

# Zeolitová mineralizace z Nového Oldřichova u Kamenického Šenova (Česká republika)

## Zeolite mineralization from Nový Oldřichov near Kamenický Šenov (Czech Republic)

PETR PAULIŠ<sup>1,2)\*</sup>, LIBOR HRŮZEK<sup>3)</sup>, OLDŘICH JANEČEK<sup>4)</sup>, JIŘÍ SEJKORA<sup>2)</sup>, RADANA MALÍKOVÁ<sup>2)</sup>  
A FERRY FEDIUK<sup>5)</sup>

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

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

<sup>3)</sup>Pobřežní 1016, 471 14 Kamenický Šenov

<sup>4)</sup>Albrechtická 613, 434 01 Most

<sup>5)</sup>Na Petřínách 1897, 162 00 Praha 6

PAULIŠ P., HRŮZEK L., JANEČEK O., SEJKORA J., MALÍKOVÁ R., FEDIUK F. (2016) Zeolitová mineralizace z Nového Oldřichova u Kamenického Šenova (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 23, 1, 100-113. ISSN 1211-0329.

### Abstract

An interesting zeolite association has been found at several outcrops of North-Bohemian kenozoic alkaline volcanics close the Nový Oldřichov village near Kamenický Šenov (northern Bohemia, Czech Republic). Offretite is the most interesting zeolite at these occurrences, it forms colorless acicular crystals up to 1.5 mm in size and hemispherical aggregates up to 3 mm across. Epitaxial overgrowths of chabazite by tiny acicular offretite crystals were also observed. Offretite is hexagonal, space group  $P-6m$  with following unit-cell parameters refined from the powder X-ray data:  $a$  13.295(6),  $c$  7.6133(4) Å and  $V = 1165.4(6)$  Å<sup>3</sup>. Its chemical analyses correspond to the empirical formula  $K_{1.02}Ca_{-1.39}Mg_{0.51}Sr_{0.04}(Si_{12.87}Al_{5.21})O_{36} \cdot 15H_2O$ . Chabazite-Ca, chabazite-K, phillipsite-Ca and phillipsite-K were found in the association with offretite; their X-ray powder diffraction data, refined unit-cell parameters and chemical compositions are given in the paper.

**Key words:** zeolite, offretite, chabazite-Ca, chabazite-K, phillipsite-Ca, phillipsite-K, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Nový Oldřichov near Kamenický Šenov, Czech Republic

Obdrženo: 24. 5. 2016; přijato: 20. 7. 2016

### Úvod

Nově studované výskyty zeolitové mineralizace (obr. 1) se nachází na jz. protáhlém svahu vrchu Chrástná (557 m n. m) ve východní části Nového Oldřichova (dř. Oldřichov, něm. Ullrichsthal), respektive sousedních Mistrovic, cca 3 km jz. od Kamenického Šenova (severní Čechy, Česká republika). V topografické mineralogické literatuře je u hesla Oldřichov pouze zmínka o blíže nedefinovaných zeolitech, které tvoří vějířovité agregáty v čediči (Reuss 1793 in Kratochvíl 1962). O okolí lokality se též zajímal Hibsich (1927), který popisuje výskyt čedičových žil a čedičových bomb v tufu sv. od nádraží Mistrovice (dř. Meistersdorf). Ze žily bublinatého čediče o mocnosti 25 cm, která proniká tufy severně od nádraží, zmiňuje výskyt opálu, phillipsitu, natrolitu a kalcitu. Nově se zeolitovým výskytům v Novém Oldřichově - Mistrovicích intenzívně věnoval druhý z autorů (LH), předběžné informace o výsledcích jeho terénních prací uvádějí Pauliš et al. (2015a). Všechny popisované výskyty se nacházejí na území, které je tvořené pyroklastiky terciérních bazaltoidních hornin, které jsou protínány bazaltoidními žilami.



**Obr. 1** Plánek výskytů zeolitové mineralizace v okolí Nového Oldřichova (1 - výskyt v základech domu; 2 - základy garáže; 3 - zářez u bývalé nádražní budovy; 4 - méně významný zářez trati sz. od nádražní budovy; 5 - agrární hrázky). Upraveno podle www.mapy.cz.

## Charakteristika jednotlivých výskytů

První výskytem zeolitů je bazaltová žíla zastřižena výkopovými pracemi cca 100 m sz. od budovy bývalého nádraží Mistrovice (GPS: 50°45'38.753" N; 14°26'16.451" E). Žíla orientovaná ve směru SV - JZ s úklonem 60° k SZ byla šikmo přetnuta výkopem pro kanalizaci **na staveništi rodinného domu**. Mocnost této žíly dosahovala v místě výkopu jednoho metru. Centrální partie tvořila pevná čerstvá bazaltová hornina černošedé barvy, okrajové části byly značně alterované. Při přechodu do okolních tufů se bazalt stával rozpadavým a získal výrazně hnědavou barvu.

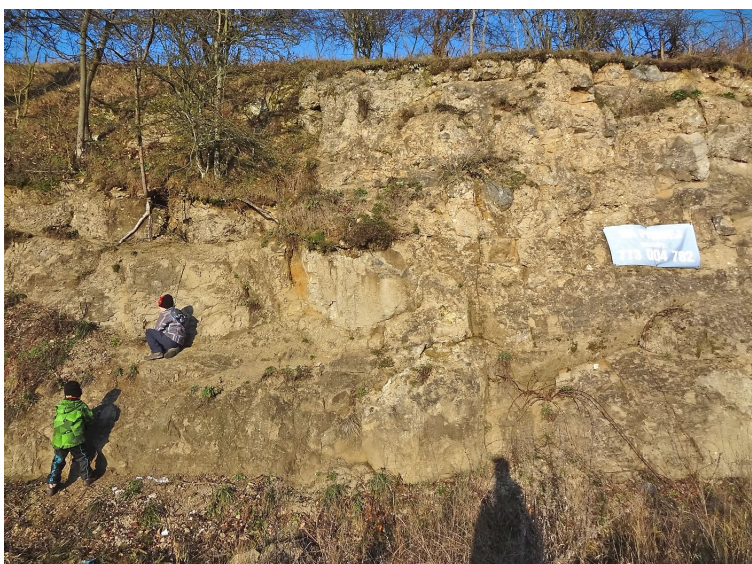
Jedná se o drobně porfyrickou bazaltoidní horninu, která obsahuje až 2 mm velké vyrostlice pyroxenu a olivínu. V malém množství jsou přítomny i partie s mandlovcovým vývojem. Mandle o velikosti až 4 mm bývají nepravidelně protáhlého tvaru, jejich bělavá minerální výplň nebývá úplná, nýbrž v jejím středu zůstává malý nevyplněný prostor, do něhož ční automorfní hroty výplňových minerálů. Bazaltoidní hmota uzavírá rovněž tmavošedou, ale výrazněji zrnitou horninovou odrůdu xenolitového vzhledu.

Podle mikroskopického studia výbrusu této horniny odpovídá kvantitativní zastoupení olivínových a pyroxenových vyrostlic k základní hmotě zhruba poměru 30 : 70, přičemž olivín převládá nad pyroxeny. Olivínové fenokrysty jsou čerstvé a jejich většinou špačkovitá automorfie není prakticky porušována. Svým protažením indikují mírný fluidální pohyb v lávovém stavu. Základní hmota se vyznačuje následujícím minerálním složením (uspořádáno sestupně podle kvantitativního zastoupení): klinopyroxen >> nefelin - magnetit >> plagioklas >> apatit. Druhotné výplně mandlí nejsou do tohoto schématu zahrnuty. Na základě uvedeného minerálního složení lze horninu označit jako melanokratický olivínický nefelinit s mírnou bazanitovou afinitou. Po stránce struktury ho lze označit jako drobně porfyrický, v texturním ohledu jako slabě mandlovcovitý s náznakem fluidální stavby. Výraznou pozoruhodností horniny je výskyt podstatně zrnitější horninové odrůdy, tvořené převážně (cca 80 %) z hypautomorfně omezených klinopyroxenů zelené barvy, odpovídajících nejspíš egirin-augitu až egirinu, které dosahují velikosti až 2 mm. V podružném množství se k nim druží kalcit, olivín a rudní minerál. Tuto horninu lze nejspíš klasifikovat jako kalcitizovaný olivínický alkalický klinopyroxenit a její původ označit jako patrně xenolitický.

V celém objemu žíly je přítomno množství plochých dutin o velikosti do 3 cm, vzácně i více. V centrální části se v nich téměř výhradně vyskytovaly chabazit s phillipsitem, offretit tu byl vzácný. Ten byl přítomen až v okrajových partiích i v hnědavé rozpadavé hornině. V této zóně byly nalezeny nejbohatší vzorky zeolitové asociace přítomné ve



Obr. 2 Výskyt zeolitů v zahloubení stavebního pozemku v Novém Oldřichově, foto P. Pauliš, 2013; v současné době je lokalita již zasypána.



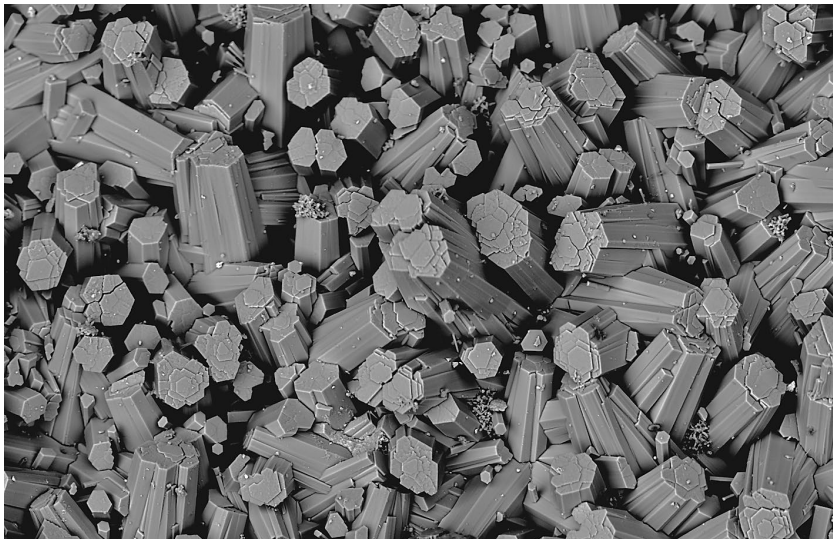
Obr. 3 Část stěny zářezu u nádraží Mistrovice, která je tvořena na východním konci tufem s patrnými bazaltovými valouny, foto L. Hružek, 2013.



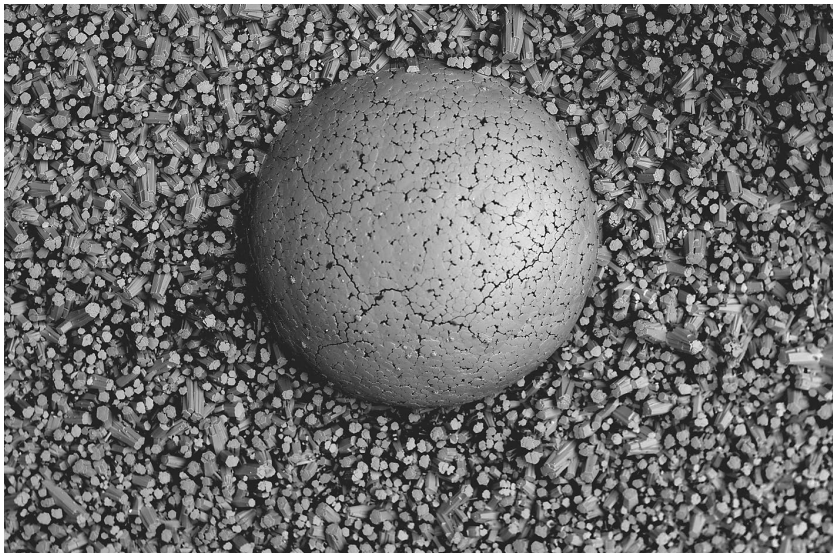
Obr. 4 Slavnostní výkop nově budované trati Kamenický Šenov-Česká Lípa ze dne 30. dubna 1902 v Mistrovicích (Kolektiv 2013).



**Obr. 5** Úvoz bývalé trati sz. od nádražní budovy, na levé straně vystupuje nevýrazná bazaltová žíla, kterou skrývá vegetace, foto L. Hružek, 2013.



**Obr. 6** Hexagonální krystaly offretitu z Nového Oldřichova, šířka obrázku 600  $\mu\text{m}$ , BSE foto B. Ekrť.



**Obr. 7** Polokulovitý agregát offretitu z Nového Oldřichova, šířka obrázku 3 mm, BSE foto B. Ekrť.

společných dutinách.

Zajímavé vzorky offretitu byly nalezeny i v hnědavém rozpadavém vulkanitu v zahloubení v severovýchodním rohu stavební parcely (obr. 2). Zde šlo pravděpodobně o okraj žíly pokračující v severovýchodním směru. Další stavební práce zastihly již pouze tufy. Místy byl tuf silně proplyněn a připomínal lehký plynosilikátový materiál, v jednom výkopu byly patrné i jeho vodorovně uložené vrstvy. V proplyněném tufu byly zjištěny jen drobné krystaly chabazitu.

Podobné tufy zastihly **terénní práce při stavbě garáže**, na pozemku jiz. od novostavby (GPS: 50°45'37.727" N; 14°26'16.026" E). Jde o sousední pozemek oddělený cestou. Zajímavý materiál byl v těchto místech nalezen ve stržené ornici. Zemina obsahovala větší množství úlomků bazaltových hornin o rozměrech do 20 cm, výjimečně i větších. Všechny bohatší vzorky offretitu pocházely z kusů výrazně deskovitě až tence tabulkovitě odlučného bazaltu, dutiny byly protáhlé, čočkovité, sevřené, paralelně nebo proudovitě uspořádané, délky až 3 cm. Tento materiál byl patrně uvolněn z okolních bazaltových žil, či ze žil zastížených výkopovými pracemi na sousedním pozemku. Směr žil by tomu nasvědčoval. Tyto úlomky často obsahovaly dutiny se zeolity, mnohdy s dobře vyvinutými agregáty offretitu.

Další studovanou lokalitou je **zářez ve svahu** (obr. 3), zbudovaný pro již neexistující železniční trať a dosud stojící nádražní budovy stanice Mistrovice (GPS: 50°45'33.940" N; 14°26'19.541" E). Historie provozu železniční trati Česká Kamenice - Česká Lípa se začala psát roku 1886, kdy byla 10. února dokončena odbočka České severní dráhy z České Kamenice do Kamenického Šenova. Později, po zdoluhavém plánování a zajišťování financování, byla trasa prodloužena až do České Lípy. Slavnostní výkop stavby proběhl 30. dubna 1902 právě v Mistrovicích, dle dobové fotografie k tomu došlo v místě zářezu pro železniční stanici (obr. 4). Železnice byla v činnosti od 29. srpna 1903 do 29. září 1979 (Kolektiv 2013). Nyní byla po části zrušeného drážního tělesa vybudována cyklostezka „Varhany, Kamenický Šenov - Česká Lípa“. Vzhledem k velmi obtížnému terénu a značnému převýšení byly při stavbě železnice provedeny značné terénní zásahy, díky nimž bylo možno na několika místech studovat geologickou stavbu území. V tomto ohledu je nejvýznamnějším odkryvem právě zářez pro nádraží Mistrovice. Ten neunikl pozornosti J. E. Hibsche, který se geologické stavbě zářezu věnuje ve svém díle (Hibsch 1927).

Další studovanou lokalitou je **zářez ve svahu** (obr. 3), zbudovaný pro již neexistující železniční trať a dosud stojící nádražní budovy stanice Mistrovice (GPS: 50°45'33.940" N; 14°26'19.541" E). Historie provozu železniční trati Česká Kamenice - Česká Lípa se začala psát roku 1886, kdy byla 10. února dokončena odbočka České severní dráhy z České Kamenice do Kamenického Šenova. Později, po zdoluhavém plánování a zajišťování financování, byla trasa prodloužena až do České Lípy. Slavnostní výkop stavby proběhl 30. dubna 1902 právě v Mistrovicích, dle dobové fotografie k tomu došlo v místě zářezu pro železniční stanici (obr. 4). Železnice byla v činnosti od 29. srpna 1903 do 29. září 1979 (Kolektiv 2013). Nyní byla po části zrušeného drážního tělesa vybudována cyklostezka „Varhany, Kamenický Šenov - Česká Lípa“. Vzhledem k velmi obtížnému terénu a značnému převýšení byly při stavbě železnice provedeny značné terénní zásahy, díky nimž bylo možno na několika místech studovat geologickou stavbu území. V tomto ohledu je nejvýznamnějším odkryvem právě zářez pro nádraží Mistrovice. Ten neunikl pozornosti J. E. Hibsche, který se geologické stavbě zářezu věnuje ve svém díle (Hibsch 1927).

Stěna zářezu je tvořena především poměrně hrubozrnnými tufy (aglomeráty), které často obsahují až několik dm velké ostrohranné úlomky většinou světlých vulkanogenních hornin vícero typů, včetně šedých či namodralých, hodně proplyněných, patrně i sklovitých vulkanitů s výraznou proudovou texturou. Přítomny jsou i křídové xenolity a úlomky vypálených jílu. V dutinách bazaltů bývá kalcit nebo bělavá výstelka z velice jemných bělavých krystalů phillipsitu, na které místy nasedají jednotlivě vyvinuté drobné číré skelně lesklé klenče chabazitu. V tufech jsou na některých místech přítomny v hojnějším množství trhliny, které porůstají drobné krystaly chabazitu a phillipsitu. Offretit je zde velmi vzácný. V tufech jsou obsaženy též až 1 cm velké černé tabulkovité krystaly augitu, které však bývají polámané. Zajímavostí jsou zrna a úlomky krystalů olivínu zelené a žlutohnědé barvy, velikosti obvykle do 5 mm.

Na severozápadní straně zářezu, těsně za bývalou staniční budovou, je část odkryvu tvořena bazaltovou žilou mocnou kolem 10 m. Hornina se vyznačuje tmavě hnědošedou barvou. Má drobně porfyrickou stavbu, hojně, ale nepřilíš makroskopicky výrazné vyrostlice o průměrné velikosti kolem 1 mm v ní tvoří černé pyroxeny a rezavé olivíny. Ojedinelé olivínové vyrostlice dosahují velikosti až 3 mm. Spolu s vyrostlicemi se v hornině objevují rovněž nepřilíš nápadné drobné mandle o velikosti kolem 1 mm, vyplněné bělavou, patrně zeolitovou minerální substancí. Základní hmota je velmi jemnozrnná, makroskopicky celistvá. Hnědavým zbarvením vzorku je naznačeno počínající alterační postižení, vytvářející až náznak počínajícího kuličkového rozpadu - sonnenbrandu. Mikroskopický obraz horniny tvoří dvě minerální populace - vyrostlice a základní hmota v kvantitativním poměru cca 40 : 60. V jejich uspořádání se projevuje náznak tvarového přednostního uspořádání. Vyrostlice jsou zastoupeny převládajícím pyroxenem a méně frekventovaným olivínem, oba převážně v automorfním vývoji. Pyroxenové vyrostlice odpovídají klinopyroxu zjevně povahy obecného čedičového augitu. Vesměs mají zonální stavbu s úzkým nafialovělým lemem. Vyrostlice olivínu svou velikostí v průměru velikost vyrostlic pyroxenů mírně převyšují. Jsou rovněž automorfně omezeny, jejich



Obr. 8 Hladké polokulovité agregáty offretitu z Nového Oldřichova (agrární hrázky); délka dutiny 20 mm, foto L. Hružek.



Obr. 9 Členitá dutina offretitu z Nového Oldřichova, šířka záběru 35 mm, foto L. Hružek.



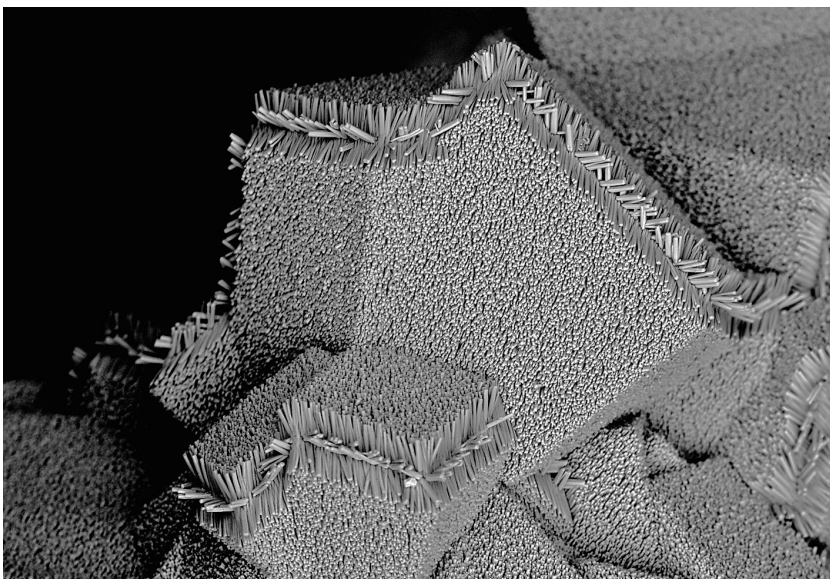
Obr. 10 Radiálně paprscité agregáty offretitu, jejichž jádro je tvořeno jílovým minerálem. Šířka záběru 20 mm, foto P. Fuchs.



Obr. 11 Agregát složený z jemných krystalů offretitu z Nového Oldřichova; šířka obrázku 600  $\mu\text{m}$ , BSE foto B. Ekrt.



Obr. 12 Polokulovité agregáty offretitu z Nového Oldřichova, šířka záběru 20 mm, foto P. Fuchs.



Obr. 13 Jehlicovité krystaly offretitu epitakticky narůstající na krystaly chabazitu, Nový Oldřichov, šířka obrázku 600  $\mu\text{m}$ , BSE foto B. Ekrt.

tvář však bývá porušen z menší části magmatickou korozi, většinou však popraskáním vedoucím ke vzniku hnědě zbarvených trhlin; k serpentinizaci ani k iddingsitizaci však nedochází. Základní hmota je silně prosycena sekundárním hnědým železitým pigmentem, v jejím minerálním složení se kromě toho uplatňují klinopyroxen, nefelin, podružné množství bazického plagioklasu a magnetit, pravděpodobná je přítomnost nepatrného množství apatitu. V množství kolem 5 % se v základní hmotě objevují drobné, dokonalé kruhové oblé mandle. Struktura je drobně a bohatě porfyrická s holokrystalickou mikrozrnitou strukturou základní hmoty, textura je ve slabém náznaku fluidální, slabě a drobně mandlovcovitá. Na základě mikroskopie lze horninu označit jako olivinický nefelinit blízký se nefelinickému bazanitu.

Stav lokality v současné době stále odpovídá popisu J. E. Hibsche (1927). Střed žíly je tvořen zčásti rozpadavou bazaltovou horninou a zčásti pevnými bloky bazaltu bez dutin. V jihovýchodním okraji žíly se vyskytuje větší množství rozměrnějších dutin se zeolity. Severozápadní okraj žíly při kontaktu s tufem je značně členitý. Tuf se tu prolíná s bazaltovou horninou. Je zde velké množství trhlin se zeolity. Bazalt v těchto partiích obsahuje drobnější dutiny, ve kterých vystupují všechny zeolity nalezené na této lokalitě, mnohdy ve více generacích a byly zde velmi vzácně zjištěny i zákonitě orientovanými nárůsty offretitu na chabazit. Tyto dutiny bývají často úplně vyplněné nejmladším bílým kalcitem.

Při průzkumu širšího okolí lokality byla zeolitová mineralizace zjištěna též v úvozu bývalé trati (dnes cyklostezka Varhany), 250 m sz. od nádražní budovy (GPS: 50°45'44.323" N; 14°26'10.735" E). Část obnažené stěny úvozu je tvořena tufy a nevýraznou žilou bazaltové horniny (obr. 5). Vyskytuje se tu obdobná asociace zeolitů jako u výše zmíněné lokality, jejich vývoj je ale méně výrazný.

Poměrně nevýznamná zeolitová mineralizace byla též zjištěna v materiálu **agrárních hrázek**, které se nacházejí cca 500 m jižně pod nádražní budovou (GPS: 50°45'27.172" N; 14°26'7.915" E). Mineralizace je obdobná jako u předchozích výskytů. Přestože se jedná o náhodné výskyty, byly první vzorky zeolitové mineralizace s offre-

titem zjištěny v roce 2007 právě zde. Teprve následným průzkumem širšího okolí v roce 2008 byl objeven primární zdroj tohoto materiálu. Shodou okolností probíhaly již zmiňované stavební práce na pozemcích nad nádražím, kde byl nalezen offretit. S laskavým svolením majitele pak následovalo pravidelné monitorování lokality.

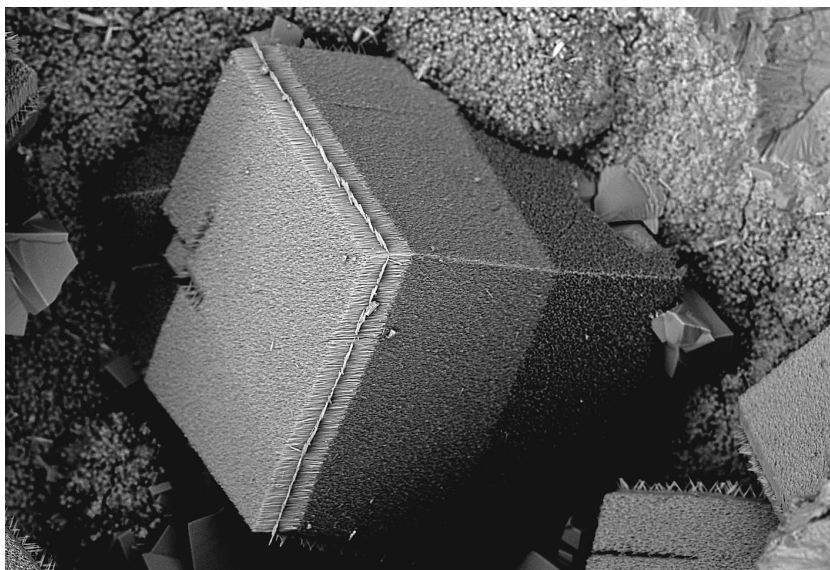
### Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití  $\text{CuK}\alpha$  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  $0.01^\circ$ , 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).

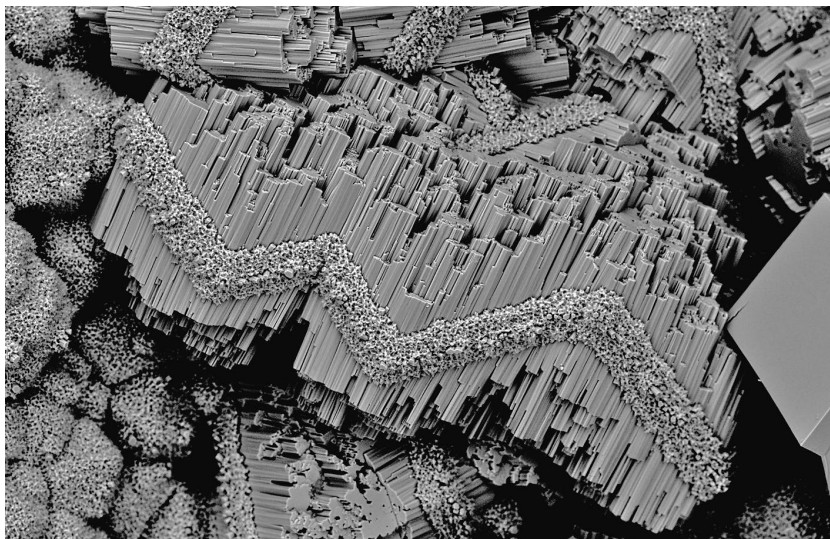
Chemické složení většiny zeolitů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno, analytik J. Sejkora) za podmínek: vlnové disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 10  $\mu\text{m}$ , standardy: baryt ( $\text{BaL}\alpha$ ), albit ( $\text{NaK}\alpha$ ), sanidin ( $\text{SiK}\alpha$ ),  $\text{AlK}\alpha$ ,  $\text{KK}\alpha$ ), spessartin ( $\text{MnK}\alpha$ ), pyrop ( $\text{MgK}\alpha$ ), fluorapatit ( $\text{PK}\alpha$ ,  $\text{CaK}\alpha$ ), almadin ( $\text{FeK}\alpha$ ), gahnit ( $\text{ZnK}\alpha$ ),  $\text{SrSO}_4$  ( $\text{SrL}\alpha$ ), titanit ( $\text{TiK}\alpha$ ), polucit ( $\text{CsK}\alpha$ ), vanadinit ( $\text{ClK}\alpha$ ), wollastonit ( $\text{CaK}\alpha$ ) a topaz ( $\text{FK}\alpha$ ). Obsahy prvků, které nejsou uvedeny v tabulkách, byly pod mezí detekce přístroje (cca 0.03 - 0.05 hm. %). Získaná data byla korigována za použití software PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

### Charakteristika zjištěné zeolitové mineralizace

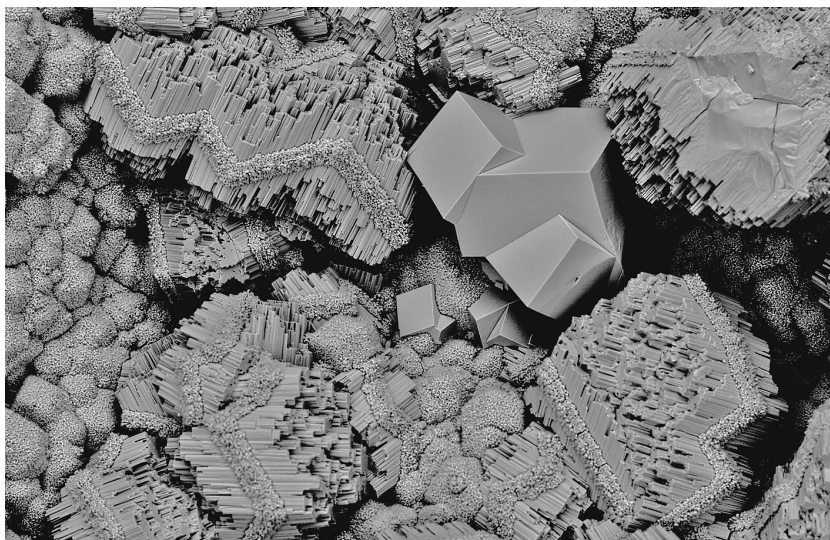
Jak již bylo uvedeno v úvodu, ve staré literatuře je u popisované lokality pouze zmínka o blíže nedefinovaných zeolitech u F. A. Reusse (Reuss 1793 in Kratochvíl 1962), později pak Hibsche (1927) zmiňuje výskyt opálu, phillipsitu, natrolitu a kalcitu severně od nádraží v Mistrovicích.



Obr. 14 Krystal chabazitu s epitakticky nárůstajícími krystaly offretitu, Nový Oldřichov, šířka obrázku 700  $\mu\text{m}$ , BSE foto B. Ekrť.



Obr. 15 Krystaly offretitu narůstající na chabazit z Nového Oldřichova, šířka obrázku 900  $\mu\text{m}$ , BSE foto B. Ekrť.



Obr. 16 Krystaly offretitu narůstající na chabazit, hladká srostlice je tvořena krystaly chabazitu druhé generace; Nový Oldřichov, šířka obrázku 1.5 mm, BSE foto B. Ekrť.

**Offretit**

Nejzajímavějším nově zjištěným minerálem lokality je offretit, který tvoří především čiré, skelně lesklé, až 1.5 mm velké sloupcovité hexagonální krystaly zakončené bází (obr. 6) a jejich agregáty, jejichž variabilita je velmi široká. Nejběžnější jsou polokulovité radiálně paprscité agregáty se zcela hladkým povrchem, připomínající opál či thomsonit (obr. 7 - 10). Na jiných polokulových jsou patrné kry-

stalové plochy báze a v jejich struktuře jsou více či méně patrné jednotlivé krystaly. Agregáty jsou většinou čiré a lesklé, v menší míře bělavé či s nádechem do modra. Tento modravý odstín je způsobem modrošedým jílovým minerálem, na který offretit v některých případech narůstá. Některé polokulovité agregáty mají matný až sametově šedavý povrch. Tato odlišnost je výrazná zvláště u snopkových agregátů (obr. 11). Velikost většiny agregátů se pohybuje kolem 1 mm, polokulovité srostlice dosahují vzácně

**Tabulka 1** Rentgenová prášková data offretitu z Nového Oldřichova

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>l<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>l<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>l<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>
0	1	0	11.552	98	11.514	0	4	1	2.691	8	2.692	1	2	4	1.7462	<1	1.7438
0	0	1	7.585	4	7.613	2	3	0	2.640	1	2.641	1	6	1	1.7106	2	1.7109
1	1	0	6.659	67	6.647	1	4	0	2.513	4	2.512	4	4	0	1.6623	19	1.6619
0	1	1	6.361	2	6.350	2	3	1	2.4951	9	2.4955	3	5	0	1.6453	2	1.6448
0	2	0	5.762	37	5.757	1	4	1	2.3828	1	2.3859	2	6	0	1.5971	2	1.5967
1	1	1	5.022	3	5.007	0	5	0	2.2992	1	2.3027	1	6	2	1.5921	3	1.5944
0	2	1	4.587	7	4.592	3	3	0	2.2158	21	2.2158	2	6	1	1.5621	1	1.5627
1	2	0	4.356	100	4.352	2	4	0	2.1755	1	2.1759	1	7	0	1.5264	1	1.5250
0	3	0	3.839	73	3.838	3	3	1	2.1266	4	2.1275	3	4	3	1.5176	<1	1.5173
0	0	2	3.812	6	3.807	0	3	3	2.1147	1	2.1168	1	1	5	1.4840	<1	1.4842
1	2	1	3.776	30	3.778	2	4	1	2.0908	2	2.0921	4	5	0	1.4739	2	1.4742
0	3	1	3.445	2	3.427	1	5	1	1.9961	3	1.9956	0	8	0	1.4404	1	1.4392
2	2	0	3.325	37	3.324	0	5	2	1.9669	1	1.9703	1	7	2	1.4151	2	1.4156
1	3	0	3.193	11	3.193	3	4	0	1.8934	1	1.8928	2	7	0	1.4074	<1	1.4066
0	2	2	3.182	10	3.175	2	5	0	1.8443	5	1.8437	3	5	3	1.3807	1	1.3803
0	4	0	2.880	68	2.878	0	2	4	1.8068	1	1.8071	4	5	2	1.3742	1	1.3747
1	2	2	2.864	16	2.865	1	6	0	1.7563	2	1.7558	1	8	0	1.3468	1	1.3476
0	3	2	2.697	6	2.703												

**Tabulka 2** Parametry základní cely offretitu (pro hexagonální prostorovou grupu P-6m)

	tato práce	Gualtieri et al. (1998)	Pauliš et al. (2013)
<i>a</i> [Å]	13.295(6)	13.293(2)	13.261(7)
<i>c</i> [Å]	7.6133(4)	7.608(1)	7.559(1)
<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]	1165.4(6)	1164.25	1151.5(1)

**Tabulka 3** Chemické složení offretitu z Nového Oldřichova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	56.69	57.10	55.42	56.31	57.86	56.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.47	18.91	19.53	19.50	19.77	19.64
CaO	5.70	5.25	5.57	5.61	5.91	6.17
MgO	1.49	1.67	1.55	1.54	1.39	1.29
SrO	0.27	0.03	0.44	0.36	0.25	0.27
K <sub>2</sub> O	3.51	3.33	3.68	3.64	3.41	3.49
H <sub>2</sub> O	16.38	16.46	16.62	16.44	16.10	16.20
Total	103.51	102.75	102.81	103.40	104.69	103.53
Si <sup>4+</sup>	12.871	13.019	12.768	12.836	12.906	12.839
Al <sup>3+</sup>	5.211	5.083	5.302	5.238	5.197	5.235
Ca <sup>2+</sup>	1.386	1.282	1.375	1.370	1.413	1.495
Mg <sup>2+</sup>	0.505	0.567	0.533	0.523	0.462	0.435
Sr <sup>2+</sup>	0.036	0.004	0.058	0.048	0.032	0.035
K <sup>+</sup>	1.018	0.970	1.083	1.057	0.970	1.006
ΣCa+Mg+Sr+K	2.945	2.823	3.049	2.998	2.877	2.971
H <sub>2</sub> O	15	15	15	15	15	15
Si/Al	2.47	2.56	2.41	2.45	2.48	2.45
T <sub>Si</sub>	0.71	0.72	0.71	0.71	0.71	0.71

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 15 H<sub>2</sub>O.

velikosti 3 mm. Offretit se v dutinách vyskytuje většinou samostatně. Typické jsou drobné dutiny s několika polokulovými agregáty v centru a zbytkem dutiny porostlým jednotlivými jehlicovitými krystaly offretitu (obr. 12). Vzácněji byly nalezeny dutiny, kde offretit vystupuje v asociaci s chabazitem a phillipsitem, často s patrným vývojem jednotlivých druhů ve více generacích. Dutiny jsou většinou zploštělé a protáhlé. Běžně se offretit vyskytuje v dutinách o velikosti do 1 cm, vzácněji i ve větších. Největší nalezená plochá dutina s offretitem měla rozměr 5 × 4 cm.

Nejzajímavější formou výskytu offretitu jsou jeho zákonitě orientované nárůsty na krystalech chabazitu (obr. 13 - 15). Jedná se o velmi drobné jehličkovité krystaly offretitu souvisle pokrývající krystalové plochy chabazitu. Offretitové krystaly mají totožnou orientaci, která se u různých ploch může lišit. Vzniklé srostlice většinou dobře zachovávají morfologii krystalů chabazitu. Jednotlivé plochy mají zdánlivě barevně odlišný tón. Tento efekt vyniká nejvíce na vzorcích s velmi jemným offretitem, vzorky

s většími krystaly offretitu tento efekt ztrácejí. Vzácně byly zjištěny vzorky, kde z hran srostlic vyrůstá mladší generace chabazitu, která již offretit postrádá (obr. 16). Tato zajímavá asociace dokládá složitý vícegenerační vývoj zdejší asociace zeolitů, který na obdobných lokalitách nebyl dosud pozorován. Nárůsty offretitu na chabazitu se vzácně objevují ve všech částech lokality, nejvíce však v sz. okraji bazaltové žíly za nádražní budovou, v členitém kontaktu bazaltu s okolním tufem. V dutinách o velikosti do 15 mm se objevovaly až 2 mm velké srostlice. Z těchto dutin, často zcela vyplněných mladším kalcitem, byly po jeho odleptání kyselinou citronovou získány dokonale zachované vzorky zeolitových srostlic.

Zatímco srůsty offretitu s lévynem jsou velmi běžné, epitaxiální srůsty offretitu a chabazitu jsou podstatně vzácnější. Zjištěné byly na několika zahraničních lokalitách, jedná se například o Passo Forcel Rosso, Adamello v Itálii (Passaglia, Tagliavini 1994) či výskyt v oblasti Vogelsbergu v Německu (Betz, Hentschel 1978). Charakter

**Tabulka 4** Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Nového Oldřichova

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>
1	0	1	9.340	82	9.364	3	0	3	3.107	<1	3.121	3	3	3	2.0861	3	2.0930
1	1	0	6.899	7	6.910	4	0	1	2.926	53	2.935	6	0	0	1.9903	<1	1.9948
0	1	2	6.337	2	6.367	2	1	4	2.877	16	2.891	5	1	4	1.8644	1	1.8661
0	2	1	5.547	13	5.560	2	2	3	2.834	2	2.845	4	1	6	1.8074	1	1.8083
0	0	3	4.977	15	5.012	2	0	5	2.693	1	2.687	3	2	7	1.6926	<1	1.6919
2	0	2	4.663	10	4.682	4	1	0	2.605	8	2.612	1	6	4	1.6453	<1	1.6419
2	1	1	4.318	100	4.332	2	3	2	2.5723	1	2.5792	4	4	3	1.6339	<1	1.6332
1	1	3	4.035	2	4.057	1	3	4	2.4900	6	2.4883	2	3	8	1.5544	3	1.5510
3	0	0	3.978	3	3.990	1	1	6	2.3566	1	2.3560	5	1	7	1.5201	1	1.5195
1	2	2	3.862	13	3.876	4	0	4	2.3391	1	2.3411	7	1	3	1.5134	1	1.5115
1	0	4	3.562	24	3.586	3	3	0	2.3072	1	2.3034	8	0	2	1.4696	<1	1.4673
2	2	0	3.446	10	3.455	3	2	4	2.2231	1	2.2173	7	2	2	1.4395	<1	1.4353
1	3	1	3.234	3	3.241	4	2	2	2.1591	1	2.1660	1	5	8	1.4166	<1	1.4150
0	2	4	3.186	1	3.183	3	0	6	2.1214	<1	2.1222	3	4	8	1.3591	1	1.3591

**Tabulka 5** Rentgenová prášková data chabazitu-K z Nového Oldřichova

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>
1	0	1	9.330	100	9.347	0	1	5	2.924	30	2.915	4	2	5	1.8066	1	1.8083
1	1	0	6.899	6	6.916	2	1	4	2.894	6	2.891	6	1	2	1.7752	<1	1.7751
0	1	2	6.331	2	6.365	2	2	3	2.832	2	2.846	3	2	7	1.6938	1	1.6918
0	2	1	5.543	14	5.564	0	4	2	2.769	<1	2.782	2	3	8	1.5542	1	1.5508
0	0	3	4.974	14	5.009	2	3	2	2.5703	2	2.5810	5	2	6	1.5209	1	1.5229
2	0	2	4.660	7	4.684	1	3	4	2.4877	6	2.4888	7	1	3	1.5134	1	1.5126
2	1	1	4.318	50	4.335	4	0	4	2.3377	1	2.3418	1	0	10	1.4919	1	1.4910
3	0	0	3.978	2	3.993	3	3	0	2.3055	1	2.3054	5	0	8	1.4802	<1	1.4782
1	2	2	3.861	7	3.878	3	2	4	2.2129	<1	2.2181	8	0	2	1.4695	<1	1.4685
2	2	0	3.446	6	3.458	3	0	6	2.1209	<1	2.1217	1	5	8	1.4153	<1	1.4150
1	3	1	3.233	3	3.244	1	0	7	2.1083	<1	2.1130	8	1	1	1.3989	<1	1.3960
0	2	4	3.173	<1	3.183	1	5	2	2.0620	<1	2.0684	3	4	8	1.3601	<1	1.3592
3	1	2	3.031	2	3.039	5	1	4	1.8653	3	1.8670						

**Tabulka 6** Parametry základní cely chabazitu (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)

			<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]
chabazit-Ca	Nový Oldřichov	tato práce	13.820(7)	15.0364(8)	2487.1(9)
chabazit-K	Nový Oldřichov	tato práce	13.832(8)	15.0265(6)	2489(1)
chabazit-K	Jukspor, Rusko	Yakubovich et al. (2005)	13.831(3)	15.023(5)	2488.83
chabazit-Ca	Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	13.837(6)	15.0073(4)	2488(1)
chabazit-Ca	Jehla	Pauliš et al. (2015b)	13.820(6)	15.0226(4)	2484.9(1)



vzorků z Nového Oldřichova je však zcela odlišný a dle dostupných informací nebyl dosud na jiných lokalitách tento typ epitaxie offretitu a chabazitu zjištěn.

Offretit je považován za vzácnější zeolit, který byl v České republice donedávna znám pouze z Pracovic nad Labem (Rychlý, Daněk 1981), Žežic u Ústí nad Labem (Řídkašil, Daněk 1983) a Stupné u Nové Paky (Veselovský, Rychlý 1988). V nedávné době však byly offretity, respektive offretit-erionity zjištěny na řadě dalších lokalit, například na Vinařické hoře u Kladna, v Dobkovičkách u Lovosic, Vrbičkách v Doupovských horách aj. (Pauliš et al. 2015a).

Rentgenová prášková data offretitu z Nového Oldřichova (tab. 1) jsou blízká datům uváděným pro tento mi-

nerální druh, zpřesněné parametry základní cely (tab. 2) dobře odpovídají publikovaným údajům pro offretit (Gualtieri et al. 1998; Pauliš et al. 2013).

V BSE obraze je studovaný minerál chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení (tab. 3) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Sr a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec offretitu z Nového Oldřichova (průměr pěti bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako  $K_{1.02}Ca_{1.39}Mg_{0.51}Sr_{0.04}(Si_{12.87}Al_{5.21})O_{36} \cdot 15H_2O$ . Hodnota  $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.71$  tohoto offretitu je ve střední části rozmezí 0.69 - 0.74 uváděného (Coombs et al. 1997) pro tento minerální druh. Minoritní obsah Sr (do 0.06 *apfu*) je u offretitu obvyklý (Deer et al. 2004; Tschernich 1992).

**Tabulka 7** Chemické složení chabazitu-Ca z Nového Oldřichova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	56.99	56.95	55.60	58.24	58.52	56.39	56.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.76	18.08	17.71	17.14	17.35	18.35	17.95
CaO	5.98	6.26	6.39	5.07	4.98	6.49	6.72
MgO	1.17	1.13	0.91	1.64	1.59	0.88	0.85
SrO	0.22	0.38	0.36	0	0	0.31	0.28
Na <sub>2</sub> O	0.09	0.07	0.10	0.05	0.11	0.10	0.08
K <sub>2</sub> O	3.68	3.63	3.54	3.89	3.62	3.74	3.68
H <sub>2</sub> O	21.45	21.55	21.06	21.60	21.69	21.46	21.34
Total	107.34	108.05	105.67	107.63	107.86	107.72	107.17
Si <sup>4+</sup>	8.762	8.714	8.706	8.892	8.898	8.667	8.694
Al <sup>3+</sup>	3.218	3.260	3.268	3.084	3.110	3.325	3.268
Ca <sup>2+</sup>	0.985	1.026	1.072	0.829	0.811	1.068	1.112
Mg <sup>2+</sup>	0.268	0.257	0.213	0.373	0.361	0.201	0.196
Sr <sup>2+</sup>	0.019	0.034	0.033	0	0	0.028	0.025
Na <sup>+</sup>	0.028	0.020	0.030	0.015	0.033	0.030	0.024
K <sup>+</sup>	0.722	0.708	0.707	0.758	0.702	0.733	0.726
H <sub>2</sub> O	11	11	11	11	11	11	11
T <sub>Si</sub>	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.72	0.73

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 kyslíků. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 11 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 8** Chemické složení chabazitu-K z Nového Oldřichova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	58.34	58.63	58.67	56.36	59.31	58.75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.06	16.71	17.20	17.11	17.10	17.20
CaO	4.84	4.45	5.00	5.41	4.57	4.77
MgO	1.54	1.70	1.45	1.28	1.66	1.62
SrO	0.09	0.06	0.02	0.28	0.08	0.01
K <sub>2</sub> O	4.10	4.41	4.26	3.07	4.26	4.49
H <sub>2</sub> O	21.57	21.57	21.71	20.99	21.85	21.76
Total	107.54	107.53	108.31	104.50	108.83	104.60
Si <sup>4+</sup>	8.919	8.965	8.912	8.853	8.953	8.907
Al <sup>3+</sup>	3.073	3.012	3.079	3.167	3.042	3.073
Ca <sup>2+</sup>	0.793	0.729	0.814	0.911	0.739	0.775
Mg <sup>2+</sup>	0.351	0.388	0.329	0.300	0.374	0.366
Sr <sup>2+</sup>	0.008	0.006	0.002	0.025	0.007	0.001
K <sup>+</sup>	0.799	0.860	0.825	0.615	0.820	0.869
H <sub>2</sub> O	11	11	11	11	11	11
T <sub>Si</sub>	0.74	0.75	0.74	0.74	0.74	0.74

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 kyslíků. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 11 H<sub>2</sub>O.

### Chabazit-Ca, chabazit-K

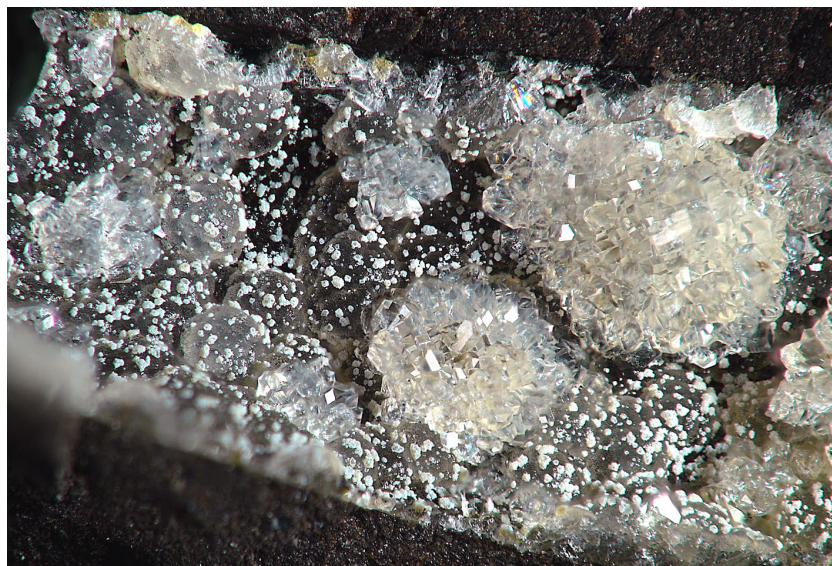
Nejhojnějším zeolitem lokality je chabazit, který se vyskytuje ve všech jejích částech. Je hojný v bazaltu i v proplyněném tufu. Tvoří klasické klencové krystaly (obr. 17), jen ojediněle byly zjištěny fakolitové srostlice. Zajímavostí jsou vzácné, netypické, úzké až tabulkovité krystaly chabazitu. Většinou je čerstvý, čirý, s výrazným skelným leskem. Velikost krystalů se běžně pohybuje mezi 1 až 3 mm, výjimečně dosahuje velikosti 5 mm. Chabazit často nasedá na modravý jílový minerál. Vyplňuje též souvisle až 5 cm velké dutiny. Často se objevuje na trhlinách tufu, běžně v dutinách v asociaci s phillipsitem a offretitem; někdy vytváří zřetelně několik generací.

Na lokalitě byly na základě většího množství provedených chemických analýz rozlišeny dva druhy chabazitů, převládající chabazit-K a vzácnější chabazit-Ca. Z bazaltové žíly zastížená výkopovými pracemi byly vždy identifikovány chabazity-Ca, naopak vzorky z železničního zářezu odpovídaly chabazitu-K. Chabazit-Ca porostlý offretitem vykazoval mírnější převahu obsahu vápníku nad draslíkem. Vzhledem k tomu, že rozdíly v chemickém složení nejsou příliš velké, nelze vyloučit, že se oba druhy vyskytují společně na všech popisovaných výskytech.

Rentgenová prášková data chabazitu-Ca (tab. 4) i chabazitu-K (tab. 5) odpovídají teoretickým záznamům vypočteným ze strukturních dat. Zpřesněné parametry studovaných chabazitů jsou v tabulce 6 porovnány s publikovaným údajem pro tyto minerální fáze. V BSE obraze jsou jednotlivé krystaly chabazitu chemicky homogenní. Při studiu jejich chemického složení (tab. 7 a 8) byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, Sr, Na a K; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-Ca z Nového Oldřichova (průměr šesti bodových analýz) je na



Obr. 17 Srostlice krystalů chabazitu-K z Nového Oldřichova, šířka záběru 3 mm, foto P. Fuchs.



Obr. 18 Srostlice krystalů phillipsitu na polokulovitých agregátech offretitu z Nového Oldřichova, šířka záběru 10 mm, foto P. Fuchs.



Obr. 19 Bělavé krystaly phillipsitu druhé generace na žlutém jílovém minerálu, který pokrývá hemisferické agregáty phillipsitu první generace, Nový Oldřichov, šířka záběru 10 mm, foto P. Fuchs.



### Phillipsit-Ca, phillipsit-K

Phillipsit byl zjištěn především v bazaltoidních horninách, naopak v tufech je poměrně vzácný. Tvůří hlavně zdvojitělé krystaly (obr. 18), méně křížové srostlice. Časté jsou jeho polokulovité, radiálně paprscité agregáty, někdy s patrnou zonální strukturou. Tyto agregáty lze při makroskopickém pozorování lehce zaměnit za srostlice offretitu. Phillipsit je čirý a často výrazně skelně lesklý. Velikost jeho krystalů a agregátů nepřesahuje 3 mm. Často zřetelně vystupuje v několika generacích (obr. 19). V dutinách se téměř vždy vyskytuje s dalšími zeolity. Nalezeny byly také nenápadné agregáty offretitu narůstající na polokulové agregáty phillipsitu; tento srůst se projevuje pouze barevnou odlišností jednotlivých zón.

Na základě kvantitativních chemických analýz byly na lokalitě rozlišeny tři druhy, respektive odrůdy phillipsitu: phillipsit-Ca, phillipsit-K a phillipsit-K se zvýšeným obsahem Ba. Nejstarší generace, která tvoří polokulovité, radiálně paprscité agregáty, odpovídá phillipsitu-Ca. Samostatně zdvojitělé krystaly z větších dutin bazaltové

žily v železničním zářezu vykazují dominanci draslíku nad vápníkem a náleží tak phillipsitu-K. Nejmladší generace, která tvoří krystaly nasedající na offretit, odpovídá phillipsitu-K s poněkud zvýšeným obsahem barya.

Rentgenová prášková data phillipsitů z Nového Oldřichova (tab. 9 - 11) jsou blízká datům uváděným pro tento minerální druh. Jejich zpřesněné parametry základní cely jsou velmi blízké a odpovídají publikovaným údajům pro tento minerální druh (tab. 12).

Při studiu chemického složení phillipsitů-K (tab. 13, 14) byly zjištěny obsahy Si, Al, K, Ca, Ba a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Jedná se o poměrně čisté phillipsity v phillipsit-harmotomové řadě; obsah Ba dosahuje pouze 0.05 *apfu* v prvním případě, respektive 0.13 *apfu* v případě u vzorku se zvýšeným obsahem Ba. Empirické vzorce phillipsitu-K (průměr pěti, resp. šest bodových analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako  $K_{1.62}Na_{0.12}Ca_{1.42}Ba_{0.05}(Si_{11.20}Al_{4.84})O_{32} \cdot 12H_2O$ , respektive  $K_{1.50}Na_{0.19}Ca_{1.46}Ba_{0.13}(Si_{11.13}Al_{4.87})O_{32} \cdot 12H_2O$ . Hodnota  $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.70$  phillipsitu-K se nachází v horní části rozmezí 0.57 - 0.74 uváděného pro tento

Tabulka 11 Rentgenová prášková data phillipsitu-Ca z Nového Oldřichova

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d<sub>obs</sub></i>	<i>I<sub>obs</sub></i>	<i>d<sub>calc</sub></i>
-1	0	0	8.123	2	8.136	3	2	0	2.539	<1	2.536	-3	7	3	1.6355	1	1.6360
0	2	0	7.145	33	7.157	2	3	1	2.4764	<1	2.4763	-6	0	4	1.6136	<1	1.6135
-1	1	1	7.104	31	7.103	-4	1	2	2.4386	<1	2.4441	-6	0	2	1.6100	<1	1.6092
0	1	1	6.381	8	6.410	1	3	2	2.3846	3	2.3828	-6	1	2	1.5983	1	1.5991
1	2	0	5.349	9	5.373	2	4	1	2.2487	2	2.2516	-5	2	5	1.5947	1	1.5953
0	2	1	5.039	15	5.065	-4	2	1	2.2257	3	2.2239	-2	3	5	1.5912	1	1.5921
-2	0	1	4.949	8	4.961	2	1	2	2.1284	<1	2.1240	-3	4	5	1.5694	<1	1.5692
-1	0	2	4.314	3	4.316	-2	6	2	2.0591	1	2.0608	-4	7	3	1.5433	1	1.5422
1	0	1	4.302	3	4.296	-4	0	4	2.0470	1	2.0455	-2	9	1	1.5146	<1	1.5144
1	3	0	4.116	10	4.116	4	0	0	2.0332	<1	2.0339	1	3	4	1.4927	<1	1.4925
-2	0	2	4.103	17	4.091	-4	4	1	1.9604	2	1.9583	-6	4	2	1.4680	1	1.4676
2	0	0	4.062	5	4.068	-2	7	1	1.8921	<1	1.8905	-6	2	1	1.4657	1	1.4663
2	1	0	3.915	1	3.913	-5	0	4	1.8361	<1	1.8367	-4	7	4	1.4461	<1	1.4461
-2	2	2	3.555	<1	3.552	2	7	0	1.8273	2	1.8269	-6	3	5	1.4361	1	1.4353
-2	3	1	3.442	1	3.439	-4	5	1	1.8114	<1	1.8116	-4	2	6	1.4273	1	1.4276
-3	0	1	3.217	3	3.218	1	6	2	1.8011	<1	1.8021	-5	1	6	1.4227	<1	1.4225
1	3	1	3.193	38	3.192	0	8	0	1.7871	4	1.7892	-7	1	4	1.4043	<1	1.4046
1	4	1	3.183	100	3.185	-5	2	4	1.7782	7	1.7790	-5	2	6	1.4023	1	1.4019
-3	1	1	3.139	12	3.140	4	4	0	1.7680	2	1.7682	2	9	1	1.3948	1	1.3941
-3	2	1	2.931	5	2.935	-5	4	2	1.7214	1	1.7217	-3	8	4	1.3816	<1	1.3813
0	3	2	2.869	<1	2.866	2	5	2	1.7180	2	1.7180	-1	5	5	1.3794	1	1.3795
-1	4	2	2.751	7	2.755	2	0	3	1.6812	2	1.6823	3	9	0	1.3722	1	1.3719
1	1	2	2.701	7	2.701	-4	2	5	1.6787	2	1.6781	-5	3	6	1.3694	1	1.3694
-2	4	2	2.694	7	2.693	-2	7	3	1.6730	1	1.6738	-5	7	4	1.3663	1	1.3664
2	2	1	2.685	9	2.685	-4	5	4	1.6641	<1	1.6643	-6	0	0	1.3558	1	1.3559
0	5	1	2.659	2	2.659	2	8	0	1.6378	1	1.6377	-7	3	4	1.3540	<1	1.3534
1	2	2	2.565	2	2.567												

Tabulka 12 Parametry základní cely phillipsitu (pro monoklinickou prostorovou grupu P2<sub>1</sub>/m)

			<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	$\beta$ [°]	<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]
phillipsit-K	Nový Oldřichov	tato práce	9.925(1)	14.315(3)	8.742(2)	124.92(4)	1018.4(3)
phillipsit-K	Nový Oldřichov	tato práce	9.925(1)	14.312(3)	8.740(2)	124.92(3)	1018.0(3)
phillipsit-Ca	Nový Oldřichov	tato práce	9.922(1)	14.313(3)	8.743(2)	124.91(2)	1018.1(3)
phillipsit-Na	Richmond, Austrálie	Gatta et al. (2009)	9.9238(6)	14.3145(5)	8.7416(5)	124.920(9)	1018.2
phillipsit-Ca	Jehla	Pauliš et al. (2015b)	9.924(2)	14.321(4)	8.737(2)	124.92(3)	1017.4(4)
phillipsit-K	Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	9.917(4)	14.314(8)	8.737(4)	124.92(0)	1016.9(9)

**Tabulka 13** Chemické složení phillipsitu-K z Nového Oldřichova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	53.46	53.67	53.62	54.00	53.31	52.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.58	18.27	18.73	18.89	21.16	20.85
CaO	6.33	5.79	5.71	6.12	7.00	7.01
BaO	0.56	0.70	0.68	0.60	0.42	0.41
Na <sub>2</sub> O	0.30	0.32	0.22	0.22	0.40	0.35
K <sub>2</sub> O	6.04	5.83	5.19	5.36	6.80	7.01
H <sub>2</sub> O	17.17	16.88	16.52	17.74	17.59	17.39
Total	103.44	101.46	100.63	102.93	106.68	105.70
Si <sup>4+</sup>	11.204	11.438	11.678	10.949	10.906	10.897
Al <sup>3+</sup>	4.836	4.589	4.808	4.515	5.101	5.083
Ca <sup>2+</sup>	1.422	1.322	1.332	1.329	1.534	1.554
Ba <sup>2+</sup>	0.047	0.059	0.055	0.048	0.033	0.034
Na <sup>+</sup>	0.121	0.133	0.092	0.085	0.160	0.139
K <sup>+</sup>	1.614	1.585	1.442	1.385	1.775	1.849
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.70	0.71	0.71	0.71	0.68	0.68

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 14** Chemické složení phillipsitu-K se zvýšeným obsahem Ba z Nového Oldřichova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	54.50	54.49	51.96	55.13	55.67	54.32	55.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.25	20.16	19.42	20.21	20.82	20.18	20.73
CaO	6.67	6.73	6.46	6.85	6.78	6.50	6.70
BaO	1.64	1.54	1.59	1.73	1.65	1.64	1.67
Na <sub>2</sub> O	0.47	0.45	0.39	0.43	0.51	0.56	0.47
K <sub>2</sub> O	5.75	5.53	5.55	5.82	5.58	5.94	6.09
H <sub>2</sub> O	17.62	17.58	16.88	17.78	17.88	17.57	17.95
Total	106.90	106.48	102.25	107.95	108.89	106.71	109.01
Si <sup>4+</sup>	11.129	11.149	11.078	11.156	11.201	11.124	11.106
Al <sup>3+</sup>	4.874	4.861	4.881	4.820	4.937	4.870	4.898
Ca <sup>2+</sup>	1.459	1.475	1.476	1.488	1.462	1.426	1.439
Ba <sup>2+</sup>	0.131	0.123	0.133	0.137	0.131	0.132	0.131
Na <sup>+</sup>	0.187	0.180	0.161	0.168	0.198	0.222	0.183
K <sup>+</sup>	1.497	1.443	1.509	1.503	1.431	1.553	1.556
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.70	0.70	0.69	0.70	0.69	0.70	0.69

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 15** Chemické složení phillipsitu-Ca z Nového Oldřichova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	52.66	51.52	53.45	53.56	53.02	51.74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.23	20.90	21.35	21.06	21.54	21.31
CaO	7.69	7.76	7.48	7.69	7.69	7.81
BaO	0.77	0.86	0.81	0.98	0.91	0.30
Na <sub>2</sub> O	0.31	0.25	0.42	0.38	0.33	0.19
K <sub>2</sub> O	5.68	5.84	6.09	5.97	5.73	4.75
H <sub>2</sub> O	17.48	17.16	17.68	17.67	17.62	17.19
Total	105.82	104.29	107.28	107.31	106.84	103.20
Si <sup>4+</sup>	10.841	10.804	10.876	10.906	10.828	10.831
Al <sup>3+</sup>	5.151	5.166	5.120	5.055	5.186	5.258
Ca <sup>2+</sup>	1.696	1.744	1.631	1.679	1.682	1.752
Ba <sup>2+</sup>	0.062	0.071	0.065	0.078	0.072	0.025
Na <sup>+</sup>	0.124	0.101	0.166	0.149	0.130	0.078
K <sup>+</sup>	1.492	1.562	1.580	1.551	1.492	1.258
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.68	0.68	0.68	0.68	0.67	0.68

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 36 kyslíků. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.

minerální druh (Coombs et al. 1997). Při studiu chemického složení phillipsitu-Ca (tab. 15) byly zjištěny pouze obsahy Si, Al, K, Ca, Ba a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Vedle dominantního obsahu Ca (1.70 *apfu*) obsahuje také K (1.49 *apfu*) a minoritní zastoupení Na a Ba. Empirický vzorec phillipsitu-Ca (průměr pěti bodových analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako  $\text{Ca}_{1.70}\text{Na}_{0.12}\text{K}_{1.49}\text{Ba}_{0.06}(\text{Si}_{10.84}\text{Al}_{5.15})\text{O}_{32}\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Hodnota  $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.68$  phillipsitu-Ca se nachází v horní části rozmezí (0.57 - 0.74) publikovaného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

### Kalcit

Nejmladším minerálem popsané asociace je kalcit, který nejčastěji zcela vyplňuje drobné dutiny v bazaltu, kde uzavírá starší zeolity. Krystalovaný kalcit se na lokalitě objevuje jen výjimečně v podobě mléčně bílých, až 1 cm velkých, často korodovaných krystalů, které tvarem připomínají cvočkovec.

### Závěr

Na několika lokalitách v okolí Nového Oldřichova u Kamenického Šenova byla v bazaltoidních horninách nově objevena zajímavá asociace zeolitů - offretitu s chabazitem-Ca a -K a phillipsitem-K a -Ca. Všechny popisované zeolity vystupují na lokalitě zřetelně v několika generacích, což na analogických lokalitách neovulkanitů severních Čech dosud nebylo zjištěno. Pozoruhodné je i zjištění epitaktických srůstů chabazitu a offretitu, které dosud nebylo známo.

### Poděkování

*Milou povinností autorů je poděkovat za poskytnutí fotografií P. Fuchsovi z Teplic a B. Ekrtovi z Národního muzea v Praze, majitelům pozemků Petrovi Jonášovi a ing. Pavlovi Bolehovskému za laskavé povolení vstupu na jejich pozemky a umožnění studia této významné lokality offretitu. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národnímu muzeu (DKRVO 2016/02, 00023272).*

### Literatura

Betz V., Hentschel G. (1978) Offretit und Erionit von Gernern (Vogelsberg). *Geol. Jb. Hessen* 106, 419-421.  
 Coombs D. S., Alberti A., Armbruster T., Artioli G., Colletta C., Galli E., Grice J. D., Liebau F., Mandarino J. A., Minato H., Nickel E. H., Passaglia E., Peacor D. R., Quartieri S., Rinaldi R., Ross M., Sheppard R. A., Tillmanns 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.  
 Deer W. A., Howie R. A., Wise W. S., Zussman J. (2004) Rock-forming Minerals, Framework Silicates: Silica Minerals, Feldspathoids and the Zeolites. Vol. 4B. *The Geological Society London*.

Gatta G. D., Cappelletti P., Rotiroti N., Sledobnick C., Rinaldi R. (2009) New insights into the crystal structure and crystal chemistry of the zeolite phillipsite. *Am. Mineral.* 94, 190-199.  
 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.  
 Hibsich J. E. (1927): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Böhm. Kamnitz. *Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky, Svazek 10, SGÚ ČSR, Praha*.  
 Kolektiv (2013) Kdysi Mistrovce, dnes Nový Oldřichov. *Rema 93, Česká Lípa*. 192 s.  
 Kratochvíl J. (1957-1966): Topografická mineralogie Čech I. - VIII. *NČSAV, Praha*.  
 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.  
 Passaglia E., Tagliavini A. (1994) Chabazite-offretite epitaxial overgrowths in cornubianite from Passo Forcel Rosso, Adamello, Italy. *Eur. J. Mineral.* 6, 397-405.  
 Pauliš P., Svejkovský J., Janeček O., Hružek L., Dvořák Z., Jebavá I. (2013) Offretit kamenolomu Vrbička u Valče v Doupovských horách. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 21, 2, 171-178.  
 Pauliš P., Hružek L., Janeček O., Sejkora J., Malíková R. (2014) Cowlesit a doprovodná mineralizace z vrchu Hackenberg u České Kamenice (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 248-260.  
 Pauliš P., Hružek L., Janeček O., Dvořák Z., Toman J., Svejkovský J., Radoň M. (2015a) Nejzajímavější mineralogická naleziště Čech - zeolity a doprovodná mineralizace. *Kuttna, Kutná Hora*. 280 s.  
 Pauliš P., Hružek L., Janeček O., Sejkora J., Malíková R., Pour O., Fediuk F. (2015b) Tschernichit, garronit-Ca a doprovodná zeolitová mineralizace z Jehly u České Kamenice (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 23, 2, 147-170.  
 Pouchou J. L., Pichoir F. (1985) "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.)*. San Francisco Press, San Francisco, 104-106.  
 Rychlý R., Daněk M. (1981) Wellsit a offretit-erionit z Prackovic nad Labem. *Čas. Mineral. Geol.* 26, 431-432.  
 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.  
 Tschernich R. W. (1992) Zeolites of the world. *Geoscience Press, Phoenix*.  
 Veselovský F., Rychlý R. (1988) Offretit a harmotom z lokality Stupná u Nové Paky. *Čas. Mineral. Geol.* 33, 1, 109-110.  
 Yakubovich O. V., Massa W., Gavrilenko P. G., Pekov I. V. (2005) Crystal structure of chabazite. *Kristallografiya* 50, 4, 595-604.