https://doi.org/10.46861/bmp.33.166 PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Zeolitová mineralizace z Malého Semerinku u Chřibské v Lužických horách (Česká republika)

Zeolite mineralization from Malý Semerink near Chřibská in the Lužické hory Mts. (Czech Republic)

Petr Pauliš[1,2)]*, Libor Hrůzek[3)], Jiří Sejkora[2)], Oldřich Janeček[4)] a Zdeněk Dolníček[2)]

*[1)]Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; *e-mail petr.paulis@post.cz*
[2)]Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice
[3)]Pobřežní 1016, 471 14 Kamenický Šenov
[4)]Albrechtická 613, 434 01 Most

Pauliš P, Hrůzek L, Sejkora J, Janeček O, Dolníček Z (2025) Zeolitová mineralizace z Malého Semerinku u Chřibské v Lužických horách (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 33(2): 166-180. ISSN 2570-7337

Abstract

A new locality of zeolite mineralization has been discovered in Malý Semerink, 500 m south of the Chřibská railway station in the Rybniště municipality, the Lužické hory Mts., Czech Republic. Zeolites occur in cavities of Tertiary alkaline basalts that penetrated the quartz sandstones of the Czech Cretaceous Basin. A total of eight zeolite species were discovered here: analcime, cowlesite, erionite-Ca, chabazite-Ca, lévyne-Ca, phillipsite-K, scolecite, and thomsonite-Ca. The most notable are the colorless to white cross-intergrowths of phillipsite-K crystals up to 1 cm in size, white hemispherical cowlesite, and abundant thin tabular lévyne-Ca overgrown with fine fibrous erionite-Ca. The WDS quantitative analyses, X-ray powder patterns, and refined unit cell parameters are given for all described mineral phases.

Key words: *analcime, cowlesite, erionite-Ca, chabazite-Ca, lévyne-Ca, phillipsite-K, scolecite, thomsonite-Ca, Cezonozoic basaltic rocks, X-ray powder diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Malý Semerink near Chřibská, Czech Republic*

Obdrženo 22. 9. 2025; přijato 24. 11. 2025

Úvod

Nově zjištěný zeolitový výskyt byl objeven druhým z autorů (LH) v nevelkém výchozu terciérních alkalických bazaltů, které pronikly svrchnokřídovými křemennými pískovci lužického vývoje české křídové tabule. Lokalita se nachází 500 m jižně od železniční stanice Chřibská na území obce Rybniště, v místě zvaném Malý Semerink či Chřibská vřesina (GPS: 50°51‘54.22“N, 14°31‘31.44“E). Leží 3 km jjv. od Rybniště a 3 km v. od Chřibské v Lužických horách (obr. 1). Železnici začala stavět společnost České severní dráhy v roce 1866, a protože horské úseky si vyžádaly náročné zemní práce, odstřely skal a stavby mostů, začalo se jí poněkud nadneseně říkat Malý Semerink (něm. Klein Semmering). Provoz v železniční stanici, původně pojmenované podle 3 km vzdálené obce Krásné Pole, byl zahájen v roce 1869, tedy současně se zahájením provozu trati z České Lípy do Rumburka a z Děčína do Varnsdorfu. Bezprostředně po zahájení provozu byla za drážní budovou postavena restaurace ve švýcarském stylu s hudebním pavilonem, stájemi, parkem a téměř 11 ha velkou oborou. Později vznikl lázeňský dům s koupelnami, ve kterých se využívala místní železitá voda. Uprostřed lesů tak vzniklo hojně navštěvované letovisko a lázeňský ústav Malý Semerink. Slávu těchto klimatických lázní ukončila až druhá světová válka (http://www.luzicke-hory.cz/mista/index.php?pg=zmmsemc). Dnes areál slouží jako rekreační středisko Českých drah.

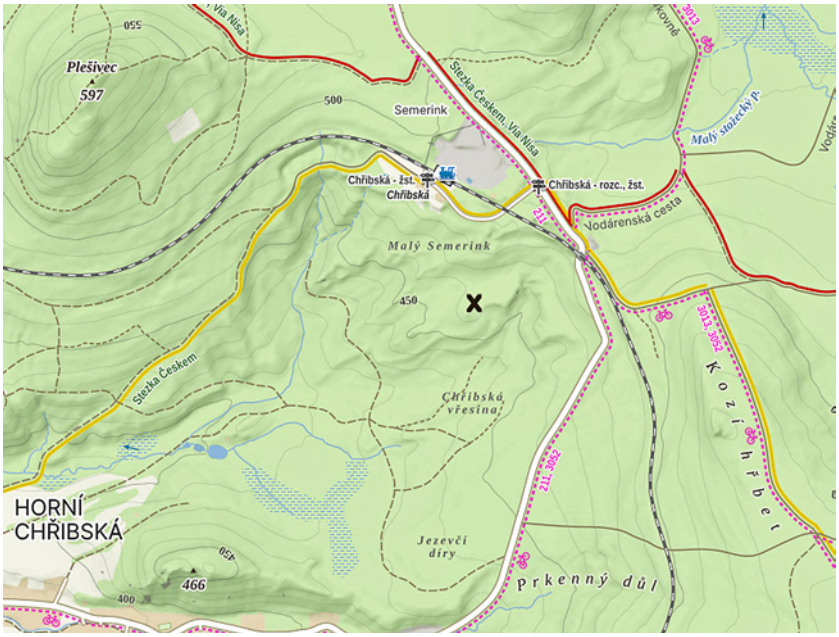
Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití Cu*Kα* záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly naneseny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Získaná data byla vyhodnocena pomocí softwaru ZDS pro DOS (Ondruš 1993) za použití profilové funkce Pearson VII. Zjištěná rentgenová prášková data byla indexována na základě teoretického záznamu vypočteného programem Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z publikovaných krystalových strukturních dat, parametry základních cel pak byly následně zpřesněny pomocí programu Burnhama (1962).

Chemické složení zeolitů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha) za těchto podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 5 nA, průměr svazku 5 μm, standardy: baryt (Ba*Lα*), albit (Na*Kα*), sanidin (Si*Kα,* Al*Kα*, K*Kα*), rodonit (Mn*Kα*), diopsid (Mg*Kα*), fluorapatit (P*Kα*), hematit (Fe*Kα*), ZnO (Zn*Kα*), celestin (S*Kα*, Sr*Lα*), RbGe sklo (Rb*Lα*), Cs sklo (Cs*Lα*), wollastonit (Ca*Kα*), halit (Cl*Kα*), F (F*Kα*), chalkopyrit (Cu*Kα*), BN (N*Kα*) a wulfenit (Pb*Mα*). Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakteristika zjištěné zeolitové mineralizace

Výchoz bazaltoidních hornin je situován na nevýrazné vyvýšenině v nadmořské výšce 460 m, která je součástí protáhlého hřbetu směru SV - JZ, budovaného svrchně křídovými pískovci. Vyskytuje se zde i další menší, níže položené bazaltové těleso, které je bez zajímavější mineralizace. Oba drobné výchozy vulkanitů jsou zaznamenány v geologické mapě České geologické služby (https://mapy.geology.cz/geocr50/). Čedič odkrytý na vyvýšenině rozměru cca 10 × 10 m z větší části splývá s terénem. V jz. části elevace je malý zahliněný lom, v sv. části asi 2 m vysoká čedičová skalka přechází pod půdní pokryv (obr. 2). Čedičová hornina je černošedá, jemnozrnná až celistvá, navětralá, petrograficky nebyla blíže zkoumána. Odlučnost horniny je kvádrovitá až deskovitá, zčásti i hrubě sloupcovitá. Sevřené praskliny bývají pokryty povlaky černofialových manganových (hydro)oxidů. Mineralizace je vázána na drobné dutiny v čediči. Dutiny dosahují velikosti až 10 cm, obvykle mívají kapkovitý až mandlovitý tvar, zejména ty větší jsou ale obvykle zahliněné se zašlou či navětralou krystalovou výplní. Z drobnějších dutin lze většinou získat vzorky lepší kvality. V kvádrovitě až deskovitě odlučné hornině v lůmku v jz. části hřbetu je dutin malé množství, mnohem zajímavější je sv. okraj tělesa. Ten je z větší části deskovitě odlučný, se zvětralými dutinami, ale jsou zde i partie blokově a hrubě sloupcovitě odlučné s nejlépe zachovalou mineralizací. Z mineralogického hlediska vykazuje lokalita výraznou zonalitu kolmo na směr protažení hřbetu. Ve výkopu provedeném autory v jeho jv. části byla zjištěna pestrá asociace s dominujícím chabazitem-Ca, phillipsitem-K, thomsonitem-Ca a vzácnějšími zeolity cowlesitem, lévynem-Ca a erionitem-Ca. Na druhé, sz. straně výkopu převládají phillipsit-K a thomsonit-Ca, zatímco cowlesit, lévyn-Ca a erionit-Ca jsou zde velmi vzácné. Z mineralogického hlediska je lokalita zajímavá dutinami s dokonale vyvinutými krystaly zejména phillipsitu-K, chabazitu-Ca a erionitu-Ca s lévynem-Ca, ale i agregátů cowlesitu a thomsonitu-Ca.



Obr. 1 *Topografická situace s vyznačením studované lokality (X), upraveno podle www.mapy.com.*



Obr. 2 *Skalní výchoz s výskytem zeolitové mineralizace u Malého Semerinku (2024). Foto P. Pauliš.*



Obr. 3 *Křížovité srostlice phillipsitu-K z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, šířka záběru 22 mm.*

Tabulka 1 *Rentgenová prášková data phillipsitu-K z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
8.116	13.0	8.111	1	0	0	3.223	10.7	3.224	-3	0	2	2.3906	5.2	2.3908	-3	4	2
7.175	100.0	7.166	0	0	1	3.212	5.5	3.210	-3	0	1	2.3863	4.7	2.3852	-3	4	1
7.135	54.2	7.128	0	2	0	3.202	57.9	3.201	0	2	2	2.3389	3.0	2.3393	-2	5	2
7.117	12.7	7.098	-1	1	1	3.192	71.4	3.191	0	4	1	2.3325	6.5	2.3324	2	5	0
6.412	21.5	6.402	0	1	1	3.144	33.7	3.144	-3	1	2	2.2560	3.7	2.2568	-2	4	3
5.378	14.5	5.375	-1	2	1	3.132	26.0	3.132	-3	1	1	2.2308	2.7	2.2309	0	5	2
5.362	17.2	5.354	1	2	0	3.086	4.7	3.085	2	3	0	2.1655	1.7	2.1663	-3	4	3
5.058	29.7	5.053	0	2	1	2.934	16.7	2.937	-3	2	2	2.1532	2.7	2.1540	3	4	0
4.956	45.2	4.952	-2	0	1	2.928	10.7	2.927	-3	2	1	2.0800	1.7	2.0817	-1	6	2
4.679	5.7	4.678	-2	1	1	2.891	5.0	2.890	2	0	1	2.0516	4.0	2.0525	2	2	2
4.321	7.2	4.319	-1	0	2	2.760	20.5	2.760	-1	0	3	2.0010	4.7	2.0011	1	0	3
4.291	11.5	4.287	1	0	1	2.753	10.2	2.749	-1	4	2	1.9765	4.0	1.9762	-1	7	1
4.136	21.7	4.133	-1	1	2	2.747	25.0	2.746	1	0	2	1.9642	2.5	1.9647	-5	0	3
4.101	58.9	4.105	1	1	1	2.741	15.0	2.740	1	4	1	1.9098	1.5	1.9098	-3	6	1
4.068	10.2	4.067	-2	2	1	2.711	21.0	2.710	-1	1	3	1.8307	3.7	1.8309	0	5	3
4.055	7.7	4.056	2	0	0	2.697	14.5	2.697	1	1	2	1.7910	13.7	1.7914	0	0	4
3.960	3.7	3.960	0	3	1	2.693	13.5	2.692	-1	5	1	1.7819	13.5	1.7819	0	8	0
3.934	4.7	3.933	-2	1	2	2.679	15.7	2.678	2	2	1	1.7754	5.5	1.7744	-4	4	4
3.695	4.2	3.694	-1	2	2	2.657	6.7	2.656	3	1	0	1.7620	2.2	1.7625	4	4	0
3.675	4.5	3.673	1	2	1	2.650	5.2	2.649	0	5	1	1.6834	1.2	1.6845	0	6	3
3.476	7.2	3.475	0	1	2	2.574	3.7	2.574	-1	2	3	1.6794	7.0	1.6794	2	0	3
3.430	4.0	3.429	-2	3	1	2.563	4.2	2.563	1	2	2	1.6502	4.7	1.6506	-6	0	3
3.266	66.7	3.268	-1	4	1	2.527	13.7	2.527	0	4	2	1.6417	2.7	1.6421	-1	5	4
		3.263	1	4	0	2.4760	2.5	2.4759	-4	0	2	1.6374	2.7	1.6379	1	5	3

Tabulka 2 *Parametry základní cely phillipsitu (pro monoklinickou prostorovou grupu $P2_1/m$)*

			a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å^3]
phillipsit-K	Malý Semerink	tato práce	9.904(2)	14.2555(18)	8.7496(15)	125.019(10)	1011.7(5)
phillipsit-K	Soutěsky	Pauliš et al. (2021)	9.924(3)	14.314(4)	8.740(2)	124.93(2)	1017.9(5)
phillipsit-K	Svor	Pauliš et al. (2016)	9.924(2)	14.315(3)	8.742(2)	124.93(7)	1018.2(4)
phillipsit-K	Vallerano	Gualtieri (2000)	9.8881(5)	14.4040(8)	8.6848(5)	124.271(3)	1022.20
phillipsit-Ca	Poustevna	Pauliš et al. (2019)	9.9206(19)	14.315(3)	8.7387(19)	124.92(6	1017.5(4)
phillipsit-Ca	Zaječí vrch	Pauliš et al. (2019)	9.9226(19)	14.314(3)	8.7396(17)	124.92(5)	1017.8(4)
phillipsit-Ca	Heřmanice	Pauliš et al. (2018b)	9.922(19)	14.314(4)	8.742(18)	124.91(3)	1018.0(4)
phillipsit-Ca	Casal Brunori	Rinaldi et al. (1974)	9.865(2)	14.300(4)	8.668(2)	124.20(3)	1011.3
phillipsit-Na	Richmond	Gatta et al. (2009)	9.9238(6)	14.3145(5)	8.7416(5)	124.920(9)	1018.2

Tabulka 3 *Chemické složení phillipsitu-K z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	0.18	0.11	0.17	0.12	0.16	0.19	0.00	0.30	0.18	0.32	0.24
K_2O	6.45	6.76	6.14	6.68	7.07	6.26	4.62	6.65	7.04	6.31	7.01
CaO	6.65	6.19	6.70	6.59	6.60	6.66	6.97	6.55	6.78	6.63	6.80
Al_2O_3	21.52	20.94	21.04	21.71	21.60	21.67	22.44	22.44	21.06	21.50	20.78
SiO_2	44.29	43.48	43.80	44.45	44.81	45.45	44.84	44.67	43.66	43.33	44.39
H_2O*	15.51	15.18	15.54	15.59	15.69	15.80	15.71	15.80	15.35	15.30	15.46
total	94.60	92.66	93.44	95.14	95.93	96.03	94.58	96.41	94.07	93.39	94.68
Na	0.084	0.057	0.085	0.055	0.083	0.082	0.000	0.137	0.084	0.141	0.112
K	1.908	2.051	1.837	1.969	2.066	1.817	1.348	1.931	2.104	1.893	2.081
Ca	1.652	1.566	1.689	1.629	1.625	1.628	1.710	1.660	1.705	1.667	1.695
Al	5.881	5.847	5.830	5.904	5.835	5.814	6.054	6.018	5.818	5.963	5.699
Si	10.267	10.305	10.301	10.257	10.273	10.343	10.264	10.163	10.241	10.188	10.330
H_2O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T_{Si}	0.64	0.64	0.64	0.63	0.64	0.64	0.63	0.63	0.64	0.63	0.64

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 32 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 12 H_2O.

Phillipsit-K je nejběžnějším minerálem na lokalitě. Jeho dokonale vyvinuté křížové srostlice, které dosahují běžně velikosti 3 mm, výjimečně 5 mm, pokrývají souvisle stěny až 10 cm velkých dutin. Často jej doprovázejí mladší thomsonit-Ca a chabazit-Ca. Krystaly jsou většinou bělavé a zašlé, jen výjimečně čiré a skelně lesklé. V některých dutinách byly nalezeny samostatné křížové srostlice s vyvinutými prizmatickými plochami (obr. 3). Větší, až 15 mm velké krystaly dutinou většinou prorůstají a při odběru vzorků se často poškodí. Vzorků s dobře zachovalými jednotlivými křížovými srostlicemi o velikosti 8 až 10 mm bylo získáno jen několik. Krystaly phillipsitu-K z Malého Semerinku patří svými rozměry k největším v České republice. Rentgenová prášková data (tab. 1) odpovídají publikovaným datům pro phillipsit-K i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Gatta et al. 2009). Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji pro členy podskupiny phillipsitu. V BSE obraze je phillipsit-K chemicky homogenní. Chemickou analýzou byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec phillipsitu-K (průměr 10 bodových analýz) je na bázi 32 kyslíků možno vyjádřit jako $(K_{1.91}Ca_{1.65}Na_{0.08})[Al_{5.88}Si_{10.27}O_{32}]\cdot 12\ H_2O$ (tab. 3). V kationtové složce poněkud převládá K nad Ca, pouze v jediné bodové analýze je tento poměr opačný. Malou příměs tvoří Na (0.00 - 0.14 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.64 leží ve spodní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

V jv. části výchozu je poměrně častým zeolitem **chabazit-Ca**. Většinou tvoří klencové krystaly (obr. 4) o velikosti do 5 mm, vzácněji do 10 mm, které vyplňují souvisle i jednotlivě dutiny v bazaltu. V menších dutinách jsou jeho krystaly čiré a skelně lesklé, ve větších je zašlý. Vzácně se v drobných dutinách vyskytuje v podobě až 2 mm velkých srostlic fakolitového typu. Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Malého Semerinku (tab. 4) odpovídají publikovaným datům pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Yakubovich et al. 2005). Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 5 porovnány s publikovanými údaji pro tento zeolit. V BSE obraze je chabazit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho



Obr. 4 *Krystal chabazitu-Ca z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, velikost krystalu 7 mm.*



Obr. 5 *Žlutavé agregáty thomsonitu-Ca nasedající na phillipsit-K z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, šířka záběru 22 mm.*



Obr. 6 *Čiré agregáty thomsonitu-Ca nasedající na phillipsit-K z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, šířka záběru 11 mm.*

chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Sr, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec chabazitu-Ca (tab. 6; průměr 10 bodových analýz) je na bázi 24 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{1.60}K_{0.82}Sr_{0.25}Na_{0.08})[Al_{4.11}Si_{7.77}O_{24}] \cdot 12\ H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca v kationtové složce chabazitu je zastoupen ve vyšší míře i K (0.63 - 1.05 *apfu*), v menší míře pak Sr (0.22 - 0.29 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.65 chabazitu-Ca z Malého Semerinku je ve spodní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

Tabulka 4 *Rentgenová prášková data chabazitu-Ca z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
9.397	99.2	9.373	1	0	1	2.697	13.8	2.697	2	0	5	1.7243	7.3	1.7248	4	4	0
6.907	5.7	6.899	1	1	0	2.608	12.6	2.608	4	1	0	1.6988	2.5	1.6982	3	3	6
6.394	3.3	6.386	0	1	2	2.577	1.9	2.577	2	3	2	1.6955	0.7	1.6964	7	0	1
5.562	14.1	5.556	0	2	1	2.513	18.7	2.512	1	2	5	1.6785	1.9	1.6789	0	0	9
5.041	28.8	5.037	0	0	3	2.3637	0.7	2.3657	1	1	6	1.6473	2.8	1.6473	6	2	1
4.690	11.0	4.687	2	0	2	2.3165	1.6	2.3158	1	4	3	1.6416	2.6	1.6414	1	6	4
4.330	83.4	4.327	2	1	1	2.2993	5.8	2.2998	3	3	0	1.5607	9.4	1.5606	6	1	5
3.984	9.2	3.983	3	0	0	2.1248	0.9	2.1250	5	1	1	1.5221	2.0	1.5223	5	4	1
3.880	20.6	3.877	1	2	2	2.0923	8.3	2.0920	3	3	3	1.5167	1.6	1.5176	6	2	4
3.604	31.8	3.602	1	0	4	2.0647	0.9	2.0646	1	5	2	1.4866	1.6	1.4865	0	8	1
3.450	10.0	3.450	2	2	0	1.9481	1.3	1.9476	2	1	7	1.4528	1.3	1.4531	2	6	5
3.240	5.8	3.237	1	3	1	1.9137	1.2	1.9135	5	2	0	1.4118	2.5	1.4117	4	1	9
3.193	7.4	3.193	0	2	4	1.8746	6.8	1.8746	5	0	5	1.3478	3.5	1.3484	4	0	10
2.932	100.0	2.931	4	0	1	1.8659	1.9	1.8657	0	1	8	1.3282	6.4	1.3278	9	0	0
2.899	35.5	2.898	2	1	4	1.8116	10.8	1.8115	4	1	6	1.3113	2.2	1.3116	8	1	4
2.847	2.2	2.846	2	2	3	1.7714	2.0	1.7716	6	1	2						
2.779	3.3	2.778	0	4	2	1.7430	1.6	1.7426	1	2	8						

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

		a [Å]	*c* [Å]	*V* [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	13.7987(9)	15.1105(16)	2491.6(3)
Bernartice	Sejkora et al. (2023)	13.8055(12)	14.967(2)	2470.4(5)
Soutěsky	Pauliš et al. (2021)	13.824(6)	15.0094(4)	2483.9(8)
Poustevna	Pauliš et al. (2019)	13.8088(4)	15.0395(3)	2482.5(7)
Zaječí vrch	Pauliš et al. (2019)	13.819(6)	15.0186(3)	2483.7(8)
Tachov	Pauliš et al. (2017)	13.833(8)	15.0213(3)	2490(1)
Chibiny	Yakubovich et al. (2005)	13.831(3)	15.023(5)	2488.83

Tabulka 6 *Chemické složení chabazitu-Ca z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	0.22	0.16	0.23	0.15	0.36	0.21	0.24	0.14	0.24	0.23	0.20
K_2O	3.59	2.71	2.72	3.81	3.42	3.26	3.21	4.59	4.30	3.97	3.79
CaO	8.30	8.19	8.34	8.18	8.33	8.15	8.45	8.32	8.44	8.24	8.31
SrO	2.36	2.74	2.85	2.22	2.61	2.34	2.13	2.16	2.16	2.24	2.19
Al_2O_3	19.41	19.92	20.54	19.10	18.97	19.00	19.09	19.16	19.30	19.23	19.75
SiO_2	43.21	42.60	42.38	43.41	43.13	41.88	44.00	43.63	43.64	42.49	44.92
H_2O*	20.01	19.89	20.03	19.96	19.91	19.90	20.16	20.17	20.20	19.77	20.61
total	97.12	96.21	97.09	96.83	96.73	94.74	97.28	98.17	98.28	96.17	99.77
Na	0.076	0.065	0.086	0.043	0.130	0.067	0.086	0.042	0.085	0.087	0.063
K	0.823	0.630	0.626	0.866	0.782	0.780	0.750	1.051	0.984	0.918	0.839
Ca	1.599	1.587	1.608	1.581	1.618	1.616	1.619	1.588	1.616	1.607	1.552
Sr	0.246	0.283	0.291	0.227	0.272	0.256	0.225	0.225	0.225	0.241	0.220
Al	4.113	4.239	4.338	4.050	4.040	4.145	4.011	4.036	4.045	4.133	4.175
Si	7.768	7.707	7.608	7.819	7.797	7.766	7.850	7.792	7.768	7.730	7.846
H_2O	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
T_{Si}	0.65	0.65	0.64	0.66	0.66	0.65	0.66	0.66	0.66	0.65	0.65

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 24 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 12 H_2O.

K méně běžným zeolitům lokality patří **thomsonit-Ca**, který v dutinách většinou nasedá na phillipsit-K (obr. 5, 6). Nejčastěji tvoří hrubé kulovité agregáty složené z lištovitých krystalů, vzácněji pak téměř hladké sférické agregáty o průměru do 1 cm. Často vytváří i malé srostlice jednotlivých, různě orientovaných, dlouze tabulkovitých krystalů až 5 mm velkých. Bývá bezbarvý, čirý, často nažloutlý, pokrytý oxidy trojmocného železa. Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca z Malého Semerinku (tab. 7) odpovídají publikovaným údajům pro tento minerální druh i teo-

Tabulka 7 *Rentgenová prášková data thomsonitu-Ca z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
9.261	9.0	9.248	1	1	0	2.676	43.4	2.676	4	2	2	1.8259	4.8	1.8262	0	4	6
6.602	25.3	6.608	0	0	2	2.582	7.1	2.581	1	3	4	1.8136	18.2	1.8144	6	4	0
6.550	100.0	6.546	2	0	0	2.563	15.7	2.563	1	5	0			1.8130	4	6	0
5.901	9.0	5.899	1	0	2	2.4314	14.4	2.4315	3	4	2	1.8098	12.5	1.8098	4	1	6
5.377	1.9	5.377	1	1	2	2.3897	1.2	2.3892	1	5	2	1.7997	3.3	1.7996	7	0	2
4.651	16.7	4.650	2	0	2	2.3123	4.0	2.3120	4	4	0	1.7802	3.8	1.7811	5	5	2
4.626	87.5	4.624	2	2	0	2.2896	1.7	2.2893	4	1	4	1.7540	2.9	1.7539	6	2	4
4.380	17.1	4.378	1	2	2	2.2806	2.7	2.2810	5	2	2	1.7349	1.7	1.7349	7	2	2
4.137	71.0	4.132	1	3	0	2.2540	14.0	2.2540	3	3	4	1.7187	10.6	1.7185	7	3	0
3.949	2.5	3.950	3	1	1	2.2420	7.9	2.2419	3	5	0	1.7158	11.5	1.7161	3	7	0
3.791	2.7	3.789	2	2	2	2.1897	8.1	2.1906	4	2	4	1.6779	1.5	1.6784	3	6	4
3.506	40.5	3.504	1	3	2			2.1891	2	4	4	1.6518	1.9	1.6520	0	0	8
3.275	37.0	3.273	4	0	0	2.1829	16.9	2.1820	6	0	0	1.6323	4.4	1.6310	2	5	6
3.203	9.6	3.204	1	0	4	2.1783	93.1	2.1776	0	6	0	1.6230	7.7	1.6235	6	5	2
3.179	27.1	3.179	2	3	2	2.1237	5.2	2.1230	3	5	2	1.6137	6.5	1.6139	5	5	4
3.084	5.2	3.083	3	3	0	2.0883	1.3	2.0877	2	0	6	1.5851	6.1	1.5855	0	8	2
2.949	18.2	2.950	2	0	4	2.0666	13.6	2.0662	2	6	0	1.5741	10.2	1.5740	1	8	2
		2.948	0	2	4	1.9748	2.3	1.9750	6	2	2	1.5338	1.7	1.5340	1	3	8
2.933	13.4	2.933	4	0	2	1.9571	2.5	1.9578	5	2	4	1.4809	1.3	1.4812	5	7	2
2.924	35.1	2.923	2	4	0	1.9511	3.1	1.9510	4	5	2	1.4666	3.8	1.4665	8	0	4
2.859	75.0	2.858	1	4	2	1.8829	1.9	1.8829	3	2	6	1.4633	11.7	1.4641	0	8	4
2.795	9.0	2.794	3	3	2	1.8708	1.7	1.8710	6	3	2						

Tabulka 8 *Parametry základní cely thomsonitu-Ca (pro ortorombickou prostorovou grupu Pncn)*

		a [Å]	*b* [Å]	*c* [Å]	*V* [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	13.0917(11)	13.0654(10)	13.2161(13)	2260.6(2)
Bernartice	Sejkora et al. (2023)	13.108(4)	13.068(3)	13.244(4)	2268.6(9)
Cvikov	Pauliš et al. (2023)	13.081(2)	13.045(2)	13.206(2)	2253.5(5)
Soutěsky	Pauliš et al. (2021)	13.105(3)	13.053(2)	13.243(3)	2265.5(6)
	Stahl et al. (1990)	13.1043(14)	13.0569(18)	13.2463(30)	2266.46
	Pluth et al. (1985)	13.088(2)	13.052(2)	13.229(2)	2259.8

Tabulka 9 *Chemické složení thomsonitu-Ca z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	3.75	3.72	3.92	3.91	3.81	3.86	3.62	3.73	3.88	3.80	3.29
CaO	11.58	11.64	11.44	11.33	11.90	11.22	11.74	10.59	11.64	12.18	12.14
Al_2O_3	28.61	28.57	28.74	28.70	28.87	28.41	28.02	26.59	29.62	29.56	29.04
SiO_2	35.37	34.23	34.93	36.15	35.04	35.60	35.18	37.06	34.10	35.96	35.48
H_2O*	12.35	12.14	12.33	12.50	12.37	12.34	12.24	12.24	12.30	12.66	12.46
total	91.66	90.10	91.36	92.58	91.99	91.43	90.80	90.21	91.54	93.96	92.41
Na	1.058	1.069	1.108	1.091	1.074	1.091	1.049	1.060	1.100	0.991	0.921
Ca	1.806	1.816	1.788	1.746	1.854	1.752	1.849	1.667	1.824	1.855	1.879
Al	4.909	4.990	4.942	4.868	4.946	4.881	4.855	4.606	5.104	4.951	4.942
Si	5.150	5.073	5.096	5.201	5.094	5.190	5.172	5.447	4.985	5.111	5.119
H_2O	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
T_{Si}	0.51	0.50	0.51	0.52	0.51	0.52	0.52	0.54	0.50	0.51	0.51

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 20 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 6 H_2O.

retickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Stahl et al. 1990); zjištěné rozdíly v intenzitách difrakčních maxim jsou vyvolány štěpností a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 8 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerál. V BSE obraze je thomsonit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec thomsonitu-Ca (tab. 9; průměr 10 bodových analýz) je na bázi 20 kyslíků možno vyjádřit jako $Ca_{1.81}Na_{1.06}[Al_{4.91}Si_{5.15}O_{20}]\cdot 6\,H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca v kationtové složce thomsonitu-Ca je zastoupen Na (0.92 - 1.11 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.51 je ve spodní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

Na jv. straně výchozu jsou poměrně časté výskyty **cowlesitu**. Drobné dutiny o rozměrech do 2 mm, méně často až do 7 mm, vyplňuje jediný perleťově lesklý, radiálně paprsčitý agregát (obr. 7). V zajímavější, ale vzácnější formě, se cowlesit objevuje v dutinách o rozměrech do 12 mm, kde jeho kulovité agregáty jednotlivě nasedají na drobně krystalovaný analcim. Agregáty cowlesitu mají svůj typický jemně chlupatý matný povrch a jejich průměr dosahuje obvykle jen do 2 mm. Výjimečně se objeví větší kulovité agregáty (do 5 mm), které dutinami prorůstají. Cowlesit se v dutinách běžně vyskytuje i s lévynem-Ca a erionitem-Ca. Souvislé cowlesitové výplně dutin, které jsou jinak časté na jiných lokalitách Lužických hor, zde nebyly zjištěny. Rentgenová prášková data cowlesitu z Malého Semerinku (tab. 10) odpovídají publikovaným

Tabulka 10 *Rentgenová prášková data cowlesitu z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	*h*	*k*	*l*	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	*h*	*k*	*l*
15.364	100.0	15.307	0	0	2	3.659	0.4	3.653	0	2	8	2.2935	0.1	2.2933	8	0	8
7.663	7.2	7.654	0	0	4	3.437	1.8	3.440	2	6	4	2.2278	0.1	2.2272	6	8	5
5.724	0.2	5.751	1	1	5	3.061	6.1	3.061	0	0	10	2.1800	0.1	2.1786	4	4	12
5.614	0.5	5.631	4	0	1	2.973	1.8	2.970	0	2	10	2.0926	0.1	2.0932	8	8	0
5.105	6.2	5.102	0	0	6	2.934	2.0	2.925	4	0	9	1.9123	0.5	1.9134	0	0	16
4.726	0.6	4.711	0	2	6	2.861	0.2	2.865	8	0	0	1.8633	0.1	1.8632	8	10	0
4.528	0.1	4.510	3	3	4	2.829	0.1	2.826	3	7	5	1.7433	0.1	1.7428	5	5	15
4.331	0.4	4.341	1	5	3	2.694	0.2	2.693	4	8	1	1.6998	0.1	1.7000	0	12	10
4.238	0.1	4.232	1	1	7	2.609	0.1	2.606	7	1	7	1.5299	0.5	1.5307	0	0	20
3.827	8.8	3.827	0	0	8	2.550	0.2	2.549	2	6	9	1.4848	0.1	1.4846	6	0	19
3.733	0.6	3.731	1	1	8	2.509	0.1	2.511	4	6	8	1.3905	0.1	1.3916	0	0	22

Tabulka 11 *Parametry základní cely cowlesitu (pro ortorombickou prostorovou grupu Ccmb)*

		a [Å]	*b* [Å]	*c* [Å]	*V* [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	22.917(16)	24.528(14)	30.615(8)	17209(12)
Montresta[1]	Mugnaioli et al. (2020)	23.0(5)	24.8(5)	30.1(6)	17169(613)
Montresta[2]	Mugnaioli et al. (2020)	23.116(8)	24.891(7)	30.468(2)	17532(8)
Jehla[3]	Pauliš et al. (2015)	22.84	25.24	30.40	17525
Hackenberg[3]	Pauliš et al. (2014)	22.534	23.984	30.51	16489
severní Amerika[3]	Wise, Tschernich (1975)	22.54	25.22	30.50	17338

[1] data zpřesněná z 3D ED měření při -173 °C; [2] data zpřesněná z rentgenových práškových dat měřených při pokojové teplotě; [3] hodnoty transformované z publikovaných údajů pomocí vztahu *a* = 2a, *b* = 2c, *c* = 2b.

Tabulka 12 *Chemické složení cowlesitu z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	0.51	0.29	0.80	0.55	0.48	1.12	0.33	0.22	0.49	0.63	0.22
CaO	12.87	12.76	12.81	13.19	12.60	11.75	13.03	13.08	13.10	13.13	13.20
Al_2O_3	25.43	25.59	25.37	25.64	25.11	25.60	26.28	25.09	25.09	25.32	25.24
SiO_2	45.70	46.52	45.63	45.99	44.78	46.16	45.78	45.63	44.67	45.29	46.52
H_2O*	23.94	24.19	24.22	24.15	23.51	24.03	24.20	23.80	23.55	23.82	23.99
total	108.45	109.35	108.83	109.52	106.48	108.66	109.62	107.82	106.90	108.12	109.17
Na	0.065	0.037	0.102	0.070	0.062	0.143	0.039	0.028	0.167	0.082	0.028
Ca	0.915	0.898	0.900	0.929	0.913	0.832	1.034	0.935	0.949	0.938	0.866
Al	1.989	1.981	1.962	1.989	2.001	1.994	2.036	1.974	1.995	1.988	1.970
Si	3.033	3.056	2.992	3.025	3.027	3.051	3.007	3.044	3.014	3.024	3.081
H_2O	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
T_{Si}	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.61

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 10 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 5.3 H_2O.

datům pro tento minerální druh; při porovnání s teoretickým záznamem vypočteným z krystalové struktury (Mugnaioli et al. 2020) je zřejmé, že intenzity experimentálního záznamu jsou velmi výrazně ovlivněny přednostní orientací vzorku a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 11 porovnány s publikovanými údaji transformovanými do cely navržené při studiu jeho krystalové struktury (Mugnaioli et al. 2020). V BSE obraze je cowlesit chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec cowlesitu (tab. 12; průměr 10 bodových analýz) je na bázi 10 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{0.92}Na_{0.07})[Al_{1.99}Si_{3.03}O_{10}]\cdot 5.3\ H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca v kationtové složce cowlesitu je zastoupen Na (0.03 - 0.14 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.61 cowlesitu z Malého Semerinku je ve střední části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

Erionit-Ca se na lokalitě nachází buď v podobě bělavých, jemně vláknitých epitaxiálních nárůstů na tabulkách lévynu-Ca (obr. 8) nebo jako samostatně vyvinuté kulovité a tabulkovité agregáty (obr. 9). V prvním případě jde o až 4 mm velké paprsčité agregáty složené z naležato poskládaných snopků jemných vláknitých krystalů. Druhou formou jsou rovněž až 4 mm velké hexagonální tabulkovité agregáty, složené z paralelně uspořádaných vláknitých krystalů, připomínající tabulky lévynu-Ca. Rentgenová prášková data erionitu-Ca z Malého Semerinku (tab. 13) odpovídají hodnotám uváděným pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Gualtieri et al. 1998), experimentálně zjištěné intenzity difrakčních maxim jsou výrazně ovlivněny přednostní orientací preparátu a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 14 porovnány s publikovanými údaji pro tento zeolit. V BSE obraze je erionit-Ca chemicky homogenní. Při studiu jeho chemického slože-



Obr. 7 *Radiálně paprsčitý agregát cowlesitu z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, velikost agregátu je 5 mm.*



Obr. 8 *Krystaly lévynu-Ca s nárůsty erionitu-Ca v asociaci s chabazitem-Ca z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, velikost dutiny 11 mm.*



Obr. 9 *Tabulkovité agregáty erionitu-Ca v asociaci s polokulovitými agregáty cowlesitu z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, velikost agregátu erionitu-Ca je 2 mm.*

ní byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, Mg, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec erionitu-Ca (tab. 15; průměr osmi bodových analýz) je na bázi 72 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{3.44}K_{2.48}Mg_{0.25}Na_{0.07})$ $[Al_{10.73}Si_{25.47}O_{72}]\cdot 30\ H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca je v kationtové složce erionitu-Ca zastoupen K (2.19 - 2.86 *apfu*) a v malém množství Mg (0.10-0.44 *apfu*) a Na (0.00 - 0.27 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.70 erionitu-Ca z Malého Semerinku je ve spodní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

Poměrně nenápadným zeolitem je **analcim**, který v až 2 cm velkých dutinách tvoří charakteristické bezbarvé, až 1 mm velké izometrické tetragon-trioktaedry (obr. 10). Analcim z Malého Semerinku bývá navětralý, bělavý a často doprovází cowlesit. Rentgenová práškova data (tab. 16) dobře odpovídají datům uváděným pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Gatta et al. 2006). Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 17 porovnány s publikovanými údaji. V BSE obraze je analcim chemic-

Tabulka 13 *Rentgenová prášková data erionitu-Ca z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
11.569	76.1	11.543	1	0	0	3.431	11.5	3.430	3	0	2	1.9987	2.8	1.9994	5	1	2
9.196	2.5	9.178	1	0	1	3.334	34.6	3.332	2	2	0	1.9705	1.6	1.9706	5	0	4
7.574	3.6	7.567	0	0	2	3.301	1.8	3.300	2	1	3	1.8903	1.1	1.8916	0	0	8
6.676	49.5	6.664	1	1	0	3.164	4.1	3.164	2	0	4	1.8674	1.1	1.8667	1	0	8
5.777	46.2	5.771	2	0	0	3.131	7.0	3.132	3	1	1	1.8493	4.1	1.8483	5	2	0
5.395	10.7	5.393	2	0	1	2.886	68.3	2.886	4	0	0	1.7826	3.4	1.7823	4	1	6
4.624	3.9	4.622	1	0	3	2.860	19.9	2.858	2	1	4	1.7134	2.5	1.7145	6	1	2
4.591	11.1	4.589	2	0	2	2.836	28.5	2.835	4	0	1	1.6661	21.8	1.6661	4	4	0
4.365	100.0	4.363	2	1	0	2.696	14.7	2.696	4	0	2	1.5960	5.9	1.5960	6	1	4
4.193	12.6	4.192	2	1	1	2.519	27.1	2.519	4	1	0	1.5651	1.5	1.5660	6	2	2
3.850	56.3	3.848	3	0	0	2.4997	7.5	2.4994	3	2	2	1.4775	4.1	1.4779	5	4	0
3.780	37.2	3.780	2	1	2	2.2218	22.7	2.2214	3	3	0	1.3894	1.3	1.3901	4	4	6
3.600	11.5	3.595	1	0	4	2.0953	4.5	2.0960	4	2	2	1.2832	4.3	1.2825	9	0	0

Tabulka 14 *Parametry základní cely erionitu-Ca (pro hexagonální prostorovou grupu $P6_3/mmc$)*

		a [Å]	c [Å]	V [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	13.3284(12)	15.133(2)	2328.2(5)
Lady Hill	Gualtieri et al. (1998)	13.339(1)	15.112(2)	2328.6
Agate Beach	Gualtieri et al. (1998)	13.289(1)	15.079(2)	2306.2
Tunguska	Gualtieri et al. (1998)	13.304(1)	15.078(2)	2311.2
Heřmanice	Pauliš et al. (2018b)	13.309(8)	15.0700(5)	2312(1)
Malý Jelení vrch	Pauliš et al. (2025)	13.3300(16)	15.113(4)	2325.7(7)

Tabulka 15 *Chemické složení erionitu-Ca z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
Na_2O	0.09	0.07	0.18	0.03	0.00	0.27	0.05	0.01	0.09
K_2O	3.85	3.58	3.40	4.25	3.59	4.38	4.28	3.45	3.86
CaO	6.35	6.53	6.40	6.42	5.80	6.28	6.61	6.40	6.38
MgO	0.33	0.24	0.13	0.43	0.57	0.23	0.36	0.23	0.42
Al_2O_3	18.02	18.03	17.74	17.62	17.67	17.96	18.38	18.18	18.59
SiO_2	50.41	52.15	50.63	50.70	48.85	49.46	50.72	49.81	50.99
H_2O*	17.32	18.22	17.74	17.84	17.25	17.59	18.03	17.63	18.10
total	96.37	98.82	96.22	97.29	93.73	96.17	98.43	95.71	98.43
Na	0.067	0.065	0.177	0.030	0.000	0.264	0.048	0.012	0.090
K	2.483	2.253	2.199	2.727	2.381	2.858	2.721	2.243	2.449
Ca	3.436	3.452	3.479	3.454	3.239	3.441	3.533	3.497	3.399
Mg	0.249	0.178	0.097	0.324	0.442	0.175	0.267	0.175	0.310
Al	10.728	10.486	10.600	10.472	10.795	10.822	10.808	10.928	10.889
Si	25.469	25.738	25.666	25.567	25.467	25.294	25.300	25.405	25.342
H_2O	30	30	30	30	30	30	30	30	30
T_{Si}	0.70	0.71	0.71	0.71	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

mean - průměr osmi bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 72 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 30 H_2O.

ky homogenní. Při studiu chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec (tab. 18; průměr 10 bodových analýz) je na bázi šesti kyslíků možno vyjádřit jako $Na_{0.87}K_{0.03}Ca_{0.01}[Al_{1.01}Si_{2.02}O_6]\cdot H_2O$. Vedle dominantního podílu Na je v kationtové složce analcimu v malém množství zastoupeno K (0.03 - 0.04 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.67 analcimu z Malého Semerinku je v horní části rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

Lévyn-Ca je lokálně hojný, většinou vyplňuje dutinky o rozměrech do 5 mm typickými mřížkovitými agregáty složenými z bezbarvých až čirých velice tenkých tabulek, které jsou vždy epitaxiálně porostlé bělavým jemně vláknitým erionitem-Ca (obr. 8). Zajímavější jsou až 5 cm velké dutiny, ve kterých se lévyn-Ca vyskytuje spolu s mladším klencovým chabazitem-Ca. Lévyn-Ca v nich vytváří srostlice z několika až 1 cm velkých tabulek obrostlých erionitem. V dutině se nachází obvykle jen jedna tabulka. Podle rentgenových práškových dat je lévyn-Ca zastoupen jen jako vedlejší složka ve směsi s erionitem-Ca. Proto bylo pro zpřesnění parametrů základní cely možno využít jen difrakční maxima spolehlivě nekoincidující s převažujícím erionitem-Ca (tab. 19). Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 20 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerální druh. V BSE obraze je lévyn-Ca chemicky relativně homogenní. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca, K a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec lévynu-Ca (tab. 21; průměr 10 bodových analýz) je na bázi 36 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{3.20}Na_{0.41}K_{0.02})[Al_{7.03}Si_{11.02}O_{36}]\cdot 17\ H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca jsou v kationtové složce lévynu-Ca v malém množství zastoupeny Na (0.18 - 1.00 *apfu*) a K (0.01 - 0.06 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.62 lévynu-Ca z Malého Semerinku leží při spodní hranici rozmezí uváděného pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).



Obr. 10 *Drobné krystaly analcimu v asociaci s cowlesitem z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, velikost dutiny 12 × 6 mm.*



Obr. 11 *Agregát jemně jehličkovitého skolecitu vyplňující dutinu v bazaltu z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, šířka záběru 22 mm.*



Obr. 12 *Polokulovité agregáty skolecitu nasedající na chabazit-Ca z Malého Semerinku. Foto B. Bureš, šířka záběru 22 mm.*

Skolecit je nejčastějším zeolitem v sz. části výchozu. Pokrývá zde jehlicovitými krystaly o délce do 1 cm stěny až 8 cm velkých dutin. Makroskopicky vypadá jako navětralý natrolit (obr. 11). V jv. části výchozu je skolecit vzácný, ale nachází se zde v zajímavých, jednotlivě vyvinutých kulovitých agregátech, které mají hladký povrch (obr. 12) a velikost kolem 1 cm. V centru těchto agregátů bývá v některých případech přítomen thomsonit-Ca. Vzácně byly nalezeny až 2 cm velké kulovité agregáty skolecitu s povrchem tvořeným jehlicovitými krystaly. Rentgenová prášková data skolecitu z Malého Semerinku (tab. 22) odpovídají hodnotám uváděným pro tento minerální druh i teoretickému záznamu vypočtenému z krystalové struktury (Kuntzinger et al. 1998). Experimentálně zjištěné intenzity difrakčních maxim jsou zřetelně ovlivněny přednostní orientací preparátu a dalšími texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely jsou v tabulce 23 porovnány s publikovanými údaji pro tento zeolit. V BSE obraze je skolecit chemicky homogenní. Chemickou analýzou byly zjištěny obsahy Si, Al, Ca a Na; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce. Empirický vzorec skolecitu (tab. 24; průměr 10 bodových analýz) je na bázi 10 kyslíků možno vyjádřit jako $(Ca_{0.98}Na_{0.01})[Al_{1.96}Si_{3.03}O_{10}]\cdot 3\ H_2O$. Vedle dominantního podílu Ca je v kationtové složce skolecitu v malém množství zastoupen Na (0.00 - 0.03 *apfu*). Hodnota T_{Si} = Si/(Si+Al) = 0.61 skolecitu z Malého Semerinku odpovídá rozmezí uváděnému pro tento minerální druh (Coombs et al. 1997).

Tabulka 16 *Rentgenová prášková data analcimu z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
5.608	29.1	5.604	2	1	1	2.1708	0.5	2.1704	6	2	0	1.4805	1.7	1.4802	9	2	1
4.854	11.6	4.853	2	2	0	1.9037	6.8	1.9036	6	4	0	1.4631	1.0	1.4633	6	6	4
3.669	3.8	3.669	3	2	1	1.8684	2.6	1.8680	6	3	3	1.4469	0.7	1.4470	7	5	4
3.432	100.0	3.432	4	0	0	1.7435	6.6	1.7433	7	3	2	1.4160	1.7	1.4158	7	6	3
2.926	40.6	2.927	3	3	2	1.7161	5.0	1.7159	8	0	0			1.4158	9	3	2
2.803	2.7	2.802	4	2	2	1.6896	2.2	1.6897	7	4	1	1.3725	0.8	1.3727	8	6	0
2.692	13.7	2.692	4	3	1	1.6649	0.5	1.6647	8	2	0	1.3589	2.1	1.3592	7	7	2
2.506	6.7	2.506	5	2	1	1.6174	1.2	1.6178	6	6	0			1.3592	10	1	1
2.4264	4.4	2.4266	4	4	0	1.5961	2.3	1.5957	8	3	1	1.3089	0.5	1.3088	10	3	1
2.2271	4.5	2.2268	6	1	1	1.4980	0.7	1.4978	8	4	2	1.2854	1.1	1.2857	8	7	1
		2.2268	5	3	2												

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

		a [Å]	V [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	13.7271(4)	2586.6(2)
Soutěsky	Pauliš et al. (2021)	13.699(4)	2571.1(8)
Tachov	Pauliš et al. (2017)	13.709(6)	2576(1)
Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	13.703(5)	2573(1)
Su Marralzu	Gatta et al. (2006)	13.6999(3)	2571.3
Kyklopské ostrovy	Ferraris et al. (1972)	13.72	2582.6

Tabulka 18 *Chemické složení analcimu z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	11.84	11.67	12.65	11.91	11.74	11.60	11.27	12.17	12.11	11.73	11.55
K_2O	0.69	0.73	0.64	0.80	0.72	0.66	0.56	0.54	0.76	0.69	0.80
CaO	0.15	0.11	0.10	0.13	0.19	0.16	0.17	0.19	0.18	0.16	0.12
Al_2O_3	22.56	22.57	21.99	22.51	22.34	22.36	22.65	22.82	22.83	23.07	22.41
SiO_2	53.38	53.85	53.77	53.27	54.10	52.45	52.92	53.19	53.38	53.30	53.55
H_2O*	7.93	7.97	7.96	7.92	7.98	7.81	7.95	7.95	7.97	7.96	7.92
total	96.55	96.90	97.11	96.54	97.07	95.04	95.52	96.83	97.23	96.91	96.35
Na	0.868	0.851	0.924	0.877	0.855	0.864	0.833	0.890	0.883	0.856	0.847
K	0.033	0.035	0.031	0.038	0.034	0.032	0.027	0.026	0.037	0.033	0.039
Ca	0.006	0.005	0.004	0.005	0.015	0.005	0.007	0.008	0.007	0.006	0.005
Al	1.005	1.001	0.977	1.004	0.989	1.012	1.018	1.015	1.012	1.024	1.000
Si	2.018	2.026	2.026	2.016	2.032	2.014	2.018	2.006	2.007	2.007	2.026
H_2O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T_{Si}	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi šesti kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 1 H_2O.

Závěr

Popisovaná zeolitová mineralizace byla zjištěna cca 500 m j. od železniční stanice Chřibská na katastru obce Rybniště v Lužických horách. Jde o nově zjištěný zeolitový výskyt, který je vázaný na rozsahem nevelký, zčásti těžený výchoz terciérních alkalických bazaltů pronikajících svrchnokřídovými křemennými pískovci české křídové pánve. V dutinách bylo zjištěno druhově pestré spektrum osmi zeolitů (analcim, cowlesit, erionit-Ca, chabazit-Ca, lévyn-Ca, phillipsit-K, skolecit a thomsonit-Ca). K mineralogicky nejzajímavějším patří dobře vyvinuté vzorky lévynu-Ca s erionitem-Ca, cowlesit a velké krystaly phillipsitu-K.

Z regionálního hlediska jde o jednu z řady nově objevených zeolitových lokalit, které byly objeveny a prozkoumány v posledních deseti letech v okolí Chřibské (v dosahu 10 - 15 km). Počtem zjištěných zeolitových druhů (8) je srovnatelná s lokalitami jako je Jehla u České Kamenice, která je svými 13 druhy nejpestřejším zeolitovým nalezištěm v ČR (Pauliš et al. 2015), Zaječí vrch a Poustevna u Nového Boru (10 druhů - Pauliš et al. 2019) či Hackenberg u České Kamenice (9 druhů - Pauliš et al. 2014). Další popsané lokality jsou druhově chudší: Křížový vrch u Cvikova, Klučky u Polevska, Nový Oldřichov (všechny po pěti druzích), Svor u Nového Boru (čtyři druhy), Bukovina u Chřibské a Rousínov u Cvikova (po dvou druzích).

Tabulka 19 *Rentgenová prášková data lévynu-Ca z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
10.336	13.8	10.333	1	0	1	3.332	K					2.2940	12.8	2.2952	1	3	7
8.166	46.2	8.155	0	1	2	3.164	K					2.2580	11.0	2.2557	1	0	10
7.670	21.0	7.666	0	0	3	3.090	32.8	3.090	3	1	2	2.2214	K				
5.170	27.9	5.166	2	0	2	2.858	K					2.1803	6.2	2.1759	2	4	1
5.041	35.5	5.035	1	1	3	2.805	82.8	2.804	0	4	2	1.8150	10.7	1.8198	2	4	7
4.276	37.6	4.274	0	1	5	2.628	17.2	2.631	3	1	5	1.7975	3.4	1.7957	1	4	9
4.089	100.0	4.086	1	2	2			2.626	2	1	7	1.6661	K				
3.848	K					2.519	K					1.6259	3.1	1.6264	0	1	14
3.479	9.7	3.480	2	1	4	2.3978	10.3	2.3973	4	1	3						

K - koincidence s difrakčními maximy převažujícího erionitu-Ca

Tabulka 20 *Parametry základní cely lévynu-Ca (pro trigonální prostorovou grupu R-3m)*

		a [Å]	c [Å]	V [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	13.355(6)	22.998(13)	3552(3)
Malý Jelení vrch	Pauliš et al. (2025)	13.333(6)	23.02(2)	3544(3)
Poustevna	Pauliš et al. (2019)	13.3405(19)	22.9973(2)	3544.5(5)
Jehla	Pauliš et al. (2015)	13.338(3)	23.0105(1)	3545.0(7)
Hackenberg	Pauliš et al. (2014)	13.330(3)	23.0122(3)	3541.3(9)
Beech Creek	Gatta et al. (2005)	13.335(2)	22.823(12)	3515(2)
Nurri, Sardinie	Merlino et al. (1975)	13.338(4)	23.0140(90)	3545.72

Tabulka 21 *Chemické složení lévynu-Ca z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	0.88	0.50	0.38	0.59	1.40	1.82	2.20	0.50	0.41	0.53	0.43
K_2O	0.08	0.06	0.05	0.06	0.11	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.06
CaO	12.46	12.83	12.84	12.87	10.98	12.08	10.90	13.23	13.26	12.95	12.66
Al_2O_3	24.85	24.70	24.62	24.93	24.17	25.30	24.95	25.13	25.36	24.57	24.77
SiO_2	45.86	45.99	45.04	45.26	45.98	47.30	46.10	45.06	47.66	45.46	44.79
H_2O*	21.22	21.23	20.92	21.09	21.22	21.82	21.26	21.13	21.92	21.07	20.87
total	105.15	105.31	103.85	104.80	104.86	108.41	105.49	105.14	108.69	104.77	103.58
Na	0.409	0.234	0.179	0.276	0.652	0.825	1.023	0.235	0.184	0.250	0.203
K	0.023	0.017	0.015	0.017	0.035	0.056	0.023	0.029	0.022	0.029	0.018
Ca	3.201	3.301	3.352	3.332	2.825	3.024	2.800	3.418	3.303	3.356	3.314
Al	7.033	6.992	7.070	7.099	6.840	6.965	7.048	7.144	6.950	7.006	7.129
Si	11.018	11.043	10.973	10.936	11.283	11.050	11.051	10.867	11.082	10.998	10.939
H_2O	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
T_{Si}	0.62	0.61	0.61	0.61	0.62	0.61	0.61	0.60	0.61	0.60	0.61

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 36 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 17 H_2O.

Z hlediska zastoupeného spektra zeolitových druhů tato lokalita nijak nevybočuje, naprostá většina z nich byla zjištěna i na okolních místech, výjimku tvoří pouze výskyt skolecitu, který v této oblasti dosud nebyl popsán.

Tabulka 22 *Rentgenová prášková data skolecitu z Malého Semerinku*

d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l	d_{obs}	I_{obs}	d_{calc}	h	k	l
6.636	100.0	6.626	2	2	0	2.588	8.1	2.589	-2	4	2	1.8581	4.3	1.8581	2	10	0
5.882	31.5	5.875	-1	1	1			2.587	6	4	0			1.8595	5	1	3
4.745	69.8	4.742	0	4	0	2.4799	6.7	2.4814	-1	7	1	1.8432	1.5	1.8438	8	2	2
4.634	45.8	4.631	4	0	0			2.4788	1	7	1	1.8218	4.3	1.8219	-7	7	1
4.421	12.8	4.419	-1	3	1	2.4498	2.5	2.4496	5	5	1	1.8179	5.8	1.8181	10	2	0
4.407	7.0	4.404	1	3	1	2.4410	2.2	2.4410	-7	1	1	1.8096	0.6	1.8101	-3	5	3
4.390	21.1	4.388	-3	1	1	2.4240	6.0	2.4238	7	1	1	1.8067	2.0	1.8068	-5	3	3
4.349	5.1	4.345	3	1	1	2.3226	3.0	2.3226	-3	7	1	1.7692	0.7	1.7686	4	8	2
4.223	29.6	4.221	2	4	0	2.3159	3.2	2.3162	3	7	1	1.7661	2.4	1.7661	-5	9	1
4.164	16.2	4.161	4	2	0			2.3155	8	0	0	1.7547	7.2	1.7552	4	10	0
3.673	2.5	3.672	-3	3	1	2.2965	5.0	2.2968	2	8	0	1.7473	2.5	1.7475	-9	5	1
3.648	7.8	3.646	3	3	1	2.2714	2.7	2.2712	0	6	2	1.7252	3.6	1.7254	10	4	0
3.314	5.0	3.313	4	4	0	2.2547	2.0	2.2551	-6	0	2	1.6601	3.4	1.6600	1	11	1
3.231	12.1	3.233	-1	5	1	2.2495	3.6	2.2494	8	2	0	1.6564	1.3	1.6565	8	8	0
		3.227	1	5	1	2.2089	27.2	2.2095	-2	6	2	1.6399	4.0	1.6401	0	10	2
3.192	9.6	3.191	-5	1	1			2.2087	6	6	0	1.6331	2.6	1.6327	0	0	4
3.164	11.6	3.163	5	1	1	2.1780	11.9	2.1725	6	2	2	1.6195	3.1	1.6184	-10	0	2
3.090	4.7	3.087	0	2	2	2.1102	2.6	2.1103	4	8	0	1.5862	1.3	1.5866	9	7	1
3.071	2.1	3.070	2	0	2	2.0806	4.6	2.0807	8	4	0	1.4955	2.4	1.4958	4	12	0
2.992	12.3	2.992	2	6	0	2.0352	1.8	2.0346	3	1	3	1.4815	2.3	1.4817	-8	8	2
2.937	22.6	2.938	-2	2	2	1.9970	8.0	1.9946	-1	9	1	1.4726	3.5	1.4729	8	8	2
2.903	25.0	2.903	-3	5	1	1.9585	2.8	1.9584	-3	3	3	1.4673	2.8	1.4679	12	4	0
2.891	21.3	2.891	3	5	1	1.9056	2.8	1.9057	3	9	1	1.4344	1.7	1.4352	-2	6	4
2.882	19.0	2.881	-5	3	1	1.8970	1.3	1.8967	0	10	0	1.3254	1.5	1.3252	10	10	0
2.861	4.5	2.861	5	3	1	1.8804	2.8	1.8809	-2	8	2	1.3095	1.8	1.3102	7	9	3
2.611	4.8	2.611	4	6	0	1.8682	3.6	1.8697	9	3	1						

Tabulka 23 *Parametry základní cely skolecitu (pro monoklinickou prostorovou grupu Fd)*

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å^3]
Malý Semerink	tato práce	18.525(2)	18.967(2)	6.5311(10)	90.595(13)	2294.6(3)
Milířsko	Pauliš et al. (2018a)	18.496(8)	18.957(6)	6.522(3)	90.55(7)	2286.7(13)
Poona	Kuntzinger et al. (1998)	18.489(2)	18.959(2)	6.519(1)	90.611(13)	2284.5(5)
Panduleni	Stuckenschmidt et al. (1997)	18.502(1)	18.974(2)	6.525(1)	90.615(7)	2290.6(3)
Berufjord	Joswig et al. (1984)	18.508(5)	18.981(5)	6.527(2)	90.64(1)	2292.8

Tabulka 24 *Chemické složení skolecitu z Malého Semerinku (hm. %)*

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na_2O	0.08	0.10	0.00	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.27	0.09	0.08
CaO	13.58	13.69	13.54	13.67	13.79	13.97	13.41	13.40	13.27	13.47	13.57
Al_2O_3	24.59	24.67	24.69	24.21	23.95	23.57	25.03	25.06	25.24	24.56	24.89
SiO_2	44.86	44.93	44.07	44.87	44.49	44.13	44.64	44.96	45.58	46.25	44.68
H_2O*	13.30	13.33	13.16	13.25	13.16	13.03	13.31	13.36	13.52	13.53	13.31
total	94.41	96.72	95.46	96.10	95.54	94.70	96.39	96.78	97.88	97.90	96.53
Na	0.011	0.013	0.000	0.013	0.020	0.000	0.000	0.000	0.034	0.011	0.011
Ca	0.984	0.989	0.992	0.995	1.010	1.033	0.971	0.966	0.946	0.959	0.982
Al	1.960	1.962	1.989	1.937	1.930	1.917	1.994	1.988	1.979	1.924	1.982
Si	3.034	3.030	3.013	3.047	3.042	3.045	3.018	3.026	3.033	3.074	3.019
H_2O	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
T_{Si}	0.61	0.61	0.60	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.61	0.61	0.60

mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 10 kyslíků; H_2O* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu 3 H_2O.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za poskytnutí fotografií Bohuslavu Burešovi z Prahy. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2024-2028/1.I.b, 00023272). Recenzentům Jiřímu Tomanovi (Brno) a Jaromíru Tvrdému (Liberec) jsme zavázáni za vstřícné posouzení rukopisu.

Literatura

Burnham ChW (1962) Lattice constant refinement. Carnegie Inst Washington Year Book 61: 132-135

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, 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

Ferraris G, Jones DW, Terkess J (1972) A neutron-diffraction study of the crystal structure of analcime, $NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$. Zeit Krist 135(1-6): 240-483

Gatta GD, Comodi P, Zanazzi PF, Ballaran TB (2005) Anomalous elastic behavior and high-pressure structural evolution of zeolite levyne. Am Mineral 90(4): 645-652

Gatta GD, Nestola F, Boffa Ballaran T (2006) Elastic behavior, phase transition, and pressure induced structural evolution of analcime. Am Mineral 91: 568-578

Gatta GD, Cappelletti P, Rotiroti N, Slebodnick C, Rinaldi R (2009) New insights into the crystal structure and crystal chemistry of the zeolite phillipsite. Am Mineral 94: 190-199

Gualtieri AF (2000) Accuracy of XRPD QPA using the combined Rietveld–RIR method. Appl Crystallogr 33(2): 267-278

Gualtieri A, Artioli G, Passaglia E, Bigi S, Viani A, Hanson JC (1998) Crystal structure-crystal chemistry relationships in the zeolites erionite and offretite. Am Mineral 83(5-6): 590-606

Joswig W, Bartl H, Fuess H (1984) Structure refinement of scolecite by neutron diffraction. Zeit Krist 166(1-4): 219-224

Kuntzinger S, Ringer S, Ghermani NE, Dusausoy Y, Lecomte C (1998) Distribution and topology of the electron density in an aluminosilicate compound from high-Resolution X-ray diffraction data: the case of scolecite. Acta Cryst B54: 819-833

Merlino S, Galli E, Alberti A (1975) The crystal structure of levyne. Tscherm mineral petrograph Mitt 22(2): 117-129

Mugnaioli E, Lanza AE, Bortolozzi G, Righi L, Merlini M, Cappello V, Marini L, Athanassiou A, Gemmi M (2020) Electron diffraction on flash-frozen cowlesite reveals the structure of the first two-dimensional natural zeolite. ACS Central Science 6(9): 1578-1586

Ondruš P (1993) ZDS - A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. Materials Science Forum, 133-136, 297-300, EPDIC-2. Enschede

Pauliš P, Hrůzek 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, Hrůzek L, Janeček O, Sejkora J, Malíková R, Pour O, Fediuk F (2015) 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

Pauliš P, Hrůzek L, Janeček O, Sejkora J, Malíková R, Pour O, Fediuk F (2016) Zeolitová mineralizace ze Svoru u Nového Boru (Česká republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 24(2): 194-204

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, Radoň M, Dvořák Z, Sejkora J, Vrtiška L, Malíková R, Dolníček Z, Fediuk F, Pour O (2018a) Zeolitová mineralizace z Milířska u Těchlovic nad Labem (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 26(1): 102-113

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

Pauliš P, Hrůzek L, Sejkora J, Janeček O, Pour O, Bureš B, Šreinová B (2023) Zeofylit, tobermorit, fluorapofylit-(K) a doprovodná zeolitová mineralizace z Křížového vrchu u Cvikova v Lužických horách (Česká republika). Bull Mineral Petrolog, 31(1): 65-81

Pauliš P, Hrůzek L, Sejkora J (2025) Zeolitová mineralizace se stelleritem z Malého Jeleního vrchu u Stráže pod Ralskem (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 33(1): 103-113

Pluth JJ, Smith JV, Kvick Å (1985) Neutron diffraction study of the zeolite thomsonite. Zeolites 5(2): 74-80

Pouchou JL, Pichoir F (1985) "PAP" (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: Armstrong JT (ed): Microbeam Analysis. San Francisco Press, San Francisco: 104-106

Rinaldi R, Pluth JJ, Smith JV (1974) Zeolites of the phillipsite family. Refinement of the crystal structures of phillipsite and harmotome. Acta Cryst B30: 2426-2433

Sejkora J, Pauliš P, Dolníček Z, Plášil J, Škoda R (2023) Zeolity z lomu Bernartice u Zruče nad Sázavou (Česká republika). Acta Mus Morav, Sci geol 108(2): 171-193

Stahl K, Kvick A, Smith JV (1990) Thomsonite, a neutron diffraction study at 13K. Acta Cryst C46: 1370-1373

Stuckenschmidt E, Joswig W, Baur WH, Hofmeister W (1997) Scolecite, Part I: Refinement of high-order data, separation of internal and external vibrational amplitudes from displacement parameters. Phys Chem Miner 24(6): 403-410

Wise WS, Tschernich RW (1975) Cowlesite, a new Ca-zeolite. Am Mineral 60: 951-956

Yakubovich OV, Massa W, Gavrilenko PG, Pekov IV (2005) Crystal structure of chabazite. Kristallografiya 50(4): 595-604

Yvon K, Jeitschko W, Parthé E (1977) Lazy Pulverix, a computer program for calculation X-ray and neutron diffraction powder patterns. J Appl Cryst 10: 73-74

Internetové zdroje

Geologická mapa ČR 1:50 000. Přístup 14. 7. 2025 na adrese https://mapy.geology.cz/geocr50/

Lužické a Žitavské hory. Přístup 14. 7. 2025 na adrese http://www.luzicke-hory.cz/mista/index.php?pg=zmm-semc