

Fosfuranylit z uranového rudního výskytu Smrkovec u Lázní Kynžvart (Česká republika)

Phosphuranylite from the uranium ore occurrence Smrkovec near Lázně Kynžvart (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,3)}, STANISLAV KOPECKÝ, SEN.²⁾, STANISLAV KOPECKÝ, JUN.²⁾, JIŘÍ SEJKORA³⁾,
RADANA MALÍKOVÁ^{3,4)} A LUBOŠ VRTIŠKA³⁾

¹⁾Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; e-mail: petr.paulis@post.cz

²⁾Žižkov II/1294, 588 01 Havlíčkův Brod

³⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

⁴⁾Ústav geologických věd, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno

PAULIŠ P., KOPECKÝ S., KOPECKÝ S., SEJKORA J., MALÍKOVÁ R., VRTIŠKA L. (2014) Fosfuranylit z uranového ložiska Smrkovec u Lázní Kynžvart (Česká republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha) 22, 1, 99-104. ISSN: 1211-0329.*

Abstract

Phosphuranylite was found at the mine dump Lossheit in the abandoned uranium ore occurrence Smrkovec near Lázně Kynžvart (western Bohemia, Czech Republic). Phosphuranylite forms small veins and hemispherical massive aggregates with intense yellow color in association with tabular metatorbernite. The unit-cell parameters of phosphuranylite refined from powder X-ray data are: a 15.827(4) Å, b 13.729(5), c 17.310(7) Å and V 3761(2) Å³. The chemical analyses yielded the empirical formula $K_{1.30}(Ca_{1.04}Ba_{0.15}Cu_{0.03}Pb_{0.01})_{\Sigma 1.23}(H_3O)_{2.34}(UO_2)_{6.94}O_4[(PO_4)_{3.94}(AsO_4)_{0.06}]_{\Sigma 4.00} \cdot 8H_2O$.

Key words: phosphuranylite, X-ray powder data, chemical composition, Smrkovec near Lázně Kynžvart, Czech Republic

Obdrženo: 23. 5. 2014; přijato: 30. 6. 2014

Úvod

Fosfuranylit, ortorombický $KCa(H_3O)_3(UO_2)_7(PO_4)_4O_4 \cdot 8H_2O$, byl jako nový minerál popsán Genthem (1879) z dolu Buchanan, Mitchell Co. v Severní Karolině (USA). Demartin et al. (1991) poskytl řešení jeho krystalové struktury a z ní vyplývajícího chemického složení. Tvoří většinou světle až sytě žluté nálety, povlaky, zemité a práškovité výplně dutin a drobné tabulkovité krystaly. V České republice byl zjištěn na uranových ložiscích a výskytech v Chotěboři (Pauliš 1992), Rýžovišti u Harrachova (Sejkora et al. 1994, 1998a), Jáchymově (Ondruš et al. 1997), Předbořicích (Sejkora 1993a), Vítkově II (Arapov et al. 1984), Horním Slavkově (Sejkora 1993a), na Kladské (Pauliš et al. 1999), Třebsku u Příbrami (J. Plášil, *nepublikovaná data*), Labské (P. Škácha, *nepublikovaná data*), Rožné, ve Strhařích (Pauliš et al. 2005), na Medvědině v Krkonoších (Plášil et al. 2009) a u Horní Halže v Krušných horách (Sejkora et al. 2007). Známý je i z trhlín pegmatitů a okolních granitů ve Wágnеровě lomu v Ruprechticích u Liberce (Chabr, Horáček 1971; Horáček, Chabr 1973).

Charakteristika výskytu

V jz. a j. okolí Smrkovce (něm. Schönficht), 6 km s. od Lázní Kynžvart (západní Čechy, Česká republika) byly na počátku 16. století dobývány stříbrné rudy. Smrkovecký důlní podnik byl otevřen patrně již před rokem 1545 kynšperskými Šlisky. K roku 1547 jsou uváděny doly Ross a Kunigsperk a jámy Deutschova a Klinderova. Po potlačení odboje českých stavů zabral horní revíry ve Slavkovském lese panovník. Dne 3. 6. 1550 král Fer-

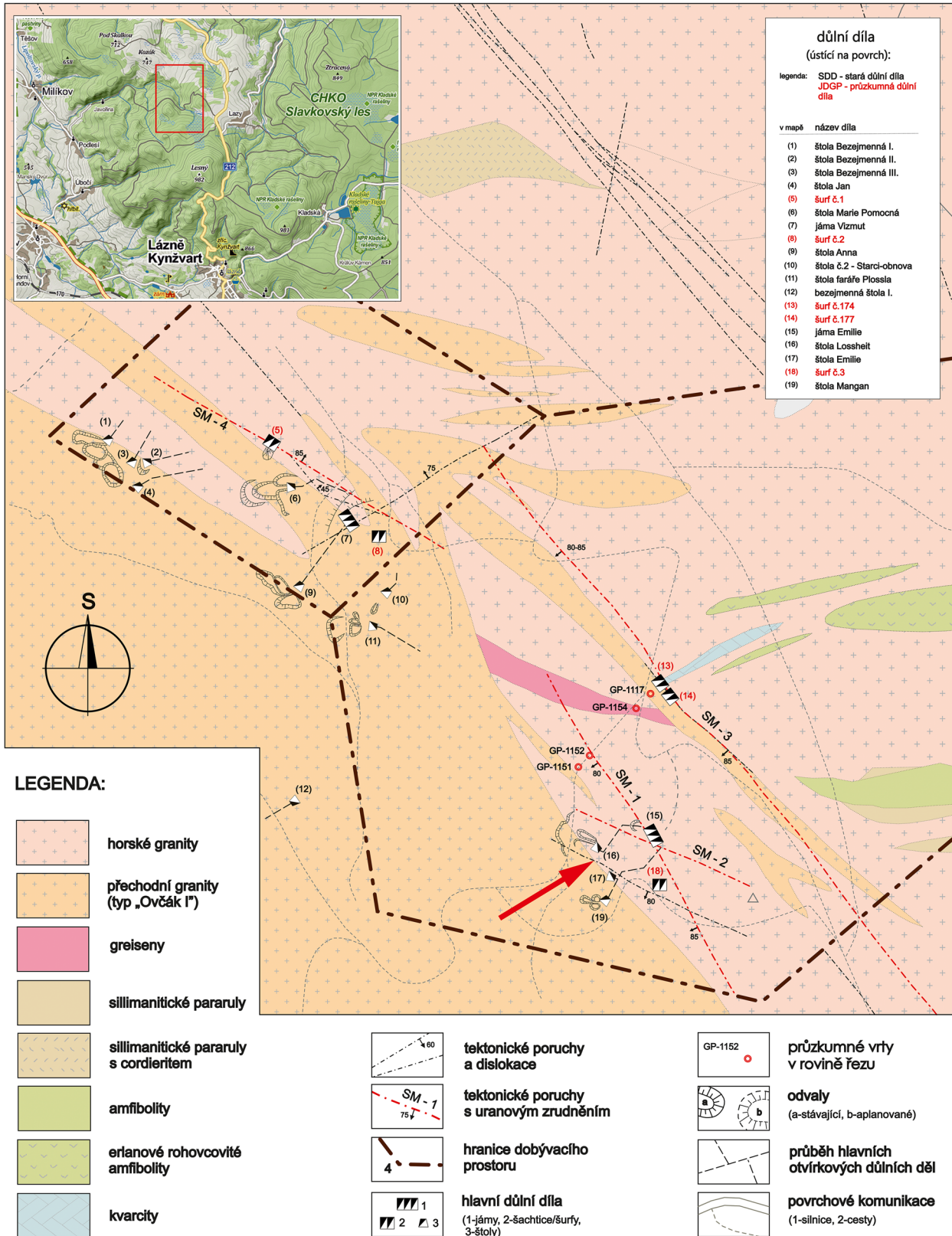
dinand I. udělil Smrkovci horní svobody. Dolování však pravděpodobně nedosáhlo velkého rozsahu. Po vyhnání protestantů, z jejichž řad se zde většina horníků rekrutovala, zdejší dolování v první polovině 17. století zaniká. Víceméně neúspěšné pokusy o další těžbu jsou známé i z 18. a 19. století, kdy byly využívány i rudy mědi, kobaltu a bismutu. V letech 1905 - 1907 byly na dole Jindřich Arnošt Ing. Göttlem z Karlových Varů ověřovány výskyty uranové rudy (Beran 1996). V letech 1917 - 1918 byly ve větší míře přebírány haldy a údajně bylo získáno kolem 200 kg bismutu. V letech 1911 - 1930 bylo ve Smrkovci vytěženo kolem 20 t uranu z hloubky do 60 m (Kafka et al. 2003). Uranové rudy se vyskytovaly na řadě míst štoly Löhneheit v hloubce 20 - 30 m. Z dalších důlních děl byvají zmiňovány Jindřich, Ernest Zeche, Annastollen a Psilomelanstollen (Gebouský et al. 2006). Pokus o obnovu dolů byl učiněn během 2. světové války v roce 1944. Poslední práce byly na Smrkovci (vlastní obec po odsunu německého obyvatelstva po roce 1946 zanikla) realizovány v poválečné době v letech 1946 - 1947 a 1950 - 1955, kdy byly ověřovány výskyty uranových rud; těžitelné akumulace však zjištěny nebyly. Drobné výskyty uranového zrudnění byly zjištěny v prostoru šachty Vizmut a staré štoly Lossheit se šachtou Emilie. Staré i novější důlní práce jsou situovány na pravém břehu Mlýnského potoka v údolí Dolského mlýna, směrem k Horním Lazům (1 km sz. od Horních Lazů).

Hydrotermální žíly s pětiprvkovou Ag-Bi-Ni-Co-As asociací jsou vázány na tektonicky porušený kontakt masivu krušnohorského granitu typu Ovčák s pláštěm tvořeným dvojslídnyými rulami a rohovci se sillimanitem, andalusitem a granátem (obr. 1). Předpokládá se, že zrudnění

Strukturně - geologické schéma lokality Smrkovec

upraveno dle podkladů: JD-GP Ostrov n. Ohří, JD-GP Přebíram, Archiv DIAMO, s.p. a ČGS - Geofond
(geologická situace je vztažena k přípoверхové části)

měřítko:



Obr. 1 Strukturně-geologická mapa s vyznačením důlních děl lokality Smrkovec; šipkou je vyznačeno místo nálezu fosfuranilitu. Sestavil K. Babka.

bylo vyvinuto v málo mocných tektonicky postižených křemenných žilách. Uranové zrudnění bylo zjištěno na žilách směřů VJV - ZSZ a Z - V. Žilnou výplň tvořil křemen, jílové minerály a supergenní uranová mineralizace s převahou *uranových slíd* a *gumitu*.

Mineralogicky proslula lokalita především výskytem vzácných supergenních minerálů bismutu. V křemenných žilách se vyskytly větší agregáty ryzího bismutu a produktů jeho oxidace, které byly odborně zpracovány až v devadesátých letech 20. století (Sejkora 1993b; Sejkora et al. 1993, 1998b; Gebouský et al. 2006). K nejběžnějším minerálům bismutu patří žlutozelené agregáty bismutofेरиту. Spolu s ním se vyskytovaly atelestit, bismutit, eulytin, retgersit, pucherit, mixit a další. Řídkošil et al. (1996) popsali ze Smrkovce nový minerál, který nazvali podle naleziště smrkovcitem.

Z minerálů uranu byly na lokalitě vedle uraninitu zjištěny lupinkovité *uranové slídy* autunit a torbernit, dále nedokonale určené žluté práškovité *okry* označované jako uranopilit či zippeit (Kratochvíl 1963). Autunit a torbernit uvádí již Cornu (1907). Zjištěn byl i walpurgin, tvořící

žlutavé a šedožluté lupenité či tabulkovité krystaly mm rozměrů (Gebouský et al. 2006). V roce 2004 byl popsán nový minerál fosfowalpurgin (fosfátový analog walpurginu), který tvoří hnědavé šedé hroznovité agregáty a nepravidelné tabulkovité krystaly o velikosti do 1 mm (Sejkora et al. 2002, 2004). Nově bylo v okolí ústí historické štoly Lossheit nalezeno několik vzorků s fosfuranylem, jehož mineralogický popis je podán v této práci.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data fosfuranyletu ze Smrkovce

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>I</i> _{obs.}	<i>d</i> _{calc.}
1	1	0	10.333	2	10.371
2	0	0	7.902	100	7.913
2	0	2	5.827	4	5.840
2	2	1	4.966	<1	4.967
3	1	1	4.727	1	4.737
0	2	3	4.407	1	4.417
1	3	1	4.263	<1	4.261
4	0	0	3.951	30	3.957
2	2	3	3.848	1	3.857
2	0	4	3.791	1	3.797
0	4	0	3.432	<1	3.432
2	2	4	3.325	3	3.322
2	4	0	3.144	2	3.149
5	1	0	3.086	3	3.084
5	1	1	3.035	<1	3.037
2	2	5	2.875	3	2.879
0	4	4	2.693	<1	2.689
6	0	0	2.635	<1	2.638
5	3	1	2.578	<1	2.574
6	2	0	2.4633	<1	2.4622
5	1	5	2.3082	1	2.3029
6	0	4	2.2501	1	2.2523
4	4	4	2.2247	1	2.2240
3	3	6	2.2166	1	2.2149
2	6	0	2.1979	1	2.1981
7	1	2	2.1601	1	2.1603
3	5	4	2.1241	1	2.1225
2	6	3	2.0523	<1	2.0541
2	2	8	1.9967	1	1.9968
8	0	0	1.9786	<1	1.9783
8	2	1	1.8878	1	1.8896
0	2	9	1.8505	<1	1.8519
5	5	5	1.7807	<1	1.7792
8	2	4	1.7400	<1	1.7404
0	8	0	1.7163	<1	1.7161
1	5	8	1.6907	<1	1.6897
2	6	8	1.5406	<1	1.5420
10	0	4	1.4857	<1	1.4864



Obr. 2 Fosfuranylet ze Smrkovce. Foto S. Kopecký ml., velikost vzorku 4 × 3 × 3 cm.



Obr. 3 Fosfuranylet ze Smrkovce. Foto S. Kopecký ml., velikost vzorku 4 × 3 × 3 cm.



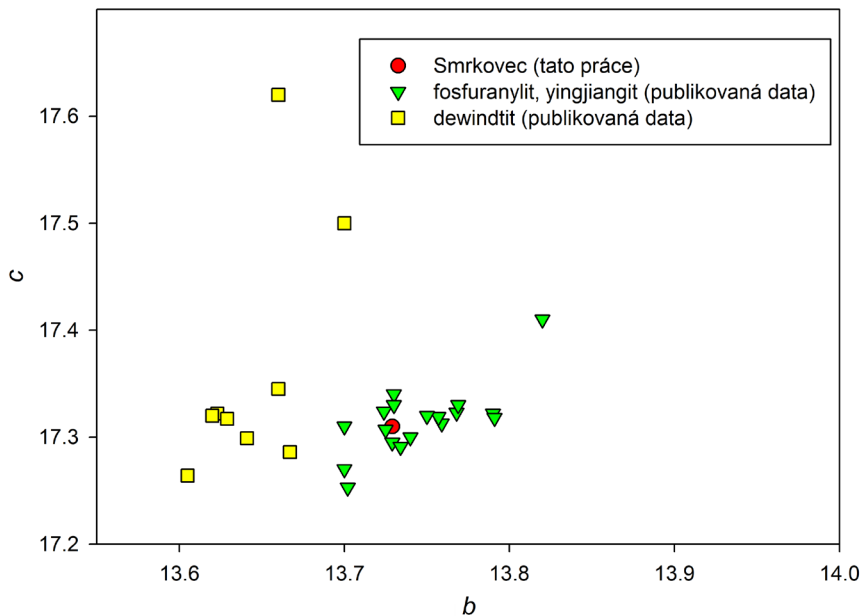
Obr. 4 Metatorbernit ze Smrkovce. Foto S. Kopecký ml., velikost vzorku 4 × 3 cm.

Metodika výzkumu

Rentgenová difrakční data fosfuranylitu byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití $\text{CuK}\alpha$ záření (40 kV, 40 mA). Práškový preparát byl nanesen v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01° , načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly nalezeny a zpřesněny za použití profilové funkce Pseudovoigt v programu High-Score. Zjištěná rentgenová prášková data byla indexována na základě teoretického záznamu vypočteného programem Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z publikovaných krystalových strukturních dat; mřížkové parametry byly

zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení fosfuranylitu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik J. Sejkora, R. Škoda), vlnově disperzní analýza, za následujících podmínek: napětí 15 kV, proud 10 nA, průměr svazku $5 \mu\text{m}$; standardy a použité vlnové délky: sanidin ($\text{AlK}\alpha$, $\text{SiK}\alpha$, $\text{KK}\alpha$), fluorapatit ($\text{PK}\alpha$, $\text{CaK}\alpha$), albit ($\text{NaK}\alpha$), almandin ($\text{FeK}\alpha$), gahnit ($\text{ZnK}\alpha$), lammerit ($\text{CuK}\alpha$, $\text{AsL}\alpha$), vanadinit ($\text{PbM}\alpha$), ScVO_4 ($\text{VK}\alpha$), Mg_2SiO_4 ($\text{MgK}\alpha$), SrSO_4 ($\text{SK}\alpha$), uranofán ($\text{UM}\alpha$), Co ($\text{CoL}\alpha$), Ni_2SiO_4 ($\text{NiL}\alpha$) a baryt ($\text{BaL}\alpha$). Obsahy měřených prvků, které nejsou uvedeny v tabulce, byly pod mezí detekce přístroje (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).



Obr. 5 Graf parametrů základní cely b vs. c (v Å) pro minerály řady fosfuranylit - dewindtit. Publikovaná data fosfuranylitu a yingjiangitu jsou uvedena v tabulce 2; data dewindtitu jsou převzata z prací Plášil et al. (2009), Piret et al. (1990), Sejkora et al. (2003), Ondruš et al. (1997), Hoggart a Nuffield (1954).

Tabulka 2 Parametry základní cely fosfuranylitu (pro ortorombickou prostorovou grupu Cmcm)

			a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å ³]
fosfuranylit	Smrkovec	tato práce	15.827(4)	13.729(5)	17.310(7)	3761(2)
fosfuranylit	Medvědín	Plášil et al. (2009)	15.793(7)	13.768(5)	17.323(7)	3766(1)
fosfuranylit	Medvědín	Plášil et al. (2009)	15.769(5)	13.759(7)	17.313(8)	3757(2)
fosfuranylit	Medvědín	Plášil et al. (2009)	15.770(9)	13.757(9)	17.319(9)	3757(3)
fosfuranylit	Medvědín	Plášil et al. (2009)	15.793(6)	13.75(1)	17.320(7)	3761(3)
fosfuranylit	Bois Noir (France)	Demartin et al. (1991)	15.778(3)	13.769(2)	17.330(3)	3765
fosfuranylit	Sardinia (Italy)	Demartin et al. (1991)	15.899(2)	13.740(2)	17.300(3)	3779
fosfuranylit	Peveragno (Italy)	Demartin et al. (1991)	15.890(6)	13.790(5)	17.322(5)	3796
fosfuranylit	Zambie	Demartin et al. (1991)	15.862(6)	13.702(5)	17.253(7)	3750
fosfuranylit	Margnac (France)	Piret, Piret-Meunier (1991)	15.835(7)	13.724(4)	17.324(6)	3765
fosfuranylit	Horní Halže (CZ)	Sejkora, Čejka (2007)	15.743(2)	13.729(4)	17.295(4)	3736(1)
fosfuranylit	Rýžoviště (CZ)	Sejkora et al. (1994)	15.780(7)	13.725(8)	17.307(8)	3748(2)
fosfuranylit	Kladská (CZ)	Pauliš et al. (1999)	15.82	13.73	17.34	3766
fosfuranylit	Horní Slavkov (CZ)	Plášil et al. (2006)	15.774(4)	13.791(3)	17.318(4)	3767.5
fosfuranylit	Jáchymov (CZ)	Ondruš et al. (1997)	15.48(2)	13.82(2)	17.41(4)	3725
fosfuranylit	Předbořice (CZ)	Sejkora (1993)	15.85(1)	13.70(1)	17.31(1)	3759
fosfuranylit	Kladská (CZ)	Sejkora (1993)	15.83(2)	13.70(1)	17.27(2)	3745
fosfuranylit	Chotěboř (CZ)	Sejkora (1993)	15.772(4)	13.734(4)	17.291(5)	3745
yingjiangit	Tongbiguan (China)	Chen et al. (1990)	15.99(1)	13.73(2)	17.33(1)	3804(5)

Tabulka 3 Chemické složení fosfuranylitu ze Smrkovce (hm. %)

	mean	1	2	3
K ₂ O	2.27	2.24	2.45	2.11
CaO	2.16	2.30	2.07	2.10
BaO	0.86	0.74	0.35	1.49
PbO	0.10	0.09	0.10	0.11
CuO	0.12	0.35	0.00	0.00
As ₂ O ₅	0.26	0.27	0.05	0.45
P ₂ O ₅	10.36	10.22	10.53	10.31
UO ₃	73.52	69.99	79.34	71.23
H ₂ O*	7.68	7.82	6.94	8.28
total	97.31	94.02	101.82	96.08
K	1.299	1.298	1.396	1.202
Ca	1.038	1.119	0.992	1.006
Ba	0.151	0.131	0.061	0.261
Pb	0.012	0.011	0.011	0.013
Cu	0.039	0.120	0.000	0.000
Σ M ²⁺	1.241	1.381	1.064	1.279
As	0.061	0.065	0.012	0.105
P	3.939	3.935	3.988	3.895
Σ T	4.000	4.000	4.000	4.000
U	6.939	6.685	7.453	6.677
H ₃ O	2.342	2.572	1.570	2.885
H ₂ O	7.996	8.000	7.995	7.994

obsah H₂O* - H₂O a H₃O⁺ byl vypočten na základě vyrovnání náboje a předpokladu obsahu 8 molekul H₂O v ideálním vzorci fosfuranylitu; koeficienty empirických vzorců na bázi P+As = 4 *apfu*.

Charakteristika fosfuranylitu

Při revizi haldového materiálu po historické těžbě rud na lokalitě Smrkovec bylo nalezeno druhým z autorů několik vzorků, na kterých byl identifikován fosfuranylit, tvořící žilky a polokulovité celistvé agregáty výrazně žluté barvy. Největší vzorek má rozměry 4 × 3 × 3 cm (obr. 2 a 3). Fosfuranylit na vzorcích asociuje s drobně tabulkovitým metatorbernitem, který se na lokalitě též vyskytuje poměrně často samostatně v podobě až 1 cm velkých lupenitých krystalů, tvořících plošné agregáty velké až několik cm² (obr. 4). Uranové supergenní minerály se nacházejí v silně hematizovaném křemenu, tvořícím až několik centimetrů mocné žilky v tmavošedém fylitu. Vzorky byly nalezeny v materiálu, který patrně pochází z historické štolý Lossheit, ve které byly v minulosti zjištěny drobné výskyty uranového zrudnění.

Rentgenová prášková data fosfuranylitu ze Smrkovce (tab. 1) velmi dobře odpovídají publikovaným údajům pro tuto minerální fázi i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury Demartina et al. (2001). Zpřesněné parametry základní cely analyzovaného fosfuranylitu jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji. Vzhledem k blízkosti rentgenových práškových dat fosfuranylitu (a s ním pravděpodobně identického yingjiangitu) a dewindtitu je možno využít pro rozlišení těchto minerálních fází graf parametrů základní cely *b* vs. *c* (obr. 5) navržený v práci Sejkory et al. (2003).

Chemické složení fosfuranylitu (tab. 3) je poměrně

blízké jeho idealizovanému vzorci. P je pouze v malém množství zastupován As (do 0.11 *apfu*). V kationtu byly zjištěny minoritní obsahy Ba (do 0.26 *apfu*), Cu (do 0.12 *apfu*) a Pb (do 0.02 *apfu*). Empirický vzorec studovaného fosfuranylitu (průměr tří bodových analýz) lze na bázi (P+As) = 4 *apfu* vyjádřit jako: K_{1,30}(Ca_{1,04}Ba_{0,15}Cu_{0,03}Pb_{0,01})_{Σ1,23}(H₃O)_{2,34}(UO₂)_{2,94}O₄[(PO₄)_{3,94}(AsO₄)_{0,06}]_{Σ4,00}·8H₂O.

Závěr

Nález fosfuranylitu na odvalech ložiska Smrkovec doplňuje zdejší supergenní mineralizaci uranu. Tento minerál zde vznikl v rámci supergenních procesů *in-situ* z původního primárního uraninitu, zdrojem K, Ca a P byly pravděpodobně okolní horniny.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za spolupráci při laboratorním studiu R. Škodovi z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (Brno) a K. Babkovi (Praha) za laskavé poskytnutí mapového podkladu. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národního muzea (DKRVO 2014/02, 00023272).

Literatura

- Arapov Ju. A. a kolektiv (1984) Československá ložiska uranu. Čsl. uranový průmysl, Praha.
- Beran P. (1996) Historie zaniklé hornické obce Smrkovec - Schönficht. In: Sborník přednášek a materiálů k I. konferenci o hornické minulosti a budoucnosti regionu Slavkovského lesa, Okresní muzeum Sokolov, 19-24. Sokolov.
- Cornu F. (1907) Mineralogische Notizen II. Mitt. Naturwiss. Ver. Univ. Wien 5, 5, 53-59. Wien.
- Demartin F., Diella V., Donzelli S., Gramaccioli C. M., Pilař T. (1991) The importance of accurate crystal structure determination of uranium minerals. I. phosphuranylite KCa(H₃O)₃(UO₂)₇(PO₄)₄O₄·8H₂O. Acta Cryst. B47, 439-446.
- Gebouský J., Gebouský M., Lehrieder E. (2006) Smrkovec - nové nálezy nerostů na lokalitě s bohatou asociací Bi-minerálů. Minerál 14, 5, 339-347.
- Genth F. A. (1879) Examination of the North Carolina uranium minerals. American Chemical Journal 1, 87-93.
- Hoggart D. D., Nuffield E. W. (1954) Studies of radioactive compounds: VII - phosphuranylite and dewindtit. Am. Mineral., 444-447.
- Horáček J., Chabr P. (1973) Nové minerály pegmatitových žil z Liberce-Ruprechtic. Sbor. Severočes. Mus., přír. Vědy 5, 27-33.
- Chabr P., Horáček J. (1971) Sdělení o nálezu fosfuranylitu a některých nových minerálů pegmatitové paragenese z Liberce - Ruprechtic. MS, ČSÚP Příbram.
- Kafka J. (ed.) et al. (2003) Rudné a uranové hornictví České republiky. ANAGRAM, 647 s.
- Kratochvíl J. (1963) Topografická mineralogie Čech VI. NČSAV, Praha.
- Laugier J., Bochu B. (2011) LMGP-Suite of Programs for the Interpretation of X-ray Experiments. <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp>, přístup duben 2011.
- Ondruš P., Veselovský F., Hloušek J., Skála R., Vavřín I., Frýda J., Čejka J., Gabašová A. (1997) Secondary minerals of the Jáchymov (Joachimsthal) ore district. J. Czech Geol. Soc. 42, 4, 3-76.

- Pauliš P. (1992) Nové nálezy druhotných uranových minerálů v ČSR. *Čas. Mineral. Geol.* 37, 1, 87-88.
- Pauliš P., Kopecký S., Novák F., Ševců J., Adam M. (2005) Fosfuranylit ze Strhař u Tišnova. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 13, 249-250.
- Pauliš P., Ševců J., Novotný J., Rendl J. (1999) Saléit a minerál izomorfní řady fosfuranylit-yingjiangitové z uranového ložiska Kladská u Mariánských Lázní. *Věst. Čes. geol. Úst.* 74, 1, 47-49.
- Piret P., Piret-Meunier J. (1991) Composition chimique et structure cristalline de la phosphuranylite $\text{Ca}(\text{UO}_2)((\text{UO}_2)_3(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2) \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. *Eur. J. Mineral.* 3, 69-77.
- Piret P., Piret-Meunier J., Deliens M. (1990) Composition chimique et structure cristalline de la dewindtite $\text{Pb}_3[\text{H}(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2] \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. *Eur. J. Mineral.* 2, 399-405.
- Plášil J., Sejkora J., Čejka J., Škoda R., Goliáš V. (2009) Supergene mineralization of the Medvědin uranium deposit, Krkonoše Mountains, Czech Republic. *J. Geosci.* 54, 15-56.
- Plášil J., Sejkora J., Ondruš P., Veselovský F., Beran P., Goliáš V. (2006) Supergene minerals in the Horní Slavkov uranium ore district, Czech Republic. *Journ. Czech Geol. Soc.* 51, 149-158.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Micro-beam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104-106.
- Řídkošil T., Sejkora J., Šrein V. (1996) Smrkovecite, monoclinic $\text{Bi}_2\text{O}(\text{OH})(\text{PO}_4)$, a new mineral of the atelestite group. *N. Jb. Miner. Mh.* 3, 97-102.
- Sejkora J. (1993a) Výskyty fosfuranylitu v České republice. In: *Sbor. V. mineral. cykl. Sem. (Horní Bečva)*, 79-81. Ústí nad Labem.
- Sejkora J. (1993b) Oxidické minerály bismutu v České republice. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 1, 64-68.
- Sejkora J., Čejka J., Hloušek J., Novák M., Šrein V. (2004) Phospowalpurkite, the (PO_4) - dominant analogue of walpurkite from Smrkovec, Slavkovský les mountains, Czech Republic. *Can. Mineral.* 42, 963-972.
- Sejkora J., Čejka J., Hloušek J., Šrein V., Novotná M. (2002) Phosphatian walpurkite from Smrkovec, the Slavkovský les Mts. (Czech Republic): its description and physico-chemical characteristics. *N. Jb. Miner. Mh.* 8, 353-367.
- Sejkora J., Čejka J., Kotrlý M., Novotná M. (1998a) Saléit z odvalu uranového rudního výskytu Rýžoviště u Harrachova. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 6, 217-221.
- Sejkora J., Čejka J., Pauliš P. (2003) Vzácný fosfát olova a uranulu - dewindtit z uranového rudního výskytu Rýžoviště u Harrachova (Krkonoše). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 11, 177-183.
- Sejkora J., Čejka J., Šrein V. (2007) Supergene uranium mineralization from Horní Halže near Měděnec (Krušné hory Mountains), Czech Republic. *J. Geosci.* 52, 199-210.
- Sejkora J., Řídkošil T., Gabašová A. (1993): Sillenit ze Smrkovce u Mariánských Lázní. *J. Czech Geol. Soc.* 38, 3-4, 244-245.
- Sejkora J., Šrein V., Řídkošil T. (1998b) Výskyty pucheritu na lokalitách Smrkovec u Mariánských Lázní a Jáchymov. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 6, 238-241.
- Sejkora J., Veselovský F., Šrein V. (1994) The supergene mineralization of uranium occurrence Rýžoviště near Harrachov (Krkonoše Mts., Czech republic). *Sbor. Nár. Muz., Ř. B* 50, 55-91.
- Yvon K., Jeitschko W., Parthé E. (1977) Lazy Pulverix, a computer program for calculation X-ray and neutron diffraction powder patterns. *J. Appl. Cryst.* 10, 73-74.
- Chen Z., Huang Y., Gu X. (1990) A new mineral - yingjiangite. *Acta Mineralogica Sinica* 10, 102-105.