

## BORNIT Z HYDROTERMÁLNÍ MINERALIZACE HISTORICKÉHO LOŽISKA ZLATÝ DŮL U HLUBOČEK (KULM NÍZKÉHO JESENÍKU)

Bornite from hydrothermal mineralization of historical deposit of Zlatý důl near Hlubočky (Culm of the Nížký Jeseník Upland)

Michaela Kotlánová, Zdeněk Dolníček

Katedra geologie, PřF UP Olomouc, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc; e-mail: kotlmi@seznam.cz

(25-11 Hlubočky)

**Key words:** Culm, Nížký Jeseník, bornite, hydrothermal mineralization

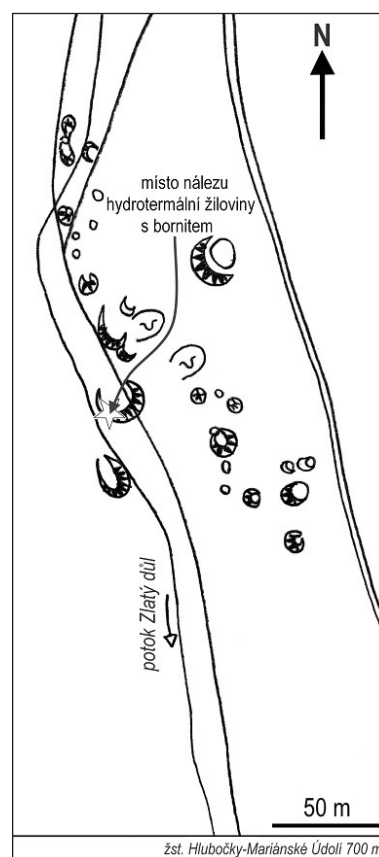
### Abstract

Secondary bornite occurs within quartz-carbonate ore vein in dump material at historical deposit of Zlatý důl near Hlubočky. This mineral was characterized using ore microscopy and electron microprobe analyses. The studied sample was formed by quartz, which occurs in the centre of the ore vein, carbonate of the dolomite-ankerite series, which formed bands on the edge of the ore vein and the unspecified beige coloured carbonate. The ore minerals were represented by primary chalcopyrite and secondary chalcocite, covellite and galena (the layer of galena grows on chalcocite on the edge of the altered chalcopyrite aggregate). The studied sample was partly weather-worn and especially carbonate of the dolomite-ankerite series was altered to iron oxyhydroxides. Bornite lamellae up to  $100 \times 40 \mu\text{m}$  were found along cracks of the chalcopyrite aggregate (where chalcopyrite is altered to chalcocite). Lamellar bornite occurs also in secondary chalcocite. Bornite contained only trace amount of Pb, other elements (Zn, Co, Ni, Mn, Cd, Hg, As, Ag, Bi, Sb, Se and Cl) were below the detection limits. Bornite is probably a secondary mineral, which was formed at the expense of chalcopyrite. Bornite from historical deposit of Zlatý důl represents the first occurrence of this mineral in the Bystřice Ore District and also in the whole Moravo-Silesian Culm.

### Úvod

Lokalita Zlatý důl leží cca 900 m sz. od železniční stanice Hlubočky-Mariánské Údolí, na levém břehu potoka Zlatý důl, který je pravostranným přítokem řeky Bystřice (obr. 1). Lokalita byla v historické době součástí bystřického rudního revíru, jenž se rozprostíral v okolí obcí Hrubá Voda, Domašov nad Bystřicí, Velká Bystřice, Lošov a Hlubočky. Nedaleko dvou rekreačních objektů (chatek) v údolí potoka Zlatý důl se nacházejí pozůstatky haldíček po historické těžbě polymetalických rud (obr. 1). Geologické prostředí lokality reprezentují flyšové sedimenty moravického souvrství spodnokarbonského stáří. Za jednou z chatek se nachází malý lůmek, v němž jsou odkryty světlejší zbarvené prachovce, které se střídají s polohami tmavých jílových břidlic; orientace vrstev je SSV–JJZ s úklonem  $50^\circ$  k JVJ. Hydrotermální mineralizace je v podobě pravých žil vázána na strmé dislokace směru SZ–JV (Novák – Štěpán 1984). Žilovina, která se nachází na haldách, má nejčastěji páskovanou či vtroušeninovou texturu, méně pak texturu drúzovitou či brekciovitou, je tvořena křemenem a karbonáty, které jsou přítomny v několika generacích. Jak uvádí Dolníček (2010), nejstarším karbonátem na žilách je siderit (popisovaný i Vančurovou 2006), který se na žilách vyskytuje pouze akcesoricky. Mladším a zároveň nejvíce rozšířeným karbonátem je karbonát z řady dolomit-ankerit, jenž se vyskytuje nejčastěji v podobě žilek o mocnosti až 10 cm. Nejmladším karbonátem žiloviny je kalcit, který často vyplňuje dutiny ve starším dolomitu či Fe-dolomitu. Rudní minerály jsou zastoupeny chalkopyritem, který tvoří vtroušeniny nebo hnízda o velikosti až 3 cm, dále pak galenitem, dosahujícím obdobných rozměrů. Méně se na žilách nachází pyrit v podobě drobných zrněk či agregátů, jež mají max. velikost 1 cm. Nejméně zastoupen je sfalerit žlutohnědé barvy, jehož agregáty výjimečně dosa-

hují velikosti 2 cm. Jak uvádí Zimák a Večeřa (1991), akcesoricky se v žilovině nachází i anatas a drobné šupinky muskovitu a chloritu. Dolníček (2010) uvádí i xenotim, Dolníček a Filip (2008) popisují dickit a Novotný a Pauliš (2006) hypogenní chalkozin. Z genetického pohledu je hydrotermální mineralizace ve Zlatém dole prokazatelně vícefázová a má epitermální až mezotermální charakter (Kotlánová 2013). Nejběžnějšími sekundárními minerály



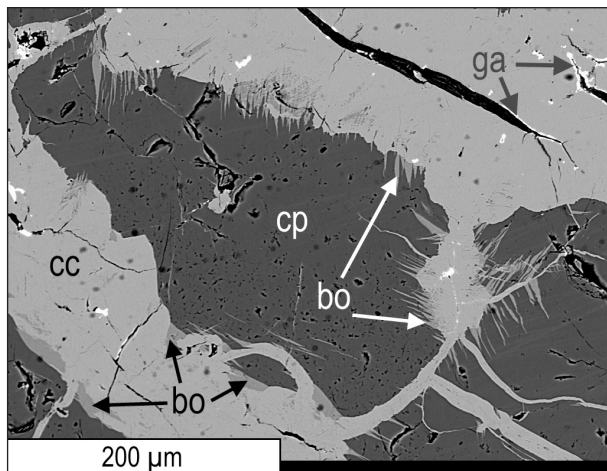
Obr. 1: Plánek stop po těžbě polymetalických rud na historickém ložisku Zlatý důl s vyznačením místa nálezu hydrotermální žiloviny s bornitem (kreslil J. Klomínský in Losert 1962, upraveno). Fig. 1: Plan of the tracks after mining of the polymetallic ore at the historical deposit Zlatý důl with the location, where the sample of bornite-bearing vein was found (sketched by J. Klomínský in Losert 1962, modified).

jsou malachit a „limonit“, dále jsou popsány chalkozín, covellín, ryzí stříbro, brochantit, linarit, chalkantit, pyromorfit, chryzokol, anglesit, cerusit, aragonit, oxihydroxidy manganu a mědi (Zimák – Večeřa 1991; Papoušková 2003; Novotný et al. 2005; Novotný – Pauliš 2006, 2009; Novotný et al. 2008).

**Metodika a materiál**

Na podzim roku 2012 byl na jedné z haldíček nacházející se přibližně 20 m jz. od chatky (GPS souřadnice: 49° 37' 4.336" N, 17° 23' 4.132" E) v údolí potoka Zlatý důl (obr. 1) nalezen vzorek křemen-karbonátové žiloviny s makroskopicky patrným chalkopyritem, jenž je při okrajích a po trhlinách zatlačován chalkozínem. Vzorek měl páskovanou texturu. Centrální část žíly je tvořena šedě zbarveným křemenem, který je drobnozrnitý až středně zrnitý s makroskopicky patrnou růstovou zónalností. Okrajové partie žíly tvoří karbonát červenohnědé barvy, tento karbonát je jemnozrnitý až středně zrnitý a ve zředěné 5 % HCl se za studena velmi pomalu rozkládá – jde pravděpodobně o některý z karbonátů dolomit-ankeritové skupiny. Na křemenné partie žíly je vázán blíže neurčený karbonát béžové barvy, který se vyskytuje v podobě nepravidelných agregátů o velikosti do 4 mm a žilek o mocnosti do 0,5 mm. Chalkopyrit se nachází v podobě vtoušenin v křemeni, tvoří agregáty o velikosti do 3 mm, při okrajích a podél trhlin je zatlačován chalkozínem, který má makroskopicky šedočernou barvu a výrazný kovový lesk. Povrch vzorku je zčásti pokryt tenkou vrstvičkou rezavě zbarveného „limonitu“.

Chemické složení bornitu bylo analyzováno na elektronové mikrosondě Cameca SX-100 na Ústavu geologických věd PřF MU v Brně (operátor Mgr. P. Gadas, Ph.D.). Analýzy byly provedeny ve vlnově disperzním módu za následujících podmínek: urychlovací napětí 25 kV a proud svazku 20 nA. Jako standardy byly použity: elementární měď (Cu), elementární stříbro (Ag), elementární mangan (Mn), almandin (Fe), elementární anti-



Obr. 2: Detail lamel bornitu (bo) v chalkopyritu (cp) a chalkozínu (cc) s inkluzemi a žilkami galenitu (ga). BSE snímek, foto P. Gadas. Fig. 2: Detail of bornite lamellae (bo) in chalcopyrite (cp) and chalcocite (cc) with galena inclusions and veinlets (ga). BSE image, photo by P. Gadas.

mon (Sb), elementární nikl (Ni), gahnit (Zn), hematit (Fe), lammerit (As), chalkopyrit (Cu, S), ZnS (Zn), elementární bismut (Bi), elementární kobalt (Co), NaCl (Cl), PbSe (Se), sulfl\_HgTe (Hg), sulfl\_CdTe (Cd), PbS (Pb).

**Nález bornitu**

Bornit byl zjištěn až při studiu leštěného výbrusu z výše popsaného vzorku. Při pozorování v odraženém světle byly v několika agregátech chalkopyritu, který je při okrajích a podél trhlin zatlačován chalkozínem a mladším galenitem, pozorovány dlouze protažené čočkovité lamely bornitu (obr. 2). Bornit je v odraženém světle izotropní. Relikty lamel bornitu byly pozorovány taktéž v chalkozínu prostupujícím chalkopyritem (obr. 2). Bornit se vždy vyskytuje při hranici chalkopyritu a chalkozínu (obr. 2) a jeho individua dosahují velikosti až 100 × 40 μm. Pomocí bodové WDX analýzy bylo kromě hlavních složek (Cu, Fe, S) zjištěno pouze stopové množství Pb, ostatní analyzované prvky (Zn, Co, Ni, Mn, Cd, Hg, As, Ag, Bi, Sb, Se, Cl) byly pod mezí stanovitelnosti (tab. 1).

Tab. 1: Bodové WDX analýzy bornitu ze Zlatého dolu (hm. %); empirické vzorce přepočteny na základ 4 atomů síry. Obsahy Zn, Co, Ni, Mn, Cd, Hg, As, Ag, Bi, Sb, Se a Cl byly u obou analýz pod mezí detekce.

Tab. 1: Spot WDX analyses of bornite from Zlatý důl (wt. %); empirical formulae are recalculated on the basis of 4 atoms of sulfur. Contents of Zn, Co, Ni, Mn, Cd, Hg, As, Ag, Bi, Sb, Se, and Cl were under the detection limits.

Analyza č.	24/1	25/1
Fe	11,24	12,07
Cu	63,35	62,49
Pb	b. d.	0,08
S	26,43	26,54
<b>Celkem</b>	<b>101,02</b>	<b>101,18</b>
Fe	0,976	1,044
Cu	4,834	4,749
Pb	b. d.	0,002
<b>Catsum</b>	<b>5,810</b>	<b>5,795</b>
S	4	4

**Diskuze a závěr**

Bornit vykazoval pouze stopový obsah Pb (0,002 apfu), které by mohlo být vázáno izomorfně v krystalové struktuře minerálu (Zimák 2005). Tento minerál je sekundárního původu, vzniká na úkor chalkopyritu. Bornit nebyl na této lokalitě dosud nalezen, proto nejsou dostupné žádné podklady pro srovnání chemismu. Z bystrického rudního revíru se o tomto minerálu dosud nezmiňuje žádný z autorů (Dolníček 2010; Dolníček – Filip 2008; Dolníček et al. 2003; Losert 1962; Novotný – Pauliš 2006, 2009; Novotný et al. 2005, 2008; Papoušková 2003; Vančurová 2006; Zimák 1994, 1996, 1997, 1998; Zimák – Večeřa 1991; Zimák – Novotný 2002; Zimák et al. 2002, 2005), stejně tak je tomu i v rámci celého moravskoslezského kulmu. Bornit je sice uváděn z ložiska Willibald nedaleko obce Staré Oldřůvky, kde se údajně vyskytuje v silně tektonicky deformované křemenné žilovině (Staněk 2006), není odtud ovšem ověřen žádnou exaktnější metodou. Z širšího okolí

je bornit na hydrotermálních žilách popsán např. z lokality Květnice u Tišnova (Kučera 1923) či z uranového ložiska Zálesí (Sejkora 1994).

#### Poděkování

Děkujeme Mgr. P. Gadasovi, Ph.D. (PřF MU Brno) za provedení WDX analýz bornitu. Laboratorní část práce byla finančně podpořena projekty IGA UP PrF/2013/010 a PřF-2014019. Prof. B. Fojtovi (MU Brno) a dr. K. Malému (Muzeum Vysočiny Jihlava) děkujeme za vstřícné recenzní posouzení rukopisu.

#### Literatura

- Dolníček, Z. (2010): Xenotim-(Y) z rudní žíly na lokalitě Zlatý důl u Hluboček (kulm Nízkého Jeseníku). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2009, 17, 133–135. Brno.
- Dolníček, Z. – Filip, J. (2008): Dickit z hydrotermální žíly na lokalitě Zlatý důl u Hluboček (kulm Nízkého Jeseníku). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2007, 15, 62–64. Brno.
- Dolníček, Z. – Zimák, J. – Slobodník, M. – Malý, K. (2003): Mineralogy and formation conditions of the four types of hydrothermal mineralization from the quarry in Hrubá Voda (Moravo-Silesian Culm). – Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, Geologica, 38, 7–22. Olomouc.
- Kotlánová, M. (2013): Mineralogická charakteristika polymetalického zrudnění z lokality Zlatý důl u Hluboček. – MS, bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 77 str. Olomouc.
- Kučera, B. (1923): Seznam nerostů Moravských a jich nalezišť. – Sborník Klubu přírodovědeckého v Brně za rok 1922, 5, 189. Brno.
- Losert, J. (1962): Olověno-zinková ložiska a výskyty v Oderských vrších. – Komunikáty Slezského ústavu ČSAV v Opavě, 20, 51 str. Opava.
- Novotný, P. – Sejkora, J. – Pauliš, P. (2005): Nové nálezy supergenních minerálů v horninách moravskoslezského spodního karbonu (kulmu) v okolí Olomouce. – Bulletin Mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze, 13, 172–176. Praha.
- Novotný, P. – Král, J. – Zbirovský, J. (2008): Ověřovací práce v historických důlních dílech v okolí Velké Bystřice. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, Přírodní vědy, 293–295, 58–73. Olomouc.
- Novotný, P. – Pauliš, P. (2006): Stříbro z Mariánského Údolí a kalcio-petersit z Domašova nad Bystřicí. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, Přírodní vědy, 285–287, 2–32. Olomouc.
- Novák, J. – Štěpán, V. (1984): Báňsko-historický výzkum Hrubého Jeseníku a západní části Nízkého Jeseníku ložisek drahých a barevných kovů, 4. ložisková oblast Ag-Pb-Cu rud v povodí řeky Bystřice-Lošov, Velká Bystřice, Hlubočky, Hrubá Voda. – MS, Ústřední Ústav geologický, 44 s. Praha.
- Novotný, P. – Pauliš, P. (2009): Pyromorfit z Hluboček-Mariánského Údolí. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, přírodní vědy, 297, 34–38. Olomouc.
- Papoušková, P. (2003): Mineralogie drobných rudních výskytů v Údolí Bystřice. – MS, diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 86 str. Olomouc.
- Sejkora, J. (1994): Uranové ložisko Zálesí v Rychlebských horách. Bulletin Mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze, 2, 105–110. Praha.
- Staněk, S. (2006): Zrudnění v lomu Milíře na Kružberské přehradě (Moravskoslezský kulm). – Dostupné na: <http://slon.diamo.cz/hpvt/2006/tradice/T10.htm>, 14.12.2013.
- Vančurová, M. (2006): Mineralogie drobných rudních výskytů v kulmu Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů. – MS, bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 80 str. Olomouc.
- Zimák, J. (1994): Nové výskyty polymetalické mineralizace v údolí Bystřice (kulm Nízkého Jeseníku). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1993, 1, 69–70. Brno.
- Zimák, J. (1996): Sulfidická mineralizace na lokalitě „Schusterloch“ u Hluboček. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1995, 3, 175–176. Brno.
- Zimák, J. (1997): Hydrotermální zrudnění z lomu u Hrubé Vody (kulm Nízkého Jeseníku). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1996, 68–69. Brno.
- Zimák, J. (1998): Neznámá štola u Hrubé Vody a hydrotermální mineralizace v haldovém materiálu (kulm Nízkého Jeseníku). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1997, 5, 70–71. Brno.
- Zimák, J. (2005): Všeobecná mineralogie, Vyd. Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, část 1, 12. Olomouc.
- Zimák, J. – Novotný, P. (2002): Minerály vzácných zemin na hydrotermálních žilách v kulmu Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů. – Časopis Slezského zemského muzea, Vědy přírodní, 51, 2, 179–182. Opava.
- Zimák, J. – Losos, Z. – Novotný, P. – Dobeš, P. – Hladíková, J. (2002): Study of vein carbonates and notes to the genesis of the hydrothermal mineralization in the Moravo-Silesian Culm. – Journal of the Czech Geological Society, 47, 3–4, 111–122. Praha.
- Zimák, J. – Novotný, P. – Dobeš, P. (2005): Hydrothermal mineralization at Domašov nad Bystřicí in the Nizký Jeseník Uplands. – Bulletin of Geosciences, 80, 3, 213–221. Praha.
- Zimák, J. – Večeřa, J. (1991): Mineralogická charakteristika Cu-Pb zrudnění na lokalitě „Zlatý důl“ u Hluboček – Mariánského Údolí u Olomouce. – Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, 3, Geographica-Geologica 30, 63–74. Olomouc.