

# Fülöppit a plagionit z antimonového ložiska Boněnov u Chodové Plané (Česká republika)

## Fülöppite and plagiogonite from the Sb deposit Boněnov near Chodová Planá (Czech Republic)

JIŘÍ SEJKORA<sup>1)\*</sup>, PETR PAULIŠ<sup>1)2)</sup>, ROMAN GRAMBLIČKA<sup>3)</sup> A RADANA MALÍKOVÁ<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;  
\*e-mail: jiri\_sejkora@nm.cz

<sup>2)</sup>Smišková 564, 284 01 Kutná Hora

<sup>3)</sup>Severočeské doly a.s., ul. 5. května 213, 418 29 Bílina

SEJKORA J, PAULIŠ P, GRAMBLIČKA R, MALÍKOVÁ R (2017) Fülöppit a plagionit z antimonového ložiska Boněnov u Chodové Plané (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 25(2): 201-208 ISSN 2570-7337

### Abstract

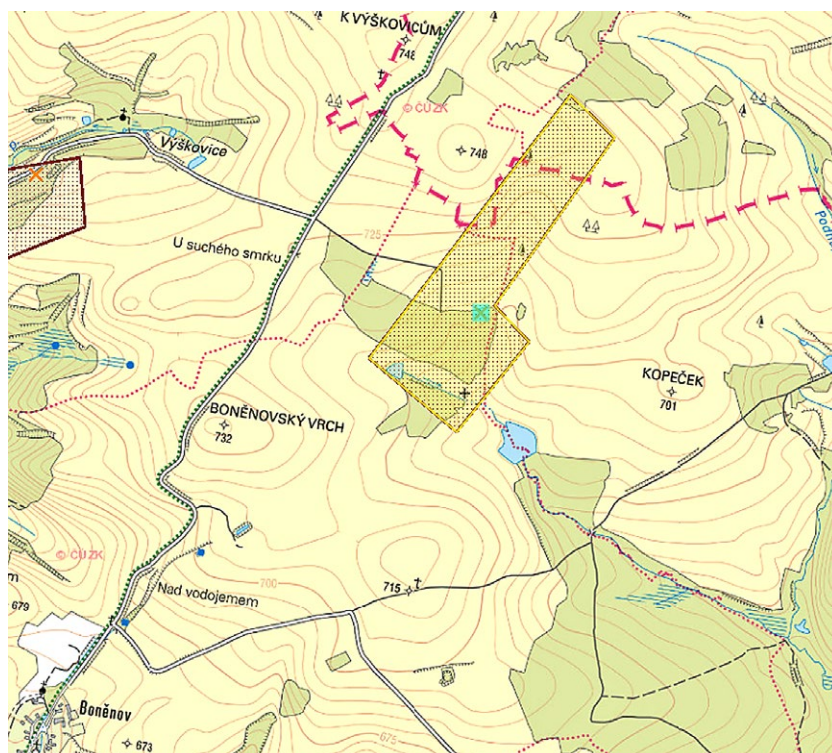
Two rare sulfosalt minerals, fülöppite and plagiogonite, have been determined in a sample from a small abandoned Sb deposit Boněnov near Chodová Planá, western Bohemia, Czech Republic. The more abundant fülöppite forms steel grey aggregates with metallic lustre in quartz gangue and groups of crystals up to 1 mm in length in association with stibnite, sphalerite, carbonate and chalcedony. Fülöppite is monoclinic, space group  $C2/c$  and its refined unit-cell parameters are:  $a$  13.444(4),  $b$  11.727(2),  $c$  16.934(3) Å,  $\beta$  94.7(4)° and  $V$  2661(1) Å<sup>3</sup>. Its empirical formula (mean of 14 point analyses) is  $Pb_{2.87}Sb_{8.01}S_{15.12}$ . Plagiogonite was found together with fülöppite as a part of inhomogeneous aggregates formed by submicroscopic intergrowths of both mineral phases. Plagiogonite is monoclinic, space group  $C2/c$  and its refined unit-cell parameters are:  $a$  13.462(7),  $b$  11.868(6),  $c$  20.03(1) Å,  $\beta$  107.16(3)° and  $V$  3057(2) Å<sup>3</sup>.

**Key words:** fülöppite, plagiogonite, chemical composition, unit-cell parameters, Boněnov, Czech Republic

Obdrženo: 17. 11. 2017; přijato 11. 12. 2017

### Úvod

Fülöppit, monoklinický  $Pb_3Sb_8S_{15}$ , je poměrně vzácný sulfid, který byl dosud v České republice popsán pouze ze dvou lokalit. Olověně šedé, kovově lesklé krystaly do 0.4 mm a zrna do 5 mm, vyskytující se spolu se semseyitem, byly zjištěny v podloží karbonu na dole Slaný (Žáček, Opluštil 1992; Žáček et al. 1994). Vzácně se vyskytla až 3 cm velká zrna na dole Lill v Příbrami (Sejkora, Litochleb 2003). Nález fülöppitu v Boněnově, kterému se věnuje tento příspěvek, je tak třetím výskytem této vzácné minerální fáze u nás. Plagiogonit, monoklinický  $Pb_5Sb_8S_{17}$ , je v ČR ještě vzácnějším minerálem, který byl zjištěn pouze v příbramském rudním revíru. V makroskopické velikosti byl identifikován na historickém vzorku s antimonitem a zinkenitem z antimonitové žíly z 30. patra mezi doly Rudolf a Řimbaba v Bohutíně (Škácha 2015). V Bohutíně byl nalezen i na Příčné žíle (Bambas 1990). Litochleb et al. (1994) ho zjistil i v tzv. plstnatých rudách z haldy dolu Lill.



Obř. 1 Topografická situace ložiska Boněnov, místo nálezů vyznačeno křížkem s modrým podbarvením; upraveno podle mapy „Vlivů důlních činností“ (ČGS-Geofond).





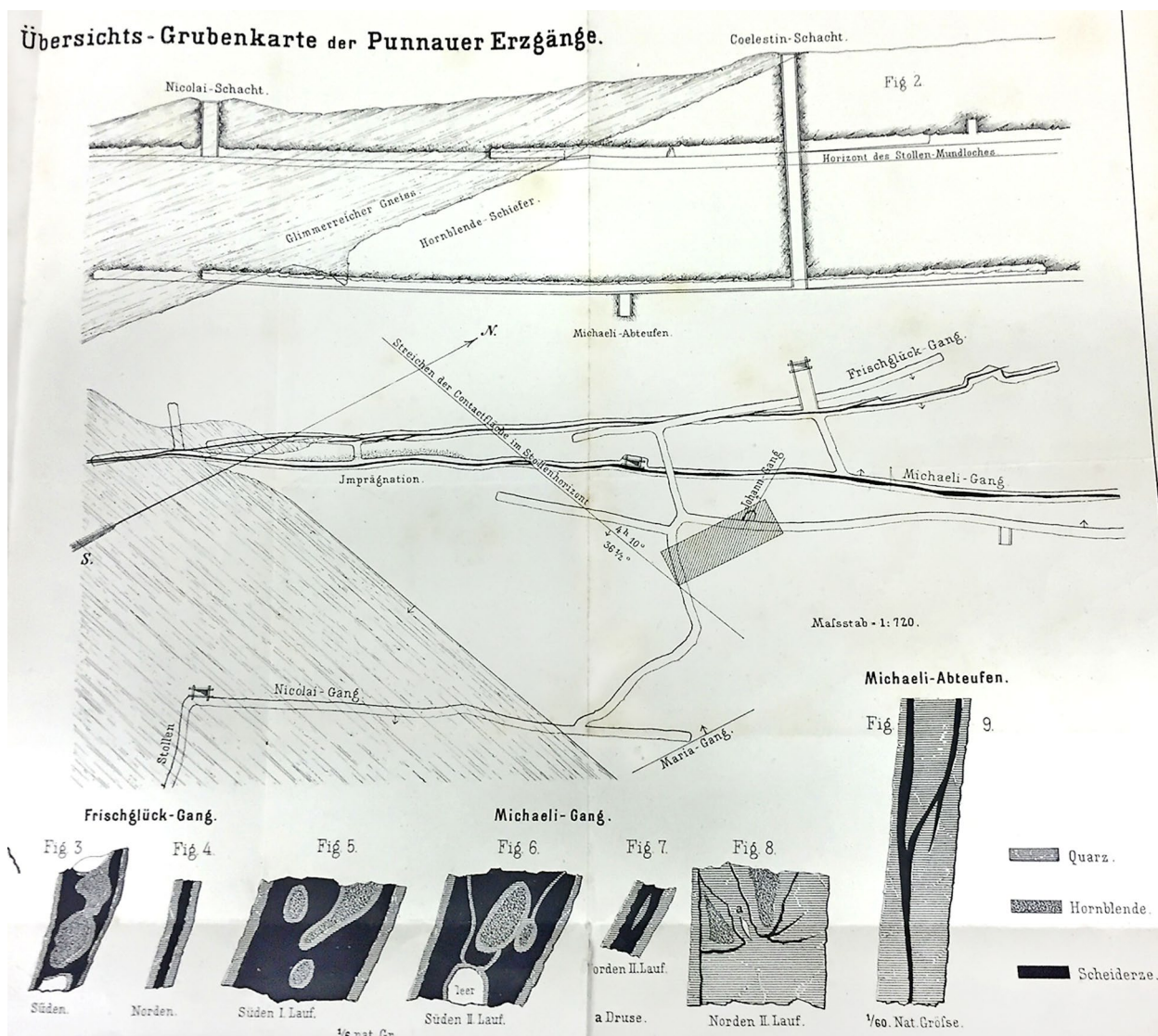
bylo lépe vyvinuto ve svrchní části ložiska v místech, kde tvoří žilnou výplň křemen, než ve spodní, kde se objevuje baryt. V 95 m již nebyly žíly zastíženy.

Malé antimonitové ložisko se nachází v oblasti tvořené tektonicky porušenými metamorfovanými horninami: amfibolity, amfibolitovými břidlicemi, dvojslídnyými parulami s vložkami mramorů, které jsou považovány za součást mariánsko-lázeňského bazického komplexu. Žíly tvoří především křemen s menším zastoupením barytu. Hlavním rudním minerálem je antimonit doprovázený pyritem, markazitem a ojediněle zastoupenými sulfidy - chalkopyritem a sfaleritem. Pouze na základě chemického složení zde byl nověji popsán zinkenit (Žáček, Frýda 1995), který tvoří šedé jemnozrné impregnace či tenké žilky v mléčném křemeni a mylonitu. Ze supergenní mineralizace jsou nejhojněji zastoupené žluté *Sb-okry* a *limonit*, v menší míře melanterit a další nespecifikované sulfáty (Kratochvíl 1957). Řídkým minerálem je chapmanit, tvořící žluto- až jablečně zelené masivní krusty a zemité povlaky na úlomcích křemenné žiloviny (Sobotka 1965; Frost et al. 2010).

## Metodika výzkumu

Nábrusy studovaných vzorků byly pro výzkum v odraženém světle a následné chemické analýzy připraveny standardním leštěním pomocí diamantové suspenze. Optické vlastnosti v odraženém světle byly studovány pomocí mikroskopu Nikon Eclipse ME600 s digitální kamerou Nikon DXM1200F.

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK $\alpha$  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 vypřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2004).



Obr. 4 Řez ložiskem, průběh historických důlních prací a detaily geologické situace na ložisku Boněnov podle Schwarze (1881).

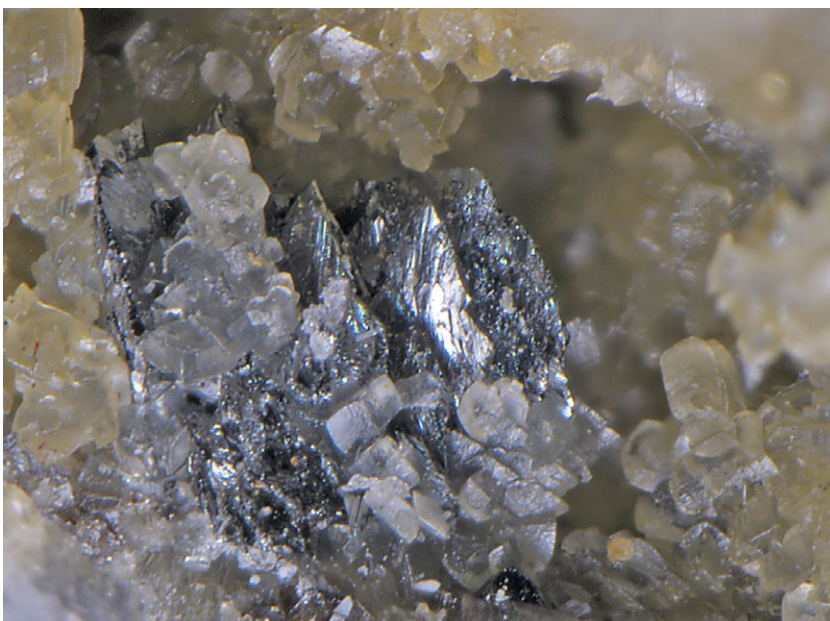




Chemické složení bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik J. Sejkora) za podmínek: vlnové disperzní analýza, napětí 25 kV, proud 20 nA, průměr svazku 2  $\mu\text{m}$ , použité standardy: Ag (AgLa), Au (AuMa),  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  (BiM $\beta$ ), CdTe (CdLa), Co (CoKa),  $\text{CuFeS}_2$  (CuKa, SKa),  $\text{FeS}_2$  (FeKa), HgTe (HgLa), InAs (InLa), Mn (MnKa), NaCl (ClKa), NiAs (AsL $\beta$ ), Ni (NiKa), PbS (PbMa), PbSe (SeL $\beta$ ), PbTe (TeLa),  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (SbLa), Sn (SnLa) a ZnS (ZnKa). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.03 - 0.08 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

#### Charakteristika zjištěné mineralizace

Vzorky žiloviny s fülöppitem byly nalezeny (RG) v červnu 2014 na východním okraji hlavní haldy dolu Michal, v místech, kde se vyskytovalo větší množství zrudněné žiloviny (obr. 5 a 6). Jednalo se o drúzovou až kokardovitou křemennou žilovinou, v menší míře o zrnitý až masivní křemen s antimonitem jako zcela převažujícím rudním minerálem. Křemen je bělavý až světle šedý, v dutinách s krátce sloupcovitými krystaly do 5mm velikosti. Zřídka se objevuje bělavý baryt, tvořící drobné štěpné agregáty prorůstající křemenem i rudní výplní žil. Antimonit tvoří zrnité a jehličkovité inkluze v křemeni, častěji však štěpné, hrubě krystalické výplně drúzových žil o mocnosti do 5 cm. V řídkých dutinách a na puklinách křemenných žil se vyskytují jeh-



**Obr. 5** Zbytky hald na ložisku Boněnov, místo nálezu studované mineralizace; foto R. Gramblička (2014).

**Obr. 6** Zbytky hald na ložisku Boněnov, místo nálezu studované mineralizace; foto R. Gramblička (2014).

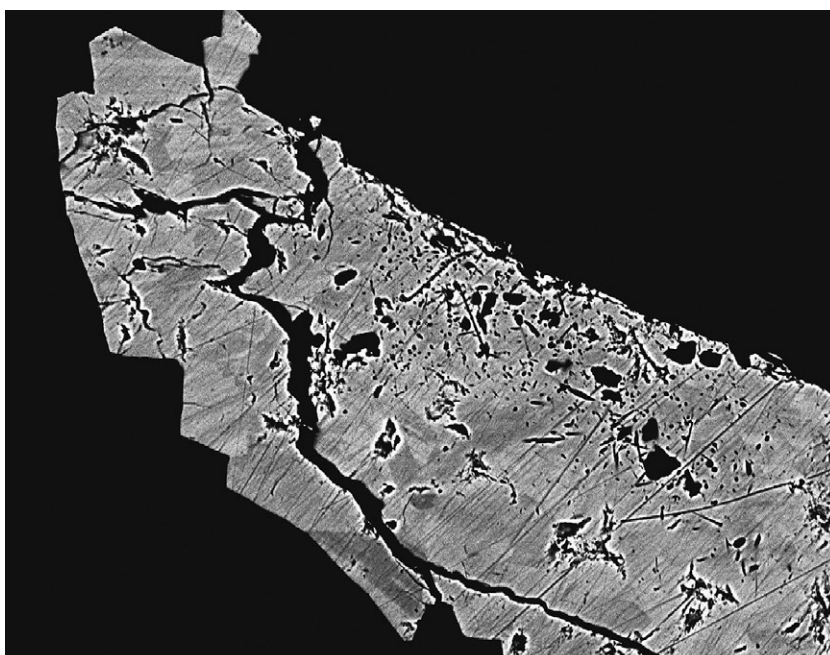
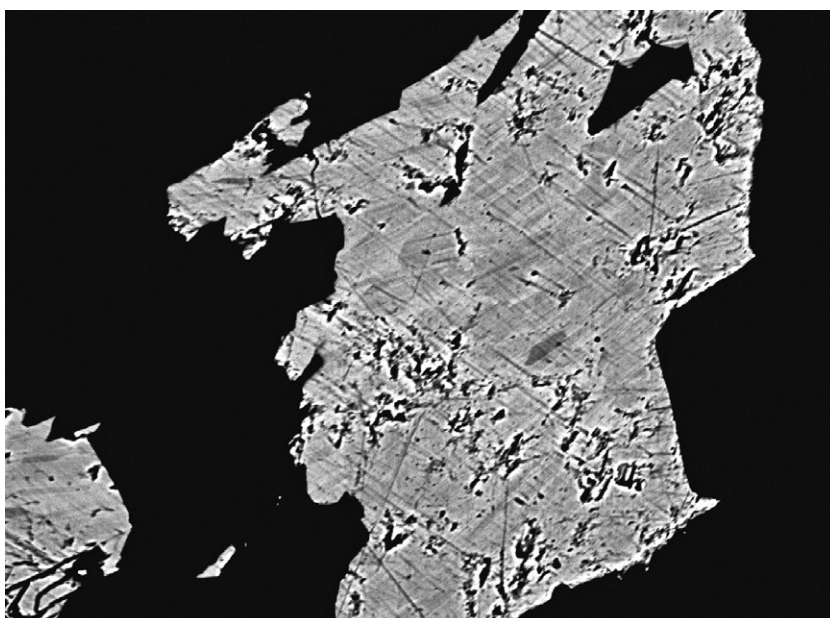
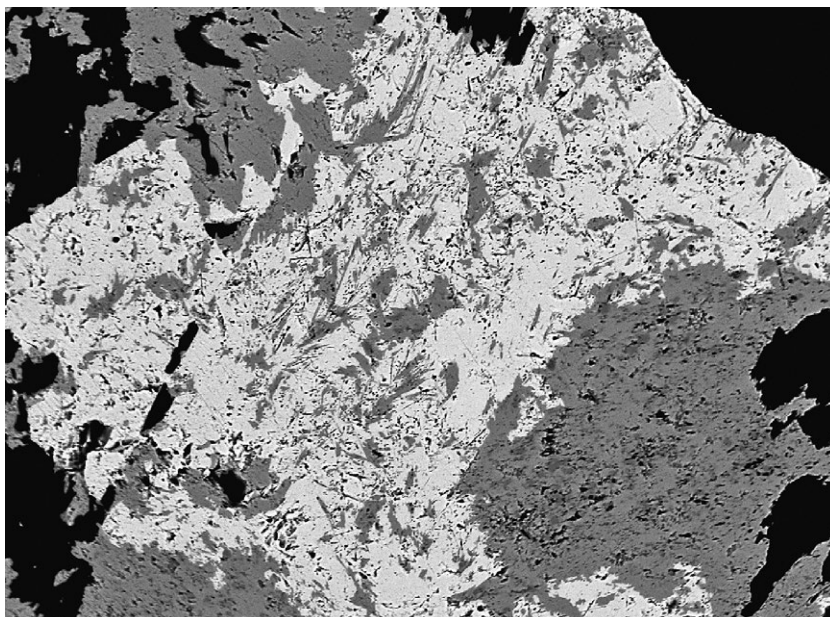
**Obr. 7** Skupiny krystalů fülöppitu v dutině žiloviny; šířka záběru 1.2 mm; foto J. Sejkora.



licovité až tence sloupcovité krystaly antimonitu o délce až 1 cm. Z dalších sulfidů se častěji vyskytuje už jen pyrit, tvořící drobné zrnité agregáty a kubické krystaly. V dutinách žiloviny i na jejím povrchu se běžně vyskytují šedožluté až okrově zbarvené zemité agregáty blíže neurčených *Sb-okrů*, tvořící i pseudomorfozy po krystalech antimonitu. Vzácně lze též nalézt světle žlutavě zelené zemité agregáty a povlaky chapmanitu.

Nález **fülöppitu** pochází z jediného úlomku žiloviny, ve kterém tvoří tento minerál bohaté makroskopické kovově lesklé agregáty ocelově šedé barvy a v drobných křemenných drúzových dutinách i skupiny krystalů o délce do 1 mm (obr. 7) v asociaci s antimonitem, sfaleritem, karbonátem a bílým chalcedonem. Skupiny krystalů a část agregátů fülöppitu v křemenné žilovině jsou v BSE obraze homogenní a někdy srůstají s antimonitem (obr. 8). Rentgenová prášková data fülöppitu (tab. 1) jsou v dobré shodě s publikovanými údaji pro tento minerální druh i teoretickým záznamem vypočteným z jeho krystalové struktury (Nuffield 1975). Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji. Při chemickém studiu skupin krystalů fülöppitu z dutiny žiloviny (tab. 3) byly zjištěny obsahy pouze Pb, Sb a S, které se blíží ideálnímu složení této minerální fáze (obr. 11). Jeho průměrné složení (14 bodových analýz) lze na bázi 26 *apfu* vyjádřit empirickým vzorcem  $Pb_{2.87}Sb_{8.01}S_{15.12}$ .

Část agregátů sulfosolů zarůstajících do křemenné žiloviny je ale podle BSE obrazu zřetelně nehomogenní (obr. 9 a 10); při studiu jejich chemického složení (tab. 4) byly zjištěny poměry Pb a Sb, které leží na



**Obr. 8** Agregáty fülöppitu (světlý) srůstající s antimonitem (tmavý); šířka záběru 600  $\mu$ m; BSE foto J. Sejkora.

**Obr. 9** Mikroskopické až submikroskopické srůsty fülöppitu (tmavší) a plagiionitu (světlejší); šířka záběru 220  $\mu$ m; BSE foto J. Sejkora.

**Obr. 10** Mikroskopické až submikroskopické srůsty fülöppitu (tmavší) a plagiionitu (světlejší); šířka záběru 240  $\mu$ m; BSE foto J. Sejkora.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data fülöppitu z Boněnova

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>
-1	1	1	7.976	5	7.996	0	0	6	2.813	100	2.813	0	6	1	1.9409	3	1.9415
-1	1	2	6.274	26	6.270	-2	2	5	2.758	29	2.754	-3	3	7	1.9152	6	1.9161
2	0	2	5.057	29	5.049	2	4	0	2.686	3	2.686	2	4	6	1.9104	2	1.9113
-1	1	3	4.872	6	4.864	-3	3	3	2.666	2	2.667	-2	6	1	1.8713	2	1.8695
-2	2	1	4.327	4	4.326	5	1	0	2.611	1	2.612	2	6	1	1.8587	2	1.8601
3	1	0	4.172	2	4.174	4	0	4	2.527	17	2.524	5	1	6	1.8424	2	1.8420
0	2	3	4.065	2	4.059	2	0	6	2.521	2	2.521	3	3	7	1.8173	1	1.8171
-2	2	2	3.989	12	4.000	-2	2	6	2.4349	6	2.4322	4	4	5	1.8014	1	1.8025
-1	1	4	3.897	36	3.889	-1	1	7	2.3574	2	2.3584	-6	4	2	1.7625	2	1.7617
1	3	0	3.759	4	3.753	-3	3	5	2.2778	2	2.2795	-2	6	4	1.7278	2	1.7292
1	3	1	3.643	5	3.645	3	1	6	2.2531	2	2.2538	-1	3	9	1.6923	3	1.6931
3	1	2	3.631	2	3.632	6	0	0	2.2324	2	2.2330	-3	5	7	1.6038	1	1.6039
-2	2	3	3.578	43	3.567	5	1	4	2.1463	2	2.1455	-6	2	8	1.5435	5	1.5440
-1	3	2	3.460	2	3.458	4	2	5	2.1287	6	2.1295	1	7	4	1.5420	1	1.5413
2	2	3	3.386	7	3.384	-4	2	6	2.0995	6	2.0981	0	2	11	1.4839	1	1.4843
4	0	0	3.348	21	3.350	6	2	1	2.0522	2	2.0520	7	5	1	1.4693	2	1.4691
-1	1	5	3.212	14	3.211	0	4	6	2.0298	1	2.0297	0	8	2	1.4444	1	1.4443
-2	2	4	3.140	25	3.135	-5	1	6	1.9938	5	1.9954	3	3	10	1.4307	1	1.4308
0	2	5	2.926	8	2.925	-2	4	6	1.9738	1	1.9753	-6	0	10	1.4034	2	1.4030

Tabulka 2 Parametry základní cely fülöppitu (pro monoklinickou prostorovou grupu C2/c)

	tato práce	Nuffield (1975)	Edenharter, Nowacki (1975)
<i>a</i> [Å]	13.444(4)	13.441(15)	13.435(5)
<i>b</i> [Å]	11.727(2)	11.726(15)	11.727(4)
<i>c</i> [Å]	16.934(3)	16.930(15)	16.934(5)
$\beta$ [°]	94.7(4)	94.71(8)	94.70(8)
<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]	2661(1)	2659.31	2659.0

Tabulka 3 Chemické složení skupin krystalů fülöppitu (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pb	28.87	28.38	28.37	28.27	28.29	28.22	29.08	29.16	29.08	29.15	29.14	29.07	29.02	29.43	29.57
Sb	47.40	48.11	47.99	48.22	47.27	47.42	48.04	47.06	47.34	46.99	46.98	47.27	46.96	46.94	47.02
S	23.55	24.09	23.85	23.64	23.81	23.39	23.61	23.74	23.43	23.60	23.40	23.23	23.25	23.54	23.18
total	99.83	100.58	100.21	100.13	99.37	99.03	100.73	99.96	99.85	99.74	99.52	99.57	99.23	99.91	99.77
Pb	2.868	2.775	2.792	2.794	2.801	2.821	2.871	2.887	2.896	2.897	2.911	2.911	2.911	2.927	2.964
Sb	8.013	8.005	8.038	8.110	7.965	8.068	8.070	7.928	8.024	7.947	7.986	8.056	8.017	7.945	8.021
S	15.119	15.220	15.169	15.096	15.234	15.111	15.060	15.186	15.080	15.156	15.103	15.033	15.072	15.128	15.015

Mean - průměr 14 bodových analýz; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 26 apfu.

Tabulka 4 Chemické složení submikroskopických srůstů plagionitu a fülöppitu z Boněnova (hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Pb	38.88	38.16	39.71	37.84	37.64	37.25	37.21	37.73	36.70	36.16	35.47	33.90	32.71	30.04
Sb	38.33	38.97	39.11	39.95	39.76	39.94	40.26	40.85	40.79	41.03	41.53	43.69	44.49	46.94
S	21.91	22.21	21.67	22.28	22.16	22.01	22.20	22.50	22.47	22.36	22.33	22.82	22.72	23.87
total	99.12	99.34	100.49	100.07	99.56	99.20	99.67	101.08	99.96	99.55	99.33	100.41	99.92	100.85
Pb*	15.83	15.39	16.12	15.15	15.15	15.05	14.93	14.93	14.60	14.44	14.16	13.26	12.82	11.37
Sb*	26.55	26.74	27.02	27.22	27.23	27.47	27.50	27.52	27.62	27.88	28.22	29.08	29.66	30.24
S*	57.63	57.87	56.85	57.63	57.62	57.48	57.57	57.55	57.78	57.69	57.62	57.67	57.52	58.39

1 - 14 - vybrané bodové analýzy; \* - přepočet na atomová procenta.

spojnici mezi teoretickým složením fülöppitu a plagionitu (obr. 11). Podle výsledků chemických analýz a BSE obrazů lze tyto agregáty interpretovat jako mikroskopické až submikroskopické srůsty fülöppitu a plagionitu. Část bodových analýz je blízka (obr. 11) ideálnímu složení obou krajních fází, nelze ale vyloučit ovlivnění výsledků analýz submikroskopickým charakterem srůstů. Přítomnost **plagionitu** byla potvrzena i pomocí rentgenové práškové difrakce; na základě vybraných difrakčních maxim nekoincidujících s příměsí fülöppitu, antimonitu a křemene (tab.

5) byly zpřesněny jeho parametry základní cely (tab. 6).

Studováno bylo i chemické složení antimonitu a sfaleritu zjištěného v asociaci s fülöppitem. Zatímco **antimonit** je prakticky stechiometrický bez obsahu jiných prvků než Sb a S, situace **sfaleritu** je výrazně odlišná (tab. 7). Obsahuje vedle obvyklého Fe (do 0.04 *apfu*) a Cd (do 0.01 *apfu*) i neobvyklé minoritní obsahy Pb, Cu a až 0.01 *apfu* Cl (0.05 - 0.44 hm. %). Jeho empirický vzorec (průměr 11 bodových analýz) lze na bázi 2 *apfu* vyjádřit jako  $(Zn_{0.95}Fe_{0.02}Cd_{0.01}Cu_{0.01}Sb_{0.01})_{\Sigma 1.00}(S_{0.99}Cl_{0.01})_{\Sigma 1.00}$ .

**Tabulka 5** Rentgenová prášková data plagionitu z Boněnova

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>
0	0	2	9.575	5	9.567	3	1	-4	3.614	32	3.617	2	0	-8	2.4949	10	2.4951
2	0	-2	6.276	27	6.261	2	2	3	3.304	7	3.305	4	2	3	2.3689	4	2.3672
1	1	2	5.897	12	5.886	3	1	-5	3.268	29	3.265	1	5	-4	2.1435	28	2.1435
0	2	3	4.343	7	4.344	4	0	0	3.214	71	3.216	2	2	7	2.1295	25	2.1321
3	1	-1	4.181	11	4.188	2	2	-5	3.214	71	3.213	1	3	7	2.1295	25	2.1293
2	2	1	4.069	4	4.079	3	3	-1	2.963	18	2.964	6	2	-5	2.0326	18	2.0315
3	1	-3	3.943	15	3.938	2	2	4	2.945	21	2.943	5	1	4	2.0004	18	2.0006
1	1	4	3.889	100	3.880	3	1	-6	2.927	37	2.928	3	5	2	1.9737	32	1.9719
1	3	0	3.773	38	3.781	3	3	0	2.908	40	2.908	6	0	-8	1.8980	9	1.8991
1	3	-1	3.773	38	3.772	2	2	5	2.627	27	2.628						

**Tabulka 6** Parametry základní cely plagionitu (pro monoklinickou prostorovou grupu C2/c)

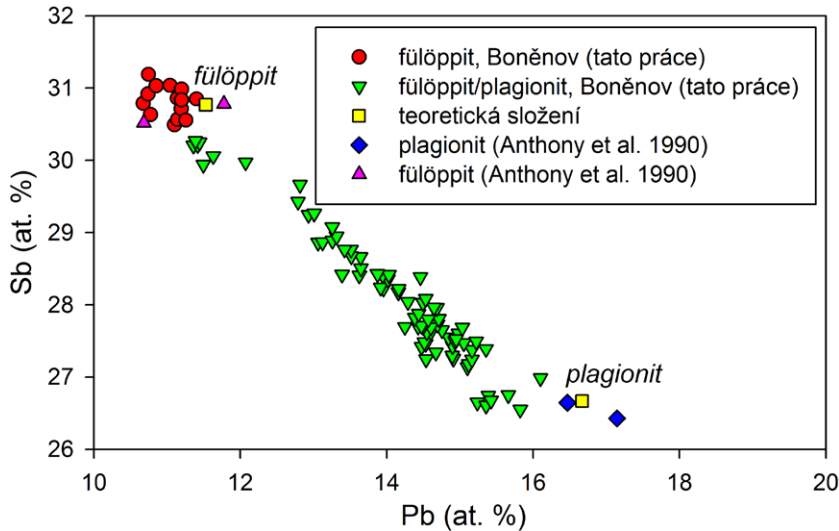
	tato práce	Cho, Wuensch (1974)
<i>a</i> [Å]	13.462(7)	13.4857(8)
<i>b</i> [Å]	11.868(6)	11.8656(4)
<i>c</i> [Å]	20.03(1)	19.9834(7)
$\beta$ [°]	107.16(3)	107.168(4)
<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]	3057(2)	3055.2

**Tabulka 7** Chemické složení sfaleritu z Boněnova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fe	1.43	2.14	1.21	1.69	1.26	1.49	1.26	1.01	1.74	1.19	1.07	1.68
Pb	0.11	0.04	0.06	0.08	0.14	0.08	0.12	0.18	0.09	0.13	0.14	0.10
Cd	0.75	0.68	0.70	0.73	0.80	0.70	0.75	0.68	0.85	0.79	0.76	0.80
Zn	64.86	65.16	65.23	64.44	65.50	65.81	65.12	63.13	65.60	63.89	64.86	64.77
Cu	0.34	0.26	0.20	0.40	0.41	0.24	0.47	0.71	0.22	0.22	0.20	0.36
Sb	0.79	0.54	0.73	0.73	1.08	0.51	1.06	1.43	0.46	0.69	0.74	0.72
S	33.26	33.63	33.79	33.67	33.44	33.89	33.67	32.42	33.77	32.63	32.08	32.84
Cl	0.18	0.05	0.09	0.10	0.11	0.13	0.13	0.13	0.20	0.24	0.41	0.44
total	101.72	102.50	102.01	101.84	102.74	102.85	102.58	99.69	102.93	99.78	100.26	101.71
Fe	0.0246	0.0365	0.0207	0.0290	0.0216	0.0253	0.0215	0.0178	0.0295	0.0209	0.0188	0.0290
Pb	0.0005	0.0002	0.0003	0.0004	0.0006	0.0004	0.0006	0.0009	0.0004	0.0006	0.0007	0.0005
Cd	0.0064	0.0058	0.0060	0.0062	0.0068	0.0059	0.0064	0.0060	0.0072	0.0069	0.0066	0.0069
Zn	0.9544	0.9493	0.9542	0.9442	0.9572	0.9549	0.9506	0.9522	0.9518	0.9583	0.9727	0.9542
Cu	0.0051	0.0039	0.0030	0.0060	0.0062	0.0036	0.0071	0.0110	0.0033	0.0034	0.0031	0.0055
Sb	0.0062	0.0042	0.0057	0.0057	0.0085	0.0040	0.0083	0.0116	0.0036	0.0056	0.0060	0.0057
$\Sigma$	0.9973	0.9998	0.9899	0.9915	1.0008	0.9940	0.9944	0.9995	0.9958	0.9956	1.0078	1.0017
S	0.9977	0.9988	1.0077	1.0058	0.9962	1.0025	1.0021	0.9969	0.9989	0.9978	0.9808	0.9864
Cl	0.0050	0.0013	0.0024	0.0027	0.0030	0.0035	0.0035	0.0036	0.0054	0.0066	0.0113	0.0120
$\Sigma$	1.0027	1.0002	1.0101	1.0085	0.9992	1.0060	1.0056	1.0005	1.0042	1.0044	0.9922	0.9983

Mean - průměr 11 bodových analýz; koeficienty empirických vzorců počítány na bázi 2 *apfu*.





**Obr. 11** Graf Pb vs Sb (at. %) pro fülöppit a mikroskopické až sub-mikroskopické srůsty fülöppitu a plagionitu z Boněnova.

## Závěr

Na malém antimonovém ložisku Boněnov u Chodové Plané byla nově zjištěna sulfidická mineralizace se vzácnými Pb-Sb sulfosolemi fülöppitem a plagionitem, respektive jejich srůsty. Studováno bylo i chemické složení doprovodných sulfidů, antimonitu a sfaleritu. Vedle příbramského březohorského ložiska a mineralizace z podloží karbonu na dole Slaný se jedná o třetí zachycený výskyt této vzácné mineralizace v ČR.

## Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat zaměstnankyním kutnohorské pobočky Geofondu ČGS za pomoc při zjišťování informací o studované lokalitě. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (00023272 - cíl DKRVO 2017/02).

## Literatura

- ANTHONY JW, BIDEAUX RA, BLADH KW, NICHOLS MC (1990) Handbook of Mineralogy. Volume I Elements, Sulfides, Sulfosalts. 588 s., Mineral Data Publishing Tucson
- BAMBAS J (1990) Březohorský rudní revír. Publ symp Horn Příbram ve vědě a techn Příbram
- EDENHARTER A, NOWACKI W (1975). Die Kristallstruktur von Fülöppit ( $Sb_8S_{15}[Pb^{VIII}Pb_2^{VII}]$ ). Zeit Krist 142(8): 196-215
- FROST RL, BAHFENNE S, ČEJKA J, SEJKORA J, PLÁŠIL J, PALMER SJ (2010) Raman and infrared study of phyllosilicates containing heavy metals (Sb, Bi): bismutoferrite and chapmanite. J Raman Spectrosc 41(7): 814-819
- CHO S A, WUENSCH BJ (1974) The crystal structure of plagionite,  $Pb_5Sb_8S_{17}$ , the second member in the homologous series  $Pb_{3+2n}Sb_8S_{15+2n}$ . Zeit Krist 139: 351-378
- JANGL L (1956) Soutis historických podkladů pro prospekční práce na lokalitě Boněnov, event. č. 0-6-5. MS, ÚVR Kutná Hora, Geofond ČGS, Praha, event. č. P7848
- KRATOCHVÍL J (1957) Topografická mineralogie Čech I (A-G) NČAV, Praha

- LAUGIER J, BOCHU B (2004) LMGP-Suite of Programs for the interpretation of X-ray experiments. ENSP/Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique, Grenoble, France
- LITOCHEB J, ŠREIN V, SKÁLA R, ČERNÝ P (1994) Paragenese andoritu se sulfoantimonidy olova z Pb-Zn-Ag ložiska Příbram - Březové Hory (šachta Lill). In: Sbor Mineralogie, geochemie a životní prostředí, Ostrava-Poruba (Praha), Čes geol Úst, 10-12
- NUFFIELD EW (1975) The crystal structure of fülöppite,  $Pb_3Sb_8S_{15}$ . Acta Cryst B31: 151-157
- POUCHOU JL, PICOIR 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, LITOCHEB J (2003) Die primäre Mineralisation der Příbramer Erzzone und ihre interessantesten Mineralien. Lapis 28(7-8): 32-59
- SCHWARZ J (1881) Das Punnauer Antimonbergwerk bei Michaelsberg in Böhmente. Österr Z Berg- u Hüttenwes 29: 46-47, 595, 608, 610
- SOBOTKA J (1965) Die Identität des Hoferits mit dem Chapmanit und der Chapmanit aus Boněnov. Acta Univ Carol, Geol 2: 129-140
- ŠKÁCHA P (2015) Novinky z mineralogie březohorského a příbramského uran-polymetalického revíru. Minerál 23(1): 24-35
- WATZNAUER A (1940) Die Antimon-Erzgrube Heinrichshain zu Punnau. MS, Geofond-ČGS, P 3104
- ŽÁČEK V, FRÝDA J (1995) Chemical composition of zinckennite from Boněnov, Western Bohemia. Věst Čes geol Úst 70(1): 47-48
- ŽÁČEK V, FRÝDA J, ONDRUŠ P, OPLUŠTIL S (1994) Polymetalická mineralizace v proterozoiku v podloží karbonské pánve na dole Slaný. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 2: 123-126
- ŽÁČEK V, OPLUŠTIL S (1992) Eine ungewöhnliche Sulfid-Vererzung neben Dawsonit aus dem Bergbau von Slaný in Mittelböhmen, CSFR. Mineralien Welt 1: 27-29