

## Nález zeolitů v lomu Pohled u Havlíčkova Brodu

### Findings of zeolites at the quarry Pohled near Havlíčkův Brod.

JAROSLAV HAVLÍČEK<sup>1</sup>, JAKUB VÝRAVSKÝ<sup>2</sup>, KAREL MALÝ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muzeum Vysočiny Jihlava, Masarykovo náměstí 55, CZ-586 01 Jihlava, e-mail: muzeum@muzeum.ji.cz; <sup>2</sup>Ústav geologických věd Přírodovědecké fakulty MU Brno, Kotlářská 2, CZ-611 37 Brno

Publikováno on-line 12. 3. 2018

**Abstract:** Interesting mineral association with zeolites was found in the Pohled quarry near Havlíčkův Brod. The quarry is opened in migmatized paragneisses, granitoids, amphibolites, serpentinites, aplites and pegmatites of the Moldanubian zone of the Bohemian Massif. The zeolites (laumontite, analcime, heulandite) are associated with prehnite and minor pyrite in hydrothermal calcite veins up to about 10 cm thick, crosscutting the altered serpentinite. The mineral assemblage indicates high activity of CaO, Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O during formation of the veins. The occurrence is well comparable to the known occurrences of calcite-prehnite (±zeolite) veins, e.g. at Libodřice or Markovice.

**Key words:** Zeolites, Pohled quarry, Moldanubicum, hydrothermal vein

Kamenolom Pohled, (obr. 1), který provozuje firma Českomoravský štěrk, a.s. se nachází na souřadnicích GPS: 49°35'57,796"N, 15°39'39,974"E, přibližně 5 km východně od Havlíčkova Brodu. Produkuje drcené kamenivo v různých frakcích pro široké použití.

Lom je založen v monotónním komplexu hornin moravského moldanubika. Místní horniny jsou převážně zastoupeny biotitovými a sillimanit-biotitovými pararulami, většinou silně migmatizovanými. Dalšími typy hornin na lokalitě jsou serpentinity, amfibolity, granitoidy, aplitové a pegma-



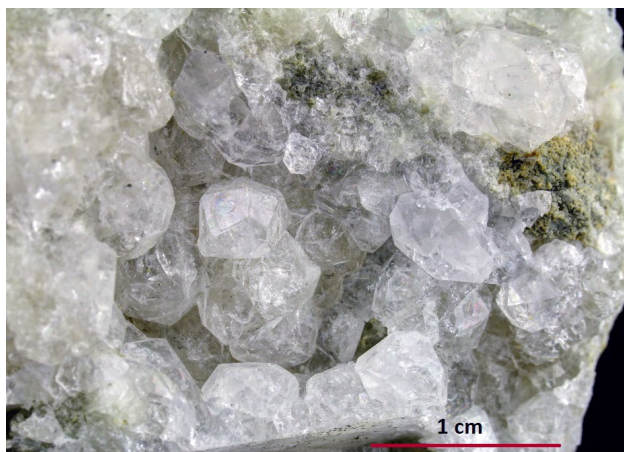
Obr. 1. Kamenolom Pohled, r. 2017.

Fig. 1. Quarry Pohled, 2017.

titové žíly (Doležalová 2015). Kromě toho se zde vyskytují také granitoidy moldanubického plutonu. Mineralogicky se jedná o velice bohatou lokalitu. Podrobně (včetně WDX analýz, stabilních izotopů a mikrotermometrie inkluzí) se zdejší mineralizací zabývala Mastíková (2011), která rozlišila čtyři typy žilné mineralizace:

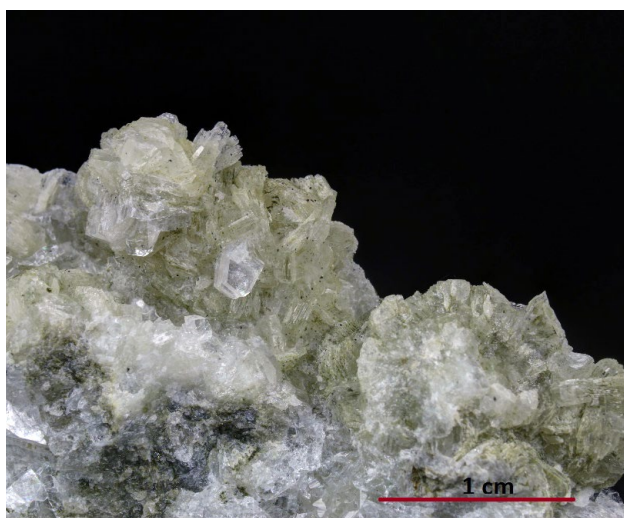
1. polymetalická mineralizace (pyrhotin, sfalerit bohatý indiem (Dobeš et Malý 2001), pyrit, galenit, arsenopyrit + vzácnější fáze);
2. dominantně kalcitová mineralizace (s podružným pyritem, křemenem a chloritem);
3. dolomitová mineralizace (s kalcitem a křemenem);
4. mineralizace alpského typu (křemen, kalcit, chlorit, muskovit, živec, allanit, titanit, sulfidy aj.).

Nově popsali z Pohledu Hybler et al. (2016) cronstedtit a zprávy o nových nálezech vycházejí pravidelně také v časopise *Minerál* (Pauliš et al. 2013, Kopecký et al. 2015, Kadlec 2017). Přes výše uvedené však nebyly dosud nálezy zeolitů z této lokality, s výjimkou laumontitu (Pauliš et al. 2014), publikovány.



Obr. 2. Analcim.

Fig. 2. Analcime.



Obr. 3. Heulandit narůstající na prehnit.

Fig. 3. Heulandite growing prehnite.

V roce 2009 byla v centrální části lomu autorem J. H. nalezena na hraně stěny kalcitová žíla s laumontitem. Žíla vycházela z počvy, její mocnost byla v prvních desítkách centimetrů a směrem do nadloží vyklíňovala. Laumontit vytvářel typické lištovité útvary o velikosti do několika cm v barvě od naředlé přes bílou po růžovou (Pauliš et al. 2014).

V dubnu 2017 byly v přibližně stejném prostoru v nižším patře nalezeny v sutí po odstřelu úlomky kalcitové žíly se zeolity, prorážející alterovaná ultrabazika (serpentin). Podle úlomků lze mocnost žíly odhadovat na přibližně 10 cm, ve stěně lomu však zastižena nebyla.

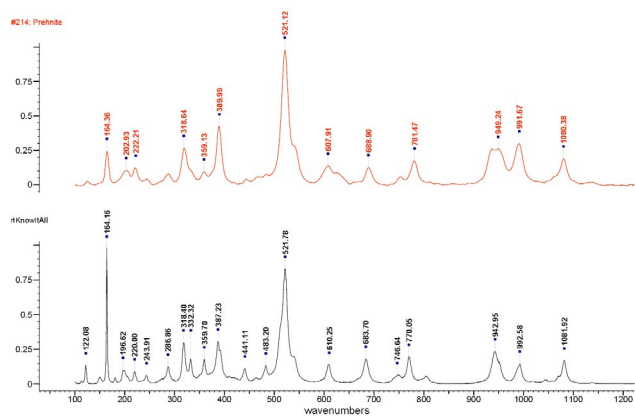
Získaný materiál byl podroben analýze na Ramanově spektrometru Horiba Labram HR Evolution na Ústavu geologických věd Masarykovy University (analytik J. Výravský). Analytické podmínky: laser 633 nm, difrakční mřížka 1800 gr/cm, načítací čas 3\*30s, objektiv x50 LWD (long working distance). Získaná spektra byla automaticky porovnána s referenční databází na základě nejlepší shody. Ramanova spektra jednotlivých zeolitů jsou dostatečně charakteristická a společně s jejich typickými morfologickými znaky (viz obrázky a text dále) dovolují jejich dostatečně spolehlivé určení.

Pomocí Ramanovy spektroskopie byly identifikovány prehnit, analcim a heulandit (obr. 4 až 6). Analcim vytváří až jeden centimetr velké, dokonalé, čiré či bílé, izometrické krystaly (obr. 2). Heulandit narůstá na prehnit v podobě čirých, cca 5 mm velkých, tabulkovitých až krátce prizmatických krystalů (obr. 3). Prehnit se na žilách vyskytuje v podobě typických kůr a drúz složených z paralelně uspořádaných, několik mm velkých, lupenitých, nejčastěji nazelenalých krystalků (obr. 3). Objemově významným minerálem je kalcit, který je mladší než zeolity a vyplňuje na žilách většinu volných prostorů, takže je zpravidla nutné silikátovou mineralizaci vyleptávat pomocí HCl. Z dalších minerálů byly v asociaci identifikovány pouze velmi drobné krystalky pyritu.

Identifikace heulanditu a analcimu byla dále potvrzena rentgenovou práškovou difrakcí (analýza byla provedena na Institutu geologického inženýrství na VŠB-TU v Ostravě, analytik D. Matýšek. Měření probíhalo na přístroji Bruker-AXS D8 Advance s  $2\theta/\theta$  geometrií měření a s pozičně citlivým detektorem LynxEye za podmínek: záření CuK $\alpha$ /Ni filtr, napětí 40 kV, proud 40 mA, krokový režim s krokem  $0.014^\circ 2\theta$ , s celkovým časem na kroku 4 s. Jak pro měření, tak pro vyhodnocování byl použit firemní program Bruker-DiffracSuite). Hlavní difrakční linie naměřené u heulanditu jsou (v závorce je uvedena relativní intenzita difrakce): 4,649 (8); 3,977 (10); 3,175 (2); 3,123(2); 2,973 (5); 2,963 (5); 2,797 (2). Hlavní difrakční linie naměřené u analcimu jsou: 5,596 (8); 3,428 (10); 2,922 (6); 2,503 (3); 1,741 (3).

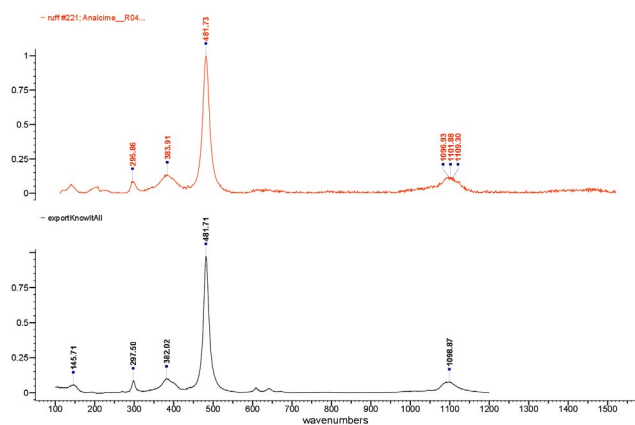
Přestože nebyly provedeny chemické analýzy studovaných minerálů, jejich ideální vzorce nám dovolují usuzovat na vysokou aktivitu  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$  v průběhu vzniku kalcit-zeolitové mineralizace. Zdrojem všech těchto





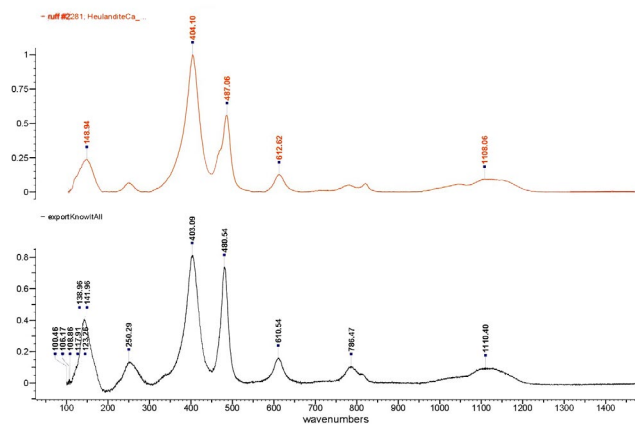
Obr. 4. Naměřené Ramanovo spektrum prehnitu (černá křivka) a jeho srovnání s referenčním spektrem (červená křivka).

Fig. 4. Measured Raman spectrum of prehnite (black curve) and its comparison with the reference spectrum (red curve).



Obr. 5. Naměřené Ramanovo spektrum analcimu (černá křivka) a jeho srovnání s referenčním spektrem (červená křivka).

Fig. 5. Measured Raman spectrum of analcime (black curve) and its comparison with the reference spectrum (red curve).



Obr. 6. Naměřené spektrum heulanditu (černá křivka) a jeho srovnání s referenčním spektrem (červená křivka).

Fig. 6. Measured Raman spectrum of heulandite (black curve) and its comparison with the reference spectrum (red curve).

komponent by teoreticky mohly být bazické plagioklasy. V závěrečných fázích krystalizace žil však již vzniká pouze kalcit. Ten se jako nejmladší minerál nachází rovněž v křemenných žilách s pyritem, prorážejících granity (osobní pozorování autora - J. V.) a na alpské žile s křemenem, adulárem, titanitem, arsenopyritem a dalšími minerály popsané Kadlecem (2017) z dvojslídnych rul.

Studovaná zeolitová asociace se částečně podobá známějším výskytům např. z Markovic a Libodřic. Lokalita kamenolom Pohled se v posledních letech v rámci mineralogicko-geologického sledování projevila jako velice zajímavá.

## LITERATURA

DOBEŠ P. et MALÝ K. (2001): Mineralogie polymetalických rudních výskytů ve střední části havlíčkobrodského revíru. – Vlastivědný sborník Vysočiny, sect. natur., 15: 51–85.

DOLEŽALOVÁ T. (2015): Hydrotermální alterace vybraných typů hornin v havlíčkobrodském rudním revíru (moldanubikum). – Ms. [Diplomová práce depon. in: Univerzita Palackého, Olomouc].

HYBLER J., SEJKORA J. et VENCLÍK V. (2016): Polytypism of cronstedtite from Pohled, Czech Republic. – European Journal of Mineralogy, 28: 765–775.

KADLEC T. (2017): Žíla alpského typu s krystalickým arsenopyritem, scheelitem a Ti – minerály z kamenolomu Pohled u Havlíčkova Brodu. – Minerál, 25(4): 353–360.

KOPECKÝ S., PAULIŠ P., HAVLÍČEK J., POUR O. (2015): Anatas a brookit z alpské žíly a další novinky z kamenolomu Pohled u Havlíčkova Brodu. – Minerál, 23(2): 112–122.

MASTÍKOVÁ E. (2011): Mineralogie a podmínky vzniku vybraných mineralizací v lomu Pohled (moldanubikum). – Ms. [Diplomová práce, depon. in: Univerzita Palackého, Olomouc].

PAULIŠ P., KOPECKÝ S., JEBAVÁ I., HAVLÍČEK J. (2013): Nové mineralogické nálezy z kamenolomu Pohled u Havlíčkova Brodu. – Minerál, 21(4): 317–322.

PAULIŠ P., HRŮZEK L., JANEČEK O., DVOŘÁK Z., TOMAN J. (2014): Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech – Zeolity a jejich doprovodná mineralizace - díl II. – Kutná Hora: Kuttna, 211–213.