

<https://doi.org/10.46861/bmp.29.213>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

# Zeolitová mineralizace s gmelinitem-K z Jedlky u Benešova nad Ploučnicí (Česká republika)

Zeolite mineralization with gmelinite-K from Jedlka near Benešov nad Ploučnicí (Czech Republic)

Věnováno památce prof. RNDr. Františka (Ferryho) Fediuka, DrSc. (3.2.1929 - 6.7.2021)

PETR PAULIŠ<sup>1,2)\*</sup>, LIBOR HRŮZEK<sup>3)</sup>, OLDŘICH JANEČEK<sup>4)</sup>, ZDENĚK DOLNÍČEK<sup>2)</sup>, VOLKER BETZ<sup>5)</sup>, LUBOŠ VRTIŠKA<sup>2)</sup>, RADANA MALÍKOVÁ<sup>2)</sup>, ONDŘEJ POUR<sup>6)</sup> A FERRY FEDIUK†

<sup>1)</sup>Smíškova 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>Oblastní muzeum Louny, Pivovarská 28, 440 01 Louny

<sup>5)</sup>Seifer Weg 2, D-65232 Taunusstein

<sup>6)</sup>Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, DOLNÍČEK Z, BETZ V, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2021) Zeolitová mineralizace s gmelinitem-K z Jedlky u Benešova nad Ploučnicí (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 29(2): 213-229 ISSN 2570-7337

## Abstract

A new locality of zeolite minerals occurs on the NE edge of the Jedlka village, at the SE slope of the Hlídka hill, 2 km to W of Benešov nad Ploučnicí (northern Bohemia, Czech Republic). The mineralization is developed in Cenozoic analcime-nepheline tephrite. Ten zeolite mineral species (gmelinite-K, analcime, harmotome, chabazite-Ca, lévyne-Ca, mezolite, natrolite, offretite, phillipsite-K, thomsonite-Ca) were found in small amygdule cavities of tephrite. The most interesting is gmelinite-K, a rare zeolite worldwide, which forms clear, white or slightly yellowish, hexagonal lenticular crystals up to 7 mm, always intergrown with the chabazite-Ca. The unit-cell parameters of gmelinite-K, refined from the powder X-ray data, are  $a = 13.795(19)$ ,  $c = 9.811(6)$  Å and  $V = 1616.8(3)$  Å<sup>3</sup>; its quantitative chemical analyses correspond to the empirical formula  $(K_{2.32}Ca_{1.86}Sr_{0.53}Na_{0.20}Ba_{0.19})_{\Sigma 5.10}(Al_{8.14}Si_{16.01}O_{48}) \cdot 22H_2O$ .

**Key words:** gmelinite-K, analcime, harmotome, chabazite-Ca, lévyne-Ca, mezolite, natrolite, offretite, phillipsite-K, thomsonite-Ca, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Cenozoic volcanics, Jedlka, Benešov nad Ploučnicí, Czech Republic

Obdrženo 13. 10. 2021; přijato 6. 12. 2021

## Úvod

Lokalita se nachází v bezprostřední blízkosti obce Jedlka, dříve zvané Höflitz, necelé 2 km západně od Benešova nad Ploučnicí, na úpatí jihovýchodního svahu vrchu Hlídka. Rozsáhlý a členitý vulkanický vrch, o rozloze cca 3.6 × 2.5 km, je na jihu a západě omezen tokem řeky Ploučnice, na severu potokem Dobrná a na východě silnicí Dobrná - Ovesná - Benešov n. Ploučnicí. Morfologicky nejvýraznějším prvkem vrchu je jeho strmý, asi 300 m vysoký jižní a západní svah, se dvěma vrcholky poblíž horní hrany, na západě s vrcholem Hlídka (kóta 480 m), dříve zvaném Hutberg, na jihovýchodě s bezejmenným vrcholem s kótou 474 m. Jižní a západní svah je zalesněný, v jeho vyšší a strmější polovině je řada vychozů a skalek vulkanických hornin, z nichž nejznámější jsou Havraní kameny nad Jedlkou. Vlastní lokalita se nachází severovýchodně od kostela v Jedlce, jen několik metrů za posledním domem (č. p. 12), kde u vodárny začíná naučná stezka Havraní kameny (GPS: 50°44'38.9"N; 14°16'47.4"E; obr. 1, 2). Lesní cesta se u první informační

tabule stezky rozděluje, vlevo zhruba k severu pokračuje mělká úvozová cesta k Havraním kamenům, doprava k severovýchodu odbočuje rokle hluboce zařizlá do svahových sutí. Zajímavostí je to, že tato rokle vznikla v červnu 1816 vodní erozí po dlouhotrvajících silných deštích. Vlastní naleziště se nachází vlevo od úvozové cesty, pár metrů za tabulí, v nadmořské výšce asi 225 m. Je to nepřilíživě rozsáhlá skalka (obr. 3) o ploše cca 10 × 5 m a výšce maximálně 4 m, protažená ve směru S - J. Lokalitu objevil v roce 2020 druhý z autorů (LH).

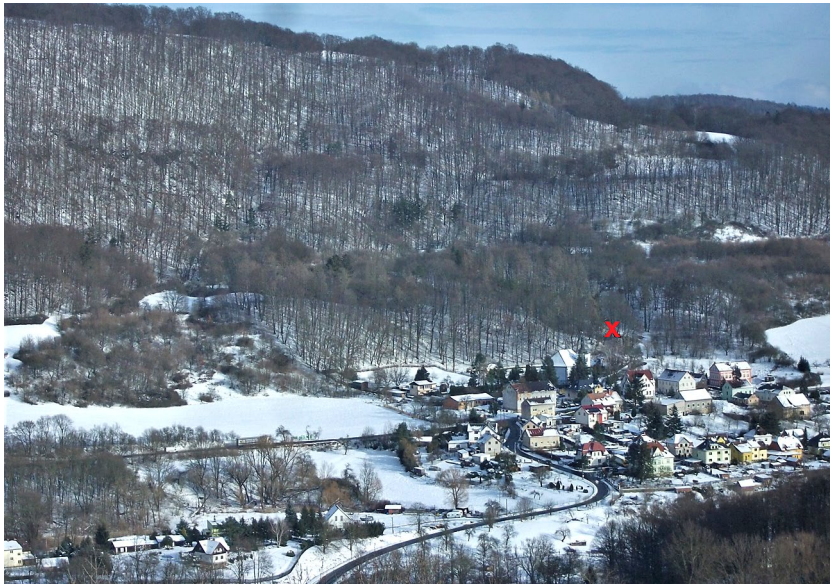
## Geologická a petrologická situace lokality

Geologicky je vrch Hlídka tvořen terciárními vulkanickými horninami hned dvou stratigrafických jednotek Českého středohoří, děčinským a ústeckým souvrstvím (Cajz 2000). Vulkanické horniny ústeckého souvrství nasedají na svrchně křídové sedimenty (v popisované oblasti jsou zakryty materiálem sesuvů) a jsou tvořeny hlavně olivínickými bazaltoidy s polohami jemnozrnných vulkanoklastik. Vulkanické horniny děčinského souvrství,





Obr. 1 Plánek lokality u obce Jedlka (X). Podle [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz).



Obr. 2 Celkový pohled na blízké okolí obce Jedlka, popisovaná lokalita je označena X, foto P. Zeman, 2020.



Obr. 3 Lokalita zeolitů u obce Jedlka, foto P. Pauliš, 2020.

relikt stratovulkánu, jsou tvořeny trachybazalty s polohami různorodých redeponovaných pyroklastik, včetně laharů a výplavových kuželů. Hranici obou souvrství udává Cajz (2000) ve výšce cca 330 m n. m. Jedna poloha pyroklastik v děčínském souvrství je historickou paleobotanickou lokalitou známou jako Höflitz. Novák et al. (2001) odtud popisují asi 4 m mocnou polohu tuřů výrazně naboacených (13 - 15 %) diagenetickými mikrokrystalickými zeolity (analcim, chabazit-K, phillipsit-Ca), vzniklými přeměnou vulkanického skla. Nestabilní horniny zejména děčínského souvrství, odkryté v hlubokém údolí Ploučnice, jsou příčinou rozsáhlých svahových deformací a proudových i kerných sesuvů. Z těchto důvodů byl celý jihozápadní svah vrchu Hlídka v nedávné době předmětem geologického výzkumu (Cajz 2002; Cílek 2001). Dva profily svahovými sutěmi byly provedeny v bezprostřední blízkosti lokality, první přímo pod lokalitou u domu č. p. 12, druhý nad ní v úvozové cestě.

Jako mineralogická lokalita dosud Jedlka unikala pozornosti sběratelů i geologů, všiml si jí jenom J. E. Hibsche, který ji ve vysvětlivkách ke geologické mapě Benešova uvádí jako příklad „magmabasaltu“ (Hibsche 1897). Tento autor uvádí (zkrácený překlad): „Malý výskyt magmabasaltu sv. od kostela v Jedlce, asi 4 m vysoký, s bublinatými okrajovými partiemi, v jádře celistvý, černé barvy, se slabým mastným leskem. V základní hmotě s hojným sklem, zakaleným jemným magnetitem, jsou vyrostlice magnetitu, olivínu, augitu a zrnka křemene. Celé těleso je prostoupeno mnoha 0.3 m mocnými žilami světle šedé horniny, pravděpodobně živcového čediče s vyrostlicemi augitu, amfibolu a labradoritu. Okrajové partie jsou tak bohaté na bubliny, že mají až houbovitý vzhled. V dutinkách se nacházejí malé krystalky analcimu.“

I přes malé rozměry skalky tu lze objevit partie se zcela odlišnou asociací minerálů, které autoři označili jako výskyty 1 až 4, jejichž bližší lokalizace je definována v následujícím textu.

Nově byly dva odebrané horninové vzorky podrobeny petrologickému studiu (FF). Větší část skalky tvoří černošedý, celistvý, jemnozrný bazaltoid, bez výrazných dutin, který je zčásti nepravidelně, zčásti strmě deskovitě odlučný. Hornina má v makropohledu šedohnědou barvu spíše střední než vysoké tmavosti. Jejím zvlášť nápadným znakem je



subparalelní (fluidální) stavba, která se výrazně projevuje v rovnoběžné orientaci ojedinělých sloupečkovitých vyrostlic mafického minerálu o maximální délce 2 mm. Silně dominující základní hmota je velmi jemnozrnná; její minerální složky jsou značně pod hranici makroskopické rozlišitelnosti. Pomocí polarizačního mikroskopu lze ve výbruse horniny rozeznat dvě minerální populace: vyrostlice a základní hmotu. Vyrostlice tvoří jen asi jednu desetinu celkového horninového objemu a jsou zastoupeny převážně klinopyroxenem, singulárně též biotitem a plagioklasem, vše o rozměrech ojediněle délkově převyšujících 1 mm. Výrazně je vyvinuto přednostní subparalelní uspořádání vyrostlic. Základní hmota je oproti tomu uspořádána víceméně všesměrně. Tvoří ji plagioklas o bazicitě kolem  $An_{50}$ , klinopyroxen, nefelin, analcim a magnetit, všechny složky o rozměrech v dolních setinách mm. Zatímco pyroxen nejeví prakticky žádnou alteraci, magnetit je postižen dílčí limonitizací. Struktura horniny je slabě a drobně porfyrická s mikrokrytalickou strukturou základní hmoty, textura je ve vyrostlicích proudovitá, v základní hmotě prakticky všesměrná. Na základě minerálního složení jde o analcimicko-nefelinický tefrit.

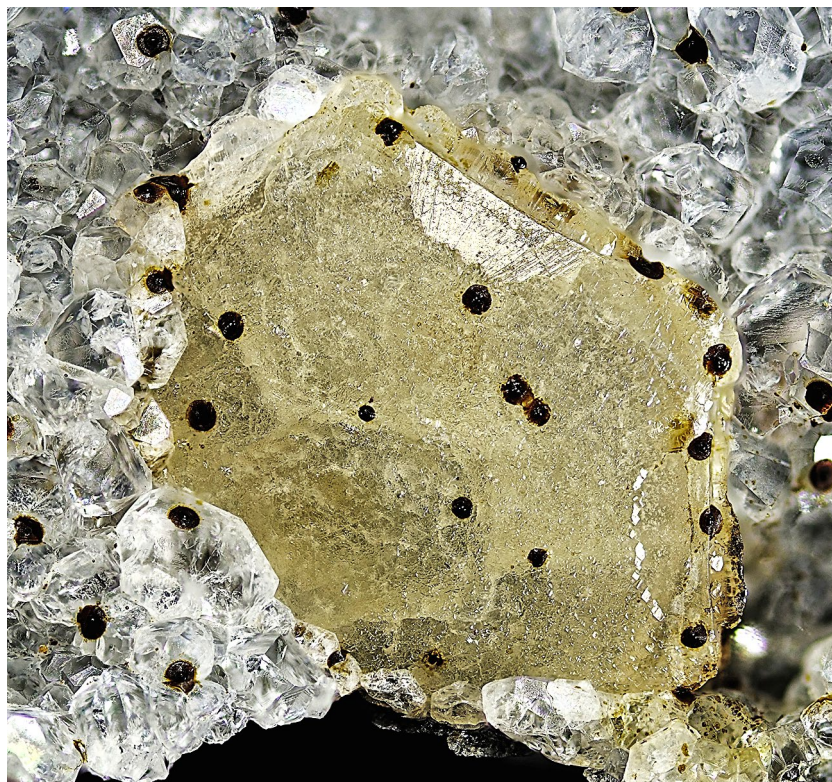
Oba boky této polohy (žily?) masivního bazaltoidu (směrem k úvozové cestě a kostelu) tvoří hojně bublinatá černošedá hornina, přičemž ve východním boku žily (směrem k cestě) je hornina až extrémně bublinatá, s asociací zeolitů (především chabazit-Ca, natrolit, analcim, harmotom) a klinochloru (výskyt 1). Dutiny, jejichž velikost se běžně pohybuje od několika mm do 2 cm, vzácně až 4 cm, jsou většinou oválné, s hladkým povrchem, v některých rozměrově nevelkých partiích bývají dutiny propojeny. Mikroskopický výzkum výbrusu tohoto horninového typu dokládá, že jeho minerální složení a stavba se po kvalitativní stránce od předchozí nijak neliší, vystupují zde stejné minerály, tedy klinopyroxen, plagioklas, nefelin, analcim a pigmentační mikrozrnka částečně limonitizovaného magnetitu. Rozdíl je však v kvantitativním zastoupení minerálních složek. Nejvýraznější odlišností je podstatně vyšší podíl klinopyroxenových vyrostlic, které tu dosahují velikosti až přes 5 mm. Jsou automorfního, krátce prizmatického tvaru a vyznačují se velmi úzkým lemem nafialovělé barvy. Poněkud odlišnými tvarovými vlastnostmi se vyznačuje nefelin základní hmoty, který na rozdíl od zrnité xenomorfního habitu v prvním vzorku vykazuje občasnou tendenci k tvorbě automorfních, krátce prizmatických zrn. Odlišný obraz poskytují vulkanické amygdaly: jednak jsou četnější a větší a jejich výplň, tvořená převážně zeolity, v menší míře též kalcitem, zůstává nevyložená. Klinopyroxenové mikrosloupečky základní hmoty mají sice automorfní prizmatické tvary, ale postrádají nafialovělé lemy, běžně se objevující ve vyrostlicích. Struktura horniny je výrazně porfyrická s mikrokrytalickou strukturou základní hmoty, textura je bohatě amygdaloidní. Jde opět o analcimicko-nefelinický mandlovcovitý tefrit.

V druhém boku bazaltoidní polohy, směrem ke kostelu (výskyt 4), obsahuje mandlovcový tefrit obdobnou asociací zeolitů, jen místo mezolit-natrolitu je v dutinách zastoupen více thomsonit-Ca a klinochlor zcela chybí. V čele skalky vystupuje strmá, prokroucená, kolem 35 cm mocná, deskovitě odlučná poloha (žíla?) světle šedé, velmi jemně porézni horniny (výskyt 2). Hornina obsahuje mandlovcové dutinky s hladkým povrchem, velikosti od 1 do 4 cm, s asociací chabazit-Ca, gmelinit-K, analcim, mezolit a kalcit. Část dutin je ale zcela prázdná. Čelo skalky mezi výskyt 2 a 4 a její vrchol obsahuje menší koncentraci dutin obsahujících jen běžné zeolity a kalcit (výskyt 3).

### 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  $CuK\alpha$  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 zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení minerálů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik Z. Dolníček) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA (zeolity), respektive 10 nA (chlorit), průměr svazku 5  $\mu\text{m}$  (zeolity), respektive 2  $\mu\text{m}$  (chlorit). V zeo-



**Obr. 4** Krystal gmelinitu-K téměř celý potažený mladším chabazitem-Ca, patrná je pouze část krystalové plochy (10-11) (hladká plocha). Šířka záběru 3.7 mm, foto V. Betz.

litech byly měřeny obsahy Al, Ba, Ca, Cl, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, P, Pb, Rb, S, Si, Sr a Zn, v chloritu obsahy Al, Ba, Ca, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Si, Ti, V a Zn. Při analýzách byly využity následující standardy a analytické čáry: albit (NaK $\alpha$ ), antiminit (SbL $\alpha$ ), apatit (PK $\alpha$ ), baryt (BaL $\alpha$ ), BN (NK $\alpha$ ),

celestin (SK $\alpha$ , SrL $\beta$ ), Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (CrK $\alpha$ ), Cs-sklo (CsL $\alpha$ ), diopsid (MgK $\alpha$ ), halit (ClK $\alpha$ ), hematit (FeK $\alpha$ ), chalkopyrit (CuK $\alpha$ ), LiF (FK $\alpha$ ), Ni (NiK $\alpha$ ), Rb-Ge-sklo (RbL $\alpha$ ), rodonit (MnK $\alpha$ ), sanidin (KK $\alpha$ , SiK $\alpha$ , AlK $\alpha$ ), TiO<sub>2</sub> (TiK $\alpha$ ), V (VK $\alpha$ ), vanadinit (PbM $\alpha$ ), wollastonit (CaK $\alpha$ , SiK $\alpha$ ), zinkit (ZnK $\alpha$ ). Měřicí časy na píku se pohybovaly obvykle mezi 10 a 30 s

**Tabulka 1** Rentgenová prášková data gmelinitu-K z Jedlky

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>I</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>I</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>
0	1	0	11.734	55	11.846	0	2	5	1.8650	6	1.8642
0	1	1	7.688	23	7.582	2	4	3	1.8575	3	1.8579
1	1	0	6.866	8	6.897	1	6	0	1.8173	15	1.8218
0	2	0	5.905	8	5.973	1	6	2	1.7089	3	1.7078
0	2	1	5.100	60	5.102	3	3	4	1.6760	3	1.6774
1	2	1	4.088	100	4.102	0	4	5	1.6415	4	1.6399
0	3	0	3.961	8	3.982	0	1	6	1.6212	3	1.6201
2	2	0	3.425	11	3.449	2	3	5	1.5948	8	1.5955
2	2	2	2.839	14	2.821	0	5	5	1.5144	3	1.5164
1	4	0	2.621	2	2.607	0	8	0	1.4961	1	1.4933
0	4	2	2.5659	6	2.5510	2	4	5	1.4796	5	1.4810
1	4	2	2.3050	4	2.3020	2	2	6	1.4750	1	1.4775
0	2	4	2.2760	5	2.2689	3	6	2	1.4392	1	1.4389
1	2	4	2.1562	1	2.1553	0	8	2	1.4304	1	1.4286
1	5	0	2.1434	2	2.1456	4	4	4	1.4086	5	1.4106
3	3	2	2.0820	25	2.0818	4	5	3	1.3858	2	1.3855
2	4	2	2.0581	3	2.0509	4	6	1	1.3585	4	1.3572
0	1	5	1.9345	3	1.9363						

**Tabulka 2** Parametry základní cely gmelinitu-K (pro hexagonální prostorovou grupu P6<sub>3</sub>/mmc)

	tato práce	Sacerdoti et al. (1995)
<i>a</i> [Å]	13.795(19)	13.807
<i>c</i> [Å]	9.8111(6)	9.792
<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]	1616.8(3)	1616.6

**Tabulka 3** Chemické složení gmelinitu-K z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	46.97	46.29	47.47	47.27	46.61	47.35	46.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.18	19.93	20.68	20.39	20.73	19.92	20.03
CaO	5.10	5.15	5.06	5.10	4.84	5.24	5.21
SrO	2.68	2.48	2.66	2.65	2.84	2.93	2.53
BaO	0.87	0.72	0.87	0.76	0.91	0.94	1.00
K <sub>2</sub> O	5.34	5.37	5.58	5.17	5.26	5.13	5.54
Na <sub>2</sub> O	0.30	0.34	0.50	0.38	0.24	0.00	0.32
H <sub>2</sub> O	19.39	19.07	19.63	19.46	19.33	19.36	19.29
Total	100.90	99.35	102.45	101.38	100.76	101.81	100.75
Si <sup>4+</sup>	16.006	15.999	15.949	16.030	15.907	16.135	15.830
Al <sup>3+</sup>	8.145	8.124	8.189	8.146	8.338	8.001	8.071
Ca <sup>2+</sup>	1.861	1.907	1.821	1.852	1.790	1.912	1.909
Sr <sup>2+</sup>	0.530	0.497	0.519	0.522	0.562	0.579	0.501
Ba <sup>2+</sup>	0.116	0.098	0.115	0.099	0.121	0.125	0.136
K <sup>+</sup>	2.322	2.369	2.390	2.237	2.256	2.228	2.416
Na <sup>+</sup>	0.196	0.228	0.327	0.249	0.160	0.000	0.214
Σ*	5.025	5.099	5.172	4.959	4.889	4.844	5.176
H <sub>2</sub> O	22	22	22	22	22	22	22
T <sub>Si</sub>	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.67	0.66

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 48 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 22 H<sub>2</sub>O. Σ\* = ΣCa+Sr+Ba+K+Na

(pro dusík 120 s), měřicí časy pozadí trvaly polovinu času měření na píku. Získaná data byla přepočítána na hm. % oxidů za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Obsahy měřených prvků, které nejsou uvedeny v níže prezentovaných tabulkách minerálních analýz, byly ve všech případech pod mezí stanovitelnosti, která se pohybovala nejčastěji mezi 0.05 - 0.1 hm. %. Získaná data byla korigována na koincidenci P vs. Ca.

Offretit, lévyn-Ca a baryt byly studovány mikroskopem Tescan Mira3 GMU s energiově disperzním spektrometrem Oxford Instruments X-Max 20 v laboratoři České geologické služby (analytik O. Pour). Kvalitativní energiově-disperzní (EDS) analýzy byly provedeny při urychlovacím napětí 15 kV, pracovní vzdálenost 15 mm, s využitím tovární standardizace na bázi čistých kovů. Identita offretitu a lévynu-Ca byla též ověřena pomocí Ramanovy spektrometrie za pomoci disperzního spektrometru DXR (Thermo Scientific) spojeného s konfokálním mikroskopem Olympus (Národní muzeum Praha). Podmínky měření: zvětšení objektivu 20 $\times$ , použitý laser 633 nm, rozsah měření 45 - 1200 cm<sup>-1</sup>, doba expozice 1800 s, výkon laseru 4 mW, apertura 50  $\mu$ m pinhole, velikost měřené stopy 1.6  $\mu$ m. Spektrometr byl kalibrován pomocí softwarově řízené procedury s využitím emisních linií neonu (kalibrace vlnočtu), Ramanových pásů polystyrenu (kalibrace frekvence laseru) a standardizovaného zdroje bílého světla (kalibrace intenzity). Získaná spektra byla zpracována pomocí programu Omnic 9 (Thermo Scientific).

### Popis mineralizace

Kromě analcimu, který uvádí Hibsche (1897), jsou všechny ostatní minerály pro tuto lokalitu nové. Vedle vzácného gmelinitu-K tu bylo zjištěno dalších devět zeolitů (analcim, harmotom, chabazit-Ca, lévyn-Ca, mezolit, natrolit, offretit, phillipsit-K a thomsonit-Ca) v doprovodu dalších čtyř minerálních druhů (aragonit, baryt, kalcit a klinochlor). Pro zdejší lokalitu je charakteristická přítomnost většího množství druhů minerálů v jediné nevelké dutině.

Nejzajímavějším zeolitem zjištěným na lokalitě Jedlka je **gmelinit-K**.

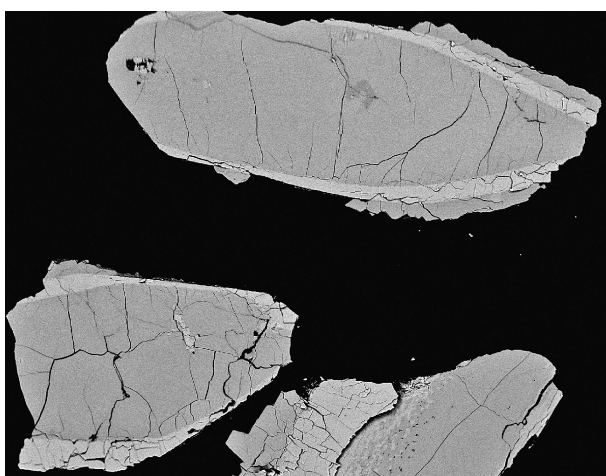


Gmelinit jako nový minerál pojmenoval v roce 1825 David Brewster po německém mineralogovi a chemikovi Ch. G. Gmelinovi (1792 - 1860) z univerzity v Tübingenu. Typovými lokalitami gmelinitu jsou Montecchio Maggiore u Vicenzy v Itálii a kamenolom Little Deer Park u Glenarmu v Severním Irsku (Velká Británie) (Brewster 1825). Na základě nově zavedené nomenklatury zeolitové skupiny (Coombs et al. 1997) existují podle převládajícího kationtu v současnosti tři samostatné minerální druhy - gmelinit-Na, -K a -Ca, přičemž původně popsáný gmelinit odpovídá nejrozšířenějšímu gmelinitu-Na. Typovou lokalitou gmelinitu-Ca je Monte Nero u San Pietra v Itálii (Passaglia et al. 1978; Coombs et al. 1997). Nejvýznamnější je gmelinit-K, který byl dosud zjištěn patrně pouze na čtyřech lokalitách. Jeho typovou lokalitou je hora Alluaiv v Lovozerském masivu na Kolském poloostrově (Rus-

ko) (Khomyakov et al. 2001), kotypovou San Giorgio di Perlena u Fara Vicentina v Itálii (Vezzalini et al. 1990). Gmelinit-K z Jedlky studovaný v této práci je tedy pátým světovým nalezištěm a současně novým minerálním druhem zjištěným v ČR.

Gmelinit tvoří charakteristické čočkovité šestiboké krystaly tvořené především dipyramidálními plochami {10-11}, hranolovými plochami {10-10} a plochami báze {0001}. Hranolové plochy bývají někdy více vyvinuté (krystaly pak mají až sloupečkový habitus) a jsou výrazně horizontálně rýhované. Velikost krystalů se běžně pohybuje mezi několika mm až 1 cm. Strukturně je gmelinit blízký chabazitu, se kterým velmi často komplikovaně zákonitě srůstá. Zejména starší analýzy gmelinitů mohou být vlivem srůstů s chabazitem zkresleny.

Gmelinit, který patří k méně běžným zeolitům, je



**Obr. 5** Dobře patrná zonální stavba srostlice chabazitu-Ca a gmelinitu-K (světleji šedý). Šířka záběru 270  $\mu\text{m}$ , BSE foto Z. Dolníček.



**Obr. 7** Na průřezu jsou odlišitelné zóny, středová, žlutavá odpovídá starší generaci chabazitu-Ca, tenká bělavá, lesklejší zóna je gmelinit-K a čirá vnější zóna náleží mladšímu chabazitu-Ca. Šířka záběru 3 mm, foto V. Betz.

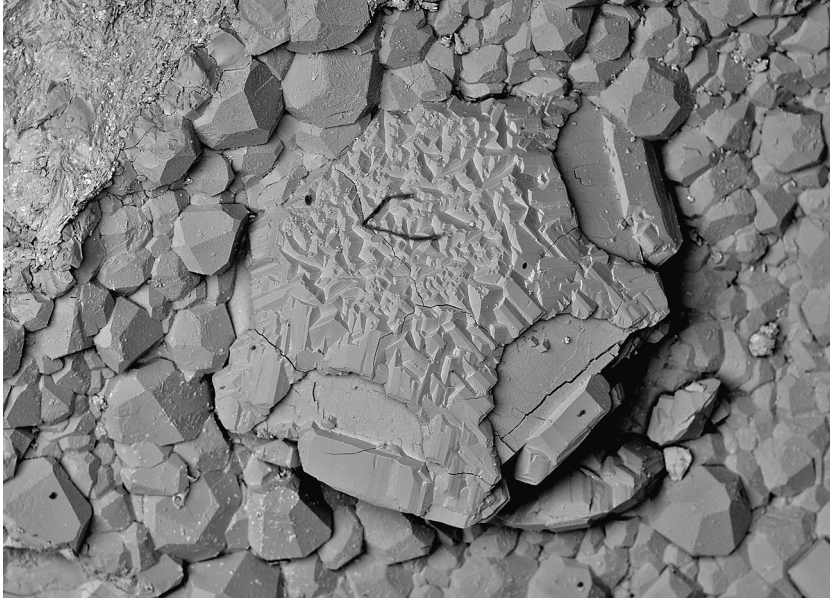


**Obr. 6** Dvougenerační chabazit-Ca (fakolit). Šířka záběru 5.2 mm, foto V. Betz.

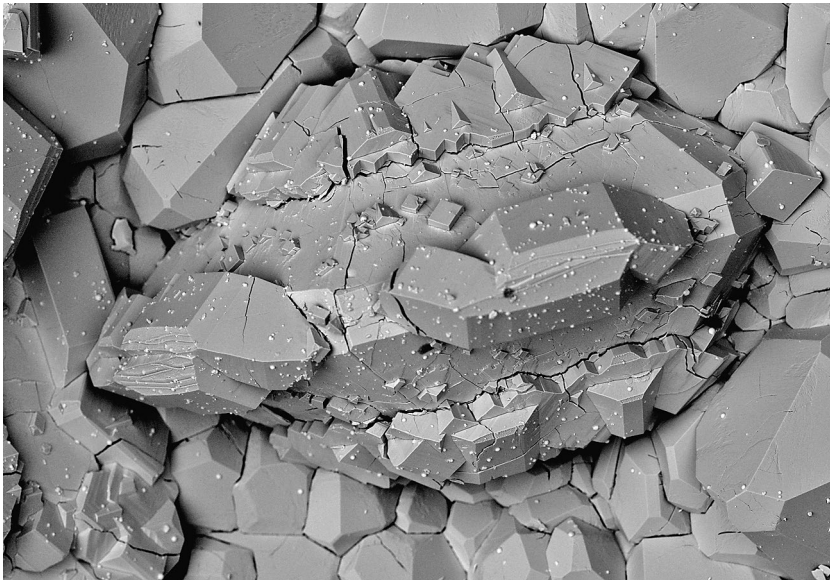


**Obr. 8** Žlutavý gmelinit-K s čirými nárůsty mladší generace chabazitu-Ca. Šířka záběru 3 mm, foto V. Betz.





**Obr. 9** Pro lokalitu typická forma narůstání mladšího chabazitu-Ca na gmelinit-K v podobě „mořské hvězdičky“. Šířka záběru 4.2 mm, foto B. Ekrt.



**Obr. 10** Srostlice gmelinitu-K a chabazitu-Ca. Šířka záběru 1.8 mm, foto B. Ekrt.



uváděn z asi 130 světových lokalit. Z České republiky byly spolehlivě určeny pouze gmelinit-Ca pocházející z Dobrné u Děčína, kde se vyskytoval poměrně často v podobě nápadně oranžových, růžových a žlutavých, až 4 mm velkých, hexagonálně tabulkovitých krystalů (Bárta, Rychlý 1979; Novák et al. 2003), a gmelinit-Na z Břidličného vrchu u Dolních Záležel (Hibsch 1934; Passaglia et al. 1978).

Na lokalitě Jedlka se gmelinit-K hojněji vyskytuje ve světlé vulkanické poloze v čele skalky (výskyt 2) a jen velmi vzácně ve svrchní části východního boku skalky (výskyt 1), spolu se žlutavým a lehce oranžovým *fakolitem*. Na výskytu 2 se gmelinit-K vyskytuje v častých mandlovcových dutinách o velikosti od 1 do 4 cm, v asociaci s chabazitem-Ca, analcitem a mezolitem. Gmelinit-K tvoří většinou charakteristické hexagonální čokovité krystaly, čiré, bílé či slabě nažloutlé barvy. Tvoří tu výhradně zákonitě srůstý s chabazitem-Ca dvou generací (obr. 4), o rozměrech krystalů 1 - 3 mm, vzácně až 7 mm. Krystaly, které by byly tvořeny pouze gmelinitem, tu zjištěny nebyly. Na výskytu 1 byl gmelinit-K zjištěn pouze v několikamilimetrových dutinách, kde tvoří krystaly o velikosti do 1 mm.

Rentgenová prášková data gmelinitu-K z Jedlky (tab. 1) jsou blízká datům pro tento minerální druh. Zpřesněné parametry základní buňky (tab. 2) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. Přestože gmelinit-K a chabazit-Ca těsně srůstají a jsou strukturně blízké, jsou v rentgenovém záznamu oba tyto minerály dobře odlišitelné, jejich hlavní difrakce spolu nekoincidují.

BSE obraz na řezu čokovitých krystalů dobře ilustruje srůsty gmelinitu-K s chabazitem-Ca (obr. 5). Úzké gmelinitové lemy jsou chemicky homogenní. Při studiu chemického složení gmelinitu-K byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr, Ba, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec gmelinitu-K (tab. 3) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi 48 atomů kyslíků možno vyjádřit

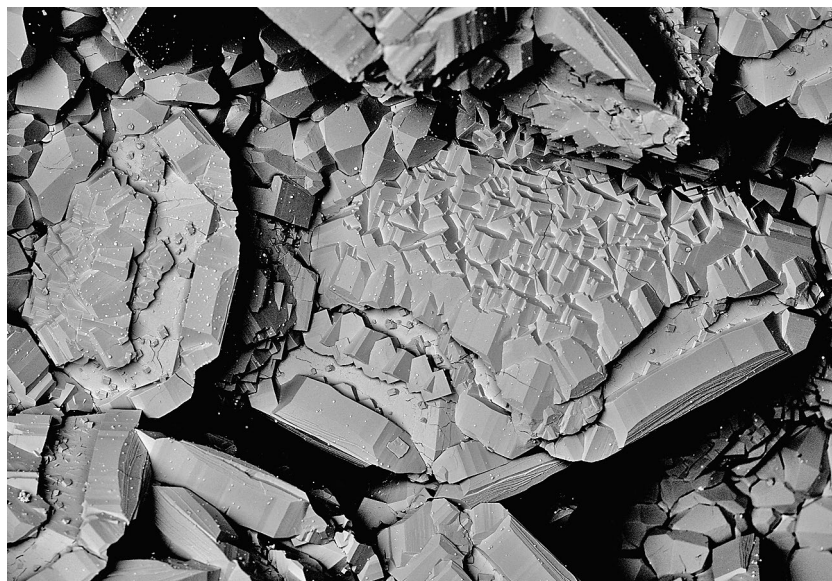
**Obr. 11** Gmelinit-K s chabazitem-Ca. Gmelinit-K tvoří žlutavý obvodový fragment, starší generace chabazitu-Ca je vyloužena a nahrazena čirým chabazitem-Ca druhé generace, který na gmelinit-K částečně narůstá. Šířka záběru 4.6 mm, foto V. Betz.



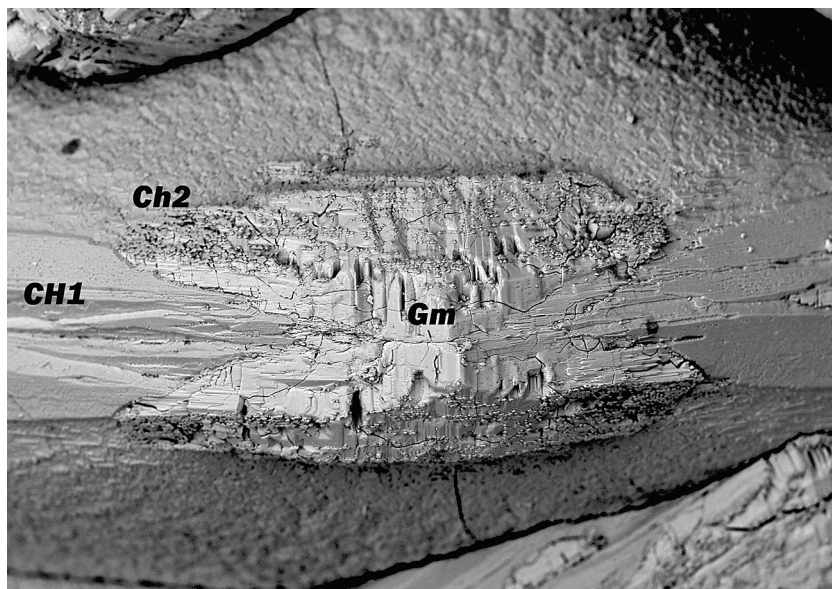
jako  $(K_{2.32}Ca_{1.86}Sr_{0.53}Na_{0.20}Ba_{0.19}/_{25.10}(Al_{8.14}Si_{16.01}O_{48}) \cdot 22H_2O)$ . Jeho složení odpovídá v hlavních rysech gmelinitu-K z kotypové lokality San Giorgio di Perlena u Fara Vicentina (Vezzalini et al. 1990). Gmelinit-K z Jedlky má oproti italskému gmelinitu-K poněkud zvýšený obsah Sr (max. 2.93 hm. % SrO; 0.58 *apfu* Sr) a Ca (max. 5.24 hm. % CaO; 1.91 *apfu*) a malý obsah Ba (max. 0.14 *apfu*). Naopak obsah K (průměr 2.32 *apfu*, max. 2.42 *apfu* K) je oproti kotypovému gmelinitu-K (2.72 *apfu* K) poněkud nižší. Obsahy Na jsou u obou obdobně nízké. Hodnota  $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.66$  gmelinitu-K z Jedlky je ve spodní části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997), opět obdobně jako u kotypového gmelinitu-K.

**Chabazit-Ca**, který s gmelinitem -K úzce asociuje, tu tvoří dvě generace. Starší generaci prezentují dokonale vyvinuté, bezbarvé či nažloutlé fakolitové srůsty, o rozměrech do 5 mm, ojediněle až do 1 cm, jejichž jednotlivá individua obklopují drobné bezbarvé krystaly analcimu a souvislá pokrývka jemně jehličkového bělavého mezolitu. Tyto chabazity-Ca první generace narůstají přímo na stěny dutin. Tato generace je velmi často zákonitě obrůstána drobně krystalovaným chabazitem-Ca 2. gene-

**Obr. 13** Počáteční nedokončená fáze nárůstu gmelinitu-K (*Gm*), na starší chabazit-Ca (*CH1*). Mladší chabazit-Ca 2 (*Ch2*) tvoří jen tenkou vrstvu. Šířka záběru 1.2 mm, foto B. Ekrť.



**Obr. 12** Krystaly gmelinitu-K s chabazitem-Ca. Šířka záběru 4.2 mm, foto B. Ekrť.



**Obr. 14** Dvougenerační chabazit-Ca (fakolit), leštěný řez potvrzuje absenci gmelinitu-K. Velikost krystalu je 4.5 mm, foto V. Betz.



**Tabulka 4** Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Jedlky

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>l</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>l</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>
1	0	1	9.404	21	9.362	0	2	7	2.0124	1	2.0202
1	1	0	6.848	10	6.901	2	4	4	1.9353	1	1.9378
0	1	2	6.320	7	6.362	3	4	2	1.9001	1	1.9036
0	2	1	5.566	16	5.560	5	1	4	1.8661	5	1.8658
0	0	3	4.986	29	5.008	6	0	3	1.8513	2	1.8533
2	0	2	4.653	10	4.681	1	3	7	1.8022	10	1.8023
2	1	1	4.303	100	4.332	1	2	8	1.7388	1	1.7344
3	0	0	3.965	4	3.990	3	2	7	1.6892	2	1.6910
1	2	2	3.855	11	3.876	5	3	2	1.6666	1	1.6673
1	0	4	3.569	23	3.583	1	6	4	1.6437	5	1.6418
0	2	4	3.171	7	3.181	0	4	8	1.5934	1	1.5906
0	1	5	2.917	77	2.914	7	1	0	1.5877	1	1.5855
2	1	4	2.879	38	2.890	3	5	4	1.5553	4	1.5563
2	0	5	2.680	4	2.685	2	3	8	1.5522	2	1.5501
4	1	0	2.600	7	2.612	6	2	4	1.5184	2	1.5183
1	3	4	2.4928	17	2.4874	7	1	3	1.5121	3	1.5115
1	1	6	2.3502	3	2.3541	5	0	8	1.4821	1	1.4775
3	3	0	2.3078	2	2.3036	4	3	7	1.4514	5	1.4504
5	0	2	2.2922	1	2.2809	1	5	8	1.4142	1	1.4143
3	2	4	2.2160	1	2.2167	2	7	4	1.3613	1	1.3627
1	0	7	2.1124	<1	2.1124	0	1	11	1.3567	1	1.3569

**Tabulka 5** Parametry základní cely chabazitu-Ca (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)

	<i>a</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]
chabazit-Ca (tato práce)	13.822(9)	15.0228(5)	2485.4(8)
chabazit-Ca Soutěsky (Pauliš et al. 2021)	13.824(6)	15.0094(4)	2483.9(8)
chabazit-Ca Poustevna (Pauliš et al. 2019)	13.8088(4)	15.0395(3)	2482.5(7)
chabazit Zaječí vrch (Pauliš et al. 2019)	13.819(6)	15.0186(3)	2483.7(8)
chabazit-Ca Heřmanice (Pauliš et al. 2018b)	13.814(5)	15.0449(3)	2486.3(9)
chabazit-Ca (Yakubovich et al. 2005)	13.831(3)	15.023(5)	2488.83
chabazit-Ca Tachov (Pauliš et al. 2017)	13.833(8)	15.0213(3)	2490(1)
chabazit-Ca Hackenberg (Pauliš et al. 2014a)	13.837(6)	15.0073(4)	2488(1)
chabazit-Ca Jehla (Pauliš et al. 2015a)	13.820(6)	15.0226(4)	2484.9(1)

**Tabulka 6** Chemické složení chabazitu-Ca (fakolit s gmelinitem-K) z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	42.27	43.33	41.54	41.74	42.76	42.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.05	20.18	19.98	20.08	19.78	20.23
CaO	7.65	7.73	7.57	7.58	7.64	7.72
SrO	4.58	4.46	4.31	4.82	4.96	4.33
BaO	0.36	0.35	0.36	0.39	0.40	0.31
K <sub>2</sub> O	5.88	5.83	6.19	5.78	5.77	5.82
Na <sub>2</sub> O	0.52	0.53	0.59	0.48	0.35	0.67
H <sub>2</sub> O	20.27	20.62	20.04	20.12	20.35	20.24
total	101.58	103.03	100.58	100.99	102.01	101.32
Si <sup>4+</sup>	7.501	7.559	7.457	7.465	7.561	7.465
Al <sup>3+</sup>	4.193	4.149	4.229	4.231	4.122	4.237
Ca <sup>2+</sup>	1.454	1.444	1.456	1.453	1.447	1.470
Sr <sup>2+</sup>	0.471	0.451	0.449	0.500	0.509	0.446
Ba <sup>2+</sup>	0.025	0.024	0.025	0.027	0.028	0.021
K <sup>+</sup>	1.331	1.298	1.417	1.319	1.303	1.320
Na <sup>+</sup>	0.179	0.176	0.205	0.165	0.119	0.231
ΣCa+Sr+Ba+K+Na	3.460	3.393	3.552	3.418	3.406	3.488
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.64	0.65	0.64	0.64	0.65	0.64

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dpočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.

race (obr. 6), někdy i gmelinitem-K ve formě jen desetiny mm tenké, bíle zalkalené vrstvy omezené krystalovými tvary typickými pro gmelinit. Chabazit-Ca druhé generace v některých případech porůstá i tuto gmelinitovou vrstvu v podobě zákonitě orientovaných, jen zlomky mm velkých, často dokonale čirých klencových krystalů. V případě, že tento mladší chabazit-Ca zcela obrůstá jeho starší generaci, je obtížné bez porušení vzorku zjistit, zdali je na nich vůbec zóna gmelinitu-K vyvinuta (obr. 7). V některých případech je gmelinitová zóna pokryta chabazitem-Ca 2 jen z části nebo jen jednotlivými krystaly (obr. 8), které přednostně narůstají na malé plochy báze {0001} a směrem od ní k hranolovým plochám {10-10}. Vznikají tak estetické agregáty mladšího chabazitu ve tvaru mořské hvězdičky (obr. 9). Zákonitě narostlé jednotlivé krystaly chabazitu-Ca často pokrývají i úzké hranolové plochy {10-10} (obr. 10). Vzácně byly zjištěny duté perimorfózy gmelinitu-K po vylouženém fakolitu ve formě neúplných tenkých krust. Ve vzácných případech dochází i k nahrazení staršího chabazitu-Ca jeho mladší generací (obr. 11). Srůstání gmelinitu-K a chabazitu-Ca je jasné patrné z obrázků 12 a 13. Vzácně bylo pozorováno, že obrůstání chabazitu-Ca 1 gmelinitem-K začíná v rozích po obvodu fakolitových krystalů mezi plochami (02-21) a (11-23).

Srůstům chabazitu a gmelinitu se věnuje řada starších publikací, ze kterých vyplývá, že jde o komplikovaný, často vícefázový proces lišící se od lokality k lokalitě. Na nalezištích s největšími krystaly gmelinitu je nejcitovanější formou vzniku srostlic postupně, částečně i úplné rozpouštění a nahrazování starších krystalů chabazitu gmelinitem (Birch 1976; na příkladu z Flinders). Betz (<https://www.mindat.org/gallery-1061.html>) uvádí krásný příklad barevně zónálních, vícenásobných epitaxních srostlic z Little Deer Park v Severním Irsku, makroskopicky vyhlížejících jako čistý gmelinit. Podstatná část „monominerálně“ vyhlížejících krystalů gmelinitu jsou zřejmě ve skutečnosti srostlice s chabazitem. Zároveň platí, že gmelinit může být na řadě lokalit fakolitu přehlížen a jeho srostlice s gmelinitem nemusejí být rozpoznány.

Chabazit-Ca se hojně vyskytuje na všech uvedených výskytech lokality, doprovází všechny ostatní zeolity i klinochlor. Obvykle tvoří bezbarvé a nažloutlé, skelně lesklé, 1 až 3 mm



velké klencové krystalky, méně často cvočková penetrační dvojčata (*fakolity*). V členitých dutinách svrchní části východního boku skalky (výskyt 1) je někdy jediným minerálem. Jeho největší krystaly se objevují v několika cm velkých dutinách v poloze světlého vulkanitu (výskyt 2) v asociaci s analcitem, mezolitem a gmelinitem-K (obr. 14).

Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Jedlky (tab. 4) jsou blízka datům pro tento minerální druh. Jejich zpřesněné parametry (tab. 5) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit.

Chemické složení bylo studováno u třech typů chabazitů-Ca (*fakolitové* jádro s gmelinitem-K, *fakolit* bez gmelinitu-K a chabazit-Ca v klencích). V BSE obraze jsou všechny tři studované chabazity-Ca homogenní. Při studiu jejich chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr, Ba, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirické vzorce chabazitů-Ca lze na bázi 24 atomů kyslíků vyjádřit jako  $(Ca_{1.45}K_{1.33}Sr_{0.47}Na_{0.18}Ba_{0.03})_{\Sigma 3.46}(Al_{4.19}Si_{7.50}O_{24}) \cdot 12H_2O$  (*fakolit* s gmelinitem-K; tab. 6),  $(Ca_{1.29}K_{0.60}Sr_{0.48}Na_{0.31}Ba_{0.01})_{\Sigma 2.69}(Al_{3.93}Si_{7.92}O_{24}) \cdot 12H_2O$  (*fakolit* bez gmelinitu-K; tab. 7) a  $(Ca_{1.36}K_{0.67}Sr_{0.11}Na_{0.14}Ba_{0.03})_{\Sigma 2.31}(Al_{3.62}Si_{8.33}O_{24}) \cdot 12H_2O$  (klence; tab. 8). Jednotlivé chabazity-Ca se po chemické stránce vzájemně odlišují především obsahem  $K_2O$  a SrO, jehož nejvyšší obsahy byly zaznamenány u fakolitových srůstů (max. téměř 5 hm. % SrO). Hodnota  $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.52$  chabazitů-Ca se ve všech případech nachází ve střední části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997).

Dalším poměrně častým zeolitem této lokality je **mezolit**, který se vyskytuje především v silně bublinatých partiích vulkanitu v boku u cesty (výskyt 1) a ve světlé poloze v čele skalky (výskyt 2). Na výskytu 1 doprovází klinochlor a ostatní zeolity (obr. 15). Vytváří bezbarvé, dokonale vyvinuté a bázi ukončené jehlicovité krystaly 1 až 3 mm dlouhé, seskupené do štětičkovitých agregátů. Jejich základem často bývají kulovité agregáty klinochloru nebo jílového minerálu. Některé agregáty mezolitu jsou dvougenerační, na polokulovitý, radiálně paprscitý starší agregát, potažený zelenohnědou vrstvou jílového minerálu, nasedají jednotlivé jehlice mladšího mezolitu, někdy i thomsonitu-Ca. Na výskytu 2 natrolit srůstá s thomsonitem-Ca a v mandlovitých dutinkách, až 4 cm velkých, vytváří bohatou až souvislou pokrývku bělavých, až 4 mm dlouhých jehliček v asociaci s krystaly *fakolit*-gmelinitu-K. Menší část jehlicovitých krystalů tvoří srůsty mezolitu s **natrolitem**. Menší natrolitová část jehlice je vyvinuta při bázi krystalu.

Rentgenová prášková data mezolitu z Jedlky (tab. 9) jsou blízka datům pro tento minerální druh. Zpřesněné parametry základní buňky (tab. 10) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit.

V BSE obraze jsou studované minerály homogenní. V případě srůstů je mezolitová a natrolitová část jehlic rozdělena ostrým přechodem. Při studiu jejich chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec mezolitu (tab. 11) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi 30 kyslíků možno vyjádřit jako  $Na_{2.26}Ca_{1.94}(Al_{5.95}Si_{9.00}O_{30}) \cdot 8H_2O$ . Hodnota  $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.60$  mezolitu

**Tabulka 7** Chemické složení chabazitu-Ca (*fakolit bez gmelinitu*) z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	44.04	43.91	43.65	43.36	44.66	44.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.51	18.35	18.39	18.71	18.83	18.25
CaO	6.70	6.63	6.57	6.51	6.77	7.04
SrO	4.61	4.68	4.59	4.83	4.40	4.55
BaO	0.16	0.18	0.18	0.13	0.17	0.12
K <sub>2</sub> O	2.60	2.88	2.74	2.69	2.13	2.54
Na <sub>2</sub> O	0.89	0.59	0.85	0.90	1.05	1.06
H <sub>2</sub> O	19.98	19.87	19.81	19.82	20.20	20.15
total	97.49	97.09	96.78	96.95	98.21	98.35
Si <sup>4+</sup>	7.922	7.950	7.927	7.870	7.948	7.969
Al <sup>3+</sup>	3.928	3.916	3.937	4.003	3.950	3.840
Ca <sup>2+</sup>	1.293	1.286	1.279	1.266	1.291	1.346
Sr <sup>2+</sup>	0.482	0.492	0.483	0.508	0.454	0.471
Ba <sup>2+</sup>	0.011	0.013	0.013	0.009	0.012	0.009
K <sup>+</sup>	0.597	0.666	0.635	0.624	0.483	0.579
Na <sup>+</sup>	0.312	0.207	0.299	0.316	0.361	0.367
ΣCa+Sr+Ba+K+Na	2.695	2.664	2.709	2.723	2.601	2.772
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.67	0.67	0.67	0.66	0.67	0.67

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 8** Chemické složení chabazitu-Ca (klence) z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	48.92	49.75	47.92	48.32	48.85	49.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.05	18.32	17.96	17.97	18.22	17.76
CaO	7.44	7.45	7.31	7.51	7.53	7.39
SrO	1.13	0.97	1.21	1.54	0.99	0.96
BaO	0.40	0.36	0.45	0.43	0.38	0.37
K <sub>2</sub> O	3.09	2.70	3.43	3.24	3.24	2.86
Na <sub>2</sub> O	0.41	0.13	0.05	0.73	0.34	0.78
H <sub>2</sub> O	21.12	21.35	20.77	21.03	21.15	21.31
total	100.56	98.33	99.10	100.34	100.70	101.21
Si <sup>4+</sup>	8.333	8.384	8.300	8.266	8.308	8.403
Al <sup>3+</sup>	3.623	3.639	3.666	3.622	3.652	3.534
Ca <sup>2+</sup>	1.358	1.345	1.357	1.376	1.372	1.337
Sr <sup>2+</sup>	0.112	0.095	0.122	0.153	0.098	0.094
Ba <sup>2+</sup>	0.027	0.023	0.030	0.029	0.026	0.024
K <sup>+</sup>	0.671	0.581	0.758	0.707	0.703	0.617
Na <sup>+</sup>	0.135	0.042	0.017	0.243	0.112	0.256
ΣCa+Sr+Ba+K+Na	2.303	2.086	2.284	2.508	2.305	2.328
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.70	0.70	0.69	0.70	0.69	0.70

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 24 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.





Obr. 15 Mezolit v asociaci s klinochlorem, harmotomem a analcimem. Šířka záběru 3 mm, foto V. Betz.

z Jedlky je ve střední části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997). Empirický vzorec natrolitu (tab. 12) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi 10 kyslíků možno vyjádřit jako  $\text{Na}_{2.05}\text{Ca}_{0.02}(\text{Al}_{2.02}\text{Si}_{2.96}\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Hodnota  $T_{\text{Si}} = \text{Si}/(\text{Si}+\text{Al}) = 0.59$  natrolitu z Jedlky je při spodní části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997).

**Thomsonit-Ca** byl zjištěn především v obou bocích skalky, ve východním (výskyt 1) asociuje s mezolitem, na výskytu 4 bývá v dutinách přítomen i samostatně. Thomsonit-Ca vytváří bezbarvé, skelně lesklé, tlustě jehličkové až sloupečkové krystaly dosahující délky až 3 mm, které bývají ukončené plochou bází. V dutinách vytváří bohaté štětičkovité, radiálně uspořádané agregáty tvořené krystaly různé délky, vzácněji pokrývá thomsonit-Ca stěny dutin souvisle

Tabulka 9 Rentgenová prášková data mezolitu z Jedlky

<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>
2	4	0	7.643	1	7.715	4	20	0	2.4112	8	2.4119	7	1	3	1.6769	1	1.6780
0	8	0	7.027	1	7.081	4	12	2	2.3209	<1	2.3217	8	24	0	1.6488	6	1.6472
2	6	0	6.541	100	6.589	8	0	0	2.3014	2	2.2999	7	7	3	1.6451	3	1.6437
1	3	1	5.822	18	5.862	1	23	1	2.2873	2	2.2873	9	19	1	1.6331	3	1.6327
1	5	1	5.371	3	5.416	7	9	1	2.2762	3	2.2743	10	0	2	1.6038	1	1.6038
0	12	0	4.685	33	4.721	6	2	2	2.2305	5	2.2306	10	2	2	1.6019	4	1.6012
4	0	0	4.579	22	4.600	4	14	2	2.2280	5	2.2265	3	23	3	1.5780	5	1.5781
4	4	0	4.375	28	4.375	6	18	0	2.1978	4	2.1963	4	34	0	1.5668	1	1.5666
3	5	1	4.170	21	4.162	8	8	0	2.1890	20	2.1874	4	2	4	1.5391	2	1.5393
4	8	0	3.842	4	3.857	1	3	3	2.1502	2	2.1523	7	15	3	1.5343	1	1.5340
2	14	0	3.708	1	3.704	1	7	3	2.0921	1	2.0927	3	25	3	1.5224	1	1.5224
1	13	1	3.553	1	3.559	5	21	1	2.0655	4	2.0645	10	12	2	1.5184	2	1.5185
1	15	1	3.220	2	3.221	3	3	3	2.0439	1	2.0434	1	37	1	1.4860	1	1.4860
5	1	1	3.202	10	3.202	3	7	3	1.9936	2	1.9922	0	16	4	1.4854	4	1.4853
2	2	2	3.070	5	3.065	9	1	1	1.9503	2	1.9502	3	27	3	1.4688	7	1.4683
5	7	1	2.988	1	2.982	2	24	2	1.8739	<1	1.8742	11	17	1	1.4573	3	1.4573
6	6	0	2.915	13	2.917	8	4	2	1.8654	2	1.8652	9	11	3	1.4323	1	1.4328
5	9	1	2.850	58	2.858	3	13	3	1.8601	2	1.8590	6	6	4	1.4268	4	1.4270
4	16	0	2.804	1	2.806	8	6	2	1.8444	6	1.8453	4	34	2	1.4129	<1	1.4130
2	10	2	2.711	4	2.708	8	8	2	1.8191	1	1.8185	2	20	4	1.4006	<1	1.4003
6	10	0	2.691	2	2.697	3	15	3	1.8044	12	1.8054	6	10	4	1.3991	2	1.3989
2	12	2	2.5811	1	2.5814	5	9	3	1.7962	3	1.7984	13	1	1	1.3830	<1	1.3829
6	12	0	2.5719	1	2.5716	6	26	0	1.7771	<1	1.7762	12	18	0	1.3789	2	1.3784
4	6	2	2.5628	4	2.5661	5	11	3	1.7643	2	1.7632	13	5	1	1.3730	1	1.3731
2	14	2	2.4552	2	2.4524	3	17	3	1.7492	2	1.7494	6	14	4	1.3598	1	1.3596
7	1	1	2.4349	3	2.4368	2	32	0	1.7382	1	1.7384	8	34	0	1.3499	1	1.3493
4	10	2	2.4140	9	2.4126	10	12	0	1.7133	7	1.7143						

Tabulka 10 Parametry základní cely mezolitu (pro ortorombickou prostorovou grupu Fdd2)

	tato práce	Stuckenschmidt, Kirfel (2000)
<i>a</i> [Å]	18.399(4)	18.4049(8)
<i>b</i> [Å]	56.650(16)	56.655(6)
<i>c</i> [Å]	6.5448(15)	6.5443(4)
<i>V</i> [Å <sup>3</sup> ]	6821.6(9)	6823.9



nebo vytváří polokulovité agregáty o průměru až 4 mm. Někdy zákonitě podélně srůstá se starším mezolitem, kdy z centra bazální plošky thomsonitového sloupečku pokračuje mezolit v podobě jemného jehličkovitého krystalu.

Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca z Jedlky (tab. 13) jsou blízká datům pro tento minerální druh. Zpřesněné parametry základní buňky (tab. 14) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit.

V BSE obraze je studovaný minerál homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec thomsonitu-Ca (tab. 15) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi 20 kyslíků možno vyjádřit jako  $(Ca_{1.68}Na_{1.31}Sr_{0.16})_{\Sigma 3.14}(Al_{4.63}Si_{5.28}O_{20}) \cdot 6H_2O$ . Zdejší thomsonit-Ca má zvýšený obsah Sr (max. 2.34 hm. % SrO; 0.209 apfu Sr). Zvýšené hodnoty SrO nejsou u thomsonitů-Ca v ČR velkou vzácností, na Tachovském vrchu u Doks byl zjištěn thomsonit-Ca s obsahem SrO až 4.5 hmot. % (Pauliš et al. 2017) a v Babětině u Těchlovic až s 4.7 hm. % SrO (Pauliš et al. 2018a). Nižší suma analýz tohoto thomsonitu je patrně způsobena vyšším obsahem  $H_2O$  než je její teoretický obsah. Hodnota  $T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.53$  thomsonitu-Ca z Jedlky je ve střední části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997).

**Tabulka 11** Chemické složení mezolitu z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	44.84	45.46	45.79	44.21	44.64	44.93	44.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.14	25.42	25.48	25.56	25.40	25.08	23.92
CaO	9.01	9.06	9.03	8.96	9.12	9.25	8.65
Na <sub>2</sub> O	5.82	5.66	6.03	5.68	5.65	5.93	5.96
H <sub>2</sub> O	11.95	12.08	12.16	11.89	11.95	11.98	11.62
Total	96.76	97.68	98.49	96.30	96.76	97.17	94.16
Si <sup>4+</sup>	9.003	9.029	9.029	8.918	8.961	8.993	9.084
Al <sup>3+</sup>	5.949	5.950	5.921	6.077	6.009	5.918	5.819
Ca <sup>2+</sup>	1.938	1.928	1.907	1.937	1.963	1.983	1.912
Na <sup>+</sup>	2.265	2.179	2.306	2.220	2.200	2.302	2.386
H <sub>2</sub> O	8	8	8	8	8	8	8
T <sub>Si</sub>	0.60	0.60	0.60	0.59	0.60	0.60	0.61

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 30 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 8 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 12** Chemické složení natrolitu z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	45.90	46.30	45.15	44.97	45.31	45.86	45.84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.56	26.49	26.86	26.54	26.64	26.68	26.18
CaO	0.31	0.18	0.43	0.27	0.25	0.39	0.31
Na <sub>2</sub> O	16.36	16.65	15.59	16.35	16.87	16.28	16.41
H <sub>2</sub> O	9.29	9.34	9.20	9.29	9.29	9.30	9.25
Total	98.42	98.96	97.23	98.42	98.33	98.51	97.99
Si <sup>4+</sup>	2.962	2.973	2.944	2.966	2.936	2.957	2.973
Al <sup>3+</sup>	2.020	2.004	2.064	2.018	2.037	2.028	2.001
Ca <sup>2+</sup>	0.021	0.012	0.029	0.019	0.018	0.027	0.021
Na <sup>+</sup>	2.047	2.072	1.971	2.045	2.119	2.036	2.063
H <sub>2</sub> O	2	2	2	2	2	2	2
T <sub>Si</sub>	0.59	0.60	0.59	0.60	0.59	0.59	0.60

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 10 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 2 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 13** Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca z Jedlky

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>I</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>I</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> <sub>obs</sub>	<i>I</i> <sub>obs</sub>	<i>d</i> <sub>calc</sub>
0	1	1	9.313	7	9.297	1	4	4	2.2869	3	2.2886	8	1	1	1.6132	7	1.6132
1	1	0	9.194	13	9.218	4	3	3	2.2520	19	2.2514	8	0	2	1.5903	3	1.5901
2	0	0	6.553	74	6.552	3	5	0	2.2394	4	2.2408	2	4	7	1.5880	5	1.5882
0	2	0	6.510	2	6.526	2	4	4	2.1921	3	2.1906	2	8	0	1.5832	2	1.5832
1	0	2	5.892	7	5.911	4	4	2	2.1822	10	2.1828	2	8	1	1.5721	5	1.5720
2	1	1	5.358	4	5.356	3	5	2	2.1208	5	2.1226	0	6	6	1.5499	1	1.5496
0	2	2	4.636	20	4.649	1	2	6	2.0640	8	2.0652	2	8	2	1.5400	1	1.5398
2	2	0	4.610	100	4.614	6	2	1	2.0445	1	2.0463	1	3	8	1.5369	2	1.5369
2	2	1	4.360	20	4.366	2	5	4	1.9569	3	1.9566	0	5	7	1.5326	2	1.5322
1	3	0	4.126	31	4.129	5	4	2	1.9541	1	1.9526	2	3	8	1.5060	1	1.5061
1	3	1	3.941	2	3.942	4	5	2	1.9510	3	1.9510	2	5	7	1.4924	1	1.4919
2	3	1	3.497	29	3.496	6	3	1	1.9312	1	1.9311	5	7	2	1.4812	1	1.4809
4	0	0	3.271	15	3.276	2	6	3	1.8697	5	1.8703	8	4	0	1.4640	10	1.4639
0	4	0	3.267	20	3.263	1	7	0	1.8467	1	1.8461	4	2	8	1.4416	1	1.4413
2	2	3	3.197	6	3.193	6	0	4	1.8238	8	1.8232	9	1	1	1.4385	1	1.4385
4	0	2	2.940	12	2.936	4	1	6	1.8139	10	1.8131	4	8	2	1.4263	2	1.4262
2	4	0	2.922	11	2.921	1	4	6	1.8108	9	1.8110	9	0	2	1.4224	4	1.4221
4	2	1	2.860	34	2.859	1	2	7	1.8000	7	1.8003	5	5	6	1.4174	1	1.4178
2	4	1	2.852	70	2.852	6	4	1	1.7977	6	1.7982	8	4	3	1.3899	1	1.3896
3	3	2	2.789	6	2.795	5	5	2	1.7808	1	1.7814	3	1	9	1.3868	2	1.3869
2	4	2	2.672	41	2.673	0	3	7	1.7354	4	1.7353	5	7	4	1.3814	3	1.3809
4	1	3	2.577	13	2.579	0	7	3	1.7186	11	1.7178	7	3	6	1.3564	1	1.3566
2	5	1	2.3846	1	2.3855	6	5	1	1.6622	2	1.6619	9	3	2	1.3521	1	1.3517
4	4	0	2.3084	3	2.3119	5	6	2	1.6234	3	1.6229						



**Tabulka 14** Parametry základní cely thomsonitu-Ca (pro ortorombickou prostorovou grupu *Pnca*)

			a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å <sup>3</sup> ]
thomsonit-Ca	Jedlka	tato práce	13.1042(17)	13.0525(18)	13.2466(19)	2265.7(5)
thomsonit-Ca	Soutěský	Pauliš et al. (2021)	13.105(3)	13.053(2)	13.243(3)	2265.5(6)
thomsonit-Ca		Stahl et al. (1990)	13.1043(14)	13.0569(18)	13.2463(30)	2266.46
thomsonit-Ca	Tachov	Pauliš et al. (2017)	13.1081(14)	13.0558(18)	13.2448(16)	2266.7(5)
thomsonit-Ca	Jehla	Pauliš et al. (2015a)	13.104(2)	13.056(1)	13.247(2)	2266.4(6)
thomsonit-Ca	Babětín	Pauliš et al. (2018a)	13.1049(12)	13.0559(13)	13.2464(12)	2266.4(4)
thomsonit-Ca	Heřmanice	Pauliš et al. (2018b)	13.104(2)	13.0570(19)	13.245(3)	2266.2(6)
thomsonit-Ca	Hackenberg	Pauliš et al. (2014a)	13.104(2)	13.056(1)	13.247(2)	2266.4(6)

**Tabulka 15** Chemické složení thomsonitu-Ca z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	34.40	33.43	33.09	33.97	34.89	36.60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.58	26.26	25.66	25.32	25.43	25.22
CaO	10.19	10.12	10.39	10.32	10.05	10.08
SrO	1.79	2.21	2.22	2.34	1.23	0.96
Na <sub>2</sub> O	4.39	4.17	3.64	4.78	4.58	4.78
H <sub>2</sub> O	11.71	11.54	11.47	11.67	11.75	12.03
Total	88.06	87.73	86.47	88.40	87.93	89.67
Si <sup>4+</sup>	5.282	5.213	5.190	5.236	5.341	5.471
Al <sup>3+</sup>	4.630	4.701	4.744	4.599	4.587	4.444
Ca <sup>2+</sup>	1.676	1.691	1.746	1.704	1.648	1.614
Sr <sup>2+</sup>	0.160	0.200	0.202	0.209	0.109	0.084
Na <sup>+</sup>	1.307	1.261	1.107	1.428	1.359	1.385
ΣCa+Sr+Na	3.143	3.152	3.055	3.341	3.116	3.083
H <sub>2</sub> O	6	6	6	6	6	6
T <sub>Si</sub>	0.53	0.52	0.52	0.53	0.54	0.55

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 20 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 6 H<sub>2</sub>O.

**Tabulka 16** Rentgenová prášková data analcimu z Jedlky

h	k	l	d <sub>obs</sub>	l <sub>obs</sub>	d <sub>calc</sub>	h	k	l	d <sub>obs</sub>	l <sub>obs</sub>	d <sub>calc</sub>
1	1	2	5.571	53	5.591	0	2	6	2.1673	1	2.1656
2	0	2	4.840	5	4.842	6	0	4	1.8975	5	1.8993
1	2	3	3.654	6	3.660	5	2	5	1.8647	7	1.8638
0	0	4	3.422	100	3.424	6	2	4	1.8298	1	1.8302
2	3	3	2.916	4	2.920	1	5	6	1.7403	4	1.7394
2	2	4	2.796	10	2.796	3	4	7	1.5937	3	1.5922
1	3	4	2.685	25	2.686	4	6	6	1.4587	1	1.4600
2	1	5	2.4991	9	2.5006	3	6	7	1.4140	1	1.4127
4	0	4	2.4268	3	2.4212	3	5	8	1.3834	1	1.3835
2	3	5	2.2250	1	2.2218	2	7	7	1.3564	1	1.3561

**Tabulka 17** Parametry základní cely analcimu (pro kubickou prostorovou grupu *la-3d*)

			a [Å]	V [Å <sup>3</sup> ]
analcim	Jedlka	tato práce	13.696(7)	2569.3(9)
analcim	Soutěský	Pauliš et al. (2021)	13.699(4)	2571.1(8)
analcim		Gatta et al. (2006)	13.6999(3)	2571.3
analcim	Tachov	Pauliš et al. (2017)	13.709(6)	2576(1)
analcim	Hackenberg	Pauliš et al. (2014a)	13.703(5)	2573(1)

**Analcim**, který se běžně vyskytuje na všech výskytech lokality, asociuje v dutinách se všemi zjištěnými minerály. Tvoří velmi drobné, obvykle 1 mm, vzácněji až 2 mm velké bezbarvé až čiré, skelně lesklé izometrické krystalky charakteristického tvaru deltoidevého 24-stěnu (leucitotvaru). Stěny dutin pokrývá v bohaté až souvislé pokrývce drobných krystalů či jednotlivě v rozměrově větších krystalech. V drobných dutinách šedého vulkanitu (výskyt 2) tvoří též monominerální výplň silně lesklých krystalů analcimu nepatrných rozměrů (0.X mm). Běžně se vyskytuje v dutinách s mezolitem a krystaly staršího chabazitu-Ca s gmelinitem-K. Je starší než mezolit a mladší než *fakolít*, jehož krystaly obvykle neporůstá.

Rentgenová prášková data analcimu z Jedlky (tab. 16) jsou blízká datům pro tento minerální druh, jejichž zpřesněné parametry (tab. 17) dobře odpovídají publikovaným údajům pro tento zeolit. V BSE obraze je studovaný minerál homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny pouze obsahy Si, Al a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec analcimu (tab. 18) (průměr šesti bodových analýz) je na bázi šesti atomů kyslíků možno vyjádřit jako Na<sub>0.98</sub>(Al<sub>1.95</sub>Si<sub>2.04</sub>O<sub>6</sub>)·H<sub>2</sub>O. Hodnota T<sub>Si</sub> = Si/(Si+Al) = 0.68 tohoto analcimu je ve střední části publikovaného rozmezí (Coombs et al. 1997).

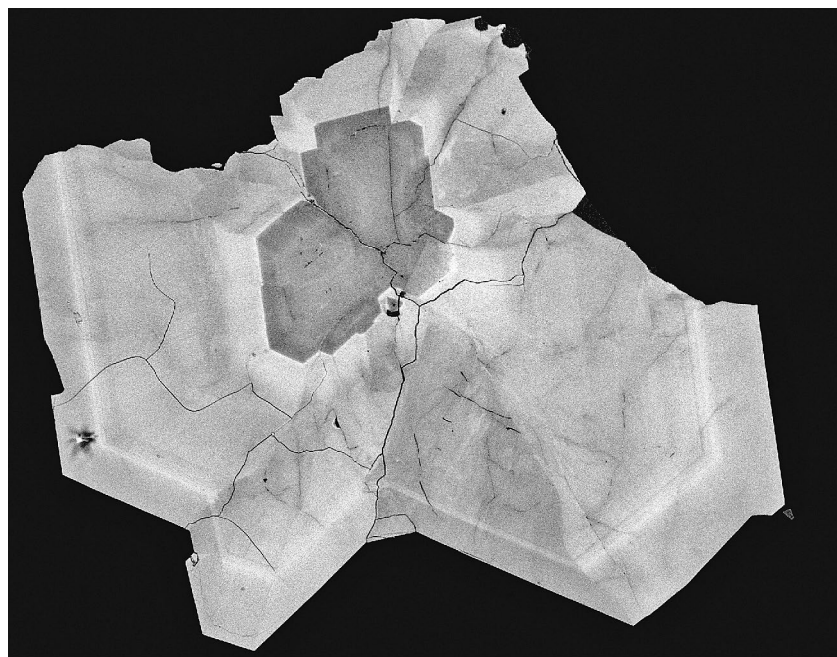
**Harmotom**, respektive **phillipsit-K** (obr. 16) byly zjištěny na všech uvedených výskytech. V dutinách vytvářejí samostatné krystaly či souvislou pokrývku tvořenou drobnými bezbarvými krystaly. V asociaci se zeolity a klinochlorem obvykle vytvářejí samostatné, krátce sloupečkovité až tabulkovité bezbarvé krystaly v podobě nahodilých srostlic či vějířovitých a polokulovitých agregátů. Poměrně častá jsou i trojčata ve tvaru trojramenného kříže, která jsou známa z dutin limburgitů v německém Kai-





**Tabulka 20** Parametry základní cely harmotomu (pro monoklinickou prostorovou grupu  $P 2_1/n$ )

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	$\beta$ [°]	V [Å <sup>3</sup> ]
harmotom	Jedlka (tato práce)	9.8768(13)	14.1406(16)	8.692(3)	124.8(1)	996.8(4)
harmotom	Rinaldi et al. (1974)	9.879(2)	14.139(2)	8.693(2)	124.81(1)	996.94
harmotom	Rousínov (Pauliš et al. 2015b)	9.887(3)	14.116(6)	8.657(3)	124.58(2)	994.7(6)
harmotom	Křižanovice (Pauliš et al. 2014b)	9.882(2)	14.104(3)	8.657(2)	124.59	993.3(3)

**Obr. 17** Zonální průřez srostlicí krystalů harmotomu-phillipsitu-K, světlejší partie obsahují větší koncentraci Ba. Šířka záběru 1.7 mm, BSE foto Z. Dolníček.**Tabulka 21** Chemické složení harmotomu a phillipsitu-K z Jedlky (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	42.70	42.08	42.28	43.56	43.75	41.85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.52	13.26	14.44	13.07	12.01	14.83
CaO	2.06	1.62	2.21	1.47	1.43	3.58
BaO	14.11	14.86	13.48	15.13	16.67	10.41
K <sub>2</sub> O	4.07	4.57	4.52	4.62	2.73	4.20
Na <sub>2</sub> O	1.01	1.49	0.82	0.75	0.70	1.29
H <sub>2</sub> O	13.56	13.44	13.65	13.65	13.40	13.69
Total	91.03	91.32	91.40	92.25	90.69	89.85
Si <sup>4+</sup>	11.328	11.266	11.144	11.482	11.742	10.998
Al <sup>3+</sup>	4.228	4.186	4.485	4.061	3.799	4.592
Ca <sup>2+</sup>	0.585	0.465	0.624	0.415	0.411	1.007
Ba <sup>2+</sup>	1.467	1.559	1.392	1.563	1.753	1.072
K <sup>+</sup>	1.377	1.560	1.520	1.552	0.935	1.409
Na <sup>+</sup>	0.520	0.772	0.418	0.383	0.364	0.657
$\Sigma$ Ca+Ba+K+Na	3.929	4.356	3.954	3.913	3.463	4.145
H <sub>2</sub> O	12	12	12	12	12	12
T <sub>Si</sub>	0.73	0.73	0.71	0.73	0.76	0.71

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 32 atomů kyslíku. H<sub>2</sub>O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 12 H<sub>2</sub>O.

Velmi nepatrných rozměrů dosahují další dva zjištěné zeolity lévyn-Ca a offretit (obr. 18), které jsou pro tuto část Českého středohoří poměrně netypickými zeolity. **Lévyn-Ca** byl zjištěn v nejmenších, jen několik mm velkých oválných dutinách na výskytu 4 v asociaci

s thomsonitem-Ca a analcimem. Vytváří bezbarvé až čiré, skelně lesklé krystaly obvyklého tabulkového tvaru, o rozměrech jen zlomku mm, které lze objevit na tenké jílové vrstvě povlékající stěny dutin. Vzácněji vytváří souvislou monominerální výstelku dutin tvořenou maximálně 0.1 mm velkými tabulkami. Jeho identita byla vzhledem k jeho malým rozměrům potvrzena pouze pomocí Ramanovy spektrometrie a kvalitativní energiově-disperzní (EDS) analýzou.

Spolu s analcimem byl ojediněle na výskytu 1 zjištěn **offretit**, který tvoří hexagonální tabulky o velikosti do 0.2 mm složené z příčně orientovaných jemných zonálních jehliček. Jejich středová zóna je bezbarvá, ukončení po obou stranách bělavé. Tyto tabulky nasedají samostatně na tenkou jílovou vrstvu v malých prostorách mezi téměř souvislou pokrývkou analcimu. Při mikroskopickém studiu byly pozorovány epitaxní srostlice offretitu s lévynem-Ca, kdy na offretitové jehlice orientované narůstají mladší tabulky lévynu-Ca o rozměrech pouhých 10  $\mu$ m. Identita offretitu byla potvrzena, tak jako u lévynu-Ca, pomocí Ramanovy spektrometrie a kvalitativní energiově-disperzní (EDS) analýzou.

Na výskytu 1 byl v silně dutinovitých partiích též zjištěn **klinochlor**, kde je zde vedle kalcitu nejhojnějším minerálem. V dutinách se objevuje vždy v asociaci se zeolity (obr. 19). Vytváří buď jednotlivé, dokonale vyvinuté tabulkové krystaly o rozměrech do 1 mm (obr. 20), nebo častěji polokulovité agregáty obdobných rozměrů, tvořené tence lupenitými, průhlednými a perleťově lesklými, radiálně uspořádanými krystaly. Povrch agregátů bývá někdy zcela hladký, častěji je tvořený vystupujícími tabulkami. Agregáty porůstají stěny dutin jednotlivě i v nesouvislých skupinách. Krystaly zdejšího klinochloru mají žlutavou, zlatavou, oranžovou

či hnědavou barvu, způsobenou pravděpodobně nízkým obsahem železa. Všechny jeho krystaly i agregáty jsou potaženy tenkou vrstvou blíže neurčeného žlutohnědého až tmavě zelenohnědého jílového minerálu voskového vzhledu.

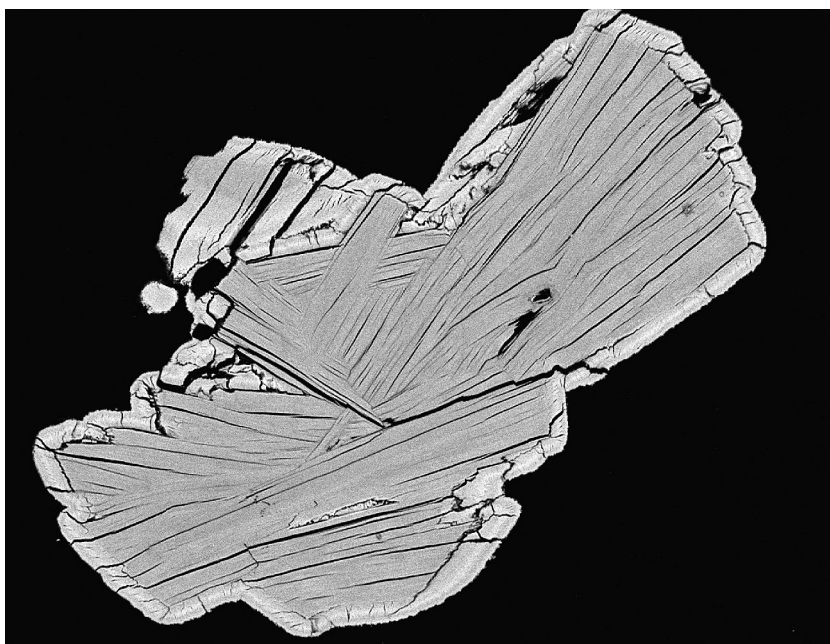
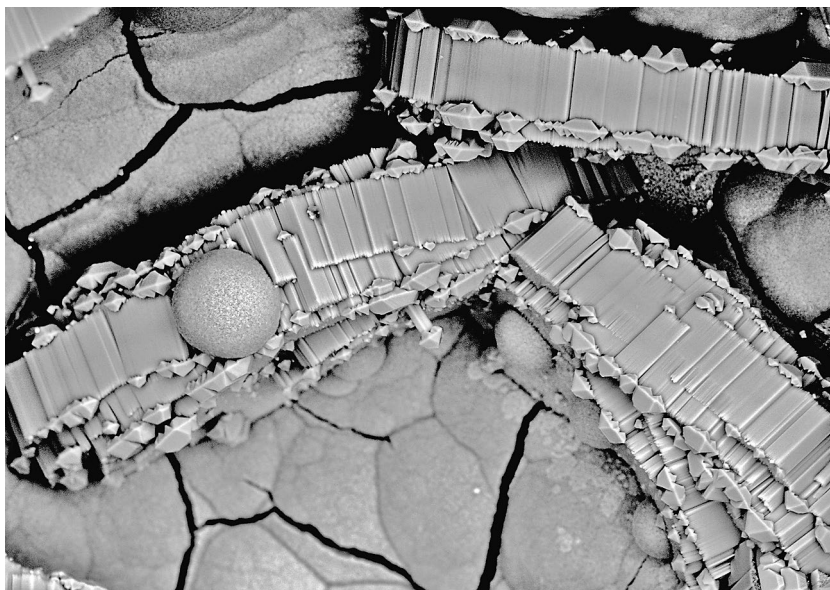


Chemické složení chloritu bylo studováno prostřednictvím osmi bodových WDS analýz (tab. 22). Jde o trioktaedrický Mg-Fe-Al chlorit klinochlor-chamositové řady (Bayliss 1975) blízký klinochloru. Při přepočtu empirického vzorce na bázi 14 atomů kyslíku se pohybují obsahy Si mezi 2.72 a 3.23 *apfu*, obsahy celkového Al mezi 2.57 a 3.05 *apfu*, obsahy Mg mezi 3.25 a 3.86 *apfu* a obsahy Fe se pohybují mezi 0.19 a 0.29 *apfu*. V malém množství je v analyzovaném chloritu přítomen Ca (max. 0.09 *apfu*).

Hojným minerálem všech výskytů je **kalcit**, který se tu objevuje ve více generacích v bezbarvých či bělavých krystalech různé morfologie. Nejstarší generace byla často rozpuštěna, o čemž svědčí prázdné prostory pod zeolity, zejména analcimem. Nejmladší generace kalcitu bohatě porůstá zeolity v podobě jednotlivě vyvinutých krystalů o velikosti do 5 mm. V silně bublinatém zvětřalém vulkanitu v prostoru mezi cestou a roklí, východně od skalky, je v dutinách přítomen pouze kalcit.

Jedním z nejmladších minerálů dutin je **aragonit**, který na výskytu 1 vytváří drobné štěpky, snopky a jehlicovité, radiálně paprscité agregáty až 5 mm velké, narůstající na zeolity a klinochlor.

Jedlka je další lokalitou terciérních vulkanitů Českého středohoří a Lužických hor, kde byl nalezen **baryt**. Zjištěn byl v členitých dutinách výskytu 1, které vyplňují hrozníčkovité agregáty žlutohnědého jílového minerálu s krystaly bezbarvého *fakolitu*. Baryt tu vytváří růžicovité a kulovité agregáty o velikosti zlomku mm, tvořené bezbarvými až bělavými tabulkami. Semi-kvantitativní energiově-disperzní (EDS) analýzou bylo zjištěno, že obsahuje 3 - 4 hm. % SrO.



**Obr. 18** Agregát *offretitu* se zákonytými nárůsty *lévynu-Ca*. Šířka záběru 3.6 mm, foto B. Ekrť.

**Obr. 19** Dutina s *klinochlorem* v asociaci s *analcimem*, *harmotomem* a *kalcitem*. Šířka záběru 6 mm, foto V. Betz.

**Obr. 20** Lupenitý agregát *klinochloru*. Šířka záběru 1.25 mm, BSE foto Z. Dolníček.



Tabulka 22 Chemické složení klinochloru z Jedlky (hm. %)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	32.20	30.30	28.64	34.27	27.82	31.60	27.66	31.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.25	24.02	26.33	20.57	28.13	23.65	25.49	24.90
MgO	24.08	24.43	23.68	23.13	24.36	25.19	26.31	24.14
CaO	0.19	0.31	0.23	0.86	0.25	0.53	0.16	0.53
FeO	2.32	3.09	3.25	3.66	2.61	3.36	3.23	3.66
total	82.04	82.15	82.13	82.49	83.17	84.34	82.85	84.23
Si <sup>4+</sup>	3.140	2.979	2.819	3.233	2.833	2.976	2.719	2.980
Al <sup>3+</sup>	2.672	2.783	3.053	2.572	2.923	2.796	2.964	2.821
Mg <sup>2+</sup>	3.501	3.580	3.474	3.253	3.698	3.536	3.856	3.459
Ca <sup>2+</sup>	0.019	0.032	0.024	0.087	0.027	0.054	0.017	0.055
Fe <sup>2+</sup>	0.189	0.254	0.267	0.288	0.222	0.265	0.265	0.294
Catsum	9.521	9.548	9.637	9.433	9.703	9.627	9.811	9.609

Hodnoty *apfu* jsou vypočítány na bázi 14 atomů kyslíku.

## Závěr

Na sv. okraji obce Jedlka, na jv. svahu vrchu Hlídka, 2 km z. od Benešova nad Ploučnicí byla v terciérních vulkanitech v roce 2020 objevena nová lokalita zeolitové mineralizace. Na lokalitě bylo v drobných dutinách tefritu zjištěno 10 zeolitových druhů, z nichž nejzajímavější je celosvětově vzácný gmelinit-K, který tu tvoří většinou charakteristické hexagonální čočkovité krystaly čiré bílé či slabě nažloutlé barvy o maximálních rozměrech krystalů 7 mm. Vždy tvoří zákonité srůsty s chabazitem-Ca. Jedlka je první zjištěnou lokalitou tohoto zeolitu v ČR.

## Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za poskytnutí fotografií B. Ekrtovi z Prahy a P. Zemanovi z Verneřic. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (00023272 - cíl DKRVO 2019/2023 1.1.c).

## Literatura

- BÁRTA J, RYCHLÝ R (1979) Nález gmelinitu na lokalitě Dobranka u Děčína. Čas Min Geol 24 (4): 434
- BAYLISS P (1975) Nomenclature of the trioctahedral chlorites. Can Mineral 13: 178-180
- BIRCH B (1976) Chabazite or gmelinite (or both) in basalts from Flinders, Victoria. Austral Mineral 1 (1): 2-3
- BREWSTER D (1825) Description of gmelinite, a new mineral species. Edinb J Sci 2: 262-267
- CAJZ V (2000) Geologická stavba lokality Jedlka a jejího okolí. Zpr geol Výzk v R 2000: 116-119
- CAJZ V (2002) Proposal of lithostratigraphy for the České středohoří Mts. Bull Czech Geol Surv 75 (1): 7-16
- 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
- CÍLEK V (2001) Kvartérní sedimenty lokality Jedlka v Českém středohoří a jejich význam pro poznání svahových pohybů. Zpr geol Výzk v R 2000: 119-121
- GATTA GD, NESTOLA F, BOFFA BALLARAN T (2006) Elastic behavior, phase transition, and pressure induced structural evolution of analcime. Am Mineral 91: 568-578
- HIBSCH JE (1897) Erläuterungen zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt III. (Bensen). Mit 1 geologischen Karte. Tscherm mineral petrogr Mitt 17: 1-96
- HIBSCH JE (1934) Die Minerale des Böhmisches Mittelgebirges. Jena
- KHOMYAKOV AP, POLEZHAEVA LI, MALINOVSKY JuA (2001) Gmelinite-K (K,Na,Ca)<sub>6</sub>(Al<sub>17</sub>Si<sub>17</sub>O<sub>48</sub>)·22 H<sub>2</sub>O, a new zeolite mineral from Lovozero alkaline massif, Kola Peninsula, Russia. Zap Vses Min Obshch 130: 65-71
- 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
- NOVÁK JK, CÍLEK V, CAJZ V (2001) Zeolitové vulkanogenní sedimenty z Jedlky u Benešova nad Ploučnicí (České Středohoří). Setkání 43. fóra pro nerudy, Lučenec
- NOVÁK JK, ULRYCH J, CHVÁTAL M, LANGROVÁ A, CAJZ V, ADAMOVIČ J, RYCHLÝ R, WIESNER T (2003) Zeolite-bearing trachyandesite from Dobranka, České středohoří Mts.: Petrography, geochemistry and amygdale mineralogy. Acta Montan A 22: 79-96
- PASSAGLIA E, PONGILUPPI D, VEZZALINI G (1978) The crystal chemistry of gmelinites. N Jb Mineral, Mh 7: 310-324
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R (2014a) 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, SEJKORA J, NOVÁK F, MALÍKOVÁ R (2014b) Harmotom a stilbit-Ca z ložiska polymetalických rud Křižanovice v Železných horách (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 22 (1): 68-73
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2015a) Tschernichit, garronit-Ca a doprovodná mineralizace z Jehly u České Kamenice (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 23 (2): 147-170
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2015b) Zeolitová mineralizace s barytem z Rousínova u Cvikova v Lužických horách (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 23 (2): 221-228

- PAULIŠ P, JANEČEK O, HRŮZEK L, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, FEDIUK F, POUR O (2017) Nordstrandit a zeolitová mineralizace fonolitu Tachovského vrchu u Doks (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 25 (1): 69-84
- PAULIŠ P, ZEMAN P, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, VRTIŠKA L, DOLNÍČEK Z, FEDIUK F, POUR O (2018a) Zeolitová mineralizace s thomsonitem-Ca z Babětina u Těchlovic v Českém středohoří (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 26 (1): 1-11
- PAULIŠ P, ZEMAN P, ZEMAN V, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R, VRTIŠKA L, DOLNÍČEK Z, FEDIUK F, POUR O, RADOŇ M (2018b): Zeolitová mineralizace z Heřmanic u České Lípy (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 26 (2): 123-137
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, SEJKORA J, DOLNÍČEK Z, MALÍKOVÁ R, EKRT B, POUR O, FEDIUK F, JANEČEK O (2019) Zeolitová mineralizace ze Zaječího vrchu a Poustevny u Nového Boru (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 27 (2): 346-370
- PAULIŠ P, HRŮZEK L, JANEČEK O, DOLNÍČEK Z, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2021) Böhmit a doprovodná zeolitová mineralizace ze Soutěsek u Děčína (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 29 (1): 164-177
- POUCHOU JL, PICHOIR F (1985) "PAP" ( $\varphi\rho Z$ ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Microbeam Analysis (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco: 104-106
- RINALDI R, PLUTH JJ, SMITH JV (1974) Zeolites of the phillipsite family. Refinement of the crystal structure of phillipsite and harmotome. Acta Crystallogr B 30: 2426-2433
- SACERDOTI M, PASSAGLIA E, CARNEVALI R (1995) Structural refinement of Na-, K-, and Ca- exchanged gmelinites. Zeolites 15: 276-281
- STAHL K, KVICK A, SMITH JV (1990) Thomsonite, a neutron diffraction study at 13K. Acta Crystallogr Sect C 46: 1370-1373
- STUCKENSCHMIDT E, KIRFEL A (2000) Zeolites of NAT topology: Structure refinement of mesolite from single crystal X-ray data and comparison with the structures of natrolite and scolecite. Eur J Mineral 12: 571-579
- VEZZALINI G, QUARTIERI S, PASSAGLIA E (1990) Crystal structure of a K-rich natural gmelinites and comparison with the other refined gmelinite samples. N Jb Mineral, Mh: 504-513
- YAKUBOVICH OV, MASSA W, GAVRILENKO PG, PEKOV IV (2005) Crystal structure of chabazite. Kristallografiya 50 (4): 595-604  
<https://www.mindat.org/gallery-1061.html>