Pb-Zn MINERALIZACE U HORNÍCH LOUČEK NA TIŠNOVSKU

Pb-Zn MINERALIZATION NEAR HORNÍ LOUČKY IN VICINITY OF TIŠNOV

VLADIMÍR HRAZDIL, KAREL MALÝ, PETR DOBEŠ & STANISLAV HOUZAR

Abstract

Hrazdil, V., Malý, K., Dobeš, P., Houzar, S., 2003: Pb-Zn mineralizace u Horních Louček na Tišnovsku. Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 88, 139–148 (with English summary).

Pb-Zn mineralization near Horní Loučky in vicinity of Tišnov

Pb–Zn mineralization Horní Loučky near Tišnov is described. Simple mineral assemblage with sphalerite and galena is disseminated in quartzite, which replaced of marbles of the Olešnice Unit, Moravicum.

Key words: Pb-Zn ore mineralization, Olešnice Unit, Moravicum, Czech Republic

Vladimír Hrazdil, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Muzeum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, e-mail: vhrazdil@mzm.cz

Karel Malý, Muzeum Vysočiny, Masarykovo nám. 55, 58 601 Jihlava, Czech Republic, e-mail: malykarel@ post.cz

Petr Dobeš, Czech Geological Survey, Geologická 6, 125 00 Praha, Czech Republic, e-mail: dobes@cgu.cz

Stanislav Houzar, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Muzeum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, e-mail: shouzar@mzm.cz

Úvod

Horniny olešnické skupiny svratecké klenby moravika s projevy polymetalické mineralizace u Horních Louček (asi 7 km ZSZ od Tišnova) se nacházejí severně od obce na návrší Roudník směrem k obci Kaly. Přesné topografické zaměření bylo provedeno přístrojem Magellan GPS 320 v souřadnicové síti WGS – 84 a hodnoty souřadnic jsou 49° 22' 08" N a 16° 20' 49" E, nadmořská výška 398 m n. m. (obr. 1).

První písemné zprávy o existenci Horních Louček pocházejí již z roku 1353 (OHA-REK 1923), o dolování však dosud žádnou zprávu nemáme, nepočítáme-li nejasnou zmínka z roku 1537 o dolování na tzv. Friedenbergu u Tišnova (KABÁTOVÁ 1975). Tento název, uváděný v mapách pod počeštěným názvem "Mírová", označuje dvě návrší, ležící na J a JZ od Horních Louček; jakékoliv doklady o zrudnění tam však postrádáme. Naopak za nepřímou indicii, která nasvědčuje známosti námi popisovaného rudního výskytu, může sloužit místní název kopce Roudník; navíc na tomto místě údajně geologický průzkum zjistil zavalené důlní dílo (HOUZAR et al. 2001).

V padesátých letech minulého století v rámci mapování svorového pásma a "vnějších fylitů" (= olešnická skupina) sz. od Tišnova detailně popsal VOSYKA (1951) prostor mezi Kaly a Horními Loučkami. V mapce uvádí sice v okolí Roudníku (i jinde) nálezy "dislokační brekcie" a "křemité rudní žíly", jako analogon "květnické série" (květnický vývoj



Obr. 1. Návrší "Roudník" u Horních Louček – pohled od západu. Fig. 1. "Roudník" Hill near Horní Loučky – the view from W.

devonu), avšak o Pb–Zn zrudnění se nezmiňuje. Galenit a sfalerit sv. od Horních Louček v limonitizovaných kavernózních křemenných horninách na styku kvarcitů (místy s grafitem) a mramorů olešnické skupiny uvádí poprvé FAJST (1968). Výskyt mu připomíná metasomatické rudy běžné i jinde v olešnické skupině, např. u Borovce. Přestože v oblasti moravika probíhaly intenzivní metalogenetické i ložiskové výzkumy GP Ostrava a tehdejší UJEP v Brně, ani SKÁCEL (1957), ani ČEŠKOVÁ a OREL (1971), MÁTL (1974) a ČEŠKOVÁ (1978) se o lokalitě u Horních Louček nezmiňují. Nejnověji byla oblast, vyznačující se litogeochemickou anomálií Pb–Zn–Ag, Cu, As, zpracována za pomoci vrtů a menších pokusných sond v rámci úkolu vyhledávání rudních ložisek v moraviku a zrudnění na Roudníku zmíněno v nepublikované závěrečné zprávě ABRAHAMA et. al. (1990).

Metodika

Studované vzorky byly získány v terénu povrchovým sběrem v letech 2001–2002. Mikrosondové EDX analýzy provedl na Katedře mineralogie, petrologie a geochemie PřF MU Brno V. Vávra na elektronovém mikroskopu CAMSCAN s připojeným EDX analyzátorem AN 10000. Nábrusy byly napařeny uhlíkem, použité urychlovací napětí 20kV, doba načítání spektra 100 s, spektra byla vyhodnocena pomocí programu ZAF (uváděné výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení na tomtéž zrnu). Analýzu ICP zhotovil K. Novotný na Katedře analytické chemie PřF MU Brno. Izotopové analýzy síry byly provedeny v ČGS Praha na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 251, SO₂ byl připraven žíháním vzorku ve vakuu při 800°C s oxidem měďným (výsledky jsou vyjádřeny v jednotkách δ^{34} S‰ a vztaženy ke standardu CDT). Chemické analýzy rudniny byly provedeny v laboratoři Gematest Černošice (A. Manda) metodou AAS, Au – extrakcí roztokem boru v HBr. Pro termometrický výzkum fluidních inkluzí byla použita



Obr. 2. Geologická mapa okolí Horních Louček (upraveno podle VOSYKY 1951). Fig. 2. Geological map of surroundings Horní Loučky (modified after VOSYKA 1951).

termometrická komora Chaixmeca v ČGS Praha. Komora byla kalibrována pomocí chemických standardů Merck, podle teploty tání ledu destilované vody a podle fázových přechodů v inkluzích s čistým CO₂. Inkluze byly zkoumány v oboustranně leštěných preparátech. Výpočet charakteristik fluid z naměřených dat byl proveden pomocí programu FLINCOR – fluid inclusion application.

Geologická situace

Z geologického hlediska je okolí Horních Louček neobyčejně komplikovanou oblastí na styku moldanubika, svrateckého krystalinika, moravika (olešnické a bítešské skupiny a skupiny Bílého potoka) a devonu v tišnovském vývoji (poslední jednotka na katastr Horních Louček nezasahuje), přičemž hranice jednotek jsou navíc zakryty terciérními a kvartérními sedimenty (obr. 2). Studovaná lokalita leží v jižním ukončení průběhu olešnické skupiny, táhnoucí se od S k J směrem od Nedvědice; jižně od H. Louček je uťata bítešskou dislokací. Struktury směru S–J odpovídají zlomům moravsko-slezského pásma na styku svrateckého krystalinika a svratecké klenby. Struktury směru SV–JZ představují sv. větev bítešské dislokace a struktury směru SZ–JV náleží tišnovskému zlomovému pásmu.

Západní část území je řazena k svrateckému krystaliniku a tvořena především dvojslídnými a muskovitickými svory s granátem, ortorulami a amfibolity.





Olešnická skupina je zastoupena souvrstvím drobnozrnných biotitických rul a kalcitických mramorů, lokálně s tremolitem, často silně prokřemenělých, brekciovitých a místy slabě zrudněných. Jejich přímé nadloží tvoří pestrý horizont svorů a svorových rul s vložkami amfibolitů, kvarcitů a mramorů. V podloží při kontaktu s bítešskou rulou jsou vyvinuty kalcitické svory fylitového vzhledu s grafitem, příp. granátické svory.

Bítešská skupina je ve východní části lokality tvořena komplexem bítešských ortorul s vložkami amfibolitů a svorů. Skupina Bílého potoka, ležící v jejím podloží je tvořena rozličnými varietami fylitů s polohami kalcitických mramorů, metabazitů a kvarcitů. (Mísař 1963, ABRAHAM et. al. 1990).

Tektonické poměry širší oblasti styku moldanubika a moravika byly předmětem několika studií. Starší představy o příkrovové stavbě a násunech západnějších jednotek (moldanubika, svrateckého krystalinika) na východněji ležící jednotky moravika (brunovistulika) a inverzní metamorfóze ubývající směrem od moldanubika směrem do podloží byly akceptovány, avšak o směru těchto násunů a jejich časovém zařazení se vede dosud diskuse (srovnej např. SCHULMANN et al. 1991, JAROŠ 1992, PATOČKA 1999). Moderní studie o PTX podmínkách metamorfózy dosud publikována nebyla. Přehledná syntéza vědeckých poznatků o stratigrafii, metamorfóze, strukturní a tektonické problematice zájmové oblasti je uveřejněna v díle DALLMEYERA et al. (1995).

Charakteristika zrudnění

Zrudnění je vázáno převážně na šedé kvarcity, vzniklé pravděpodobně metamorfní silicifikací mramorů, v jejichž pruhu se nacházejí (obr. 3). Kvarcity jsou intenzívně tektonicky deformované, místy s náznaky páskované textury, s patrnými plastickými i křehkými deformacemi. Obsahují rovněž centimetrové uzavřeniny alterovaných metapelitů.

Tabulka 1. Obsahy vybraných kovů v rudnině. Table 1. Content of selected metals in ore material.

vzorek/sample	Au	Ag	Cu	Sb	Pb	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	hm % wt %	hm % wt %
HL-G-1	0,019	25	312	189	5,34	9,10
HL-Q-1	0,036	43	165	284	1,62	3,28

Vzorek HL-G-1 reprezentuje typický kvarcit s Fe-karbonáty, vzorek HL-Q-1 je kvarcit chudý karbonáty s křemennými žilkami – Sample HL-G-1 represents typical iron carbonate-bearing quartzite, sample HL-Q-1 is characterised by carbonate poor quartzite with quartz veins.

Zrudnění má vtroušeninový charakter, jednotlivá zrna sulfidů (sfalerit, galenit, pyrit) milimetrové velikosti jsou společně zarostlá v křemeni, místy srůstajícím s hnědým Fe-dolomitem nebo ankeritem. Křemen zarostlý ve sfaleritu nebo galenitu je zpravidla automorfní, pravděpodobně starší než tyto minerály. Vedle toho má galenit ve světlých a rezavě hnědých kvarcitech samostatnou pozici bez doprovodu jiných sulfidů. Méně běžné jsou drobně žilkovité textury zrudnění, kdy chaotické karbonátové žilky nebo drúzovité žilky křemene-křišťálu milimetrových mocností někdy obsahují vtroušené sulfidy, především galenit.

Největší nalezený rudní vzorek je agregát limonitizovaného sfaleritu o velikosti cca 3×3×4 cm a největší zrnité agregáty galenitu mají velikost okolo 1 cm. Chemické složení zrudnění ilustruje tab. 1, která shrnuje výsledky analýzy rudniny: převažuje Zn nad Pb, obsahy Ag, Cu a Sb jsou minimální, Au zcela zanedbatelné.

Hlušinou v širším slova smyslu jsou hydrotermálně alterované horniny (silicifikované mramory – resp. kvarcity, s relikty svorů s turmalínem, vzácně i grafitickými fylity). Hlavním z projevů alterace je prokřemenění mramorů (křemen mimo to tvoří zmíněné drobné nepravidelné žilky) a též muskovitizace biotitu metapelitů, která patrně produkovala rovněž Fe potřebné pro vznik Fe-karbonátů.

Mineralogie

Z primárních rudních minerálů byl makroskopicky zjištěn sfalerit, galenit a pyrit, mikroskopicky dále arzenopyrit a markazit. Z nerudních minerálů dominuje výrazně křemen nad karbonáty. Sulfidy jsou vázány na mladší středně zrnitý křemen, tvořící místy výrazně páskovanou texturu, přecházející vzácně až do textury drúzovité (tam přistupuje i hojný ankeritický hnědý karbonát); jemnozrnný křemen s muskovitem a akcesorickým turmalínem je naopak součástí uzavíraných reliktů alterovaných rul a svorů a zrudnění neobsahuje.

Sfalerit je převládajícím sulfidem zrudnění, kde tvoří medově hnědá zrna velikosti obvykle okolo 1 mm, místy srůstající s galenitem, a drobnozrnné agregáty. Sfalerit obsahuje obvykle do 3,1 hmot. % Fe a do 0,4 hmot. % Cd (tab. 2). Podle ICP analýzy obsahuje dále sfalerit (vzorek Lou-13) 184 ppm Mn, 136 ppm Cu a 66 ppm Ag. Ve výbrusech je žlutý, při okrajích zatlačovaný kolomorfními agregáty smithsonitu ?

Galenit je vzácnější než sfalerit, i jeho agregáty jsou menší (převážně do 1 mm, výjimečně do 0,5 cm) a vyskytuje se i bez doprovodu dalších sulfidů v křemeni, vzácně s kalcitem. Podle mikrosondové EDX analýzy jde o čistý galenit, v němž příměs dalších prvků nedosahuje běžného detekčního limitu. Ve výbrusech je v procházejícím světle opakní, při okrajích přeměněný v cerusit.

Pyrit je reletivně vzácný. Jeho automorfní až xenomorfní zrna < 1 mm zarůstají do křemene, sfaleritu i galenitu.

Vzorek/sample	Lou-7-1	Lou-7-2	Lou-2	Lou-7-1	
	sfalerit	sfalerit	sfalerit	arzenopyrit	
hm% wt.%					
Fe	2,92	3,02	3,12	33,27	
Zn	63,82	63,80	63,97	_	
As	-	_	-	46,66	
Cd	0,43	b.d.	0,28	-	
S	32,06	33,65	33,79	19,42	
Celkem/total	99,23	100,47	101,16	99,35	
poèet atomù	2	2	2	3	
Fe	0,051	0,052	0,054	0,977	
Zn	0,962	0,940	0,936	-	
As	-	-	-	1,022	
Cd	0,003	-	0,003	-	
S	0,984	1,008	1,007	1,001	

Tabulka 2.	Reprezentativní EDX analýzy rudních minerálů.
Table 2.	Representative EDX analyses of ore minerals.

sfalerit = sphalerite, arzenopyrit = arsenopyrite, počet atomů = number of atoms,

b.d. = pod mezí detekce - bellow detection limits, rozpočteno na 2 (3) atomy - calculated to 2 (3) atoms

Mikroskopický **arzenopyrit** byl zjištěn vzácně. Je prakticky výhradně automorfní, jeho krystaly mají velikost do 10 µm; vzácně je obrůstán galenitem. V těsné asociaci s arzenopyritem byl výjimečně zjištěn i blíže nespecifikovaný nerost se složením (hm. %): Ni 17,63; Fe 12.56; Co 3,19; As 50,42; S 17.05. Rovněž pouze mikroskopicky byl zjištěn xenomorfní **markazit**; byl od pyritu odlišen anizotropií v nábrusech.

Karbonáty v podobě drobných vtroušenin a žilek jsou zastoupeny hnědým **Fe-dolomitem** a **Mg-ankeritem** (podle klasifikace TRDLIČKY a HOFFMANA 1975) a dále kalcitem. Fe-karbonáty jsou drobnozrnné ve srůstech s křemenem, vzácněji se vyskytují i jako zonální klencové krystaly s křišťálem v drobných dutinkách. Kalcit ve výplni drobných trhlin se vyznačuje, na rozdíl od horninového kalcitu v mramoru, intenzívní červenou luminiscencí v UV záření.

Zrudnění podlehlo intenzivnímu zvětrávání za vzniku hojného **"limonitu"**, který zbarvuje úlomky kvarcitů. Limonit je produktem zvětrávání železem bohatých karbonátů. Z dalších sekundárních minerálů je běžný **cerusit**, jehož identifikace byla potvrzena i EDX mikrosondovou analýzou. Makroskopicky ho lze zjistit jako šedobílé povlaky na galenitu nebo tvoří nepatrné krystaly v drobných dutinkách; mikroskopicky lze cerusit pozorovat jako lemy galenitových zrn, místy s kolomorfní strukturou. Nenápadným produktem zatlačujícím sfalerit nebo tvořícím světle hnědé povlaky je **smithsonit** (?) nebo i hydrozinkit (?), s význačnou bílou luminiscencí v krátkovlnném UV záření. V drobných dutinkách limonitu byly zjištěny tabulkovité krystaly čirého **sádrovce** o velikosti do 0,5 mm. Velmi tenké zelené práškovité povlaky náleží nejspíše **malachitu** a jsou dosud jediným dokladem přítomnosti některého primárního Cu-nerostu, který na lokalitě dosud nebyl zjištěn. Patrně bez přímého vztahu k Pb-Zn zrudnění je hematitizace některých hornin (brekcií) v okolí.

Geochemie izotopů síry

Hodnoty δ^{34} S analyzovaných sulfidů jsou poměrně homogenní (viz tab. 4) a protože je zachováno pořadí sulfidů podle tendence hromadit izotop ³⁴S, lze uvažovat o ustavení izotopové rovnováhy.

Teplota ustavení izotopové rovnováhy vypočtená z průměrných hodnot δ^{34} S sfaleritu a galenitu je 257°C (výpočet podle ΟΗΜΟΤΟ a RYE 1979). Vzhledem k nepřítomnosti barytu lze za hlavního nositele síry v hydrotermálním roztoku považovat sulfan a jeho

- Tabulka 3. Reprezentativní EDX analýzy karbonátů. Popis vzorků: Lou-A1: 0,5 cm mocná žilka bílého karbonátu s limonitem a limonitizovaným sfaleritem; Lou-4 žilka bílého karbonátu místy naduřující až na mocnost 4 cm se sfaleritem a mladším limonitizovaným karbonátem; Lou – 5 až 1 cm mocná žilka bílého karbonátu s hnědými okraji, prokřemenělá; Lou- 5-1 až 1 cm mocná žilka bílého, místy zejména kolem okrajů nažloutlého karbonátu (střed žilky); Lou – 5-2, dtto Lou – 5-1, okraj žilky.
- Table 3. Representative EDX analyses of carbonates. Description of samples: Lou-A1: white carbonate with limonite and sphalerite, vein 0,5 cm thick; Lou-4 white carbonate with sphalerite and younger limonitic carbonate, vein up to 4 cm thick; Lou-5 white carbonate with quartz, brown rim, up to 1 cm thick; Lou-5-1 white carbonate (core of the vein) with yellow rim, up to 1 cm thick; Lou-5-2 dtto, rim of the vein.

Vzorek/sample	Lou-5-1	Lou-5-2	Lou-5	Lou-4	Lou-A1
	dolomit	dolomit	ankerit	kalcit	kalcit
hm % wt %					
CaO	29,75	28,53	27,83	55,67	55,47
MgO	11,19	11,40	9,49	b.d.	b.d
FeO	14,10	15,17	18,26	0,39	0,62
MnO	0,47	0,47	0,64	b.d.	b.d.
CO2	44,49	44,42	43,79	43,93	43,91
Celkem/total	100,00	99,99	100,01	99,99	100,00
	12 0	120	12 0	60	60
Ca ²⁺	2,099	2,016	1,995	1,989	1,983
Mg ²⁺	1,098	1,121	0,947	-	-
Fe ²⁺	0,776	0,837	1,022	0,011	0,017
Mn ²⁺	0,026	0,026	0,036	_	-
C ⁴⁺	4,000	4,000	4,000	2,000	2,000
CatSum	8	8	8	4	4

b.d. = pod mezí detekce - bellow detection

hodnotu δ^{34} S ztotožnit s hodnotou δ^{34} S tzv. celkové síry hydrotermálního roztoku. Tato hodnota vychází pro uvažovanou teplotu 250–260 °C cca 8,0 až 8,5 ‰.

Fluidní inkluze

Optickými a termometrickými metodami byly zkoumány fluidní inkluze ve sfaleritu, křemeni a ankeritu.

Ve sfaleritu byly nalezeny sekundární dvoufázové inkluze H_2O typu. Jejich zaplnění je pravidelné s asi 5 až 10 objemovými procenty plynné fáze. Velikost inkluzí je až 120 µm, tvar je nepravidelný nebo oválný. Teploty homogenizace inkluzí se pohybují mezi 152 a 218°C. Zjištěné teploty prvního tání vymraženého obsahu inkluze mezi -23,5 až -24,8 °C indikují přítomnost NaCl a KCl v roztoku. Teploty tání ledu se pohybují mezi -3,3 až -6,8 °C, což odpovídá salinitě roztoku 5,4 až 10,2 hmot.% NaCl ekv.

V ankeritickém karbonátu byly zjištěny primární inkluze s prostorovou distribucí a velmi nepravidelným poměrem množství kapalné a plynné fáze (teploty homogenizace proto nebyly u těchto inkluzí měřeny). Inkluze mají různý tvar a velikost do 80 µm. Teploty prvního tání vymraženého obsahu inkluze jsou mezi -32,0 až -36,0 °C a indikují roztok NaCl–KCl–FeCl₂–MgCl₂ typu. Teploty posledního tání krystalu ledu byly změřeny mezi -0,4 až -2,3 °C, což odpovídá salinitě 0,7 až 3,9 hmot.% NaCl ekv.

V křemeni (z drobných žilek provázejících ankerit) byly zjištěny fluidní inkluze dvou typů: (a) pravděpodobně primárně-sekundární inkluze s pravidelným zaplněním (obsahují 5 až 10 objemových procent plynné fáze) o velikosti až 50µm. Mají oválný nebo protáhlý tvar, místy i tvar negativního krystalu. Teploty homogenizace jsou mezi 128 až 195 °C. Teploty tání posledního krystalu ledu mezi -2,5 až -5,3 °C odpovídají saliniTabulka 4. Izotopové analýzy sulfidů.

Table 4. Sulphur isotope composition of sulphides (δ^{34} S ‰, CDT).

vzorek/sample	minerál/mineral	δ ³⁴ S ‰, CDT	
Lou-2	sfalerit	8,0	
Lou-3	sfalerit	8,9	
Lou-4	sfalerit	9,4	
Lou-2	galenit	7,3	
Lou-6	galenit	6,9	
Lou-10	galenit	5,5	
Lou-11	galenit	4,9	

tě 4,2 až 8,3 hmot.% NaCl ekv. (b) primární inkluze v prostorové distribuci mají nepravidelné zaplnění, objevují se i primární inkluze zaplněné pouze kapalnou fází (pro měření teplot homogenizace byly použity inkluze s cca 10 obj. % plynné fáze). Inkluze mají nepravidelný až oválný tvar, jejich velikost se pohybuje do 30 μ m. Teploty homogenizace byly změřeny mezi 174 až 206 °C. Teploty prvního tání vymraženého obsahu inkluze jsou -37 až -39 °C, což indikuje přítomnost roztoků NaCl–KCl–MgCl₂–FeCl₂ typu. Teploty posledního tání krystalu ledu jsou mezi -3,6 a -6,2 °C, což odpovídá salinitě 5,9 až 9,5 hmot.% NaCl ekv.

Závěr

Pb–Zn mineralizace u Horních Louček je vyvinuta v kvarcitech, vzniklých pravděpodobně metamorfní silicifikací mramorů s tenkými vložkami metapelitů v metamorfních podmínkách. Představuje jižní pokračování výskytů drobných rudních ložisek v olešnické skupině, táhnoucích se od štěpánovského rudního revíru, přes Nedvědici a Doubravník (ABRAHAM et al. 1990, HOUZAR et al. 2001).

Studovaná mineralizace je podobná ostatním známým zrudněním Pb–Zn(–Sb) typu ve svratecké klenbě (viz např. MALÝ a DOBEŠ 2001; MALÝ 1999 aj.). Charakteristická je vtroušeninovým ("metasomatickým") charakterem zrudnění v metamorfně silicifikovaných mramorech, jednoduchou základní minerální asociací sfalerit-galenit s podružným zastoupením ostatních sulfidů, převažujícím křemenem v hlušině i přítomností Mg-Fe karbonátů. Typický je i jednoduchý chemismus rudních nerostů (galenit, sfalerit, arzenopyrit). Obdobné je také izotopové složení tzv. celkové síry hydrotermálního roztoku, jejíž původ lze hledat v okolních horninách (s. l.). Nebyly však zjištěny křemenné žíly s Cu-Pb(-Zn) mineralizací, známé např. z štěpánovského revíru (MATL 1965, HOUZAR a MALÝ 2002) ani žíly barytu (Štěpánov, Horní Čepí). Na JZ ve stejné geologické pozici vystupující Pb-Zn ložisko Jasenice, od H. Louček oddělené pouze bítešskou dislokací, má prakticky shodný charakter vtroušeninového zrudnění, avšak v málo silicifikovaném mramoru; běžné jsou tam žíly barytu. S mineralizací štěpánovského revíru (hlavně Zemanovo pole, Panisádek) sbližuje výskyt u Horních Louček i přítomnost arzenopyritu a z analýzy rudniny vyplývající pravděpodobná přítomnost některého Cu-sulfidu, Ag-tetraedritu a/nebo bournonitu.

Odvozená teplota vzniku mineralizace 250–260°C odpovídá údajům z dosud studovaných lokalit: 250°C pro Pb–Zn(–Sb) mineralizaci štěpánovského rudního revíru (MA-Lý a DOBEŠ 2001); 220°C pro rudní výskyt u Rozseče nad Kunštátem (MALÝ 1999); 200°C pro rudní výskyt u Jasenice (MALÝ 2000). Budeme-li uvažovat průměrnou teplotu homogenizace fluidních inkluzí 190 °C a teplotu 250 °C určenou izotopovou termometrií jako teplotu zachycení inkluzí, lze konstatovat, že inkluze byly zachyceny za tlaku asi mezi 65 až 70 MPa (pro Pb–Zn(–Sb) mineralizaci štěpánovského revíru byl určen tlak 50 MPa – MALÝ a DOBEŠ 2001).

vzorek	minerál	Typ FI	LVR	T _{fm} (°C)	T _m (°C)	Salinita (hm.	T _h (°C)
sample	mineral	Type of FI	(L/L+V)			% NaCl ekv.)	
LOU-A1	sfalerit	S	0,9	-24,8	-5,6 a -6,8	8,7-10,2	192-218
LOU-A1	sfalerit	S	0,95	-23,5 a -24,5	-3,3 a -4,1	5,4-6,6	152-161
LOU-A1	ankerit	P	nepravidelný	-32,0 a -36,0	-0,4 a -2,3	0,7-3,9	
LOU-A1	kæmen	PS	0,9		-2,5 a -2,7	4,2-4,5	168-195
LOU-A1	kæmen	S	0,95		-3,7 a -5,3	6,0-8,3	128-156
LOU-A1	kæmen	P	nepravidelný	-39,0	-3,6 a -4,8	5,9-7,6	174-206
LOU-4	kæmen	P	0,7-0,9	-37,0	-4,5 a -6,2	7,2–9,5	174-188

Tabulka 5. Charakteristika fluidních inkluzí. Table 5. Fluid inclusions characteristic.

sfalerit = sphalerite, ankerit = ankerite, křemen = quartz

nepravidelný = irregular, salinita (hm % NaCl ekv.) = salinity (wt % NaCl equiv.)

Asociací minerálů a nepřítomností barytových žil (*pozn.: baryt od HL uvádějí Ab*raham et al. (1990) pouze v nejasné zmínce ze šlichů svahovin) se zdejší zrudnění nejvíce podobá lokalitě "V Horničí" u Rozseče nad Kunštátem (MALÝ 1999).

Výsledky studia fluidních inkluzí také podporují názor o genetické sblíženosti s Pb–Zn(–Sb) mineralizací štěpánovského revíru: teploty homogenizace, salinita i typ uzavřených fluid jsou v dobrém souladu s daty pro štěpánovský revír (MALÝ a DOBEŠ 2001).

U všech lokalit polymetalické mineralizace ve svratecké klenbě je nápadná jejich obdobná geologická pozice: vystupují po celém obvodu svratecké klenby v olešnické skupině (často s vazbou metasomatického typu zrudnění na mramory), příp. na kontaktu bítešské skupiny (HOUZAR a MALÝ 2002). Poslední názory na genezi mineralizace vylučují její vztah k magmatogenním tělesům nebo na tektonické linie vyšších řádů a předpokládají její vazbu na metamorfní pochody (MALÝ a DOBEŠ 2001). Litologický význam mramorů pro lokalizaci zrudnění je zřejmý. Otázkou dalších výzkumů zůstává, zda je přednostní poloha lokalit s Pb–Zn(–Sb) zrudněním na obvodu olešnické skupiny určena tektonikou nebo (spíše) metamorfně-litologickou hranicí vůči sousedním geologickým jednotkám.

Poděkování

Autoři děkují anonymnímu recenzentu za důležité připomínky k rukopisu. Výzkum byl podpořen grantem GA ČR 205/02/P104 (K. M.) a MK OCEZ00F2402 (SH a VH).

SUMMARY

Pb–Zn mineralization near Horní Loučky in vicinity of Tišnov (Moravicum) is situated in marble- and quartzite-bearing metapelitic sequence of Olešnice Unit. Ore mineralization is metasomatic type; sphalerite (up to 3,12 wt.% Fe, 0,43 wt.% Cd), galena, pyrite, arsenopyrite and marcasite is disseminated in silicificated marble with minor amount of gangue carbonate minerals (calcite, dolomite-ankerite) and secondary minerals ("limonite", cerusite, gypsum, smithsonite, malachite?). The mineralization is mesothermal type (about 250–260°C according to the sulphur isotope thermometry); value of δ^{34} S of hydrothermal solution is about 8‰ CDT. Fluid inclusions contain water solutions of NaCl–KCl(–FeCl₂–MgCl₂) type; their salinity are from 5,4 to 10,2 (sphalerite); from 0,7 to 3,9 (ankerite) and from 4,2 to 9,5 (quartz) wt. % NaCl equiv. The inclusions were homogenized at temperatures between 152 and 218 °C (sphalerite), 168 and 195 °C (ankerite) and between 128 and 206 °C (quartz). Described mineralization is similar to others Pb–Zn mineralization known in Svratka Dome. Its hydrothermal fluids are there is supposed to be the same (metamorphogenic) origin.

LITERATURA

- ABRAHAM, M., KOMÍNEK, E., HÁJEK, J., LACINOVÁ, A., TURNOVEC, I., HOLUB, M., TESAŘ, M., PROCHÁZKA, J., BENEŠ, V., CHOCHOLÍK, S., KOČÍ, T., DOLEŽALOVÁ, J., ZEJDA, R., 1990: Moravikum – Rudy, surovina, polymetaly, baryt. – MS, Geofond Praha, P 50484.
- ČEŠKOVÁ, L., 1978: Metalogenetická charakteristika některých jednotek při východním okraji Českého masívu. Folia Univ. J. E. Purkyně, 19, 3: 7–99.
- ČEŠKOVÁ, L. OREL, P., 1971: Polymetalické zrudnění žilně metasomatického typu u Heroltic. Sbor. geol. Věd, řada LG, 14: 41–63.
- DALLMEYER, R. D., FRANKE, W., WEBER, K., 1995: Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe. - Springer Verlag, 604 p.
- FAJST, M., 1968: Reliktní a metamorfní struktury ve vranovsko-olešnické sérii (moravikum). Věst. Ústř. Úst. geol., 43: 213–214. Praha.
- HOUZAR, S., MALÝ, K., 2002: Přehled mineralogie, ložiskových poměrů a historie štěpánovského rudního revíru na západní Moravě. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 87: 5–59.
- HOUZAR, H., SADÍLEK, J., GREGOR, F., HRAZDIL, V., PFEIFEROVÁ, A., 2001: Příspěvek k historii a topografii dolování při západním okraji svratecké klenby moravika (západní Morava). – Sbor. příspěvků ze semináře Stříbrná Jihlava, 20–29, Muzeum Vysočiny, Jihlava.
- JAROŠ, J., 1992: The nappe structure in the Svratka Dome. Proceed. 1st Intern. conf. on the Bohemian Massif, 1988, Prague, 137–140.
- KABÁTOVÁ, L., 1975: Pamětní knihy (Gedenbücher) z Archivu dvorské komory ve Vídni významný pramen pro dějiny dolování v Čechách v 16. století. – Sbor. NTM Praha, Studie z dějin hornictví, 6: 138–171.
- MALÝ, K., 1999: Mineralogie rudních výskytů u Rozseče nad Kunštátem a Štěchova-Lačnova (svratecká klenba moravika). – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 84: 61–70.
- MALÝ, K., 2000: Mineralogie rudního výskytu Jasenice u Velké Bíteše (svratecká klenba moravika). Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 85: 81–89.
- MALÝ, K., DOBEŠ, P., 2001: Stable isotope and fluid inclusion study of epithermal polymetallic mineralization near Štěpánov nad Svratkou (Svratka Dome, Moravicum). – Věst. Čes. geol. úst., 76, 1:15–21.
- MATL, V., 1965: Vyhledávací průzkum Pb, Zn, (Cu), Borovec u Štěpánova. 1959–1963, *MS*, Geofond. Praha. MATL, V., 1974: Metalogeneze moravika. *Sbor. GPO*, 12, 7: 41–51.
- Mísaň, Z., 1963: Předdevonský geologický vývoj severovýchodního okraje Českého masivu. Rozpr. Čs. Akad. Věd. Ř. mat. přír. věd, 73, 17: 1–60.
- OHAREK, V., 1923: Vlastivěda moravská II. Místopis, Tišnovský okres. Musejní Spolek v Brně, 461 p.
- OHMOTO, H., RYE R. O., 1979: Isotopes of sulfur and carbon. In: Barnes H.L. (ed.), Geochemistry of hydrothermal ore deposits. Wiley, New York.
- PATOČKA, M., 1999: Silicifikované horniny západně od Veverské Bítýšky. MS, Diplomová práce, Kat. mineral. petrogr. a geochemie MU v Brně, 102 p.
- SCHULMANN, K., LEDRU, P., AUTRAN, A., MELKA, R., LARDEAUX, J. M., URBAN, M., LOBKOWITZ, M., 1991: Evolution of nappes in the eastern margin of the Bohemian Massif: a kinematic interpretation. Geol. Rdsch., 80, 1: 73–92.
- SKÁCEL, J., 1957: Borovec Švařec Koroužné. MS, Geofond Praha, P 9579.
- TRDLIČKA, Z., HOFFMAN, V., 1975: Untersuchungen der chemischen Zusammensetzung der Gangkarbonate von Kutná Hora, ČSSR. – Freib. Forsch., 6, 29–81.
- VOSYKA, S., 1951: Zpráva o geologickém mapování svorového pásma a vnějších fylitů SZ Tišnova, Sbor: Klubu přírodověd. v Brně, 29: 235–248.