

Heulandit-Ca z Vinařické hory u Kladna (Česká republika)

Heulandite-Ca from Vinařická hora near Kladno (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, BOHUSLAV BUREŠ³⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾, RADANA MALÍKOVÁ²⁾, LUBOŠ VRTIŠKA²⁾
A ONDŘEJ POUR⁴⁾

¹⁾Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; *e-mail petr.paulis@post.cz

²⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

³⁾Plevenská 3111, 143 00 Praha 4

⁴⁾Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

PAULIŠ P, BUREŠ B, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, VRTIŠKA L, POUR O (2018) Heulandit-Ca z Vinařické hory u Kladna (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 26(2): 163-167. ISSN 2570-7337

Abstract

The heulandite-Ca was identified in the material from the classical mineralogical locality Vinařická hora near Kladno (Czech Republic). It forms greyish white (some with yellow to orange tints) crystalline coatings formed by individual crystals with size 0.01 - 0.03 mm sitting in cavities up to 7 cm across in volcanoclastics. Its unit-cell parameters refined from the powder X-ray data are: a 17.732(5) Å, b 17.823(4) Å, c 7.433(2) Å, β 116.34(1)° and V 2105.3(9) Å³. Based on Ba contents, two types of heulandite-Ca can be recognized. The prevailing Ba-poor one with empirical formula $(\text{Ca}_{4.95}\text{K}_{0.66}\text{Na}_{0.20}\text{Sr}_{0.19}\text{Ba}_{0.02})_{\Sigma 3.02}(\text{Si}_{28.85}\text{Al}_{7.63})\text{O}_{72} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ encloses tiny skeletal relics of Ba-rich heulandite-Ca with empirical formula $(\text{Ca}_{2.35}\text{K}_{1.65}\text{Ba}_{1.49}\text{Na}_{0.18})_{\Sigma 5.67}(\text{Si}_{26.53}\text{Al}_{9.46})\text{O}_{72} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$.

Key words: heulandite-Ca, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, volcanoclastics, Vinařická hora near Kladno, Czech Republic

Obdrženo 6. 10. 2018; přijato 4. 12. 2018

Úvod

Vinařická hora (413 m n. m.), rozkládající se přibližně 1 km s. od Vinařic a 6 km s. od Kladna, je pozůstatkem terciérní vulkanické činnosti ve středních Čechách. Dříve byla považována za zbytek stratovulkánu, který je tvořen vrstvami kompaktního olivinického nefelinitu, silně pórovitým nefelinitem a struskovitými pyroklastiky (Kopecký 1959). Podle nových poznatků jde o skupinu několika drobných sopouchů usazených hnízdovitě proti sobě (Rapprich 2012). Vulkanická činnost tu probíhala před 25 - 30 milióny let během několika relativně krátkých období. Spodní část lávového proudu tvoří hrubě zrnitý struskovitý materiál - relikt struskového kužele vytvořeného strombolskými erupcemi. Ten je překryt čedičovou lávou, na kterou nasedají vrstvy pyroklastik s xenolity křídových sedimentů, slínovců a jílovců bělohorského souvrství, kterými magma proniklo na povrch. Hlavní těleso výlevu je tvořeno olivinickým nefelinitem s poměrně malou proměnlivostí magmatu během efuzí (Rapprich 2012). Západní část Vinařické hory je od roku 1985 chráněnou přírodní památkou o rozloze 69 ha, po které byla zřízena naučná stezka. Jejím účelem je ochrana vrcholu sopky s ohroženými teplomilnými rostlinnými společenstvími.

Na Vinařické hoře objevíme řadu opuštěných lomů a lůmků, ze kterých se tu čedič těžil patrně již ve středověku. Zpočátku se jednalo o malé pronajaté či panské lomy. V roce 1752 byl na stavbu silnice ze Slaného do Loun dodáván čedičový materiál mimo jiné i z Vinařické hory. S větší průmyslovou těžbou začal až poslední ze smečenských Clam-Martiničů, Richard, před 1. světovou

válkou. Po válce, při pozemkových reformách, koupil lom smečenský stavitel Václav Müller, který zde založil řadu malých pokusných lomů. Vedle Müllera těžili v menších lomech podnikatelé Důras a Landa, svůj lom tu měla i obec Vinařice. Počátkem dvacátých let minulého století byl lom přípojkou spojen s železniční tratí, po které byly výrobky rozváženy po celé republice. Vedle šterku to byly i čedičové dlažební kostky a tzv. viadur (směs dehtu a smůly se šotolinou). V roce 1948 byly šterkovny znárodněny. V lomech se těžilo až do osmdesátých let minulého století, kdy byla těžba čediče na opakované žádosti o zachování přírodní památky nejprve omezena a později ukončena (Dobner, Lorencová 2000).

Lomy situované v centrální části Vinařické hory jsou dnes opuštěné a jejich pozvolna zarůstající stěny odkrývají profil vulkanickými horninami. Na východní straně hory se rozkládá rozsáhlý, donedávna činný kamenolom (GPS: 50°11'6" N; 14°5'44" E; obr. 1), který byl ještě v nedávné době perspektivním nalezištěm řady zeolitů. Ty vyplňovaly až několik cm velké dutiny v nefelinitu. Olivinický nefelinit a pyroklastika Vinařické hory obsahují vedle augitu a magnetitu hlavně nefelin a proměnlivé množství olivínu.

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



Obr. 1 Celkový pohled na kamenolom směrem k východu, foto B. Bureš, 2018.



Obr. 2 Pohled na západní stěnu kamenolomu s polohou tufů s výskytem heulanditu-Ca (šířka záběru 9 m). Foto B. Bureš, 2018.



Obr. 3 Agregát drobných krystalů heulanditu-Ca z Vinařické hory, šířka záběru 12 mm; foto B. Bureš.

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 vypřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení heulanditu-Ca bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik Z. Dolníček) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 5 μm , standardy: baryt (BaLa), albit (NaKa), sanidin (SiKa, AlKa, KKa), rodonit (MnKa), diopsid (MgKa), apatit (PKa), hematit (FeKa), ZnO (ZnKa), celestin (SKa, SrLa), Cs sklo (CsKa), wollastonit (CaKa) a LiF (FKa). Obsahy Cs, Fe, Mg, Mn, P, S, Zn a F byly pod mezí detekce přístroje (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakterizace mineralizace Vinařické hory

Mineralogii Vinařické hory se v minulosti zabývala řada významných českých mineralogů, například Ondřej (1921), Antonín (1942) a další. Novou revizi zdejších minerálů provedli Skála a Sejkora (1996). Lokalita je klasickou lokalitou, proslavenou v minulosti především krásnými kulovitými agregáty thomsonitu o průměru až 10 cm, jejichž vnitřní část je tvořená minerální fází dříve považovanou za mezolit (Antonín 1942), nově určenou jako Na-Ca bohatý gonnardit (Alberti et al. 1982). Spolu s thomsonitem se zde vyskytoval jehlicovitý aragonit. Poměrně časté byly až 5 mm velké krystaly phillipsitu, vzácnější až několik mm velké klence chabazitu (Antonín 1942) i jeho morfologická varieta fakolit (Rost 1942). Poměrně vzácný byl natrolit, vytvářející monominerální, až 2 cm mocné kůry s jehlicovitými krystaly až 1 cm dlouhými (Antonín 1942). Ze vzácnějších zeolitů tu byly objeveny až 3 mm velké bezbarvé až bílé dipyramidy gismondinu. Rostův (1942) gmelinit, tvořící povlaky složené z jehlicovitých prizmatických krystalů o délce 1 - 2 mm, byl nověji určen jako offretit (Skála, Sejkora 1996). Podobně dříve uváděný anal-

cim, vytvářející až 4 mm velké, silně lesklé romboické dodekaedry, odpovídá paulingitu (Skála, Sejkora 1996; Řídkošil, Skála 1993). Na základě chemického složení jde o paulingit-K (Hloušek et al. 1988; Passaglia et al. 2001) a paulingit-Ca (Langauer et al. 1997; Passaglia et al. 2001). Dosud nepublikovaným zeolitem této lokality je harmotom, který tvoří kolem 1 mm velké krystaly makroskopicky neodlišitelné od phillipsitu (ústní informace P. Černý).

Při revizi vzorků s paulingitem a další zeolitovou mineralizací, sbíraných v letech 2015 - 2018 v bublinatém bazaloidu s mandlovcovitou texturou, byly nově zjištěny vzorky s heulanditem-Ca. Původně byl tento zeolit považován za kalcit. Vytváří bílé až narezavělé agregáty drobných krystalů, které jsou morfologicky značně odlišné od typických krystalových tvarů heulanditu. Tyto vzorky byly nalezeny v západní a jihozápadní stěně kamenolomu a v protáhlém hřbetu v jižní části spodní etáže lomu v blízkosti původního naleziště paulingitu.

Heulandit-Ca se vyskytuje v dutinách a na trhlinách cca 2 m mocné polohy žlutavých až oranžových, jemnozrnných, silně rozpadavých vulkanoklastik, na která nasedá další mocný příkrov masivního nefelinitu (obr. 2). Heulandit-Ca vyplňuje samostatně až 7 cm velké dutiny a trhliny. Jeho bohaté kůry, tvořené drobnými krystaly a jejich srostlicemi o velikosti 0.01 - 0.03 mm (obr. 3 a 4), a ledvinité agregáty mají světle šedobílou barvu, místy mají slabě žlutý nebo oranžový odstín. Vystupují na plochách o rozměrech až několika cm² (obr. 5).

Rentgenová prášková data heulanditu-Ca (tab. 1) odpovídají datům pro tento minerální druh; jeho zpřesněné mřížkové parametry jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji.

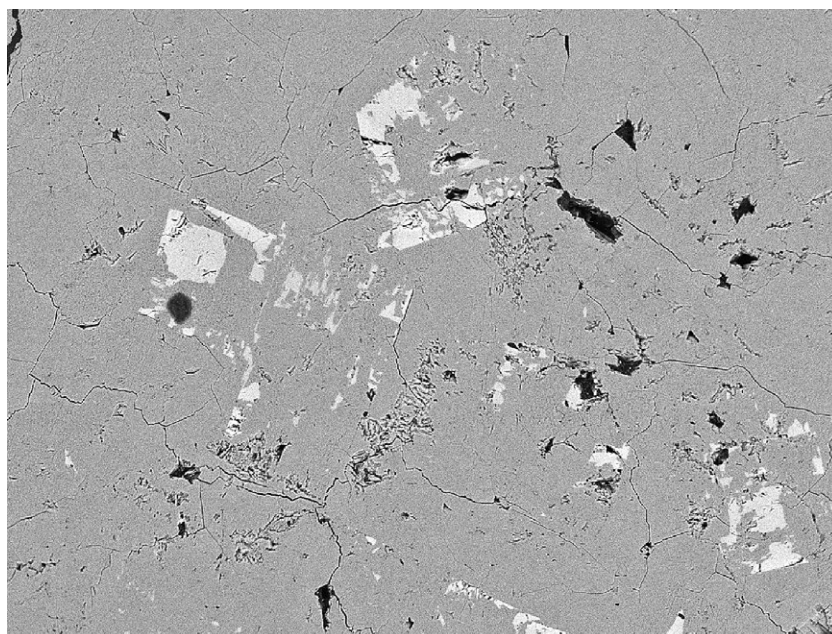
V BSE obraze je studovaný minerál nehomogenní (obr. 6), pozorované rozdíly jsou vyvolány zejména obsahy Ba. Převládá v BSE obraze tmavší heulandit-Ca (tab. 3) s nízkým



Obr. 4 Agregát drobných krystalů heulanditu-Ca z Vinařické hory, šířka záběru 5 mm; foto B. Bureš.



Obr. 5 Vzorek heulanditu-Ca v dutině vulkanického tufu z Vinařické hory, velikost vzorku 12 × 9 cm; foto B. Bureš.



Obr. 6 Heulandit-Ca z Vinařické hory, převažující šedá část nábrusu odpovídá heulanditu-Ca s nízkým obsahem Ba, světlejší kostrovité agregáty heulanditu-Ca s vysokým obsahem Ba; šířka záběru 1 mm, BSE foto Z. Dolníček.

Tabulka 1 Rentgenová prášková data heulanditu-Ca z Vinařické hory

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
0	2	0	8.976	100	8.911	1	5	1	2.967	11	2.967	-9	1	2	1.9480	<1	1.9494
2	0	0	7.948	4	7.946	4	0	1	2.892	1	2.894	1	7	2	1.9410	<1	1.9421
-2	0	1	6.811	1	6.802	-5	3	2	2.733	4	2.735	-4	8	2	1.8631	1	1.8636
0	0	1	6.668	1	6.662	1	3	2	2.683	1	2.680	-7	7	1	1.7917	1	1.7899
2	2	0	5.947	1	5.931	2	2	2	2.565	<1	2.564	2	4	3	1.7700	1	1.7697
0	2	1	5.349	1	5.336	6	2	0	2.539	1	2.539	6	0	2	1.7327	<1	1.7323
-3	1	1	5.263	3	5.258	-7	1	1	2.4912	1	2.4919	-1	1	4	1.7294	1	1.7300
1	1	1	5.132	2	5.128	3	1	2	2.3622	<1	2.3623	6	8	0	1.7054	<1	1.7049
3	1	0	5.079	1	5.078	-2	6	2	2.3201	<1	2.3200	-8	2	4	1.6711	<1	1.6705
-1	3	1	4.658	1	4.640	6	4	0	2.2786	<1	2.2768	1	9	2	1.6526	<1	1.6533
-4	0	1	4.374	1	4.370	0	0	3	2.2195	<1	2.2206	-7	7	3	1.6323	<1	1.6328
-4	0	0	3.970	20	3.973	-6	2	3	2.1988	<1	2.1975	3	5	3	1.5961	<1	1.5960
-4	2	1	3.928	4	3.924	-8	0	2	2.1858	<1	2.1850	-9	3	4	1.5651	<1	1.5658
2	2	1	3.845	1	3.843	6	0	1	2.1556	<1	2.1548	-6	6	4	1.5516	<1	1.5518
-2	0	2	3.717	1	3.715	-8	2	2	2.1221	1	2.1222	7	3	2	1.5251	<1	1.5253
-3	1	2	3.570	1	3.566	6	2	1	2.0944	1	2.0945	6	6	2	1.4960	<1	1.4964
1	5	0	3.479	1	3.478	-1	7	2	2.0778	1	2.0780	2	8	3	1.4576	<1	1.4580
-2	2	2	3.435	3	3.429	-8	0	3	1.9785	<1	1.9800	-12	2	3	1.4378	<1	1.4376
0	0	2	3.332	1	3.331	1	9	0	1.9644	1	1.9651	10	6	0	1.4010	<1	1.4013
5	1	0	3.129	4	3.129												

Tabulka 2 Parametry základní buňky heulanditu-Ca (pro monoklinickou prostorovou grupu Cm)

	tato práce	Merkle, Slaughter (1967)	Pauliš et al. (2016)
<i>a</i> [Å]	17.732(5)	17.73	17.726(4)
<i>b</i> [Å]	17.823(4)	17.82	17.829(4)
<i>c</i> [Å]	7.433(2)	7.43	7.428(2)
β [°]	116.34(1)	116.33	116.32(1)
<i>V</i> [Å ³]	2105.3(9)	2103.95	2104.2(9)

Tabulka 3 Chemické složení Ba-chudšího heulanditu-Ca z Vinařické hory (hm. %, apfu)

	průměr	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	64.31	65.68	63.74	64.01	62.95	65.09	63.76	66.07	63.17
Al ₂ O ₃	14.44	14.12	14.58	14.70	14.62	14.30	14.55	14.28	14.37
CaO	4.06	3.86	4.04	4.21	4.00	3.94	4.05	4.01	4.35
BaO	0.10	0.11	0.08	0.10	0.11	0.08	0.14	0.05	0.15
SrO	0.74	0.68	0.86	0.79	0.85	0.69	0.68	0.51	0.86
Na ₂ O	0.23	0.22	0.18	0.14	0.31	0.32	0.07	0.52	0.14
K ₂ O	1.20	1.43	1.21	0.96	1.31	1.35	1.17	1.28	0.91
H ₂ O*	16.06	16.19	15.90	15.97	15.76	16.12	15.88	16.31	15.76
total	101.14	102.29	100.59	100.88	99.91	101.89	100.30	102.93	99.71
Si ⁴⁺	28.818	29.187	28.852	28.845	28.740	29.055	28.902	26.769	28.841
Al ³⁺	7.625	7.396	7.779	7.809	7.867	7.526	7.773	7.426	7.731
Ca ²⁺	1.949	1.837	1.958	2.033	1.956	1.886	1.966	1.895	2.129
Ba ²⁺	0.019	0.019	0.014	0.019	0.019	0.013	0.025	0.008	0.027
Sr ²⁺	0.191	0.176	0.226	0.206	0.225	0.180	0.180	0.130	0.228
Na ⁺	0.199	0.187	0.158	0.125	0.274	0.279	0.060	0.361	0.126
K ⁺	0.662	0.812	0.696	0.552	0.763	0.767	0.675	0.721	0.532
H ₂ O	24	24	24	24	24	24	24	24	24
T _{Si}	0.79	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.78	0.79

Empirický vzorec byl přepočten na základě 72 atomů kyslíků na vzorcovou jednotku se *Z* = 1, H₂O* bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 24 H₂O.

obsahem Ba (0.02 apfu) a zvýšeným obsahem Sr (0.19 apfu); jeho empirický vzorec (průměr osmi bodových analýz) je na základě 72 atomů kyslíků na vzorcovou jednotku se *Z* = 1 možno vyjádřit jako (Ca_{1.95}K_{0.66}Na_{0.20}Sr_{0.19}Ba_{0.02})_{Σ3.02}(Si_{28.85}Al_{7.63})O₇₂·24H₂O. Vypočtená hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.79 je při horní hranici rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997). V BSE světlejší kostrovité relikt jsou představovány heulanditem-Ca (tab. 4) se zvýšeným obsahem Ba (1.36 - 1.64 apfu); jeho empirický vzorec (průměr sedmi bodových analýz) je na základě 72 atomů kyslíků na vzorcovou jednotku možno vyjádřit jako (Ca_{2.35}K_{1.65}Ba_{1.49}Na_{0.18})_{Σ5.67}(Si_{26.53}Al_{9.46})O₇₂·24H₂O. Jeho hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.74 je ve střední části rozmezí uváděného pro heulandit-Ca (Coombs et al. 1997). Heulandity s tak vysokým podílem Ba složky jsou celosvětově poměrně vzácné. Z výskytů v ČR byl obdobný, ale poněkud nižší obsah Ba (1.35 apfu) zjištěn v heulanditu-Ca z opuštěného lůmku u Svoru u Nového Boru (Pauliš et al. 2016). Baryem bohatý heulandit uvádí též Žák (1978) z Chvaletic; kvantitativní obsahy tohoto prvku stanovené spektrograficky však nebyly publikovány. Obdobný obsah Ba (6.9 hm. %) byl zjištěn v heulanditu z Alberta Foothills v Kanadě (Tschernich 1992). Samostatný nový druh heulandit-Ba, který byl popsán v roce 2005 z Northern Ravens prospect v Norsku (Larsen et al.

2005) s obsahem 12.77 hm. % BaO (2.49 *apfu*), je celosvětově vzácný a dosud byl zjištěn jen na několika větších norských lokalitách.

Závěr

Na klasické mineralogické lokalitě Vinařická hora u Kladna, která proslula výskytem estetických vzorků thomsonitů, byl nově zjištěn heulandit-Ca. Jedná se o heulandit-Ca s nízkým obsahem Ba (0.02 *apfu*), ve kterém jsou přítomny kostrovité reliktů heulandit-Ca s vysokým obsahem Ba (1.49 *apfu*). Je to dosud nejvyšší zjištěný obsah Ba v heulandit-Ca v České republice.

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národního muzea (DKRVO 2018/02, 00023272). Autoři dále děkují za podnětné připomínky recenzentům.

Literatura

- ALBERTI A, PONGILUPPI D, VEZZALINI G (1982) The crystal chemistry of natrolite, mesolite, and scolecite. *Neu Jb Mineral, Abh* 143: 231-248
- ANTONÍN R (1942) Výzkum nerostů a hornin Vinařické hory. *Věst Král Čes Spol Nauk, Tříd Mat-Přír* 1943: 1-19
- COOMBS DS, ALBERTI A, ARMBRUSTER T, ARTIOLI G, COLELLA C, GALLI E, GRICE JD, LIEBAU F, MANDARINO JA, MINATO H, NICKEL EH, PASSAGLIA E, PEACOR DR, QUARTIERI S, RINALDI R, ROSS M, SHEPPARD RA, TILLMANN E, VEZZALINI G (1997) Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee on zeolites of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. *Can Mineral* 35: 1571-1606
- DOBNER L, LORENCOVÁ M (2000) Vinařická hora a okolí. Okresní úřad Kladno
- HLOUŠEK J, VESELOVSKÝ F, RYCHLÝ R (1988) Chemismus paulingitu z Vinařické hory. *Čas Mineral Geol* 33, 1: 109
- KOPECKÝ L (1959) Terciérní vulkanismus Vinařické hory u Kladna. *Věst Ústř Úst geol* 34: 256-268
- LANGAUER CL, GIESTER G, TILLMANN E (1997) Mineralogical characterization of paulingite from Vinařická Hora, Czech Republic. *Mineral Mag* 61: 591-606
- LARSEN AO, NORDRUM FS, DÖBELIN N, ARMBRUSTER T, PETERSEN OV, ERAMBERT M (2005) Heulandite-Ba, a new zeolite species from Norway. *Eur J Mineral* 17: 143-153
- MERKLE AB, SLAUGHTER M (1967) The crystal structure of heulandite $(CaNa_2)(Al_2Si_7O_{18})(H_2O)$. *Am Mineral* 52: 273-276
- ONDŘEJ A (1921) Čedič z Vinařické hory. *Rozpr Čes Akad Věd Umění, Tř II*, 30, 48: 1-9
- PASSAGLIA E, GUALTIERI AF, MARCI E (2001) The crystal chemistry of paulingite. *Eur J Mineral* 13: 113-119
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2016) Zeolitová mineralizace ze Svoru u Nového Boru (Česká republika). *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 24(2): 194-204
- RAPPRICH V (2012) Za sopkami po Čechách. Grada, Praha
- ROST R (1942) Mineralogické zprávy z Kladenska. *Rozpravy Čes Akad Věd a Um* 52(26): 1-8
- ŘÍDKOŠIL T, SKÁLA R (1993) Zeolitová mineralizace Vinařické hory. 5. mineralogický cyklický seminář: aplikovaná mineralogie při řešení ekologických problémů, Česká společnost průmyslové chemie ČS VTS: 120-122
- SKÁLA R, SEJKORA J (1996) Zeolity Vinařické hory u Kladna. *Minerál* 6(2): 90-93
- TSCHEERNICH RW (1992) Zeolites of the world. Geoscience Press, Phoenix
- ŽÁK L (1978) Mineralogie chvaletického ložiska. *Acta Univ Carol, Geol* 3-4: 457-471

Tabulka 4 Chemické složení Ba-bohatého heulanditu-Ca z Vinařické hory (hm. %, *apfu*)

	průměr	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	55.48	55.02	55.89	59.59	55.55	55.67	54.46	55.18
Al ₂ O ₃	16.79	16.76	17.07	16.80	16.86	16.49	16.81	16.76
CaO	4.58	4.80	4.84	4.29	4.42	4.20	4.76	4.73
BaO	7.94	7.22	7.37	8.62	8.39	8.73	7.40	7.82
Na ₂ O	0.19	0.21	0.08	0.11	0.28	0.28	0.14	0.23
K ₂ O	2.70	3.77	2.45	1.48	2.57	2.85	3.33	2.46
H ₂ O*	15.05	15.02	15.16	15.18	15.07	15.04	14.88	14.98
total	102.70	102.80	102.86	103.07	103.14	103.26	101.78	102.16
Si ⁴⁺	26.530	26.366	26.531	26.821	26.515	26.632	26.333	26.504
Al ³⁺	9.464	9.467	9.549	9.387	9.488	9.296	9.581	9.489
Ca ²⁺	2.347	2.461	2.179	2.260	2.153	2.467	2.433	2.347
Ba ²⁺	1.488	1.356	1.372	1.601	1.469	1.636	1.403	1.472
Na ⁺	0.178	0.196	0.074	0.103	0.258	0.259	0.134	0.214
K ⁺	1.649	2.303	1.483	0.894	1.566	1.742	2.057	1.506
H ₂ O	24	24	24	24	24	24	24	24
T _{Si}	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.73	0.74

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 72 kyslíků; H₂O* bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 24 H₂O.