

# Erionit-Ca z Michlova vrchu u Provodína, jv. od České Lípy (Česká republika)

## Erionite-Ca from the Michlův hill near Provodín, SE from Česká Lípa (Czech Republic)

PETR PAULIŠ<sup>1)</sup>, MIROSLAV RADOŇ<sup>2)</sup>, OLDŘICH JANEČEK<sup>3)</sup>, ZDENĚK DVOŘÁK<sup>4)</sup>, JIŘÍ SVEJKOVSKÝ<sup>4)</sup>,  
IVANA JEBAVÁ<sup>5)</sup> A MICHAL ŘEHOŘ<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; e-mail: petr.paulis@post.cz

<sup>2)</sup> Regionální muzeum v Teplicích, Zámecké náměstí 14, 415 01 Teplice

<sup>3)</sup> Severočeské doly a. s. - Doly Nástup Tušimice, Boženy Němcové 5359, 430 01 Chomutov

<sup>4)</sup> Severočeské doly a. s. - doly Bílina, Důlní 375/89, 418 29 Bílina

<sup>5)</sup> Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

<sup>6)</sup> Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s., Tř. Budovatelů 2830/3, 434 01 Most

PAULIŠ P., RADOŇ M., JANEČEK O., DVOŘÁK Z., SVEJKOVSKÝ J., JEBAVÁ I., ŘEHOŘ M. (2012) Erionit-Ca z Michlova vrchu u Provodína, jv. od České Lípy (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 20, 2, 213-217. ISSN: 1211-0329.*

### Abstract

An interesting zeolite mineralization with rare erionite-Ca was discovered at the Michlův hill (NE of Provodín, SE of Česká Lípa, Czech Republic), which is formed by Tertiary volcanites penetrating a formation of Upper Cretaceous sediments. The erionite-Ca forms snow-white aggregates consisting of very soft fibers or brush-like aggregates with the diameter up to 2 mm in rock cavities. The refined unit-cell parameters for erionite-Ca are:  $a$  13.257(5) Å,  $c$  15.0568(2) Å and  $V$  2291.6(9) Å<sup>3</sup>. Heulandite-Ca, phillipsite, chabazite and calcite were found in association with studied erionite.

**Key words:** erionite-Ca, heulandite, phillipsite, chabazite, X-ray powder diffraction, chemical composition, Michlův hill near Provodín, Czech Republic

### Úvod

Michlův vrch (dříve též Duckbergel, Hellerberg, Malcher Berg, Michelsberg, Meichel Berg či Meichelsberg) s vrcholovou kótou 387 m n. m. (obr. 1) leží při západním okraji Provodínských kamenů, severovýchodně nad obcí Provodín, 7 km jv. od České Lípy. V blízkosti Michlova vrchu leží západním směrem vrch Puchavec (dříve Dammberg, Neubauer Berg, Kautner Berg) proslulý krásnými nálezy celé řady minerálů ze skupiny zeolitů a na východě s ním bezprostředně sousedí Lysá skála (Kahlstein, Spící panna) s pěkně sloupcovitě odlučným čedičem, která je dominantou celé skupiny Provodínských kamenů. Její vrchol poskytuje pěkný panoramatický výhled na široké okolí. Naleziště zeolitů se nachází ve starém opuštěném zarostlém lůmku na severní straně Michlova vrchu. Lokalita je součástí oplocených pozemků a pastvin soukromého majitele a přístup je možný jen po dohodě s ním.

### Historie geologického a mineralogického výzkumu

Nejstarší geologickou charakteristiku Michlova vrchu najdeme pravděpodobně v práci staršího z Reussů (1793), který vrch uvádí pod názvem Duckbergel a popisuje ho jako vyšší kupu svažující se silně k západu. V čediči, který je podle něho stejný jako na Lysé skále (Kahle Stein), pozoroval velké množství hrubozrnného olivínu olivově zelených, žlutých a šedých barevných odstínů se zrny o velikosti dvou a více palců a také drobné partie vtroušeného pyritu. Pozdější práce Watzela (1862) přináší řadu zajímavých mineralogických údajů z tohoto území, avšak není bohužel zcela jisté, zda se některé z nich vztahují přímo na Michlův vrch, neboť zde není uveden

pod žádným ze známých názvů. Wurm a Zimmerhackel (1882) později vrch Duckbergel ztotožňují s dnes bezejmenným plochým návrším (kóta 311 m n. m.) ležícím mezi Puchavcem a Michlovým vrchem a v rozporu s údaji Reusse (1793) uvádějí, že se jedná pouze o malý pahorek bez výchozů čediče. Stejní autoři pak krátce popisují i Michlův vrch (Meichelsberg) nazývaný tehdy podle aktuálního majitele Hellera také jako Hellerberg. Popisují zde výrazné skály složené z různě orientovaných sloupců čediče obsahujícího zrna olivínu v základní hmotě, velké, žlutozelené, často až hnědavé a na povrchu hlinité olivínové koule a také šupinky pyritu. Podle vnějšího tvaru tělesa se vrch podle jejich názoru jeví jako žíla, jejíž oba konce jsou odděleny sedlem a spolu s Lysou skálou a Štrausovým vrchem kdysi tvořil souvislý hřbet. Graber (1903, 1904) ve svých pracích popisuje četná a velká zrna olivínu v čediči Lysé skály i Michlova vrchu a oba vrchy podle něho tvoří trosky původní souvislé čedičové žíly. V čediči Lysé skály navíc popisuje hojně „olivínové hlízy o velikosti lískového ořechu až hlavy“, obsahující vedle zrn olivínu také tabulky bronzitu, chromdiopsid a spinel. Další popis lokality přinesl později Müller (1924), jenž Michlův vrch (Malcherberg) považoval za součást tzv. provodínské hlavní erupční pukliny. Charakterizoval ho dále jako tufovou kupu rozrytou několika kamenolomy, které vytěžily čedičové žíly pronikající velmi nepravidelně tuřem a místy tvořící doslova celé pně proniknuté dalšími mladšími žilami. Výskyt šupinek pyritu v čediči Michlova vrchu zaznamenaný Reussem (1793) i Wurmem a Zimmerhackelem (1882) uvádí později také Hantschel (1911). Hibsche (1934) popisuje v čediči Michlova vrchu hlízy olivínu „až jako hlava“ a místy dokonce až 0.25 m<sup>3</sup>



**Obr. 1** Pohled na Michlův vrch u Provodína (opuštěný lom vpravo pod vrcholem). Foto M. Radoň, září 1999.

velké. Tentýž autor (Hibsch 1937) později s odkazem na nálezy petrografa Antona Sengera uvádí z čediče Michlova vrchu četné olivínové koule „o velikosti pěsti až hlavy“ s olivínem a bronzitem a upozorňuje, že chromdiopsid ani spinel (picotit) nebyly v koulích pozorovány. Údaje z některých uvedených starších prací později krátce shrnul Kratochvíl (1961).

Masiv Michlova vrchu je tvořen terciárními vulkanity, pronikajícími souvrstvím mezozoických sedimentů svrchní křídly. Vulkanické horniny intrudovaly bezprostředně do

prachovitých vápnitých jílovců a slínovců coniacu (Klein et al. 1963). Jádru vrchu tvoří čedičová breccie s pravděpodobně žilnou intruzí olivínického čediče v západní části vrchu a další intruzí olivínického nefelinitu v severovýchodním okraji tělesa. Posledně jmenovaná intruze byla v minulosti předmětem těžby v dnes již opuštěném kamenolomu (obr. 2). Olivínický nefelinit obsahuje četné větší plášťové xenolity s vysokým obsahem olivínu, tzv. olivínové koule.



**Obr. 2** Opuštěný lom na Michlově vrchu u Provodína. Foto M. Radoň, září 1999.



**Obr. 3** Odkrytá stěna opuštěného lomu na Michlově vrchu u Provodína. Foto M. Radoň, září 1999.

## Metodika výzkumu

Erionit i heulandit byly identifikovány rentgenometricky na rentgenovém práškovém difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum) za následujících podmínek: záření  $\text{CuK}\alpha$ , 40 kV/40 mA, pozičně citlivý detektor LynxEye, krok  $0.01^\circ 2\theta$ , načítací čas 10 s/krok. Pozice jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly vyprávněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení minerálů bylo sledováno na energiově disperzním (EDS) mikroanalýzátoru Bruker Quantax (elektronová mikrosonda Cameca SX 100, Národní muzeum) operujícím při urychlovacím napětí 15 kV. Výsledky analýz byly po dopočtu teoretického obsahu  $\text{H}_2\text{O}$  přepočteny na 100 hm. %.

## Erionit-Ca

Erionit-Ca patří spolu s erionitem-K a erionitem-Na ke vzácnějším zeolitům ze skupiny s šestičetnými kruhy (skupina chabazitu). Typovou lokalitou tohoto zeolitu je kamenolom v Mazé v prefektuře Niigata v Japonsku (Harada et al. 1967). Erionit se často vyskytuje či srůstá se strukturně blízkým offretitem. V České republice byly minerály řady erionitu dosud zjištěny pouze v kamenolomu v Pracovicích nad Labem (Rychlý, Daněk 1981; Rychlý et al. 1982) a spolu s offretitem a levynem v Žezčicích u Ústí nad Labem (Řídkošil, Daněk 1983; Dvořák, Radoň 2009).

První vzorky erionitu objevil na Michlově vrchu v roce 2003 J. Svejkovský. Erionit byl nalezen v blocích hnědavé brekciovitě horniny pod lomovou stěnou (obr. 3). Na základě rentgenové práškové analýzy (M. Řehoř, VÚHU Most) byl tento materiál identifikován jako nerost blízký offretit-erionitu. Novým výzkumem bylo zjištěno, že se jedná o erionit s vysokým obsahem vápníku (erionit-Ca). Erionit se nachází v brekcii v čočkovitých, členitých a plošně protažených dutinách o velikosti nejčastěji do 1 cm, maximálně do 4 cm. Stěny dutin jsou běžně povlečené vrstvičkou rozpraskaného žlutavého, hnědavého, šedivě-

ho a modravého jílového nerostu. Většina dutin v brekcii je prázdná, bez zeolitů. V brekcii jsou hojná zrna a až 2 cm velké valouny kalného šedavého křemene a až 10 cm velké světle hnědé xenolity sedimentů svrchní křídly. Častá jsou i několik mm velká zrna zeleného olivínu. Zvláštností jsou až několik cm velké černošedé sklovité partie. Erionit vytváří v dutinkách povlečených jílovitou vrstvičkou agregáty sněhobílé barvy složené z velice jemných vláken (obr. 4 a 5). Nejčastěji tvoří radiálně paprscité polokulovitě nebo štětečkovité agregáty o průměru do 2 mm (obr. 4). Malé dutiny o délce do 1 cm jsou erionitem často



Obr. 4 Vlákenné agregáty erionitu-Ca z Michlova vrchu u Provodína, šířka obrázku 14 mm. Foto P. Fuchs.



Obr. 5 Detail vláknitých agregátů erionitu-Ca z Michlova vrchu u Provodína. BSE foto I. Jebavá.

**Tabulka 1** Rentgenová prášková data erionitu-Ca z Michlova vrchu u Provodína

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>I</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>
0	1	0	100	11.455	11.480
0	1	1	2	9.116	9.129
0	0	2	3	7.521	7.528
1	1	0	35	6.618	6.628
0	1	2	1	6.290	6.295
0	2	0	18	5.732	5.740
0	2	1	6	5.358	5.364
0	1	3	2	4.592	4.599
0	2	2	5	4.561	4.565
1	2	0	39	4.335	4.339
1	2	1	7	4.166	4.169
0	3	0	19	3.823	3.827
0	2	3	2	3.772	3.778
1	2	2	15	3.757	3.759
0	1	4	6	3.574	3.577
0	3	2	<1	3.409	3.411
2	2	0	13	3.311	3.314
1	2	3	1	3.279	3.282
1	3	0	4	3.181	3.184
0	2	4	3	3.145	3.148
1	3	1	1	3.114	3.115
1	3	2	1	2.931	2.933
0	4	0	21	2.868	2.870
1	2	4	8	2.842	2.843
0	4	1	8	2.818	2.819
0	4	2	3	2.681	2.682
1	4	0	6	2.504	2.505
2	3	2	2	2.4853	2.4860
0	1	6	<1	2.4552	2.4515
0	5	0	<1	2.2962	2.2961
3	3	0	3	2.2086	2.2094
3	3	2	1	2.1194	2.1200
1	4	4	1	2.0844	2.0855
1	5	1	<1	2.0417	2.0429
1	5	2	1	1.9881	1.9887
0	5	4	<1	1.9598	1.9602
3	4	0	<1	1.8885	1.8874
0	0	8	1	1.8815	1.8820
0	1	8	<1	1.8560	1.8573
2	5	0	1	1.8379	1.8383
2	3	6	1	1.8169	1.8168
1	4	6	1	1.7729	1.7729
1	6	0	<1	1.7507	1.7507
1	6	2	1	1.7045	1.7052
4	4	0	4	1.6567	1.6571
2	2	8	<1	1.6387	1.6366
2	6	0	<1	1.5923	1.5920
1	6	4	1	1.5873	1.5874
2	6	1	1	1.5834	1.5832
2	6	2	<1	1.5567	1.5576
1	7	0	<1	1.5211	1.5206
1	4	8	<1	1.5047	1.5047
4	5	0	<1	1.4701	1.4699
2	6	4	<1	1.4658	1.4663
0	8	0	<1	1.4347	1.4350
0	8	2	<1	1.4101	1.4097
4	4	6	<1	1.3819	1.3828
4	5	4	<1	1.3712	1.3692
0	8	4	<1	1.3428	1.3409
0	9	0	1	1.2754	1.2756
1	8	4	<1	1.2659	1.2655
3	7	4	<1	1.2216	1.2217

**Tabulka 2** Mřížkové parametry erionitu-Ca

	tato práce	Gualtieri et al. (1998)
<i>a</i> [Å]	13.257(5)	13.264(1)
<i>c</i> [Å]	15.0568(2)	15.067(1)
<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]	2291.6(9)	2295.66

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

	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	55.40	54.72	57.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.32	15.24	15.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	1.04	-
MgO	1.72	1.17	1.11
CaO	4.44	4.32	2.92
Na <sub>2</sub> O	-	1.00	1.45
K <sub>2</sub> O	3.62	2.46	3.40
H <sub>2</sub> O	19.50	19.12	17.58
Σ	100.00	99.07	99.45

1 - průměr ze tří stanovení, Michlův vrch u Provodína (tato práce); 2 - Mazé, Japonsko (Harada et al. 1967); 3 - Durkee Opal Mine, Oregon, USA (Staples, Gard 1959).

zcela vyplněny a délka vláken v nich může dosáhnout až 5 mm. Vzácněji erionit pokrývá stěny větších dutin v podobě souvislé výstelky z bělavých chloupků až plsti. Výjimečně vytváří chvostky a polokulovité agregáty složené z krátkých bezbarvých jednotlivě vyvinutých jehličkových krystalů. Ve většině případů vyplňuje erionit dutiny bez dalších doprovodných minerálů, pouze několikrát byly zjištěny jeho krátké jemné vláknité krystaly vystupující do dutiny z povrchu heulanditové výstelky. Minerál byl identifikován rentgenometricky. Rentgenový práškový záznam erionitu (tab. 1) i vypřesněné mřížkové parametry (tab. 2) odpovídají údajům publikovaným pro tuto minerální fázi. Chemické složení bylo zjištěné na základě 3 bodových stanovení. Je uvedeno ze zohledněním teoretického obsahu H<sub>2</sub>O v tabulce 3. Vedle dominantního obsahu CaO je v kationtové části zastoupen poměrně vysoký podíl K<sub>2</sub>O a MgO.

### Doprovodná mineralizace

V roce 1999 byl na lokalitě poprvé nalezen druhým z autorů **heulandit**. Vyskytl se v hnědé alterované brekciovité čedičové hornině. Malé dutiny obvykle zcela vyplňuje v podobě mandlí. Stěny větších dutinek pokrývá v souvislé krustě složené z různě orientovaných tlustě tabulkových až sloupečkových krystalů velikosti běžné kolem 1 mm, vzácněji až 3 mm. Krystaly jsou dokonale vyvinuté, bezbarvé, skelně lesklé, na štěpných plochách charakteristicky perleťové. Obvykle jsou protažené podle *a*-osy a mají buď rakvičkový tvar (s dominantní plochou {010} a podružnými plochami {100}, {101} a {011}) s charakteristickým osmibokým průřezem, nebo jsou šestibokého průřezu, bez ploch {101}. Často jsou i sloupečkové, protažené podle *c*-osy, s dominantními plochami {010} a {100} a ukončené plochami {101} a {011}. Krystaly jsou často hypoparalelně rostlé nebo vytvářejí vějířovité agregáty. V některých drobnějších dutinách se objevují krusty heulanditu složené z tenkých droboučkových (do 0.3 mm) žiletkových krystalů šestibokého průřezu, někdy pravo-

úhle křížovitě prorostlých. Jen velice zřídka je heulandit v dutinách vyvinut v podobě jednotlivě posazených krystalů.

Heulandit byl určen rentgenometricky. Chemické složení heulanditu přepočteno na teoretický obsah H<sub>2</sub>O (16.6 hm. %): 1.7 K<sub>2</sub>O; 6.8 CaO; 0.4 MgO; 16.3 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 58.2 SiO<sub>2</sub> hm. % se blíží teoretickým hodnotám pro tuto minerální fázi. Na základě chemického složení se jedná o heulandit-Ca.

Z dalších zeolitů se v dutinkách v brekcii vzácně vyskytují až 4 mm velké bezbarvé nebo bělavé, tlustě sloupečkové krystaly **phillipsitu** s charakteristickým ukončením a rýhováním. Ojedinele byly zjištěny i jeho křížové prorostlice. Někdy vytváří v dutinách výstelky z velice droboučkových bělavých krystalů a hemisférické agregáty průměru do 2 mm narostlé kolem žlutavého jádra jílovitého minerálu.

V blocích šedočerné autometamorfované čedičové horniny ležící pod lomovou stěnou na severozápadním okraji lomu byl zjištěn v až 10 cm velkých členitých dutinách **chabazit**, tvořící až 4 mm velké bezbarvé skelně lesklé krystaly v podobě charakteristických pseudokubických romboedrů s rýhováním ploch do širokého „V“. V droboučkových čočkovitých dutinách v blízkosti chabazitu byl zjištěn i erionit.

Nejmladším minerálem, který se vyskytuje v dutinách s chabazitem, je **kalcit**. Obvykle tvoří jednoduché romboedrické krystaly a štěpné agregáty bělavé, šedé a vínové barvy, vzácněji skalenoedrické krystaly velikosti až kolem 5 mm. Největší nalezený hrubě klencově štěpný kusový agregát slabě vínově žlutého kalcitu byl 3 x 4 x 6 cm velký.

## Závěr

Popsaný erionit-Ca z Michlova vrchu u Provodína je třetím výskytem erionitu v ČR. Erionit-Ca se zde nachází spolu s dalšími zeolity (heulandit-Ca, phillipsit, chabazit) a kalcitem.

## Poděkování

*Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 00023272).*

## Literatura

- Dvořák Z., Radoň R. (2009) Vzácné a nové zeolity z Českého středohoří. *Minerál* 17, 2, 138-144.
- Graber H. V. (1903) Der Mückenhaner Kahlstein. *Mitteilungen des Nordböhmisches Exkursions Klubs*. 26 (3), 209-214. *Böhm. Leipa*.
- Graber H. V. (1904) Geologisch - petrographische Mitteilungen aus dem Gebiete des Kartenblattes Böhm. *Leipa - Dauba, Zone 3, Col. XI der österr. Spezialkarte. Jahrbuch d. k.k. geol. Reichsanstalt*, 54 (3/4): 431-459. *Wien*.

- Gualtieri A., Artioli G., Passaglia E., Bigi S., Viani A., Hanson J. C. (1998) Crystal structure - crystal chemistry relationships in the zeolites erionite and offretite. *Am. Mineral.* 83, 590-606.
- Hantschel F. (1911) Heimatkunde des politischen Bezirkes B. *Leipa (1180 pp.)*. *Böhm. Leipa*.
- Harada K., Iwamoto S., Kihara K. (1967) Erionite, phillipsite and gonnardite in the amygdales of altered basalt from Mazé, Niigata Prefecture, Japan. *Am. Mineral.* 52, 1785-1794.
- Hibsch J. E. (1934) Die Minerale des Böhmisches Mittelgebirges. *Verlag von Gustav Fischer, Jena*.
- Hibsch J. E. (1937) Die Minerale des Böhmisches Mittelgebirges. Ein Nachtrag. *Mineral. Petrogr. Mitt.* 49. *Bd.*, 442-458.
- Klein V. a kolektiv (1963) Základní geologické mapování listu Doksy, M-33-54-A-a (Jestřebí), 1:25 000. *ÚÚG, Praha*.
- Kratochvíl J. (1961) Topografická mineralogie Čech, díl IV. (L-N). *ČSAV, Praha*.
- Laugier J., Bochu B. (2011) LMGP-Suite of Programs for the Interpretation of X-ray Experiments. *Přístup 10. dubna 2011 na adrese http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp*.
- Müller B. (1924) Die geologische Sektion Reichstadt-Brenn der Spezialkarte Böhm. *Leipa - Dauba. Mitt. D. Ver. d. Naturfreunde in Reichenberg*, 46, 4-40.
- Reuss F. A. (1793) Mineralogische Geographie von Böhmen. Erster Band. *Mineralogische Beschreibung des Leutmeritzer Kreises in Böhmen. Dresden*.
- Rychlý R., Daněk M. (1981) Wellsit a offretit-erionit z Prackovic nad Labem. *Čas. Mineral. Geol.* 26, 431-432.
- Rychlý R., Daněk M., Siegl J. (1982) Structural Epitaxy of Offretite-Erionite from Prackovice nad Labem in Böhmen. *Chem. Erde* 41, 263-268.
- Řídkošil T., Daněk M. (1983) New physical and chemical data for levyne-offretite intergrowths from Žežice near Ústí nad Labem, Czechoslovakia. *N. Jb. Mineral., Abh.* 1, 99-108.
- Staples L. W., Gard J. A. (1959) The fibrous zeolite erionite; its occurrence, unit cell, and structure. *Mineral. Mag.* 32, 261-281.
- Watzel C. (1862) Beschreibung der im Horizonte von Böhmisches Leipa vorkommenden Gesteine und Mineralien. *Programm des k. k. Obergymnasiums zu Böhm. Leipa*, 3-28. *Böhm. Leipa*.
- Wurm F., Zimmerhackel P. (1882) Basalt- und Phonolithkuppen in der Umgebung von Böhm. Leipa. *Separat-Abdruck des Programmaufsatzes der Communal-Oberrealschule zu B. Leipa*. (32 pp.) *Böhm. Leipa*.