

# Stilbit-Ca z amfibolitového kamenolomu Markovice u Čáslavi (Česká republika)

## Stilbite-Ca from amphibolite quarry Markovice near Čáslav (Czech Republic)

PETR PAULIŠ<sup>1)</sup>, JAROSLAV HEŘMÁNEK<sup>2)</sup>, IVANA JEBAVÁ<sup>3)</sup> A LUKÁŠ ZAHRADNÍČEK<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora

<sup>2)</sup> Nerudova 282, 285 71 Vrdy

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

PAULIŠ P., HEŘMÁNEK J., JEBAVÁ I., ZAHRADNÍČEK L. (2011): Stilbit-Ca z amfibolitového kamenolomu Markovice u Čáslavi (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 19/1, 52-55. ISSN: 1211-0329.

### Abstract

Stilbite-Ca was found in the active Markovice amphibolite quarry near Čáslav (Czech Republic). It crystallizes there as white, yellowish to reddish vitreous aggregates with columnar crystal shape, about 1 mm in the size. The crystals grow in the prehnite pocket which has about 5 cm in diameter. Stilbite-Ca from the Markovice quarry has exceptional contents of BaO (2 wt. %), which has not been published for minerals of stilbite series. The samples were studied by the PXRD and EDX analysis. The unit-cell parameters refined from X-ray powder data are:  $a = 13.622(9)$ ,  $b = 18.229(8)$ ,  $c = 11.269(7)$  Å,  $\beta = 127.94(2)$ ,  $V = 2207(2)$  Å<sup>3</sup>.

**Key words:** stilbite-Ca, X-ray powder diffraction, chemical composition, Markovice quarry, Czech Republic

### Úvod

Stilbit patří k poměrně hojným zeolitům, které se v České republice nacházejí na řadě lokalit. Na základě návrhu nové nomenklatury zeolitů (Coombs et al. 1997) rozeznáváme podle převahy vápníku či sodíku stilbit-Ca a stilbit-Na. Stilbit-Ca se v ČR vyskytuje například v dutinách paleobazaltů na Kozákově, v dutinách vulkanitů na Mariánské hoře v Ústí nad Labem, Dolních Zálezlech, na Vinařické hoře u Kladna, na žilách alpského typu v Sudějově, Rožné, Mirošově, Krásném u Šumperka, Sobotíně apod. (Pauliš 2011). Zjištěn byl též na puklinách alterovaného tonalitu v činném kamenolomu v Mistrovicích u Jablonného nad Orlicí (Jirásek, Martinec 2004), v Rejtě u Trhových Svin (Welser, Zikeš 2007), na Holubím vrchu u Šumperka a Revízu (Novotný 2004) a na dalších místech.

### Mineralogické poměry lokality

Klasickou lokalitou minerálů alpských žil s vysokým obsahem vápníku je činný amfibolitový kamenolom v Markovicích (4 km vjv. od Čáslavi, střední Čechy, Česká republika). V kamenolomu se na výrobu drceného kameniva těží především masivní amfibolit, často páskovaný, který je tvořen převážně amfibolem a plagioklasem, v menší míře monoklinickým pyroxenem (diopsid), epidotem apod. Amfibolit, který je součástí ratajské zóny kutnohorského krystalinika, tvoří asi 300 m mocné těleso uložené ve svorech a svorových rulách. Horniny krystalinika částečně kryjí sedimentární horniny svrchní křídý, obsahující četné fosílie (typický vývoj příbřežní facie).

V první souborné práci o lokalitách a minerálech Čáslavska (Kratochvíl 1911) se již tato lokalita uvádí jako nejzajímavější v regionu, s výskytem analcimu velikosti „malé pěsti“, které se krásou vyrovnají fasským. Růžička (1947) odtud již uvádí třicet minerálů. V tu dobu je markovický lom největším, a po mineralogické stránce nejbo-

hatším na Čáslavsku.

Hlavní složkou relativně vysoce temperovaných žil, pronikajících amfibolitové těleso v Markovicích, jsou zelený diopsid, bílý plagioklas, narůžovělý stébelnatý klinozoisit, světle hnědý tabulkovitý titanit, zelený epidot, tmavozelený chlorit a kalcit. Lokalita proslula především několika centimetrů mocnými žilami zelenavého, vzácně i narůžovělého prehnitu, v jejichž dutinách tvoří tento minerál pěkné kulovité a hroznovité agregáty složené z drobných krystalových jedinců. Z dalších minerálů jmenujme až 3 cm velké nízké skalenoedry kalcitu, datolit, čiré či albinizované krystaly apofylitu, křišťál a další minerály. Markovický lom poskytl též velmi kvalitní vzorky zeolitů. Dosud jich zde bylo zjištěno pět druhů: analcim, heulandit, chabazit, natrolit a laumontit (Pauliš 2003). Studium některých z nich (heulandit, laumontit, natrolit) se zabýval Rychlý (1982).

### Metodika výzkumu

Stilbit-Ca byl identifikován rentgenometricky na rentgenovém práškovém difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum) za následujících podmínek: záření CuK $\alpha$ , 40 kV/40 mA, pozičně citlivý detektor LynxEye, krok 0.02° 2 $\theta$ , variabilní načítací čas 1.5 - 36.3 s/krok, celkový čas experimentu 17 h 20 min. Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu Topas (Bruker). Mřížkové parametry byly vypřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011)

Chemické složení bylo sledováno pomocí energiově disperzního (EDS) mikroanalyzátoru Bruker Quantax (elektronová mikrosonda Cameca SX 100, Národní muzeum) operujícím při urychlovacím napětí 15 kV. Výsledky analýz byly po dopočtu teoretického obsahu H<sub>2</sub>O přepočteny na 100 hm. %.

### Charakteristika stilbitu-Ca

V červnu 2011 byl druhým z autorů nalezen v jižní části západní stěny 2. patra činného kamenolomu v Markovicích vzorek neznámého minerálu, který byl následně identifikován jako stilbit-Ca. Místo nálezu je vyznačeno na obrázku 1 bílou elipsou. Studovaný zeolit byl nalezen v přibližně 10 cm mocné výplni nepravidelné trhliny v amfibolitu, která je tvořena z největší části celistvým narůžovělým ortoklasem, který brekciovitě uzavírá 2 - 3 cm velké ostrohranné úlomky amfibolitu. Na tento živec, který je nejstarším minerálem popisované asociace, nasedají až 15 mm mocné vějířovité agregáty hnědošedého klinozoisitu. V pořadí dalším minerálem této „alpské žíly“ je světle zelený prehnit, na jehož krystaly narůstají v dutině o rozměrech kolem 5 cm drúzy stilbitu-Ca. Nejmladším minerálem, zcela vyplňujícím prehnitovou dutinu se stilbitem, byl bělavý kalcit, který byl odstraněn zředěným roztokem kyseliny chlorovodíkové.

Stilbit-Ca tvoří drúzy skelně lesklých bílých, nažloutlých až načervenalých sloupcovitých krystalů a jejich srostlic o velikosti kolem 1 mm, které narůstají v dutině na prehnit. Na krystalech převládají prizmatické plochy (010) a (100). Z dalších ploch jsou vyvinuty báze (001) a v menší míře plochy pyramidální (111) (obr. 2 - 4).

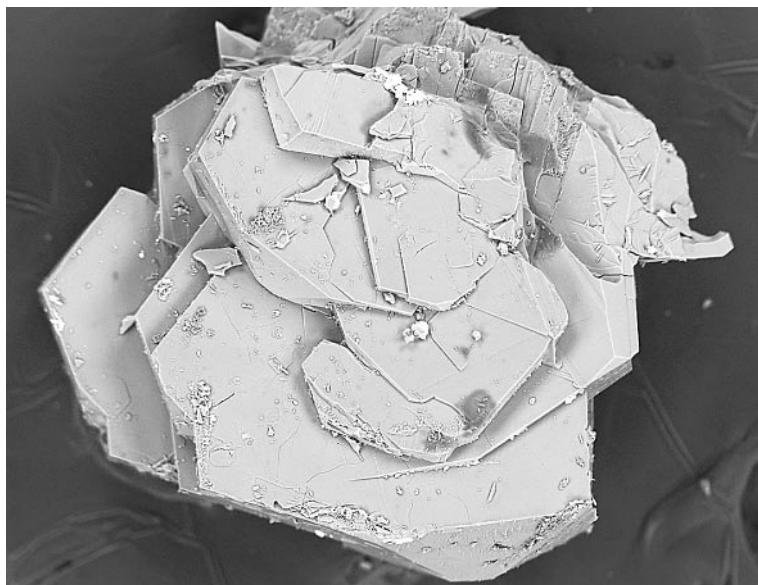
**Obr. 2** Srostlice krystalů stilbitu-Ca z Markovic (šířka záběru 4 mm). Foto L. Zahradníček.



**Obr. 1** Činný lom v Markovicích (místo nálezu je vyznačeno bílou elipsou), stav červenec 2011. Foto J. Heřmánek.



**Obr. 3** Srostlice krystalů stilbitu-Ca z Markovic (šířka záběru 4 mm). Foto L. Zahradníček.



Obr. 4 Srostlice krystalů stilbitu-Ca z Markovic (SEM) (šířka záběru 2 mm). Foto I. Jebavá.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data stilbitu-Ca z Markovic

h	k	l	$I_{\text{obs}}$	$d_{\text{obs}}$	$d_{\text{calc}}$	h	k	l	$I_{\text{obs}}$	$d_{\text{obs}}$	$d_{\text{calc}}$	h	k	l	$I_{\text{obs}}$	$d_{\text{obs}}$	$d_{\text{calc}}$
0	2	0	100	9.070	9.114	1	5	1	6	3.025	3.023	5	3	0	<1	2.0209	2.0256
0	0	1	73	8.909	8.886	-1	3	3	3	2.996	3.000	-2	4	5	<1	1.9171	1.9224
-2	0	1	<1	6.801	6.810	0	0	3	5	2.969	2.962	-4	8	2	<1	1.8928	1.8937
0	2	1	1	6.356	6.363	0	6	1	1	2.869	2.875	-5	1	6	<1	1.8581	1.8600
-2	0	2	1	5.410	5.440	0	2	3	<1	2.825	2.817	0	10	0	1	1.8231	1.8228
-1	3	1	1	5.273	5.305	-3	5	1	1	2.801	2.803	-6	0	6	1	1.8168	1.8135
2	2	0	9	4.640	4.627	-2	6	1	2	2.766	2.774	1	7	3	<1	1.8030	1.7997
0	4	0	1	4.544	4.557	-4	0	4	2	2.723	2.720	-6	6	4	1	1.7869	1.7853
0	0	2	2	4.458	4.443	-4	4	1	<1	2.606	2.600	-6	6	2	1	1.7830	1.7779
-3	1	1	2	4.265	4.263	3	5	0	1	2.557	2.555	5	3	1	<1	1.7671	1.7655
1	3	1	16	4.047	4.039	0	4	3	1	2.4843	2.4835	-3	3	6	<1	1.7397	1.7432
0	2	2	3	4.000	3.994	-5	3	2	<1	2.4608	2.4577	2	10	0	<1	1.7262	1.7261
-2	0	3	2	3.724	3.744	-5	1	1	<1	2.4362	2.4405	1	5	4	1	1.7213	1.7199
-3	3	2	1	3.563	3.571	2	6	1	<1	2.3450	2.3477	-3	7	5	<1	1.6959	1.6932
3	1	0	<1	3.517	3.514	4	4	0	<1	2.3141	2.3137	3	7	2	<1	1.6863	1.6821
2	4	0	1	3.478	3.475	-4	6	2	<1	2.2649	2.2669	-5	7	5	<1	1.6703	1.6698
-1	5	1	<1	3.448	3.457	-6	2	3	<1	2.2019	2.2028	-5	5	6	<1	1.6610	1.6637
2	2	1	1	3.426	3.427	-5	5	3	<1	2.1641	2.1687	-3	5	6	<1	1.6300	1.6281
-1	1	3	1	3.390	3.390	0	2	4	<1	2.1491	2.1584	3	5	3	<1	1.6171	1.6155
-4	2	2	2	3.178	3.190	-2	0	5	<1	2.1210	2.1203	0	8	4	<1	1.5894	1.5906
-3	3	3	1	3.121	3.114	-2	2	5	1	2.0624	2.0652	-1	7	5	<1	1.5654	1.5650
3	3	0	1	3.096	3.085	0	8	2	<1	2.0325	2.0275	6	2	1	<1	1.5560	1.5542

Tabulka 2 Mřížkové parametry stilbitu-Ca (pro monoklinickou prostorovou grupu C2/m)

	tato práce	Galli (1971)
$a$ [Å]	13.622(9)	13.64(3)
$b$ [Å]	18.229(8)	18.24(4)
$c$ [Å]	11.269(7)	11.27(2)
$\beta$ [°]	127.94(2)	128.00(25)
$V$ [Å <sup>3</sup> ]	2207(2)	2209.5

Rentgenová prášková data stilbitu-Ca z Markovic (tab. 1) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tuto minerální fázi i záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Galli 1971). Na rozdíl od chemicky velmi blízkého ortorombického stelleritu bylo v experimentálním záznamu pozorováno charakteristické rozštěpení některých difrakčních maxim vyvolané nižší, monoklinickou symetrií stilbitu (Di Renzo, Gabelica 1997). Vypřesněné parametry základní cely analyzovaného stilbitu-Ca jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji.

Chemické složení bylo zjištěno na základě 3 bodových stanovení ze tří různých krystalů (tab. 3). Vedle obsahu vápníku je v kationtové části zastoupen poměrně vysoký podíl  $K_2O$ ,  $MgO$  a  $BaO$ . Zajímavý je především vyšší obsah  $BaO$ , který dosud nebyl u tohoto zeolitu zaznamenán (Passaglia et al. 1978; Tschernich 1992).

### Závěr

V činném kamenolomu Markovice u Čáslavi byl nalezen stilbit-Ca - zeolit, který z této známé lokality dosud nebyl popsán. Zdejší stilbit-Ca je výjimečný vysokým obsahem  $BaO$  (2 hm. %). Nález stilbitu-Ca je ukázkou toho, že i na klasické lokalitě známé desítky let je možné nově objevit zajímavou mineralizaci.

**Tabulka 3** Chemické složení stilbitu (hm. %)

	stilbit-Ca			stilbit-Na	
	1	2	3	4	
$SiO_2$	55.53	52.70	56.37	58.32	60.59
$Al_2O_3$	16.20	17.71	16.88	13.95	15.13
$MgO$	1.10	-	0.10	0.00	0.20
$CaO$	3.95	7.76	7.80	1.59	4.00
$BaO$	2.08	-	-	-	-
$Na_2O$	0.09	2.39	1.18	2.41	4.93
$K_2O$	2.62	1.09	1.57	1.42	3.04
$H_2O$	18.43	18.35	16.10	15.90	17.54
$\Sigma$	100.00	100.00	100.00		

1 - průměr ze tří stanovení, Markovice (tato práce);

2 - Pedemonte, Švýcarsko (Anthony et al. 1995);

3 - Rejta, Česká republika (Welsler, Zikeš 2007);

4 - ostrovy Kuiu a Kupreanof, Aljaška (Di Renzo, Gabelica 1997).

### Literatura

- Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C. (1995): Handbook of Mineralogy. Volume 2, Part 2, 754. - Mineral Data Publishing, Tucson, Arizona.
- Coombs D. S. et al. (1997): Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee on zeolites of the International Mineralogical Association, Commission on the New Minerals and Mineral Names. - *Can. Mineral.* **35**, 1571-1606.
- Di Renzo F., Gabelica Z. (1997): Barrerite and other zeolites from Kuiu and Kupreanof islands, Alaska. - *Can. Mineral.* **35**, 691-698.
- Galli E. (1971): Refinement of the crystal structure of stilbite. - *Acta Cryst.* **B 27**, 833-841.
- Jirásek J., Martinec P. (2004): Stilbit-Ca z kamenolomu v Mistrovicích u Jablonného nad Orlicí. - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **12**, 223-224.
- Kratochvíl J. (1911): Nerosty okolí čáslavského. - In: 41. výr. zpr. Klubu přír. za r. 1910, 35-38.
- 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.
- Novotný P. (2004): Minerály žil alpského typu v severovýchodní části Českého masivu. - *Zpr. Vlastivěd. Muz.*, **281**, 13-63. Olomouc.
- Passaglia E., Galli E., Leoni L., Rossi G. (1978): The crystal chemistry of stilbite and stellerites. - *Bull. Minéral.* **101**, 368-375.
- Pauliš P. (2003): Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech II. - 1-136, Kuttna, Kutná Hora.
- Pauliš P. (2011): Nový přehled minerálů České republiky a jejich lokalit. - 1-232, Kuttna, Kutná Hora.
- Růžička Č. (1947): Lomy a nerosty čáslavského okolí. - *Podoubraví* **15**, 4-5, 70-74.
- Rychlý R. (1982): Revize zeolitů z Markovic u Čáslavi. - *Čas. Mineral. Geol.* **27**, 3, 315-316.
- Tschernich R. W. (1992): Zeolites of the World. - Geoscience Press, Phoenix.
- Welsler P., Zikeš J. (2007): Zeolity z lokality Rejta u Trhových Svinů. - *Sbor. Jihočes. Muz. (České Budějovice), přír. Vědy* **47**, 59-64.