zákopy a Štůlně, na Štůlních i z profilu na přílehlém poli, a také větší kusy samotných kvarcitů a rul na Zákopech. Neupravené vzorky (tzn. rubanina z pinek, resp. horninová drť) byly vloženy do plastových kelímků s víčkem o objemu 250 ml a ponechány uzavřené 14 dnů pro ustavení radioaktivní rovnováhy. Měření proběhlo na laboratorním gamaspektrometru GS-320 (výrobce Exploranium Inc., Kanada) na katedře geologie PřF UP v Olomouci (analytik doc. J. Zimák). Měření jednoho vzorku trvalo 30 minut. Detekční limity jsou pro K 0,5 %, pro eU 1,5 ppm a pro eTh 1,5 ppm.

Výsledky

Na lokalitě Hory-Zákopy byly naměřeny vyšší průměrné hodnoty obsahu jednotlivých prvků při terénních než při laboratorních měřeních. Stejných výsledků jako na lokalitě Hory-Zákopy bylo dosaženo při měření eU na lokalitách Štůlně-pole i Štůlně-pinky. Vyšší hodnoty při gamaspektrometrii laboratorní byly stanoveny pouze u K a eTh z obou lokalit ze Štůlní (pinky 2,3 % K; pole 1,9 % K), zatímco obsah draslíku na Zákopech zjištěný při laboratorním měření byl přibližně stejný jako při terénní gamaspektrometrii (1,6 % K; tab. 1). Nejmenší průměrné obsahy K, eU a eTh (mimo laboratorních měření K a eTh ze Zákopů) byly stanoveny v profilu na poli (Štůlně).

V případě obsahu draslíku vedlo terénní měření k závěrům, že hodnoty na Zákopech i Štůlních (pinky) jsou poměrně málo variabilní s průměrnou hodnotou 1,6 % K (Zákopy) a 1,9 % K (Štůlně). Měření profilu na lokalitě Štůlně-pole pak ukázalo v průměru nižší hodnoty (1,2 % K), patrně v důsledku vyššího podílu křemene, resp. poměru křemen/K-minerály.

Obsahy uranu a thoria, stanovené při terénní gamaspektrometrii v pinkách v rámci jednotlivých lokalit na rozdíl od draslíku zřetelně kolísají, i když při vzájemném porovnání lokalit dojdeme k podobným rozsahům (tab. 1). Obsah uranu se pohybuje v intervalu 3,2–8,9 ppm, obsah thoria v rozmezí 6,2–12,3 ppm. Poměrně stálé jsou obsahy těchto prvků změřených v profilu Štůlně-pole (3,2–5,1 ppm eU; 6,8–8,3 ppm eTh). Při laboratorním měření tam byly zjištěny nižší stálé hodnoty obsahu uranu (2,6–4,0 ppm eU), což je způsobeno tím, že při terénní

gamaspektrometrii je zároveň s uranem měřen také radon v půdním prostředí. Obsah thoria při porovnání jednotlivých lokalit vykazuje také poměrně značnou variabilitu hodnot, v rámci jednotlivých lokalit jsou však hodnoty poměrně stálé. Nejvyšších hodnot dosahují měření v pinkách na lokalitě Štůlně (13,1 ppm eTh), které jsou situovány přímo na vytěžené křemenné žíle doprovázené hydrotermálně alterovanými rulami. Nižší hodnoty byly zjištěny v profilu na poli (průměrně 9,6 ppm eTh), který probíhá s touto žílou přibližně paralelně. Při porovnání obsahu těchto prvků na jednotlivých lokalitách je zřejmé, že Zákopy i Štůlně (pinky) mají průměrné hodnoty obsahu uranu a thoria obdobné. Profil na poli vykazuje ve většině případů nižší hodnoty. Toto by mohlo být způsobeno větší mocností zvětralinové vrstvy, která tlumí záření z podloží.

Laboratorně byly změřeny i vzorky ruly a kvarcitu z lokality Zákopy. Obsah K a U v kvarcitu je u většiny měření pod mezí stanovitelnosti (K < 0,5 %; eU < 1,5 ppm), pouze u jednoho vzorku vyšel obsah K = 1 % a eU = 2,5 ppm. Obsah Th se pohybuje v rozmezí 1,9–5,3 ppm. Pro ruly je obsah K = 1,9–2,3 %, eU = 2,3–3,3 ppm a eTh = 11,7–12,2 ppm (tab. 1). Vzhledem k počtu měření a možnostem vzorkování jednotlivých hornin na lokalitách je však třeba uvedená data hodnotit pouze jako předběžná.

Diskuze a závěry

Přestože bylo doposud provedeno relativně malé množství měření, již z výše uvedených výsledků je patrná variabilita jak v rámci jednotlivých lokalit, tak i při porovnání lokalit navzájem. Při porovnání stanovených obsahů jednotlivých prvků s klarkovými obsahy prvků (dle Taylora 1964: K = 2,09 %; U = 2,7 ppm a Th = 9,6 ppm) lze konstatovat, že K a eTh vykazují nižší nebo srovnatelné hodnoty pro většinu měření. Výjimkou je laboratorní měření z lokality Štůlně-pinky, kde eTh vykazuje zvýšenou průměrnou hodnotu (12,5 ppm). Co se týče eU, na všech lokalitách byly pozorovány mírně zvýšené průměrné hodnoty ve srovnání s klarkovým obsahem (tab. 2).

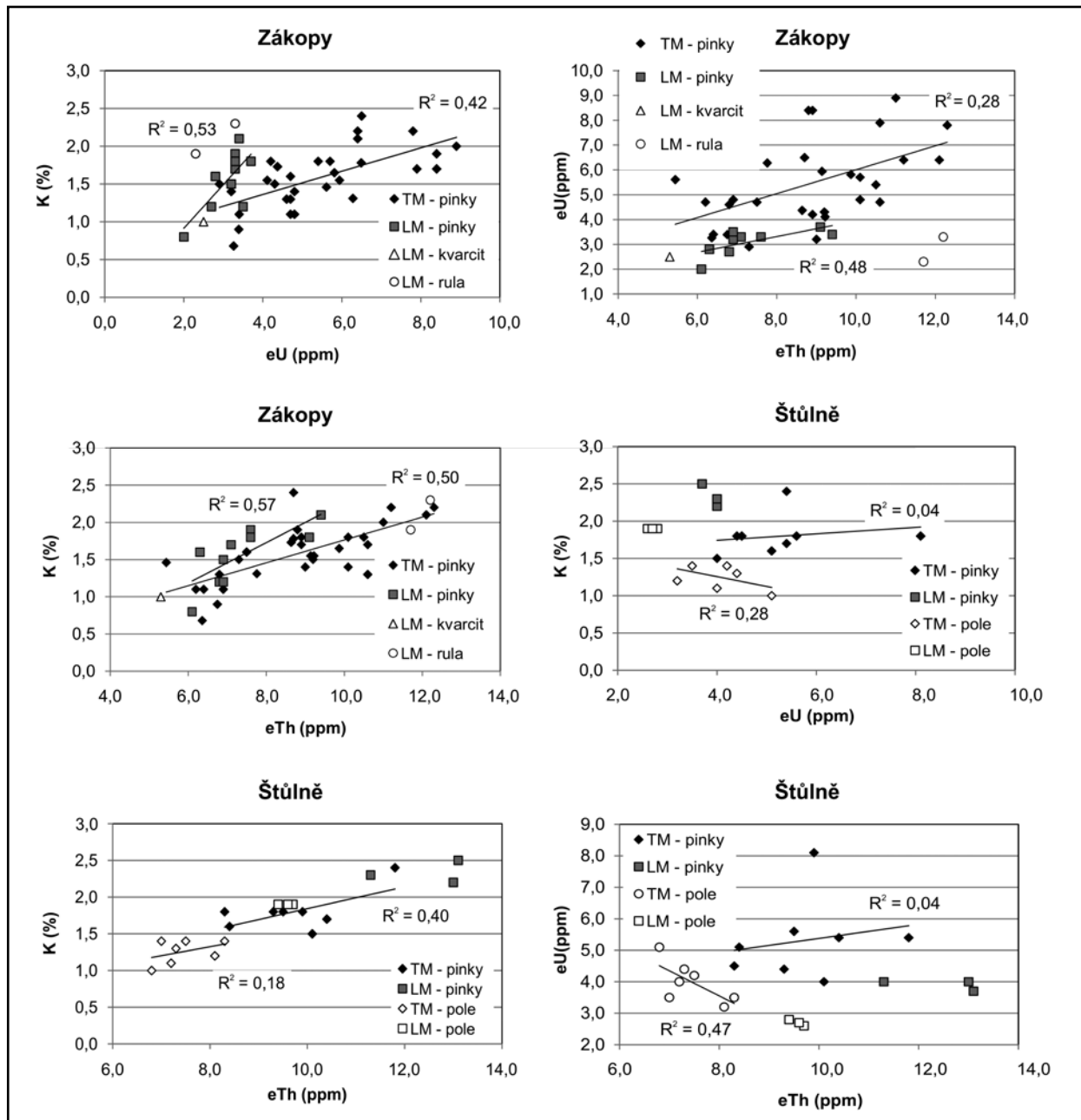
Z korelačních diagramů jednotlivých radioaktivních prvků (dvojice K-eTh, K-eU, eU-eTh) lze u laboratorních i terénních měření vyčíst několik trendů (obr. 2). Nejvýraznější pozitivní korelace byly zjištěny mezi K a eTh

lokality		K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)	eTh/K (ppm/%)	eTh/eU (ppm/ppm)
Zákopy pinky	LM	1,6	3,1	7,4	5,0	2,4
	TM	1,6	5,4	8,8	5,8	1,7
Štůlně pinky	LM	2,3	3,9	12,5	5,4	3,2
	TM	1,8	5,3	9,7	5,4	1,9
Štůlně pole	LM	1,9	2,7	9,6	5,0	3,5
	TM	1,3	4,0	7,5	6,0	1,9
Zákopy – kvarcit	LM			3,1	*5,3	*2,1
Zákopy – rula	LM	2,1	2,8	12,0	5,7	4,4

* jen jedna hodnota, only one value

Tab. 2: – Průměrné hodnoty obsahů K, eU, eTh a vypočtených poměrů eTh/K a eTh/eU na jednotlivých lokalitách (LM = laboratorní měření, TM = terénní měření).

Tab. 2: – Average contents of K, eU, eTh, and calculated average eTh/K and eTh/eU ratios at the individual localities (LM – laboratory measurements, TM – field measurements).



Obr. 2: – Výsledky terénní a laboratorní gamaspektrometrie – korelační diagramy K, eU a eTh (LM – laboratorní měření, TM – terénní měření).

Fig. 2: – Results of gamma-ray spectrometry – correlation graphs of K, eU and eTh (LM – laboratory measurements, TM – field measurements).

zejména na lokalitě Zákopy (pro terénní i laboratorní měření), méně zřetelně i na lokalitách ostatních (obr. 2), což souvisí nejspíše s častým výskytem akcesorického monazitu zarostlého v muskovitu–sericitu, což bylo doloženo dřívějším mikroskopickým studiem výbrusů a studiem na mikrosondě (Potočková et al. 2010). Vztah eU a eTh je variabilní; od mírně pozitivní korelace na lokalitě Hory-Zákopy pro terénní i laboratorní měření až po zřetelně negativní korelaci na lokalitě Štůlně-pole pro terénní měření, kde lze očekávat vysoký podíl alterovaných a zvětralých hornin. Na poslední lokalitě je rovněž patrná negativní korelace K a eU (terénní měření, obr. 2). Vztah K a eU na lokalitě Hory-Zákopy vykazuje poměrně výraznou

pozitivní korelaci pro terénní i laboratorní měření, zatímco lokalita Štůlně-pinky nevykazuje téměř žádnou závislost.

Nositel draslíku je vedle K-živců (ruly, migmatity) pouze biotit (ruly, částečně kvarcity) a zejména muskovit (hydrotermálně alterované horniny a žilný křemen). Obsah uranu a thoria byl na studovaných lokalitách zjištěn pouze v akcesorických minerálech, zejména v relativně hojném monazitu s ~4 hmot. % ThO_2 a ~1,2 hmot. % U, zatímco rozšířenější zirkon obsahuje $\leq 0,07$ hmot. % ThO_2 a $\leq 0,07$ hmot. % U a spíše ojedinělý xenotim $\leq 0,11$ hmot. % ThO_2 a $\leq 3,60$ hmot. % U. Analýzy žiloviny (včetně útržků alterovaných rul) mají podle dosud ojedinělých celkových analýz ~1–2 ppm Th a ~0,5–1 ppm U (Potočková et al. 2010).

Nehledě na mírně odlišné petrografické složení horninového podloží na jednotlivých lokalitách (např. na Zákopech spíše kvarcitu, na Štůlních spíše ruly a žilný křemen), naznačuje chování studovaných prvků patrně různou intenzitu hydrotermální alterace okolních hornin. Rozdílné chování eU a eTh na této lokalitě ukazuje, že obsah uranu pravděpodobně přímo nekoreluje s obsahem muskovitu, resp. podílu alterovaných hornin ve studovaném materiálu. Hlavním nositelem U tedy pravděpodobně není monazit zarůstající do muskovitu, ale jiný akcesorický minerál.

K, U i Th mají v hydrotermálních podmínkách zpravidla různou mobilitu (Ford et al. 2008, Goodell 1986, Sighinolfi – Sakai 1974). Indikátorem mobility mohou být poměry eTh/eU či eTh/K (K a U bývají za hydrotermálních podmínek obvykle mobilní, thorium imobilní). Detailněji lze hodnotit pouze lokalitu Zákopy, kde jsou k dispozici i horninová data (do úvahy byla vzata pouze laboratorní měření všech vzorků). Vzorky rubaniny ze Zákopů mají

relativně nižší poměry eTh/K (3,9–7,6, průměr 5,0) než okolní ruly a kvarcitu (5,3–6,2). To by bylo v souladu s představou přínosu K během hydrotermální alterace, což je v souladu i s mineralogickými pozorováními (růst muskovitu a/nebo illitu; Potočková et al. 2010). Poměry eTh/eU se ve vzorcích rubaniny pohybují v rozmezí 2,0–3,1 (průměr 2,4), v rulách je tento poměr výrazně vyšší (3,7 a 5,1), v jediném kvarcitu byla stanovena nízká hodnota 2,1. Vzhledem k velké variabilitě horninových dat nelze vliv alterací na poměr eTh/eU v tomto případě prokázat.

Poděkování

Autoři děkují doc. J. Zimákovi za spolupráci při měření vzorků laboratorním gamaspektrometrem. Za četné připomínky k rukopisu děkujeme RNDr. Z. Skácelové (ČGS, pob. Jeseník). Práce byla realizována s podporou grantů GAČR 205/07/P130, IGA UP PrF/2011/010 a záměru MK 00009486201.

Literatura

- Dudek, A. – Chlupáč, I. – Pouba, Z. – Vejnar, Z. – Zapletal, J. (1992): Krystalinikum a prevariské paleozoikum. – In: Chlupáč, I. – Štorch, P. (eds): Regionálně-geologické dělení Českého masívu na území České republiky. – Čas. Mineral. Geol., 37, 4, 258–275. Praha.
- Ford, K. – Harris, J. R. – Shives, R. – Carson, J. – Buckle, J. (2008): Remote predictive mapping 2. Gamma-ray spectrometry: a tool for mapping Canada's North. – Geoscience Canada, 35, 3/4, 109–126.
- Goodell, P. C. (1986): Differential geochemical mobility of uranium, thorium and potassium used as geologic environment indicators and explorations tools. – AAPG Bulletin, 20, 595–596.
- Koutek, J. (1924): O zlatonosném území v okolí Hor na jihozápadní Moravě. – Čas. Vlast. Spolku musejního, 35, 1–2, 1–5, Olomouc.
- Potočková, T. – Dolníček, Z. – Houzar, S. – Škrdla, P. – Vokáč, M. (2010): Primární zlatonosná mineralizace v okolí Hor u Předína, západní Morava. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 95, 83–104.
- Potočková, T. – Houzar, S. – Škrdla, P. – Vokáč, M. – Dolníček, Z. (v tisku): Historické dolování zlata na lokalitě Hory-Zákopy, západní Morava. – Acta Rer. Nat., Suppl.
- Sighinolfi, G. P. – Sakai, T. (1974): Uranium and thorium in potash-rich rhyolites from western Bahia (Brazil). – Chem. Geol., 14, 1–2, 23–30.
- Veselý, J. – Straka, L. – Hron, M. – Mikšiči, J. – Václavěk, V. – Pertoldová, J. – Malec, J. – Šimek, K. – Kopecký, P. – Obst, P. (1988): Dílčí závěrečná zpráva úkolu Český masív – ověřování prognóz Au 01 81 2101, Opatovsko- sojkovický revír. – Geofond Praha.
- Taylor, S. R. (1964): Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. – Geochim. Cosmochim. Acta, 28, 1273–1285.
- Vokáč, M. – Houzar, S. – Škrdla, P. (2008): Dolování zlata v širším okolí Hor u Předína na západní Moravě: dějiny výzkumů, historie dolování, topografie a archeologie lokalit a přehled geologických poměrů. – Sborník semináře Stříbrná Jihlava 2007, 1–30.