

Nový nález selenidů na výskytu uranových rud Černý Důl v Krkonoších (Česká republika)

New occurrence of selenides from the Černý Důl uranium deposit in the Giant Mountains (Czech Republic)

STANISLAV KOPECKÝ¹⁾, PETR PAULIŠ²⁾ A RADEK ŠKODA³⁾

¹⁾ Žižkov II/1294, 580 01 Havlíčkův Brod

²⁾ Smlšková 564, 284 01 Kutná Hora

³⁾ Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova universita, Kotlářská 2, 611 37 Brno

KOPECKÝ S., PAULIŠ P., ŠKODA R. (2010): Nový nález selenidů na výskytu uranových rud Černý Důl v Krkonoších. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 18/2, 43-49. ISSN: 1211-0239.

Abstract

Three selenides were found in a sample from the small uranium deposit of Černý Důl by means of WDS. None of these selenides were found at this locality before. They are relatively rare selenides: bukovite, hakite and klockmannite which are accompanied clausthalite and tiemannite. The selenides grow together intimately and make microscopic inclusions with uraninite in calcite veins. Chemical composition of studied selenides is discussed.

Key words: bukovite, clausthalite, hakite, klockmannite, tiemannite, uranium deposit, Černý Důl, the Giant Mts., Czech Republic

Úvod

Z uranového výskytu Černý Důl v Krkonoších je dosud uváděn výskyt dvou selenidů - clausthalitu a tiemannitu. V roce 2010 zde byly prvním autorem nalezeny tři vzorky, ve kterých byly při výzkumu vedle uraninitu a dvou již známých selenidů zjištěny další, pro lokalitu nové selenidy: bukovit, hakit a klockmannit. Vzorky byly nalezeny ve zbytku haldového materiálu ze šachty „Berghaus“ (obr. 1).

Historie, geologie a mineralogie lokality

Lokalita se nachází 3.5 km s. od obce v Černém (či Stříbrném) dole v údolí Čisté (někdy též Stříbrného potoka), 8 km sv. od Vrchlabí. Nejlepší přístup k lokalitě je z

obce Černý Důl po modré turistické značce proti směru potoka. Za hájenkou (čp. 160) jsou důlní odvaly po štolě č. 1, které jsou částečně rozvezeny na úpravu cest. Další odvaly jsou soustředěné po obou stranách potoka o 2.5 km výše proti jeho toku, při odbočce turistické cesty na Tetřeví Boudy, a to ze štol č. 1, 2, 5, 6, 8, šurfů č. 3, 5, 7, 8 a šachty Berghaus. Mineralogicky zajímavý materiál pocházel i v minulosti téměř vždy ze šachty.

Černý Důl je místem s dlouhou báňskou historií. Vznik hradu Antoniusburg nebo též Purkhybl sahá až do 14. století. První zmínky o dobývání rud pocházejí z roku 1383, kdy zde byly pánem z Turgova, tehdejším majitelem Hostinného a vsi Čisté, založeny hamry na hutnění železných rud, které byly dobývány u Neudorfu v severní části obce. Větší rozvoj dolování však nastal až v době, kdy panství



Obr. 1 Situace lokality s vyznačením místa nálezů selenidů.

získal báňský podnikatel a nejvyšší horní hejtman Českého království, Kryštof z Gendorfu. První odvozy zlata z vrchlabského panství jsou z roku 1562, ale není jisté, zda v tom je zahrnut i Černý Důl.

Největší zásluhy na hospodářském rozmachu obce a dolování však měla jeho dcera Eustachie, která v roce 1564 založila v severní části údolí městečko Schwarzen-tal (Černý Důl) a udělila mu mnoho horních svobod a práv. Název byl údajně zvolen podle „černé žíly“ s vysokým obsahem zlaté rudy. První prokázaný odvod zlata přímo z obce Černý Důl je z roku 1577 z dolu Dar Boží a potom pravidelně z let 1585 až 1622. Z knihy propůjček z této doby je možné vyčíst, že se kutalo na více než dvaceti místech a dochovalo se i několik jmen dolů (Tásler 2009). V roce 1585 se intenzivně dolovalo na obou březích Stříbrného potoka (Silberbach) na více než 20 jamách (St. Christopf Fundgrube, Hilfe Gottes Silberzeche, Heilige Dreifaltigkeit apod.) (Sejkora 1994). Těžaři byli koncem 16. a začátkem 17. století hutní a horní úředníci z Prahy a Kutné Hory a majitelé pozemků z okolí. Odvozy z let 1590 až 1609 byly velmi pravidelné po 4 až 16 lotech (hodnota lotu zlata byla v té době 27 zlatých). Z toho můžeme usuzovat, že to bylo období největší prosperity dobývání zlata v Černém Dole (Tásler 2009). Od roku 1624 do počátků 18. století byly doly opuštěné. Nepříliš úspěšné pokusy těžít zlaté a stříbrné rudy byly podniknuty v letech 1709 - 1817 (Sejkora 1994).

Poslední etapa dolování se odehrála v padesátých letech 20. století (1951 - 1958), kdy zde byl pomocí šachtic a několika štol ověřován uranový rudní výskyt. Průzkumné práce započaly revizí starých odvalů. Centrum hornických prací bylo soustředěno do údolí Čisté do prostoru mezi kótami Špičák (1001 m n.m.) a Zrcadla (1242 m n.m.) do ústí Železného dolu. Rozsáhlé průzkumné práce (2217 m překopů, 1647 m sledných chodeb a 80 m hluboká jáma) však nepřinesly žádaný efekt (Pazderský 1997). Celkem zde bylo při průzkumných pracích získáno 144 kg U z max. hloubky 150 m (Kafka ed. 2003). V roce 2007 zřídila obec Černý Důl na lokalitě Berghaus kolem 1 km dlouhou naučnou hornickou stezku.

Uranové zrudnění reprezentované uraninitem tvořilo na žilách malé nepravidelné čočky o mocnosti až 20 cm. Karbonátové žíly pronikají muskovitovými svory a erlany regionálně metamorfního původu. V nejbližším okolí jsou ve svorech přítomna konkordantně uložená ortorulová tělesa. Přítomnost uranové mineralizace byla ověřena až do hloubky 150 m. Uraninit tvoří prožilky o max. mocnosti do 3 cm. Zrudnění bylo zjištěno na dvou žilách (Č-1 a Č-5). Prvá je dlouhá 85 m, druhá 142 m. Jejich směr je 10 - 50°, sklon 70 - 75° k SZ, mocnost 3 - 100 cm. V jejich výplni se uplatňoval bílý a růžový karbonát a uraninit (Markov et al. 1953). Rudní žíly obsahují kromě uraninitu a tmavofialového fluoritu i bohaté společenství vzácných nerostů, které vzniklo za podmínek chudých na obsah síry. Jedná se především o čtyři z této lokality nově popsané arsenidy mědi (resp. i stříbra). Novákit, tvořící poměrně často nepravidelná, na čerstvém lomu ocelově šedá a kovově lesklá až 4 cm velká zrna, bývá doprovázen dalšími, obvykle mikroskopickými arsenidy: koutekitem, paxitem a kutinaitem (Hak et al. 1970; Johan 1958, 1960a, 1961; Johan, Hak 1959, 1961).

Z dalších zajímavých minerálů zde byla

zjištěna vzácná kosočtverečná modifikace arsenu - arsenolamprit, vytvářející až 1 mm velké lupénky podobné molybdenitu (Johan 1959). Dále byly zjištěny mikroskopický beta-domeykit, Hg bohaté stříbro (tzv. kongsbergit), parammelsbergit, arsen, kostrovité stříbro, chalkozín, skutterudit, löllingit a další (Johan 1960a,b, 1961, 1985; Johan, Hak 1961; Hak et al. 1970). K běžným minerálům patřil arsen, chalkozín, skutterudit a löllingit. Ze sekundárních minerálů jsou z lokality uváděny arsenolit, cerusit, erytrin, *uranové slídy*, *uranové černě* a uranofán. Vedle tohoto typu zrudnění se na lokalitě objevují sulfidické Pb-Zn rudy, které jsou vázány na tektonicky postižené partie erlanů. V křemen-mikroklínových výplních tektonických puklin byly zjištěny galenit, sfalerit, pyrit, chalkopyrit, pyrohotin a tetradrit.

Ze selenidů byly zjištěny Johanem (1960b) tiemannit a clausthalit. Tiemannit, pro který je Černý Důl prvním známým nalezištěm v ČR (i první známou lokalitou selenového minerálu v ČR), vytváří sítivo šedočerných, po naběhnutí černých žilek a impregnací ve světle šedém kalcitu, které někdy srůstají s uraninitem (Johan 1960b).

Metodika výzkumu

Zkoumaný vzorek byl zalit do epoxidu, naleštěn a na jeho povrch byla nanášena grafitová vrstva. Chemické analýzy a snímky ve zpětně odražených elektronech byly pořízeny na elektronové mikrosondě Cameca SX100 za následujících podmínek: urychlovací napětí 25 kV, proud elektronového svazku 20 nA a průměr svazku 2 μm. Jako standardy byly použity následující syntetické a přírodní fáze: Pb - galenit (Ma), Fe - pyrit (Ka), Ag - Ag(La), Cd - CdSe (Lβ), Zn - ZnS (Ka), Hg - HgTe (Ma), Cu - Cu (Ka), Sb - Sb (Lβ), Bi - Bi (Mβ), Te - CdTe (Lβ), S - chalkopyrit (Ka), Se - PbSe (Lβ), Au - Au (La), Cl - PbCl₂ (Ka). Doba načítání na píku byla stanovena na 20 s pro hlavní prvky a 40 s pro prvky minoritní. Doba načítání na každém pozadí odpovídala polovině načítacího času na píku příslušného prvku. Získaná data byla upravena automatickou PAP korekcí (Pouchou, Pichoir 1985).

Mineralogická charakteristika studovaných vzorků

V roce 2009 byly pomocí GM sondy ve zbytku haldového materiálu z uranové šachty „Berghaus“ nalezeny tři aktivní vzorky, největší o velikosti 6 x 4 x 3 cm, nejmenší



Obr. 2 Vzorek uraninitu se selenidy z Černého Dolu, velikost vzorku 6 x 4 cm, foto S. Kopecký.

1 x 1 cm. Největší vzorek (obr. 2) je tvořen zčásti šedobílým karbonátem a zčásti karbonátem tmavě červeným, silně hematitizovaným. Celým vzorkem prostupuje žilka masivního kolomorfního uraninitu, která je místy „vyhojena“ uraninitem jemnozrnným, který obsahuje vtroušeniny připomínající selenidy z jiných uranových lokalit ČR. Oddělené od uraninitové žilky se v kalcitu nacházejí zrnité agregáty arsenidů Fe a Co, jak lze usuzovat z přítomnosti vzniklých supergenních narůžovělých arseničnanů (pravděpodobně erytrín). Nejmenší vzorek, který byl podroben analýze je tvořen masivním uraninitem obdobného charakteru jako u největšího vzorku. V uraninitu bylo možné pozorovat vrstvičky minerálů připomínající selenidy.

Při podrobném studiu pod mikroskopem a následně mikroanalýzátorem byl výskyt selenidů v nalezených vzorcích potvrzen. Zjistěna byla poměrně komplikovaná asociace selenidů, které intimně srůstají a tvoří spolu s uraninitem vtroušeniny v kalcitové žilovině.

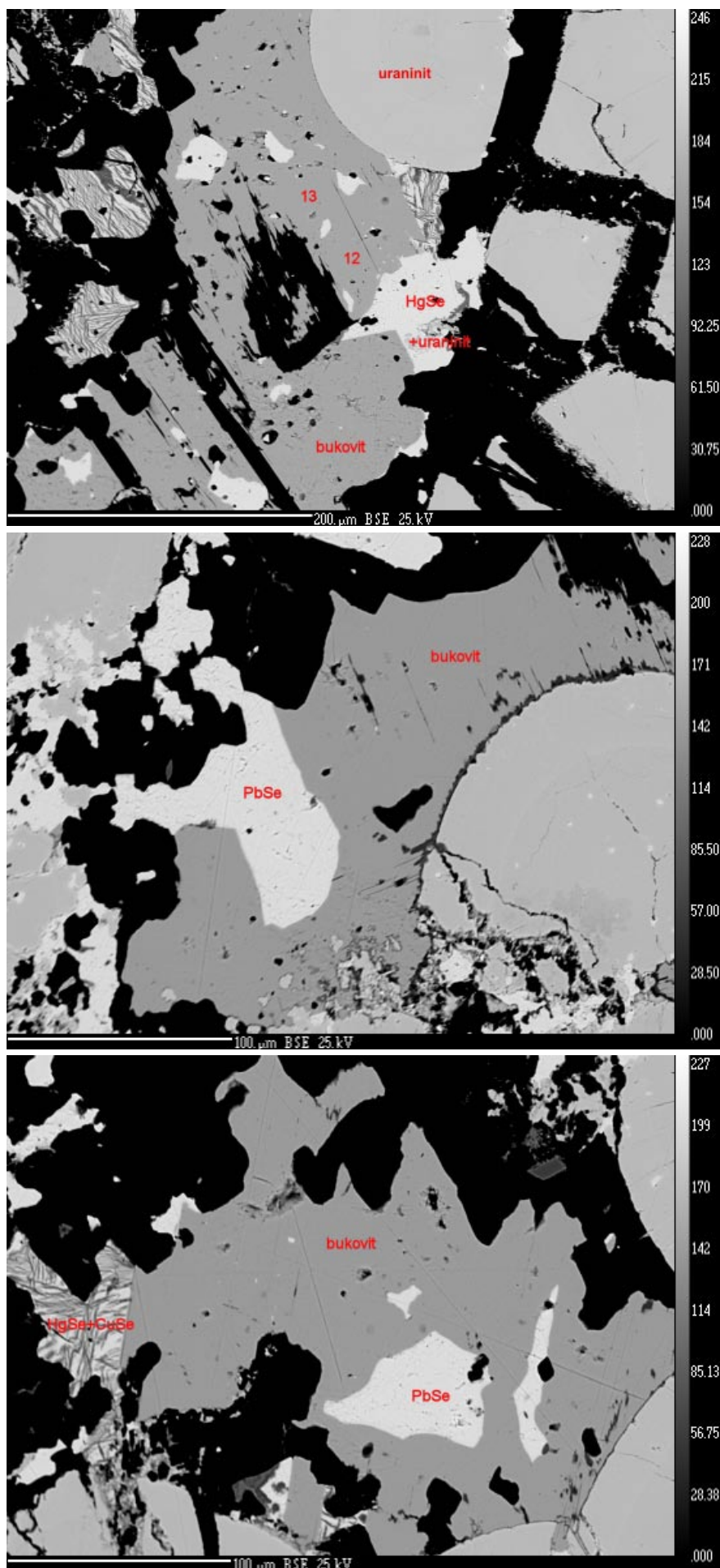
Bukovit $\text{Cu}_3\text{FeTi}_2\text{Se}_4$

Tento vzácný selenid s obsahem thalia byl jako nový minerál byl popsán z Bukova Johanem a Kvačkem (1971a), kde tvořil šedo-hnědá, kovově lesklá, max. 2 mm velká zrnka, která vzájemně prorůstají s umangitem, eskebornitem a dalšími selenidy. Dále byl zjištěn v Předbořicích (Johan 1989), Ústalči (Litochleb et al. 1999), Petrovicích, Slavkovicích, Škrdlovicích a v Habří (Kvaček 1979a,b).

Obr. 3 Agregát bukovitu, tiemanitu a uraninitu v kalcitové žilovině. Šířka obrázku 440 μm , BSE foto R. Škoda.

Obr. 4 Zrno bukovitu srůstající s clausthalitem a narůstající na uraninit v kalcitové žilovině. Šířka obrázku 290 μm , BSE foto R. Škoda.

Obr. 5 Zrno bukovitu uzavírající clausthalit v kalcitové žilovině. Šířka obrázku 290 μm , BSE foto R. Škoda.



Tabulka 1 Chemické složení bukovitu (hm. %)

	1	2	3	4	5
Fe	5.88	5.84	5.87	5.84	5.80
Pb	0.03	0.04	0.06	0.06	0.14
Hg	0.06	0.03	0	0	0.03
Cu	20.55	20.59	20.69	20.60	20.60
Tl	41.54	41.87	41.59	41.61	41.00
Te	0	0.69	0.01	0.10	0
Se	31.10	30.54	31.26	31.00	31.17
S	0.80	0.97	0.66	0.68	0.68
Σ	99.96	100.57	100.14	99.89	99.42
Fe	1.000	0.994	1.000	1.002	0.994
Pb	0.004	0.002	0.003	0.003	0.007
Hg	0.003	0.001	0	0	0.001
Cu	3.076	3.068	3.104	3.091	3.097
Tl	1.933	1.941	1.942	1.946	1.921
Te	0	0.047	0.008	0.008	0
Se	3.752	3.750	3.742	3.750	3.776
S	0.238	0.199	0.200	0.200	0.201
Σ Te+Se+S	3.990	3.996	3.950	3.958	3.977

Koeficienty empirických vzorců byly vypočtené na bázi 10 *apfu*.

Ve vzorku z Černého Dolu tvoří nepravidelná zrna do velikosti 150 μm , někdy uzavírá tiemannit (zrnka do 5 μm) a claushtalit (do 50 μm), se kterým srůstá (obr. 3, 5). Místa narůstá přímo na kolomorfní agregáty uraninitu (obr. 4) nebo srůstá s hakitem (obr. 8). Chemické složení bukovitu je uvedeno v tabulce 1. Jedná se o poměrně čistou fázi, vedle dominantních Tl, Cu a Fe obsahuje v kationtové části jen malé příměsi Pb a Hg (0.001 - 0.007 *apfu*). V aniontové části obsahuje vedle dominantního Se i malé příměsi Te (0 - 0.047 *apfu*) a S (0.199 - 0.238 *apfu*).

Tabulka 2 Chemické složení claushtalitu (hm. %)

	1	2	3	4
Ag	0.09	0	0	0
Pb	72.62	73.31	72.28	72.04
Cu	0.04	0.10	0.46	0.34
Sb	0.10	0.01	0	0.06
Tl	0.18	0.13	0.26	0.51
Bi	0.05	0	0	0.05
As	0.03	0	0	0
Se	27.21	27.47	27.07	27.31
S	0.04	0.05	0.06	0.05
Σ	100.36	101.07	100.13	100.36
Ag	0.002	0	0	0
Pb	1.011	1.012	1.012	1.000
Cu	0.001	0.004	0.020	0.015
Sb	0.002	0.002	0	0.001
Tl	0.002	0.002	0.003	0.007
Bi	0.001	0	0	0.001
As	0.001	0	0	0
Se	0.996	0.995	0.994	0.995
S	0.004	0.005	0.006	0.005
Σ Se+S	1.000	1.000	1.000	1.000

Koeficienty empirických vzorců byly vypočtené na bázi 2 *apfu*.

Claushtalit PbSe

Jedná se o obecně hojný selenid, tvořící olověně šedé, kovově lesklé, nejčastěji jemnozrné agregáty, které jsou bez analýzy nerozeznatelné od galenitu, s nímž tvoří izomorfní řadu. Hojný býval v Předbořicích, kde převládá nad ostatními selenidy. V menší míře je zastoupen na moravských a slezských uranových ložiscích Bukov, Habří, Petrovice, Rožná, Slavkovice, Tišnovská Nová Ves, Zlatkov, Zálesí, Bílá Voda a Horní Hoštice. Z dalších lokalit uvedme Moldavu v Krušných horách, Běstvinu u Seče, Dlažov, Ústaleč, příbramský uranový revír, Planou u Mariánských Lázní, Příchovice, Těchonice, Tasov, Hlinné u Tachova, Okrouhlu Radouň, Nahošín, Oldřichov, Voltýřov, Stráž pod Ralskem a další (Pauliš et al. 2008).

Z Černého Dolu ho bez bližší-

ho popisu uvádí Johan (1961). Ve studovaném vzorku tvoří nepravidelná zrna do velikosti 200 μm , která někdy srůstají s bukovitem (obr. 4, 7), někdy je v něm uzavírán (obr. 5).

Chemické složení claushtalitu je uvedeno v tabulce 2. Jedná se o poměrně čistou fázi, vedle dominantního Pb obsahuje v kationtové části jen malé příměsi Ag, Cu, Sb, Tl, Bi a As (0.001 - 0.020 *apfu*). V aniontové části obsahuje vedle dominantního Se malou příměs S (0.004 - 0.006 *apfu*).

Tabulka 3 Chemické složení hakitu (hm. %)

	1	2	3	4
Ag	0.50	0.44	0.34	0.18
Zn	0.65	0.54	0.49	0.60
Hg	14.87	14.97	15.34	14.94
Cu	26.02	26.13	25.86	26.65
Tl	0.02	0	0.01	0.05
Sb	19.68	20.28	20.35	20.20
As	0.37	0	0.02	0
Se	36.10	36.63	36.39	36.38
S	2.52	1.93	2.05	2.25
Σ	100.73	100.92	100.85	101.25
Ag	0.112	0.098	0.073	0.048
Zn	0.240	0.201	0.171	0.217
Hg	1.733	1.829	1.860	1.787
Cu	9.887	10.024	9.960	10.117
Tl	0.001	0	0.001	0.002
Σ	11.973	12.152	12.065	12.171
Sb	3.903	4.073	4.087	4.008
As	0.005	0	0.001	0
Σ Sb+As	3.908	4.073	4.088	4.008
Se	11.040	11.315	11.282	11.131
S	1.898	1.468	1.566	1.690
Σ Se+S	12.938	12.783	12.848	12.821

Koeficienty empirických vzorců byly vypočtené na bázi 29 *apfu*.

Hakit $\text{Cu}_{10}\text{Hg}_2\text{Sb}_4\text{Se}_{13}$

Tento poměrně vzácný selenid z tetraedritové skupiny byl jako nový minerál popsán z Předbořic (Johan, Kvaček 1971b). Později byl zjištěn v Bukově, Petrovicích, Rozsochách (Kvaček 1979a,b), Ústalči (Litochleb et al. 1999) a v Zadním Chodově (Scharmová, Scharm 1995).

Ve studovaném vzorku tvoří nepravidelná zrna do velikosti 100 μm , která srůstají s tiemannitem (obr. 6) a clausthalitem (obr. 7). Chemické složení hakitu je uvedeno v tabulce 3. Jedná se o poměrně čistou fázi, vedle dominantních Hg, Cu a Sb obsahuje v kationtové části malé příměsi Ag (0.048 - 0.112 *apfu*) a Zn (0.171 - 0.240 *apfu*) a nepatrnou příměs Tl (0 - 0.05 *apfu*). Zajímavá je jen nepatrná příměs As (0 - 0.005 *apfu*), který by mohl do hakitu vstupovat substitucí za Sb. V poněkud deficitní aniontové části obsahuje vedle dominantního Se i menší příměsi S (1.468 - 1.898 *apfu*). Ve srovnání s chemickým složením hakitu z typové lokality Předbořice (Johan, Kvaček 1971b) se hakit z Černého Dolu odlišuje právě velmi nízkým obsahem As. Ještě větší obsahy As (2.23 - 6.23 hm. %) zjistili Forster et al. (2002) v hakitu z uranového ložiska Schlemma-Alberoda.

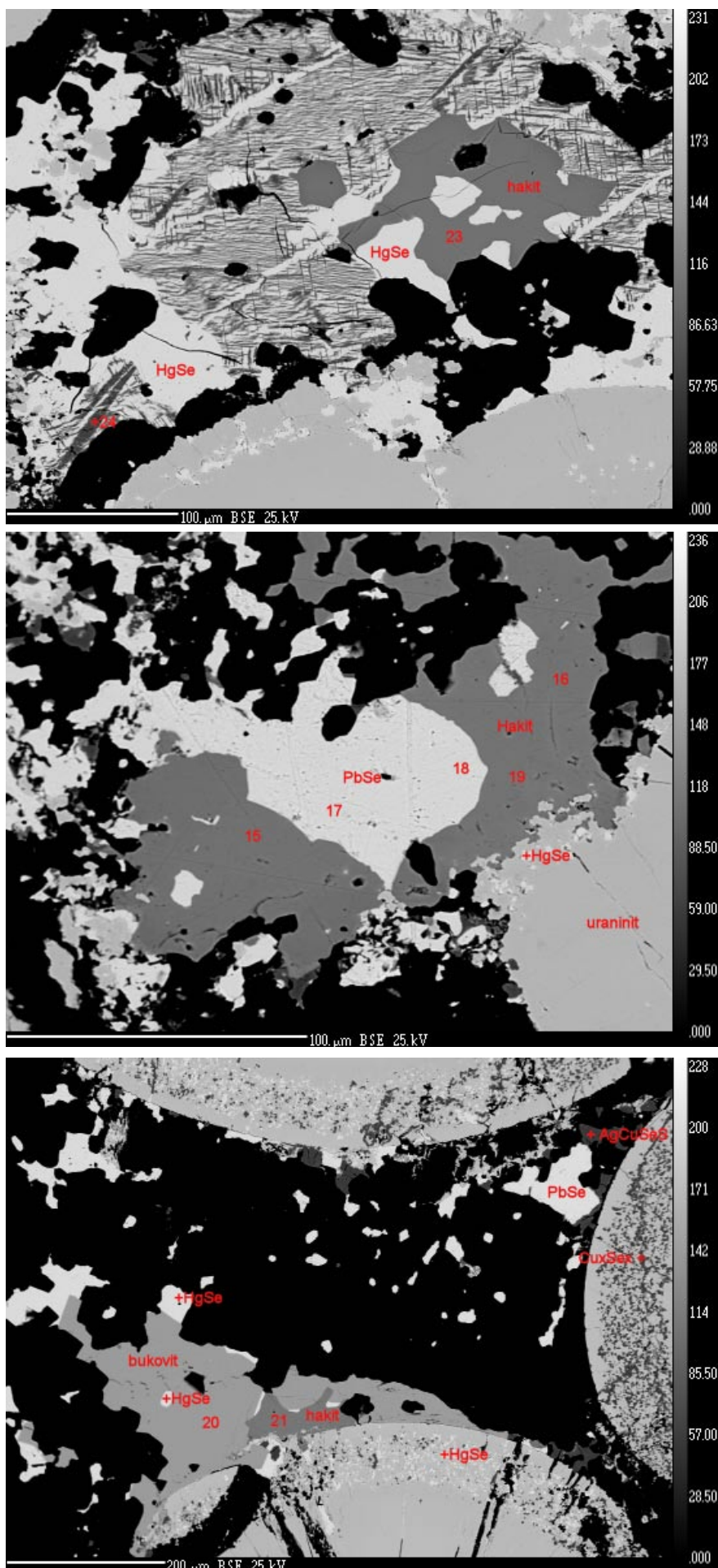
Klockmannit CuSe

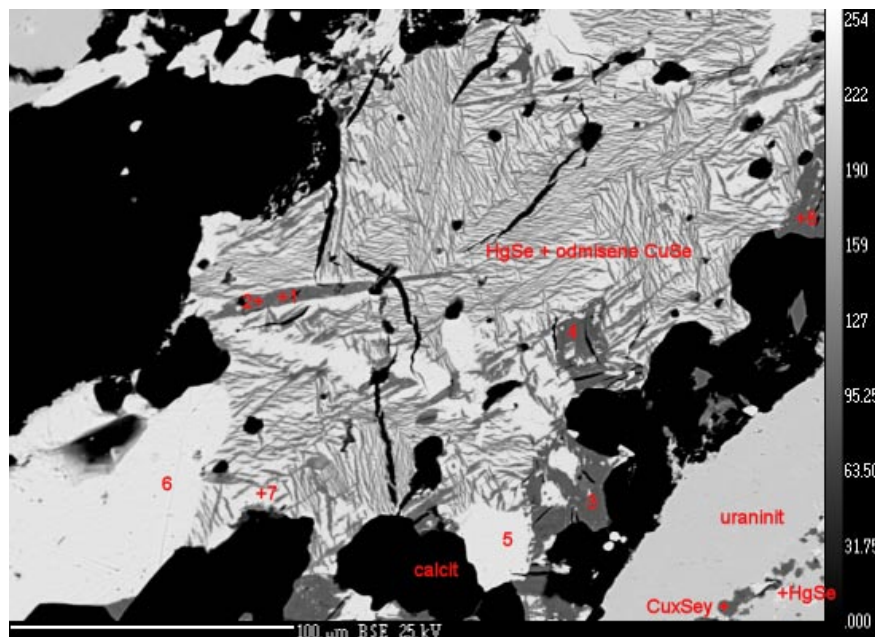
Poměrně vzácný selenid byl v mikroskopických rozměrech zjištěn v Předbořicích (Johan 1989), Zadním Chodově (Scharmová, Scharm 1996), přibramském uranovém revíru (Litochleb et al. 2004), Bukově (zrna do 1 cm),

Obr. 6 Agregát hakitu srůstajícího s tiemannitem, ve kterém jsou vyvinuty exsolvční lamely klockmannitu. Šířka obrázku 380 μm , BSE foto R. Škoda.

Obr. 7 Clausthalit srůstající s hakitem v kalcitové žilovině. Šířka obrázku 220 μm , BSE foto R. Škoda.

Obr. 8 Srůsty bukovitu, hakitu, tiemannitu a uraninitu v kalcitové žilovině. Šířka obrázku 840 μm , BSE foto R. Škoda.





Obr. 9 Exsoluční lamely klockmannitu v tiemannitu. Šířka obrázku 290 μm , BSE foto R. Škoda.

Tabulka 4 Chemické složení klockmannitu (hm. %)

	1	2
Ag	1.12	0.91
Hg	0.97	0.77
Cu	41.89	42.43
Tl	0.03	0
Te	0.33	0.10
Se	55.03	55.41
S	0.04	0.03
Σ	99.41	99.65
Ag	0.016	0.012
Hg	0.005	0.005
Cu	0.941	0.949
Tl	0.001	0
Te	0.004	0.001
Se	0.994	0.998
S	0.002	0.001
Σ Te+Se+S	1.000	1.000

Koeficienty empirických vzorců byly vypočtené na bázi 2 *apfu*.

Habří, Petrovicích, Slavkovicích (Kvaček 1979a,b) a na Kokšíně (Scharm, Scharmová 1997).

Ve studovaném vzorku tvoří zajímavé exsoluční (odmíšené) lamely v tiemannitu o délce 20 - 30 μm a šířce 1 - 2 μm (obr. 6, 9). O obdobné formě výskytu tohoto minerálu nebylo dosud v dostupné literatuře referováno. Chemické složení klockmannitu je uvedeno v tabulce 4. Jedná se o poměrně čistou fázi, vedle dominantní Cu obsahuje v kationtové části malé příměsi Ag, Hg a Tl (0 - 0.016 *apfu*). V aniontové části obsahuje vedle dominantního Se i nepatrné příměsi Te a S (0.001 - 0.004 *apfu*).

Tiemannit HgSe

Poměrně hojný selenid se vyskytoval v podobě až několik mm velkých agregátů v Předbořicích (Johan 1989), mikroskopicky je známý ze Zadního Chodova; zjištěn též v Petrovicích, Bukově, Rožné (úsek Rozsochy) (Kvaček 1979a,b), v příbramském uranovém revíru (Lito-

Tabulka 5 Chemické složení tiemannitu (hm. %)

	1	2
Ag	0.25	0.08
Cd	0.13	0.02
Zn	0.18	0.31
Hg	69.73	71.09
Cu	1.27	0.40
Sb	0.04	0.06
Tl	0.01	0.11
Bi	0.12	0
Te	0.13	0
Se	28.25	27.93
S	0.16	0.08
Σ	100.27	100.08
Ag	0.006	0.002
Cd	0.003	0.001
Zn	0.007	0.013
Hg	0.955	0.999
Cu	0.055	0.017
Sb	0.001	0.001
Tl	0.001	0.001
Bi	0.001	0
Te	0.003	0
Se	0.983	0.997
S	0.014	0.003
Σ Te+Se+S	1.000	1.000

Koeficienty empirických vzorců byly vypočtené na bázi 2 *apfu*.

chleb et al. 2004), ve šlichách v okolí Svobody nad Úpou (Rýchory) a Velké u Milevska (Pauliš et al. 2008). Z Černého Dolu, kde tvoří síť v kalcitových žilách, tiemannit popisuje Johan (1960b), který ho považuje za jeden z nejmladších minerálů. Minerál byl určen minerograficky, spektrální analýzou, kvantitativní chemickou analýzou a rentgenometricky.

Ve studovaném vzorku tvoří nepravidelná zrna v blízkosti uraninitu do velikosti 100 μm , někdy dokonce uraninit uzavírá. Někdy tvoří i drobná, 1 - 3 μm velká zrnka v

uraninitu (obr. 8), srůstá s bukovitem (obr. 3, 8), hakitem (obr. 4) a uraninitem (obr. 7). Uzavírá exsoluční lamely klockmannitu (obr. 9). Chemické složení tiemannitu je uvedeno v tabulce 5. Jedná se o poměrně čistou fázi, vedle dominantního Hg obsahuje v kationtové části malé příměsi Ag, Cd, Zn, Cu, Sb, Tl a Bi (0 - 0.055 *apfu*). V aniontové části obsahuje vedle dominantního Se i nepatrné příměsi Te a S (0 - 0.014 *apfu*).

Další fáze

V rámci provádění mikroanalýz byly v nábrusu zjištěny fáze s dominantními obsahy Cu (46.70 - 49.97 hm. %) a Se (38.56 - 42.50) a menšími obsahy Ag (2.42 - 5.31) a S (4.41 - 6.52), které nelze přiřadit ke známým selenidovým fázím. Jedná se pravděpodobně o pevný roztok mezi několika různými selenidy (klockmannit a eukairit?).

Závěr

Pomocí mikroanalýz byly na vzorku z uranového výskytu Černý Důl zjištěny tři selenidy, které odtud dosud nebyly známy. Jedná se o poměrně vzácné selenidy bukovit, hakit a klockmannit, které provázejí clausthalit a tiemannit. Selenidy spolu intimně srůstají a tvoří spolu s uraninitem vtrošeniny v kalcitové žilovině.

Stav lokality, která byla v minulosti neuváženě zničena, neumožňuje v současnosti sběr hodnotných vzorků. Další omezení představuje pozice lokality v Krkonošském národním parku (KRNAP).

Literatura

- Forster H.-J., Rhede D., Tischendorf G. (2002): Continuous solid-solution between mercurian giraudite and hakite. - *Can. Mineral.* **40**, 4, 1161-1170.
- Hak J., Johan Z., Skinner B. J. (1970): Kutinaite a new copper-silver arsenide mineral from Černý Důl, Czechoslovakia. - *Am. Mineral.* **55**, 1083-1087.
- Johan Z. (1958): Koutekite: a new mineral. - *Nature* **181**, 1553.
- Johan Z. (1959): Arsenolampirit - die rhombische Modifikation des Arsens aus Černý Důl (Schwarzenthal) im Riesengebirge. - *Chem. d. Erde* **20**, 217-226.
- Johan Z. (1960a): Koutekit - Cu_2As , ein neues Mineral. - *Chem. d. Erde* **20**, 4, 217-226.
- Johan Z. (1960b): Předběžná zpráva o výskytu tiemannitu - HgSe, v Černém Dole v Krkonoších. - *Čas. Mineral. Geol.* **5**, 1, 65-66.
- Johan Z. (1961): Paxit - Cu_2As_3 , nový arsenid mědi z Černého Dolu v Krkonoších. - *Acta Univ. Carol., Geol.*, **2**, 77-86.
- Johan Z. (1985): The Černý Důl deposit (Czechoslovakia): An example of Ni-, Fe-, Ag-, Cu-Arsenide Mineralization with Extremely High Activity of Arsenic; New Data on Paxite, Novakite and Kutinaite. - *Tschermaks min. petr. Mitt.* **34**, 167-182.
- Johan Z. (1989): Merenskyite, $Pd(Te,Se)_2$, and the low-temperature selenide association from the Předbořice uranium deposit, Czechoslovakia. - *Neu. Jb. Mineral., Mh.*, **4**, 179-191.
- Johan Z., Hak J. (1959): Novakit - $(Cu,Ag)_4As_3$, ein neues Mineral. - *Chem. d. Erde* **20**, 49-50.
- Johan Z., Hak J. (1961): Novákite, $(Cu,Ag)_4As_3$, a new mineral. - *Am. Mineral.* **46**, 885-891.
- Johan Z., Kvaček M. (1971a): La bukovite $Cu_{3+x}Tl_2FeSe_{4-x}$, un nouveau minéral du groupe de la luzonite. - *Bull. Soc. franc. Minéral. Cristallogr.* **94**, 381-384.
- Johan Z., Kvaček M. (1971b): La hakite, un nouveau minéral du groupe de la tetraédrite. - *Bull. Soc. franc. Minéral. Cristallogr.* **94**, 45-48.
- Kafka J. (ed.) (2003): Rudné a uranové hornictví České republiky. - Anagram, Ostrava.
- Kvaček M. (1979a): Selenides from the uranium deposits of Western Moravia, Czechoslovakia. Part 2. - *Acta Univ. Carol., Geol.*, **1-2**, 15-38.
- Kvaček M. (1979b): Komplexní zhodnocení poznatků mineralogicko-petrografického a geochemického výzkumu ložiska Rožná za léta 1971-1976. - MS, ÚNS Kutná Hora.
- Litochleb J., Sejkora J., Šrein J. (2004): Selenidy z ložiska Bytíz (příbramský uran-polymetalický revír). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **12**, 113-123.
- Litochleb J., Šrein V., Novická Z., Šreinová B. (1999): Selenidy z uranového ložiska Ústaleč (jz. Čechy). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **7**, 98-108.
- Markov I., Sabolis V., Knjazev A., Gromov L. (1953): Otčet o geologo-razvedočnych rabotach za 1952 god. - MS, DIAMO Příbram.
- Pauliš P., Kopecký S., Ďuda R. (2008): Minerály selenu a telluru České a Slovenské republiky a jejich lokality. - 1. a 2. díl., Kuttna, Kutná Hora.
- Pazderský J. (1997): Rudní výskyt a ložiska uranových rud v Krkonoších. - *Opera Corcontica* **34**, 5-24.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Sejkora J. (1994): Arsenidová mineralizace lokality Černý Důl (Krkonoše). - *Minerál* **2**, 2, 69-71. Brno.
- Scharm B., Scharmová M. (1997): Akcesorické minerály v proterozoických silicitických horninách z Kokšína u Mítova. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **4-5**, 113-120.
- Scharmová M., Scharm B. (1995): Minerály selenu na uranovém ložisku Zadní Chodov. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **3**, 43-47.
- Tásler R. (2009): Černý Důl - Krkonošské dolování 9. - *Krkonoše-Jizerské hory*, **3**, 4-9.