https://doi.org/10.46861/bmp.33.145 PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

# Klinochalkomenit z haldy dolu č. 11A, Příbram - Bytíz (Česká republika)

## Clinochalcomenite from the mine dump of shaft No. 11A, Příbram - Bytíz (Czech Republic)

Jiří Sejkora[1)]*, Jakub Kristek[2)] a Pavel Škácha[1)3)]

[1)]*Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice; *e-mail: jiri.sejkora@nm.cz*
[2)]*Dobratická 524, 199 00 Praha 9*
[3)]*Hornické muzeum Příbram, nám. Hynka Kličky 293, 261 01 Příbram VI*

Sejkora J, Kristek J, Škácha P (2025) Klinochalkomenit z haldy dolu č. 11A, Příbram - Bytíz (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 33(2): 145-150. ISSN 2570-7337

### Abstract

Very rare hydrated copper selenite, mineral clinochalcomenite, was found in samples from the mine dump material of the shaft No. 11A Příbram-Bytíz, the Příbram uranium and base metal ore district, central Bohemia, Czech Republic. Clinochalcomenite occurs as green to bluish green spherical crystalline aggregates up to 1 mm in size. Associated minerals are brochantite, aurichalcite, devilline, schoepite, piretite and probably new copper uranyl selenite. Clinochalcomenite is monoclinic, space group $P2_1/n$, the unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data are: *a* 8.155(3), *b* 8.595(2), *c* 6.272(2) Å, β 97.27(3)° and *V* 436.1(2) Å$^3$. Its chemical analyses correspond to the empirical formula $Cu_{0.96}(SeO_3)_{1.00}\cdot 2H_2O$ on the basis of Se+S = 1 *apfu*. Raman spectroscopy documents the presence of molecular water and selenite groups in the crystal structure of clinochalcomenite. The origin of clinochalcomenite is interpreted as product of (sub)recent supergene alteration of primary Cu selenides in calcite gangue in environment of mine dump material.

***Key words:*** *clinochalcomenite, supergene mineralization, X-ray powder data, unit-cell parameters, chemical composition, Raman spectroscopy, Příbram uranium and base metal ore district, Czech Republic*

*Obdrženo 8. 9. 2025; přijato 11. 11. 2025*

### Úvod

Klinochalkomenit je vzácný hydratovaný seleničitan mědi $CuSeO_3\cdot 2H_2O$ - monoklinický analog ortorombického minerálu chalkomenitu. Poprvé byl popsán v roce 1980 z oxidační zóny blíže neuvedeného uranového výskytu v provincii Gansu v Číně (Lo et al. 1980), ale tato nová fáze nebyla tehdy předložena ke schválení Komisi IMA pro nové minerály a jména minerálů, a proto nemohla být ani přijata jako nový platný minerální druh. Materiál ze stejné lokality byl pak využit i ke zjištění jeho krystalové struktury (Lo et al. 1984). Později byl pod neschváleným jménem *klinochalkomenit* popsán z lokalit El Dragón v Bolívii (Grundmann et al. 1990), Ronneburger v SRN (Witzke, Rüger 1998) a Musonoi mine v Kongu (Wilson 2018). Materiál z lokality El Dragón byl také využit při spektroskopickém studiu Frosta, Keeffe (2008) a Frosta et al. (2008). Přetrvávající nevhodná situace, kdy evidentně existující samostatný minerál není formálně platný, byla vyřešena recentním přijetím (staro)nového minerálu (IMA 2025-037) s původním jménem klinochalkomenit na základě studia vzorků z tří lokalit - holotypové Wangba town v provincii Gansu v Číně a kotypových Suncup No. 2 mine a Burro mine v Colorado, USA (Fan et al. 2025).

Námětem tohoto příspěvku je nový nález klinochalkomenitu na vzorcích z haldového materiálu šachty č. 11A Příbram - Bytíz a jeho podrobná charakterizace.

### Charakteristika výskytu

Příbramský uran - polymetalický revír je nejvýznamnějším projevem hydrotermální uranové mineralizace na našem území a nachází se v cca 25 km dlouhé a 1 - 2 km široké severozápadní zóně exokontaktu středočeského plutonu. Průvodními horninami jsou především kontaktně a regionálně metamorfované sedimentární horniny svrchního proterozoika, v menší míře pak sedimentární horniny (jílovce, tufy a tufity) a granitoidy středočeského plutonu (Kolektiv 1984). Celkem bylo v prostoru revíru zjištěno přes 2500 rudních žil, z nichž více než polovina obsahovala uranové zrudnění, 35 žil obsahovalo významné polymetalické (Ag-Pb-Zn) zrudnění a převažující Ag mineralizace byla zjištěna na 19 žilách (Litochleb 1995). Mocnost rudních žil se pohybuje nejčastěji od 1 do 50 cm, v extrémních případech dosahovala 8 až 12 m. Ložisko je typickým představitelem karbonát - uraninitové formace. Žilnou výplň tvoří především několik generací kalcitu, křemen, siderit a dolomit. Z rudních minerálů se na těchto žilách vedle uranových rud (uraninit, coffinit, uranonosný antraxolit) uplatňují například sulfidy (pyrit, pyrhotin, galenit, sfalerit), ryzí arsen, ryzí antimon, arsenidy niklu a kobaltu (skutterudit, nikelín, löllingit aj.), minerály stříbra (ryzí stříbro, dyskrazit, akantit, pyrargyrit aj.), sulfosole antimonu (geokronit, boulangerit, bournonit) a selenidy. V prostoru revíru se také vyskytují vývo-

jově starší žíly křemen - zlatonosné formace (Růžička 1986; Komínek 1995; Litochleb 1995; Ettler et al. 2010; Škácha et al. 2017b).

Ložisko Bytíz se nachází v severozápadní části tohoto revíru a v minulosti bylo otevřeno šachtami č. 10, 11, 11A, 17 a 19; samotná šachta č. 11A byla vyražena v roce 1955 a dosáhla finální hloubky 1504 m. Toto ložisko bylo s celkovou těžbou 25 010.4 tun uranu nejproduktivnější částí celého příbramského uran - polymetalického revíru, nejbohatší žíla ložiska a zároveň celého revíru žíla Bt4 poskytla celých 3 673 tun uranu (Komínek 1997). Kromě uranových rud byly v této části revíru nalezeny i významné akumulace olověných (žíly Bt22F, Bt27, Bt33 a další) a zinkových rud (žíly Bt22B, Bt33, Bt41) či unikátní výskyt ryzího antimonu. Zároveň odtud pocházejí první zmínky o výskytu selenidové mineralizace ve formě mikroskopických inkluzí clausthalitu v uraninitu ze žíly Bt4 (Růžička 1986). Selenidovou mineralizaci z této oblasti později studoval Litochleb et al. (2004) a z četných haldových nálezů také Škácha et al. (2014; 2015; 2017a,b; 2018a,b; 2020) a Sejkora et al. (2024).

Oxidační zóna rudních žil na ložisku Bytíz nebyla hornickými pracemi zjištěna, veškeré supergenní minerály popisované z této oblasti vznikly recentně či subrecentně zvětráváním v prostředí důlních chodeb či v haldovém materiálu. V minulosti se jimi zabýval například Sejkora, Čejka (2002), Sejkora et al. (2002, 2004a,b) či Plášil et al. (2008). Zmínky o výskytu supergenních minerálů selenu v tomto revíru se dosud omezují pouze na nepublikovaná data (Škácha) o nálezu piretitu vzniklého (sub) recentním zvětráváním v haldovém materiálu šachty č. 16 - Háje.

## Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití Cu*K*α záření (40 kV, 40 mA). Práškový preparát byl nanesen v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Získaná data byla vyhodnocena pomocí softwaru ZDS pro DOS (Ondruš 1993) za použití profilové funkce Pearson VII. Zjištěná rentgenová prášková data byla indexována na základě teoretického záznamu vypočteného programem Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z publikovaných krystalových strukturních dat (Lo et al. 1984), parametry základní cely pak byly následně zpřesněny pomocí programu Burnhama (1962).

Chemické složení klinochalkomenitu bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum Praha). Podmínky měření: WD analýza, 15 kV, 5 nA, průměr svazku elektronů 10 μm, použité standardy: sanidin (Al*K*α), diopsid (Mg*K*α), chalkopyrit (Cu*K*α), PbSe (Se*L*β) a celestin (S*K*α). Kvantitativně analyzovány byly také obsahy dalších prvků (As, Ba, Bi, Ca, Cl, Co, Cr, F, Fe, K, Mn, Mo, N, Na, Ni, P, Pb, Si, Sb, Sr, Te, V, W, Y a Zn) zjištěné hodnoty však byly pod detekčním limitem. Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Ramanovo spektrum bylo pořízeno za pomoci disperzního spektrometru DXR (Thermo Scientific) spojeného s konfokálním mikroskopem Olympus (Národní muzeum Praha). Podmínky měření: zvětšení objektivu 100×,



**Obr. 1** *Srostlice zelených krystalů klinochalkomenitu narůstající na alterované žilovině; halda šachty č. 11A Příbram - Bytíz. Foto P. Škácha, šířka záběru 4 mm.*

použitý laser 633 nm, rozsah měření 50 - 4000 $cm^{-1}$, doba expozice 10 s, celkový počet expozic 300, výkon laseru 7 mW, apertura 50 μm pinhole. Reprezentativní spektrum bylo vybráno ze setu spekter měřených na různých fragmentech pro získání nejlepšího odstupu signálu od pozadí a nejmenšího rozsahu fluorescence. Možné termické poškození měřených bodů sledované pomocí vizuální kontroly povrchu vzorku po měření a případných změn spektra v průběhu měření, nebylo zjištěno. Spektrometr byl kalibrován pomocí softwarově řízené procedury s využitím emisních linií neonu (kalibrace vlnočtu), Ramanových pásů polystyrenu (kalibrace frekvence laseru) a standardizovaného zdroje bílého světla (kalibrace intenzity). Získané spektrum bylo zpracována pomocí programu Omnic 9 (Thermo Scientific).

## Charakteristika studovaných vzorků

Klinochalkomenit byl prvně identifikován v roce 2021 na vzorku pocházejícím z částečně rozvezené haldy šachty č. 11A, severně od šachty č. 11A, v katastru obcí Příbram (Bytíz) a Dubenec. V následujících letech se jej podařilo identifikovat na několika dalších vzorcích z téže lokality. Studované vzorky tvoří zvětralý masivní uraninit s inkluzemi selenidů mědi a kalcitem, pronikající načervenalými metamorfovanými břidlicemi. Vzorky jsou intenzivně porostlé povlaky a tence tabulkovitými krystaly druhotných minerálů mědi (především brochantit, aurichalcit, devillín), na které narůstají jednotlivé kulovité krystalické agregáty klinochalkomenitu. Tyto agregáty dosahují velikosti až 1 mm, jsou zpravidla průsvitné, vyznačují se výrazným skelným leskem a zeleným až modrozeleným zbarvením (obr. 1). Spolu s klinochalkomenitem a výše uvedenými sulfáty a karbonáty mědi se na studovaných vzorcích vyskytly kanárkově žluté jehlicovité krystaly piretitu velikosti kolem 0.5 mm, oranžové krystalické kůry schoepitu a žlutozelené krystalické agregáty dosud nedostatečně identifikovaného seleničitanu uranylu a mědi.

Pozice difrakčních maxim v rentgenových práškových datech (tab. 1) dobře odpovídají publikovaným údajům pro klinochalkomenit (Lo et al. 1980) i teoretickému záznamu vypočtenému ze strukturních dat (Lo et al. 1984); zřetelné rozdíly mezi pozorovanými a teoretickými hodnotami intenzit jednotlivých difrakcí jsou pravděpodobně vyvolány minimálním množstvím materiálu pro experimenty a texturními efekty. Zpřesněné parametry základní cely klinochalkomenitu z Příbrami jsou v tabulce 2 porovnány s publikovanými údaji pro tuto minerální fázi; Fan et al. (2025) uvádějí údaje pravděpodobně v jiném zvoleném výběru základní cely (záměna parametrů *a* a *c*).

Chemické složení studovaného minerálu (tab. 3) velmi dobře odpovídá ideálnímu vzorci klinochalkomenitu, vyšší sumy analýz po dopočtu teoretického množství $H_2O$ (101.9-104.5 hm. %) nasvědčují částečné dehydrataci studované fáze ve vakuu elektronového mikroanalyzátoru. V kationtové pozici byly vedle dominantní Cu lokálně zjištěny i stopy Mg a Al (do 0.01 *apfu*). V aniontu je i přes hojný výskyt sulfátů v asociaci skupina $(SeO_3)^{2-}$ jen zcela minoritně (do 0.004 *pfu*) substituována $(SO_4)^{2-}$. Empirický vzorec klinochalkomenitu (průměr devíti bodových analýz) lze na bázi Se+S = 1 *apfu* uvést následovně $Cu_{0.96}(SeO_3)_{1.00}\cdot 2H_2O$.

**Tabulka 1** *Rentgenová prášková data klinochalkomenitu z Příbrami*

| $d_{obs}$ | $I_{obs}$ | $d_{calc}$ | *h* | *k* | *l* | $d_{obs}$ | $I_{obs}$ | $d_{calc}$ | *h* | *k* | *l* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.880 | 91.8 | 5.891 | 1 | 1 | 0 | 2.4782 | 3.9 | 2.4792 | -1 | 2 | 2 |
| 5.260 | 1.9 | 5.264 | -1 | 0 | 1 | 2.3694 | 2.2 | 2.3673 | 3 | 0 | 1 |
| 4.648 | 1.1 | 4.655 | 1 | 0 | 1 | 2.3379 | 1.3 | 2.3388 | 1 | 2 | 2 |
| 4.481 | 0.6 | 4.489 | -1 | 1 | 1 | 2.3303 | 2.2 | 2.3276 | 2 | 0 | 2 |
| 4.289 | 2.9 | 4.297 | 0 | 2 | 0 | 2.2810 | 5.0 | 2.2823 | 3 | 1 | 1 |
| 4.088 | 6.3 | 4.093 | 1 | 1 | 1 | 2.2437 | 1.0 | 2.2446 | -2 | 2 | 2 |
| 4.043 | 14.7 | 4.045 | 2 | 0 | 0 | 2.1489 | 3.1 | 2.1487 | 0 | 4 | 0 |
| 3.791 | 21.4 | 3.795 | 1 | 2 | 0 | 2.0152 | 2.1 | 2.0161 | 0 | 1 | 3 |
| 3.659 | 81.7 | 3.660 | 2 | 1 | 0 | 1.9504 | 1.4 | 1.9509 | 1 | 4 | 1 |
| 3.324 | 4.9 | 3.329 | -1 | 2 | 1 | 1.9449 | 0.8 | 1.9473 | -4 | 1 | 1 |
| 3.154 | 1.3 | 3.158 | 1 | 2 | 1 | 1.8982 | 1.2 | 1.9002 | -2 | 1 | 3 |
| 2.925 | 100.0 | 2.925 | 0 | 1 | 2 | 1.8251 | 3.1 | 1.8249 | 3 | 3 | 1 |
| 2.862 | 3.0 | 2.862 | -1 | 1 | 2 | 1.7560 | 0.5 | 1.7548 | -3 | 0 | 3 |
| 2.761 | 1.4 | 2.762 | -2 | 2 | 1 | 1.7211 | 0.7 | 1.7194 | -3 | 1 | 3 |
| 2.698 | 17.0 | 2.701 | 1 | 3 | 0 | 1.5916 | 1.8 | 1.5910 | 3 | 4 | 1 |
| 2.649 | 3.3 | 2.652 | 1 | 1 | 2 | 1.5837 | 1.4 | 1.5820 | 2 | 5 | 0 |
| 2.600 | 4.9 | 2.597 | -3 | 0 | 1 | 1.5563 | 2.1 | 1.5555 | 0 | 0 | 4 |
| 2.571 | 8.3 | 2.573 | 3 | 1 | 0 | 1.3916 | 1.3 | 1.3909 | 3 | 5 | 1 |
| 2.4876 | 8.6 | 2.4861 | -3 | 1 | 1 | | | | | | |

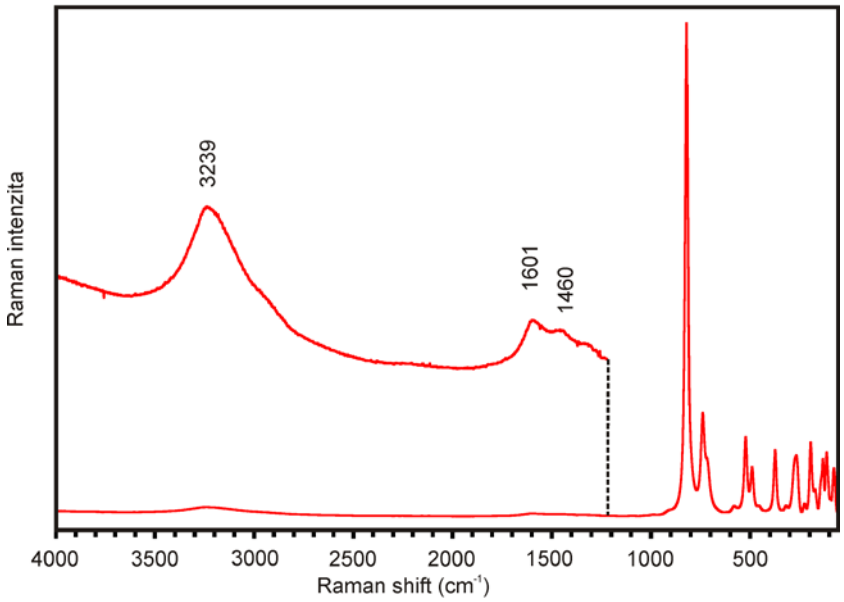
**Tabulka 2** *Parametry základní cely klinochalkomenitu (pro monoklinickou prostorovou grupu $P2_1/n$)*

| | | *a* [Å] | *b* [Å] | *c* [Å] | β [°] | *V* [Å$^3$] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Příbram | tato práce | 8.155(3) | 8.595(2) | 6.272(2) | 97.27(3) | 436.1(2) |
| Gansu | Lo et al. (1984) | 8.177 | 8.611 | 6.290 | 97.27 | 439.3 |
| Wangba | Fan et al. (2025) | 6.2736(3) | 8.5930(4) | 8.1633(4) | 97.267(2) | 436.5 |

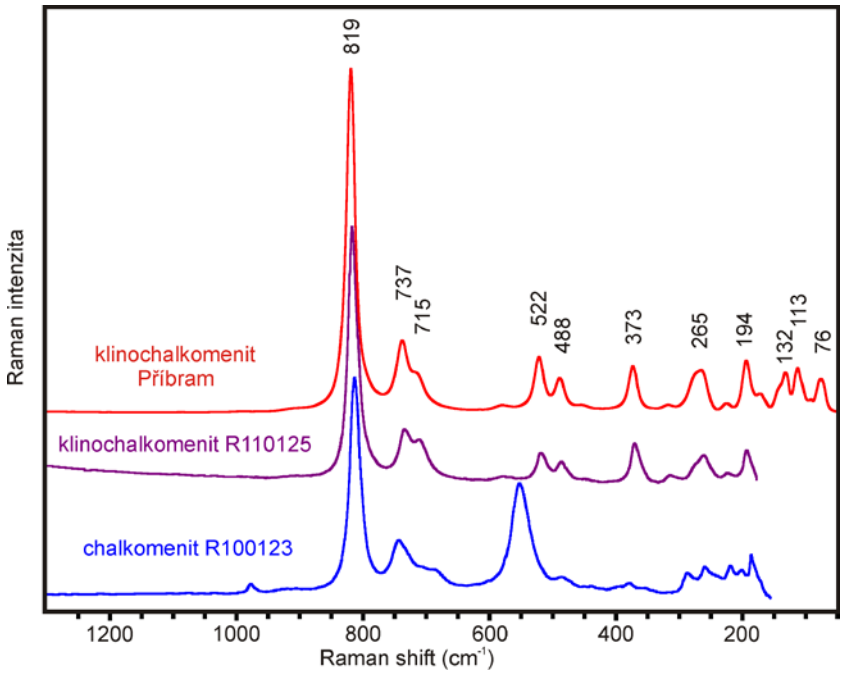
**Tabulka 3** *Chemické složení klinochalkomenitu z Příbrami (hm. %)*

| | mean | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MgO | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| CuO | 35.19 | 35.54 | 35.20 | 34.65 | 35.04 | 35.28 | 35.24 | 35.06 | 35.53 | 35.18 |
| $Al_2O_3$ | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.28 |
| $SO_3$ | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.13 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.11 | 0.00 |
| $SeO_2$ | 51.07 | 51.07 | 50.27 | 52.32 | 51.00 | 50.72 | 50.56 | 51.76 | 51.29 | 50.67 |
| $H_2O$* | 16.62 | 16.61 | 16.36 | 17.05 | 16.60 | 16.47 | 16.42 | 16.88 | 16.70 | 16.45 |
| total | 103.06 | 103.29 | 101.91 | 104.54 | 102.73 | 102.74 | 102.22 | 103.86 | 103.63 | 102.59 |
| Mg *apfu* | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.011 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Cu | 0.959 | 0.969 | 0.975 | 0.921 | 0.956 | 0.970 | 0.972 | 0.941 | 0.964 | 0.968 |
| Al | 0.003 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 |
| Σ | 0.964 | 0.969 | 0.975 | 0.940 | 0.956 | 0.984 | 0.972 | 0.941 | 0.964 | 0.980 |
| $S^{6+}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.003 | 0.000 |
| $Se^{4+}$ | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 1.000 | 1.000 | 0.996 | 0.997 | 1.000 |
| $H_2O$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Mean - průměr devíti bodových analýz; $H_2O$* - obsah vypočtený na základě teoretického obsahu dvou molekul vody v krystalové struktuře klinochalkomenitu; *apfu* počítáno na bázi Se+S = 1.




**Obr. 2** *Ramanovo spektrum klinochalkomenitu z Příbrami v rozsahu 50 - 4000 cm$^{-1}$, ve vloženém detailu je zvýšena intenzita pásů v oblasti vibrací $H_2O$.*




**Obr. 3** *Ramanovo spektrum klinochalkomenitu z Příbrami v rozsahu 50 - 1300 cm$^{-1}$ v porovnání se spektry klinochalkomenitu z lokality El Dragón mine v Bolívii (R110125) a chalkomenitu z lokality Baccu Locci mine na Sardinii (R100123) z databáze RRUFF (Lafuente et al. 2015).*

Ramanovo spektrum studovaného klinochalkomenitu v plném rozsahu je uvedeno na obrázku 2, detailní porovnání se spektry klinochalkomenitu a chalkomenitu z databáze RUFF (Lafuente et al. 2015) pak na obrázku 3. Z porovnání je zřejmá velmi dobrá shoda experimentálního spektra se spektrem klinochalkomenitu z lokality El Dragón mine, spektrum chalkomenitu se poměrně výrazně odlišuje zejména v oblasti 600 - 300 $cm^{-1}$ s dominantním pásem u 553 $cm^{-1}$. Spektrum klinochalkomenitu z El Dragón mine, stejně jako spektra chalkomenitu ze stejné lokality a Eagle Claims v Kanadě publikovali Frost, Keeffe (2008); při porovnání jejich publikovaných dat je však zřejmé, že uvedené spektrum klinochalkomenitu daleko více odpovídá chalkomenitu - zejména přítomností výrazného pásu u 552 $cm^{-1}$ a tří zřetelných pásů v oblasti 3600 - 2700 $cm^{-1}$, které pro chalkomenit uvádí i Bocharov et al. (2017). Následující interpretace Ramanova spektra klinochalkomenitu z Příbrami je založena na pracích Čejky (1999), Frosta, Keeffe (2008), Nakamota (2009) a Bocharova et al. (2017). Nepříliš intenzívní široký pás (3000 - 3400 $cm^{-1}$) s maximem u 3239 $cm^{-1}$ lze přiřadit k v OH valenčním vibracím $H_2O$ skupin vázaných vodíkovými vazbami. Podle empirického vztahu mezi vlnočty vibrací a délek vodíkových vazeb O-H···O (Libowitzky 1999) je možné odvodit délky vazeb v rozmezí 2.66 až 2.79 Å, které jsou v souladu s hodnotami zjištěnými při studiu krystalové struktury (Lo et al. 1984). Nevýrazný pás u 1601 $cm^{-1}$ je spojen s deformační vibrací $H_2O$ skupin a raménko u 1460 $cm^{-1}$ je nejspíše projevem kombinačních vibrací. Nejvíce intenzívní pás s maximem 819 $cm^{-1}$ je možné přiřadit symetrické valenční vibraci $\nu_1$ $(SeO_3)^{2-}$, antisymetrická valenční vibrace $\nu_3$ $(SeO_3)^{2-}$ se projevuje pásem u 737 $cm^{-1}$ s raménkem u 715 $cm^{-1}$. Deformačním vibracím $\nu_2$ a $\nu_4$ $(SeO_3)^{2-}$ náležejí pásy u 488 a 373 $cm^{-1}$. Zřetelný pás u 522 $cm^{-1}$ je přiřazován (Frost, Keeffe 2008; Bocharov et al. 2017) libračním módům molekul vody. Další pozorované pásy (265, 194, 132, 113 a 76 $cm^{-1}$) jsou spojeny s vibracemi vazeb v $CuO_4(H_2O)_2$ oktaedrech a mřížkovými vibračními módy.

## Závěr

V materiálu z rozvážené haldy šachty č. 11A Příbram - Bytíz byl v asociaci s brochantitem, aurichalcitem, devillinem, schoepitem, piretitem a pravděpodobně novým seleničitanem uranylu a mědi jednoznačně určen velmi vzácný hydratovaný Cu seleničitan - klinochalkomenit. Jeho výskyt je prvním potvrzeným nálezem v České republice. Vznik klinochalkomenitu je vázán na (sub)recentní supergenní alteraci primárních Cu selenidů vtroušených v kalcitové žilovině v podmínkách odvalu deponovaného na zemském povrchu.

***Poděkování***

*Tato práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2024-2028/1.II.b, 00023272).*

## Literatura

Bocharov VN, Charykova MV, Krivovichev VG (2017) Raman spectroscopic characterization of the copper, cobalt, and nickel selenites: Synthetic analogs of chalcomenite, cobaltomenite, and ahlfeldite. Spectrosc Lett 50(10): 539-544

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

Čejka J (1999) Infrared spectroscopy and thermal analysis of the uranyl minerals. Rev Mineral 38: 521-622

Ettler V, Sejkora J, Drahota P, Litochleb J, Pauliš P, Zeman J, Novák M, Pašava J (2010) Příbram and Kutná Hora mining districts - from historical mining to recent environmental impact. Acta Miner - Petr, Field Guide Series 7: 1-23

Fan G, Li T, Ge X, Rumsey MS, Mills SJ, Spratt J, Deng L, Wang T, Tai Z, Najorka J, Kampf AR, Olds TA, Ma C, Rose TP, Marty J (2025) Clinochalcomenite, IMA 2025-037. CNMNC Newsletter 87, Mineral Mag 89, https://doi.org/10.1180/mgm.2025.10163

Frost RL, Keeffe EC (2008) Raman spectroscopic study of the selenite minerals - chalcomenite $CuSeO_3 \cdot 2H_2O$, clinochalcomenite and cobaltomenite. J Raman Spectrosc 39(12): 1789-1793

Frost RL, Reddy BJ, Keeffe EC (2008) An application of near infrared spectroscopy to the study of the selenite minerals: chalcomenite, clinochalcomenite and cobaltomenite. J Near Infrared Spectrosc 16(4): 399-407

Grundmann G, Lehrberger G, Schnorrer-Köhler G (1990) The El Dragón mine, Potosí, Bolivia. Mineral Record 21(1): 133-150

Libowitzky E (1999) Correlation of O-H stretching frequencies and O-H···O hydrogen bond lengths in minerals. Monat Chem 130: 1047-1059

Lo K, Wei J, Zhang J, Gu Q (1980) Clinochalcomenite, a new mineral of selenite. Kexue Tongbao 25(2): 427-433

Lo K, Chen Z, Ma Z (1984) The crystal structure of clinochalcomenite. Kexue Tongbao 29(3): 352-355

Kolektiv autorů (1984) Československá ložiska uranu. Československý uranový průmysl, koncern (Příbram), 112-134

Komínek J (1995) Geologie širšího okolí a vlastního ložiska. In: Závěrečná zpráva ložiska Příbram, Část I and II. MS DIAMO, Příbram, 418 s

Komínek J (1997) Přehled distribuce hydrotermálních žil a uranového zrudnění v příbramském uranovém ložisku. Uhlí, rudy, Geol Průzk 1: 6-11

Lafuente B, Downs RT, Yang H, Stone N (2015) The power of databases: the RRUFF project. In: Armbruster T, Danisi RM, eds, Highlights in Mineralogical Crystallography, Berlin, Germany, W. De Gruyter: 1-30

Litochleb J (1995) Příbramské uranové ložisko. Minerál 3(2): 103-110

Litochleb J, Sejkora J, Šrein V (2004) Selenidy z ložiska Bytíz (příbramský uran-polymetalický revír). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 12: 113-123

Nakamoto K (2009) Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds Part A: Theory and applications in inorganic chemistry. John Wiley and Sons Inc. Hoboken, New Jersey

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

Plášil J, Sejkora J, Čejka J, Škácha P, Goliáš V, Pavlíček R, Hofman P (2008) Supergenní mineralizace z haldy šachty č. 16 Příbram - Háje. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 16(1): 43-55

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

Růžička J (1986) Nerosty příbramského uranového ložiska. Komitét sympozia Hornická Příbram ve vědě a technice. (Příbram) 1–244

Sejkora J, Čejka J (2002) Schröckingerit z haldy šachty č. 21 (Příbram-Háje). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 10: 270-273

Sejkora J, Čejka J, Gabašová A, Jindra J (2002) Výskyt uranospinitu na rozvážené haldě dolu 16 (Příbram - Háje). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 10: 273-278

Sejkora J, Čejka J, Bureš B (2004a) Liebigite recently formed from the dump of mine No. 16 (Příbram Háje), Bohemia, Czech Republic. Čas Nár Muz, Ř přírodověd 173(1-4): 39-50

Sejkora J, Litochleb J, Bureš B, Jindra J (2004b) Nové nálezy supergenní mineralizace na haldě uranového dolu č. 16, Příbram - Háje. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 12: 171-174

Sejkora J, Biagioni C, Škácha P, Musetti S, Dolníček Z (2024) Three new members of the hakite series, $Cu_6(Cu_4Me^{2+}_2)Sb_4Se_{13}$: hakite-(Cd), hakite-(Fe) and hakite-(Zn) from the Bytíz deposit, uranium and base-metal Příbram ore district, Czech Republic. Mineral Mag 88(5): 602-612

Škácha P, Buixaderas E, Plášil J, Sejkora J, Goliáš V, Vlček V (2014) Permingeatite, $Cu_3SbSe_4$, from Příbram (Czech Republic): description and Raman spectroscopy investigations of the luzonite-subgroup of minerals. Can Mineral 52: 501-511

Škácha P, Plášil J, Sejkora J, Goliáš V (2015) Sulphur-rich antimonselite, $Sb_2(Se,S)_3$ in the Se-bearing mineral association from the uranium and base metal ore district Příbram, Czech Republic. J Geosci 60(1): 23-29

Škácha P, Sejkora J, Plášil J (2017a) Příbramite, $CuSbSe_2$, the Se-analogue of chalcostibite, a new mineral from Příbram, Czech Republic. Eur J Mineral 29(4): 653-661

Škácha P, Sejkora J, Plášil J (2017b) Selenide mineralization in the Příbram uranium and base-metal district (Czech Republic). Minerals 7(6): 91

Škácha P, Sejkora J, Palatinus L, Makovicky E, Plášil J, Macek I, Goliáš V (2018a) Hakite from Příbram, Czech Republic: Compositional variability, crystal structure and the role within the Se mineralization. Mineral Mag 80(6): 1115-1128

Škácha P, Sejkora J, Plášil J (2018b) Bytízite, a new Cu-Sb selenide from Příbram, Czech Republic. Mineral Mag 82(1): 199-209

Škácha P, Sejkora J, Plášil J, Makovicky E (2020) Pošepnýite, a new Hg-rich member of the tetrahedrite group from Příbram, Czech Republic. J Geosci 65(3): 173-186

Wilson WE (2018) The Musonoi mine, Kolwezi District, Lualaba Province, Democratic Republic of the Congo. Mineral Record 49(2): 236-304

Witzke T, Rüger F (1998) Die Minerale der Ronneburger und Culmitzscher Lagerstätten in Thüringen. Lapis 23(7-8): 26-64; 76-77

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