

XENOTIM-(Y) Z RUDNÍ ŽÍLY NA LOKALITĚ ZLATÝ DŮL U HLUBOČEK (KULM NÍZKÉHO JESENÍKU)

Xenotime-(Y) in ore vein at the locality Zlatý důl near Hlubočky (Culm of the Nížký Jeseník Upland)

Zdeněk Dolníček

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

(25–11 Hlubočky)

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

Abstract

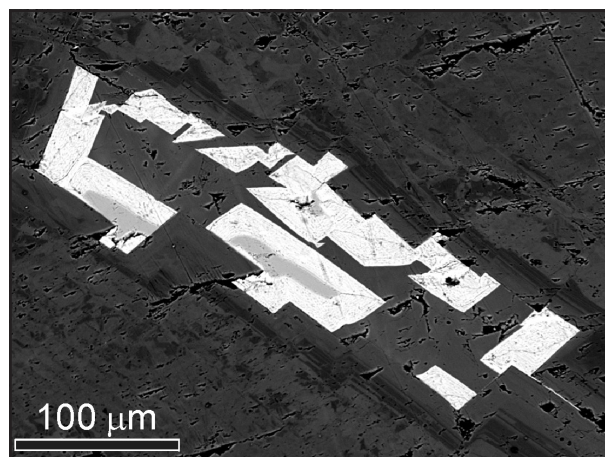
Xenotime occurs within polymetallic vein in dump material of former silver prospect at Zlatý důl near Hlubočky. The sample is formed by brecciated host Lower Carboniferous Culmian shales and siltstones, which are cemented by hydrothermal phases (quartz, siderite, carbonate of dolomite-ankerite series, chalcopyrite, dickite). Isometric grains of xenotime, up to 15 μm big, cut in form of a veinlet the hydrothermal quartz. Electron microprobe analyses showed that the studied phase is stoichiometric xenotime-(Y) containing 20 at. % of MREE and HREE instead of Y. Xenotime from Zlatý důl represents the first occurrence of MREE-HREE enriched REE-phase from hydrothermal veins in the whole Moravian-Silesian Culm. As such, its occurrence is a manifestation of (i) mobility of REE+Y under low-temperature conditions, and (ii) significant fractionation of REE in hydrothermal fluids hosted by low-grade Culmian metasediments.

Úvod

Lokalita Hlubočky-Zlatý důl se nachází přibližně 900 m sz. od žel. stanice Hlubočky-Mariánské Údolí, na břehu potoka Zlatý důl, který je pravostranným přítokem řeky Bystřice. Na levém břehu potoka se v blízkosti rekreačního objektu (chaty) nacházejí zbytky haldíček po středověké těžbě polymetalického zrudnění. Geologické prostředí je reprezentováno spodnokarbonskými kulmskými sedimenty moravického souvrství. Hydrotermální zrudnění je ve formě pravých žil vázáno na strmé dislokace směru SZ–JV. V haldovém materiálu lze studovat charakter hydrotermální mineralizace, kterou se podrobněji mineralogicky zabývali Zimák – Večeřa (1991). Úlomky žiloviny z odvalů jsou tvořeny zejména křemenem a karbonáty (starším dolomitem až Fe-dolomitem a mladším kalcitem), v nichž jsou vtroušena zrna nebo i větší kumulace sulfidických minerálů. Z nich je nejběžnější galenit a chalkopyrit, podstatně vzácnější jsou zrna pyritu a hnědého sfaleritu. Akcesoricky se v žilovině vyskytl i anatas a šupiny muskovitu. Mineralogické studium prokázalo dvě vývojové etapy hypogenního mineralizačního stadia, přičemž hlavní část sulfidických minerálů vznikla v mladší etapě. Ze sekundárních minerálů byl zjištěn limonit, covellín, chalkozín, malachit, chryzokol, anglesit, cerusit a oxihydroxidy manganu. Nově byl z lokality popsán i siderit (Zimák et al. 2002), ryzí stříbro, aragonit, směsný sekundární oxid Cu-Fe, brochantit, linarit a chalkantit (Novotný et al. 2005, Novotný – Pauliš 2006), zlato (Novotný 2009), dickit (Dolníček – Filip 2008) a pyromorfit (Novotný – Pauliš 2009).

Materiál a metodika

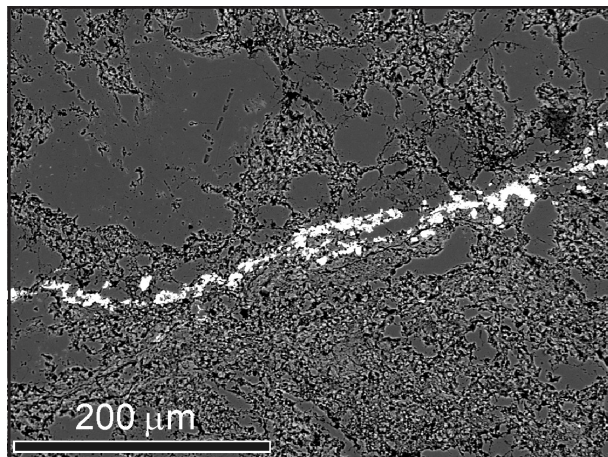
V r. 2007 byl na rozkopané haldíčce nalézající se cca 20 m na JZ od chaty nalezen vzorek hydrotermální žiloviny s obsahem Cu-minerálů. Studovaný vzorek je tvořen křemenem, sideritem, karbonátem dolomit-ankeritové



Obr. 1: Krystaly sideritu (světlé), obrůstané karbonátem dolomit-ankeritové řady (tmavý). Obraz BSE, foto P. Gadas.

Fig. 1: Siderite crystals (light) surrounded by carbonate of the dolomite-ankerite series (dark). BSE image, photo P. Gadas.

řady, chalkopyritem, dickitem a produkty supergenních přeměn (chalkozín, covellín a limonit). Hydrotermální minerály tmelí brekcii okolních hornin (černých tektonicky rozklouzaných břidlic, méně prachovců). Nejstarší fází je křemen, který má makroskopicky šedobílou barvu. Krystalizačně mladší jsou karbonáty. Starší siderit je zcela akcesorickou složkou žilné výplně, identifikovatelnou až v obraze odražených elektronů (obr. 1). Vytváří automorfně omezená růstově zonální individua o velikosti až 0,1 mm, která sloužila jako krystalizační základ pro mladší karbonát z dolomitové skupiny. Podle provedených mikrosondových analýz (tab. 1) obsahuje, kromě převažující sideritové komponenty (~85,0 mol. %), i zvýšený podíl kalcitové (~9,0 mol. %), méně i magnezitové (5,0 mol. %) molekuly, zatímco podíl rodochrozytu (0,9 mol. %) a smithsonitu (0,1 mol. %) je velmi nízký. Sukcesně mladší karbonát do-



Obr. 2: Žilka xenotimu (bílý), protínající starší hydrotermální křemen (černý). Obrázek BSE, foto P. Gadas.
 Fig. 2: Veinlet formed by xenotime (white) cut the older hydrothermal quartz (black). BSE image, photo P. Gadas.

lomit-ankeritové řady je drobnozrnný (individua do 2 mm) a navětralý (rezavá barva). V obraze odražených elektronů (obr. 1) je místy patrná zonální stavba nasvědčující variacím v chemickém složení (analýzy nebyly provedeny). Karbonát dolomitové skupiny obsahuje vtroušená nepravidelná zrna chalkopyritu o velikosti až 2 mm. V centrální části vzorku byla přítomna v karbonátu dutina, lemovaná růstově zonálními klencovými krystaly karbonátu. Dutina samotná byla zcela vyplněna bílým jílovým minerálem s hedvábným leskem, který byl již dříve identifikován jako dickit (Dolníček – Filip 2008). Sekundární minerály mědi (chalkozín a covellín) zatlačují od okrajů a po trhlinách zrna chalkopyritu, kdežto limonitizaci podléhají karbonáty.

Chemické složení minerálů bylo stanoveno na elektronové mikrosondě Cameca SX-100 na společném pracovišti ČGS a PřF MU v Brně (operátor P. Gadas). Analýzy byly provedeny ve vlnově disperzním módu za následujících podmínek: urychlovací napětí 15 kV, proud vzorkem 10 nA, šířka svazku 5 μm (siderit), resp. 1 μm (xenotim). Jako standardy byly použity syntetické fáze či dobře definované minerály.

Xenotim ze Zlatého dolu

Xenotim byl nalezen až při studiu leštěného výbrusu z výše charakterizovaného vzorku na mikrosondě. Minerál vytváří izometrická zrnka o velikosti do 15 μm, která žilkovitě pronikají starším křemenem (obr. 2). V odražených elektronech je patrná kompozičně homogenní stavba dané minerální fáze. Chemické složení (tab. 2) nasvědčuje velmi čistému xenotimu, s nízkým obsahem

	45 / 1 .	46 / 1 .
P ₂ O ₅	0,03	0,03
SiO ₂	0,99	1,26
SO ₂	0,03	0,07
FeO	54,62	57,76
MnO	0,56	0,57
MgO	1,82	1,69
CaO	4,72	4,24
SrO	0,04	0,03
ZnO	0,06	0,08
Total	62,88	65,73

Fe	0,846	0,864
Mn	0,009	0,009
Mg	0,050	0,045
Ca	0,094	0,081
Sr	0,000	0,000
Zn	0,001	0,001
Catsum	1,000	1,000

Tab. 1: Bodové WDX analýzy sideritu ze Zlatého dolu (hm. %) a empirické vzorce vypočtené na základ 1 atomu kyslíku.

Tab. 1: Spot WDX analyses of siderite from Zlatý důl (wt. %) and empirical formulae recalculated on the basis of 1 atom of oxygen.

	33 / 1 .	34 / 1 .
SO ₃	0,03	0,07
P ₂ O ₅	33,39	32,33
As ₂ O ₅	0,00	0,00
SiO ₂	2,41	2,91
ThO ₂	0,65	1,30
UO ₂	0,27	0,45
Al ₂ O ₃	0,30	0,64
Y ₂ O ₃	40,06	36,85
La ₂ O ₃	0,03	0,02
Ce ₂ O ₃	0,00	0,00
Pr ₂ O ₃	0,00	0,00
Nd ₂ O ₃	0,25	0,22
Sm ₂ O ₃	0,65	0,51
Gd ₂ O ₃	3,32	2,75
Dy ₂ O ₃	7,81	7,08
Ho ₂ O ₃	1,11	0,95
Er ₂ O ₃	3,57	3,19
Yb ₂ O ₃	2,07	1,91
Lu ₂ O ₃	0,61	0,63
CaO	0,19	0,68
FeO	0,13	0,27
MnO	0,00	0,00
PbO	0,31	0,30
F	0,16	0,19
Total	97,32	93,24

S	0,001	0,002
P	0,952	0,947
Si	0,081	0,101
Th	0,005	0,010
U	0,002	0,003
Al	0,012	0,026
Y	0,718	0,678
La	0,000	0,000
Nd	0,003	0,003
Sm	0,008	0,006
Gd	0,037	0,031
Dy	0,085	0,079
Ho	0,012	0,010
Er	0,038	0,035
Yb	0,021	0,020
Lu	0,006	0,007
Ca	0,007	0,025
Fe	0,004	0,008
Pb	0,003	0,003
F	0,017	0,020
Catsum	1,995	1,994

Tab. 2: Bodové WDX analýzy xenotimu ze Zlatého dolu (hm. %) a empirické vzorce vypočtené na základ 4 atomů (O+F).

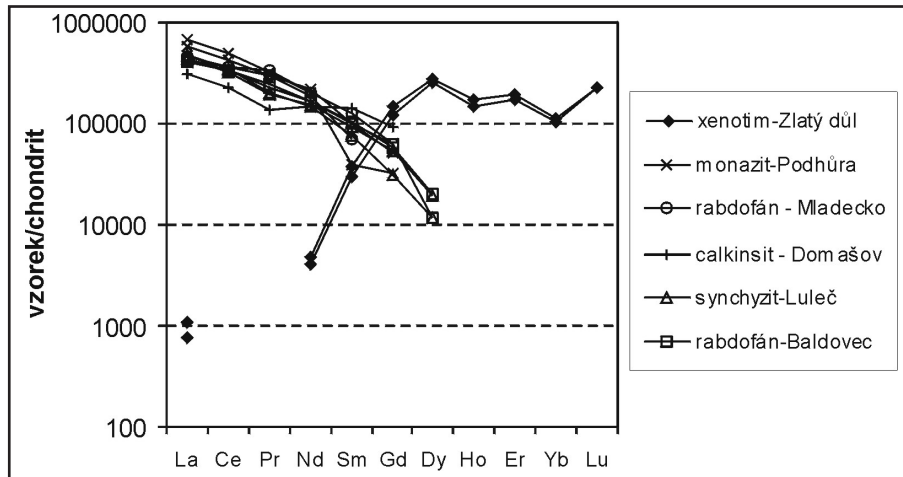
Tab. 2: Spot WDX analyses of xenotime from Zlatý důl (wt. %) and empirical formulae recalculated on the basis of 4 atoms of (O+F).

SiO₂ (kolem 2,5 hmot. %), vápníku (0,2 a 0,7 hmot. %) a fluoru (0,17 hmot. %). Lze konstatovat velmi dobrou

lokality	minerál	minerální asociace mineralizace	reference
Podhůra	monazit-(Ce)	křemen, chlorit	Zimák – Novotný (2002)
Mladecko	rabdořán-(Ce)	křemen, chlorit	Zimák – Novotný (2002)
Domašov n. Bystřicí	calkinsit-(Ce)	kalцит, Mg-ankerit	Zimák – Novotný (2002)
Rozstání-Baldovec	rabdořán-(Ce)	K-živec, křemen, chlorit	Krmiček et al. (2005)
Luleč	synchyzit-(Ce)	kalцит, sfalerit	Krmiček et al. (2005)
Hlubočky-Zlatý důl	xenotim-(Y)	křemen, siderit, dolomit, chalkopyrit, dickit	tato práce

Tab. 3: Přehled dosavadních nálezů REE minerálů na hydrotermálních žilách v moravskoslezském kulmu.

Tab. 3: An overview of known occurrences of REE minerals in hydrothermal veins from Moravo-Silesian Culm.



Obr. 3: C1-chondritem normalizované distribuce prvků vzácných zemin v xenotimu ze Zlatého dolu a v dalších REE-minerálech z hydrotermálních žil v oblasti moravskoslezského kulmu (viz tab. 3). Normalizační hodnoty podle Anderse a Grevesseho (1989).

Fig. 3: C1-chondrite normalized REE distributions in xenotime from Zlatý důl and in other REE-phases found in hydrothermal veins of the Moravo-Silesian Culm (cf. Table 3). Normalization values according to Anders and Grevesse (1989).

stechiometrii dané fáze (0,95 apfu P, suma 1,995 kationů na vzorcovou jednotku). Zhruba 20 % strukturních pozic yttria je zastupováno REE (v součtu 19,1 a 21,0 mol. %), což umožňuje daný minerál klasifikovat jako xenotim-(Y).

Diskuze a závěr

Nález ze Zlatého dolu představuje pro oblast moravskoslezského kulmu první nález xenotimu na hydrotermální žíle. Zároveň je to pro danou oblast a dané minerogenetické prostředí první nález samostatného REE+Y minerálu s dominantním zastoupením Y a středních až těžkých prvků vzácných zemin. Všechny dosud nalezené

samostatné hydrotermální minerály prvků vzácných zemin byly výrazně obohaceny na nejlhčí REE (viz obr. 3), a ve všech případech jejich chemické složení odpovídalo Ce-koncovým členům (srov. tab. 3). Nový nález je nejen dalším dokladem mobility prvků vzácných zemin za podmínek, při nichž docházelo k formování daných hydrotermálních žil (viz též Zimák – Novotný 2002), ale je i dokladem významné lokální frakcionace prvků vzácných zemin za relativně nízkoteplotních hydrotermálních podmínek (srov. Krmíček et al. 2005). Významná frakcionace REE byla dosud popisována hlavně z „alpských“ žil v krystaliniku, kde je vysvětlována vyšší koncentrací silných REE-komplexujících ligandů (iontů fluoridových, hydroxidových, fosfátových či karbonátových) v retrogradně-metamorfních fluidech, obohacených o zmíněné ligandy při alteracích biotitu, amfibolu, apatitu (např. Bau – Möller 1992). Ukazuje se, že k významné frakcionaci REE může dojít i v prostředí velmi málo metamorfovaných kulmských sedimentárních hornin.

Poděkování

Autor děkuje P. Gadasovi (MU Brno) za vyhotovení WDX analýz. Laboratorní etapa byla finančně podpořena grantem GAČR 205/07/P130.

Literatura

Anders, E. – Grevesse, N. (1989): Abundance of the elements: Meteoritic and solar. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53, 197–214.
 Bau, M. – Möller, P. (1992): Rare earth element fractionation in metamorphogenic hydrothermal calcite, magnesite and siderite. – *Mineral. Petrol.*, 45, 231–246.
 Dolníček, Z. – Filip, J. (2008): Dickit z hydrotermální žíly na lokalitě Zlatý důl u Hluboček (kulm Nížkého Jeseníku). – *Geol. Výzk. Mor. Slez.* v r. 2007, 15, 62–64. Brno.
 Krmíček, L. – Sulovský, P. – Halavínová, M. (2005): Výskyt minerálů vzácných zemin na hydrotermálních žilách Dražanské vrchoviny. – *Geol. Výzk. Mor. Slez.* v r. 2004, 12, 64–68. Brno.
 Novotný, P. (2009): Ověřovací práce v historických důlních dílech v okolí Velké Bystřice. – *Sborník abstraktů Moravskoslezské paleozoikum 2009*, 7–9. Olomouc.
 Novotný, P. – Pauliš, P. (2006): Stříbro z Mariánského Údolí a kalciopetersit z Domašova nad Bystřicí. – *Zprávy VMO, přír. vědy*, 285–287, 2–32. Olomouc.
 Novotný, P. – Pauliš, P. (2009): Pyromorfit z Hluboček-Mariánského Údolí – nový výskyt v moravskoslezském kulmu. – *Zprávy VMO, přír. vědy*, 297, 34–38. Olomouc.
 Novotný, P. – Sejkora, J. – Pauliš, P. (2005): Nové nálezy supergenních minerálů v horninách moravskoslezského spodního karbonu (kulmu) v okolí Olomouce. – *Bull. Mineral. – petrolog. Odd. Nár. Muz. Praha*, 13, 172–176. Praha.
 Zimák, J. – Novotný, P. (2002): Minerály vzácných zemin na hydrotermálních žilách v kulmu Nížkého Jeseníku a Oderských vrchů. – *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 51, 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. – *J. Czech Geol. Soc.*, 47, 3–4, 111–122. Praha.
 Zimák, J. – Večeřa, J. (1991): Mineralogická charakteristika Cu-Pb zrudnění na lokalitě „Zlatý důl“ u Hluboček-Mariánského Údolí u Olomouce. – *Acta Univ. Palack. Olom., Fac. Rer. Nat., Geogr.-geol.* XXX, vol. 103, 63–74. SPN Praha.