

# Neobvyklý krystalový vývoj galenitu na polymetalickém ložisku Radětica jv. od Příbrami (Česká republika)

## Unusual crystal evolution of galena at the base metals ore deposit Radětica, SE of Příbram (Czech Republic)

JIŘÍ LITOCHEB<sup>1)</sup>, JIŘÍ SEJKORA<sup>1)</sup>, EVA LITOCHEBOVÁ<sup>2)</sup> A LUBOŠ MANDÍK<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

<sup>2)</sup> Hornické muzeum Příbram, náměstí Hynka Kličky 293, 261 02 Příbram VI - Březové Hory

<sup>3)</sup> Vysoká Pec 216, 262 41 Bohutín

LITOCHEB J., SEJKORA J., LITOCHEBOVÁ E., MANDÍK, L. (2008): Neobvyklý krystalový vývoj galenitu na polymetalickém ložisku Radětica, jv. od Příbrami (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/2**, 201-204, ISSN 1211-0329.

### Abstract

A morphologically anomalous occurrence of galena was found out at the Ag-bearing base metals ore deposit Radětica (ca 8 km SE of Příbram, central Bohemia, Czech Republic) during mining operations at the S-1 vein in the 1980's. Galena forms abundant irregularly bent twig or wire aggregates up to 13 mm in size on greyish-brown calcite scalenohedrons or at fissures of hydrothermal altered wallrocks (granite). These galena aggregates are formed by overgrowing octahedral (or combinations of octahedral and hexahedral) crystals. Chemical composition of this optically homogenous galena is very simple: Ag 0.03, Pb 86.26, Cu 0.02, Sb 0.01, Bi 0.04, As 0.02, S 13.15, sum 99.53 wt. %. The studied galena probably represents the youngest result of crystallization in conclusion of the supergene evolution stage.

**Key words:** mineralogy, paragenesis, galena, crystal morphology, chemical composition, Radětica ore deposit, the Příbram ore region, Czech Republic

### Úvod

Galenit patří mezi nejběžnější rudní minerály ložisek příbramské rudní oblasti. V drúzových dutinách rudních žil byly v minulosti nalézány i krystaly zvláštního morfologického vývoje, který naznačuje specifické podmínky krystalizace (Litochleb 1995). Skupinu morfologicky anomálně vyvinutých krystalů galenitu v příbramské oblasti rozšiřují v článku charakterizované nálezy tvarově bizarních, drátkovitých, ploše větvičkovitých nebo mechovitých agregátů galenitových krystalů, učiněné v 80. letech 20. století na stříbrnosném polymetalickém ložisku Radětica, nacházejícím se v těsné blízkosti stejnojmenné obce, jv. od Příbrami (střední Čechy, Česká republika).

### Ložisko Radětica a jeho mineralizace

Přes značný objem průzkumných a výzkumných prací (zejména v letech 1970 - 1985) bylo o ložisku Radětica a jeho nesporně zajímavé mineralizaci publikováno velmi málo dat (Slačík 1978; Langrová et al. 1983; Pivec et al. 1984; Litochleb et al. 2004) a většina dosažených výsledků je obsažena jen v řadě nepublikovaných zpráv bývalých Rudných dolů Příbram a Geoindustrie Praha (Blüml et al. 1977; Suček et al. 1993).

Povrchové průzkumné práce na ložisku byly zahájeny po roce 1950 a v letech 1970 - 1973 vedly k vyhloubení průzkumné jámy Radětica (hloubka 459.8 m) do úrovně 10. patra. Hlavním průzkumným horizontem bylo 8. patro, z kterého byly sledovány hlavní žilné struktury S-1 a S-2 stěžovského pásma a částečně struktury radětického pásma. Na úrovni stejného patra byly ze spojovacího překopu k jámě Alexandr na ložisku Vrančice ověřovány i indikace rudní mineralizace odvozené z povrchového prů-

zkumu (pásmo Stržený Mlýn). Významnější stříbrnosné polymetalické zrudnění bylo zastiženo pouze v severním úseku žíly S-1, rozfárané v úrovni 7 horizontů na vzdálenost 400 - 600 m, nejvíce na 8. a 10. patře (1250 a 860 m). Rudní sloup s příznivou kovnatostí byl vymezen mezi 6. - 10. patrem, ale podle tehdejších kondic pro výpočet zásob byl jako bilanční uvažován úsek pouze mezi 7. a 8. patrem, kde krátce probíhala i pokusná těžba rudniny pro poloprovozní zkoušky v úpravně Rudných dolů na Březových Horách. Celkem bylo vytěženo 1372 t rudniny s kovnatostí 0.6 - 1.0 % Pb, 0.5 - 0.7 % Zn a 100 - 180 g Ag/t ve vsázce.

Ložisko Radětica představují dvě mineralizované struktury S-1 a S-2 (cca 300 m od sebe vzdálené) stěžovského poruchového pásma, které je vlastně sz. pokračováním regionálního kovářovského pásma hlubinného založení, vysledovaného v oblasti středočeského plutonu na vzdálenost cca 20 km (Zikmund 1966). Pokračování stěžovského pásma od Radětic dále k SZ bylo zastiženo při ražbě podzemního zásobníku plynu Příbram - Háje v úrovni 21. patra šachty č. 16 (Litochleb et al. 2000). Hlavní žilné struktury stěžovského pásma v důlním poli jámy Radětica mají směr SZ - JV, strmý sklon kolem 85° k JZ a jsou provázeny četnými odžilkami různého směru a sklonu. Mocnost výplně hlavní žíly S-1 se většinou pohybuje v desítkách cm, místy i do 2 m. Žíla se často rozděluje do dvou dílčích žil, které se po několika m opět spojují v jednu. Okolní horninou jsou narůžovělé hrubozrné granity až granodiority (okrajový typ) sz. endokontaktní zóny středočeského plutonu, uzavírající četné xenolity bazických hornin, zejména gabra a gabrodiority (Vlašimský 1993). Kromě podrcení až mylonitizace jsou granitoidy v okolí tektonických struktur silně hydrotermálně altero-

vané s převažující hematitizací.

Výplň žíly S-1 je tvořena minerály starší křemen-side-  
rit-polymetalické fáze a zejména různě zbarvenými mlad-  
šími karbonáty (Mn a Mn-Pb kalcit luminiscenčního typu  
B<sub>1</sub>B - tzv. „děšivec“ podle Slačíka 1978) s vysokým podí-  
lem oxidických minerálů Fe (hematit, goethit). V místech  
vývoje regeneračního typu Ag(Cu)-mineralizace v Pb-Mn  
kalcitové žilovině má starší Pb-Zn zrudnění podřadný  
význam. Obsahy Ag se pohybují v desítkách g/t, ojedině-  
le až 500 g Ag/t.

Podle dosud provedených mineralogických a geoche-  
mických výzkumů (shrnutí Suček et al. 1993) vznikla žilná  
výplň na ložisku ve třech hypogenních stádiích (alterační,  
polymetalické, hypogenně regenerační) se 4 přínosovými  
periodami při uplatnění procesů vnitrožilné metasomató-  
zy starších minerálů mladšími, mobilizace a regenerace  
vlivem mladšího karbonátové přínosu a posléze byla

postižena supergenní alterací v nejmladším oxidačně  
- cementačním 4. stadiu. Mineralizace polymetalického  
stadia je tvořena zejména sideritem, křemenem, goethi-  
tem, hematitem, hnědým až červenohnědým sfaleritem,  
fázemi řady bourbonit - seligmannit, tetradritem, chalko-  
pyritem, jemně až středně zrnitým galenitem a mladšími  
karbonáty, kalcitem a dolomit-ankeritem.

Regenerační stadium je reprezentováno výrazným  
uplatněním více generací kalcitu a vtrošeninovým Ag a  
Cu zrudněním - bornit s odmišeninami chalkopyritu, chal-  
kozín, stromeyerit, akantit a ryzí stříbro. Kromě stříbra  
jsou ostatní Cu a Ag minerály většinou mikroskopických  
rozměrů a vytvářejí polyminerální agregáty. Stříbro jako  
nejmladší fáze stadia vytváří plíšky, drátky nebo mecho-  
vité útvary v žilovině a proniká po nepravidelných trhli-  
nách do alterovaných bočních hornin. Místo je v perifer-  
ních částech zrn stříbra vyvinut mladší Ag-amalgam (s  
obsahy do 11 hm. % Hg). Doprovodné žilné karbonáty

několika generací jsou jemnozrné až celist-  
vé, narůžovělé barvy a často vykazují ohni-  
vě červenou fluorescenci v krátkovlnném  
UV světle (Pb-Mn a Mn kalcity). V dutinách  
kalcit vytváří skalenoedrické krystaly, mís-  
ty bývá přítomen baryt ve formě protáhlých  
nažloutlých krystalů (do délky 3 cm). Do suk-  
cese vývoje mineralizace na ložisku zatím  
nelze vzhledem k nedostatku dat i studijního  
materiálu jednoznačně zařadit fáze Ag-Sb-S,  
Cu-Bi-S a ryzí antimon, zjištěné Langrovou  
et al. (1983) a lokální výskyty uraninitu uvá-  
děného v nepublikovaných zprávách (Suček  
et al. 1993). V závěrečné fázi minerogeneze  
se výrazně projevují supergenní procesy za  
vzniku různých, většinou zemitých forem Fe-  
(Mn) oxidických fází, cerusitu nebo černého  
práškovitěho silikátu uranu.

Mineralizace žíly S-1 se vývojem a mine-  
rální asociací blíží mineralizaci žíly Pošepný  
na nedalekém ložisku Vrančice včetně tvorby  
Ag-amalgamů (Šrein et al. 1989), ale s men-  
ším zastoupením minerálů regeneračního  
stadia a bez přítomnosti willemitového sta-  
dia. Z analogie lze předpokládat, že obdob-  
ně jako na vrančickém ložisku (Žák, Dobeš  
1991), zde polymetalická mineralizace vzni-  
kala z hydrotermálních roztoků při teplotách  
150 - 200° C a regenerační Ag-Cu zrudnění  
při teplotách 100 - 180° C (počátek stadia),  
resp. i pod 100° C (závěr stadia). Při vývo-  
ji mineralizace se výrazně uplatnily změny  
redox potenciálu, resp. aktivita kyslíku a síry  
v jednotlivých stádiích a periodách krystaliza-  
ce.

### Charakteristika studovaných vzorků

Předmětem výzkumu byly vzorky pochá-  
zející ze sz. úseku žíly S-1, v úrovni 7. patra  
(výstup na dobývce, nález z roku 1983, ing.  
L. Mandík a ze skládky 30 m od jv. lezení,  
nález ze září 1984, J. Škopek). Všechny stu-  
dované vzorky jsou makroskopicky shodné.  
Největší z nich o rozměrech 16 x 10 x 0.5 -  
3.5 cm (sběr ing. L. Mandík) je uložen v mine-  
ralogické sbírce Hornického muzea Příbram  
(č. inv. 4300).

Vzorky představují části drúzových dutin

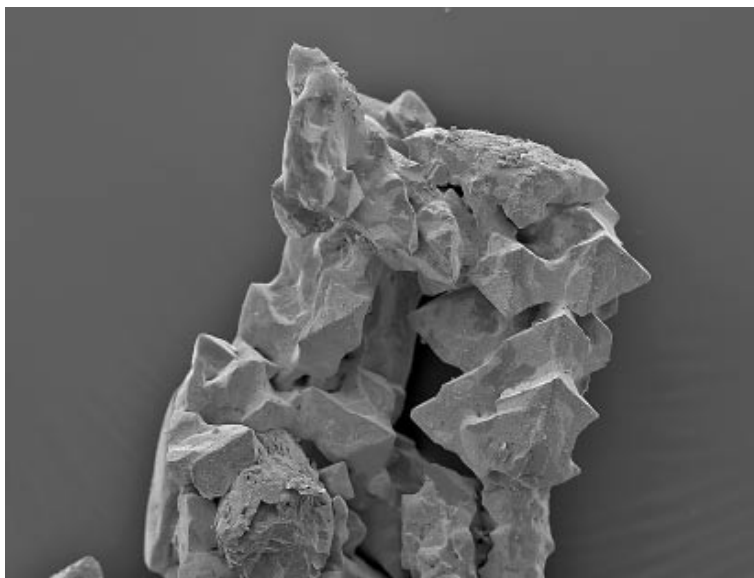


**Obr. 1** Drátkovité agregáty galenitu na hnědě zbarvené kalcitu s kůrou  
Fe-oxidických produktů. Foto J. Sejkora, šířka obrázku 20 mm.

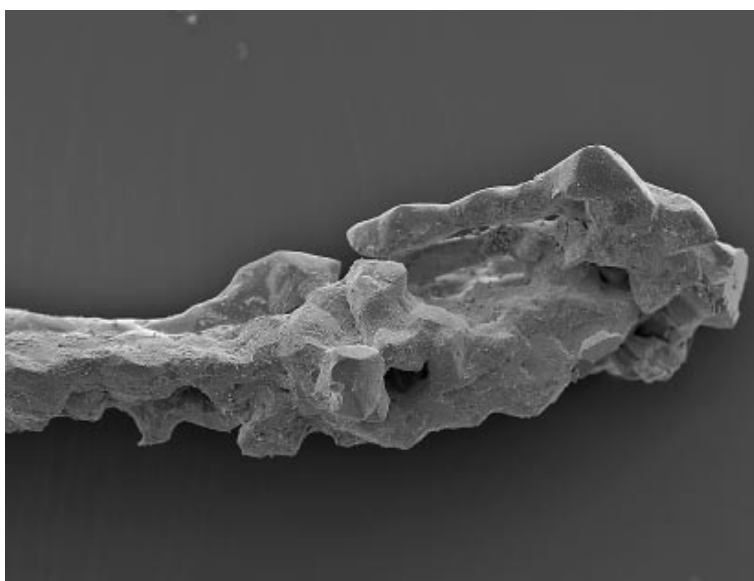


**Obr. 2** Ploše větvičkovité agregáty galenitu na kalcitu. Foto J. Sejkora,  
šířka obrázku 9 mm.

v šedém až šedohnědém kalcitu na povrchu tmavě hnědě zbarveným práškovitými Fe oxidickými minerály na podložce tvořené vrstvičkou v krátkovlnném UV světle červeně fluoreskujícího zrnitého kalcitu s relikty alterované horniny a Fe-(Mn) oxidy, narůstající na silně drčený a alterovaný (limonitizace, hematitizace, karbonatizace, silicifikace) granit, místy s černými práškovitými povlaky silikátu uranu. Kalcit v dutinách vytváří hojně, několik mm až 3.5 cm dlouhé, ploše uložené šedé skalenoedry pérovitého vzhledu s drúzovitým povrchem a rezavě až tmavě hnědými povlaky Fe-oxidů. Skalenoedry včetně Fe-oxidických povlaků jsou doslova posety různě zprohýbanými a podélně rýhovanými větvičkovitými až drátkovitými útvary silně kovově lesklého mladšího galenitu o síle do 1 mm a o délce až 13 mm (obr. 1 a 2). V menším rozsahu jsou tyto galenitové útvary vyvinuty i na stěnách trhlin v alterované boční hornině. Pod binokulárním mikroskopem jeví některé drátky v terminální části zakončení plochami různoměrně vyvinutého oktaedru.



Obr. 3 Agregát srůstajících oktaedrů galenitu. SEM foto, J. Sejkora, šířka obrázku 1.1 mm.



Obr. 4 Drátkovitý agregát krystalů galenitu - spojky {111} a {100}. SEM foto, J. Sejkora, šířka obrázku 2 mm.

## Výsledky mineralogického výzkumu

Mikroskopicky v odraženém světle je galenit opticky homogenní, bez inkluzí jiných minerálů. Omezení krystalů v agregátech je většinou hypidiomorfní s uplatněním ploch oktaedru. Podle pozorování morfologie krystalových agregátů galenitu pomocí elektronové mikroskopie (Jeol JSM-6380, Přírodovědecká fakulta UK, Praha, operátor J. Sejkora) představují tyto agregáty protáhlé srostlice oktaedrů (obr. 3), místy i spojky oktaedru a hexaedru (obr. 4).

Při rentgenometrickém studiu (difraktometr HZG4-AREM/Seifert, 50 kV/40 mA, CuK $\alpha$ , step-scanning) bylo v jehlicovitých agregátech zjištěno pouze zastoupení galenitu bez přítomnosti jakýchkoliv dalších minerálních fází. Rentgenová prášková data tohoto galenitu jsou ve velmi dobré shodě s údaji pro tento minerál v databázi PDF2.

Chemické složení studovaného galenitu bylo kvantitativně sledováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta MU, Brno, analytik R. Škoda a J. Sejkora) za podmínek: WD analýza, 25 kV, 20 nA, průměr svazku elektronů 1  $\mu$ m, použité standardy: Ag (AgL $\alpha$ ), Bi (BiM $\beta$ ), CdTe (CdL $\beta$ ), chalkopyrit (CuK $\alpha$ ), Co (CoK $\alpha$ ) FeS $_2$  (FeK $\alpha$ , SK $\alpha$ ), HgTe (HgM $\alpha$ ), pararammelsbergit (NiK $\alpha$ , AsL $\beta$ ), PbS (PbM $\alpha$ ), PbSe (SeL $\beta$ ), Sb (SbL $\beta$ ) a ZnS (ZnK $\alpha$ ). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulce, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.02 - 0.05 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Podle BSE obrazu je studovaný galenit zcela homogenní a neobsahuje žádné inkluze nebo relikty jiných rudních fází. Při okrajích jeho agregátů byly ojediněle zjištěné nevelké útvary cerusitu a nehomogenního silikátu uranu. Po chemické stránce (tab. 1) se jedná o velmi čistý galenit jen s nepravidelnými a minimálními obsahy izomorfních prvků Ag, Cu, Sb, Bi a As - ve všech případech jen do 0.001 apfu.

Tabulka 1 Chemické složení galenitu (v hm. %)

|       | průměr | 1     | 2     |
|-------|--------|-------|-------|
| Ag    | 0.03   | 0.00  | 0.06  |
| Pb    | 86.26  | 85.99 | 86.53 |
| Cu    | 0.02   | 0.00  | 0.03  |
| Sb    | 0.01   | 0.03  | 0.00  |
| Bi    | 0.04   | 0.07  | 0.00  |
| As    | 0.02   | 0.03  | 0.00  |
| S     | 13.15  | 13.16 | 13.15 |
| total | 99.53  | 99.29 | 99.76 |
| Ag*   | 0.001  | 0.000 | 0.001 |
| Pb*   | 1.006  | 1.004 | 1.008 |
| Cu*   | 0.001  | 0.000 | 0.001 |
| Sb*   | 0.000  | 0.001 | 0.000 |
| Bi*   | 0.000  | 0.001 | 0.000 |
| As*   | 0.001  | 0.001 | 0.000 |
| S*    | 0.991  | 0.993 | 0.990 |

\*koeficienty empirického vzorce na bázi 2 apfu

## Genetické postavení galenitu

Jak vyplývá z dílčích sukcesí studovaných vzorků narůstají drátkovité až větvičkovité agregáty galenitu na skaleoedry kalcitu 3. vývojového stadia, na trhliny v boční alterované hornině i na tmavě hnědé Fe oxidické supergenní produkty 4. oxidačně cementačního stadia. Galenitové agregáty vykazují silný kovový lesk a nejsou pokryty jinou mladší minerální fází. Po chemické stránce se jedná o velmi čistý galenit a příměs izomorfních prvků se pohybuje v rozpětí 0 - 0.07 hm. % (do 0.001 apfu).

Geneticky lze tento morfologicky anomální typ galenitu interpretovat jako nejmladší produkt krystalizace z níže temperovaných a slabě mineralizovaných meteorických vod v závěru supergenního vývojového stadia, tj. v cementační fázi při změně oxidačních podmínek na redukční.

### Poděkování

*Milou povinností autorů je poděkovat panu J. Škopkovi (Lazsko) za zapůjčení dalších vzorků k výzkumu a Mgr. R. Škodovi (Masarykova univerzita, Brno) za spolupráci při studiu chemického složení. Tato práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci projektů DE07P04OMG004 a MK00002327201.*

### Literatura

- Blüml A., Slačik J., Tacl A. (1977): Raděnice - stěžovské pásmo, mineralogicko-geochemické vyhodnocení. - MS, Rudné doly Příbram.
- Langrová A., Pivec E., Karel V. (1983): Rudní žíly v Raděticích u Příbrami a jejich stříbrnosná mineralizace. - In: Sbor. II. cykl. mineral. semin. Mineralogie a komplexní využití nerostných surovin, Valtice, 44-47. Dům techn. ČSVTS, Ústí nad Labem.
- Litochleb J. (1995): Morfologicky zajímavé krystaly galenitu z příbramských rudních žil. - *Minerál (Brno)* **3**, 2, 100-102.
- Litochleb J., Černý P., Lantora M., Šrein V., Sejkora J. (2000): Podzemní zásobník plynu Háje (Příbram) - poznatky z mineralogického výzkumu. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **8**, 68-74.
- Litochleb J., Sejkora J., Jindra J. (2004): Manganit z vrančicko-radětického polymetalického revíru (střední Čechy). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **12**, 102-107.
- Pivec E., Karel V., Langrová A. (1984): Stříbrnosné žíly na ložisku Raděnice u Příbramě a jejich mineralizace. - *Acta Montana (Praha)* **67**, 41-46.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): „PAP“ (φρΖ) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: Armstrong J. T. (ed.): *Microbeam Analysis*, San Francisco Press, 104-106.
- Slačík J. (1978): Luminiscenční průzkum na ložiskách polymetalických rud ve středočeském plutonu. - In: Sbor. Symp. Horn. Příbram ve vědě a techn., Sekce Geologie, 389-409. Příbram.
- Suček P. a kolektiv (1993): Závěrečná likvidační zpráva za ložiska polymetalických rud Vrančice a Raděnice. - MS, Rudné doly, s.p. Příbram.
- Šrein V., Cílek V., Litochleb J. (1989): Amalgamy stříbra v příbramské rudní oblasti. - In: Sbor. Studie z dějin hornictví III, 119-129. Vyd. Symp. Horn. Příbram ve vědě a techn. Příbram.
- Vlašimský P. (1993): Některé poznatky z geologického výzkumu v důlních dílech v sz. části středočeského plutonu na Příbramsku. - *Geol. Průzk.* **35**, 11-12, 342-347.
- Zikmund J. (1966): Projevy hlubinné tektoniky ve středočeském plutonu. - *Věst. Ústř. Úst. geol.* **41**, 6, 469-474.
- Žák K., Dobeš P. (1991): Stable isotopes and fluid inclusions in hydrothermal deposits: The Příbram ore region. - *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd*, 3-109.