

Nordstrandit z kamenolomu Mokrá u Žlutic (Česká republika)

Nordstrandite from the Mokrá quarry near Žlutice (Czech Republic)

JIŘÍ SVEJKOVSKÝ¹⁾, PETR PAULIŠ^{2,3)*} A RADANA MALÍKOVÁ³⁾

¹⁾Severočeské doly a. s. - Doly Bílina, 5. května 213, 418 29 Bílina

²⁾Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; *e-mail petr.paulis@post.cz

³⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

SVEJKOVSKÝ J., PAULIŠ P., MALÍKOVÁ R. (2015) Nordstrandit z kamenolomu Mokrá u Žlutic (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 23, 1, 30-33. ISSN 1211-0329.*

Abstract

The active quarry Mokrá near Žlutice is a very interesting locality, where the first macroscopic samples of Al hydroxides in volcanic rocks in the Czech Republic were found. Besides previously identified böhmite and gibbsite, a macroscopic aggregates of nordstrandite were found. Nordstrandite occurs there in several generations and forms. It mostly creates yellowish to brownish hemispherical aggregates up to 8 mm with surface formed by thin tabular crystals. In smaller cavities, the mineral occurs in the form of groups of small straw-yellow and translucent tabular crystals forming fan- or hedgehog-like irregular aggregates with a size up to 5 mm. A different form of nordstrandite is represented by a light beige to white compact mass with conchoidal fracture and dull lustre similar to opal. The unit-cell parameters of nordstrandite, refined from powder X-ray data, are: a 5.10(2), b 5.07(2), c 5.12(2) Å, α 70.5(3), β 73.8(3), γ 58.2(3)° and V 2061(5) Å³.

Key words: nordstrandite, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, Mokrá near Žlutice, Czech Republic
Obdrženo: 30. 1. 2015; přijato: 4. 6. 2015

Úvod

Relativně vzácný minerál nordstrandit je podobně jako gibbsit, bayerit a doyleit polymorfní modifikací Al(OH)₃. V České republice byl dosud v makroskopickém měřítku zjištěn na trhlínách bazaltoidních hornin (nefelinický analcimit) v Děpoltovicích u Karlových Varů, kde se vyskytoval v poměrně hojném množství v asociaci s böhmitem a gonnarditem (Sejkora et al. 2010). V kamenolomu Mokrá u Žlutic byl dosud znám pouze jako významná příměs v gibbsitu zejména III. generace, ve které byla jeho přítomnost zjištěna rentgenometricky (Černý et al. 2002). Lze předpokládat, že podobně jako v saském Bärensteinu (Witzke 1994) spolu oba tyto minerály srůstají. Čistá nordstranditová fáze byla v Mokrém nalezena až na počátku roku 2014 prvním z autorů tohoto příspěvku.

ho především pyroxeny (kolem 60 %), které jsou přítomny především v základní hmotě a jen v malé míře (5 - 7 %) tvoří až 2 mm velké sloupečkovité vyrostlice. V základní hmotě jsou dále v menším množství zastoupena 0.0X mm velká xenomorfní zrna nefelínu (kolem 25 %), rudní minerál (magnetit) (10 - 12 %) a proměnlivé množství olivínu (0 - 3 %) a analcimu (informace F. Fediuk).

Přestože se tu těží kámen již od první republiky, nebyla v minulosti mineralogii věnována větší pozornost. Pouze Lázníčka (1965) se zmiňuje o žilách kalcitu a phillipsitu s natrolitem v ojedinělých dutinách. Nově se výzkumu zdejších minerálů věnovali Černý et al. (2002) a Svejkský a Dvořák (2002), kteří na lokalitě objevili krystalované vzorky několika generací gibbsitu. Černý et al. (2002) uvádějí navíc i böhmít a gibbsit s příměsí nordstranditu.

Charakteristika lokality

Činný třetážový kamenolom Mokrá (obr. 1) se nachází v Karlovarském kraji, cca 1.5 km západně od obce Mokrá a 5 km sv. od Žlutic na jižním úbočí kóty U lomu 591.3 m n. m. Vlastníkem lomu je společnost Kamenolomy ČR s. r. o., která zde těží bazalty (nefelinity) pro výrobu drceného kameniva. Geneticky je těleso nefelinitu spjata s terciérním vulkanismem Doupovských hor. Jedná se o samostatný přírodní kanál patrně miocénního stáří prorážející horniny tepelského krystalinika na jižní periferii vulkanického komplexu Doupovských hor. Zdejší nefelinit je černošedé barvy a tvoří



Obr. 1 Kamenolom Mokrá u Žlutic. Foto P. Pauliš, 2013.

Jednalo se o první nález těchto krystalovných Al-hydroxidů ve vulkanitech Českého masivu. Z dalších minerálů byly na této lokalitě zjištěny anortit, aragonit, augit, dolo-mit, hematit, *chlorit*, kalcit a zeolity (vedle již známého phillipsitu s natrolitem, nově i gonnardit a thomsonit; Černý et al. 2002).

Při návštěvě kamenolomu začátkem roku 2014 byly prvním z autorů (JS) ve stěně svrchního patra při sz. okraji kamenolomu (obr. 2) nalezeny dutiny s charakteristickými žlutavě hnědými polokulovitými agregáty Al-hydroxidů. Některé vzorky přitom svým ostře hrotitým zakončením krystalů nápadně připomínaly nordstrandit z lomu v Děpoltovicích, což bylo později analýzami potvrzeno.

Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly nanášeny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení nordstranditu bylo sledováno na energiově disperzním (EDS) mikroanalýzátoru Bruker Quantax (elektronová mikrosonda Cameca SX 100, Národní muzeum) operujícím při urychlovacím napětí 15 kV.

Charakteristika zjištěné mineralizace

Nordstrandit se objevuje na lokalitě v několika formách a generacích. Nejčastěji se vyskytuje v plochých dutinách nefelinitu o velikosti až 20 cm, kde nasedá na kůru staršího jemně krystalického phillipsitu. V této asociaci tvoří žlutavé až hnědožluté polokulovité, na lomu lesklé radiálně lupeňité agregáty o velikosti až 8 mm. Povrch těchto polokulovitých agregátů je tvořen hrotitým zakončením jednotlivých tenec tabulkovitých krystalů. Bohužel je povrch těchto ježkovitých agregátů často zastřen korozí způsobenou supergenními procesy (obr. 3), které probíhají v povrchových partiích. Takto korodované agregáty jsou na povrchu matné, pokryté povlaky (hydro)oxidů železa a manganu. Výrazné ostře ježkovité agregáty vytváří nordstrandit spíše v menších dutinách (obr. 4). V těch bývá potažen zelenošedým *chloritem* (obr. 5), případně je porostlý krystaly mladšího průsvitné-



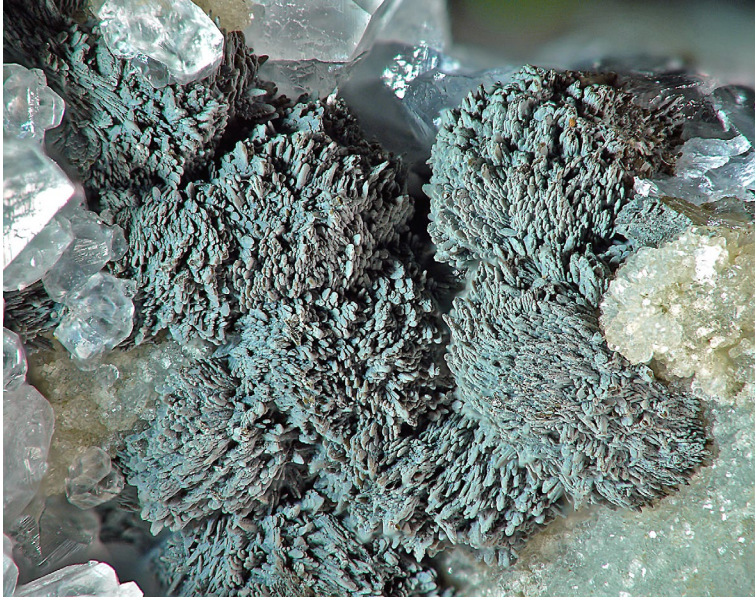
Obr. 2 Horní etáž kamenolomu Mokrá u Žlutic - místo nálezu nordstranditu. Foto P. Dvořák, 2014.



Obr. 3 Typický vzorek korodovaného nordstranditu z Mokré. Velikost polokulovitých agregátů až 8 mm. Foto Z. Dvořák.



Obr. 4 Ježkovitý nordstrandit z Mokré s drobně krystalovaným phillipsitem-K a kalcitem; šířka záběru 10 mm. Foto P. Fuchs.



Obr. 5 Nordstrandit z Mokré s povlakem chloritu; šířka záběru 10 mm. Foto P. Fuchs.



Obr. 6 Celistvý nordstrandit z Mokré, velikost vzorku 6 × 2 cm. Foto Z. Dvořák.



Obr. 7 Korodovaný agregát aragonitu s limonitem z Mokré; délka krystalů aragonitu až 2 cm. Foto Z. Dvořák.

ho kalcitu. V některých dutinách se nordstrandit objevuje společně s polokulovitými žlutavými agregáty gibbsitu s povrchem tvořeným plochami pseudohehexagonálních tabulkovitých krystalků. V menších dutinách se nordstrandit objevuje ve formě skupinek drobných slámově žlutých a průsvitných tabulkovitých krystalů, vytvářejících vějířky až nepravidelné ježkovité agregáty o velikosti do 5 mm. Jednotlivé krystaly dosahují délky kolem 1 mm. Tyto vějířky a ježkovité agregáty nordstranditu někdy nasedají na starší shluky pseudohehexagonálních krystalů gibbsitu. Zcela odlišnou formu nordstranditu představuje světle béžová až bělavá celistvá hmota s lasturnatým lomem a matným leskem, podobná opálu. Tento celistvý nordstrandit (obr. 6) vyplňuje vzácně celé prostory dutin v nefelinitu nebo jejich části, a tvoří podklad mladším ježkovitým agregátům nordstranditu. Největší nalezený vzorek celistvého nordstranditu dosahoval rozměrů 7 × 6 cm.

Rentgenová prášková data všech uvedených typů nordstranditu odpovídají publikovaným údajům pro tuto minerální fázi a současně v nich nebyla zjištěna žádná příměs dalších polymorfních modifikací $\text{Al}(\text{OH})_3$. Podrobně byla zpracována rentgenová prášková data nordstranditu tvořícího drobné ježkovité agregáty. Z hodnot intenzit difrakcí (tab. 1) je zřejmá výrazná přednostní orientace preparátu vyvolaná dokonalou štěpností tohoto minerálu. Zpřesněné parametry studovaného nordstranditu dobře odpovídají publikovaným údajům (Bosmans 1970) pro tuto minerální fázi (tab. 2).

Chemické složení bylo semikvantitativně zjišťované na nábrusech tří zrn morfologicky odlišných typů nordstranditu (vždy 4 až 5 stanovení). Všechny studované nordstrandity jsou velmi čisté, v podstatě byl detekován pouze Al. Pouze v několika analýzách bylo přítomno malé množství (0.0X - 0.5 hm. %) SiO_2 , CaO, MnO a (nebo) FeO.

V asociaci s nordstranditem byly zjištěny především phillipsit-K, gibbsit, kalcit a aragonit. V dutinách s polokulovitými ježkovitými agregáty nordstranditu se řídce vyskytují až 8 mm velké bílé, nažloutlé až hnědožluté polokulovité agregáty **gibbsitu**, jejichž povrch je tvořen plochami jednotlivých pseudohehexagonálních krystalků. Povrch gibbsitových agregátů je stejně jako u nordstranditu často postižen korozi a povlečen oxidy železa a manganu. Na nalezených vzorcích je gibbsit starší než nordstrandit, který na něj narůstá. Nejstarší výplní dutin a současně podkladem mladších minerálů jsou bílé lesklé krystalické kůry **phillipsitu-K**. Jednotlivé krystaly dosahují velikosti 0.X mm. Jedním z nejmladších minerálů dutin je **kalcit**, který narůstá na nordstranditové a gibbsitové agregáty. Tvoří bílé průsvitné klencové krystaly o velikosti do 4 mm nebo jejich drůzy. Pouze na jednom vzorku byl zjištěn **aragonit**, tvořící korodovaný agregát rovnoběžně



Obr. 8 Polokulovité limonitové agregáty z Mokré; velikost polokoulí do 1 cm. Foto Z. Dvořák.

srostlých až 2 cm velkých průsvitných sloupcovitých krystalů žlutavě šedé barvy (obr. 7), které narůstají na drobně krystalovaný phillipsit-K v asociaci s limonitem. Zajímavý je poměrně častý výskyt polokulovitých agregátů světle až tmavě hnědého limonitu (obr. 8). Matné nebo sametově lesklé polokoule dosahují průměru až 1 cm a nasedají na mikroskopický phillipsit. Větší polokoule jsou většinou duté s tloušťkou stěn až 1 mm. Výskyt limonitu nepochybně souvisí se zvětrávacími procesy způsobenými výskytem dutin v blízkosti povrchu. Polokoule limonitu se v dutinách objevují samostatně, ale také společně s nordstranditovými a gibbsitovými agregáty. Vzácně tu byly též zjištěny tenké čiré ledvinité náteky skelného opálu (hyalitu), které povlékaly drobně krystalovaný phillipsit. Výskyt opálu je spjat se zvětrávacími procesy v přívodních partiích. Limonit je rentgenamorfní a po chemické stránce v něm bylo vedle dominantního obsahu Fe_2O_3 (> 90 hm. %), zjištěno menší množství SiO_2 , MgO, Al_2O_3 (jednotky hm. %) a MnO (desetiny hm. %).

Tabulka 1 Rentgenová prášková data nordstranditu z Mokré

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}
0	0	1	4.773	100	4.788
-1	0	0	4.308	1	4.301
0	1	0	4.211	1	4.194
-1	-1	0	4.146	<1	4.161
1	1	1	3.878	<1	3.890
0	1	1	3.581	1	3.591
1	0	1	3.438	<1	3.424
0	-1	1	2.859	<1	2.847
-1	-1	1	2.699	<1	2.705
2	1	1	2.4806	<1	2.4791
1	2	0	2.3893	2	2.3896
-1	1	1	2.2549	<1	2.2523
2	1	2	2.0179	<1	2.0166
-1	-2	1	1.9043	<1	1.9003
0	-2	1	1.7714	<1	1.7767
3	2	1	1.6782	<1	1.6769
2	3	2	1.5887	<1	1.5882
2	1	3	1.5505	<1	1.5498
3	1	2	1.5083	<1	1.5106

Tabulka 2 Parametry základní cely nordstranditu (pro triklinickou prostorovou grupu P-1)

	tato práce	Bosmans (1970)
<i>a</i> [Å]	5.10(2)	5.114
<i>b</i> [Å]	5.07(2)	5.082
<i>c</i> [Å]	5.12(2)	5.127
α [°]	70.5(3)	70.27
β [°]	73.8(3)	74.00
γ [°]	58.2(3)	58.47
<i>V</i> [Å ³]	105(3)	106.09

Závěr

Činný kamenolom Mokrá u Žlutic je velmi zajímavou lokalitou, ze které pocházejí první nálezy makroskopických vzorků hydroxidů Al z vulkanických hornin v ČR. Vedle již dříve zjištěných minerálů böhmitu a gibbsitu je nově popsán makroskopický výskyt nordstranditu.

Kamenolom je stále nadějnou lokalitou, na které lze vedle těchto minerálních fází sbírat některé zeolity a další minerály. Pro vstup je třeba povolení provozovatele lomu.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za laskavé poskytnutí fotografií P. Fuchsovi a Z. Dvořákovi z Teplic. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci v rámci projektu NAKI-DF12P010-VV021.

Literatura

- Bosmans H. J. (1970) Unit cell and crystal structure of nordstrandite, $\text{Al}(\text{OH})_3$. *Acta crystallogr., Sect. B*, 26, 649-652.
- Černý P., Černý P., Habermann V., Koloušek D., Ondruš P., Veselovský F. (2002) Mokrá u Žlutic, lokalita gibbsitu, böhmitu a zeolitů. *Minerál* 10, 6, 403-408.
- Laugier J., Bochu B. (2011) LMGP-Suite of Programs for the Interpretation of X-ray Experiments. <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp>, přístup duben 2011.
- Lázníčka P. (1965) Nové nálezy nerostů v Čechách. *Národní muzeum a Společnost Národního muzea*, 11. Praha.
- Sejkora J., Jebavá I., Plášil J., Bureš B., Tvrđý J. (2010) Nordstrandit z lomu v Děpoltovicích u Karlových Varů (Česká republika). *Bull. mineral.- petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 18, 1, 33-41.
- Svejkovský J., Dvořák Z. (2002) Gibbsit z kamenolomu Mokrá u Žlutic. *Bull. mineral.- petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 10, 333 - 334.
- Witzke T. (1994) Neufunde aus Sachsen (II): Nordstrandit vom Bärenstein bei Annaberg in Sachsen. *Lapis* 19, 10, 36-39.