

<https://doi.org/10.46861/bmp.33.090>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Sekundární fosfáty z živcového ložiska Veselá hora u Domažlic (Česká republika)

Secondary phosphates from the feldspar deposit Veselá hora near Domažlice (Czech Republic)

LUBOŠ VRTIŠKA^{1)*}, PETR PAULIŠ^{1,2)}, ZDENĚK DOLNÍČEK¹⁾ A RADANA VRTIŠKOVÁ¹⁾¹⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;

*e-mail: lubos.vrtiska@nm.cz

²⁾Smiškovna 564, 284 01 Kutná Hora

VRTIŠKA L., PAULIŠ P., DOLNÍČEK Z., VRTIŠKOVÁ R. (2025) Sekundární fosfáty z živcového ložiska Veselá hora u Domažlic (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 33(1): 90-102. ISSN 2570-7337

Abstract

Within the research of secondary phosphates of the Bohemian Massif, an interesting phosphate mineralization was found on a historical sample from the Veselá hora pegmatite deposit near Domažlice (Czech Republic). Jahnsite-(CaMnFe), jahnsite-(MnMnFe), frondelite, messelite-fairfieldite, mitridatite, Mn-rich fluorapatite and parafiniukite were detected in a sample collected in the year 1944, at the time of feldspar mining in the Veselá Hora deposit. Older jahnsite forms flat elongated yellow-orange crystals, up to 2 mm in size in cavities of the phosphate matrix; its chemical composition ranges from jahnsite-(CaMnFe) to jahnsite-(MnMnFe). Younger jahnsite-(CaMnFe) was observed in flat crystals with vitreous lustre and light brown-orange to pink-orange colour. The structural data for both generations are very similar. The mineral is monoclinic, space group *P2₁/a*, the unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data are: *a* 15.009(3), *b* 7.1515(16), *c* 9.873(3) Å, β 111.1(5)° and *V* 988.4(3) Å³. Frondelite occurring in the cavity forms very dark green to black hemispherical aggregates, up to 1 mm in size, composed of radially arranged fibres. Frondelite is orthorhombic, space group *Bbmm*, the unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data are: *a* 13.828(5), *b* 16.960(6), *c* 5.175(2) Å and *V* 1214.7(5) Å³. Members of the messelite-fairfieldite solid solution were observed as yellowish grains and aggregates associated with mitridatite, Mn-rich fluorapatite, parafiniukite, jahnsite-(CaMnFe) and quartz. It is triclinic, space group *P-1*, the unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data are: *a* 5.476(4), *b* 5.763(3), *c* 6.566(2) Å, α 90.19(4)°, β 102.58(5)°, γ 108.45(4)° and *V* 988.4(3) Å³. The results of the WDS analyses and empirical formulas of all described phosphates are given in the paper.

Key words: secondary phosphates, jahnsite-(CaMnFe), jahnsite-(MnMnFe), frondelite, messelite, fairfieldite, mitridatite, Mn-rich fluorapatite, parafiniukite, X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Veselá hora near Domažlice, Czech Republic

Obdrženo 5. 5. 2025; přijato 27. 6. 2025

Úvod

Pegmatitová ložiska na Domažlicku byla až do poloviny 20. století oproti sousednímu Poběžovicu považována za výskyty bez většího ekonomického významu. Během 2. světové války zde však byly těženy čtyři lokality, přičemž na třech z nich byl hlavním předmětem zájmu muskovit. Jednalo se o důl Baba západně od Domažlic (těžba 1942 - 1945), výskyt u Baldova (1942 - 1944), důl Na kole (1943 - 1945) a důl Vondráš (Švec) na Veselé hoře (Urban 1959).

Po válce byly pegmatitové výskyty v širším okolí Domažlic z hlediska možností získávání živce a křemene pro keramické účely zhodnoceny ve zprávě Kratochvíla a Vachtla (1950). Předtím se popisu pegmatitů celé poběžovicko-domažlické oblasti věnoval Vojtěch (1936). Z návrší Veselé hory (též Vavřínečku) mezi Stráží a Domažlicemi je uváděno celkem 11 pegmatitových těles, z nichž několik bylo prozkoumáno na počátku 2. světové války firmou Josef Chloupek a Gustav Wollner z Domažlic. Bylo

zde vyhloubeno několik 5 - 8 m hlubokých kutacích šachtic a dva z největších výskytů byly hornicky otevřeny (Kratochvíl, Vachtl 1950).

Největší pegmatitové těleso na návrší mezi Domažlicemi a obcí Stráž mocné 10 - 13 m bylo otevřeno šachticí, která se nachází cca 300 m jv. od vrcholu Veselé hory (GPS: 49°25'5.037"N; 12°54'49.964"E). Její ústí není v evidenci důlních děl ČGS zakresleno. Tento důl, někdy označovaný podle majitelky pozemku Marie Vondrášové jako Vondráš (Urban 1959) či Švec (Vejnar et al. 1977), byl založen v roce 1939 firmou Chloupek a Wollner. V šachtici o profilu 2.2 × 1.8 m bylo v hloubce 14 m naraženo živcové ložisko ve tvaru čočky dlouhé cca 25 m a mocné 20 m. V hloubce 15 m byly provedeny rozrážky a vyhloubena desetimetrová slepá jáma. V březnu 1944 zde bylo vytěženo 130 t pegmatitu, za celý rok 1944 pak 760 t z toho cca 720 t živce, 0.8 t slídy a 40 t křemene. Po obnovení těžby bylo v říjnu 1946 vytěženo 73 t, v červnu 1947 64 t a za celý rok 1947 119 t živce. Ještě v červenci

1947, po znárodnění dolu a přičlenění do tehdejších Českých živcových závodů, zaměstnával důl šest lidí, v prosinci se zde již nepracovalo (Urban 1959). Podle údajů Kratochvíla a Vachtla (1950) bylo na ložisku ročně vytěženo 500 - 600 t pegmatitu. Pracovalo zde 15 - 20 zaměstnanců. Hrubá přebírka (třídění křemenné suroviny) byla prováděna přímo na místě. Zbylá část (živec a slída) byla převážena do živcového mlýna v Domažlicích u nádraží. Živec byl drcen v čelistovém drtiči a rozemílán na kulovém mlýnu. Mletá slída, která byla separována od živce vzdušným tříděním, byla přidávána do omítek a nátěrů (Nosek et al. 1985).

V šedesátých letech 20. století se přihlásil tehdejší národní podnik Chlumčanské keramické závody k bývalé soukromé těžbě a následně zajistil úvodní otvirkovou šachtici betonovým povalem. Žádné těžební ani průzkumné práce zde však nevykonával. V první polovině 90. let 20. století přikročil k definitivní likvidaci jámy zásypem. Jako zásypový materiál byla použita hornina z přilehlého odvalu a pozemek byl předán do dalšího užívání místnímu národnímu výboru. V současnosti je místo jámy neznatelné a po těžbě zbyl pouze nevelký výrazně zarostlý odval.

Druhé místo, kde byl pegmatit v minulosti těžen, se nachází zhruba 100 m jiv. od výše zmíněného hlavního pegmatitového tělesa. Pegmatit, který vycházel v úvozu cesty ze Stráže na Veselou horu, byl odkryt dnes již zatopenou úpadní štolou (někdy nazývanou po sv. Vavřinci). Ústí tohoto díla se nachází na severním okraji Stráže, 350 m jiv. od vrcholu Veselé hory, při silnici ze Stráže ke kostelíku sv. Vavřince (GPS: 49°25'0.784"N; 12°54'49.515"E; obr. 1). Na mapě důlních děl a poddolovaných území ČGS Praha (https://mapy.geology.cz/dulni_dila_poddolovani/) zaujímá poddolované území (č. 339) jiv. svah Veselé hory. Vyznačena jsou zde dvě místa pozůstatků po staré těžbě, a to č. 6091 štola sv. Vavřince a č. 6094 šurfy Vavřinec č. 1 - 5. Štola pro ověření pegmatitové žíly byla ražena opět firmou Chloupek a Wollner. Žíla měla na výchozu mocnost kolem 3 m a probíhala ve směru h 10 (150°) s úklonem k SV. Tento pegmatit byl jemnozrnný a obsahoval i tmavou slídu (Kratochvíl, Vachtl 1950).

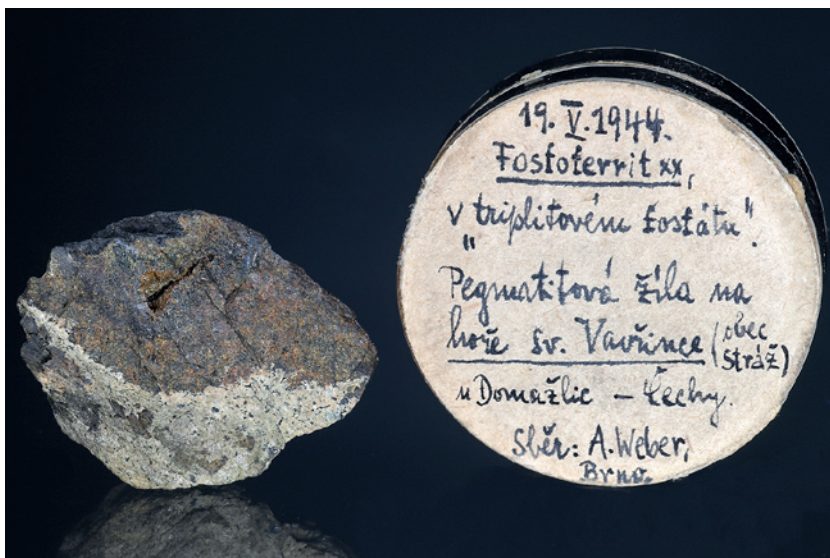
Vedle toho byly v prostoru Veselé hory - Vavřinečku zjištěny další drobnější pegmatitové výskyty, které zmiňují Kratochvíl a Vachtl (1950)



Obr. 1 Ústí úpadní štolu u cesty na Veselou horu, stav 2012, foto V. Pachtl.



Obr. 2 Zarostlý odval dolu Vondráš (Švec), stav květen 2025, foto L. Vrtiška.



Obr. 3 Studovaný vzorek pocházející od A. Webera z roku 1944 z Veselé hory („hory Sv. Vavřince“) s původní krabičkou, rozměry vzorku 35 × 30 mm, foto L. Vrtiška.

a z nich vycházející Urban (1959). Severovýchodně od kostelíka sv. Vavřince byly indikovány úlomky pegmatitu a slídy. Mělkou šachticí firmy Chloupek a Wollner byla ssz. od kostelíka otevřena pegmatitová žíla mocná kolem 1.7 m a směru h 5 (75°). Na cestě na severním svahu Veselé hory byl výchoz asi 3 m mocné pegmatitové žíly. Na severovýchodním svahu u nevolické cesty byly indikovány další tři výskyty, z nichž nejvýraznější byl tvořen asi 1 m mocnou žílou. Další výchoz byl nedaleko sz. směrem u odbočky cesty od silnice do Tlumačova. Na jižním svahu Veselé hory mezi Stráží a kostelíkem byly další výskyty (Urban 1959).

Geologie a mineralogie oblasti

Poběžovicko-domažlickou pegmatitovou oblast lze z ložiskově geologického hlediska rozdělit na tři okrsky: okrsek houstouňský v sz. části území, okrsek poběžovicko-meclovský v centrální části a okrsek domažlický v jižní a jv. části. Ekonomicky nejvýznamnější je poběžovicko-meclovský okrsek. Pegmatitové žíly méně významného domažlického okrsku jsou nerovnoměrně rozptýleny v širším okolí Domažlic a leží v nepříliš výrazném sj. směrem orientovaném pásmu, směřujícím od Mračnice k jihu na Bozdíš, Domažlice a Stráž až k Pasečnici. Poslední okrsek houstouňský je z ložiskového hlediska v podstatě bezvýznamný (Vejnar 1965).

Po geologické stránce je okolí Domažlic tvořeno komplikovanou a petrograficky neobyčejně pestrou centrální částí domažlického krystalinika, zachycující rychlý sled metamorfických zón jak v metapelitických, tak i v metabazických horninách (Vejnar et al. 1977). Domažlické krystalinikum představuje intenzivněji metamorfovaný ekvivalent svrchně proterozoických hornin, prořatý tělesy kadomských a variských intruziv (Vejnar 1984).

Pegmatitové žíly v okolí Veselé hory pronikají metapelitickými horninami domažlického krystalinika, které jsou reprezentovány především plagioklasovou pararulou a staurolit-granatickým svorem. Rozměry pegmatitových žil jsou různé, vcelku jsou však zřetelně menší než v sousedním poběžovicko-meclovském okrsku. Ve srovnání s žilami poběžovicko-meclovskými obsahují zdejší pegmatity více muskovitu a méně *biotitu*. Beryl a fosfáty jsou zde vzácnější. Poměr mezi K-živcem a plagioklasami je obdobný (Vejnar 1965).

Největší pegmatitové těleso Veselé hory těžené během 2. světové války (důl Vondráš či Švec) bylo odkryto a těženo až do hloubky 20 m. Tato nepravidelná zonální žíla, tvořená kvalitním pegmatitem bohatým na K-živce, byla až 13 m mocná, čoučovitě vyvinutá, v délce 100 - 120 m. V centrální části bylo zastíženo křemenné jádro vyklíňující směrem do hloubky a lemované blokovým K-živcem přecházejícím do písmenkových srůstů s křemenem. Ojedinele se vyskytly živcové krystaly i několikametrových rozměrů. Podíl *biotitu* v pegmatitu byl malý. Vzácně se zde vyskytly beryl a fosfáty. Pegmatitová žíla byla přetřata křemennou žílou několik dm mocnou, orientovanou sj. směrem a strmě ukloněnou k východu. Žíla obsahovala četné drúzové dutiny vyplněné 1 - 3 cm velkými krystaly čirého křemene. Vzácně byl zjištěn pyrit. Partie s fosfáty byly při těžbě ručně vyřizovány jako škodlivina a materiálu bylo zčásti použito při budování základů a ochranných zdí někdejšího těžebního objektu (Vejnar et al. 1977).

Z mineralogického hlediska jsou pegmatity poběžovicko-domažlické oblasti poměrně bohaté. Největší pozornost byla věnována především velkým pegmatitovým tělesům, která byla těžena v okolí Poběžovic, Otova a

Meclova. Dosud provedený mineralogický výzkum byl zaměřen jak na horninotvorné minerály zdejších pegmatitů (Vejnar 1965, 1968), tak i na vzácnější nerosty, zvláště fosfáty (Čech et al. 1958, 1961; Čech, Povondra 1962; Kratochvíl 1935, 1952; Masau et al. 2000; Nováček 1931; Novotný 1956; Novotný et al. 1951; Rost 1943; Staněk 1960, 1990; Weber 1944, 1948).

Zatímco z Poběžovicka, především z v minulosti těžebního pegmatitu Otov I (Větrný vrch), je dosud známo kolem 22 fosfátů (alluaudit, arrojadit, augelit, dickinsonit, eosforit, fairfieldit, fluorapatit, goyazit, grafitonit, hagendorfit, heterosit, lazulit, lipscombit, ludlamit, montebrazit, rockbridgeit, samuelsonit, sarkopsid, triflyin, vivianit a wolfeit), je počet minerálů této skupiny zjištěných v pegmatitu Veselé hory u Domažlic podstatně skromnější. Zdejšími fosfáty se zabýval v podstatě pouze Weber (1948), který uvádí sarkopsid intimně srůstající s grafitonitem, triploidit, vivianit, apatit, strengit, dufrénit, laueit a mitridatit. Identifikace těchto minerálů je, jak je uvedeno dále v textu, vzhledem k historickým možnostem studia, značně sporná. Srůsty sarkopsidu s grafitonitem studovali nověji Čech a Povondra (1962). Weber (1948), který se zabýval soustavným mineralogickým průzkumem pegmatitu na Veselé hoře v době probíhající těžby v letech 1942 - 1945, popisuje hnízda fosfátů od velmi drobných (0.5 - 2 cm) až po 25 cm, někdy peckovitého, jindy spíše žilného charakteru. Již předtím však Rost (1943) odsud uvádí nerost triplítové skupiny, jež nazývá triplít-triploidit. Pro nedostatek materiálu však stanovil chemické složky pouze kvalitativně (Fe, Mn, P, H₂O, F). Vedle fosfátů a horninotvorných minerálů byly na lokalitě zjištěny autunit (Weber 1944), beryl, wolframit a s ním sdružený scheelit (Rost 1943), granát almandin-spessartinového složení (Weber 1948) a sulfidy (pyrit, pyrhotin, chalkopyrit, arsenopyrit; Weber 1948).

V současné době je šachtice na hlavním pegmatitovém tělese zasypaná. Na nevelkém zarostlém odvalu (obr. 2) bylo možné objevit kusový beryl a fragmenty jeho krystalů. Nově byly nalezeny i ukázky fosfátů, které však zatím nebyly analyticky zpracovány. Nedaleká úpadní štola u cesty (obr. 1) s menší podzemní dobývkou po vytěžené pegmatitové čoučce je zatopená. Při nižším stavu vody se dá nahlédnout do vytěženého prostoru, který je plný odpadu a bahna. Pegmatitová čoučka je vydobyta v celé své mocnosti. Zbytky biotitického pegmatitu jsou zachovány v úvodní stropní části díla.

V doprovodné dokumentaci mineralogické sbírky Národního muzea byla mezi studijními vzorky fosfátů z pegmatitů z okolí Otova nalezena nenápadná ukázka sekundárních minerálů označená jako „fosfoferit“ z hory Sv. Vavřince (obr. 3). Tento vzorek, který pochází ze sběru A. Webera, byl podroben mineralogickému výzkumu, jehož výsledky jsou předmětem této studie.

Metodika výzkumu

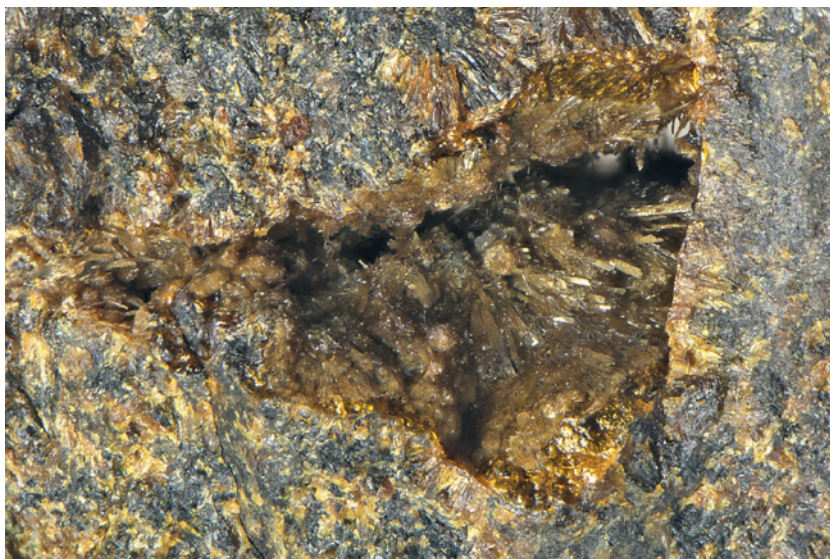
Barevné mikrofotografie byly pořízeny pomocí mikroskopu Nikon SMZ 25 s digitální kamerou Nikon DS-Ri2 a funkce skládání obrazu za použití programu NIS Elements AR verze 4.20. Rentgenová prášková difrakční data byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance (Národní muzeum, Praha) s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly naneseny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně byla pořízena difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Pozice

jednotlivých difrakčních maxim byly popsány profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení minerálů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytici Z. Dolníček, L. Vrtiška). Podmínky měření: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 7 nA, průměr svazku 7 μm , použité standardy a vlnové délky: apatit ($\text{PK}\alpha$, $\text{CaK}\alpha$), sanidin ($\text{AlK}\alpha$), hematit ($\text{FeK}\alpha$), albit ($\text{NaK}\alpha$), diopsid ($\text{MgK}\alpha$), rodonit ($\text{MnK}\alpha$), halit ($\text{ClK}\alpha$), LiF ($\text{FK}\alpha$) a ZnO ($\text{ZnK}\alpha$). Kvantitativně analyzovány byly také další prvky (Si, K, As, S, Sr, Pb, V, Cu, Co, Ba, Bi a N), zjištěné obsahy však byly pod detekčními limity. Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Charakteristika studovaných minerálů

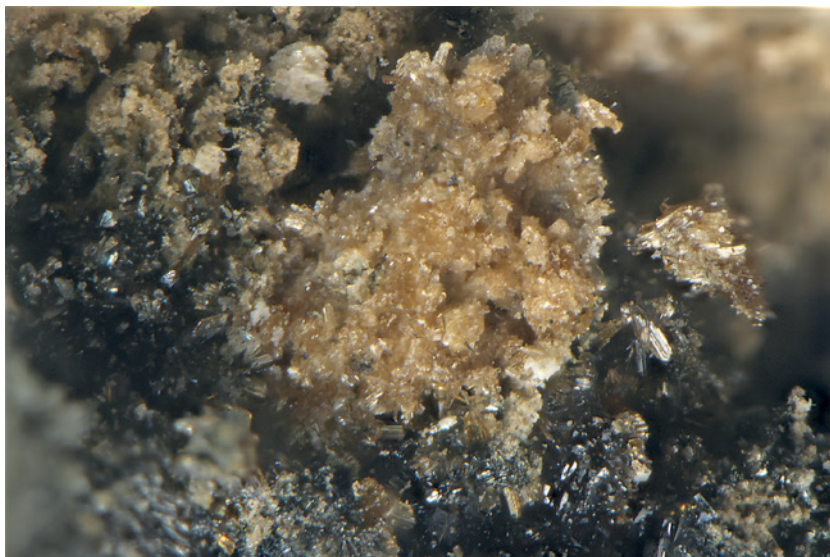
Minerály byly studovány na vzorku uloženém v mineralogické sbírce Národního muzea pod inventárním číslem P1N 94523. Je uchován v nízké válcovité prosklené krabičce s popisem „19. V. 1944. Fosfoferit xx v triplítovém fosfátu. Pegmatitová žíla na hoře Sv. Vavřínce (obec Stráž) u Domažlic - Čechy. Sběr A. Weber, Brno“ (obr. 3). Vzorek o velikosti 35 $\times$ 30 mm je z větší části tvořený makroskopicky celistvými hnědými, hnědooranžovými a místy až černými fosfáty zastoupenými především jahnsitem-(CaMnFe) a frondelitem (obr. 3). V této části vzorku je dutina o velikosti 8 mm pokrytá skelně lesklými, žlutooranžovými, radiálně paprčitými agregáty a protáhlými plochými krystaly minerálu izomorfní řady jahnsit-(CaMnFe) a jahnsit-(MnMnFe) do velikosti 2 mm (obr. 4 a 5), nepravidelnými shluky skelně lesklých plochých krystalů mladšího světle hnědooranžového až růžovo-oranžového jahnsitu-(CaMnFe) (obr. 6) a temně zelenými až černými kulovitými agregáty frondelitu (obr. 07). Minerály v dutině (obr. 4 - 7) se texturně podobají minerálům vyobrazeným v práci Webera (1948; obr. 8). Weber (1948) popisuje žluté krystaly (obr. 8, č. 3) jako fosfát blízký strengitu - patrně se jedná o zde uváděný jahnsit-(CaMnFe) až jahnsit-(MnMnFe). Radiální kulovité agregáty (obr. 8,



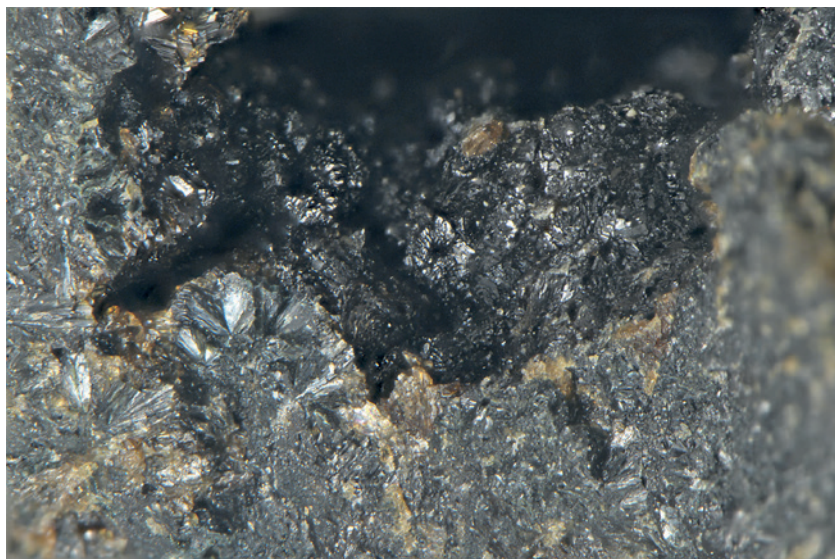
Obr. 4 Ploché sloupcovité krystaly do dutiny a celistvá masa hnědooranžových minerálů jahnsitové skupiny, šířka záběru 7 mm, foto L. Vrtiška.



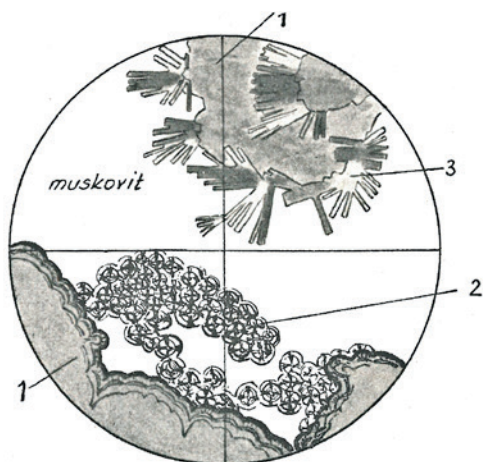
Obr. 5 Detail plochých sloupcovitých krystalů minerálů jahnsitové skupiny: jahnsitu-(CaMnFe) a jahnsitu-(MnMnFe), šířka záběru 1.5 mm, foto L. Vrtiška.



Obr. 6 Shluk krystalů mladšího růžvooranžového až hnědooranžového jahnsitu-(CaMnFe), šířka záběru 1.8 mm, foto L. Vrtiška.



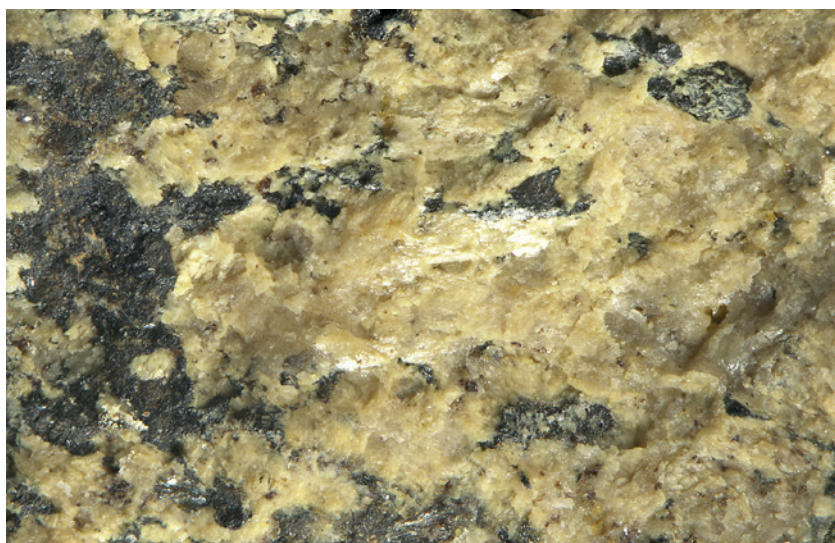
Obr. 7 Tmavé, radiálně paprscité agregáty frondelitu s hnědooranžovými krytaly minerálů jahnsitové skupiny, šířka záběru 2.8 mm, foto L. Vrtiška.



Sekundární infiltrace v muskovitu.

Železité gely 1 se sferolitickým lemem 2; hojný dufrénit 3 v ježkovitých útvarech. Mezi z nůlky, zvětšeno 80×.

Obr. 8 Dutinové sekundární fosfáty z Veselé hory vyobrazené v práci Webera (1948).



Obr. 9 Štěpná světlá zrna a celistvé agregáty minerálu z řady messelit-fairfieldit spolu s tmavými zónami tvořenými frondelitem a minerály jahnsitové skupiny, šířka záběru 9 mm, foto L. Vrtiška.

č. 2) popisuje jako dufrénit, nejspíše se jedná o nově identifikovaný frondelit. „Železité gely se sferolitickým lemem“ (obr. 8, č. 1) jsou patrně opět minerály jahnsitové skupiny, které bylo tehdy nemožné správně identifikovat, neboť první člen této skupiny byl popsán až Moorem (1974).

Druhá část studovaného vzorku je tvořena běžovou a místy nazelenalou směsí štěpných nepravidelných zrn messelitu-fairfielditu (obr. 9), mitridatitu a mikroskopických zrn Mn-bohatého fluorapatitu, parafiniukitu a křemene, která je prostoupena žilkami a nepravidelnými agregáty jahnsitu-(CaMnFe). Fosfoferit ani triplit, uvedené na popisu krabičky se vzorkem, zjištěny nebyly.

V následujícím textu jsou uvedeny charakteristiky jednotlivých fosfátů v pořadí od minerálů krystalovaných do dutiny přes minerály v jejím okolí až po minerály tvořící vzdálenější světlou část vzorku včetně doprovodných fází ze skupiny apatitu.

Minerály jahnsitové skupiny: jahnsit-(CaMnFe) a jahnsit-(MnMnFe)

Jahnsitová skupina je relativně komplikovaná a v současné době je do ní řazeno 24 platných minerálních druhů. Minerál jahnsit, dnes jahnsit-(CaMnMg), s ideálním vzorcem $\text{CaMn}^{2+}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, byl poprvé popsán Moorem (1974) z dolu Tip Top v Jižní Dakotě v USA. Jeho krystalovou strukturu stanovili Moore a Araki (1974). Moore a Ito (1978) rozpoznali, že v jahnsitovém typu struktury jsou možné různé kationtové substituce, a stanovili obecný vzorec „jahnsit-whiteitové komplexní řady“ jako $\text{XM}_1\text{M}_2\text{M}_3(\text{H}_2\text{O})_8(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_4$, kde pozice X je obsazována největšími kationty, pozice M1 a M2 středními až malými oktaedricky koordinovanými kationty (především Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} and Mg^{2+}) a pozice M3 malými oktaedricky koordinovanými kationty Fe^{3+} nebo Al^{3+} . Skupina je rozčleněna na podskupinu jahnsitovou ($\text{M}_3 = \text{Fe}^{3+}$), která v současné době obsahuje 15 minerálních druhů, a podskupinu whiteitovou ($\text{M}_3 = \text{Al}$), s devíti minerálními druhy (Grey et al. 2020; Hochleitner et al. 2023). Dominantní kationty v pozicích X, M1 a M2 jsou uváděny jako přípony za kořenovým jménem minerálu (jahnsit či whiteit) v podobě -(XM1M2). Existují dvě výjimky neodpovídající tomuto schématu, a těmi jsou minerály keckit a rittmannit.

Schéma nomenklatury minerálů jahnsitové skupiny bylo schváleno Komisí pro nomenklaturu a klasifikaci nových minerálů (CNMNC) Mezinárodní mineralogické asociace (IMA; Hålenius et al. 2018; Kampf et al. 2019). V České republice byl z této skupiny doposud zjištěn pouze jahnsit-(CaMnMg) z Otova (Staněk 1990), Příbyslavic (Povondra et al. 1987) a Dolních Borů (Staněk 1983). Vzhledem k tomu že v těchto publikacích nejsou uvedena podrobná data a podskupina jahnsitu se od té doby výrazně rozrostla, nemusí být pojmenování jahnsit-(CaMnMg) zcela přesné. Vácha (2024) nově popisuje jahnsit-(CaMnMg) a jahnsit-(CaMnMn) z granitického pegmatitu u Cyrilova. Z podskupiny whiteitu byl v České republice zjištěn blíže nespecifikovaný „Fe bohatý analog whiteitu“ z Verněřova u Aše (Breiter et al. 2009).

Na studovaném vzorku byly pozorovány dvě generace minerálů jahnsitové podskupiny. Rentgenová prášková data staršího, žlutooranžového jahnsitu z Veselé hory (tab. 1) odpovídají údajům pro tento minerální druh. Zpřesněné parametry základní cely (tab. 2) se při porovnání s publikovanými údaji nejvíce blíží hodnotám uváděným pro jahnsit-(CaMnFe) (Moore, Ito 1978).

Chemická analýza staršího jahnsitu ukázala jeho mírně variabilní složení (tab. 3), které v rámci stejných zrn klasifikačně kolísá mezi dvěma koncovými členy jahnsitové podskupiny jahnsitem-(CaMnFe) a jahnsitem-(MnMn

Fe). V pozici M3 byla vedle dominantního zastoupení Fe³⁺ zjištěna jen malá příměs Al (whiteitové komponenty) do 0.09 apfu. M2 pozice je dominantně obsazena Fe²⁺ (0.70 - 1.15 apfu), dále Mn (0.44 - 0.74 apfu) a Mg (0.11 - 0.41 apfu). Do této pozice byla dopočítána také část železa v podobě Fe³⁺ (0.00 - 0.37 apfu), které z pohledu nábojové bilance vyvažuje přítomnost monovalentního Na v pozici X. V pozici M2 byla zjištěna minoritní přítomnost Zn (do 0.02 apfu). Pozice M1 je obsazena pouze Mn. Pozice X za předpokladu plného obsazení ostatních pozic obsahuje Ca (0.28 - 0.70 apfu), Mn (0.06 - 0.50 apfu) a Na (0.00 - 0.37 apfu). V aniontu byl zjištěn pouze P. Výpočet obsazení jednotlivých pozic minerálů jahnsitové skupiny je relativně komplikovaný a založený na předpokladu vstupování určitých prvků do jednotlivých strukturních pozic; získané koeficienty empirických vzorců jsou tak závislé na zvoleném postupu výpočtu. Empirické vzorce odpovídající jednotlivým bodovým analýzám jahnsitu-(CaMnFe) a jahnsitu-(MnMnFe) jsou uvedeny v tabulce 3.

Vzorky mladšího, světle hnědooranžového až růžvooranžového jahnsitu byly rovněž ověřeny PXRD analýzou, zjištěná data jsou téměř identická se starším žlutooranžovým jahnsitem. Studium chemického složení (tab. 4) bylo zjištěno, že všechny měřené body patří jahnsitu-(CaMnFe). V pozici M3 byly vedle dominantního zastoupení Fe³⁺ v některých bodech zjištěny velmi nehomogenní

Tabulka 1 Rentgenová prášková data žlutooranžového jahnsitu z Veselé hory

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
0	0	1	9.257	100	9.209	-2	2	2	2.844	6	2.847	6	1	2	1.7752	<1	1.7745
2	0	0	6.984	2	6.999	0	2	2	2.827	40	2.824	-5	3	3	1.7534	1	1.7521
-2	0	1	6.903	3	6.898	-4	1	3	2.674	<1	2.671	2	2	4	1.7372	2	1.7354
1	1	0	6.370	<1	6.369	3	1	2	2.612	1	2.615	5	1	3	1.7228	1	1.7221
-1	1	1	5.697	1	5.693	1	1	3	2.602	2	2.603	-7	2	4	1.6656	2	1.6661
2	1	0	4.989	19	5.002	-4	2	1	2.5918	9	2.5883	-8	2	2	1.6591	1	1.6610
1	1	1	4.879	2	4.877	2	0	3	2.4970	2	2.4991	2	1	5	1.5994	<1	1.5998
0	0	2	4.632	41	4.604	4	0	2	2.4004	2	2.4002	5	2	3	1.5899	1	1.5894
-3	1	1	4.077	2	4.066	-4	0	4	2.3509	7	2.3518	8	2	0	1.5721	3	1.5717
2	1	1	3.979	3	3.986	5	1	1	2.3135	2	2.3131	6	1	3	1.5625	1	1.5615
3	1	0	3.909	3	3.908	-2	3	2	2.1273	<1	2.1264	0	4	3	1.5445	3	1.5449
-4	0	1	3.760	2	3.751	1	3	2	2.0457	1	2.0437	-9	1	4	1.5423	2	1.5428
0	2	0	3.578	4	3.576	4	2	2	1.9905	5	1.9929	4	3	3	1.5237	1	1.5234
-4	0	0	3.498	34	3.500	4	0	3	1.9797	6	1.9806	-9	2	2	1.5118	2	1.5110
1	1	2	3.472	25	3.471	-2	0	5	1.9621	1	1.9639	1	4	3	1.5057	3	1.5061
-4	1	1	3.316	5	3.322	-4	0	5	1.9422	8	1.9442	-5	4	3	1.4700	<1	1.4703
3	1	1	3.263	2	3.261	2	1	4	1.9142	<1	1.9125	-6	4	1	1.4511	<1	1.4513
2	2	0	3.185	5	3.184	3	2	3	1.8874	12	1.8877	-6	3	5	1.4326	<1	1.4335
-2	2	1	3.176	4	3.175	-5	2	4	1.8803	7	1.8813	-1	5	1	1.4147	<1	1.4141
4	1	0	3.145	1	3.143	4	3	1	1.8502	1	1.8512	-5	4	4	1.3906	<1	1.3905
4	0	1	2.937	13	2.938	1	2	4	1.8436	1	1.8431	-3	5	2	1.3494	<1	1.3504
-3	2	1	2.902	9	2.897	0	1	5	1.7842	<1	1.7835						

Tabulka 2 Parametry základní cely jahnsitu-(CaMnFe) a jahnsitu-(MnMnFe) pro monoklinickou prostorovou grupu P2/a

	tato práce	Moore, Ito (1978)	Vignola et al. (2019)
		jahnsit-(CaMnFe)	jahnsit-(MnMnFe)
<i>a</i> [Å]	15.009(3)	15.01(3)	15.1559(6)
<i>b</i> [Å]	7.1516(16)	7.15(2)	7.1478(2)
<i>c</i> [Å]	9.873(3)	9.87(2)	10.0209(4)
β [°]	111.1(5)	111.14(1)	112.059(4)
<i>V</i> [Å ³]	988.4(3)	987.98	1006.11(6)

obsahy Al (whiteitové komponenty) v rozsahu 0.00 - 0.72 *apfu*, které jsou místy výrazně vyšší oproti obsahům Al ve starším žlutooranžovém jahnsitu. M2 pozice je rovněž dominantně obsazena Fe²⁺ (0.79 - 1.06 *apfu*), a dále podobnými obsahy Mn (0.49 - 0.76 *apfu*) a Mg (0.21 - 0.39 *apfu*). Do této pozice byla rovněž dopočítána část železa v podobě Fe³⁺ (0.16 - 0.31 *apfu*). V pozici M2 byla zjištěna minoritní přítomnost Zn (do 0.06 *apfu*). Pozice M1 je obsazena pouze Mn. Pozice X za předpokladu plného obsazení ostatních pozic obsahuje Ca (0.45 - 0.65 *apfu*), Mn (0.14 - 0.31 *apfu*) a Na (0.16 - 0.31 *apfu*). V aniontu byl zjištěn pouze P. Průměrný empirický vzorec mladšího jahnsitu-(CaMnFe), stanovený ze šesti bodových analýz, je $(\text{Ca}_{0.56}\text{Mn}_{0.20}\text{Na}_{0.23}\text{Fe}_{0.99})_{1.00}(\text{Fe}^{2+}_{0.87}\text{Fe}^{3+}_{0.23}\text{Mn}^{2+}_{0.59}\text{Mg}_{0.28}\text{Zn}_{0.02})_{\Sigma 1.99}(\text{Fe}^{3+}_{1.73}\text{Al}_{0.27})_{\Sigma 2.00}(\text{PO}_4)_{4.00}(\text{OH})_{2.00}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Frondelit

Frondelit na vzorku z Veselé hory tvoří v dutině velmi tmavě zelené až černé polokulovité agregáty o velikosti do 1 mm s radiálně paprscitou vnitřní stavbou (obr. 7). Rentgenová prášková data (tab. 5) odpovídají údajům publikovaným pro tento minerální druh. Zpřesněné parametry základní cely (tab. 6) se dobře shodují s publikovanými údaji uvedenými v práci Elliota et al. (2009).

Frondelit ideálním vzorcem $(\text{Mn}^{2+}_{0.5}\text{Fe}^{3+}_{0.5})\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$ je jedním z členů rockbridgeitové skupiny s obecným vzorcem $\text{A}_2\text{B}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{H}_2\text{O})_5$ (Grey et al. 2019).

U minerálu z Veselé hory (tab. 7) bylo zjištěno, že všechny měřené body spadají v ternárním diagramu pro Fe²⁺, Fe³⁺ a Mn členy rockbridgeitové skupiny do pole frondelitu (obr. 10). Obsahy Fe³⁺ a Fe²⁺ v kationtové části byly rozpočteny na základě teoretického obsahu 4 *apfu* Fe³⁺ v ideálním vzorci frondelitu. Na základě tohoto přepočtu lze předpokládat, že Mn²⁺ je v pozici A částečně zastoupeno Fe²⁺ v rozmezí 0.11 - 0.28 *apfu*. V této pozici byly dále zjištěny minoritní obsahy Mg (do 0.06 *apfu*) a Ca a Zn (do 0.05 *apfu*). Deficit prvků v této pozici je pravděpodobně způsoben vakancí (do 0.17 *pfu*). V tetraedrické pozici vystupuje pouze P. Empirický vzorec frondelitu z Veselé hory (průměr devíti bodových analýz) lze na bázi P = 3 *apfu* vyjádřit jako $(\text{Mn}^{2+}_{0.30}\text{Fe}^{2+}_{0.10}\text{Ca}_{0.02}\text{Zn}_{0.01}\text{Mg}_{0.01})_{\Sigma 0.06}\text{Fe}^{3+}_{0.50}\text{Fe}^{3+}_{2.00}(\text{PO}_4)_{3.00}(\text{OH})_{4.80}$.

Messelit a fairfieldit

Minerály řady messelit $\text{Ca}_2\text{Fe}^{2+}(\text{PO}_4)_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - fairfieldit $\text{Ca}_2\text{Mn}^{2+}(\text{PO}_4)_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tvoří žlutavá štěpná zrna (obr. 9) jako dominantní součást světlé masy studovaného vzorku spolu s jahnsitem-(CaMnFe), mitridatitem, Mn-bohatým fluorapatitem, parafiniukitem a křemenem. Rentgenová prášková data přechodného členu řady messelit-fairfieldit (s převahou messelitových zón) z Veselé hory (tab. 8) odpovídají údajům publikovaným pro tyto minerální druhy. Zpřesněné parametry jeho základní cely (tab. 9) se dobře shodují s publikovanými údaji pro messelit uvedenými

Tabulka 3 Chemické složení žlutooranžových minerálů jahnsitové skupiny z Veselé hory (hm. %)

	Jahnsit-(CaMnFe)						Jahnsit-(MnMnFe)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na ₂ O	0.55	0.19	0.00	0.83	0.69	1.36	0.89	0.92	0.95	0.29	0.00
CaO	2.64	4.67	4.20	3.04	4.40	2.51	2.17	2.39	2.28	1.86	2.59
MnO	16.56	14.52	14.83	15.46	15.41	16.19	17.63	16.79	16.31	16.27	15.93
FeO*	8.71	9.69	10.31	8.97	8.52	6.18	7.41	7.01	7.98	9.95	10.12
MgO	0.68	1.04	1.55	1.14	1.22	1.72	0.50	1.44	1.50	1.44	1.94
ZnO	0.16	0.00	0.04	0.05	0.05	0.03	0.42	0.02	0.14	0.22	0.02
Fe ₂ O ₃ **	19.71	18.72	18.59	20.61	20.57	22.30	20.76	20.95	21.01	19.38	18.73
Al ₂ O ₃	0.00	0.54	0.31	0.48	0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00
P ₂ O ₅	32.52	33.91	33.91	34.17	33.79	33.45	32.83	33.03	33.05	33.27	33.29
H ₂ O***	18.45	18.96	19.06	19.39	19.45	19.37	18.73	18.92	19.09	18.71	18.74
total	99.98	102.25	102.80	104.14	104.24	103.13	101.34	101.47	102.33	101.44	101.36
Na	0.155	0.051	0.000	0.223	0.187	0.372	0.248	0.255	0.263	0.080	0.000
Ca	0.411	0.697	0.627	0.450	0.659	0.380	0.335	0.366	0.349	0.283	0.394
Mn	0.372	0.064	0.228	0.268	0.227	0.374	0.405	0.403	0.488	0.498	0.479
ΣX-Site	0.938	0.812	0.856	0.941	1.073	1.127	0.988	1.024	1.101	0.861	0.873
Mn	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ΣM1-Site	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fe ²⁺	1.015	1.083	1.152	0.995	0.955	0.700	0.856	0.804	0.915	1.133	1.152
Fe ³⁺	0.155	0.051	0.000	0.223	0.187	0.372	0.248	0.255	0.263	0.080	0.000
Mn	0.666	0.650	0.522	0.542	0.599	0.563	0.744	0.632	0.487	0.459	0.436
Mg	0.147	0.216	0.322	0.235	0.254	0.362	0.107	0.307	0.320	0.305	0.410
Zn	0.017	0.000	0.004	0.005	0.005	0.003	0.045	0.002	0.015	0.023	0.002
ΣM2-Site	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Fe ³⁺	2.000	1.911	1.949	1.922	1.977	1.998	2.000	2.000	1.997	1.992	2.000
Al	0.000	0.089	0.051	0.078	0.023	0.002	0.000	0.000	0.003	0.008	0.000
ΣM3-Site	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
P	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
OH	1.876	1.625	1.711	1.882	2.146	2.254	1.976	2.048	2.201	1.721	1.746
H ₂ O	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000

Hodnoty *apfu* vypočteny na bázi P = 4 *apfu*; *obsahy FeO a Fe₂O₃ rozpočteny na základě předpokladu plného obsazení pozice M3 Al a Fe³⁺ a dále na předpokladu vyvážení nábojové bilance monovalentního prvku (Na) v pozici X analogickým množstvím (*apfu*) Fe³⁺ v pozici M2; **H₂O - obsahy dopočteny na základě nábojové bilance a teoretického obsahu osmi molekul H₂O v ideálním vzorci minerálů jahnsitové skupiny.

v práci Flecka a Kolitsche (2003). Studium chemického složení byla ve většině bodových analýz zjištěna převaha Fe (messelitové komponenty) nad Mn (tab. 10). Jen ve třech analýzách mírně převažuje Mn (fairfielditová komponenta). V BSE obraze nebyla pozorována zonalita, distribuce Mn a Fe je v rámci vzorku nepravidelná. Empirické vzorce odpovídající jednotlivým bodovým analýzám jsou uvedeny v tabulce 10.

Mitridatit

Mitridatit byl na vzorku zjištěn jako nepravidelné domény, které zatlačují Mn-bohatý fluorapatit (obr. 11). Byl pozorován v asociaci s frondelitem, jahnsitem-(CaMn-Fe) a křemenem. Makroskopicky pozorován nebyl. Z důvodu malého množství vzorku nebylo možné získat PXRD záznam a vzorek byl studován pouze pomocí WDS analýzy. Studium chemického složení mitridatitu, minerálu s ideálním vzorcem $\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, bylo zjištěno dominantní zastoupení Fe^{3+} (2.63 - 2.88 *apfu*) a Ca (1.78 - 1.85 *apfu*) doprovázené zvýšenými obsahy Mn^{3+} (robertsitové komponenty) v rozsahu 0.14 - 0.24 *apfu* (tab. 11). V tetraedrické pozici vystupuje pouze P. Empirický vzorec mitridatitu z Veselé hory (průměr devíti bodových analýz) lze na bázi $\text{P} = 3$ *apfu* vyjádřit jako $(\text{Ca}_{1.82}\text{Fe}^{3+}_{2.74}\text{Mn}^{2+}_{0.16})_{\Sigma 4.72}(\text{PO}_{4/3.00}\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$.

Mn-bohatý fluorapatit

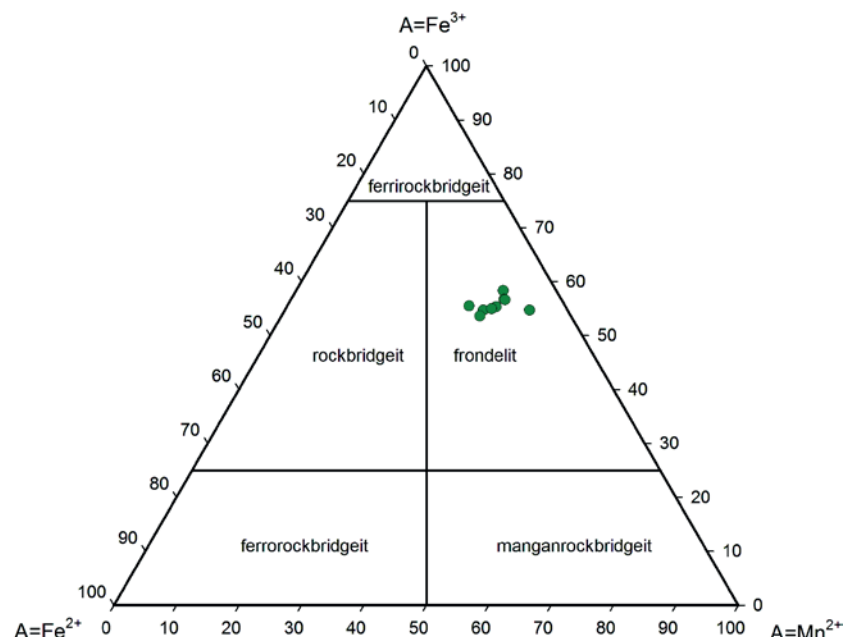
Fluorapatit se zvýšenými obsahy Mn byl pozorován v základní matici studovaného vzorku jako nepravidelné agregáty o délce do 100 μm v asociaci s parafiniukitem, mitridatitem, messelitem-fairfielditem a minerály jahnsitové skupiny (obr. 11 a 12). V porovnání s parafiniukitem se fluorapatit jeví jako starší. Studium chemického složení (tab. 12) byly vedle dominantního Ca zjištěny obsahy Mn v rozsahu 0.17 - 0.48 *apfu* a minoritní obsahy Zn (do 0.03 *apfu*). Pozice X je dominantně obsazena F (0.58 - 0.94 *apfu*); obsahy OH dopočítanými na bázi $\text{F} + \text{OH} = 1$ *pfu* se pohybují v rozmezí 0.06 - 0.42 *pfu*.

Obr. 10 Ternární diagram minerálů rockbridgeitové skupiny pro $\text{A} = \text{Fe}^{2+}$, Fe^{3+} a Mn^{2+} s vyznačením analýz frondelitu z Veselé hory.

Tabulka 4 Chemické složení mladšího hnědooranžového až růžvooranžového jahnsitu-(CaMnFe) z Veselé hory (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
Na_2O	0.86	0.59	0.97	0.61	1.06	1.12	0.79
CaO	3.74	4.20	3.22	3.57	2.98	4.31	4.14
MnO	15.10	15.21	15.30	15.38	15.31	13.68	15.72
FeO^*	7.69	9.38	7.95	8.39	6.77	6.76	6.89
MgO	1.35	0.99	1.12	1.38	1.79	1.84	1.00
ZnO	0.23	0.00	0.08	0.00	0.43	0.56	0.28
Fe_2O_3^*	18.53	14.46	14.85	19.05	21.51	21.38	19.91
Al_2O_3	1.66	3.81	4.46	0.88	0.00	0.27	0.52
P_2O_5	33.62	33.62	34.37	33.52	33.38	33.63	33.22
H_2O^{**}	19.20	19.26	19.38	19.03	19.19	19.40	18.95
total	101.97	101.53	101.70	101.81	102.42	102.95	101.41
Na	0.233	0.161	0.259	0.167	0.291	0.305	0.218
Ca	0.563	0.632	0.474	0.539	0.452	0.649	0.631
Mn	0.204	0.236	0.154	0.241	0.317	0.138	0.138
$\Sigma\text{X-Site}$	1.000	1.029	0.887	0.947	1.060	1.092	0.987
Mn	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\Sigma\text{M1-Site}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fe^{2+}	0.866	1.057	0.876	0.948	0.768	0.761	0.785
Fe^{3+}	0.233	0.161	0.259	0.167	0.291	0.305	0.218
Mn	0.594	0.575	0.628	0.595	0.518	0.490	0.755
Mg	0.284	0.207	0.230	0.290	0.378	0.385	0.212
Zn	0.023	0.000	0.008	0.000	0.045	0.058	0.029
$\Sigma\text{M2-Site}$	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Fe^{3+}	1.726	1.369	1.277	1.854	2.000	1.955	1.913
Al	0.274	0.631	0.723	0.146	0.000	0.045	0.087
$\Sigma\text{M3-Site}$	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
P	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
OH	2.000	2.058	1.773	1.894	2.120	2.183	1.974
H_2O	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000

Mean - průměr šesti bodových analýz; hodnoty *apfu* vypočteny na bázi $\text{P} = 4$ *apfu*; *obsahy FeO a Fe_2O_3 rozpočteny na základě předpokladu plného obsazení pozice M3 Al a Fe^{3+} a dále na předpokladu vyvážení nábojové bilance monovalentního prvku (Na) v pozici X analogickým množstvím (*apfu*) Fe^{3+} v pozici M2; ** H_2O - obsahy dopočteny na základě nábojové bilance a teoretického obsahu osmi molekul H_2O v ideálním vzorci minerálů jahnsitové skupiny.



Parafiniukit

Parafiniukit je stejně jako Mn-bohatý fluorapatit součástí základní matrice studovaného vzorku. Tvorbí nepravidelné agregáty o velikosti do 30 μm vyplňující prostory mezi agregáty Mn-bohatého fluorapatitu a messelitu-fairfielditu (obr. 12). Chemické složení minerálu (tab. 13) odpovídá Fe a Ca bohaté varietě ne-

dávno popsaného parafiniukitu s ideálním vzorcem $\text{Ca}_2\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ (Piecicka et al. 2018). V Mn pozici bylo v parafiniukitu z Veselé hory zjištěno vedle obsahů Mn v rozmezí 1.48 - 1.78 *apfu* zastoupení Fe (0.24 - 0.31 *apfu*) a Ca (0.91 - 1.28 *apfu*). Pozice X je dominantně obsazena Cl (0.61 - 0.65 *apfu*) doprovázeným F (0.12 - 0.19 *apfu*) a OH (dopočítané obsahy 0.21 - 0.23 *pfu*).

Tabulka 5 Rentgenová prášková data frondelitu z Veselé hory

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs}	<i>I</i> _{obs}	<i>d</i> _{calc}
0	2	0	8.402	2	8.430	0	0	2	2.5884	4	2.5876	3	8	1	1.8036	2	1.8051
2	0	0	6.979	100	6.914	0	2	2	2.4732	1	2.4749	7	3	1	1.7485	10	1.7544
2	1	0	6.442	1	6.402	2	0	2	2.4310	9	2.4234	6	0	2	1.7213	1	1.7210
2	2	0	5.379	2	5.359	5	1	1	2.4120	4	2.4143	6	1	2	1.7113	3	1.7122
1	0	1	4.845	6	4.847	5	2	1	2.3490	<1	2.3441	8	3	0	1.6511	3	1.6530
1	1	1	4.655	6	4.660	2	2	2	2.3309	<1	2.3301	3	0	3	1.6154	5	1.6156
2	3	0	4.374	4	4.377	6	0	0	2.3083	1	2.3047	1	10	1	1.6018	4	1.6008
0	4	0	4.244	4	4.240	6	1	0	2.2780	2	2.2837	6	8	0	1.5633	3	1.5603
1	2	1	4.213	3	4.208	6	2	0	2.2219	1	2.2240	3	3	3	1.5503	<1	1.5534
1	3	1	3.671	2	3.680	3	6	1	2.1813	2	2.1844	8	5	0	1.5412	2	1.5401
2	4	0	3.606	17	3.614	0	8	0	2.1239	5	2.1200	3	4	3	1.5115	1	1.5097
4	0	0	3.461	11	3.457	2	4	2	2.1053	1	2.1040	4	8	2	1.4815	1	1.4816
4	1	0	3.393	9	3.387	3	7	1	1.9806	<1	1.9812	5	0	3	1.4630	1	1.4637
4	2	0	3.201	34	3.201	2	5	2	1.9692	6	1.9719	8	0	2	1.4387	<1	1.4373
2	5	0	3.035	7	3.045	6	5	0	1.9026	1	1.9063	3	6	3	1.4033	1	1.4027
4	3	0	2.947	1	2.949	4	4	2	1.8643	1	1.8613	6	10	0	1.3665	<1	1.3660
1	5	1	2.772	1	2.779	7	1	1	1.8360	4	1.8347	1	12	1	1.3569	<1	1.3568
4	4	0	2.689	5	2.679	2	9	0	1.8164	2	1.8181						

Tabulka 6 Parametry základní cely frondelitu pro ortorombickou prostorovou grupu Bbmm

	tato práce	Elliot et al. (2009)
<i>a</i> [Å]	13.828(5)	13.81
<i>b</i> [Å]	16.960(6)	16.96
<i>c</i> [Å]	5.175(2)	5.18
<i>V</i> [Å ³]	1214.7(5)	1214.29

Tabulka 7 Chemické složení frondelitu z Veselé hory (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MnO	6.48	6.16	6.45	6.33	6.55	5.71	7.79	6.35	6.43	6.51
FeO*	2.17	1.59	1.74	2.71	2.19	3.04	1.22	2.95	2.37	1.74
CaO	0.29	0.34	0.28	0.24	0.31	0.13	0.30	0.32	0.38	0.35
ZnO	0.35	0.62	0.40	0.23	0.28	0.20	0.37	0.32	0.30	0.45
MgO	0.14	0.22	0.30	0.12	0.34	0.00	0.00	0.03	0.00	0.23
Fe ₂ O ₃ *	48.59	48.77	48.24	49.01	48.65	48.95	48.93	48.20	48.23	48.36
P ₂ O ₅	32.39	32.51	32.16	32.67	32.43	32.63	32.62	32.13	32.15	32.24
H ₂ O**	6.53	6.43	6.47	6.62	6.64	6.44	6.60	6.62	6.50	6.50
total	96.95	96.64	96.05	97.92	97.39	97.10	97.84	96.91	96.35	96.37
Mn ²⁺	0.600	0.569	0.602	0.582	0.606	0.525	0.717	0.593	0.600	0.606
Fe ²⁺	0.199	0.145	0.161	0.246	0.200	0.277	0.111	0.272	0.218	0.160
Ca	0.035	0.040	0.033	0.028	0.036	0.015	0.035	0.038	0.045	0.041
Zn	0.028	0.050	0.033	0.018	0.023	0.016	0.030	0.026	0.024	0.037
Mg	0.022	0.036	0.049	0.019	0.055	0.000	0.000	0.005	0.000	0.038
Σ	0.884	0.839	0.878	0.893	0.921	0.833	0.892	0.934	0.888	0.881
Fe ³⁺	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
P	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
OH	4.801	4.677	4.755	4.787	4.861	4.896	4.785	4.883	4.780	4.785

Mean - průměr devíti bodových analýz; hodnoty *apfu* vypočteny na bázi P = 3 *apfu*; *obsahy FeO a Fe₂O₃ rozpočteny na základě teoretického obsahu Fe³⁺ = 4 *apfu* v ideálním vzorci frondelitu; ** obsahy H₂O dopočteny na bázi nábojové bilance.

Diskuse a závěr

Studium historického vzorku z pegmatitu na Veselé hoře u Domažlic přineslo zajímavé poznatky o zdejší fosfátové mineralizaci. Jedná se o první moderně definovaný výskyt jahnsitu-(MnMnFe) a jahnsitu-(CaMnFe) v České republice v asociaci s frondelitem, mitridatitem, s minerály řady messelit - fairfieldit, sfaleritem, křeme-

nem a akcesorickým Mn-bohatým fluorapatitem a para-finiukitem. Všechny zjištěné fosfáty jsou považovány za sekundární, vzniklé alterací fosfátů primárních, které však nebyly na studované ukázce pozorovány. Z jiných vzorků z téže lokality sbíraných Weberem jsou jako primární fáze uváděny grafitonit a sarkopsid (Weber 1948; Čech, Povondra 1962). Dle studia jejich chemického složení provedeného Weberem (1948) a Čechem a Povondrou

Tabulka 8 Rentgenová prášková data messelitu-fairfielditu z Veselé hory

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d_{obs}</i>	<i>I_{obs}</i>	<i>d_{calc}</i>
0	0	1	6.368	100	6.389	1	-1	2	2.4492	9	2.4482	-3	2	1	1.7241	3	1.7251
-1	0	0	5.051	12	5.054	2	-1	1	2.2864	2	2.2841	0	3	1	1.7128	5	1.7126
1	-1	0	4.496	12	4.507	-2	1	2	2.2760	3	2.2770	-3	0	0	1.6866	5	1.6847
0	-1	1	4.319	3	4.316	-2	0	2	2.2492	2	2.2505	-3	0	2	1.6564	3	1.6561
-1	1	1	3.952	2	3.956	-2	2	1	2.2295	10	2.2263	1	-3	2	1.6428	1	1.6416
1	0	1	3.576	14	3.582	2	0	1	2.1820	2	2.1838	0	2	3	1.6180	2	1.6178
1	-1	1	3.428	10	3.460	-1	2	2	2.1629	3	2.1619	0	0	4	1.5970	1	1.5971
-1	-1	0	3.218	42	3.220	1	2	0	2.1247	3	2.1271	2	1	2	1.5782	1	1.5780
0	0	2	3.191	32	3.194	-2	-1	1	2.0910	11	2.0901	0	-1	4	1.5684	1	1.5660
-1	0	2	3.031	34	3.035	-2	-1	0	2.0508	4	2.0521	0	3	2	1.5297	1	1.5287
0	-1	2	2.849	6	2.855	0	-1	3	2.0394	9	2.0381	-2	1	4	1.5094	2	1.5098
1	-2	0	2.810	6	2.810	-2	2	2	1.9782	1	1.9778	2	-3	2	1.4969	1	1.4969
-1	1	2	2.796	11	2.799	-1	-1	3	1.9591	2	1.9588	-3	2	3	1.4681	1	1.4677
1	1	1	2.676	15	2.676	1	2	1	1.9293	3	1.9289	1	3	1	1.4656	2	1.4662
-2	1	1	2.644	13	2.640	1	-3	1	1.8354	2	1.8358	-3	3	2	1.4399	1	1.4402
-1	2	1	2.620	11	2.619	1	0	3	1.8174	3	1.8181	-2	-2	3	1.4231	1	1.4234
-2	0	1	2.5620	8	2.5606	2	0	2	1.7910	7	1.7910	-2	2	4	1.3994	1	1.3997
-1	-1	2	2.5240	7	2.5247	-1	2	3	1.7375	1	1.7378	3	0	2	1.3660	1	1.3658
1	0	2	2.4568	10	2.4564												

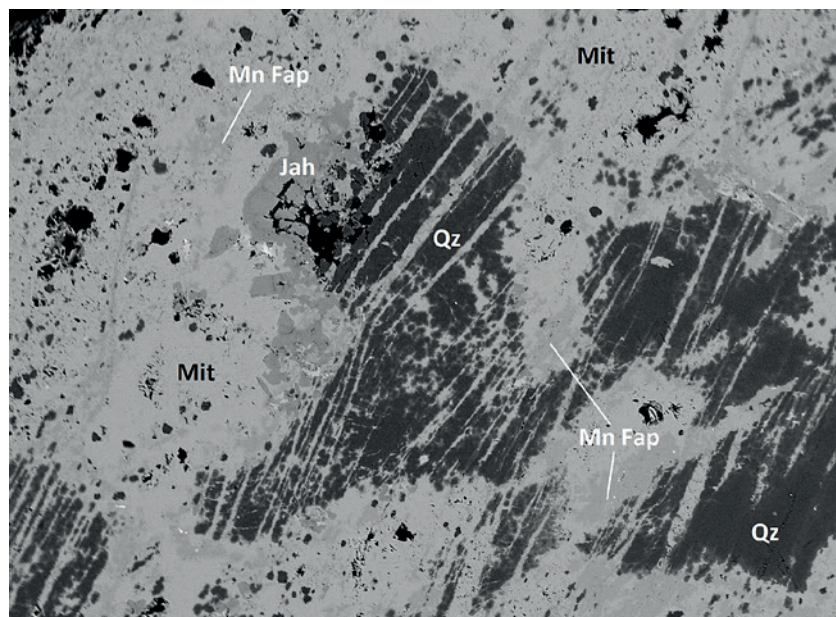
Tabulka 9 Parametry základní cely messelitu-fairfielditu pro triklinickou prostorovou grupu P-1

	tato práce	messelit (Fleck, Kolitsch 2003)
<i>a</i> [Å]	5.476(4)	5.480(1)
<i>b</i> [Å]	5.763(3)	5.759(1)
<i>c</i> [Å]	6.566(2)	6.569(1)
α [°]	90.19(4)	90.18(3)
β [°]	102.58(5)	102.62(3)
γ [°]	108.45(4)	108.45(3)
<i>V</i> [Å ³]	191.2(2)	191.3(1)

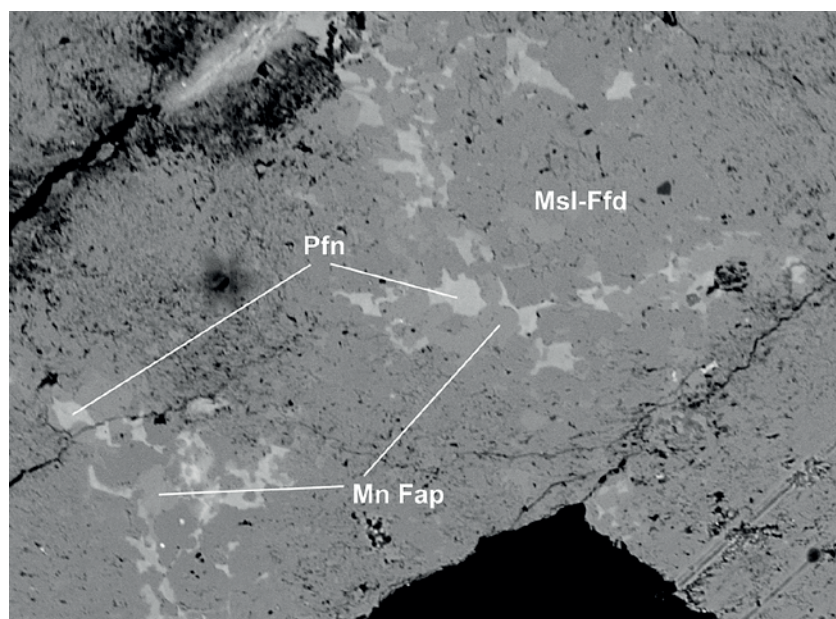
Tabulka 10 Chemické složení přechodných členů messelit-fairfieldit z Veselé hory (hm. %)

	messelit						fairfieldit		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CaO	29.99	31.39	26.90	30.00	30.85	31.25	30.98	30.60	31.17
FeO	11.41	10.07	16.02	11.16	11.05	9.80	8.04	7.05	8.63
MnO	7.14	7.92	4.97	7.17	7.15	8.90	10.23	11.43	9.44
P ₂ O ₅	39.26	41.45	38.45	40.40	41.30	42.22	40.68	40.96	39.16
H ₂ O*	9.97	10.52	9.76	10.26	10.48	10.72	10.33	10.40	9.94
total	97.77	101.35	96.10	98.99	100.83	102.89	100.26	100.44	98.34
Ca	1.934	1.917	1.771	1.880	1.891	1.874	1.928	1.891	2.015
Fe	0.574	0.480	0.823	0.546	0.529	0.459	0.390	0.340	0.435
Mn	0.364	0.382	0.259	0.355	0.346	0.422	0.503	0.558	0.482
Σ	2.872	2.779	2.853	2.780	2.766	2.754	2.821	2.789	2.933
P	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
H ₂ O	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Hodnoty *apfu* vypočteny na bázi P = 2 *apfu*; *H₂O - obsahy dopočteny na bázi teoretického obsahu dvou molekul H₂O v ideálním vzorci messelitu/fairfielditu.



Obr. 11 Nepravidelné agregáty Mn bohatého fluorapatitu (Mn Fap) v asociaci s minerály jahnsitové skupiny (Jah), mitridatitem (Mit) a křemenem (Qz), šířka záběru 1.1 mm, BSE foto Z. Dolníček.



Obr. 12 Nepravidelné agregáty Mn bohatého fluorapatitu (Mn Fap) a parafinukitu (Pfn) v asociaci s minerálem z řady messelit-fairfieldit (Msl-Ffd), šířka záběru 500 μ m, BSE foto Z. Dolníček.

(1962) obsahují tyto minerály vedle P (40.20 - 40.51 hm. % P_2O_5) a Fe (34.26 - 36.23 hm. % FeO) také vysoké obsahy Mn (16.42 - 19.45 hm. % MnO), Ca (4.43 - 5.23 hm. % CaO) a zvýšené obsahy Mg (0.23 - 0.62 hm. % MgO) a Zn (0.49 hm. % ZnO). Oba tyto primární minerály tak s výjimkou Al obsahují všechny prvky zjištěné v sekundárních fosfátech studovaných v této práci. Zvýšené obsahy Zn ve frondelitu a minerálech jahnsitové skupiny mohou souviset také s alterací přítomného sfaleritu. Jako zdroj Al pak patrně sloužily alumosilikáty (živce či slídy) z pegmatitu. Ojedinelý je výskyt parafinukitu, který je stejně jako ostatní Cl-dominantní apatity v přírodě výrazně méně častý než fluorapatit a hydroxylapatit. Cl-dominantní apatity se vyskytují v prostředí s nedostatkem F, nejčastěji ve vápenato-silikátových horninách, jako akcesorické minerály ve vrstevnatých mafických intruzích, vulkanitech, v některých žulových pegmatitech či v meteoritech (např. Ropp 2012; Chang et al. 1998; Anthony et al. 2000). Z genetických vztahů minerálů ze skupiny apatitu na vzorku z Veselé hory je patrné, že po krystalizaci Mn-bohatého fluorapatitu došlo k úbytku F v systému a následné krystalizaci parafinukitu. Podobné schéma uvádějí Szuszkiewicz et al. (2018) pro vznik Mn-bohatého chloapatitu z pegmatitu Szklary v Polsku.

Tabulka 11 Chemické složení mitridatitu z Veselé hory (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CaO	17.15	17.24	16.90	16.78	17.34	17.15	17.23	17.04	17.47	17.21
Fe ₂ O ₃	36.81	37.73	37.21	38.22	36.75	36.28	36.64	35.85	36.31	36.26
Mn ₂ O ₃	2.18	2.00	2.70	3.09	1.90	1.91	1.81	2.16	1.90	2.16
P ₂ O ₅	35.87	35.33	35.16	35.42	36.11	36.05	35.92	36.37	36.41	36.09
H ₂ O*	9.11	8.97	8.92	8.99	9.17	9.15	9.12	9.23	9.24	9.16
total	101.12	101.27	100.90	102.50	101.26	100.54	100.72	100.65	101.33	100.88
Ca	1.815	1.853	1.825	1.799	1.823	1.806	1.821	1.779	1.822	1.811
Fe ³⁺	2.736	2.848	2.822	2.877	2.714	2.684	2.720	2.628	2.659	2.679
Mn ³⁺	0.164	0.152	0.207	0.235	0.142	0.143	0.136	0.160	0.140	0.161
Σ	4.715	4.853	4.854	4.911	4.679	4.633	4.677	4.567	4.622	4.651
P	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
H ₂ O	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000

Mean - průměr devíti bodových analýz; hodnoty *apfu* vypočteny na bázi P = 3 *apfu*; *H₂O - obsahy doloženy na bázi teoretického obsahu tří molekul H₂O v ideálním vzorci mitridatitu.

Tabulka 12 Chemické složení Mn-bohatého fluorapatitu z Veselé hory (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8
CaO	48.69	48.51	51.77	48.47	48.34	47.77	48.61	47.94	48.10
MnO	3.47	6.64	4.00	2.89	3.12	2.90	2.32	3.43	2.46
FeO	2.18	0.83	0.45	1.96	2.19	2.55	3.75	2.45	3.25
ZnO	0.21	0.00	0.00	0.30	0.38	0.34	0.00	0.31	0.33
P ₂ O ₅	42.44	44.45	45.21	42.09	41.37	41.32	40.88	42.20	41.98
F	2.94	2.13	2.60	3.33	3.16	3.03	3.39	2.87	3.02
H ₂ O*	0.32	0.74	0.54	0.11	0.20	0.24	0.11	0.33	0.26
F=O	-1.24	-0.90	-1.09	-1.40	-1.33	-1.28	-1.43	-1.21	-1.27
total	99.00	102.40	103.48	97.75	97.43	96.88	97.63	98.33	98.13
Ca	4.570	4.458	4.682	4.617	4.580	4.568	4.554	4.542	4.554
Mn	0.257	0.482	0.286	0.218	0.234	0.219	0.172	0.257	0.184
Fe	0.160	0.060	0.032	0.146	0.162	0.190	0.274	0.181	0.240
Zn	0.013	0.000	0.000	0.020	0.025	0.022	0.000	0.020	0.022
Σ	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
P	3.147	3.228	3.231	3.168	3.097	3.122	3.026	3.159	3.141
F	0.815	0.578	0.694	0.936	0.884	0.855	0.937	0.803	0.844
OH	0.185	0.422	0.306	0.064	0.116	0.145	0.063	0.197	0.156

Mean - průměr devíti bodových analýz; hodnoty *apfu* vypočteny na bázi pěti kationtů; *H₂O - obsahy dopočteny na bázi F+OH = 1 *pfu*.

Předkládaná publikace koriguje pravděpodobné historické nepřesnosti ohledně Weberem (1948) studovaných sekundárních fosfátů z Veselé hory. Ten ve své práci patrně považoval minerály jahnsitové skupiny ze stejného či obdobného vzorku za strengit a za „železité gely“, a také frondelit považoval za dufrénit. Tato práce tak přispívá k poznání produktů alterace primárních fosfátů v pegmatitech na Domažlicku, ze kterých se oproti nedalekým pegmatitovým výskytům v oblasti Poběžovic (především pegmatit Otov I) zachovalo jen velmi málo ukázek.

Poděkování

Za informace o zdejších výskytech a fotografii současného stavu v minulosti těženého pegmatitového tělesa děkují autoři Václavu Pachlovi z LB MINERALS, s.r.o. v Poběžovicích. 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

- ANTHONY JW, BIDEAUX RA, BLADH KW, NICHOLS MC (2000) Handbook of mineralogy, Vol. IV, Arsenates, phosphates, vanadates. Mineral data publishing, Tucson
- BREITER K, ŠKODA R, VESELOVSKÝ F (2009) Neobvyklý P-, Li- a Sn-bohatý pegmatit z Vernéřova u Aše, Česká republika. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 17(1): 41-59
- ČECH F, PADĚRA K, POVONDRA P (1958) Studium der Phosphate aus den Pegmatiten von Otov bei Domažlice (Westböhmen). I. Laueit. Acta Univ Carol, Geol 1: 21-28

Tabulka 13 Chemické složení parafiniukitu z Veselé hory (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5
CaO	31.27	29.04	31.43	33.20	29.94	32.74
MnO	20.66	22.56	20.41	18.94	21.92	19.48
FeO	3.48	3.98	3.33	3.05	3.64	3.38
P ₂ O ₅	41.40	41.35	41.46	41.64	41.20	41.34
Cl	4.07	4.08	4.13	4.16	4.09	3.89
F	0.49	0.47	0.42	0.43	0.48	0.64
H ₂ O*	0.35	0.35	0.36	0.36	0.34	0.34
O=F+Cl	-1.12	-1.12	-1.11	-1.12	-1.12	-1.15
total	100.59	100.71	100.43	100.66	100.49	100.66
Ca	3.107	2.905	3.133	3.284	2.987	3.224
Mn	1.623	1.784	1.608	1.481	1.729	1.516
Fe	0.270	0.311	0.259	0.235	0.283	0.260
Σ	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
P	3.250	3.268	3.265	3.254	3.248	3.216
Cl	0.640	0.646	0.651	0.651	0.646	0.606
F	0.143	0.139	0.124	0.126	0.141	0.186
OH	0.217	0.216	0.225	0.224	0.213	0.208

Mean - průměr pěti bodových analýz; hodnoty *apfu* vypočteny na bázi pěti kationtů; *H₂O - obsahy dopočteny na bázi F+Cl+OH = 1 *pfu*.

- ČECH F, PADĚRA K, POVONDRA P (1961) Lipscombit z pegmatitů od Otova u Domažlic. Acta Univ Carol, Geol 3: 171-190
- ČECH F, POVONDRA P (1962) The sarcopsid problem. Acta Univ Carol, Geol 3: 145-157
- ELLIOTT P, KOLITSCH U, GIESTER G, LIBOWITZKY E, MCCAMMON C, PRING A, BIRCH WD, BRUGGER J (2009) Description and crystal structure of a new mineral-plimerite, ZnFe³⁺₄(PO₄)₃(OH)₅ - the Zn-analogue of rockbridgeite and frondelite, from Broken Hill, New South Wales, Australia. Mineral Mag 73: 131-148
- FLECK M, KOLITSCH U (2003) Natural and synthetic compounds with kröhnkite-type chains. An update. Z Kristallog 218: 553-567

- GREY IE, KAMPF AR, KECK E, CASHION JD, MACRAE CM, GOZUKARA Y, PETERSON KV, SHANKS FL (2019) The rockbridgeite group approved and a new member, ferrockbridgeite, $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})_2(\text{Fe}^{3+})_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})$, described from the Hagendorf Süd pegmatite, Oberpfalz, Bavaria. *Eur J Mineral* 31(2): 389-397
- GREY IE, KECK E, KAMPF AR, MACRAE CM, CASHION JD, GLENN AM (2020) Jahnsite-(CaMnZn) from the Hagendorf-Süd pegmatite, Oberpfalz, Bavaria, and structural flexibility of jahnsite-group minerals. *Mineral Mag* 84: 547-553
- HÄLENIUS U, HATERT F, PASERO M, MILLS S J (2018) IMA Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (CNMNC) Newsletter 43. New minerals and nomenclature modifications approved in 2018. *Mineral Mag* 82: 779-785
- HOCHLEITNER R, REWITZER C, GREY IE, MUMME WG, MACRAE CM, KAMPF AR, KECK E, GABLE RW, GLENN AM (2023) Whiteite-(CaMnFe), a new jahnsite-group mineral from the Hagendorf-Süd pegmatite, Oberpfalz, Bavaria. *Eur J Mineral* 35: 95-103
- CHANG LLY, HOWIE RA, ZUSSMAN J (1998) Rock-forming minerals, Vol. 5B, Non-silicates: Sulphates, carbonates, phosphates, halides. The Geological Society, London
- KAMPF AR, ALVES P, KASATKIN A, ŠKODA R (2019) Jahnsite-(MnMnZn), a new jahnsite-group mineral, and formal approval of the jahnsite group. *Eur J Mineral* 31: 167-172
- KRATOCHVÍL F (1935) Beryl z Meclova u Poběžovic. *Rozpr Čs Akad Věd, Ř mat přír Věd* 44(32): 1-7
- KRATOCHVÍL F (1952) O některých nerostech ze žulových pegmatitů mezi Poběžovicemi a Domažlicemi. *Sbor Ústř Úst geol, Odd geol* 19: 321-328
- KRATOCHVÍL F, VACHTL J (1950) Zpráva o výskytech pegmatitů v okolí Domažlic. MS ÚÚG Praha, archiv ČGS P002979
- LAUGIER J, BOCHU B (2011) LMGP-suite of programs for the interpretation of X-ray experiments. <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp>, přístup duben 2011
- MASAU M, STANĚK J, ČERNÝ P, CHAPMAN R (2000) Metasomatic wolfeite and associated phosphates from the Otov I granitic pegmatite, western Bohemia. *J Czech Geol Soc* 45(1-2): 159-173
- MOORE PB (1974) I. Jahnsite, segelerite, and robertsite, three new transition metal phosphate species II. Redefinition of overite, an isotype of segelerite III. Isotype of robertsite, mitridatite, and arseniosiderite. *Am Mineral* 59: 48-59
- MOORE PB, ARAKI T (1974) Jahnsite, $\text{CaMn}^{2+}\text{Mg}_2(\text{H}_2\text{O})_8\text{Fe}^{3+}_2(\text{OH})_2[\text{PO}_4]_4$: A novel stereoisomerism of ligands about octahedral corner-chains. *Am Mineral* 59: 964-973
- MOORE PB, ITO J (1978) I. Whiteite, a new species, and a proposed nomenclature for the jahnsite-whiteite complex series. II. New data on xanthoxenite. III. Salmonsite discredited. *Mineral Mag* 42: 309-323
- NOSEK P et al. (1985): Závěrečná zpráva úkolu Poběžovicko-Domažlicko. MS, Geoindustria Praha, závod Stříbro, archiv ČGS P030440
- NOVÁČEK R (1931) Granáty československých pegmatitů. *Věst Král čes Společ Nauk, Tř mat-přírodověd*: 1-55
- NOVOTNÝ M (1956) Fosforečnany z pegmatitu na Větrném vrchu u Ohnišovic. *Práce Brněn Zák Čs Akad Věd* 28(10): 501-540
- NOVOTNÝ M, POKORNÝ J, STANĚK J, ŠTECL J (1951) Tri-fylin z Větrné u Otova. *Čas Nár Muz, Odd přírodověd* 120: 155-158
- PIECZKA A, BIAGIONI C, GOŁĘBIEWSKA B, JELEŃ P, PASERO M, SITARZ M (2018) Parafiniukite, $\text{Ca}_2\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, a new member of the apatite supergroup from the Szklary pegmatite, Lower Silesia, Poland: Description and crystal structure. *Minerals* 8(11): 1-10
- POUCHOU JL, PICHOR F (1985) "PAP" (φρΖ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Micro-beam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco: 104-106
- POVONDRA P, PIVEC E, ČECH F, LANG M, NOVÁK F, PRACHAŘ I, ULRYCH J (1987) Příbyslavice peraluminous granite. *Acta Univ Carol, Geol* 3: 183-283
- ROPP RC (2012) Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds. Elsevier Pul Co. 1-1216
- ROST R (1943) Minerály pegmatitových žil na Vavřínečku u Domažlic. *Věda přír* 21(9): 278-283
- STANĚK J (1960) Montebrasit, augelit a lazulit z Otova. *Práce Brněn Zák Čs Akad Věd* 32(1): 17-32
- STANĚK J (1983) Iron-manganese phosphate minerals from the Dolní Bory pegmatite. *Acta Mus Morav, Sci Natur* 68: 7-22
- STANĚK J (1990) Strunzit aus dem Pegmatit von Otov bei Domažlice, ČSSR. *Aufschluss* 41: 3-6
- SZUSZKIEWICZ A, PIECZKA A, GOŁĘBIEWSKA B, DUMAŃSKA-SŁOWIK M, MARSZAŁEK M, SZEŁĘG E (2018) Chemical composition of Mn- and Cl-rich apatites from the Szklary pegmatite, Central Sudetes, SW Poland: Taxonomic and genetic implications. *Minerals* 8(8): 350
- URBAN J (1959) Živce v jihozápadních Čechách. MS Ústřední ústav geologický, archiv ČGS P011250
- VÁCHA J (2024) Studium sekundárních fosforečnanů z granitického pegmatitu u Cyrilova. MS, dipl práce, PřF MU Brno
- VEJNAR Z (1965) Pegmatity poběžovicko-domažlické oblasti. *Sbor geol Věd, Lož Geol* 4: 7-84
- VEJNAR Z (1968) The genesis of pegmatites and its relationship to the metamorphic and magmatic development of the West-Bohemian crystalline complexes. *Rozpr Čs Akad Věd, Ř mat přír Věd* 78(1): 1-86
- VEJNAR Z (1984) Geologie domažlické oblasti. ÚÚG, Academia Praha
- VEJNAR Z, MOTTLOVÁ L, SKRBEK J, ŠALANSKÝ K (1977) Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, 21-234. Ústř úst geol Praha
- VIGNOLA P, HATERT F, ROTIROTI N, NESTOLA F, RISPLEN-DENTE A, VANINI F (2019) Jahnsite-(MnMnFe), $\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{2+}\text{Fe}_2^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, a new phosphate mineral from the Malpensata pegmatite, Olgiasca, Colico municipality, Lecco province, Italy. *Can Mineral* 57: 225-233
- VOJTĚCH V (1936) Žulové pegmatity u Domažlic a Poběžovic a jejich hospodářský význam. *Sbor Stát geol úst ČSR* 11: 145-227
- WEBER A (1944) Nový nález uranových slíd v Čechách. *Příroda* 37: 308-310
- WEBER A (1948) Fosfáty z pegmatitů jz. Čech. *Rozpr Čs akad věd* II. tř, 58: 1-9