

Felsöbányait z mostecké pánve (Česká republika)

Felsöbányaite from the Most Basin (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, ZDENĚK DVOŘÁK³⁾, RADANA MALÍKOVÁ²⁾, OLDŘICH JANEČEK⁴⁾, JIŘÍ SVEJKOVSKÝ³⁾,
MICHAL ŘEHOŘ⁵⁾, ONDŘEJ POUR⁶⁾ A LUBOŠ VRTIŠKA²⁾

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

²⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

³⁾Severočeské doly a. s. - Doly Bílina, 5. května 213, 418 29 Bílina

⁴⁾Severočeské doly a. s. - Doly Nástup Tušimice, Boženy Němcové 5359, 430 01 Chomutov

⁵⁾Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s., Tř. Budovatelů 2830/3, 434 01 Most

⁶⁾Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

PAULIŠ P., DVOŘÁK Z., MALÍKOVÁ R., JANEČEK O., SVEJKOVSKÝ J., ŘEHOŘ M., POUR O., VRTIŠKA L. (2015) Felsöbányait z mostecké pánve (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 23, 1, 75-80. ISSN 1211-0329.*

Abstract

Rare aluminium hydroxo-sulphate, felsöbányaite, $\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, was found at two occurrences in the Most Basin (northern Bohemia, Czech Republic). It forms white earthy and powdery aggregates filling gaps and cracks in coal matrix in the Libouš Quarry, Březno near Chomutov. Unit-cell parameters of the Libouš sample refined from the X-ray powder diffraction data are: a 13.056(5), b 10.126(5), c 11.101(4) Å, β 103.90(4) and V 1424(1) Å³. At the Bílina quarry felsöbányaite occurs as hemispherical to spherical aggregates formed by tiny tabular crystals with a size of 2 - 5 µm in clay and carbonates. Unit-cell parameters of the Bílina sample refined from the X-ray powder diffraction data are: a 13.024(8), b 10.011(3), c 11.113(7) Å, β 104.34(5) and V 1404(1) Å³. Felsöbányaite is formed at studied occurrences by reaction of sulphate anions (from weathering of Fe-sulphides) with aluminosilicates from clay rocks within coal seams.

Key words: felsöbányaite, X-ray diffraction data, unit-cell parameters, Most Basin, Libouš, Bílina, Czech Republic

Obdrženo: 18. 3. 2015; přijato: 2. 7. 2015

Úvod

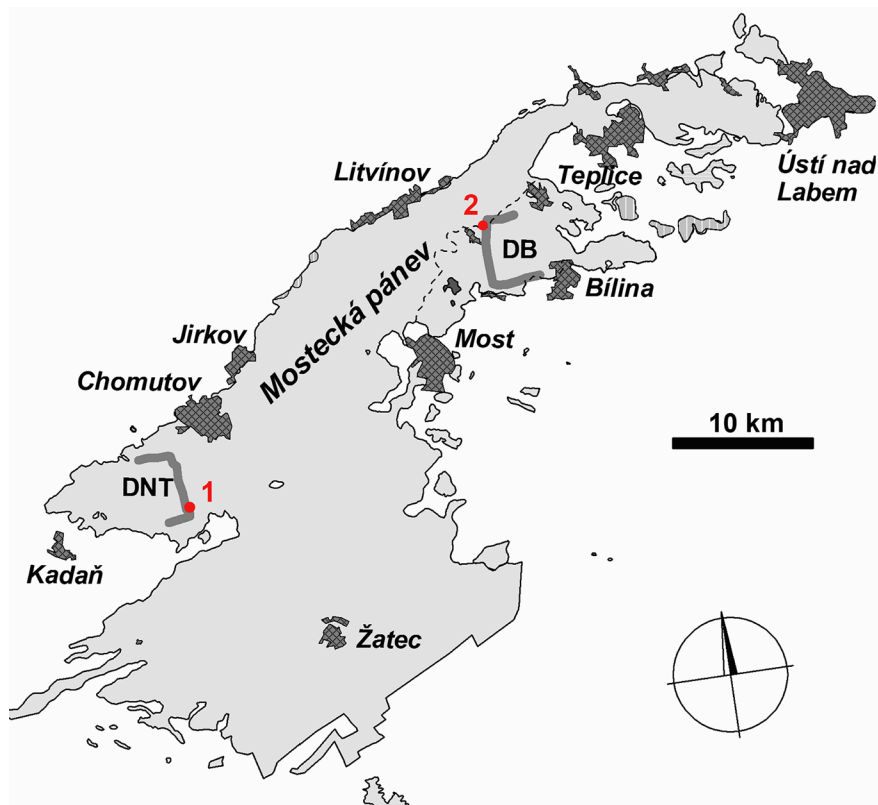
Felsöbányait je poměrně vzácný hydratovaný hydroxosulfát hlinitý, $\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, jehož název je spjat s východouherským (dnes rumunským) hydrotermálním rudním ložiskem Felsöbánya (dnes Baia Sprie) v župě Maramureš. V létech 1841 - 1842 objevil W. K. Haidinger ve sbírkách vídeňské báňské komory zvláštní minerál z Felsöbánye, ve kterém zjistil hliník a vodu. Tento minerál tvořil bílé nebo žlutavé, skelně lesklé, tenké tabulkovité až jehličkovité krystaly, tvořící až 5 mm velké sférické agregáty a povlaky v asociaci s antimonitem, markazitem a křemenem. Vzhledem k nedostatku materiálu nedošlo k opublikování tohoto výzkumu, vzorek Haidinger pouze označil předběžným názvem felsöbányit, a vrátil ho do sbírek (Haidinger 1854). Kenngott (1853), který později studoval chemické a fyzikální vlastnosti této látky, došel k závěru, že se jedná o hydratovaný oxid hlinitý totožný s gibssitem (hydrargillitem). Na základě dalšího studia krystalografie a chemické podstaty minerálu však o rok později zkonstatoval Haidinger (1854), že se jedná o samostatný minerál - hydratovaný sulfát hliníku, který na ložisku vzniká při supergenní přeměně sulfidických rud. K drobné komplikaci došlo v polovině 20. století, kdy byly na muzejním vzorku, pocházejícím z ložiska Fe rud Irchester v Northamptonshiru (Velká Británie), popsány dva nové minerály basaluminit a jeho hydratovaný analog hydrobasaluminit, které byly blízké felsöbányaitu (Bannister, Hollingworth 1948, 1950). Na základě prací Pappa a

Weiszburga (1989) a Weiszburga a Pappa (1990) byl basaluminit ztotožněn s felsöbányaitem a v roce 1990 IMA diskreditován. Pertlík (1993) a Farkas a Pertlík (1997) publikovali zpřesněný chemický vzorec a strukturní data felsöbányaitu.

V České republice byl zatím zjištěn pouze v podobě bílých práškovitých a celistvých agregátů, tvořených mikroskopickými lupínky, které byly nalezeny na povrchu karbonátových (kalcitových) konkrecí z menilitových vrstev ždánické jednotky u Nikolčic u Hustopečí. Popsali ho odtud Batík a Hrušková (1971) pod dnes již diskreditovaným pojmenováním basaluminit v asociaci s hydrobasaluminitem a hojným sádrovcem.

Charakteristika výskytu felsöbányaitu

V terciéru vzniklo v severních, západních a jižních Čechách, na jihovýchodní Moravě a ve Slezsku několik hnědouhelných pánví. Největší a nejdůležitější z nich je mostecká (dříve označovaná jako severočeská hnědouhelná pánev - SHP), která je jednou ze tří pánví (spolu se sokolovskou a chebskou), které se začaly vytvářet asi před 38 milióny let na jižním úpatí Krušných hor. Mostecká pánev se rozkládá mezi Prunéřovem u Kadaně a Ujířem u Ústí nad Labem na ploše kolem 1 400 km² (obr. 1). Vyplňuje ji až 550 m mocný eocénní až miocénní komplex, větší část SHP je zakryta kvarténními sedimenty (Bouška, Dvořák 1997; Pešek, Sivek 2012).



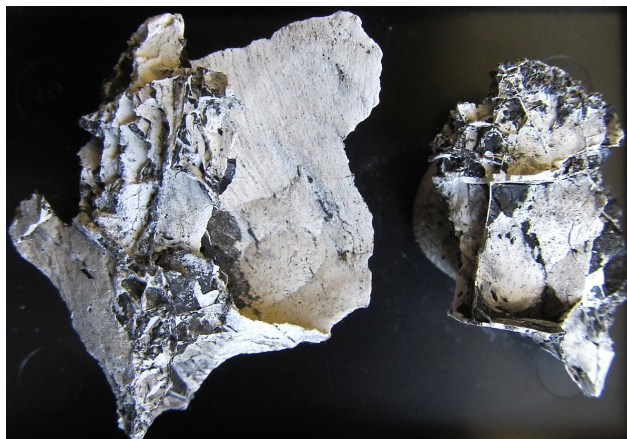
Obr. 1 Přehledný plánec Mostecké pánve se zakreslenými výskyty felsobányaitu (1. lom Libouš, Doly Nástup Tušimice - DNT; 2. lom Bílina, Doly Bílina - DB), podle K. Macha.



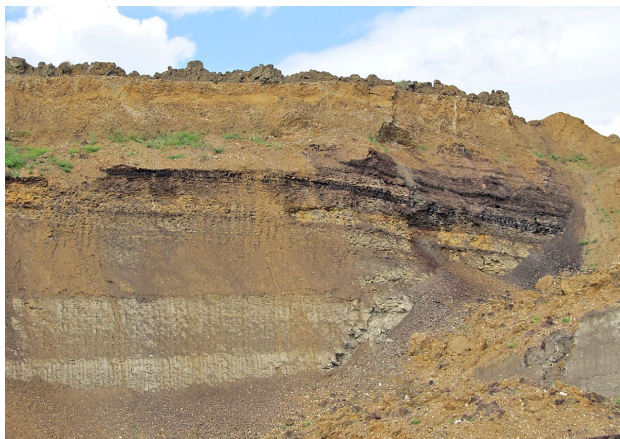
Obr. 2 Naleziště felsobányaitu v lomu Libouš; mrazem provrásněná 2. sloj, felsobányait se nachází pod jílovým proplástkem na nejspodnějším řezu. Foto P. Coufal 2013.



Obr. 3 Naleziště felsobányaitu v lomu Libouš; mrazem provrásněná 2. sloj s jarosítem, felsobányait je v počvě řezu. Foto P. Coufal 2013.



Obr. 4 Vrstvičky felsobányaitu mezi úlomky uhlí, velikost většího vzorku 4 × 4 cm. Foto Z. Dvořák.



Obr. 5 Skryvkový řez s lomskou slojí na lomu Bílina. Foto Z. Dvořák 2014.

Větší pozornost minerálům mostecké pánve začala být věnována až koncem minulého století, kdy vyšla souborná monografie (Bouška, Dvořák 1997), ve které bylo popsáno téměř 50 minerálních druhů. Další minerály uvádějí Dvořák et al. (2002, 2012) a Žáček et al. (1999). V současné době tak vzrostl počet minerálů mostecké pánve na více než šedesát. Značná část zdejších minerálních druhů jsou supergenní sulfáty, které vznikly v souvislosti s rozkladem sulfidů železa v uhelné sloji a v nadložních horninách. Zvětráváním sulfidů se uvolňují sulfátové anionty, které reagují s okolními horninami a z nich uvolněnými prvky. Jejich vzájemnou reakcí vznikají nejrůznější sulfáty, zejména pak hojný sádrovec. Část sulfátů také vzniká při požárech uhelné hmoty v povrchových lomech. Vedle sádrovce zde dosud byly zjištěny aluminit, alunogen, anhydrit, baryt, bílinit, blůdit, čermíkit, epsomit, fibroferit, godovikovit, halotrichit, hexahydrit, jarosit, konyait, letovicit, mascagnit, melanterit, millosevichit, mirabilit a thenardit (Bouška, Dvořák 1997; Dvořák et al. 2012). Nově byl zjištěn na dvou místech mostecké pánve relativně hojný výskyt dříve neznámého felsöbányaitu.

Felsöbányait byl v oblasti mostecké pánve poprvé nalezen v roce 2012 (O. J.) v činném lomu Libouš (Doly Nástup Tušimice), konkrétně v jv. části lomu na katastru obce Březno u Chomutova (GPS 50° 24' 3.031" N 13° 23' 10.155" E). Uhelná sloj o celkové mocnosti 38 m zde vychází na povrch a je rozštěpena do tří dílčích slojí (lávek) oddělených několik metrů mocným písčito-jílovitým meziložím. Felsöbányait byl spolu s dalšími sulfáty zjištěn ve výchozu 2. uhelné sloje. Vrstvy ve svrchní části 2. sloje, spolu se zbytky meziloží nad ní, jsou výrazně mrazově provrásněné a uhlí je zvětralé do hnědého mourovitého oxyhumolitu (obr. 2 - 3). Ve zvětralé části uhelné sloje je na první pohled patrné značné množství jarositu, tvořícího okrově žluté práškové povlaky a hlízky až několik cm velké. Z oxyhumolitu vyvětrávají hojné mřížkovité agregáty našedlého sádrovce původně vyplňujícího prasklinky v kostkovitě odlučném uhlí. V jílových proplátcích se nacházejí 2 - 15 cm velké, bezbarvé nebo nahnědlé srostlice krystalů sádrovce různých tvarů. Felsöbányait tvoří sněhobílé zemité a práškovité agregáty vyplňující ve slabě navětralé střední části 2. sloje jednu či dvě nápadně bělavé vrstevní spáry v poloze nejkvalitnějšího kostkovité odlučného xyliticko-detritického uhlí (obr. 4). Mocnost vrstevní spáry s felsöbányaitem dosahuje běžně několika mm, vzácněji 1 cm. Kolem vrstevní spáry vyplňuje tento minerál i tenké vertikální prasklinky v uhlí do vzdálenosti několika cm. V místech rozšíření spáry jsou v agregátu felsöbányaitu dutinky, ve kterých lze v čerstvém materiálu pozorovat velice drobné (zlomky mm) číré krystaly. Od prvního nálezu z počátku roku 2012 se na výchozu 2. sloje výskyt felsöbányaitu ve stejné stratigrafické pozici objevuje i v každém dalším těžebním postupu východní směrem.

Druhý výskyt felsöbányaitu byl zjištěn ve velkolomu Bílina, kde byly jeho vzorky nalezeny v roce 2014 při geologické dokumentaci geology Dolů Bílina. Nalezen byl v severní části lomu v oblasti katastru bývalé obce Hrdlovka, asi 5 km jz. od Duchcova (GPS: 50°35'10.0464"N 13°41'40.7994"E). Na prvním skrývkovém řezu lomu byl odkryt komplex jílovitých a uhelných sedimentů patřících stratigraficky lomskému souvrství (obr. 5). Mocnost lomské sloje zde dosahuje přibližně 10 metrů. Na rozhraní poslední polohy jílovitého uhlí a podložního šedo zeleného jílu, v hloubce asi 8 metrů od povrchu, se ojediněle

vyskytovaly ploché karbonátové konkrce se septáriovými prasklinami. Konkrce dosahovaly průměru kolem 30 cm a mocnosti až 15 cm. V méně zpevněných okrajích těchto konkrce se na prasklinách jílu a karbonátu vyskytovaly až 1 mm mocné práškovité povlaky sněhově bílého felsöbányaitu. Směrem do středu konkrce byly septário-



Obr. 6 Karbonátová konkrce s bílými povlaky felsöbányaitu a žlutými agregáty amorfní alumosilikátové hmoty. Foto Z. Dvořák 2014.



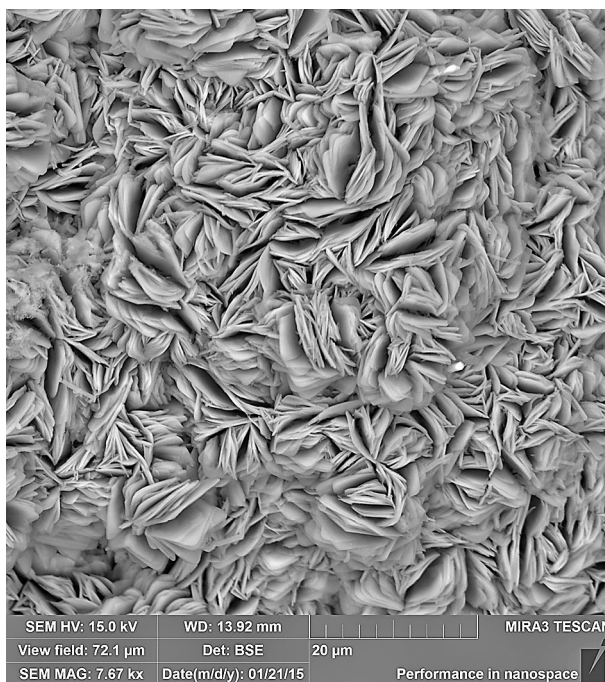
Obr. 7 Bílé práškovité povlaky felsöbányaitu, velikost vzorku 7 × 5 cm. Foto Z. Dvořák.



Obr. 8 Felsöbányait z lomu Bílina, šířka záběru 10 mm. Foto P. Fuchs.



Obr. 9 Felsöbányait z lomu Bílina. SEM foto O. Pour.



Obr. 10 Felsöbányait z lomu Bílina. SEM foto O. Pour.

vé praskliny pokryty tmavě žlutými a oranžovými smolně až skelně lesklými povlaky a náteky minerálu opálového vzhledu (obr. 6), který v otevřenějších prasklinách místy vytvářel i až 2 cm dlouhé žluté průsvitné krápníkovité útvary. Vrstva destičkovitě rozpadavého šedozeleného jílu pod uhelnou polohou obsahuje místy hojně růžicovité srostlice šedobílých nebo žlutavých krystalů sádrovce o průměru až 10 cm. Uhlenné vrstvy jsou bohatě protkány sítí povlaků žlutého jarositu, který místy tvoří i ploché hlízovité útvary o mocnosti až 2 cm.

Obě popisované lokality jsou v činné a střežené části povrchových uhelných velkolomů, kde je přísně zakázán vstup cizím osobám. Návštěva těchto lokalit je možná pouze za předchozího souhlasu majitele a za doprovodu pracovníků geologického oddělení těžební společnosti.

Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data felsöbányaitu byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly nanášeny 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 popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení felsöbányaitu bylo sledováno energiově disperzním spektrometrem Oxford Instruments XMAX 80 spojeným se skenovacím elektronovým mikroskopem Tescan Mira3 (Česká geologická služba, Praha), operujícím při urychlovacím napětí 15 kV na dvou naleštěných v polyesterové pryskyřici zalitých vzorcích daného minerálu.

Charakteristika zjištěné mineralizace

Felsöbányait tvoří na obou lokalitách mostecké pánve sněhobílé zemité a práškovité agregáty vyplňující vrstevní spáry a pukliny v uhelné hmotě (lom Libouš) či jílu a karbonátu (lom Bílina) (obr. 7). V bílinském lomu se též vyskytují polokulovité až kulovité agregáty (obr. 8), které jsou tvořené velmi malými tabulkovitými krystaly o rozměrech 2 - 5 µm (obr. 9 a 10).

Felsöbányait byl na obou lokalitách identifikován rentgenometricky. Zjištěná rentgenová prášková data (tab. 1 a 2) jsou blízká publikovaným hodnotám pro tento minerál. V tabulce 3 jsou porovnány zpřesněné parametry základní buňky felsöbányaitu z obou lokalit s publikovanými údaji pro tuto minerální fázi.

Chemické složení felsöbányaitu bylo zjištěno na základě bodových stanovení (tři body na vzorek) na naleštěných agregátech zalitých v polyesterové pryskyřici. Jejich chemické složení po dopočtu obsahu H₂O (40 hm. %) je velmi blízké teoretickému složení: 41.5 hm. % Al₂O₃ a 18.5 hm. % SO₃.

Analyzovány byly i rentgenamorfní, smolně až skelně lesklé, tmavě žluté a oranžové povlaky a náteky minerálu opálového vzhledu, který doprovázel felsöbányait na lomu Bílina. Jejich poměrně kolísavé chemické složení, stanovené na základě šesti bodových stanovení se pohybuje v rozmezích: 55.2 - 58.8 hm. % Al₂O₃; 12.1 - 29.4 hm. % SiO₂ a 16.4 - 29.4 hm. % SO₃, v některých bodech byly zjištěny i minoritní obsahy (do 1 hm. %) Na₂O a FeO.

Závěr

V oblasti mostecké pánve (lomy Libouš a Bílina) byly zjištěny dva výskyty felsöbányaitu. Tento poměrně vzácný supergenní sulfát tu vznikl reakcí sulfátových aniontů, pocházejících z rozkládajících se sulfidů Fe, s alumosilikáty obsaženými v jílovitých horninách provázejících uhelnou sloj. Zjištěné výskyty tohoto minerálu jsou v rámci ČR druhou a třetí lokalitou, kde byl zjištěn.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data felsobányaitu z lomu Libouš u Března

h	k	l	d _{obs}	I _{obs}	d _{calc}
-1	0	1	9.323	100	9.399
1	0	1	7.280	8	7.291
1	1	1	5.881	9	5.964
-2	1	1	5.297	5	5.253
2	0	1	4.979	3	4.966
-1	1	2	4.810	1	4.801
1	2	0	4.707	10	4.701
-2	2	1	3.916	2	3.907
0	2	2	3.676	9	3.689
0	0	3	3.606	4	3.592
-2	2	2	3.449	2	3.444
3	1	1	3.430	4	3.431
1	2	2	3.391	1	3.396
0	3	1	3.215	1	3.221
-1	3	1	3.174	<1	3.177
-3	0	3	3.132	1	3.133
-4	0	2	3.072	1	3.073
-4	1	2	2.948	1	2.940
1	3	2	2.713	4	2.717
-3	3	1	2.654	2	2.655
3	3	0	2.642	1	2.637
-5	0	1	2.613	1	2.611
3	2	2	2.583	1	2.577
-5	0	2	2.549	1	2.541
-1	3	3	2.4981	1	2.4925
5	1	0	2.4561	1	2.4589
3	1	3	2.3859	1	2.3908
4	3	0	2.3124	1	2.3100
-3	3	3	2.2965	1	2.2962
-5	2	2	2.2698	3	2.2708
3	3	2	2.2386	<1	2.2396
-2	0	5	2.2072	1	2.2085
4	0	3	2.1361	<1	2.1352
0	3	4	2.1048	1	2.1055
6	1	0	2.0666	1	2.0678
-5	3	2	2.0332	2	2.0299
-6	2	1	1.9962	<1	1.9974
-2	0	6	1.8502	<1	1.8483
5	1	3	1.8387	1	1.8390
-3	3	5	1.8063	<1	1.8067
-3	5	2	1.7855	<1	1.7868
0	1	6	1.7689	1	1.7684
-5	4	3	1.7251	1	1.7240
-6	1	5	1.7053	<1	1.7059
-7	1	4	1.6820	<1	1.6805
6	1	3	1.6331	<1	1.6336
5	4	2	1.6199	1	1.6194
-8	1	1	1.6030	1	1.6040
-5	0	7	1.4830	<1	1.4833
0	4	6	1.4647	<1	1.4648
-8	0	5	1.4534	1	1.4540
-7	3	5	1.4356	1	1.4359
-9	0	3	1.4326	1	1.4332
-6	0	7	1.4159	<1	1.4166
2	7	1	1.3885	1	1.3888
-5	0	8	1.3291	<1	1.3291
2	3	7	1.3090	<1	1.3086

Tabulka 2 Rentgenová prášková data felsobányaitu z lomu Bílina

h	k	l	d _{obs}	I _{obs}	d _{calc}
-1	0	1	9.341	100	9.423
1	1	0	7.826	1	7.842
0	1	1	7.309	16	7.331
-1	1	1	6.771	9	6.861
1	1	1	5.909	19	5.920
2	1	0	5.316	9	5.337
0	2	0	4.999	6	5.005
-1	1	2	4.780	61	4.796
-2	0	2	4.680	29	4.712
1	2	0	4.635	19	4.653
1	0	2	4.560	12	4.561
1	2	1	4.129	2	4.136
2	2	0	3.917	3	3.921
3	1	0	3.872	4	3.878
-1	2	2	3.686	9	3.691
2	0	2	3.669	7	3.671
3	0	1	3.620	9	3.625
-2	2	2	3.438	6	3.431
3	2	0	3.217	2	3.220
-4	0	2	3.080	1	3.074
-3	2	2	3.030	2	3.028
2	3	0	2.946	2	2.950
2	0	3	2.833	2	2.833
-2	3	2	2.721	3	2.723
-3	2	3	2.657	2	2.661
-4	2	2	2.625	<1	2.619
3	2	2	2.5531	1	2.5581
0	4	0	2.5010	1	2.5027
4	2	1	2.4718	2	2.4722
4	0	2	2.4692	2	2.4681
-1	2	4	2.4291	1	2.4280
-5	1	3	2.2952	2	2.2944
-1	4	2	2.2773	4	2.2754
1	2	4	2.2459	<1	2.2428
-4	3	3	2.1096	<1	2.1120
-3	3	4	2.0340	1	2.0386
4	4	0	1.9605	<1	1.9606
-5	0	5	1.8867	4	1.8846
5	0	3	1.8581	1	1.8591
-1	0	6	1.8399	1	1.8413
-3	5	2	1.7720	2	1.7716
0	1	6	1.7685	2	1.7663
-7	3	1	1.6220	1	1.6208
4	0	5	1.6032	<1	1.6032
1	6	3	1.4842	<1	1.4840
0	5	5	1.4668	<1	1.4663
5	1	5	1.4529	1	1.4528
-9	0	1	1.4369	1	1.4365
0	7	1	1.4180	<1	1.4177
-7	2	6	1.4072	<1	1.4070
1	7	1	1.4042	<1	1.4037
1	6	4	1.3897	<1	1.3893
0	7	3	1.3286	<1	1.3285
1	7	3	1.3090	<1	1.3088

Tabulka 3 Parametry základní cely felsöbányaitu pro monoklinickou prostorovou grupu P2₁

	lom Libouš u Března	lom Blína	Farkas, Pertlik (1997)
	tato práce	tato práce	
a [Å]	13.056(5)	13.024(8)	13.026(1)
b [Å]	10.126(5)	10.011(3)	10.015(1)
c [Å]	11.101(4)	11.113(7)	11.115(1)
β [°]	103.90(4)	104.34(5)	104.34(1)
V [Å ³]	1424(1)	1404(1)	1404.83

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za laskavé poskytnutí fotografie P. Fuchsovi z Teplic. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2015/02, 00023272).

Literatura

- Bannister F. A., Hollingworth S. E. (1948) Two new British minerals. *Nature* 162, 565.
- Bannister F. A., Hollingworth S. E. (1950) Basaluminite and hydrobasaluminite, two new minerals from Northamptonshire. *Mineral. Mag.* 29, 208, 1-17.
- Batík P., Hrušková J. (1971) Hydrobasaluminite a basaluminite z Nikolčic u Brna. *Sbor. Nár. Muz.* 27B, 9-16.
- Bouška V., Dvořák Z. (1997) Nerosty severočeské hnědouhelné pánve. *Nakl. Dick Praha.*
- Dvořák Z., Janeček O., Řehoř M. (2002) Nerosty severočeské hnědouhelné pánve - dodatek 1. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 10, 315-318.
- Dvořák Z., Svejkovský J., Janeček O., Coufal P. (2012) Minerály severočeské hnědouhelné pánve. *Granit Praha.*
- Farkas L., Pertlik F. (1997) Crystal structure determinations of felsobanyaite and basaluminite, Al₄(SO₄)(OH)₁₀·4 H₂O. *Acta mineral. petrogr.* 38, 5-15.
- Haidinger W. M. W. (1854) Über den felsöbányt, eine neue mineralspecies. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Wien, Mat. Naturwiss. Kl.*, 12, 183-190.
- Kenngott A. (1853) Mineralogische Notizen 9. Felsöbányt identisch mit Hydrargillit. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Wien, Mat. Naturwiss. Kl.*, 10, 294.
- 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
- Papp G., Weiszbürg T. (1989) On the relationship of basaluminite and felsöbányait. In: *14th Congr. Carpatho-Balkan Geol. Assoc., Sofia. Extended abstr.*, 1, 65-68.
- Pertlik F. (1993) Chemische Analyse und röntgenographische Untersuchungen an Einkristallen des Minerals Felsöbányait, Al₄(SO₄)(OH)₁₀·5H₂O. *Ber. Dtsch. Mineral. Ges.* 1, 177.
- Pešek J., Sivek M. (2012) Uhlonosné pánve a ložiska černého a hnědého uhlí České republiky. *Česká geologická služba, Praha.*
- Weiszbürg T., Papp G. (1990) On the relationship of basaluminite and felsöbányait. *IMA 15th General Meeting Abstracts*, 2, 713-715.
- Žáček V., Dvořák Z., Ondruš P. (1999) Nové sekundární minerály ze severočeské hnědouhelné pánve. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 7, 230-232.