

# Barytová mineralizace ve svrchnokarbonských slepencích na lokalitě Pecka-Hrubá skála (podkrkonošská pánev, Česká republika)

## Barite mineralization in the Upper Carboniferous conglomerates at Pecka-Hrubá skála (Krkonoše Piedmont Basin, Czech Republic)

JAKUB JIRÁSEK<sup>\*1)</sup>, ZDENĚK DOLNÍČEK<sup>2)</sup>, DALIBOR MATÝSEK<sup>3)</sup> A RADEK ŠKODA<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> *Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba, e-mail: jakub.jirasek@vsb.cz*

<sup>2)</sup> *Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc*

<sup>3)</sup> *Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin; Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba*

<sup>4)</sup> *Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno*

JIRÁSEK J., DOLNÍČEK Z., MATÝSEK D., ŠKODA R. (2013) Barytová mineralizace ve svrchnokarbonských slepencích na lokalitě Pecka-Hrubá skála (podkrkonošská pánev, Česká republika). *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha) 21, 2, 195-200. ISSN 1211-0329.*

### Abstract

The barite mineralization at site Hrubá skála close to Pecka village (6 km E from the town Nová Paka) was known earlier from a short discovery report. It was re-examined by geological, mineralogical, and geochemical methods. Vein mineralization is developed in a significant tectonic zone hosted by mostly coarse-grained conglomerates to sedimentary breccias of the Brusnice Member (Westphalian D to Cantabrian, Pennsylvanian) of the Kumburk Formation, which is the basal unit of the Krkonoše Piedmont Basin. Barite is present as white crystalline masses or well-developed tabular crystals up to 6 × 4 cm in size, accompanied with minor quartz. Chemically it is pure barite with Sr content less than 0.003 *apfu* and Ca and Fe below 0.001 *apfu*. Cell parameters are  $a = 8.8861(1)$ ,  $b = 5.4561(7)$ ,  $c = 7.1584(9)$  Å. Barite contains aqueous all-liquid (L) or rarely L+V fluid inclusions with variable liquid-vapor ratios and variable salinity (3.5 - 16.5 wt. % NaCl eq.) containing NaCl and CaCl<sub>2</sub>. The δ<sup>34</sup>S value of barite sample is +16.9 ‰ CDT. Both fluid inclusion and sulfur isotope data are comparable to those of monomineral post-Variscan barite veins of the Bohemian Massif. Locality Hrubá skála is probably one of the best available sites to study barite mineralization in the Late Paleozoic limnic basins in the Czech Republic.

**Key words:** *Krkonoše Piedmont Basin, Upper Carboniferous, barite, fluid inclusions, Czech Republic*

*Obdrženo: 12. 9. 2013; přijato: 6. 11. 2013*

### Úvod

V Českém masivu je vyčleňováno jedenáct základních barytových „formací“ (Chrt 1988; Chrt, Jurák 1992). Velká část z nich neměla nikdy průmyslový význam, a proto je stupeň poznání jejich geologické situace poměrně nízký.

Výskyty mladovariské barytové mineralizace v karbonských a permských horninách byly detailněji zkoumány až od 80. let 20. století (např. Chrt et al. 1987; Chrt, Váňa 1989; Fediuk 1989). Jejich typickými zástupci jsou mineralogické výskyty v efuzivních horninách (Bezděčín, Kozákov, Studenec, Rožmitál u Broumova) a vzácněji také v klastických sedimentech (Jívka). K těmto výskytům náleží také barytová mineralizace v blízkosti Pecky, jež je předmětem tohoto příspěvku.

Lokalita barytové mineralizace Hrubá skála u Pecky byla objevena a popsána krátkou nálezovou zprávou Havelkou a Havelkou (1986), novější geologická a mineralogická literatura se o ní nezmiňuje. Přitom jde o atraktivní geologickou lokalitu, na které lze dobře studovat několik geologických fenoménů (bazální slepenice podkrkonošské pánve, barytová mineralizace, křehká tektonická de-

formace, morfologie skalního hřbetu určená přízломovým hydrotermálním prokřemeněním). Detailním studiem barytu z této lokality, které je předmětem této studie, bychom rádi na lokalitu upozornili a umožnili její budoucí srovnání s podobnými výskyty v dalších vnitrokontinentálních pánvích Českého masivu.

### Lokalizace a geologická situace

Popisovaný výskyt barytové mineralizace se nachází na katastrální území obce Pecka (6 km východně od Nové Paky). Jde o výrazný skalní hřbet Hrubá skála (obr. 1), nacházející se v lese Odnož přibližně 1.3 km jihozápadně od obce. Lokalita je poměrně dobře přístupná lesní cestou vedoucí od čistírny odpadních vod v Pecce do Horního Javoří.

Hrubá skála vznikla díky výraznému zlomu přibližně severo-j jižního směru s úklonem okolo 70° k východu. Jde o pokles, který má v horní (jižní) části skalního hřbetu ohlázovou plochu (tektonické zrcadlo) s výraznou lineací.

Východ po geologické stránce náleží brusnickým vrstvám kumburského souvrství. Kumburské souvrství je nejstarším členem podkrkonošského permokarbonu,



**Obr. 1** Pohled na střední část výchozu Hrubá skála u Pecky od východu. Dobře patrné jsou paralelní zlomové plochy, zapadající strmě směrem k fotografovi. Mineralizovaná část se nachází na pravém okraji snímku. Foto J. Jirásek, 2012.

který ve westphalu D transgredoval přes krystalinikum. Brusnické vrstvy (westphal D až kantabr) jsou bazální li-tostratigrafickou jednotkou kumburského souvrství. V její litologii převládají červené aleuopelity, obsahující polohy střednozrnných až hrubozrnných oligomiktních až petromiktních slepenců. Ve slepencích převládá křemen (50 až 90 obj. %), šedé kvarcité (místy až 25 obj. %) a buližník (5 až 15 obj. %). Řídké jsou valouny kyselých eruptiv, rul, kvarciticých fylitů a granitoidů (Tásler et al. 1981; Prouza, Tásler 2001).

Barytová mineralizace na Hrubé skále byla zjištěna na dvou místech: v dolní (severní) části skalního hřbetu (souřadnice N 50° 28' 22.98" E 15° 35' 50.10") a zhruba v její střední části (Havelka, Havelka 1986).

## Metodika

Baryt byl identifikován práškovou rentgenovou analýzou na Institutu geologického inženýrství na VŠB-TU v Ostravě (analytik D. Matýšek). Měření probíhalo na přístroji Bruker-AXS D8 Advance s 2 $\theta$ / $\theta$  geometrií měření a s pozičně citlivým detektorem LynxEye za podmínek: záření CuK $\alpha$ /Ni filtr, napětí 40 kV, proud 40 mA, krokový režim s krokem 0.014°2 $\theta$ , s celkovým časem na kroku 4s. Jak pro měření, tak pro vyhodnocování byl použit firemní program BrukerDiffracSuite. Mřížkové parametry vypočtené Rietveldovou metodou v Programu Bruker Topas, verze 4.2 jsou udány v Å, zaokrouhlené na čtyři desetinná místa. V závorkách jsou uvedeny jejich relativní chyby, vztahující se na poslední platné číslo. Byl použit standardní vstupní model struktury barytu (DIFFRAC<sup>plus</sup> Professional TOPAS structural database).

Chemické složení barytu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta MU, Brno, analytik R. Škoda) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 keV, proud 20 nA, průměr svazku elektronů do 5  $\mu$ m. Jako standardy byly použity dobře definované homogenní minerály a syntetické fáze: Sr a S - SrSO<sub>4</sub>, Na - albit, Si a Mn - spe-sstartin, Mg - Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, P a Ca - fluorapatit, Fe - almandin,

F - topaz, Ba - baryt, Cl - vanadinit.

Přítomnost křemene byla potvrzena pomocí elektronového mikroskopu FEI Quanta-650 FEG s analyzáto-rem EDS-EDAX Galaxy (Hornicko-geologická fakulta VŠB-TU, Ostrava, analytik D. Matýšek). Jednalo se o bezstandardové energiově disperzní analýzy, pořízené za podmínek: urychlovací napětí 15 kV, proud 8 až 10 nA, průměr svazku elektronů 6  $\mu$ m, snížené vakuum s tlakem v komoře 50 Pa, vzorky bez pokovení.

Fluidní inkluze byly studovány petrograficky a mikrotermometricky. K mikrotermometrickému studiu byly použity štěpné úlomky barytu (Ulrich, Bodnar 1988). Rozlišení jednotlivých genetických typů inkluzí bylo provedeno v běžném výbrusu podle kritérií uvedených v literatuře (Roedder 1984). Ve studovaných inkluzích za laboratorní teploty byla konstatována přítomnost vodného roztoku (L - liquid), někdy i plynné fáze (V - vapour). Termometrické parametry inkluzí byly změřeny (Z. Dolníček) na Katedře geologie PřF UP v Olomouci v termokomoře Linkam THMSG 600. Měřeny byly: teplota homogenizace (Th), teplota zamrznutí inkluze (Tf), teplota eutektika (Te) a teploty tání dalších pevných fází - ledu (Tm ledu) a hydrohalitu (Tm hh). Komo- ra byla kalibrována pomocí anorganických standardů a fluidních inkluzí se známými teplotami fázových přechodů. Přesnost měření teploty je  $\pm 0.1$  °C. Salinita vodných roztoků byla vypočtena z teploty tání ledu podle Bodnara (1993).

Izotopové složení síry bylo sledováno v laboratořích České geologické služby v Praze na hmotnostním spektrometru Finnigan MAT 251. Baryt byl degazován ve směsi s V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a SiO<sub>2</sub> při cca 300 °C ve vakuu. SO<sub>2</sub> pro analýzu byl uvolněn žháním při 1000 °C ve vakuu ve směsi s Cu, která zabraňuje tvorbě SO<sub>3</sub>, dále vymražen a měřen oproti standardu kalibrovanému s CDT (troilit z meteoritu Canyon Diablo). Výsledek izotopové analýzy je vyjádřen v ‰ odchylce od CDT. Reprodukovatelnost celé metody je lepší než 0.3 ‰, chyba samotného měření je menší než 0.05 ‰.





**Obr. 2** Tabulkovité krystaly barytu nasedající na puklinu ve slepenci. Velikost vzorku 7 × 4.4 cm. Foto J. Jirásek.

## Výsledky

Barytová mineralizace na lokalitě je vázaná na drobnější pukliny ve slepencích, které jsou paralelní s hlavní zlomovou plochou. Pukliny a sekundární (tektonické) dutiny jsou v mineralizované zóně vyplněny hrubě krystalickými čirými až bílými masami barytu, který místy vytváří tabulkovité krystaly (obr. 2) až do velikosti 6 × 4 × 0.7 cm. Na základě makroskopického hodnocení lze konstatovat, že na krystalech převažují plochy bazálního pinakoidu {001} a vertikálního prizmatu {110}, rohy krystalů bývají někdy otupovány i malými ploškami (někdy zaoblenými) dalších 1 - 3 prizmat v pásmu (100):(001). Baryt ze studované lokality má mřížkové parametry  $a = 8.8861(1) \text{ \AA}$ ,  $b = 5.4561(7) \text{ \AA}$ ,  $c = 7.1584(9) \text{ \AA}$ . Po chemické stránce jde o velmi čistý baryt s obsahy stroncia menšími než 0.003 *apfu* a vápníku a železa menšími než 0.001 *apfu* (tab. 1). Obsahy ostatních prvků byly na mezi detekce nebo pod ní.

Havelka a Havelka (1986) popsali zdejší výskyt barytu jako monominerální. Při studiu vzorků optickou a elektronovou mikroskopií byly místy spolu s barytem zjištěny povlaky křemene s velikostí krystalů do prvních desetin

milimetru (obr. 3). Tento poznatek je důležitým důkazem hydrotermální silicifikace zdejších hornin v blízkosti zlomové struktury, která mohla vést ke vzniku morfologicky výrazného skalního hřbetu.

Krystalovaný baryt z dané lokality je velmi vhodným minerálem pro studium fluidních inkluzí. Obsahuje četné primární (obr. 4b) a zejména pseudosekundární inkluze (obr. 4a). Primární inkluze jsou v hostitelském minerálu rozloženy nepravidelně. Jsou trojrozměrné, často se silným okrajem, někdy tvaru „negativního krystalu“ (obr. 4b), o velikosti až 37  $\mu\text{m}$ . Pseudosekundární fluidní inkluze jsou ploché, rozmístěné podél vyhojených mikrotrhlin, oválné, mírně protažené nebo s různě členitou morfologií. Primární i pseudosekundární inkluze v barytu jsou převážně jednofázové, typu L (obr. 4b), ojediněle (cca v 5 % případech) i dvoufázové, typu L+V s variabilním stupněm zaplnění (plynná fáze zaujímá cca 5 až 50 % objemu inkluzí; obr. 4a,c,d). L i L+V inkluze se vyskytují pospolu v těchto strukturách (např. řádcích) a nebyla ani pozorována přednostní vazba L+V inkluzí s podobným stupněm zaplnění do samostatných řádků (srov. obr. 4a).

Dvoufázové L+V inkluze vykazují velmi široký rozsah homogenizačních teplot, od 163 °C do > 250 °C (vyšší

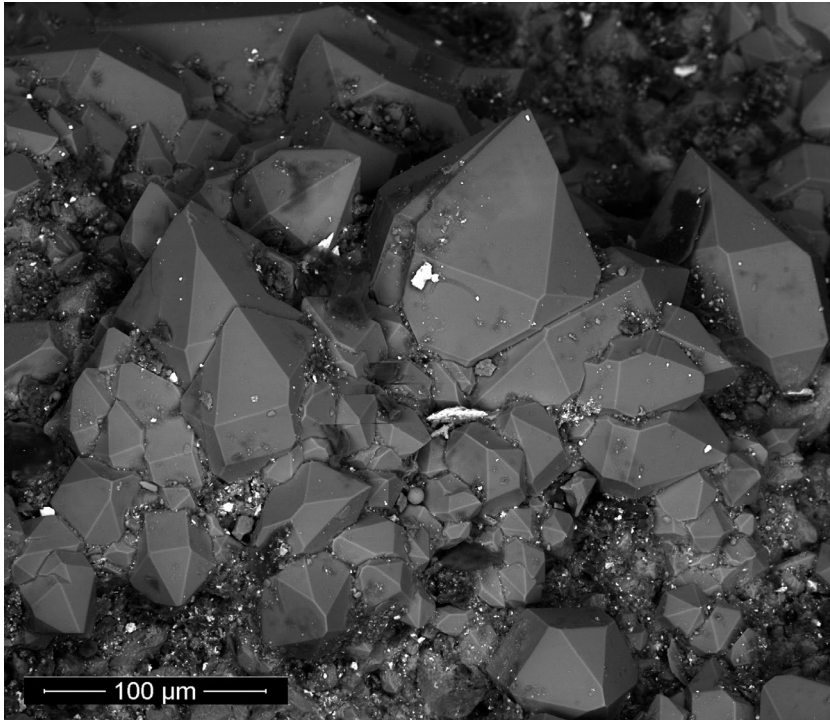
**Tabulka 1** Chemické složení barytu (hm. %) a přepočítaný empirický vzorec na 4 atomy kyslíku

	průměr	1	2	3	4	5	6	7	8
BaO	64.65	64.37	64.69	64.81	64.40	64.89	64.70	64.59	64.77
SrO	0.08	0.05	0.09	0.11	0.07	0.07	0.06	0.13	0.03
CaO	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
FeO	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
SiO <sub>2</sub>	0.04	0.02	0.06	0.05	0.07	0.01	0.08	0.05	0.03
SO <sub>3</sub>	34.24	34.49	34.39	34.88	34.63	34.59	34.57	34.05	24.33
$\Sigma$	99.04	98.93	99.26	99.86	99.17	98.57	98.48	98.83	99.23
Ba <sup>2+</sup>	0.988	0.980	0.985	0.976	0.976	1.006	1.002	0.991	0.988
Sr <sup>2+</sup>	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002
Ca <sup>2+</sup>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>2+</sup>	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Si <sup>4+</sup>	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.000	0.003	0.002	0.001
S <sup>6+</sup>	1.002	1.006	1.003	1.006	1.006	0.997	0.995	1.001	1.002

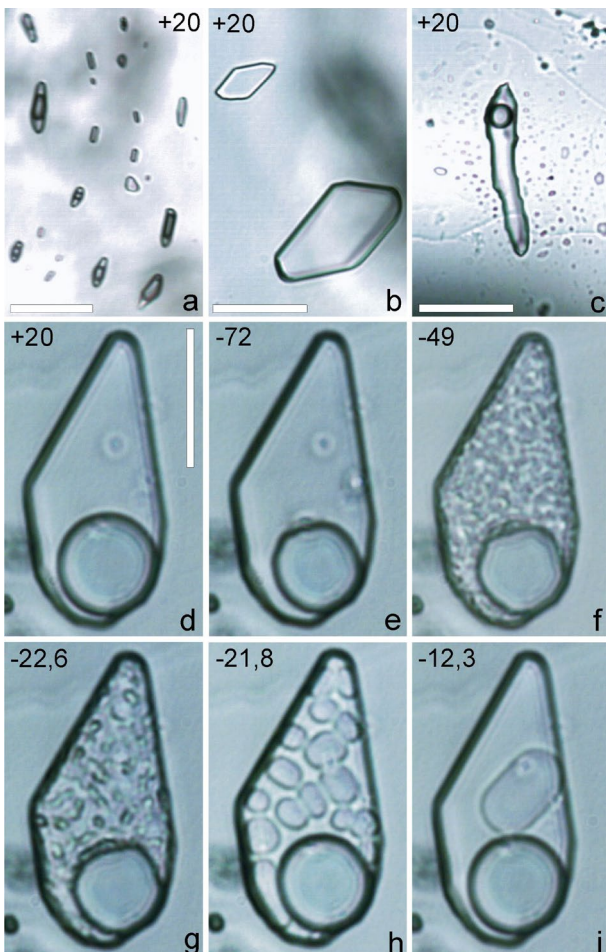
teploty nebyly měřeny). Data vykazují naprosto náhodnou prostorovou distribuci. Řada větších inkluzí (zejména plošších s četnými výběžky) dekrepitovala před dosažením teploty homogenizace (počínaje teplotou cca 180 °C).

Při kryometrii inkluze zamrzají za teplot -42 až -59

°C. Vymrzlé inkluze obvykle vykazují granulární strukturu pevných fází. U větších inkluzí bylo pozorováno ztmavnutí obsahu. Někdy inkluze mrznou i „sklovitě“, kdy jedinou pozorovatelnou změnou při zamrznutí je deformace plynné fáze (obr. 4e). Eutektické teploty, jejichž dosažení se při zpětném zahřívání vymrzlých inkluzí projevilo obje-



**Obr. 3** Mikroskopická drúza křemene v barytové žilovině zobrazená zpětně odraženými elektrony. Foto D. Matýšek.



**Obr. 4** Příklad fluidních inkluzí z barytu z Pecky: a - skupina pseudosekundárních inkluzí na vyhojené trhlině, vykazujících značnou variabilitu ve fázovém složení (inkluze typu L a L+V se silně variabilním stupněm zaplnění. b - primární inkluze typu L tvaru negativních krystalů. c - protáhlá velká dvoufázová L+V inkluze v asociaci s četnými drobnými L-inkluzemi. d-i - sekvence fotografií z kryometrického měření dvoufázové primární L+V inkluze. d - za pokojové teploty inkluze obsahuje vodný roztok a plynnou bublinu. e - zamrznutí vodného roztoku se projevilo pouze deformací plynné fáze. f - v eutektickém bodě došlo vedle objevení se první kapaliny k výrazné rekrytalizaci zbývajících pevných fází. g - při dalším zahřívání vznikly dobře identifikovatelné nazelenalé krystalky hydrohalitu s vystupujícím reliéfem a okrouhlé částice ledu s propadajícím reliéfem. h - po roztání hydrohalitu v inkluzi z pevných fází zbývají již jen okrouhlé částice ledu. i - v inkluzi zůstává poslední krystal ledu. Čísla v rozích snímků indikují teplotu (°C), měřítka mají 10 mm. Foto Z. Dolníček.



ním se první kapaliny a výraznou rekrystalizací zbývajících pevných fází (obr. 4f), byly v několika větších inkluzích naměřeny mezi -32 a -49 °C. Teploty tání hydrohalitu jako předposlední pevné fáze (obr. 4g) se pohybovaly mezi -21.8 až -28.5 °C. Led představuje u daných inkluzí poslední pevnou fázi, která při kryometrických měřeních v inkluzích zůstává během jejich pomalého ohřívání (obr. 4h,i). Naměřené hodnoty Tm ledu se pohybují v širším intervalu mezi -2.1 až -12.6 °C (obr. 5).

Pro jeden vzorek barytu byla naměřena hodnota  $\delta^{34}\text{S}$  +16.9 ‰ CDT.

## Diskuse

Fázové složení (převaha L-inkluzí, ojedinělý výskyt L+V inkluzí s velmi kolísavým stupněm zaplnění) i zjištěná variabilita naměřených teplot homogenizace L+V inkluzí nasvědčují buď náhodnému heterogennímu zachycení plynné fáze do L+V inkluzí, nebo porušení hermetičnosti některých (původně jednofázových) L-inkluzí. Baryt je vzhledem ke své nízké tvrdosti a výborné štěpnosti ve třech směrech považován za hostitelský minerál velmi náchylný k mechanickému postdepozičnímu porušení hermetičnosti inkluzí (Ulrich, Bodnar 1988). Přítomnost i relativně rozměrných (až desítky mm) jednofázových L-inkluzí nasvědčuje velmi nízkým teplotám krystalizace (pod cca 50 °C, Goldstein, Reynolds 1994).

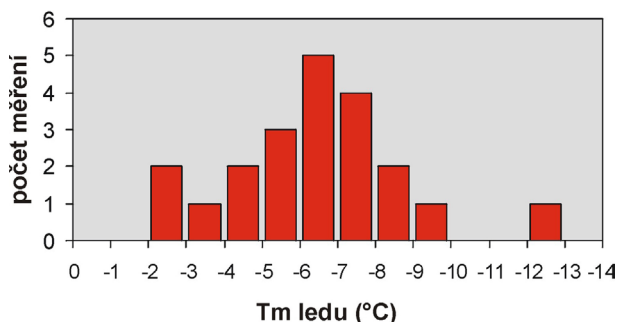
Teploty tání ledu (-2.1 až -12.6 °C) odpovídají salinitě mezi 3.5 a 16.5 hm. % NaCl ekv. (Bodnar 1993). Naměřené eutektické teploty fluidních inkluzí nasvědčují přítomnosti chloridů dvojjvalentních kovů (zejména Mg a Ca) vedle chloridu sodného (Davis et al. 1990). Aproximujeme-li složení daných roztoků systémem NaCl-CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O, lze pro inkluze, pro něž jsou k dispozici teploty tání hydrohalitu i ledu, prostřednictvím fázového diagramu určit poměry rozpuštěných solí. V daném případě se většinou jednalo o roztoky s převahou NaCl nad CaCl<sub>2</sub>, ojediněle je v inkluzích poměr obou solí vyrovnaný (obr. 6).

V dané situaci se nabízejí dva možné scénáře původu fluid dané mineralizace - buď mohly být hydrotermální roztoky generovány z okolních permokarbonských sedimentů, nebo může jít o externě derivované vody, přiváděné po významných zlomových strukturách. Při úvahách o možném zdroji fluid může napomoci srovnání získaných údajů s dostupnými informacemi o složení fluid různých mineralizací (tab. 2). Z porovnání nicméně jasně vyplývá, že parametry fluidních inkluzí studované mineralizace jsou bližší barytům žilných povariských mineralizací Českého masivu než mineralizacím z permokarbonských pánví. Variabilní hodnoty Tm ledu jsou konzistentní s

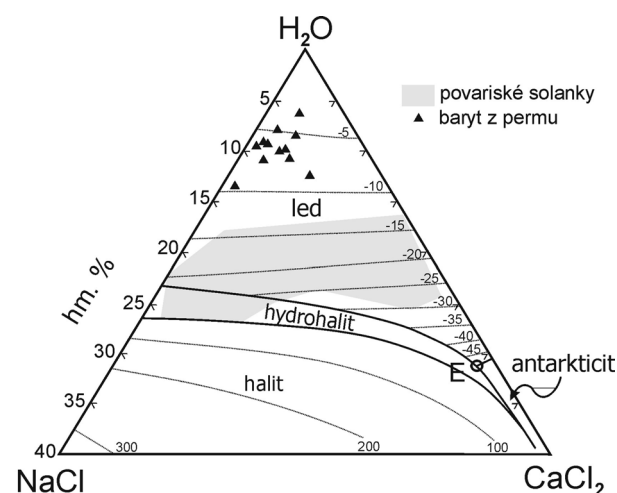
představou míšení koncentrovaných povariských Na-Ca chloridových solanek s nízkosalinní povrchovou vodou (obr. 6), což je jev běžně popisovaný ze žilných povariských barytových mineralizací Českého masivu (např. Žák et al. 1990).

Naměřená hodnota  $\delta^{34}\text{S}$  barytové síry (+16.9 ‰ CDT) je rovněž v souladu s dalšími lokalitami povariských žilných barytových mineralizací v Českém masivu (např. Mackov, Jirná a Pernarec s  $\delta^{34}\text{S}$  barytové síry = +10 až +25 ‰ CDT; Žák et al. 1990).

Lokalita je mineralogicky a petrograficky dobře srovnatelná s výskyty barytu v arkóze radvanického souslojí



Obr. 5 Histogram teplot tání posledního ledu ve fluidních inkluzích z barytu z Pecky.



Obr. 6 Průmět naměřených mikrotermometrických dat z barytu z Pecky do fázového diagramu systému NaCl-CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O (Davis et al. 1990). Pole povariských solanek převzato z práce Dolníčka et al. (2009).

**Tabulka 2** Porovnání vybraných parametrů fluidních inkluzí ze studovaného barytu z Pecky s publikovanými daty. Teplotní parametry ve °C, salinita v hm. % NaCl ekv.

	fázové složení	Th (L+V)	Tm ledu	salinita	solný systém	zdroj
1	L, ojed. L+V	163 - >250	-2.1 až -12.6	3.5 až 16.5	Na-Ca±Mg-Cl	tato práce
2	L+V, méně L	90 - 128	-0.5 až -6.4	0.9 až 9.7	Na-Cl, Na-Mg-Cl	Kratinová (2007)
3	L, místy L+V	32 - 75	-2.8 až -4.8	4.6 až 7.6	Na-Mg-Cl	Dolníček, nepubl. data
4	L, L+V	194 - 275	-0.2 až -1.1	0.4 až 1.9	nest.	Vytopilová (2009)
5	L, L+V	100 - 230	-1.7 až -12.0	3 až 16	Na-Ca±Mg-Cl	Žák et al. (1990)

Mineralizace: 1 - baryt z Pecky (žíla v karbonských sedimentech); 2 - kalcit z Budkovic (mandle a žíly v magmatitu z permu boskovické brázdy); 3 - kalcit z Malíkova (konkrete z permských sedimentů boskovické brázdy); 4 - křemen z Morcinova (mandle z permského melafyru, podkrkonošská pánev); 5 - povariské žilné (fluorit)-barytové mineralizace Českého masivu

(stephan B) vnitrosudetské pánve z okolí Jívky popsané Vejnarom (1962) a později Chrtem a Váňou (1989). Naopak podobnost s výskyty barytu v permokarbonských vyvřelinách v podkrkonošské a vnitrosudetské pánve bude třeba ověřit dalším výzkumem.

## Závěr

Hrubá skála u Pecky představuje ideální exkurzní lokalitu, ilustrující řadu fenoménů z různých oborů geologických věd. Jde o morfologicky výrazný hřbet, který díky prokřemenění působením hydrotermálních roztoků odolává erozi výrazně lépe než stejné horniny v širším okolí. Z hlediska regionálně-geologického a petrografického ilustruje bazální klastika, kterými začalo ve svrchním karbonu vyplňování podkrkonošské pánve. Ty obsahují špatně zaoblené a poměrně velké klasty různých typů hornin z oblasti zvičinského krystalinika a jeho nedochovaného sedimentárního pokryvu, transportované jen na krátkou vzdálenost. Prakticky celý hřbet odkrývá mohutnou zlomovou linii a paralelní tektonické dislokace nižšího řádu, včetně dobře pozorovatelné tektonické lineace v jižní části výchozu. Na severním konci hřbetu se na puklinách nachází poměrně hojná baryt-křemenná nízkotepelná hydrotermální mineralizace. V ní výrazně dominuje hrubě krystalický baryt, po chemické stránce prakticky bez příměsí. Žádné další minerály, které by umožňovaly charakterizovat průběh hydrotermálního mineralizačního procesu, nebyly zjištěny. Studium fluidních inkluzí barytu potvrdilo, že je geneticky bližší barytům žilných povariských mineralizací Českého masivu než mineralizacím z permokarbonských pánví.

## Poděkování

Autoři děkují za využití techniky získané z projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin, reg. č. CZ.1.05/2.1.00/03.0082, podporovaného Operačním programem Výzkum a vývoj pro Inovace, financovaného ze strukturálních fondů EU a ze státního rozpočtu ČR. ED2.1.00/03.0082. Studium fluidních inkluzí bylo podpořeno projektem IGA UP PrF\_2011\_010. Dále děkujeme Doc. Mgr. P. Koděrovi, Ph.D. a Ing. P. Paulišovi za kritické poznámky, které vedly ke zkvalitnění rukopisu.

## Literatura

Bodnar R. J. (1993) Revised equation and table for determining the freezing point depression of H<sub>2</sub>O-NaCl solutions. *Geochim. Cosmochim. Acta* 57, 683-684.

Davis D. W., Lowenstein T. K., Spencer R. J. (1990) Melting behavior of fluid inclusions in laboratory-grown halite crystals in the system NaCl-H<sub>2</sub>O, NaCl-KCl-H<sub>2</sub>O, NaCl-MgCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O and NaCl-CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. *Geochim. Cosmochim. Acta* 54, 591-601.

Dolníček Z., Fojt B., Prochaska W., Kučera J., Sulovský P. (2009) Origin of the Zálesí U-Ni-Co-As-Ag/Bi deposit, Bohemian Massif, Czech Republic: fluid inclusion and stable isotope constraints. *Miner. Deposita* 44, 81-97.

Fediuk F. (1989) Strontnatý baryt v mandlích „melafyru“ na Broumovsku. *Čas. Mineral. Geol.* 34, 4, 436.

Goldstein R. H., Reynolds T. J. (1994) Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals. 1-199, *Society for Sedimentary Geology, SEPM Short Course Notes Series Vol. 31, Tulsa.*

Havelka J., Havelka J. ml. (1986) Nález barytové mineralizace v sedimentech permokarbonu u Pecky v Podkrkonoší. *Geol. Průzk.* 28, 1, 22.

Chrt J. (1988) Barytové formace Českého masivu. *Geol. Průzk.* 30, 3, 65-68.

Chrt J., Apl J., Jurák J., Kumstát J., Slezák L., Váňa J., Zelinková Z. (1987) Závěrečná zpráva úkolu Ověřování F-Ba anomálií. *MS, Archiv ČGS - Geofondy Praha, P 56546.*

Chrt J., Jurák J. (1992) Baryt. In: *Kučvart M. (ed.): Ložiska nerudných surovin ČR II, 95-120. Vyd. Univerzita Karlova & Nakladatelství a vydavatelství JP, Praha.*

Chrt J., Váňa J. (1989) Netypický výskyt barytu u Jívky. *Geol. Průzk.* 31, 7, 217-218.

Kratinová L. (2007) Alterace hornin boskovické brázdy - produkt fosilního hydrotermálního systému? *MS, diplomová práce, PrF MU Brno.*

Prouza V., Tásler R. (2001) Podkrkonošská pánev. In: *Pešek J. (ed.): Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky, 128-166. Vyd. Čes. geol. úst., Praha.*

Roedder E. (1984) Fluid inclusions. *Rev. Mineral.* 12, 1-644.

Tásler R., Havlena V., Prouza V. (1981) Nové litostratigrafické členění centrální a západní části podkrkonošské pánve. *Věst. Ústř. Úst. geol.* 56, 3, 129-143.

Ulrich M. R., Bodnar R. J. (1988) Systematics of stretching of fluid inclusions. II. Barite at one atmosphere confining pressure. *Econ. Geol.* 83, 1037-1046.

Vejnar Z. (1962) Výskyt barytu v arkóze radvanických vrstev vnitrosudetské deprese. *Věst. Ústř. Úst. geol.* 37, 2, 107-115.

Vytopilová H. (2009) Křemité hmoty Podkrkonoší. *MS, bakalářská práce, PrF UP Olomouc.*

Žák K., Čadek J., Dobeš P., Šmejkal V., Reichmann F., Vokurka K., Sandstat J. S. (1990) Vein barite mineralization of the Bohemian Massif: S, O and Sr isotopes and fluid inclusion characteristics and their genetic implications. In: *Poole F. G., Dobeš P. (eds.): Proceedings of the symposium on barite and barite deposits, 35-49. Geological Survey Prague.*