

Novinky a nové minerály z Jáchymova (2003 - 2014)

News and new minerals from Jáchymov, Czech Republic (2003 - 2014)

JAN HLOUŠEK^{1)†}, JAKUB PLÁŠIL^{2)*}, JIŘÍ SEJKORA³⁾ A PAVEL ŠKÁCHA^{3,4)}

^{1)U Roháčových kasáren 24, 100 00 Praha 10; † 27. 4. 2014}

^{2)Fyzikální ústav AV ČR v.v.i., Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; *e-mail: plasil@fzu.cz}

^{3)Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice}

^{4)Hornické muzeum Příbram, nám. Hynka Kličky 293, 261 01 Příbram VI}

HLOUŠEK J., PLÁŠIL J., SEJKORA J., ŠKÁCHA P. (2014) Novinky a nové minerály z Jáchymova (2003 - 2014). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha) 22, 2, 155-181. ISSN 1211-0329.*

Abstract

A famous ore district Jáchymov (Joachimsthal), Czech Republic, which has several times in the past excited, at least, Europe, due to the richness of the silver ores (16th century), discovery of polonium and radium in uraninite (beginning of the 20th century) and provided U-ore for fissile material used in the first Soviet atomic bomb (50ties of the 20th century), provided in last decade a numerous supergene minerals new to the mineralogical systematics (adolfpateraite, agricolaite, albrechtschraufite, babánekite, běhounekite, čejkaite, geschieberite, hloušekite, línekite, mathesiusite, metarauchite, ondrušíte, pseudojohannite, sejkoraite-(Y), slavkovite, štěpíte, švenekite, veselovskýite, vysokýite), or new minerals for the Jáchymov ore district (bayleite, burgessite, chalcoalumite, chalconatronite, cobaltzippeite, deliensite, fourmarierite, goudeyite, grimselite, klajite, marécottite, philipsbornite, pradetite, ruthefordine, saléeite, segnitite, sengerite) and due to the availability of a voluminous documentary material, for many rare minerals it has been possible to supply a new data (compreignacite, köttigite, metakirchheimerite, metatyuyamunite, mimetite, parsonsite, rabejacite, sklodowskite, soddyite and zippeite).

Key words: new minerals, oxide zone, description, chemical composition, unit-cell parameters, Jáchymov, Czech Republic

Obdrženo: 12. 11. 2014; přijato: 28. 11. 2014

Úvod

Hornická činnost v jáchymovském revíru má dlouhou a slavnou historii, osada Konradsgrün, dnešní Jáchymov byla založena roku 1516. Město Jáchymov (St. Joachimsthal; Vallis de Sankt Joachimi) jako takové bylo povýšeno na královské horní město výnosem Ludvíka Jagellonského roku 1520. První desetiletí 16. století zažil Jáchymov stříbrnou horečku, díky těžbě velmi bohatých partií žil odpovídajících zóně cementačního nabohacení (Majer 1968; Horák 1993; Schenk 1967, 1970a,b; Quellmalz, Kouřimský 1980). V Jáchymově se razí stříbrné mince - thalery, nebo-li tolary (v originále „Joachimsthaler gulden groschen“), platidla velké ryzosti, kolující celou Evropou. Město se stává druhým nejlidnatějším sídlem po královském sídelním městě Praze, v roce 1534 zde žije přes 18 000 obyvatel (Kettner 1955). Město je také jedním z důležitých center evropské humanistické vzdělanosti, funguje zde latinská škola vedená Petrem Plaetanem s rozsáhlou knihovnou, postaven byl jeden z nejstarších evangelických kostelů na světě, vzniká monumentální kancionál Nikla Hermana, působí zde řada významných umělců, zanechávajících stopy v podobě jedinečných artefaktů, jako byli handštány Caspara Ulicha či medaile Nickela Milicze, architektury jáchymovských patricijských domů či skvělých oltářních obrazů z okruhu Lucase Cranacha staršího. Městský lékař Georgius Agricola zde píše svou prvotinu „Bermannus, sive de re

metallica dialogus“ (Bermannus, čili rozprava o hornictví) (Agricola 1530), městský farář Johannes Mathesius vydává unikátní svědectví o podobě tehdejšího Jáchymova v díle „Sarepta, oder Bergpostil“ (Mathesius 1564). Po období rozkvětu nastává v druhé polovině 16. a zejména na počátku 17. století mohutný úpadek dolů, související s vyčerpáním bohatých přípovrchových partií a technicky nezvládnutelnými přítoky důlních vod s postupem do větších hloubek (Horák 1993). Následuje perioda drobného oživení v průběhu první poloviny 18. století v souvislosti s těžbou arzenových, niklových, kobaltových a vizmutových rud (Babánek, Seifert 1893). Následující století pak přináší období rozkvětu díky objevu možnosti využití jáchymovské uranové rudy, uraninitu, která byla starými horníky vyhazována na haldy jako hlušina, byvše považována za smůlu nosící - neobsahovala stříbro, a kde nasadila, stříbrné rudy se povětšinou vytrácely - proto „pechblende“ (z němčiny). Uranová ruda se díky vynálezu Adolfa Patery začala průmyslově zpracovávat na uranové barvy, používané pro barvení skla, díky čemuž se jáchymovské doly vyhnuly totálnímu úpadku. Později, na přelomu 19. a 20. století, byly ze zbytků výluhů z jáchymovské továrny na uranové barvy izolovány manžely Curieovými polonium a radium, čímž nastává období těžby radioaktivních surovin pro získávání radia pro lékařské účely a také čerpání radioaktivních pramenů, přinášejících rozvoj lázeňství.

Druhá světová válka překresluje totálně mapu Evropy a mění staré pořádky. Po skončení války je Jáchymov v sovětské okupační zóně a okamžitě nastává těžba uranu za účelem rychlé konstrukce sovětské atomové bomby (Halloway 1996). Toto období je poznamenáno velkými a bolestnými změnami ve znamení odsunu původního německy mluvícího obyvatelstva a vznikem přísně střežené oblasti s koncentračními tábory pro politické odpůrce režimu (Petrášová 1994). Po roce 1963 se do zničeného města alespoň částečně navrácí lázeňský ruch, který trvá dodnes. Jáchymov je učebnicovým příkladem periodického vývoje městské struktury, dějištěm neuvěřitelných, často katastrofických událostí na kulisách neuvěřitelné krásy. V každém období působila v Jáchymově celá řada odborníků, učenců a umělců nesmazatelně zapsaných do historie. Jáchymovský revír je, co se geologické prozkoumanosti týče, velmi dobře známý (viz níže), mnoho

k tomu také přispělo poslední období těžby radioaktivních surovin v éře Jáchymovských dolů, kdy byl na počátku 50. let „velký hlad po uranu“ a zájmové území bylo doslova „prošpikováno“ těžebními a průzkumnými díly.

Z hlediska mineralogického je Jáchymov velmi dobře prozkoumán, k čemuž významně přispěly dvě souborné studie provedené kolektivem autorů v devadesátých letech 20. století, ústící ve dvě souborné publikace týkající se supergenní a hypogenní mineralizace (Ondruš et al. 1997a-b; 2003b-e). Jáchymov je mineralogicky velmi pestrou lokalitou, řadí se s více než 420 známými minerálními druhy mezi nejbohatší na světě.

Geologické a ložiskové poměry jáchymovského rudního revíru

Na ložiskovém území jáchymovského revíru se nachází pouze samotné ložisko Jáchymov, ale bývají do

něj zahrnuta i další menší ložiska a rudní výskyty, jako Boží Dar, Abertamy či skarnové ložisko Zlatý Kopec. Jáchymovský rudní revír se nalézá v západní části Krušných hor cca 20 km severně od Karlových Varů, v oblasti zhruba ohraničené z jihu depresí podkrušnohorského zlomu, na severu státní hranicí, na západě linií malého jižního zlomu a na východě zhruba linií Plavenského zlomu. Jáchymovské ložisko leží v tzv. klínovecké brachyantiklinále, tvořené metamorfovanými horninami kambrických sedimentů, zejména svory a pararulami. V centrální části revíru vystupují nejvíce právě svory (často granátické či grafitické) a kvarcité s vložkami karbonátových, amfibolických či skarnových těles. V podloží celé oblasti leží pluton krušnohorského granitu variského stáří (~300 Ma). Mocnost metasedimentů není po celé ploše ložiska homogenní, granit se nachází v hloubkách mezi 200 a 800 m pod současným povrchem. Krušnohorská žula obsahuje častý topaz, fluorit a Li-slídu, zinnwaldit, případně bývá obohacena Sn, nejčastěji v podobě kasiteritu. V západní části území vystupuje starší (~340 - 320 Ma) tzv. horská žula, tvořená nejvíce porfyrickým biotitickým granodioritem, tektonicky vyzdviženým (Ondruš et al. 1997a, 2003b). Oba zmíněné typy granitoidní hornin jsou doprovázeny žulovými porfyry, lamprofyry a aplity. V průběhu terciéru (~20 Ma) byl celý horninový komplex proniknut žilami basaltového vulkanismu, které se jednak projevují jako čisté čedičové žíly, ale i jako tzv. Putzenwacke (čedičová brekcie s úlomky podložních granitických hornin) (Ondruš et al. 2003b).

V souvislosti s variskými horotvornými procesy, kdy bylo celé území v napětovém režimu, došlo



Obr. 1 Krystalické agregáty adolfpateraitu (zelený) narůstajícího společně se sádrovcem (bezbarvý) na alterovanou žilovinu; žíla Geschieber, 5. patro šachty Svornost, Jáchymov; šířka obrázku 3.2 mm, foto P. Škácha.



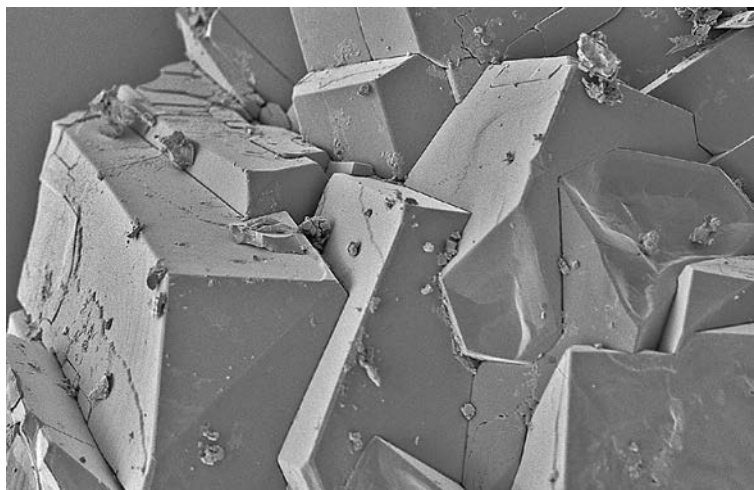
Obr. 2 Krystalické agregáty adolfpateraitu (zelené) obrůstající agregáty čejkaitu (žlutý) na alterované žilovině; žíla Geschieber, 5. patro šachty Svornost, Jáchymov; šířka obrázku 4 mm, foto J. Sejkora.

k rozlámání jednotlivých ker systémem puklin zhruba S - J a V - Z orientace. Tento systém puklin pak sloužil jako přívodní kanály hydrotermální mineralizace. Právě pro charakteristické směry dostaly žilné systémy od starých horníků názvy „půlnoční“ (S - J, jdoucí na sever, nebo-li půlnoc) a „jitřní“ (V - Z, jdoucí na východ, na jitra). Mineralizace žil nebyla jednorázová ani kontinuální, nýbrž etapovitá s několika časově diskretními stádii, která se prostorově překrývají (Ondruš et al 2003e). Nejstarší stadium patří do závěru intuzivní činnosti granitoidních hornin, stadium greisenizace a stadium Sn-W, které je nejčastěji na jáchymovských hydrotermálních žilách reprezentováno mléčným křemenem s obsahem starších sulfidických fází (pyrit, arsenopyrit, „turmalín“, flogopit, W-bohatý rutil, kasiterit, molybdenit, chalkopyrit, bornit, tennantit, argentotennantit, freibergit, aikinit, matildit, sferlerit, galenit, stannit, kěsterit, mawsonit, gersdorffit a pravděpodobně xenotim-(Y)). Uran-karbonátové stadium je mladší, odpovídá svrchnímu karbonu až permu, a je reprezentováno dominantním uraninitem. Stadia arsenidové, sulfoarsenidové a sulfidické, s typickými zástupci komplexních arsenidů, sulfidů, sulfosolů a minerálů Ag, odpovídají postvariským procesům během triasu a pak i terciéru (Ondruš et al. 2003b, e). Průmyslové zrudnění (a to jak uranové, tak i tzv. barevných kovů a Ag) bylo většinou nesené půlnočními žilami a koncentrováno bylo na místě křížení se žilami jitřními, ve formě sloupů; zrudnění bylo horizontálně nepravidelné a nestálé. Žíly se zdají být v ploše území koncentrovány do jakýchsi klastrů, nebo-li žilných uzlů, které byly hornicky otevřeny jednotlivými šachtami: uzel Abertamy, uzel Barbora-Eva, uzel Rovnost I, uzel Svornost, uzel Bratrství atd. Ložisko je kompletně vertikálně prozkoumáno, vyčerpáno, bez těžitelných průmyslových zásob U rud i rud komplexních (Pluskal 1998). Směrem do hloubky žilný systém řídne, odmrsky a méně významné žíly mizí, připojují se k žilám hlavním, kterých je na posledním otvírkovém 12. patře jen několik (Geschieber, Schweizer, Johannes Evangelista, Junghäuerzecher); tyto žíly pokračují do granitického podloží, v případě žíly Geschieber je prokázáno, že nese i U a Ni-Co zrudnění (V. Goliáš, *ústní sdělení*).

Nové minerální druhy pro mineralogický systém

Adolfpaterait (IMA 2011-042)

Adolfpaterait byl popsán jako nový minerál ze žíly Geschieber z 5. patra šachty Svornost Plášilem et al. (2012e). Adolfpaterait byl nalezen pouze na několika vzorcích, kde tvoří krystalické agregáty sírově až zeleno-žluté barvy, dosahující kolem 2 mm (obr. 1 - 2), které jsou složeny z drobných prizmatických krystalů (obr. 3). Minerál vykazuje intenzivní zelenou luminiscenci v dlouhovlnném ultrafialovém záření. Nalezen byl v asociaci s matheiusitem, zippeitem, čejkaitem, fází blízkou schoepitu a sádrovcem. Na jediném vzorku pak byl adolfpaterait identifikován spolu s geschieberitem a novým nepojmenovaným K-Mg-UO₂-SO₄-H₂O minerálem, který je nyní podroben mineralogickému výzkumu. Ideální chemické složení adolfpateraitu lze vyjádřit chemickým vzorcem K(UO₂)(SO₄)(OH)(H₂O). Adolfpaterait je monoklinický, prostorová grupa P2₁/c, s mřížkovými parametry $a = 8.0462(1)$, $b = 7.9256(1)$, $c = 11.3206(2)$ Å, $\beta = 107.726(2)^\circ$, $V =$



Obr. 3 Prizmatické krystaly adolfpateraitu; 5. patro šachty Svornost, Jáchymov; šířka obrázku 200 μ m, SEM foto J. Plášil.

$687.65(2)$ Å³, $Z = 4$ a $\rho_{\text{calc}} = 4.24$ g/cm³. Minerál je nazván na počest c.k. dvorního rady Adolfa Patery (1819 - 1894), chemika a metalurga, který vynalezl průmyslový postup zpracování jáchymovské uranové rudy pro výrobu uranových barev.

Agricolait (IMA 2009-081)

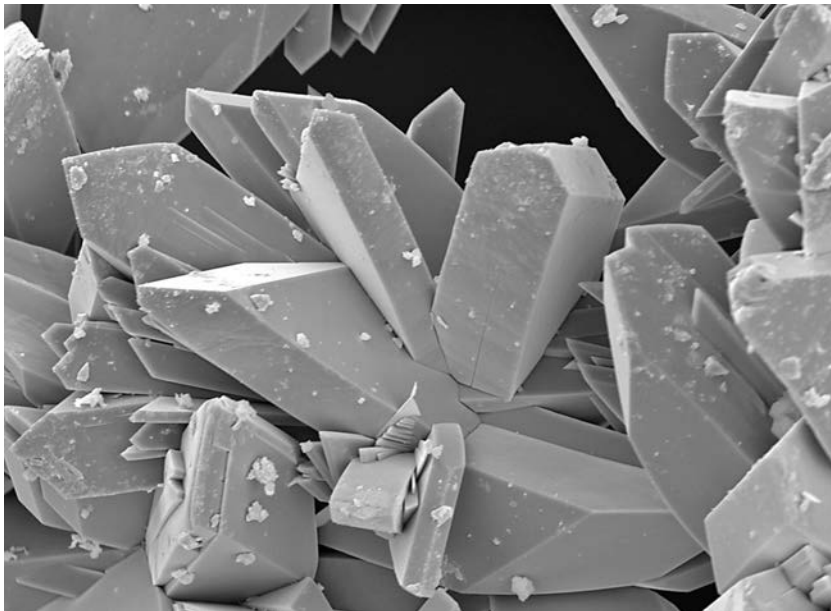
Agricolait byl popsán jako nový minerál z opuštěné štoly Giftkies v severní části jáchymovského rudního revíru Skálou et al. (2011), kde vznikl subrecentně zvětráváním v podmínkách opuštěných důlních chodeb. Vytváří jasně žluté až zelenavě žluté, průsvitné až průhledné, izometrické až protáhlé krystaly o velikosti do 1 mm (obr. 4) narůstající na supergenně silně alterovanou žilovinu (obr. 5). Zjištěn byl velmi vzácně v asociaci s



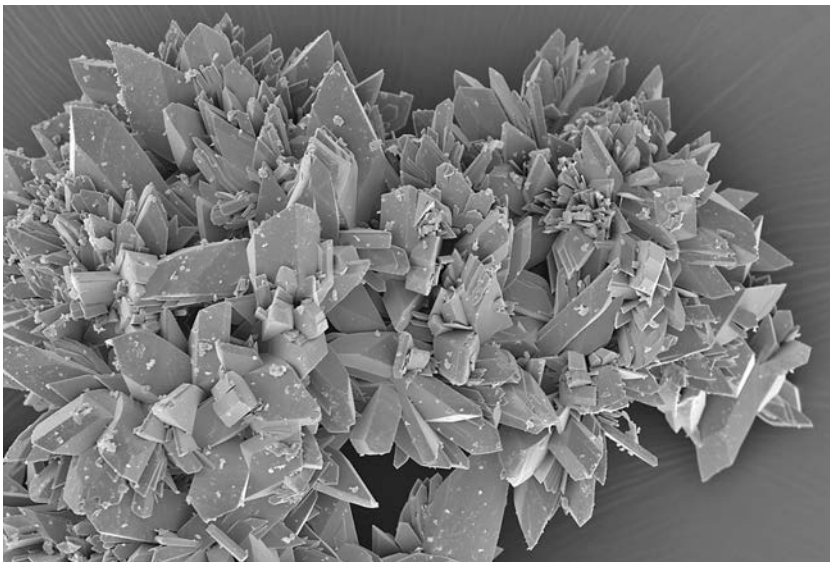
Obr. 4 Protáhlé krystaly agricolaitu narůstající na zvětralou žilovinu; žíla Geschieber, 5. p. dolu Svornost, Jáchymov; šířka obrázku 0.9 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 5 Dokonale vyvinuté krystaly agricolaitu narůstající na zvětralou žilovinu; žíla Geschieber, 5. p. dolu Svornost, Jáchymov; šířka obrázku 3.2 mm, foto P. Škácha.



Obr. 6 Prizmatické krystaly babánekitu; žíla Geister, důl Rovnost, Jáchymov; šířka obrázku 150 μm , SEM foto J. Sejkora.



aragonitem, brochantitem, malachitem, rutherfordinem a „pseudo-voglitem“. Ideální složení agricolaitu lze vyjádřit chemickým vzorcem $\text{K}_4(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3$; je monoklinický, prostorová grupa $C2/c$, s mřížkovými parametry $a = 10.2380(2)$, $b = 9.1930(2)$, $c = 12.2110(3)$ Å, $\beta = 95.108(2)^\circ$, $V = 1144.71(4)$ Å³, $Z = 4$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.53$ g/cm³. Minerál byl nazván na počest „otce mineralogie“ Georgia Agricoly (1494 - 1555) autora knih *De re Metallica Libri XII*, který působil v Jáchymově v letech 1527 - 1531. Nověji byl agricolait také identifikován v materiálu pocházejícím ze šachet Rovnost I a Svornost (J. Hloušek, *nepublikovaná data*).

Albrechtschraufit (IMA 1983-038)

Albrechtschraufit byl původně popsán z Jáchymova Mereiterem v roce 1984 (Mereiter 1984). Nicméně Mereiterův článek z roku 1984 je pouze konferenční abstrakt a podává stručný popis krystalové struktury nového minerálu. Úplný popis byl publikován teprve nedávno (Mereiter 2013). Albrechtschraufit byl nalezen na jediném vzorku, který by měl být deponován ve sbírkách Přírodovědeckého muzea (Naturhistorisches Museum) ve Vídni (vzorek NHM Wien A.a. 6740). Albrechtschraufit tvoří malé zrnité krystalové agregáty o velikosti ≤ 0.2 mm, které jsou obklopeny dobře vyvinutými pseudo-hexagonálními tabulkovitými krystaly schröckingeritu (Mereiter 2013). Ideální chemické složení albrechtschraufitu odpovídá vzorci $\text{MgCa}_4\text{F}_2[(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_{3/2} \cdot 17-18\text{H}_2\text{O}]$. Minerál je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 13.569(2)$, $b = 13.419(2)$, $c = 11.622(2)$ Å, $\alpha = 115.82(1)$, $\beta = 107.61(1)$, $\gamma = 92.84(1)^\circ$, $V = 1774.6(5)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 2.69$ g/cm³ (pro 17.5 H₂O). Popis minerálu, udávaný Mereiterem (2013) však obsahuje několik nejasností, jednak není jasné, jestli holotypový vzorek, udávaný v popisném článku (a také vyfotografovaný) skutečně albrechtschraufit nese. Nové zpřesnění struktury bylo totiž provedeno na původním krystalu albrechtschraufitu, separovaném v 80.

Obr. 7 Skupina prizmatických krystalů babánekitu; žíla Geister, důl Rovnost, Jáchymov; šířka obrázku 500 μm , SEM foto J. Sejkora.

letech 20. století. Holotypový vzorek uložený v NHM Wien nebyl vůbec zpřístupněn k nahlédnutí. Dle ústního sdělení kurátora mineralogických sbírek NHM Wien U. Kolitsche, který požadoval deponování příslušného monokrystalu společně s holotypem do sbírek, prý (K. Mereiter - ústní sdělení) krystal dehydratoval. Toto se jeví také jako dosti podivné, neboť krystal byl intaktně uchovávan po dlouhou dobu, minimálně až do provedení nové strukturní analýzy. Nový popis, podaný Mereiterem (2013), taktéž nezahrnuje kvantitativní stanovení chemismu minerálu a pouze konstatuje prvkové složení (bez jakýchkoliv analytických dat), a to navíc bez udaného fluoru, který se prý nepodařilo identifikovat, díky zastaralé metodice. Zde je nutné podotknout, že žádnou fázi, byť i blízkou albrechtschraufitu, se nám nepovedlo za celou dobu trvání revize jáchymovských minerálů identifikovat. Minerál je nazván po prof. Albrechtu Schraufovi (1837 - 1897), kustodovi dvorního kabinetu minerálů ve Vídni (nynější NHM Wien) a profesorovi mineralogie na vídeňské univerzitě.

Babánekit (IMA 2012-007)

Babánekit, Cu-dominantní analog erytrínu, byl popsán jako nový minerál z materiálu ze žíly Geister na 3. dušním obzoru jámy Rovnost I (dříve Werner) Plášilem et al. (2012b). Tvoří zde růžové až broskvové, průhledné až průsvitné, protažené prizmatické krystaly o délce do 2 mm (obr. 6), které vytvářejí radiálně paprscité agregáty na povrchu a puklinách žiloviny (obr. 7 - 8). Na jeho dokonale štěpných {010} krystalech byly pozorovány krystalové plochy {010}, {100}, {110}, {101} a vzácněji i {001}. Babánekit vystupuje v asociaci s minerály superskupiny lindackeritu (veselovskýit, hloušekit, pradetit a lindackerit), lavendulanem, sádrovcem a rentgenamorfni Cu-Al-Si fází. Ideální složení babánekitu lze vyjádřit chemickým vzorcem $\text{Cu}_3(\text{AsO}_4) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, reálně však vždy obsahuje významné obsahy Co, Ni, Zn a Mg izomorfne zastupující Cu. Babánekit je monoklinický, prostorová grupa $C2/c$, s mřížkovými parametry $a = 10.1742(2)$, $b = 13.5104(3)$, $c = 4.7489(1)$ Å, $\beta = 105.416(2)^\circ$, $V = 629.29(3)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.19$ g/cm³. Pojmenován byl na počest vrchního horního rady Františka Babánka (1836 - 1910), který vedle svého známějšího působení v Příbrami působil od roku 1881 jako představený jáchymovských dolů a hutí při horním úřadu v Jáchymově.

Běhounekit (IMA 2010-046)

Běhounekit byl popsán jako nový minerál Plášilem et al (2011b) ze vzorků odebraných z arsenové čočky v žíle Geschieber v místě jejího křížení



Obr. 8 Radiálně paprscitý agregát dobře vyvinutých krystalů babánekitu; žíla Geister, důl Rovnost, Jáchymov; šířka obrázku 1.8 mm, foto J. Sejkora.

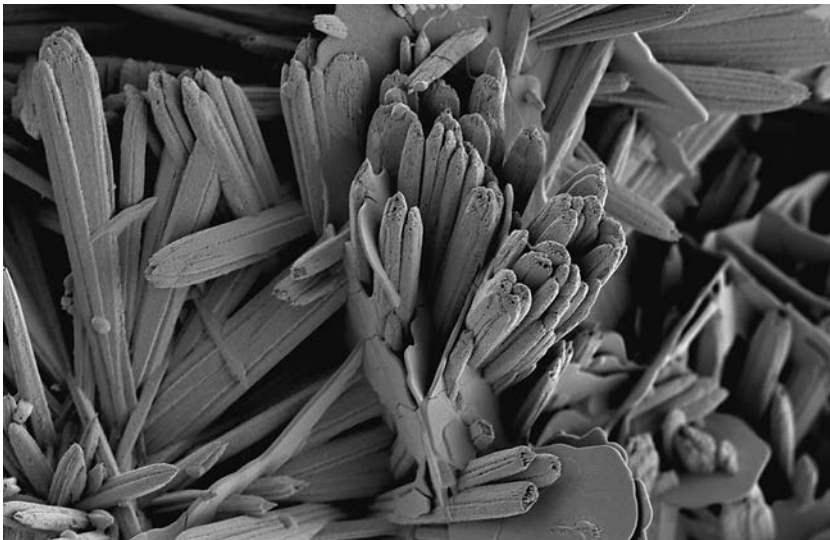
se žílou Geier na 10. patře dolu Svornost v jáchymovském rudním revíru. Vytváří zde nejčastěji zelené krátce prizmatické až tabulkovité krystaly o velikosti do 0.5 mm se silným skelným leskem (obr. 9 - 10) a vzácněji i dlouze prizmatické krystaly (obr. 11). Oba typy krystalů běhounekitu narůstající na supergenně alterovaný ryzí arzén v asociaci s minerálem blízkým „hydronium-uranospinitu“, arsenolitem, sádrovcem, claudetitěm a kaatialitem. Ideální složení běhounekitu lze vyjádřit chemickým vzorcem $\text{U}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, za zmínku stojí, že se jedná o první známý přírodní sulfát obsahující uran ve čtyřmocné formě. Běhounekit je ortorombický, prostorová grupa $Pnma$, s mřížkovými parametry $a = 14.6464(3)$, $b = 11.0786(3)$, $c =$



Obr. 9 Zelené krystaly běhounekitu narůstající na alterovaný ryzí arzén; žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázku 5.6 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 10 Zelený prizmatický krystal běhouněkitu v dutině alterovaného ryzího arzenu; žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázku 1.2 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 11 Dlouze prizmatické a tabulkovité krystaly běhouněkitu; žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázku 200 μm , SEM foto J. Plášil.



5.691(1) Å, $V = 923.43(4) \text{ \AA}^3$, $Z = 4$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.62 \text{ g/cm}^3$. Pojmenován byl na počest českého jaderného fyzika a cestovatele prof. Františka Běhounka (1898 - 1973).

Čejkait (IMA 99-045)

Tento minerál byl poprvé zmíněn z Jáchymova pod označením „fáze $\text{Na}_4(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3$ “ Ondrušem et al. (1997b), výsledky dalšího výzkumu pak umožnily schválení tohoto minerálu pod jménem čejkait (IMA 99-045). Později byl krátká zpráva o výskytu čejkaitu publikována Ondrušem et al. (2003c); kompletní popis pak byl uveřejněn v práci Ondruš et al. (2003a). Podrobné výsledky spektroskopického (Raman) studia čejkaitu publikovali Čejka et al. (2010); zpřesnění jeho krystalové struktury na základě monokrystalových dat uvádí Plášil et al. (2013a). Čejkait byl původně velmi vzácně nalezen v asociaci s andersonitem a schrockingeritem jako bledě žluté, slabě zemité povlaky na kalcitové žilovině tvořené krystaly o velikosti do 0.6 μm v materiálu ze žíly Geschieber (důl Svornost). Později byl v jáchymovském rudním revíru zjištěn čejkait v asociaci s adolpferitem na žíle Geschieber na 5. patře dolu Svornost (Plášil et al. 2012e) a v oblasti dolu Rovnost v západní části revíru byly vedle bohatých celistvých agregátů (obr. 12) nalezeny i polokulovité agregáty čejkaitu o velikosti do 1 mm složené z dobře vyvinutých jehlicovitých krystalů (obr. 13) v asociaci s krystaly grimselitu (Plášil et al. 2012a, 2013a). Ideální složení čejkaitu je možno vyjádřit chemickým vzorcem $\text{Na}_4(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3$. Na základě rentgenových práškových dat byl čejkait původně (Ondruš et al. 2003a) považován za pseudohexagonální triklinickou fázi; výsledky nového monokrystalového studia (Plášil et al. 2013a) prokázaly monoklinickou základní celou, prostorovou grupu Cc a mřížkové parametry $a = 9.2919(8)$, $b = 16.099(1)$, $c = 6.4436(3) \text{ \AA}$, $\beta = 91.404(5)^\circ$, $V = 963.6(1) \text{ \AA}^3$, $Z = 4$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.74 \text{ g/cm}^3$. Pojmenován byl na počest ing. Jiřího Čejky, DrSc. (*1929), chemika a odborníka na

Obr. 12 Bohaté žluté agregáty čejkaitu; důl Rovnost, Jáchymov; šířka obrázku 3 cm, foto J. Sejkora.

Obr. 13 Žlutozelené polokulovitě agregáty čejkaitu složené z jehlicovitých krystalů; žíla Fluder, důl Jiřina (p. 90 m), Jáchymov; šířka obrázky 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 14 Světle zelený krystalický agregát geschieberitu srůstající s bílým sádrovcem; žíla Geschieber, důl Svornost (5. p.), Jáchymov; šířka obrázky 2.5 mm, foto P. Škácha.



spektroskopické a termogravimetrické studium minerálů, autora a spoluautora více než 300 odborných publikací, v letech 1991 - 2001 ředitele Přírodovědeckého muzea Národního muzea (Praha).

Geschieberit (IMA 2014-006)

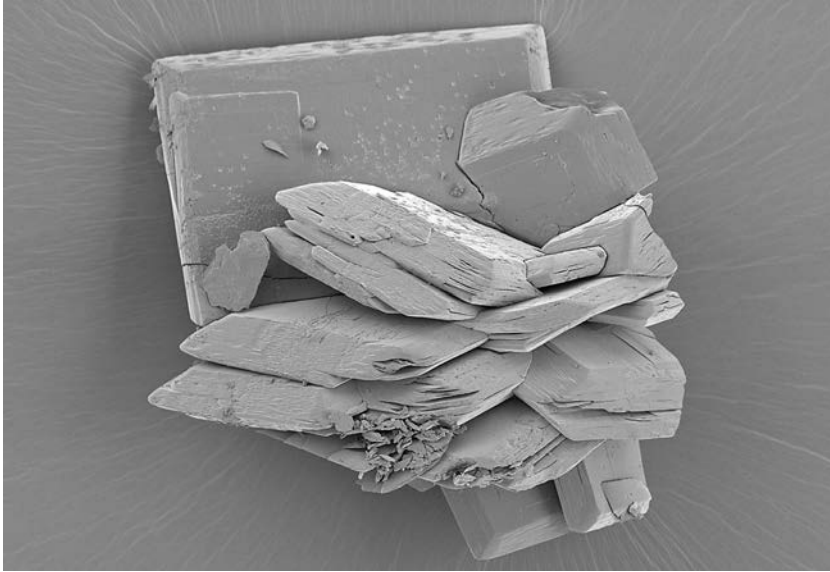
Geschieberit je nově popsaným (Plášil et al. 2014c) supergenním uranyl sulfátem z Jáchymova, nalezeným na 5. patře šachty Svornost na žíle Geschieber. Minerál byl nalezen pouze na jediném vzorku společně s adolpateraitem a dalším novým nepojmenovaným $K\text{-Mg-UO}_2\text{-SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ minerálem, který je v současnosti předmětem dalšího výzkumu. Geschieberit tvoří masivní krystalický agregát světle zelené barvy, složený z dlouze prizmatických krystalů, které dosahují velikosti maximálně 0.1 - 0.2 mm (obr. 14). Geschieberit vykazuje intenzivní jasně zeleno-žlutou luminiscenci v krátko- i dlouhovlnném UV záření. Jeho ideální chemické složení je možno vyjádřit vzorcem $K_2(\text{UO}_2)(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; je ortorombický, prostorová grupa $Pna2_1$, s mřížkovými parametry $a = 13.7778(3)$, $b = 7.2709(4)$, $c = 11.5488(2)$ Å, $V = 1156.92(7)$ Å³, $Z = 4$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.26$ g/cm³. Geschieberit je pojmenován po jedné z nejvýznamnějších rudních žil jáchymovského ložiska - žíle Geschieber.

Hloušekit (IMA 2013-048)

Ni-dominantní člen superskupiny lindackeritu byl identifikován jako nový minerál (Plášil et al. 2013f) v materiálu ze žíly Geister (3. patro) dolu Rovnost (dříve Werner) v západní části jáchymovského rudního revíru. Vyskytuje se zde jako součást povlaků na silně supergenně alterovaných rudních vzorcích (tennantit, chalkopyrit) v asociaci s veselovskýmitem, pradetitem, lavendularem, sádrovcem, arsenolitem a babánekitem. Hloušekit vytváří tenké protáhle tabulkovité krystaly, které obvykle vytváří komplikované prorostlice a radiálně uspořádané



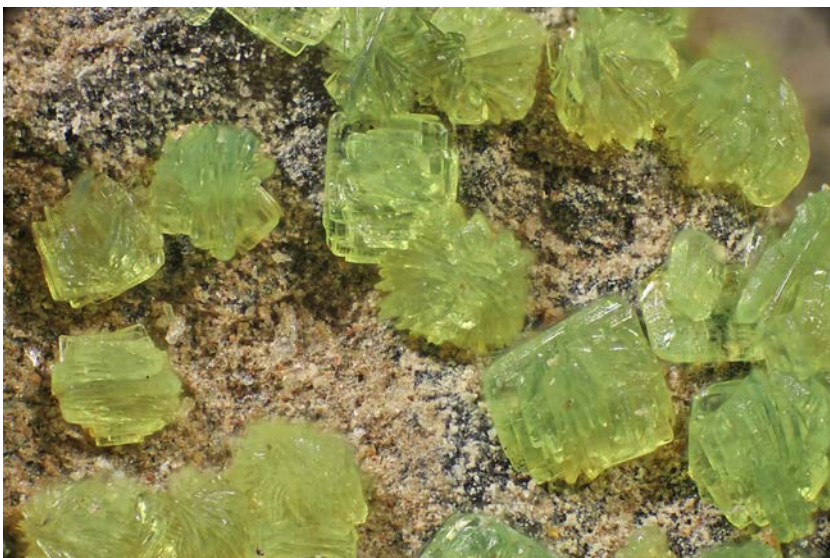
Obr. 15 Srůstlice světlých krystalů hloušekitu narůstá na köttigitu spolu s krystaly sádrovce. Jáchymov, důl Rovnost I (3. dušní patro), výška obrázky 2.4 mm, foto P. Škácha.



Obr. 16 Skupina tabulkovitých krystalů línekitu; žíla Geschieber, důl Svornost (5. p.), Jáchymov; šířka obrázku 1000 μm , SEM foto J. Sejkora.



Obr. 17 Skupina tabulkovitých krystalů línekitu; žíla Geschieber, důl Svornost (5. p.), Jáchymov; šířka obrázku 2.1 mm, foto P. Škácha.



agregáty o velikosti 2.5 - 3 mm (obr. 15). Je bledě zelený se skelným leskem, velmi křehký a výborně štěpný podle $\{010\}$. Ideální složení hloušekitu lze vyjádřit chemickým vzorcem $\text{NiCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, reálně obsahuje i minoritní obsahy Co a Zn. Hloušekit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 6.4010(6)$, $b = 8.0041(6)$, $c = 10.3969(14)$ Å, $\alpha = 85.824(8)^\circ$, $\beta = 79.873(9)^\circ$, $\gamma = 84.655(7)^\circ$ a $V = 521.23(10)$ Å³, $Z = 1$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.295$ g/cm³. Hloušekit byl pojmenován na počest Dr. Jana Hlouška (1950 - 2014), sběratele, geologa, mineraloga a famózního znalce jáchymovské rudní oblasti a jejích minerálů.

Línekit (IMA 2012-066)

Línekit byl jako nový minerál určen (Plášil et al. 2013c) na vzorcích ze žíly Geschieber na dole Svornost v centrální části jáchymovského rudního revíru; jeho výskyt zde byl zjištěn na zaprášeném povrchu úlomků okoložilných hornin (především amfibolových břidlic) a vzácněji i žiloviny, ležících na počvě opuštěné důlní chodby. Vytváří zde dobře vyvinuté, průhledné, tenké tabulkovité krystaly o velikosti do 0.5 mm (obr. 16), které subparalelně srůstají do nevelkých agregátů (obr. 17 - 18); je bledě olivově až khaki zelený s výrazným skelným leskem a vykazuje intenzivní zelenavě žlutou fluorescenci v krátko- i dlouhovlnném UV-záření. V asociaci s línekitem vystupuje vedle sádrovce liebigit, grimselit, andersonit, čekkait, schröckingerit, agricolait, a tři pravděpodobně nové minerální druhy ($\text{Na}(\text{UO}_2)(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ fáze; $\text{K}_2\text{-Ca}(\text{UO}_2)_3$ karbonát a K-analog schröckingeritu). Ideální složení línekitu lze vyjádřit chemickým vzorcem $\text{K}_2\text{Ca}_3[(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; je ortorombický, prostorová grupa $Pnmm$, s mřížkovými parametry $a = 17.0069(5)$ Å, $b = 18.0273(5)$ Å, $c = 18.3374(5)$ Å a $V = 5622.1(2)$ Å³, $Z = 8$ a $\rho_{\text{calc}} = 2.922$ g/cm³. Pojmenován byl na počest dr. Allana Líneka (1925 - 1984), fyzika a krystalografa z Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky; dr. Línek byl jedním ze zakladatelů české krystalografie a moderní strukturní analýzy.

Obr. 18 Skupiny tabulkovitých krystalů línekitu narůstajících na horninu; žíla Geschieber, důl Svornost (5. p.), Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.

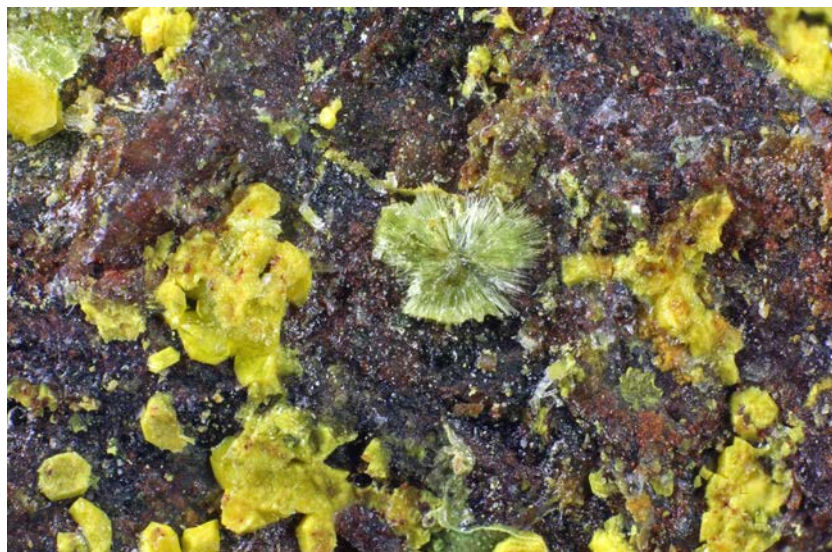
Mathesiusit (IMA 2013-046)

Mathesiusit byl popsán jako nový minerál Plášilem et al. (2014f). Nalezen byl na několika vzorcích pocházejících z 5. patra dolu Svornost. Mathesiusit tvoří velmi drobné jehlicovité krystaly, častěji však paprscité agregáty světlé khaki barvy na puklinách žiloviny, dosahující velikosti maximálně 0.2 mm (obr. 19). Mathesiusit byl nalezen v přímé asociaci s adolfpateraitem, často jej i na vzorcích porůstá. Mathesiusit vykazuje silnou žluto-zelenou luminiscenci, jak v krátko-, tak i dlouhovlnném UV záření. Chemické složení mathesiusitu odpovídá ideálnímu vzorci $K_5(VO_2)_4(SO_4)_4(VO_5)(H_2O)_4$, je tetragonální, prostorová grupa $P4/n$, s mřížkovými parametry $a = 14.9704(10)$, $c = 6.8170(5)$ Å, $V = 1527.78(18)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 4.02$ g/cm³. Mathesiusit je pojmenován na počest Johanna Mathesia (1504 - 1565), významného evangelického faráře a humanistického učenice, působícího v Jáchymově.

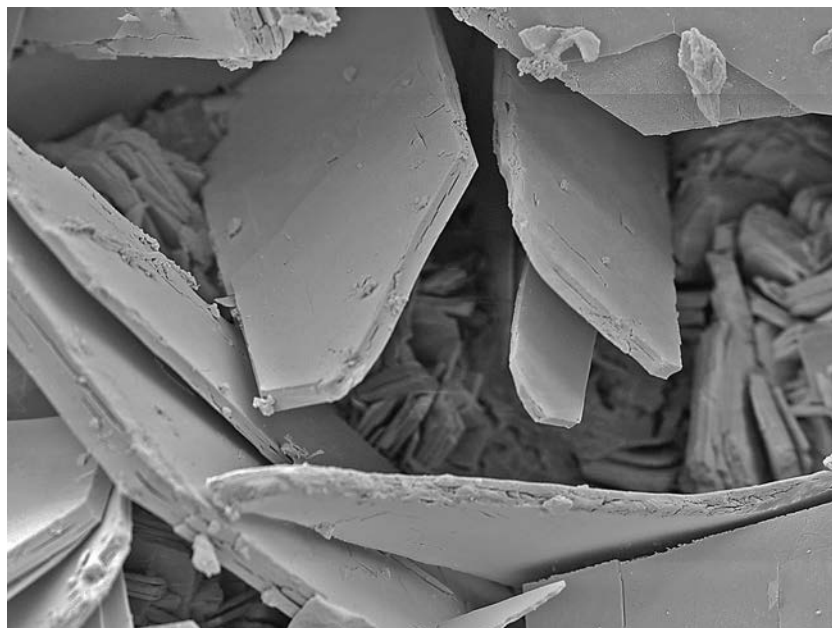
Metarauchit (IMA 2008-050)

Metarauchit byl popsán jako nový minerál (Plášil et al. 2010b) z materiálu pocházejícího ze žíly Schweitzer na 2. patře dolu Eduard v severní části jáchymovského rudního revíru, kde vystupuje v asociaci s metazeuneritem, erytrínem a sádrovcem na povrchu supergenně silně alterované žiloviny s uraninitem, arsenopyritem, niklskutteruditem a ojedinělým bismutem. Vytváří zde světlé zelenavě žluté, slabě tabulkovité průhledné až průsvitné, obvykle zdvojitělé krystaly o velikosti do 1 mm (obr. 20 - 21), které nevykazují fluorescenci v krátko- ani dlouhovlnném UV-záření. Chemické složení metarauchitu lze vyjádřit ideálním vzorcem $Ni(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 10H_2O$, v přírodě obvykle obsahuje i minoritní izomorfní příměsi Co a Mg. Metarauchit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 7.194(4)$, $b = 9.713(5)$, $c = 13.201(9)$ Å, $\alpha = 75.79(3)^\circ$, $\beta = 83.92(5)^\circ$, $\gamma = 81.59(9)^\circ$ a $V = 882.2(9)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.81$ g/cm³. Nazván byl na počest sběratele minerálů Ludka Raucha (1951-1983), který tragicky zahynul při průzkumu podzemních prostor v Jáchymově.

Obr. 21 Tence tabulkovité krystaly metarauchitu narůstající na silně alterované žilovinu; důl Vladimír (3. p.), Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 19 Paprscitý světlé zelený agregát mathesiusitu obklopený alterovaným žlutým adolfpateraitem na puklině křemenné žiloviny; důl Svornost (5. p.), Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 20 Tabulkovité krystaly metarauchitu; žíla Schweitzer, důl Eduard (2. p.), Jáchymov; šířka obrázku 230 µm, SEM foto J. Sejkora.





Ondrušit (IMA 2008-010)

Ondrušit, Ca-dominantní člen superskupiny lindackeritu, byl jako nový minerál popsán Sejkorou et al. (2011b) v materiálu ze starých důlních prací po žíle Geister (důl Rovnost) a žíle Geschieber na patře Daniel dolu Svornost v západní, respektive centrální části jáchymovského rudního revíru. Ondrušit vytváří velmi křehké a výborně štěpné, slabě tabulkovité až stébelnaté krystaly o délce do 2 mm, které srůstají do krystalických krust a agregátů na trhlinách zvětralých zrudněných křemenných žil. Jeho barva je rozmanitá, od bílé přes bělavě zelenou, šedavě zelenou až jablečně zelenou (obr. 22); vzácněji byly pozorovány i nápadně žlutozelené krystaly barevně velmi podobné krystalům klajitu (obr. 23 - 24). Ondrušit vzniká v silně kyselých podmínkách zvětráváním primárních sulfidů (tennantit a chalkopyrit) rozptýlených v křemenné žilovině; v asociaci byl zjištěn výskyt lindackeritu, geminitu, lavendulánu, slavkovitu, strašimiritu, olivenitu, pikrofarmakolitu a köttigitu. Ideální chemické složení ondušitu odpovídá vzorci $\text{CaCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; může obsahovat minoritní obsahy Mg a Mn (Sejkora, *nepublikovaná data*). Ondrušit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 6.432(1)$, $b = 7.986(1)$, $c = 10.827(1)$ Å, $\alpha = 85.75(1)^\circ$, $\beta = 81.25(1)^\circ$, $\gamma = 85.04(1)^\circ$ a $V = 546.6(1)$ Å³, $Z = 1$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.12$ g/cm³. Nazván byl na počest ing. Petra Ondruše (*1960), mineraloga, programátora a IT odborníka, který se po dlouholetém působení v České geologické službě (Praha) od roku 2004 již věnuje mineralogii jen jako koníčku. Petr Ondruš je mimo jiné autorem a spoluautorem popisu 14 nových minerálních druhů, z převážné části právě z jáchymovského rudního revíru.



Obr. 22 Bohaté krystalické agregáty ondušitu narůstající na žilovinu; Jáchymov; šířka obrázku 4.5 mm, foto J. Sejkora.

Obr. 23 Nápadně žlutozelené stébelnaté agregáty ondušitu narůstající na žilovinu; Jáchymov; šířka obrázku 9.5 mm, foto J. Sejkora.

Obr. 24 Stébelnaté agregáty ondušitu narůstající na žilovinu; Jáchymov; šířka obrázku 3.2 mm, foto J. Sejkora.

Pseudojohannit (IMA 2000-019)

Pseudojohannit byl původně schválen jako nový minerál z Jáchymova v roce 2000 a krátce popsán Ondrušem et al. (2003c) jako triklinický $\text{Cu}_5(\text{UO}_2)_6(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{16} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$. Nicméně později byl tento minerál redefinován Bruggerem et al. (2006) na základě studia vzorků z Jáchymova, La Creusaz (Švýcarsko) a Musunoi (Kongo) jako $\text{Cu}_{6.5}[(\text{UO}_2)_4\text{O}_4(\text{SO}_4)_2](\text{OH})_5 \cdot 25\text{H}_2\text{O}$, náležející k zippeitové skupině. Typové vzorky pseudojohannitu z Jáchymova pocházejí ze slavného nálezů alterované čocky uraninitu na patře 90 m jámy Jiřina, na žíle 2A (západní část jáchymovského revíru), kde se minerál vyskytl ve formě práškovitých, mikrokystalických, nicméně bohatých agregátů, olivově zelené barvy (obr. 25). Pseudojohannit se zde vyskytl s daleko nápadnějším johannitem, magnesiozippeitem, rabejacitem a fází blízkou sejkoraitem-(Y). Práškový charakter vzorků neumožnil plné stanovení krystalové struktury na základě RTG difrakce, nicméně právě tyto agregáty z typového materiálu byly využity pro Rietveldovo zpřesnění struktury z vysokorozlišených práškových synchrotronových dat. Plášil et al. (2012c) pak na základě RTG difrakčního studia monokrystalu pseudojohannitu z Utahu (USA) podal úplný popis krystalové struktury tohoto minerálu a redefinoval chemický vzorec jako $\text{Cu}_3(\text{OH})_2[(\text{UO}_2)_4\text{O}_4(\text{SO}_4)_2](\text{H}_2\text{O})_{12}$. Také bylo prokázáno pomocí Rietveldova zpřesnění, že krystalová struktura jáchymovského pseudojohannitu je ekvivalentní se strukturou pseudojohannitu z Utahu. Poslední, velmi bohatý nález pseudojohannitu v Jáchymově byl učiněn na Červené žíle, patro Daniel dolu Rovnost, kde byl minerál nalezen v asociaci s dalšími supergenními mi-

nerály uranily, zejména sulfáty sejkoraitem-(Y), rabejacitem, marécottitem a zippeitem (Plášil et al. 2014e). Tento nález také poskytl unikátní krystalovaný pseudojohannit (obr. 26), který byl využit pro monokrystalovou difrakční analýzu (J. Plášil, *nepublikovaná data*). Podle nich je jáchymovský pseudojohannit strukturně ekvivalentní pseudojohannitu z Utahu studovaného Plášilem et al. (2012c) s mřížkovými parametry (pro prostorovou grupu $P-1$) $a = 8.6653(4)$, $b = 8.8499(5)$ Å, $c = 9.9908(6)$, $\alpha = 72.103(6)$, $\beta = 70.512(5)^\circ$, $\gamma = 76.070(5)^\circ$, $V = 679.12(7)$ Å³.

Sejkoraite-(Y) (IMA 2009-008)

Sejkoraite-(Y) byl jako nový minerál popsán Plášilem et al. (2011a) v materiálu pocházejícím z Červené žíly na úrovni štoly Daniel dolu Rovnost I v západní části jáchymovského rudního revíru, kde velmi vzácně vystupuje v asociaci s rabejacitem, Cu^{2+} bohatým rabejacitem, uranopilitem, zippeitem, pseudojohannitem, kuprosklo-



Obr. 25 Dva barevné typy drobně krystalického pseudojohannitu narůstající na alterovanou žilovinu; Červené žíly, důl Rovnost I (p. Daniel), Jáchymov; šířka obrázku 6 mm, foto B. Bureš.



Obr. 26 Skupiny dobře vyvinutých zelených krystalů pseudojohannitu s tmavě zeleným brochantitem a amorfními Fe-oxo/hydroxidy narůstají na alterovanou žilovinu; Červené žíly, důl Rovnost I (p. Daniel), Jáchymov; šířka obrázku 2.3 mm, foto P. Škácha.

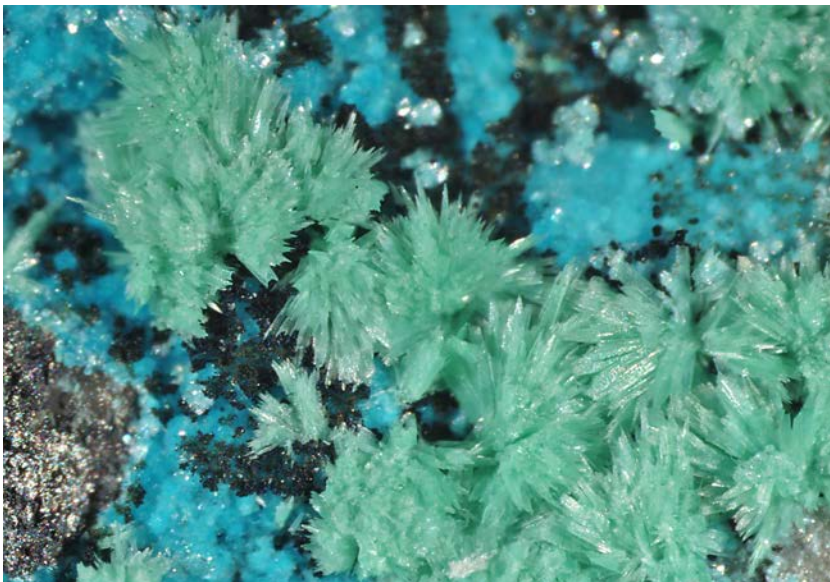
dowskitem a sádrovcem (Plášil et al. 2014e). Sejkoraite-(Y) vytváří dobře vyvinuté, obvykle mnohonásobně zdvojitělé, průsvitné až průhledné krystaly o velikosti do 1 mm žlutooranžové až oranžové barvy se silným skelným leskem (obr. 27 - 28). Jeho krystaly jsou velmi křehké s výbornou štěpností podle $\{100\}$, v krátko- i dlouhovlnném UV-záření bez pozorovatelné fluorescence. Ideální chemické složení sejkoraitem-(Y) lze vyjádřit vzorcem $\text{Y}_3(\text{OH})_2[(\text{UO}_2)_8\text{O}_7(\text{OH})(\text{SO}_4)_4] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$; reálně obsahuje minoritní izomorfní příměsy REE prvků (zejména Dy, Gd, Er, Yb a Sm). Jedná se o první člen skupiny zippeitu, ve kterém jako dominantní kationt vystupuje trojmocný prvek. Sejkoraite-(Y) je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 14.0743(6)$, $b = 17.4174(7)$, $c = 17.7062(8)$ Å, $\alpha = 75.933(4)^\circ$, $\beta = 128.001(5)^\circ$, $\gamma = 74.419(4)^\circ$ a $V = 2777.0(2)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 4.04$ g/cm³. Nazván byl na počest dr. Jiřího Sejkory (*1968), mineraloga Národního muzea v Praze; mimo jiné spoluautora po-



Obr. 27 Skupina žlutých tabulkovitých krystalů sejkoraitu-(Y) srůstající s čirými krystaly sádrovce; Červené žíly, důl Rovnost I, Jáchymov; šířka obrázku 2.3 mm, foto P. Škácha.



Obr. 28 Skupina žlutých tabulkovitých krystalů sejkoraitu-(Y) srůstající s čirým krystalem sádrovce; Červené žíly, důl Rovnost I, Jáchymov; šířka obrázku 1.3 mm, foto P. Škácha.



pisu více než 25 nových minerálních druhů, ve většině případů z oblasti jáchymovského rudního revíru.

Slavkovit (IMA 2004-038)

Minerální fáze odpovídající dnešnímu slavkovitu byla poprvé nalezena v opuštěném povrchovém lomu na Huberově pni v Krásně u Horního Slavkova, ale charakter tehdy nalezeného minerálu neumožňoval získat nezbytná data pro jeho uznání za nový minerální druh. Později byly na vzorcích pocházejících ze starých důlních prací na žíle Geschieber (patro Daniel dolu Svornost) v centrální části jáchymovského rudního revíru zjištěny dobře vyvinuté krystaly tohoto minerálu, na základě kterých byl popsán Sejkorou et al. (2010b) jako nový minerál. Slavkovit se v Jáchymově vyskytuje jako povlaky tvořené bledě zelenými růžicovitými agregáty o průměru do 1 mm (obr. 29) nebo jako izolované polokulovité agregáty o velikosti do 5 mm (obr. 30). Jednotlivé krystaly slavkovitu jsou jehlicovité až stébelnaté, o délce do 1 mm, a jsou bezbarvé se zelenavým odstínem. V Jáchymově v asociaci se slavkovitem vystupuje lavendulán, geminit, lindackerit a on-družit. Chemické složení slavkovitu lze vyjádřit pomocí ideálního vzorce $\text{Cu}_{13}(\text{AsO}_4)_6(\text{AsO}_3\text{OH})_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$, je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 6.408(3)$, $b = 14.491(5)$, $c = 16.505(8)$ Å, $\alpha = 102.87(3)^\circ$, $\beta = 101.32(5)^\circ$, $\gamma = 97.13(3)^\circ$ a $V = 1442(1)$ Å³, $Z = 1$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.05$ g/cm³. Slavkovit byl pojmenován podle místa výskytu, kde byl poprvé nalezen (Horní Slavkov), ačkoliv toto naleziště není jeho typovou lokalitou.

Štěpit (IMA 2012-006)

Štěpit byl popsán jako nový minerál Plášilem et al. (2013b) v materiálu pocházejícím z tzv. arsenové čočky, nalézající se na křížení žil Geschieber a Geier na 10. patře šachty Svornost v centrální části jáchymovského rudní-

Obr. 29 Bledě zelené růžicovité krystaly slavkovitu narůstající na žilovinu; žíla Geschieber, důl Svornost (p. Daniel) Jáchymov; šířka obrázku 3.2 mm, foto J. Sejkora.

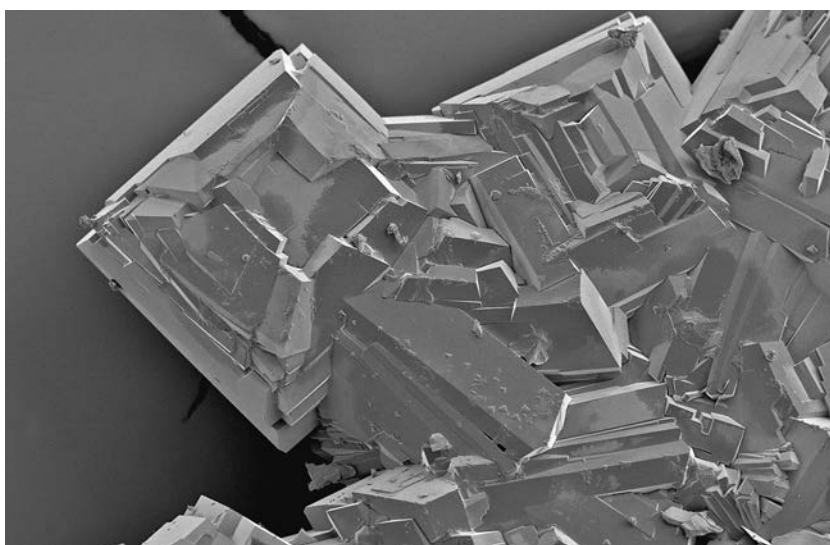
Obr. 30 Zelené polokulovité agregáty slavkovitu; žíla Geschieber, důl Svornost (p. Daniel) Jáchymov; šířka obrázky 4.1 mm, foto J. Sejkora.



ho revíru. Tato čočka představuje unikátní mineralogickou a zejména geochemickou anomálii s výskytem extrémně kyselé důlní vody s dosud nejvyššími koncentracemi As v roztoku na světě (Majzlan et al. v tisku). Tyto důlní vody vznikají zvětráváním ryzího As a žilných sulfidů v prostředí absence žilných karbonátů. Štěpit tvoří dokonale vyvinuté tabulkovité krystalky tetragonálního habitu (obr. 31), které porůstají ve formě povlaků a kůr zvětralý povrch ryzího As (obr. 32 - 33). Smaragdově zelené krystaly a jejich srostlice vzácně dosahují velikosti 1 mm. Štěpit je na vzorcích doprovázen vysokýtem a vzácně běhounekitem, z neuranových minerálů převládá arsenolit, claudetit, kaatialait a sádrovec. Chemické složení štěpitu je unikátní a souvisí se specifickými geochemickými podmínkami na místě výskytu, jedná se o hydratovaný kyselý arseničnan čtyřmocného uranu, $U^{4+}[AsO_3(OH)]_2(H_2O)_4$. Štěpit je tetragonální, prostorová grupa $I4_1/acd$, s mřížkovými parametry $a = 10.9894(1)$, $c = 32.9109(6)$ Å, $V = 3974.5(1)$ Å³, $Z = 16$ a $\rho_{calc} = 3.90$ g/cm³. Minerál je nazván na počest ing. Josefa Štěpa (1863 - 1926), vrchního horního a hutního správce jáchymovských dolů, „otce“ jáchymovských radonových lázní.

Švenekit (IMA 99-007)

Minerál o složení $Ca[AsO_2(OH)]_2$ byl poprvé zmíněn z Jáchymova pod označením „CAS“ Ondrušem et al. (1997b), výsledky dalšího výzkumu pak umožnily schválení tohoto minerálu pod jménem švenekit (IMA 99-007). Později byl krátká zpráva o výskytu švenekitu publikována Ondrušem et al. (2003c); kompletní popis s doplněním dalších dat včetně vyřešení jeho krystalové struktury na základě monokrystalových dat byl publikován až Ondrušem et al. (2013).



Obr. 31 Skupina tetragonálních krystalů štěpitu; žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázky 410 μm, SEM foto J. Plášil.

Obr. 32 Krystalické agregáty složené z dokonale vyvinutých krystalů štěpitu narůstající na zvětralý ryzí As společně s bělavým arsenolitem; žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.) Jáchymov; šířka obrázky 2.5 mm, foto P. Škácha.





Obr. 33 Drobně krystalické agregáty štěpitu narůstající na zvětralý ryzí As, žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.) Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto J. Sejkora.

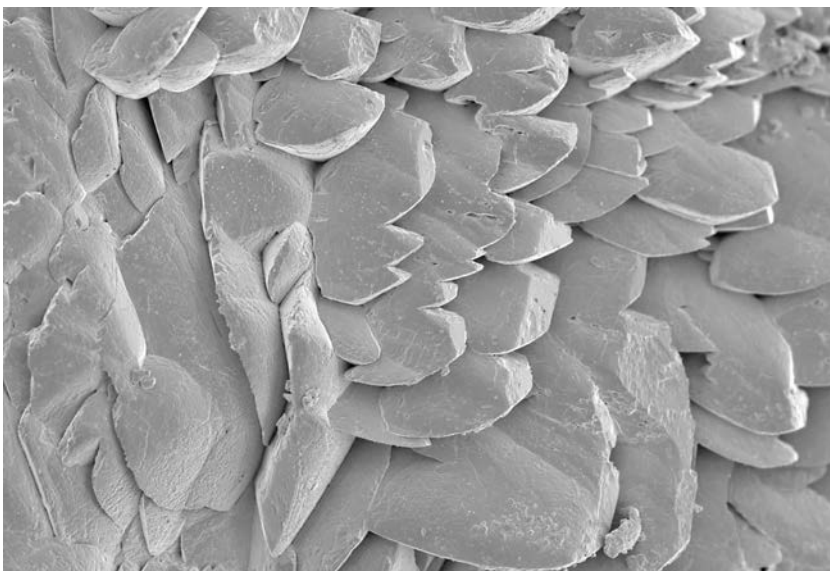
Švenekit byl nalezen na 12. patře dolu Svornost (žíla Geschieber, centrální část jáchymovského rudního revíru) v blízkosti radioaktivního pramene Běhounek (HG-1). Vytváří zde na granitických horninách průhledné bezbarvé povlaky se skelným leskem tvořené radiálně až růžicovitě uspořádanými agregáty o velikosti do 3 mm nebo průsvitné bílé krusty s jen matným leskem (obr. 34). Jednotlivé tenké tabulkovité až čočkovité krystaly nepřesahují velikost 150 μm (obr. 35). Ideální chemické složení švenekitu lze vyjádřit vzorcem $\text{Ca}[\text{AsO}_2(\text{OH})_2]_2$; je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 8.5606(5)$, $b = 7.6926(6)$, $c = 5.7206(4)$ Å, $\alpha = 92.605(6)^\circ$, $\beta = 109.9002(6)^\circ$, $\gamma = 109.9017(6)^\circ$ a $V = 327.48(4)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.26$ g/cm³. Pojmenován byl na počest mineraloga dr. Jaroslava Švenka (1927 - 1994), dlouholetého kurátora mineralogické sbírky Národního muzea.

Veselovskýit (IMA 2005-053)

Veselovskýit, jako Zn-dominantní člen superskupiny lindackeritu, byl jako nový minerál popsán Sejkorou et al. (2010a) v materiálu pocházejícím ze starých důlních prací po žíle Geister na dole Rovnost v západní části jáchymovského rudního revíru. Veselovskýit vytváří průsvitné až průhledné, bezbarvé až šedavě bílé (se slabým zeleným nebo namodralým odstínem), velmi křehké agregáty o velikosti do 8 mm (obr. 36) na trhlinách částečně zvětralé rudní žiloviny v asociaci s strašimiritem a amorfním modrým Cu arseničnanem. Jednotlivé krystaly veselovskýitu jsou stěbelnaté až slabě tabulkovité a jejich délka



Obr. 34 Čiré drobně krystalické agregáty a bílé krusty švenekitu narůstající na granitickou horninu, žíla Geschieber, důl Svornost (12. p.) Jáchymov; šířka obrázku 16 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 35 Tabulkovité až čočkovité krystaly švenekitu; žíla Geschieber, důl Svornost (12. p.), Jáchymov; šířka obrázku 210 μm , SEM foto J. Sejkora.

nepřevyšuje 1 mm; jsou průhledné se skelným leskem a vykazují výbornou štěpnost podle {001}. Ideální chemické složení veselovskýitu odpovídá vzorci $\text{ZnCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; Zn může být izomorfně zastupován zejména Cu, Co a Ni. Veselovskýit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 6.4022(4)$, $b = 8.0118(4)$, $c = 10.3665(4)$ Å, $\alpha = 85.491(3)^\circ$, $\beta = 79.377(4)^\circ$, $\gamma = 84.704(5)^\circ$ a $V = 519.34(4)$ Å³, $Z = 1$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.28$ g/cm³. Pojmenován byl na počest dr. Františka Veselovského (*1948), mineraloga České geologické služby (Praha), spoluautora mnoha odborných prací včetně popisů nových minerálních druhů jáchymovského rudního revíru.

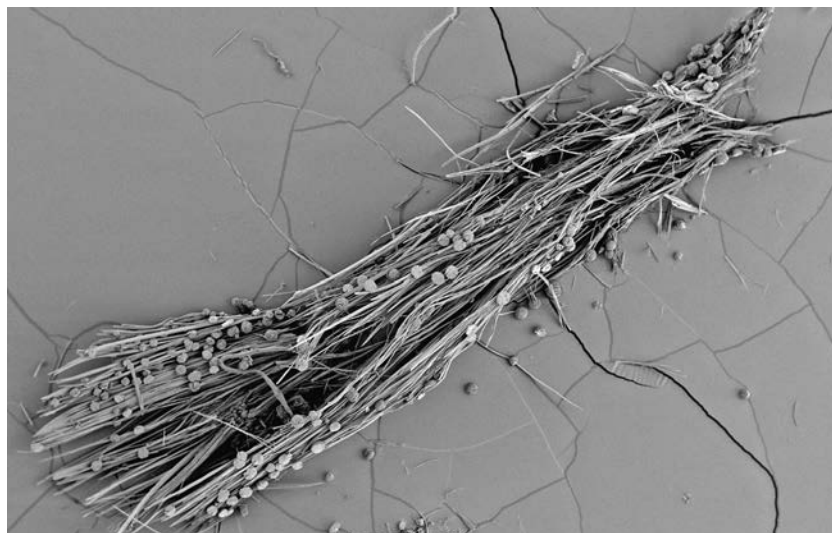
Vysokýit (IMA 2012-067)

Vysokýit je dalším extrémně vzácným hydratovaným arseničnanem čtyřmocného uranu, nalezeným v materiálu pocházejícím z tzv. arsenové čočky na 10. patře šachty Svornost a jako nový minerál byl popsán Plášilem et al. (2013e). Vysokýit tvoří plstnaté až vláskovité agregáty tenké jehlicovitých krystalů, často značně zprohýbaných, narůstajících na alterovaný povrch ryzího As (obr. 37). Jen velmi vzácně byl nalezen ve formě dokonale vyvinutých jehlicovitých krystalů, světle zelené barvy, dosahující velikosti kolem 0.5 mm (obr. 38). Vysokýit je na vzorcích doprovázen štěpitem, který jej často porůstá a pseudomorfuje, dále byl v asociaci zjištěn arsenolit, claudetit, kaatialait a sádrovec. Ideální chemické složení vysokýitu odpovídá vzorci, $\text{U}^{4+}[\text{AsO}_2(\text{OH})_{24}](\text{H}_2\text{O})_4$. Vysokýit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 10.749(2)$, $b = 5.044(3)$, $c = 19.1778(7)$ Å, $\alpha = 89.872(15)^\circ$, $\beta = 121.534(15)^\circ$, $\gamma = 76.508(15)^\circ$, $V = 852.1(6)$ Å³, $Z = 2$ a $\rho_{\text{calc}} = 3.34$ g/cm³. Minerál je nazván na počest ing. Arnošta Vysokého (1823 - 1872), c.k. vrchního hutního prubíře, nástupce ing. Patery ve funkci ředitele jáchymovské továrny na uranové barvy a význačného chemického odborníka.

Obr. 38 Dokonale vyvinuté jehlicovité krystaly vysokýitu, narůstající s arsenolitem na zvětralý ryzí As, žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 36 Průhledné namodralé krystalické agregáty veselovskýitu se světle zelenými polokulovitými agregáty strašimiritu, žíla Geister, důl Rovnost I, Jáchymov; šířka obrázku 2.3 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 37 Krystalický agregát dlouze jehlicovitých krystalů vysokýitu s narůstajícími krystalickými kulovitými agregáty štěpitu; žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázku 3.2 mm, SEM foto J. Plášil.



Nové minerální druhy pro jáchymovský rudní revír

Bayleyit $Mg_2[(UO_2)(CO_3)] \cdot 18H_2O$

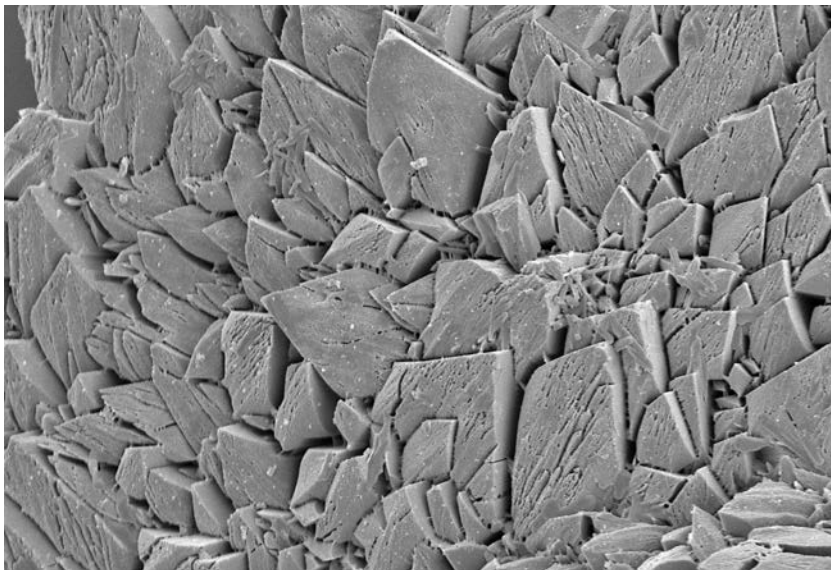
Bayleyit byl nedávno identifikován (Škácha et al. 2014b) na jediném vzorku pocházejícím z překopu 3. patra šachty Barbora v blízkosti jámy Jiřina v západní části jáchymovského rudního revíru. Minerál tvoří na vzorku o velikosti cca $5 \times 4 \times 1$ cm až 3 mm velké agregáty žluté barvy, složené z drobných, nedokonale vyvinutých, krystalů s typickým skelným leskem. Bayleyit je svým vzhledem velmi podobný liebigitu, od kterého se liší zejména světle žlutou barvou se zelenkavým tónem; nalezem byl v asociaci s dalšími karbonáty a sírany uranu, a to se schrockingeritem, liebigitem, rabbittitem a natrozipeitem. Bayleyit je monoklinický, prostorová grupa $P2_1/a$, s mřížkovými parametry $a = 26.535(1)$, $b = 15.244(2)$, $c = 6.497(3)$ Å, $\beta = 92.942(10)^\circ$ a $V = 2624.5(13)$ Å³.

Burgessit $Co_2(H_2O)_4[AsO_3(OH)]_2 \cdot H_2O$

Ni-bohatý burgessit byl dosud zjištěn pouze na jediném historickém muzejním vzorku (Sejkora, Macek 2014), takže bližší údaje o lokalizaci nálezů v oblasti jáchymovského rudního revíru bohužel chybí. Burgessit vytváří polokulovité agregáty o velikosti do 0.8 mm (obr. 39) srůstající do nevelkých skupin s hladkým až drobně krystalickým povrchem, které jsou tvořeny radiálně srůstajícími dlouze prizmatickými krystaly o délce do 0.4 mm a průměru jen 10 - 30 µm (obr. 40). Povrch agregátů burgessitu je světle až nafialověle červený, na lomu jsou agregáty zřetelně světlejší, fialově růžové až načervenalé. V asociaci byly zjištěny hojně kúry amorfní červenofialové fáze (Co-Ni-Cu arseničnan) a místy i drobné zelené, slabě tabulkovité krystaly zeuneritu. Burgessit je monoklinický, prostorová grupa $P2_1/n$, s mřížkovými parametry $a = 4.672(1)$, $b = 9.281(2)$, $c = 12.606(3)$ Å, $\beta = 99.11(2)^\circ$ a $V 539.8(2)$ Å³. Nález burgessitu v Jáchymově je druhým potvrzeným výskytem tohoto minerálního druhu na světě.



Obr. 39 Polokulovité agregáty burgessitu se zřetelně krystalickým povrchem narůstající na amorfní červenofialovou fázi; Jáchymov, šířka obrázku 5.2 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 40 Krystaly na povrchu polokulovitých agregátů burgessitu; Jáchymov, šířka obrázku 180 µm, SEM foto J. Sejkora.

Deliensit $Fe(UO_2)_2(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 7H_2O$

Deliensit byl identifikován v Jáchymově na celé řadě vzorků v asociaci s dalšími sírany uranuly. Kompletní mineralogickou studií, včetně popisu krystalové struktury, podává v souhrnné práci Plášil et al. (2012d). Deliensit v Jáchymově často tvoří bohaté krystalické agregáty šedé až šedohnědé barvy (obr. 41), složené z tabulkovitých krystalů, dosahujících velikosti maximálně 0.5 mm. Jednotlivé krystaly mají silný skelný lesk, bývají dobře vyvinuté a mají výrazný ortorombický habitus (obr. 42). Agregáty deliensitu často pokrývají velké plochy vzorků, nezdědkakdy i několik cm². Deliensit často narůstá přímo na alterovaný uraninit v přítomnosti masivního či vtroušeného pyritu nebo markazitu. Deliensit se nejčastěji vyskytl v asociaci s johannitem, uranopilitem, zippeitem, magnesiozippeitem a vzácně také s uranyl karbonáty liebigitem a zelleritem. Zjištěn byl na vzorcích pocházejících z haldového materiálu poblíž tzv. šurfu Švýcar, z haldového materiálu na žíle Geister a neobvykle bohaté ukázky poskytl nález asociace uranyl sulfátů a karbonátů na žíle Johannes Evangelista na štole Daniel šachty Svornost. Deliensit je ortorombický, prostorová grupa $Pnn2$, s mřížkovými parametry $a = 15.8514(9)$, $b = 16.2478(7)$, $c = 6.8943(3)$ Å a $V = 1775.6(1)$ Å³.

Fourmarierit $Pb_{1-x}(UO_2)_4O_{3-2x}(OH)_{4+2x} \cdot 4H_2O$

Relativně hojný výskyt fourmarieritu byl zjištěn v oblasti žíly Jan Evangelista (Sejkora et al. 2013) ve středověké důlní chodbě cca 30 m od jejího křížení se slednou chodbou po žíle Růže z Jericha (patro Daniel

v jižní části důlního pole jámy Svornost). Nalezeny zde byly dva morfologicky a chemicky částečně odlišné typy této minerální fáze. Hojnější Pb-deficientní fourmarierit vytváří tmavě žlutooranžové až oranžové neprůhledné, jemně krystalické agregáty o velikosti do 2 mm na ploše až 0.5 x 1 cm, povrch agregátů je nepravidelně ledvinitý nebo jemně krystalický s drobnými tabulkovitými krystaly o velikosti do 20 μm . Vzácnější Pb-bohatší fourmarierit vytváří neprůhledné tmavě oranžově červené až oranžově hnědé agregáty o velikosti do 1 mm s lesklým, nepravidelně ledvinitým povrchem. V asociaci s fourmarieritem byl zjištěn sklodowskit, compreignacit a sádrovec. Fourmarierit je ortorombický, prostorová grupa $Bb2_1m$, s mřížkovými parametry $a = 14.025(2)$, $b = 16.469(3)$, $c = 14.623(2)$ Å, $V = 3378(2)$ Å³ (Pb-deficientní) a $a = 13.442(5)$, $b = 16.611(6)$, $c = 14.447(2)$ Å, $V = 3226(1)$ Å³ (Pb-bohatší).

Goudeyit $(\text{Al}, \text{Y})\text{Cu}_6(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

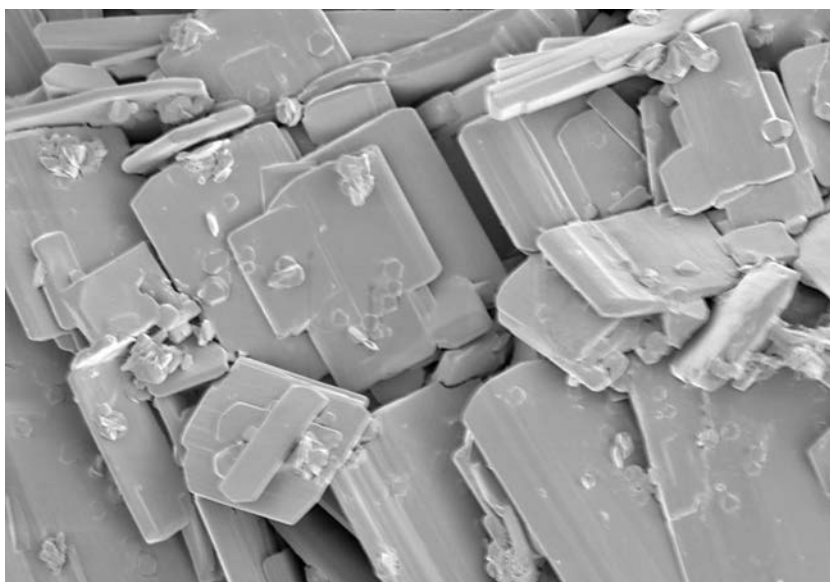
Minerály z řady agardit-(Y) - goudeyit byly nově zjištěny v haldovém materiálu z výchozových partiích Dušní žíly (Geister) v prostoru tzv. Bohaté nálezní jámy Hoffmannova léna v západní části jáchymovského rudního revíru (Plášil et al. 2014b). Vytváří zde krystalické agregáty složené z velmi drobných, světle zelených až zelenošedých tenké jehlicovitých krystalů o délce do 100 μm , které narůstají na metazeunerit; v asociaci vystupuje i metařujamunit a jarosit. Při podrobném studiu chemického složení bylo zjištěno, že v popisovaných agregátech převládá goudeyit nad agarditem-(Y), oba dva minerály ale evidentně vytvářejí izomorfní řadu s dokonalou substitucí Y+REE - Al.

Grimselit $(\text{K}, \text{Na})\text{Na}[(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Grimselit byl poprvé identifikován rentgenovou difrakční analýzou (J. Hloušek) při revizi starších sběrů pocházejících ze žíly Fluder (patro 90 m jámy Jiřina) v západní části jáchymovského rudního revíru. Výsledky jeho komplexního mineralogického studia včetně zpřesnění krystalové struktury pak byly publikovány Plášilem et al. (2012a). Ukázky grimselitu z Jáchymova jsou vysoce estetické, zejména ve srovnání se vzorky grimselitu z typové lokality Grimselpass v kantonu Bern ve Švýcarsku. Jáchymovský grimselit tvoří protažené, tlustě sloupcovité krystaly světle zelené až žlutozelené barvy, dosahující často velikosti několika mm (obr. 43 - 44), které pokrývají limonitizovanou žilovinu na plochách často i desítek cm². Nalezen byl v asociaci s čejkaitem. Grimselit je hexagonální, prostorová grupa $P-62c$, s mřížkovými parametry $a = 9.2507(1)$, $c = 8.1788(1)$ Å a $V = 606.14(3)$ Å³.



Obr. 41 Bohaté krystalické agregáty deliensitu narůstající na alterovaný uranit; halda Švýcar, Jáchymov, šířka obrázku 2.3 mm, foto P. Škácha.



Obr. 42 Tabulkovité krystaly deliensitu; Jáchymov, šířka obrázku 70 μm , SEM foto J. Sejkora.

Chalkoalunit $\text{CuAl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Chalkoalunit byl nově popsán Plášilem et al. (2014a) v materiálu z dědičné odvodňovací štoly Daniel poblíž jámy Rovnost I v západní části jáchymovského rudního revíru. Zjištěn zde byl v jižnější části Červené žíly (jižně od žíly Küh) poblíž výrazné žíly bazaltových hornin. Vytváří zde krystalické agregáty bělavé nebo špinavě modravě bílé barvy, které jsou tvořeny prizmatickými krystaly rozměrů v řádu jednotek μm protaženými podél osy c . Vystupuje v asociaci s jarositem, brochantitem, kuprosklodowskitem a sádrovcem; místy i s dalšími supergenními sírany. Chalkoalunit je monoklinický, prostorová grupa $P2_1/n$, s mřížkovými parametry $a = 10.24(1)$, $b = 8.938(8)$, $c = 17.09(2)$ Å, $\beta = 95.7(2)^\circ$ a $V = 1557(3)$ Å³.



Chalkonatronit $\text{Na}_2\text{Cu}(\text{CO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Chalkonatronit byl popsán Plášilem et al. (2013d) v materiálu pocházejícím z Dušní žíly (neboli Geister) v západní části jáchymovského rudního revíru. Tvoří zde srostlice modrozelených až blankytně modrých tabulkovitých krystalů (o velikosti do 1 mm) na puklinách žiloviny společně s čejkaitem. Chalkonatronit je monoklinický, prostorová grupa $P2_1/n$, s mřížkovými parametry $a = 9.699(4)$, $b = 6.098(3)$, $c = 13.792(6)$ Å, $\beta = 91.88(4)^\circ$ a $V = 815.3(4)$ Å³.

Klajit $\text{MnCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Klajit jako Mn-dominantní člen superskupiny lindackeritu byl poprvé popsán z lokality Recsk v Maďarsku Szakállem et al. (2011); jeho nález v Jáchymově (Plášil et al. 2014d) je druhým potvrzeným výskytem na světě. Byl zde zjištěn velmi vzácně v materiálu pocházejícím z žíly sv. Trojice při křížení s odžilkou žíly Geschieber na patře Daniel šachty Svornost v centrální části jáchymovského rudního revíru. Na vzorcích tvoří žlutozelené průhledné krystalické agregáty (obr. 45), které se svojí barvou nápadně podobají jednomu barevnému typu onduřitu.



Obr. 43 *Thustě sloupcovité krystaly grimselitu; žíla Fluder, důl Jiřina (p. 90 m), Jáchymov; šířka obrázku 1.1 mm, foto J. Sejkora.*



Obr. 44 *Sloupcovité nažloutle zelené krystaly grimselitu obrůstané žlutými jehličkovitými agregáty čejkaitu; žíla Fluder, důl Jiřina (p. 90 m), Jáchymov; šířka obrázku 3 mm, foto J. Sejkora.*

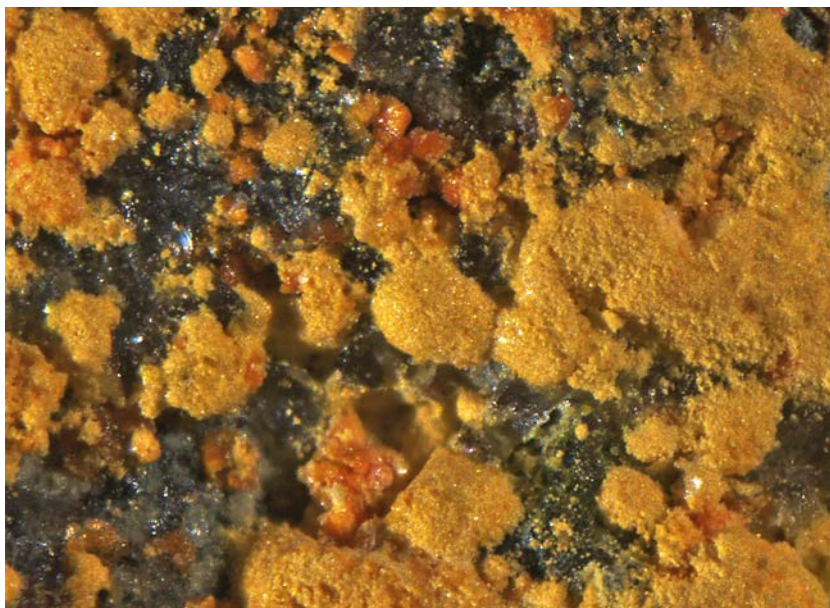
Obr. 45 *Světle zelené srostlice krystalů klajitu narůstají na alterovanou horninu. Jáchymov, důl Rovnost I (3. dušní patro); šířka obrázku 10 mm, foto P. Škacha*

Na vzorcích jej doprovází geminit, lavendulan, strašimirit, pikrofarmakolit a sádrovec. Tyto supergenní sub/recentně vzniklé minerály porůstají křemenou žilovinu se vtroušenými až místy masivními primárními minerály - zejména tennantitem a chalkopyritem, jejichž oxidačním zvětváním vznikly. Nově byl také zjištěn ve formě až 4 mm velkých srostlic bledě zelených až žlutozelených krystalů v dutině alterované žiloviny pocházející z 3. dušního patra jámy Rovnost I. Klajit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 6.4298(8)$, $b = 7.9716(8)$, $c = 10.707(2)$ Å, $\alpha = 85.737(12)$, $\beta = 80.994(13)$, $\gamma = 84.982(10)^\circ$ a $V = 538.85(14)$ Å³. Na základě zpřesnění krystalové struktury z monokrystalových difrakčních dat byl v klajitu potvrzen obsah 10 molekul H₂O, což je hodnota odpovídající členům skupiny ondušitu (jako součásti superskupiny lindackeritu), namísto původně udávaných 9 H₂O (Szakáll et al. 2011).

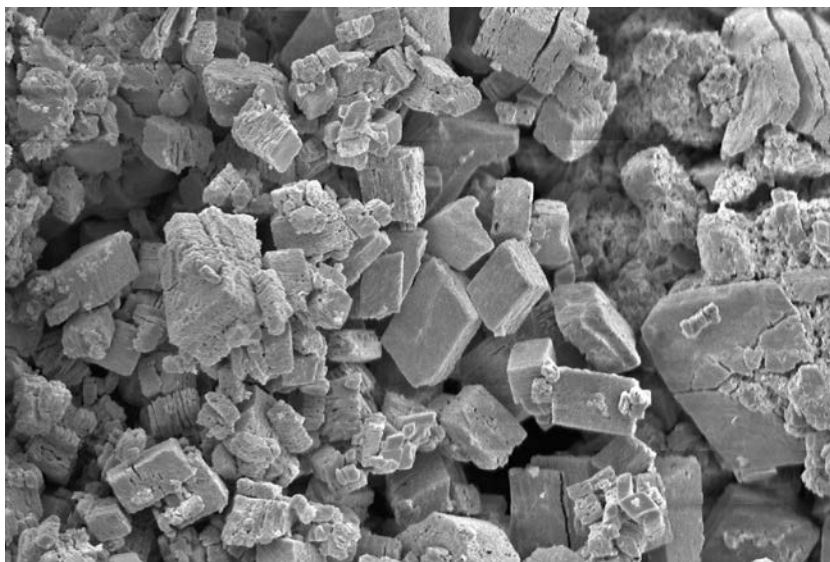
Kobaltozippeit $\text{Co}(\text{UO}_2)_2(\text{SO}_4)\text{O}_2 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$

Kobaltozippeit byl nalezen na několika vzorcích pocházejících ze severních partií žíly Geschieber na 10. patra šachty Svornost v centrální části jáchymovského rudního revíru. Tyto partie jsou dnes nepřístupné z důvodu existence vodní nádrže, která nadržuje čerpané vody z 12. patra dolu. Studované vzorky byly na těchto místech sbírány před zatopením. Kobaltozippeit tvoří sytě oranžové bohaté práškovité agregáty (obr. 46), pokrývající značnou plochu vzorků (několik cm²). Kobaltozippeit je mikrokrytalický, přičemž velikost srůstajících tabulkovitých krystalů, typického vzhledu pro zippeity, se pohybuje okolo 10 μm (obr. 47). Kobaltozippeit je na vzorcích doprovázen johannitem. Podrobné mineralogické studium není zcela dokončeno a bude naplnit samostatného článku.

Obr. 48 Velmi dobře vyvinuté tenké tabulkovité krystaly marécottitu, důl Vladimír, Jáchymov, šířka obrázku 120 μm, SEM foto J. Plášil.



Obr. 46 Oranžové drobně krystalické agregáty kobaltozippeitu, žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov; šířka obrázku 2.3 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 47 Částečně korodované krystaly kobaltozippeitu, žíla Geschieber, důl Svornost (10. p.), Jáchymov, šířka obrázku 110 μm, SEM foto J. Sejkora.





Obr. 49 Skupiny žlutých krystalických agregátů marécottitu narůstající na hematitizovanou žilovinu, důl Vladimír, Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 50 Modrozelené tabulkovité krystaly pradetitu narůstající na kóttigit společně s krystaly sádrovce, důl Rovnost I (3. dušní patro), Jáchymov; šířka obrázku 4 mm, foto P. Škácha.



Marécottit $\text{Mg}_3(\text{UO}_2)_8(\text{SO}_4)_4\text{O}_6(\text{OH})_2 \cdot 28\text{H}_2\text{O}$

Marécottit byl jako nový minerál popsán z lokality La Creuzas v kantonu Wallis ve Švýcarských Alpách Bruggerem et al. (2003). Marécottit náleží do skupiny zippeitu a od magnesiozippeitu se liší zejména obsahem hořčíku a hydratačním stavem. Ještě před uznáním a publikací nového minerálu byl marécottit jako nepojmenovaná fáze znám a popsán z Jáchymova Ondrušem et al. (1997b), což připomíná i původní článek Bruggera et al., týkající se marécottitu ze Švýcarska. Marécottit byl nověji potvrzen z jižních partií na žíle Jan Evangelista na patře Daniel dolu Svornost, odkud pocházela i část původních vzorků studovaných Ondrušem et al. (1997b). Zajímavá Cu-bohatá varieta marécottitu byla nově popsána z Červené žíly z patra Daniel dolu Rovnost (Plášil et al. 2014e) a ukázky krystalovaného marécottitu byly nalezeny na 3. patře jámy Vladimír (Plavno). Perfektně vyvinuté krystaly (obr. 48) sytě oranžové barvy, zde tvoří srostlice o velikosti až několika desetín milimetru (obr. 49) na puklinách jílovité hematitizované žilné výplně společně s magnesiozippeitem, novým K-Mn-minerálem skupiny zippeitu a fází blízkou blatonitu. Marécottit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 10.8084(2)$, $b = 11.2519(3)$, $c = 13.8465(3)$ Å, $\alpha = 66.222(2)$, $\beta = 72.424(2)$, $\gamma = 70.014(2)^\circ$ a $V = 1421.57(6)$ Å³.

Philipsbornit $\text{PbAl}_3(\text{AsO}_4)(\text{AsO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$

Minerály izomorfní řady philipsbornit - segnitit byly zjištěny v anomálně Pb-bohatém materiálu z pilíře opuštěné štoly v oblasti důlního pole Rovnost v západní části jáchymovského rudního revíru (Sejkora et al. 2011a). Vytváří zde šedavě bílé, žlutozelené až olivově zelené neprá-

Obr. 51 Hojně žluté polokulovité agregáty ruthefordinu na alterované žilovině, štola Giftkies, Jáchymov; šířka obrázku 4 mm, foto B. Bureš.

videlné mikrokrytalické krusty o velikosti do 1 cm v dutinách supergenně silně alterované křemenné žiloviny v asociaci s mimititem, cerusitem, anglesitem, wulfenitem, pyromorfitem a metazeuneritem. Philipsbornit je trigonální, prostorová grupa $R\bar{3}m$, s mřížkovými parametry $a = 7.068(7)$, $c = 17.0376(3)$ Å a $V = 732.2(7)$ Å³.

Pradetit $\text{CoCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

V průběhu studia minerálů superskupiny lindackeritu ze žíly Geister na 3. dušním patře jámy Rovnost I v západní části jáchymovského rudního revíru, byla část krystalických agregátů, srůstajících s hloušekitem, identifikována jako Co-Cu dominantní člen lindackeritové superskupiny - pradetit. Vzorek byl nalezen v tzv. lindackeritové dobyvce (Škácha et al. 2014a) a je tvořen silně alterovanou žilovinou se vtroušenou primární mineralizací (chalkopyrit, tennantit) porůstanou supergenními As-minerály, hloušekitem, lindackeritem a babánekitem. Pradetit tvoří modrozelené tabulkovité krystaly se skelným leskem a jejich agregáty do velikosti až 2 mm (obr. 50). Mineralogické studium tohoto minerálu ještě nebylo zcela ukončeno.

Ruthefordin $(\text{UO}_2)_2\text{CO}_3$

Ruthefordin byl popsán Sejkorou et al. (2004) v materiálu z historické štoly Giftkies v severní části jáchymovského rudního revíru. Vytváří zde duté kulovité agregáty o průměru v rozmezí 0.05 - 1 mm; jejich povrchová vrstva je tvořena velmi nedokonale vyvinutými tabulkovitými krystaly o velikosti jen 7 - 10 µm, směrem do centra agregátů dosahuje velikost krystalů 20 - 30 µm. Barva agregátů ruthefordinu je světle pastelově žlutá (obr. 51) a vykazují jen nezřetelný zemitý až matný lesk; v asociaci byly zjištěny jen jasně až naoranžověle žluté kulovité agregáty compregnacitu. Ruthefordin je ortorombický, prostorová grupa $Im\bar{m}2$, s mřížkovými parametry $a = 4.837(1)$, $b = 9.203(2)$, $c = 4.295(2)$ Å a $V = 191.15(7)$ Å³.

Saléit $\text{Mg}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Saléit byl nedávno popsán (Sejkora et al. 2012) z odvalu „Zimní Eliáš“ nacházejícím se na jv. svahu Eliášského údolí v západní části jáchymovského rudního revíru. Na tento odval byl postupně deponován materiál z jam Eliáš a Jiřina, stejně jako štoly Fluder. Saléit byl zjištěn v drobných dutinách a trhlinách silně limonitizované žiloviny s křemennými žilkami, alterovaným uraninitem, *uranovými černěmi*, drobnými plíšky ryzího stříbra, nálety zeleného brochantitu, jasně žlutými nepravidelnými agregáty minerálu řady fosfuranylit - dewindtit a zelenými dipyramidálními nebo hruběji tabulkovitými krystaly As-bohatého metatorbernit. Saléit zde vystupuje ve dvou morfologických formách, nejčastěji tvoří na trhlinách limonitizované žiloviny nepravidelné krémově žluté agregáty až povlaky o velikosti do 3 - 5 mm, které jsou tvořeny nepravidelně srůstajícími velmi drobnými tabulkovitými krystaly. Vzácněji byly v drobných dutinách alterované žiloviny pozorovány dobře vyvinuté, protáhle tabulkovité, prů-

svitné, světle žluté až žluté krystaly o velikosti do 0.5 mm s perleťovým až skelným leskem, které srůstají do malých skupin nebo radiálně uspořádaných agregátů (obr. 52). V krátkovlnném UV záření vykazuje velmi intenzivní jasně žlutozelenou fluorescenci bez dosvitových efektů; v dlouhovlnném záření je barva fluorescence stejná, ale její intenzita výrazně nižší. V chemickém složení saléitu se vedle dominantního Mg objevují i minoritní izomorfní obsahy Ca, Fe a Cu; v aniontu je P částečně nahrazen As. Saléit je monoklinický, prostorová grupa $P2_1/c$, s mřížkovými parametry $a = 7.018(7)$, $b = 19.961(4)$, $c = 9.968(7)$ Å, $\beta = 135.27(3)^\circ$ a $V = 983(2)$ Å³.

Segnitit $\text{PbFe}_3(\text{AsO}_4)(\text{AsO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$

Minerály izomorfní řady philipsbornit - segnitit byly zjištěny v anomálně Pb-bohatém materiálu z pilíře opuštěné štoly v oblasti důlního pole Rovnost v západní části jáchymovského rudního revíru (Sejkora et al. 2011a). Vytváří zde šedavě bílé, žlutozelené až olivově zelené nepravidelné mikrokrytalické krusty o velikosti do 1 cm v dutinách supergenně silně alterované křemenné žiloviny v asociaci s mimititem, cerusitem, anglesitem, wulfenitem, pyromorfitem a metazeuneritem. Segnitit je trigonální, prostorová grupa $R\bar{3}m$, s mřížkovými parametry $a = 7.320(4)$, $c = 17.1332(2)$ Å a $V = 795.0(5)$ Å³.

Sengierit $\text{Cu}_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Minerální fáze pravděpodobně náležející sengieritu byla nově určena z oblasti Červených žil na patře Daniel v blízkosti dolu Rovnost v západní části revíru (Plášil et al. 2014e). Vystupuje zde jako zelené mikrokrytalické agregáty o velikosti do 3 mm srůstající s bledě žlutým tujamunitem; v asociaci byly zjištěny výskyty jarositu, brochantitu a amorfni Cu minerál. Podle rentgenových práškových dat je tato fáze monoklinická, prostorová grupa $P2_1/a$, s mřížkovými parametry $a = 10.61(4)$, $b = 8.09(3)$, $c = 10.04(5)$ Å, $\beta = 102.98(5)^\circ$ a $V = 840(6)$ Å³. Při studiu jeho chemického složení byl zjištěn výrazný deficit Cu (jen polovina teoretického obsahu), nelze tedy vyloučit i možnost, že by se mohlo jednat o novou minerální fázi.



Obr. 52 Radiálně uspořádaný agregát tabulkovitých krystalů saléitu narůstající na silně alterované žilovinu, halda Zimní Eliáš, Jáchymov; šířka obrázku 2.3 mm, foto P. Škácha.



Obr. 53 Žluté drobně krystalické agregáty compreignacitu, žíla Jan Evangelista, důl Svornost (p. Daniel), Jáchymov; šířka obrázku 3.8 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 54 Světle růžové jemně krystalické agregáty köttigitu narůstající na tmavě růžově fialový köttigit, důl Svornost (p. Daniel), Jáchymov; šířka obrázku 5 mm, foto B. Bureš.



Nová data pro vybrané minerální druhy jáchymovského rudního revíru

Compreignacit $K_2[(UO_2)_3O_2(OH)_3]_2 \cdot 7H_2O$

Výskyt compreignacitu v jáchymovském rudním revíru uvádí již Ondruš et al. (1997a); nověji byly podrobně studovány jeho výskyty na žíle Jan Evangelista a v oblasti Červených žil. Relativně hojný výskyt compreignacitu byl zjištěn v oblasti žíly Jan Evangelista (Sejkora et al. 2013) ve středověké důlní chodbě cca 30 m od jejího křížení se slednou chodbou po žíle Růže z Jericha (patro Daniel v jižní části důlního pole jámy Svornost). Vytváří zde neprůhledné, jasně žluté až naoranžověle žluté nepravidelné až hroznovité agregáty o velikosti do 3 mm (obr. 53), které vystupují na plochách až 1 x 1 cm. Povrch jeho agregátů je ledvinitý nebo drobně krystalický s prizmatickými krystaly o velikosti do 20 μm . Další nově studovaný výskyt pochází z oblasti Červených žil na patře Daniel v blízkosti dolu Rovnost v západní části revíru (Plášil et al. 2014e). Compreignacit zde patří ke vzácnějším druhům, tvoří krémově oranžové až oranžové, kulovité až nepravidelné agregáty o velikosti do 1 mm; pro jeho chemické složení jsou charakteristické zvýšené obsahy Cu. Compreignacit je ortorombický, prostorová grupa *Pnnm*, s mřížkovými parametry $a = 14.847(2)$, $b = 7.212(1)$, $c = 12.151(4)$ Å a $V = 1301.1(3)$ Å³ (Jan Evangelista).

Köttigit $Zn_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$

Výskyty köttigitu, Zn-dominantního člena skupiny vivianitu, jsou v jáchymovském rudním revíru známy již delší dobu (Ondruš et al. 1997a). Nově byl studován nález Mn-bohatého köttigitu (Sejkora et al. 2014) v oblasti žil Marie - Geyer, na patře Daniel dolu Svornost v centrální části jáchymovského rudního revíru. Vytváří zde dva morfologické typy: köttigit I se vyskytuje jako bohaté krystalické povlaky (na ploše až 150 cm²) světle růžové barvy (obr. 54),

Obr. 55 Skupiny tmavě růžově fialových krystalů köttigitu, důl Svornost (p. Daniel), Jáchymov; šířka obrázku 8 mm, foto B. Bureš.

složené z velmi křehkých agregátů o velikosti do 2 mm vzhledu poloroztáženého vějíře. Vzácnější köttigit II je výrazně sytě červenofialový až karminový, agregáty jsou průsvitné s nevýrazným kolébavým leskem; krystaly pak průsvitné až průhledné s intenzivním skelným leskem (obr. 55). Köttigit je monoklinický, prostorová grupa $C2/m$, s mřížkovými parametry $a = 10.283(1)$, $b = 13.448(1)$, $c = 4.7761(6)$ Å, $\beta = 105.18(1)^\circ$, $V = 637.4(1)$ Å³ (köttigit I) a $a = 10.272(2)$, $b = 13.451(1)$, $c = 4.773(1)$ Å, $\beta = 105.18(1)^\circ$, $V = 636.4(2)$ Å³ (köttigit II).

Metakirchheimerit $\text{Co}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

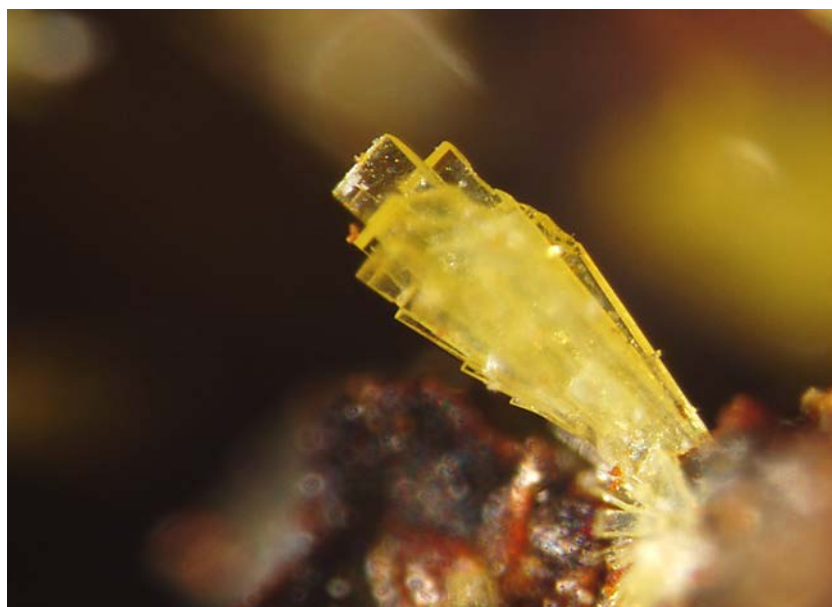
Výskyt metakirchheimeritu bez uvedení bližších analytických dat je z Jáchymova uváděn Ondrušem et al. (2003c). Nově byl podrobně studován nález metakirchheimeritu ze žíly Jan Evangelista štolového patra dolu Svornost v centrální části jáchymovského revíru (Plášil et al. 2009a). Vytváří zde velmi křehké, výborně štěpné, světle růžové až šedorůžové tenké tabulkovité krystaly o velikosti do 0.1 mm srůstající do nevelkých (2 mm) krystalických agregátů a povlaků (obr. 56) na karbonátové žilovině s rozptýlenými zrny primární mineralizace (skutterudit, uraninit a arsenopyrit). V jeho chemickém složení se vedle dominantního Co objevují i minoritní obsahy zejména Mg a v menší míře i Ni, Zn a Fe. Metakirchheimerit je triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 7.210(4)$, $b = 9.771(6)$, $c = 13.252(9)$ Å, $\alpha = 75.39(4)$, $\beta = 83.94(6)$, $\gamma = 81.88(6)^\circ$ a $V = 892(1)$ Å³.

Metaťujamunit $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

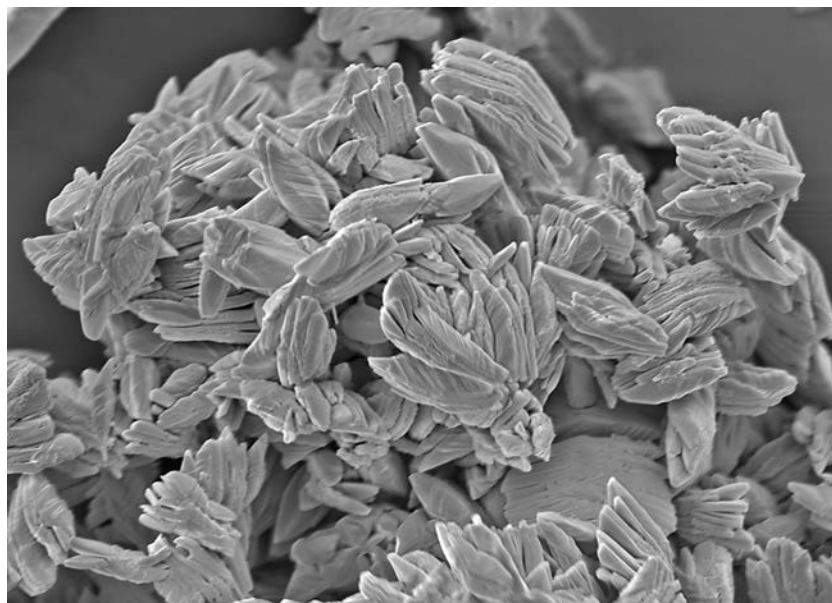
Výskyt metaťujamunitu v Jáchymově je zmiňován již Ondrušem et al. (1997a); nově byl podrobně studován výskyt neobvykle bohatých akumulací metaťujamunitu v asociaci s minerály mixitové skupiny (agardit-(Y) a goudeyit), metazeuneritem a jarositem v materiálu z hald na výchozových partiích Dušní žíly (Geister) v prostoru tzv. Bohaté nálezné jámy Hoffmannova léna v západní



Obr. 56 Agregáty tabulkovitých krystalů metakirchheimeritu narůstající na žilovinu, Jáchymov; šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 57 Skupina žlutých dlouze tabulkovitých krystalů parsonsite, výchozová partie Červených žil, Jáchymov; šířka obrázku 0.8 mm, foto J. Sejkora.



Obr. 58 Krystaly vytvářející práškovité agregáty rabejacitu, Červená žíla, důl Rovnost I (p. Daniel), Jáchymov, šířka obrázku 60 μm, SEM foto J. Plášil.

části jáchymovského rudního revíru (Plášil et al. 2014b). Metařamunit zde vytváří krystalické agregáty žluté až žlutooranžové barvy pokrývající plochu několika cm², které jsou složeny ze srůstajících tabulkovitých krystalů o velikosti do 10 μm. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny neobvykle vysoké minoritní obsahy Pb dosahující až 0.28 apfu. Metařamunit je ortorombický, prostorová grupa *Pman*, s mřížkovými parametry $a = 10.615(8)$, $b = 8.399(5)$, $c = 16.824(3)$ Å a $V = 1500(1)$ Å³.

Mimetit $Pb_5(AsO_4)_3Cl$

Ojedinělý výskyt mimetit v Jáchymově zmiňují již Ondruš et al. (2003a); nověji byl podrobně studován bohatý výskyt této minerální fáze zjištěný v anomálně Pb-bohatém materiálu z pilíře opuštěné stoly v oblasti důlního pole

Rovnost v západní části jáchymovského rudního revíru (Sejkora et al. 2011a). Mimetit zde vytváří šedavě bílé, jemně krystalické agregáty na ploše až 1 cm² narůstající na povrchu supergenně silně alterované žiloviny. Jednotlivé krystaly mimetitů jsou představovány průhlednými bezbarvými ohebnými vlákny o délce do 1 mm a průměru jen do 10 μm. Mimetit zde vystupuje v asociaci s minerály řady philipsbornit - segnitit, cerusitem, anglesitem, wulfenitem, pyromorfitem a metazeuneritem; popisovaná asociace vznikla jako produkt dlouhodobého *in-situ* zvětvávání v přípovrchových podmínkách. Na základě monokrystalových difrakčních dat bylo ověřeno, že studovaný mimetit je hexagonální, prostorová grupa $P6_3/m$, s mřížkovými parametry $a = 10.2373(6)$, $c = 7.4257(4)$ Å a $V = 673.97(7)$ Å³.



Obr. 59 Žluté červíkovité agregáty rabejacitu v asociaci s bezbarvým sádrovcem; důl Vladimír (3. p), Jáchymov, šířka obrázku 2.5 mm, foto P. Škácha.



Obr. 60 Mikrokrystalické agregáty sklodowskitu, žíla Jan Evangelista, důl Svornost (p. Daniel), Jáchymov; šířka obrázku 1.8 mm, foto J. Sejkora.

Parsonsit $Pb_2(UO_2)(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$

Parsonsit je z Jáchymova popisován již Ondrušem et al. (1997a); nověji byl podrobně studován materiál pocházející z výchozových partií žilného systému Červených žil severně od dolu č. 14 (Plášil et al. 2009b). Parsonsit se zde vyskytuje jako krystalické agregáty skládající se z dlouze prizmatických, průsvitných až průhledných krystalů žlutooranžové až oranžové barvy o délce do 2 mm (obr. 57). Vystupuje v asociaci s krystalickými agregáty metatorbernitů a černými, pravděpodobně amorfními, Fe oxid-hydroxidy. V jeho chemickém složení byly v aniontu zjištěny vedle dominantního P i zvýšené obsahy As (hallimonditové komponenty) a byl ověřen předpokládaný obsah 2 molekul H₂O. Parsonsit je triklinický, prostorová grupa *P-1*, s mřížkovými parametry $a = 6.860(2)$, $b = 10.404(3)$, $c = 6.665(3)$ Å, $\alpha = 101.46(3)$, $\beta = 98.30(3)$, $\gamma = 86.29(2)^\circ$ a $V = 461.0(3)$ Å³.

Rabejacit $Ca_2(UO_2)_4(SO_4)_2O_4 \cdot 9H_2O$

Rabejacit byl na historickém vzorku z jáchymovského rudního revíru zjištěn již Ondrušem et al. (1997a). Nový materiál pro podrobné studium poskytly výskyty v oblasti Červených žil na patře Daniel v blízkosti dolu Rovnost v západní části revíru (Plášil et al. 2014e). Rabejacit je na tomto místě relativně hojným minerálem, obvykle vytváří jemně krystalické agregáty a povlaky žluté až žlutooranžové barvy složené z čočkovitých krystalů o velikosti jen několika μm (obr. 58). Vzácněji zde byly nalezeny i krystaly o velikosti až do 0.3 - 0.5 mm (obr. 59). Rabejacit narůstá na silně supergenně alterovaném povrchu žiloviny, v asociaci byly zjištěny uranopilit a sádrovec. Na stejném místě byly velmi vzácně zjištěny výskyty neobvykle Cu²⁺ bohatého rabejacitu, který vytváří krystalické agregáty složené ze silně skelně lesklých tabulkovitých krystalů zelenavě žluté

až světle zelené barvy o velikosti do 0.5 mm; v asociaci byl zjištěn sejkorait-(Y), zippeit a kuprosklodowskit; nelze vyloučit, že se v případě této minerální fáze jedná o nový minerální druh. Na základě monokrystalových difrakčních dat (Plášil et al. 2014e) je rabejacit triklinický, prostorová grupa $P-1$, s mřížkovými parametry $a = 8.743(1)$, $b = 8.309(3)$, $c = 8.869(1)$ Å, $\alpha = 77.86(2)$, $\beta = 104.64(1)$, $\gamma = 82.94(2)^\circ$ a $V = 598.8(3)$ Å³.

Sklodowskit $Mg(UO_2)_2(SiO_3OH)_2 \cdot 6H_2O$

Sklodowskit byl z Jáchymova popisován Ondrušem et al. (1997a); nověji byl podrobně studován relativně hojný výskyt jeho bohatých agregátů z oblasti žíly Jan Evangelista (Sejkora et al. 2013) nalezených ve středověké důlní chodbě cca 30 m od jejího křížení se slednou chodbou po žíle Růže z Jericha (patro Daniel v jižní části důlního pole jámy Svornost). Sklodowskit zde vytváří bohaté

bělavě žluté neprůhledné jemně krystalické agregáty na ploše až 2 x 3 cm (obr. 60); povrch jeho agregátů je tvořen nepravidelnými hroznovitými útvary o velikosti do 2 mm. Agregáty sklodowskitu jsou složeny z mikroskopických jehličkovitých krystalů o délce do 10 µm a síle jen 1 - 2 µm. V asociaci vystupují jehličkovité krystaly sádrowce, compregnacit a fourmarierit. Sklodowskit je monoklinický, prostorová grupa $C2/m$, s mřížkovými parametry $a = 17.36(1)$, $b = 7.054(4)$, $c = 6.619(5)$ Å, $\beta = 105.79(7)^\circ$ a $V = 780(1)$ Å³.

Soddyit $(UO_2)_2SiO_4 \cdot 2H_2O$

Soddyit byl dosud z Jáchymova zmíněn jen Kašparem (1959) jako vzácný světle hnědý až hnědý minerál mladší než kuprosklodowskit bez uvedení jakýchkoliv analytických dat. Nově byl soddyit velmi vzácně (jeden vzorek) nalezen v materiálu z oblasti Červených žil na patře Daniel v blízkosti dolu Rovnost v západní části revíru (Plášil et al. 2014e). Vytváří zde žluté práškovité povlaky a agregáty s voskovým až skelným leskem v asociaci s kuprosklodowskitem, které pokrývají plochu několika cm². Soddyit je ortorombický, prostorová grupa $Fddd$, s mřížkovými parametry $a = 8.301(2)$, $b = 11.229(2)$, $c = 18.657(4)$ Å a $V = 1731.1(7)$ Å³.

Zippeit $K_2(UO_2)_4(SO_4)_2O_2(OH)_2 \cdot 4H_2O$

K-dominantní člen skupiny zippeitu byl z Jáchymova popsán již v 19. století jako nový minerální druh. Je přitom relativně vzácný, obvykle zde převládají Mg- a Fe-dominantní členy (Ondruš et al. 2007a). Nově byly v jáchymovském revíru zjištěny lokálně hojnější výskyty zippeitu (obr. 61) v oblasti Červené žíly na patře Daniel dolu Rovnost I v západní části revíru (Plášil et al. 2010a, 2011c); žluté až sírově žluté mikrokystalické agregáty mladšího zippeitu zde částečně obrůstají starší generaci zippeitu, která je představována oranžovými tabulkovitými krystaly (do 0.25 mm) vytvářejícími agregáty o velikosti do 2 mm (Plášil et al. 2011c, 2014e). Na základě monokrystalových difrakčních dat (Plášil et al. 2011c) je zippeit monoklinický, prostorová grupa $C2/m$, s mřížkovými parametry $a = 8.7802(6)$, $b = 13.990(1)$, $c = 8.8630(6)$ Å, $\beta = 104.527(7)^\circ$ a $V = 1053.9(1)$ Å³.



Obr. 61 Žlutý zippeit na krystalech sádrowce, žíla Jan Evangelista, důl Svornost, Jáchymov, šířka obrázku 10 mm, foto B. Bureš.

Poděkování

Na tomto místě bychom rádi poděkovali prvnímu z autorů, předčasně zemřelému Janu Hlouškovi, neboť především on převážnou část výše uvedených minerálů nalezl a poskytl k výzkumu a má tak lví podíl na skutečnosti, že se vůbec podařilo tyto fáze důkladně vědecky popsat. Autoři dále děkují nepřeborné řadě lidí, jejichž výčet zde ani není možné uvést, za pomoc při laboratorních pracích spojených s náročným mineralogickým studiem velmi vzácných a často v laboratorních podmínkách nestabilních fází. Tato práce vznikla za finanční podpory Grantové agentury ČR v rámci postdoktorálního grantu 13-31276P pro JP a Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2014/01, 00023272) pro JS a PŠ.

Literatura

- Agricola G. (1530) Bermannus sive de re metallica dialogus. Frobenius, Basilej.
- Babánek F., Seifert A. (1893) Zur Geschichte des Bergbau- und Huttenbetriebes von Joachimsthal in Böhmen. *Berg- und Hütten. Jahrb. der k. k. Bergakademie zu Leoben und Pibram und königl. ungar. Bergakademie zu Schemnitz* 41, 63-154. Wien.
- Brugger J., Burns P. C., Meisser N. (2003) Contribution to the mineralogy of acid drainage of uranium minerals: Marécottite and the zippeite group. *Am. Mineral.* 88, 676-685.
- Brugger J., Wallwork K. S., Meisser N., Pring A., Ondruš P., Čejka J. (2006) Pseudojohannite from Jáchymov, Musonoï, and La Creusaz: A new member of the zippeite-group. *Am. Mineral.* 91, 929-936.
- Čejka J., Sejkora J., Plášil J., Bahfenne S., Palmer S. J., Frost R. L. (2010) Raman spectroscopic study of the uranyl carbonate mineral čejkaite and its comparison with synthetic trigonal $Na_4[UO_2(CO_3)_3]$. *J. Raman Spectrosc.* 41, 459-464.

- Halloway D. (1996) Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy, 1939-1956. *Yale University Press*, s. 480.
- Horák V. (1993) Paměti královského horního města Jáchymova a jeho stříbrných a uranových dolů. *MS, archiv Geofond, Praha, 1-113*.
- Kašpar J. (1959) Nerosty radioaktivních prvků, jejich vznik a vývoj. 1-156. *Praha*
- Kettner R. (1955) Jáchymov, jeho vznik, sláva a úpadek v 16. století. *Vesmír 34, 345-347. Praha*.
- Majer J. (1968) Těžba stříbrných rud v Jáchymově v 16. století. *Sborník Nár. techn. Muz. 5, 111-279. Praha*.
- Majzlan J., Plášil J., Škoda R., Gescher J., Koepler F., Rusznyak A., Kuesel K., Neu T. R., Mangold S., Rother J. (v tisku) Arsenic-rich acid mine water with extreme arsenic concentration: mineralogy, geochemistry, microbiology, and environmental implications. *Environ. Sci. Technol., přijato do tisku, DOI: 10.1021/es5024916*.
- Mathesius J. (1564) Sarepta oder Bergpostill. Chronica der Keyserlichen freyen Bergstadt Sanct Joachimsthal, der zuvor die Conradsgrün genent war. *Reprint Nár. techn. muz. Praha 1981 a Hornická Příbram ve vědě a technice, 5-403*.
- Mereiter K. (1984) The crystal structure of albrechtschraufite, $\text{Ca}_4\text{MgF}_2[(\text{UO}_2)_2(\text{CO}_3)_6] \cdot 17\text{H}_2\text{O}$. *Acta Crystallogr., A40 Supplement, C-247 (abstr.)*.
- Mereiter K. (2013) Description and crystal structure of albrechtschraufite, $\text{MgCa}_4\text{F}_2[(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3] \cdot 17-18\text{H}_2\text{O}$. *Mineral. Petrol. 107, 2, 179-188*.
- Ondruš P., Skála R., Plášil J., Sejkora J., Veselovský F., Čejka J., Kallistová A., Hloušek J., Fejfarová K., Škoda R., Dušek M., Gabašová A., Machovič V., Lapčák L. (2013) Švenekite, $\text{Ca}[\text{AsO}_2(\text{OH})_2]_2$, a new mineral from Jáchymov, Czech Republic. *Mineral. Mag. 77, 2711-2724*.
- Ondruš P., Skála R., Veselovský F., Sejkora J., Vitti C. (2003a) Čejkaite, the triclinic polymorph of $\text{Na}_4(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3$ - a new mineral from Jáchymov, Czech Republic. *Am. Mineral. 88, 686-693*.
- Ondruš P., Veselovský F., Hloušek J., Skála R., Vavřín I., Frýda J., Čejka J., Gabašová A. (1997a) Secondary minerals of the Jáchymov (Joachimsthal) ore district. *J. Czech Geol. Soc. 42, 3-76*.
- Ondruš P., Veselovský F., Skála R., Císařová I., Hloušek J., Frýda J., Vavřín I., Čejka J., Gabašová A. (1997b) New naturally occurring phases of secondary origin from Jáchymov (Joachimsthal). *J. Czech Geol. Soc. 42, 77-107*.
- Ondruš P., Veselovský F., Gabašová A., Hloušek J., Šrein V. (2003b) Geology and hydrothermal vein system of the Jáchymov (Joachimsthal) ore district. *J. Czech Geol. Soc. 48, 3-18*.
- Ondruš P., Veselovský F., Gabašová A., Hloušek J., Šrein V. (2003c) Supplement to secondary and rock-forming minerals of the Jáchymov ore district. *J. Czech Geol. Soc. 48, 149-155*.
- Ondruš P., Veselovský F., Gabašová A., Hloušek J., Šrein V., Vavřín I., Skála R., Sejkora J., Drábek M. (2003d) Primary minerals of the Jáchymov ore district. *J. Czech Geol. Soc. 48, 19-147*.
- Ondruš P., Veselovský F., Gabašová A., Drábek M., Dobeš P., Malý K., Hloušek J., Sejkora J., (2003e) Ore forming processes and mineral parageneses Jáchymov ore district. *J. Czech Geol. Soc. 48, 157-192*.
- Petrášová L. (1994) Věžeňské tábory v Jáchymovských uranových dolech 1949-1961. *In: Sborník archivních prací, č. 2, 333-445*.
- Plášil J., Čejka J., Sejkora J., Hloušek J., Goliáš V. (2009a) New data for metakirchheimerite from Jáchymov (St. Joachimsthal), Czech Republic. *J. Geosci. 54, 373-384*.
- Plášil J., Čejka J., Sejkora J., Škácha P. (2009b) The question of water content in parsonsite: a model case - occurrence at the Červené žíly vein system, Jáchymov (St. Joachimsthal), Czech Republic. *J. Geosci. 54, 385-394*.
- Plášil J., Buixaderas E., Čejka J., Sejkora J., Jehlička J., Novák M. (2010a) Raman spectroscopic study of the uranyl sulphate mineral zippeite: low wavenumber and U-O stretching regions. *Anal. Bioanal. Chem. 397, 2703-2715*.
- Plášil J., Sejkora J., Čejka J., Novák M., Viňals J., Ondruš P., Veselovský F., Škácha P., Jehlička J., Goliáš V., Hloušek J. (2010b) Metarauchite, $\text{Ni}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, from Jáchymov, Czech Republic, and Schneeberg, Germany: a new member of the autunite group. *Can. Mineral. 48, 335-350*.
- Plášil J., Dušek M., Novák M., Čejka J., Císařová I., Škoda R. (2011a) Sejkoraite-(Y), a new member of the zippeite group containing trivalent cations from Jáchymov (St. Joachimsthal), Czech Republic: description and crystal structure refinement. *Am. Mineral. 96, 983-991*.
- Plášil J., Fejfarová K., Novák M., Dušek M., Škoda R., Hloušek J., Čejka J., Majzlan J., Sejkora J., Machovič V., Talla D. (2011b) Běhounekite, $\text{U}(\text{SO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_4$, from Jáchymov (St. Joachimsthal), Czech Republic: the first natural U^{4+} sulphate. *Mineral. Mag. 75, 2739-2753*.
- Plášil J., Mills S. J., Fejfarová K., Dušek M., Novák M., Škoda R., Čejka J., Sejkora J. (2011c) The crystal structure of natural zippeite, $\text{K}_{1.85}\text{H}_{0.15}[(\text{UO}_2)_4\text{O}_2(\text{SO}_4)_2](\text{H}_2\text{O})_4$, from Jáchymov, Czech Republic. *Can. Mineral. 49, 1089-1103*.
- Plášil J., Fejfarová K., Skála R., Škoda R., Meisser N., Hloušek J., Císařová I., Dušek M., Veselovský F., Čejka J., Sejkora J., Ondruš P. (2012a) The crystal chemistry of the uranyl carbonate mineral grimselite, $(\text{K},\text{Na})_3\text{Na}[(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3](\text{H}_2\text{O})$, from Jáchymov, Czech Republic. *Mineral. Mag. 76, 3, 443-453*.
- Plášil J., Fejfarová K., Škoda R., Škácha P., Sejkora J., Veselovský F., Hloušek J., Novák M. (2012b) Babánekite, IMA 2012-007. CNMNC Newsletter No. 13, June 2012, page 814. *Mineral. Mag., 76, 807-817*.
- Plášil J., Fejfarová K., Wallwork K. S., Dušek M., Škoda R., Sejkora J., Čejka J., Veselovský F., Hloušek J., Meisser N., Brugger J. (2012c) Crystal structure of pseudojohannite, with a revised formula, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2[(\text{UO}_2)_4\text{O}_4(\text{SO}_4)_2](\text{H}_2\text{O})_{12}$. *Am. Mineral. 97, 1796-1803*.
- Plášil J., Hauser J., Petříček V., Meisser N., Mills S. J., Škoda R., Fejfarová K., Čejka J., Sejkora J., Hloušek J., Johannet J.-M., Machovič V., Lapčák L. (2012d) Crystal structure and formula revision of deliensite, $\text{Fe}[(\text{UO}_2)_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_2](\text{H}_2\text{O})_7$. *Mineral. Mag. 76, 2837-2860*.
- Plášil J., Hloušek J., Veselovský F., Fejfarová K., Dušek M., Škoda R., Novák M., Čejka J., Sejkora J., Ondruš P. (2012e) Adolfpateraite, $\text{K}(\text{UO}_2)(\text{SO}_4)(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})$, a new uranyl sulphate mineral from Jáchymov, Czech Republic. *Am. Mineral. 97, 447-454*.

- Plášil J., Fejfarová K., Dušek M., Škoda R., Rohlíček J. (2013a) Revision of the symmetry and the crystal structure of čejkaite, $\text{Na}_4(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3$. *Am. Mineral.* 98, 549-553.
- Plášil J., Fejfarová K., Hloušek J., Škoda R., Novák M., Sejkora J., Čejka J., Dušek M., Veselovský F., Ondruš P., Majzlan J., Mrázek Z. (2013b) Štěpíte, $\text{U}(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, from Jáchymov, Czech Republic: the first natural arsenate of tetravalent uranium. *Mineral. Mag.* 77, 137-152.
- Plášil J., Fejfarová K., Sejkora J., Čejka J., Novák M., Škoda R., Hloušek J., Dušek M., Císařová I. (2013c) Línekite, IMA 2012-066. CNMNC Newsletter No. 15, February 2013, page 7. *Mineral. Mag.* 77, 1-12.
- Plášil J., Hloušek J., Škoda R. (2013d) Chalkonatronit, $\text{Na}_2\text{Cu}(\text{CO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_3$, ze žíly sv. Ducha, Jáchymov (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 21, 2, 228-233.
- Plášil J., Hloušek J., Škoda R., Novák M., Sejkora J., Čejka J., Veselovský F., Majzlan J. (2013e) Vysokýite, $\text{U}^{4+}[\text{AsO}_2(\text{OH})_{2.4}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Jáchymov, Czech Republic. *Mineral. Mag.* 77, 3055-3066.
- Plášil J., Škácha P., Sejkora J., Novák M., Veselovský F., Škoda R., Čejka J., Ondruš P., Kasatkin A. (2013f) Hloušekite, IMA 2013-048. CNMNC Newsletter No. 17, October 2013, page 3001. *Mineral. Mag.* 77, 2997-3005.
- Plášil J., Čejka J., Škoda R. (2014a) Chalkoalunit, $\text{Cu}_2\text{Al}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12}(\text{H}_2\text{O})_3$, z Červené žíly, Jáchymov (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 227-232.
- Plášil J., Hloušek J., Kasatkin A. V. (2014b) Pozoruhodný výskyt metařujamunitu a minerálů mixitové skupiny na Dušní žíle (Geister), Jáchymov (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 215-220.
- Plášil J., Hloušek J., Kasatkin A. V., Škoda R., Novák M., Čejka J. (2014c) Geschieberite, IMA 2014-006. CNMNC Newsletter No. 20, June 2014, page 555. *Mineral. Mag.* 78, 549-558.
- Plášil J., Kasatkin A. V., Škoda R., Škácha P. (2014d) Klajite, $\text{MnCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_{10}$, from Jáchymov (Czech Republic): the second world occurrence. *Mineral. Mag.* 78, 119-129.
- Plášil J., Sejkora J., Škoda R., Škácha P. (2014e) The recent weathering of uraninite from the Červená vein, Jáchymov (Czech Republic): a fingerprint of the primary mineralization geochemistry onto the alteration association. *J. Geosci.* 59, 223-253.
- Plášil J., Veselovský F., Hloušek J., Škoda R., Novák M., Sejkora J., Čejka J., Škácha P., Kasatkin A.V. (2014f) Mathesiusite, $\text{K}_5(\text{UO}_2)_4(\text{SO}_4)_4(\text{VO}_5)(\text{H}_2\text{O})_4$, a new uranyl vanadate-sulfate from Jáchymov, Czech Republic. *Am. Mineral.* 99, 625-632.
- Pluska O. (1998) Poválečná historie jáchymovského uranu. *Práce Českého geol. ústavu*, č. 9, 1-48. Praha.
- Quellmalz W., Kouřimský J. (1980) Nerostné poklady Krušných hor. *Katalog k výstavě Krása nerostů Krušných hor v Národním muzeu*, Nár. muz., 1-42. Praha.
- Sejkora J., Macek I. (2014) Burgessit, nový minerál pro jáchymovský rudní revír (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 221-226.
- Sejkora J., Čejka J., Bureš B. (2004) Nález vzácného karbonátu uranilu (ruthefordinu) v jáchymovském rudním revíru. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 12, 163-166.
- Sejkora J., Ondruš P., Novák M. (2010a) Veselovskýite, triclinic $(\text{Zn,Cu,Co})\text{Cu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, a Zn-dominant analogue of lindackerite. *N. Jb. Mineral. Abh.*, 187, 83-90.
- Sejkora J., Plášil J., Ondruš P., Veselovský F., Císařová I., Hloušek J. (2010b) Slavkovite, $\text{Cu}_{13}(\text{AsO}_4)_6(\text{AsO}_3\text{OH})_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$, a new mineral species from Horní Slavkov and Jáchymov: description and crystal-structure determination. *Can. Mineral.* 48, 1157-1170.
- Sejkora J., Plášil J., Císařová I., Škoda R., Hloušek J., Veselovský F., Jebavá I. (2011a) Interesting supergene Pb-rich mineral association from the Rovnost mining field, Jáchymov (St. Joachimsthal), Czech Republic. *J. Geosci.* 56, 257-271.
- Sejkora J., Plášil J., Veselovský F., Císařová I., Hloušek J. (2011b) Ondrušite, $\text{CaCu}_4(\text{AsO}_4)_2(\text{AsO}_3\text{OH})_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, a new mineral species from the Jáchymov ore district, Czech Republic: description and crystal-structure determination. *Can. Mineral.* 49, 885-897.
- Sejkora J., Babka K., Pavlíček R. (2012) Saléit z uranového rudního revíru Jáchymov (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 20, 2, 208-212.
- Sejkora J., Plášil J., Bureš B. (2013) Neobvyklá asociace supergenních minerálů uranu ze žíly Jan Evangelista, Jáchymov (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 21, 2, 143-156.
- Sejkora J., Bureš B., Hykš J. (2014) Výskyt Mn-bohatého köttigitu v oblasti žil Marie - Geyer, Svornost, Jáchymov (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 233-239.
- Schenk J. (1967) Přehled báňského podnikání a stavu důlní techniky v jáchymovských dolech v 18. až 20. století. *Rozpravy Nár. techn. Muz.* 26, 230-260. Praha.
- Schenk J. (1970a) Stručný nástin dějin hornického dobytí v Jáchymově. *Rozpravy Nár. techn. Muz.* 40, 4-36. Praha.
- Schenk J. (1970b) Kurzer Abriss der Geschichte des Bergbaues in Joachimsthal. Mezinárodní symposium o větrání dolů v Jáchymově 1968. *Hornický ústav ČSAV*, 192-212. Praha.
- Skála R., Ondruš P., Veselovský F., Císařová I., Hloušek J. (2011) Agricolaite, a new mineral of uranium from Jáchymov, Czech Republic. *Mineral. Petrol.* 103, 169-175.
- Szakáll S., Fehér B., Bigi S., Mádaí F. (2011) Klajite from Recsk (Hungary), the first Mn-Cu arsenate mineral. *Eur. J. Miner.* 29, 829-835.
- Škácha P., Horák J., Plášil J. (2014a) Minerály a rudní nálohy na žíle Geister v západní části Jáchymovského rudního revíru (Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 202-214.
- Škácha P., Plášil J., Sejkora J., Čejka J., Škoda R., Meissner N. (2014b) Ojedinelý výskyt bayleyitu, $\text{Mg}_2[(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)] \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, z Jáchymova. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 22, 2, 240-247.