Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVI (2001):59–73, 2001

MINERALOGIE BARYTOVÝCH ŽIL NA KVĚTNICI U TIŠNOVA

MINERALOGY OF THE BARITE VEINS FROM KVĚTNICE HILL NEAR TIŠNOV

ZDENĚK DOLNÍČEK

Abstract

Dolníček, Z., 2001: Mineralogie barytových žil na Květnici u Tišnova. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 86:59–73.

Mineralogy of the barite veins from Květnice Hill near Tišnov.

Results of the mineralogical research of hydrothermal vein barite mineralization from Květnice Hill near Tišnov (about 20 km NW from Brno) are given in this paper. New data on the mineral assemblage, mineral description, mineral succession, chemistry of the carbonates, barites and sulfides and cathodoluminescence of carbonates and fluorites are presented.

Key words: Moravicum, fluorite-barite mineralization, calcite, barite, fluorite, sulfides

Zdeněk Dolníček, Department of Geology, Palacký University, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, Czech Republic, e-mail: dolnicek@prfnw.upol.cz

Úvod

Kóta 470 Květnice se nachází v zalesněném terénu s. od Tišnova, v bezprostřední blízkosti města, asi 20 km sz. od Brna. Má tři vrcholy – vlastní „Květnice" (470 m n. m.), „Velká Skála" (446 m n. m.) a „Malá Skála" zvaná též „Květnička" (387 m n. m.). Geomorfologicky tvoří studovaná oblast jeden z nejvýchodnějších výběžků Českomoravské vrchoviny.

Lokalita byla již v dávné minulosti známá svým nerostným bohatstvím. Zlato, stříbro a drahé kameny (křišťály, ametysty a záhnědy) byly na Květnici hledány od dob přemyslovských až do konce 19. století (Mátl, 1960). Na začátku 20. století se stal hlavním objektem těžby baryt. V letech 1905–1908 se ho ve zdejších štolách vytěžilo 1 500 tun (Trebichavský, 1983), pak těžba ustala, neboť květnický baryt nemohl konkurovat barytu z dovozu. Baryt byl zpracováván v chemické továrně v Hrušově. Naposledy došlo ke krátkodobému obnovení těžby barytu za druhé světové války. Květnice je rovněž proslavena svými „mramory" (rekrystalované devonské vápence), které byly použity k výzdobě mnohých významných církevních i světských staveb v širokém okolí. Byly v minulosti těženy v několika lomech.

Geologická stavba

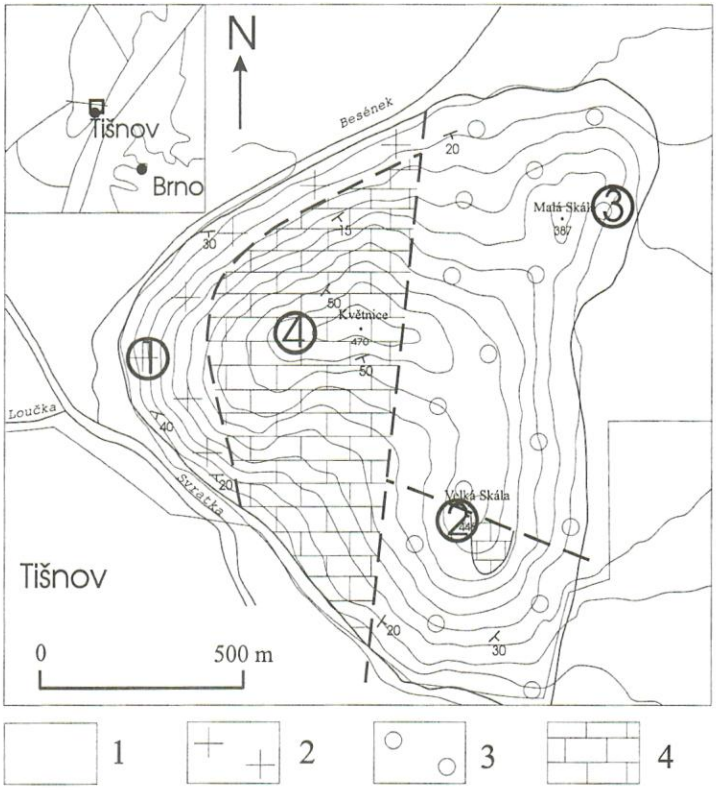
Geologicky je celý areál Květnice tvořen horninami jádra svratecké klenby moravika (tišnovské brunnidy ve smyslu Jaroše a Mísaře, 1976) – „svrateckou rulou" a devonskými sedimenty květnického vývoje (obr. 1).

Jako „svratecká rula" bývají označovány horniny brněnského masívu. Jde o předdevonská, mladoproterozoická kyselá intruzíva, zejména adamellity a biotitické granodiority s hojnými žilami aplitů a pegmatitů. Jejich metamorfní plášť je tvořen

feldspatitizovanými pararulami, méně fylity a svory s četnými vložkami mramorů a erlanů (KACHLÍK, 1989).

Na horniny brněnského masivu nasedá transgresivně devon. Ve spodní části sedimentárního souvrství jsou vyvinuta bazální klastika, v jejich nadloží jsou pak karbonáty. Litologicky se jedná v případě klastik o produkty typicky kontinentální sedimentace – fialově červeně zbarvené křemence, arkózové pískovce a křemenné slepence. Nově jsou z těchto sedimentů uváděny reliktní evaporitové stavby (DVOŘÁK, SKOČEK, 1997). V případě karbonátových hornin jde nejčastěji o šedé, modrošedé či načervenalé vápence. Při bázi v nich bývají přítomny čočky tmavých dolomitů a silně grafitické polohy.

Na všech horninových typech je zřetelně patrné silné tektonické postižení, způsobené zejména přesunem morávního příkrovu přes tišnovské brunnidy během variské orogeneze. Deformace se projevila různě intenzivní mylonitizací a retrográdní metamorfózou granitoidů (JAROŠ, MÍSAŘ, 1959), rekrystalizací vápenců a křemenců a vznikem šupinovité stavby. Vzájemné styčné plochy různých horninových typů jsou v důsledku těchto změn ve všech případech tektonicky modifikované. Stupeň metamorfní přeměny hornin jádra svratecké klenby odpovídá podle údajů TICHÉHO (1992), ČÍŽKA (1985) a nepublikovaných dat autora této zprávy chloritové subzóně facie zelených břidlic.



Obr. 1. Schematická geologická mapa Květnice (podle NOVOTNÉ et al., 1998).
Vysvětlivky: 1 – terciérní a kvartérní sedimenty, 2 – granitoidy brněnského masívu, 3 – devonské křemence, pískovce a slepence, 4 – devonské vápence.
Fig. 1. Schematic geologic map of Květnice area (according to NOVOTNÁ et al., 1998).
Explanations: 1 – Tertiary and Quaternary sediments, 2 – granitoids of the Brno massif, 3 – Devonian quartzites, sandstones and conglomerates, 4 – Devonian limestones.

Přehled mineralogických výzkumů

Nejstarší literaturu (od r. 1801) shrnul BURKART (1953). Ve svém kompendiu uvádí všechny dosud nalezené minerály na Květnici – křemen, azurit, baryt, bornit, kalcit, cerusit, chalkopyrit, dolomit, kuprit, měď, fluorit, galenit, goethit, hematit a malachit. Dosti nekriticky však autor hodnotí údaje z nejstarších dob, např. zprávy o „velmi bohatých stříbrných rudách se stopami zlata", či o „žilkách proustitu v kvarcitu" apod.

Výskyty barytu z Květnice zmiňuje i ZAPLETAL (1925) a POLÁK (1946). Krátkou nálezovou zprávu o fluoritu na Květničce publikoval KUČERA (1930).

Poměrně podrobný popis barytových žil na Květnici uvádí RZEHAK (1911). Charakteristiku mineralogických poměrů na Květnici podává KOKTA (1933, 1938).

V 60. letech byla na Květnici prováděna ložisková prospekce. Průzkum byl soustředěn jednak na polymetalické rudy, jednak na fluorit a baryt – v obou případech s negativním výsledkem (MÁTL, 1960). Šikmý prospekční vrt, který byl situován v nivě potoka Besénku v blízkosti „Hlavní žíly" tak, aby byla žíla zastižena v hloubce asi 100 m, nepotvrdil předpoklad hloubkové změny parageneze barytových žil ve prospěch obsahu fluoritu a sulfidů.

V souvislosti s průzkumem byla vypracována i diplomová práce SCHARMA (1960). SCHARM (1960) se zabývá ložiskovým zhodnocením Květnice. Autor podrobně vymapoval všechny staré dobývky a obšírně zhodnotil geologii Květnice. Zvláštní pozornost věnuje barytovým žilám (textury, minerální složení, okoložilné přeměny). V práci je též obsaženo množství cenných mineralogických údajů, týkajících se např. sukcese, chemického složení karbonátů a barytu (na základě parciálních chemických analýz, spektrálních analýz a diferenčních termických analýz), úvahy o genezi mineralizace aj.

Z pozdější doby pocházejí ložiskově zaměřené diplomové práce DOHNALA (1983) a JANDY (1988). Práce DOHNALA (1983) podává důkladnou ložiskovou charakteristiku jádra svratecké klenby moravika, včetně výsledků litogeochemické prospekce.

JANDA (1988) zhodnotil ložiska a indicie rud v širším okolí Tišnova. Kromě jiných výskytů se zabýval i lokalitou Květnice (terénní výzkum i laboratorní zpracování vzorků). Autor uvádí výsledky několika diferenčních termických a chemických analýz karbonátů, barytu a stilpnosideritu. Z hlediska mineralogického je velmi zajímavý nález ryzího stříbra na Květnici.

ČEŠKOVÁ (1978) rozlišuje ve svratecké klenbě moravika několik hydrotermálních „asociací". Výskyty na Květnici řadí k „hydrotermální karbonátové a barytové asociaci" a upozorňuje na úzkou vazbu mineralizace na horninové prostředí a zlomovou tektoniku.

Chemickým složením barytu z Květnice se zabýval SMETANA (1923). Uvádí kvantitativní analýzy dvou vzorků – růžového a bílého barytu. PELÍŠEK (1941) charakterizuje květnický baryt na základě kvalitativní spektrální analýzy.

ZÝKA a SVOBODA (1959) diskutují chemické složení barytu a fluoritu z různých lokalit včetně 1 vzorku fluoritu z Květničky a 2 vzorků barytu z Květnice. Zajímavé je zjištění vysokých obsahů Sr (na základě semikvantitativních spektrálních analýz až první jednotky procent) ve zdejších barytech.

V rámci geochemického výzkumu fluoritu a barytu z Českého masívu analyzovali 4 vzorky fluoritu a 5 vzorků barytu z Květnice rovněž HOFFMAN a TRDLIČKA (1971). Kvantitativními spektrálními analýzami v barytech zjistili 0,3–0,9 % Sr, ve fluoritech 30–180 ppm Sr; obsahy Be, Y a Yb ve fluoritech byly ve všech případech pod mezí stanovitelnosti (< 1, < 50 a < 10 ppm).

Shrnutí základních údajů představuje stať o barytových žilách v okolí Tišnova v monografiích CHRTA (1973) a BERNARDA et al. (1981).

Naposled se barytovými žilami z Květnice zabýval autor ve své diplomové práci (DOLNÍČEK, 1999). Výsledky získané při mineralogickém výzkumu mineralizace jsou předmětem tohoto příspěvku.

Metodika

Rentgen-difrakční analýzy byly provedeny na difraktometru STOE Stadi-P práškovou metodou. Rozpráškované vzorky byly upevněny pomocí disperzního lepidla mezi dvě mylarové fólie. Difrakční záznamy byly pořízeny za těchto podmínek: difraktometr v transmisním modu, Ge (111) primární monochromátor, Cu záření, lineární pozičně citlivý detektor, štěrbina 11,5°, krok 6°, úhlový rozsah 5–90° 2θ, načítací doba 400 s na jeden krok. Načtení záznamů provedl dr. V. Vávra. Vyhodnocení (kvalitativní fázová analýza) bylo provedeno pomocí programu Visual X^{pow} následujícím postupem: odečtení pozadí, vyhledání difrakčních maxim, identifikace přítomných fází s použitím databáze JCPDS.

Mikrosondové analýzy minerálů provedl dr. V. Vávra na přístroji CamScan v kombinaci s mikroanalyzátorem AN 10000 v EDX modu. Výbrusy a nábrusy byly napařeny uhlíkem, použito bylo urychlovací napětí 20 kV, doba načítání 100 s. Spektra byla vyhodnocena pomocí programu ZAF.

Semikvantitativní spektrální analýzy provedl ing. J. Faimon na spektrografu Q 24. Rozpráškovaný vzorek byl vnesen do dutinky válcové uhlíkové elektrody SU 302 (Elektrokarbon Topoľčany); protielektroda kolíková (SU 202). Podmínky stanovení: střídavý proud 10 A, štěrbina 0,003 mm, fotodeska WU 3, expozice 102 s. Odhad koncentrací byl proveden podle intenzit zčernání analytických čar vizuálně.

Chemické analýzy karbonátů a barytů byly provedeny P. Kadlecem a I. Zavadilovou v chemické laboratoři katedry mineralogie, petrologie a geochemie PřF MU Brno zavedenými postupy. Jednotlivé složky byly stanoveny následujícími metodami: nerozpustný podíl – gravimetricky; FeO – titrací s $K_2Cr_2O_7$; Fe_2O_3 – celkové Fe (fotometricky s kyselinou sulfosalicylovou) po odečtení Fe^{2+}; MnO – atomovou absorpční spektrofotometrií (AAS); CaO, MgO – komplexometrickou titrací s Chelatonem 3; S – gravimetricky jako $BaSO_4$; CO_2 – absorpčně; SrO – AAS (část barytů též metodou AES-ICP – analyzováno na katedře analytické chemie PřF MU, analytik K. Novotný). Stopové prvky v galenitech byly stanoveny rovněž metodou ICP na katedře analytické chemie PřF MU.

Empirické vzorce kalcitů byly vypočteny podle následujícího postupu: přepočet analýzy na 100 % (po odečtení nerozpustného zbytku a případně i Fe_2O_3), výpočet molekulárních kvocientů jednotlivých oxidů, výpočet atomárních kvocientů kovů a kyslíku, přepočet na 3 atomy kyslíku ve vzorcové jednotce. Krystalochemické vzorce tetraedritů byly počítány na základ 13 atomů síry ve vzorcové jednotce.

Výbrusy, nábrusy a leštěné výbrusy pro mikroskopii, katodovou luminiscenci a mikrosondu zhotovil J. Povolný obvyklým postupem.

Charakteristika mineralizace

Barytová mineralizace se vyskytuje ve všech horninových typech prakticky po celé Květnici. Nejvýznamnějšími lokalitami však jsou (obr. 1):

1) „Hlavní žíla“ na západním svahu Květnice, v blízkosti soutoku Besénku a Svratky. Až 2,5 m mocná kalcit-barytová žíla proráží svrateckou rulu. Je to nejmohutnější žíla, v minulosti zde probíhala těžba v šesti směrných štolách, umístěných ve svahu nad sebou;

2) vrcholové partie Velké Skály. Na výchozech je patrno několik menších barytových žil, úlomky žiloviny jsou i v osypech kolem skalních stěn. Okolní horninou jsou devonské kvarcity;
3) východní svah Malé Skály. Starý lůmek po těžbě kvarcitu, skalní výchozy a několik starých štol ražených po barytových žilách až 1 m mocných, uložených v kvarcitech;
4) žíly „Pod křížem", západně od vrcholu Květnice, prorážejí vápence. Dosahují mocnosti až 30 cm a jsou otevřeny několika štolami.

Hydrotermální žíly mají směr SZ–JV a velmi strmý sklon. Ve vápencích a kvarcitech se žíly uklánějí k SV i JZ, v rulách k SV (obr. 2). Charakter rýhování na žilách indikuje pohyby ve dvou různě orientovaných napěťových polích (obr. 2).

Mocnost žil značně kolísá; na „Hlavní žíle" dosahuje až 2,5 m. Textury žilné výplně jsou symetricky či asymetricky páskované, brekciovité, často drúzovité. Okoložilné přeměny jsou jen málo intenzivní a bývají reprezentovány kaolinizací, karbonatizací a hematitizací rul a slabou silicifikací vápenců. Velmi typické je zabarvení alterovaných hornin hematitem.

Na výplni žil se hlavní měrou podílí kalcit a baryt, v kvarcitech je významně zastoupen křemen. Méně často se vyskytuje fluorit. Z rudních minerálů se objevuje galenit, chalkopyrit, tetraedrit, hematit a goethit. Na Květnici bylo ve srovnání s Dřínovou (Dolníček, 1999) zjištěno pouze kalcit-baryt-fluoritové a supergenní mineralizační stadium. Posloupnost krystalizace jednotlivých minerálů na „Hlavní žíle" je zřejmá z obr. 3.

Stadium kalcit-baryt-fluoritové

Kalcit značně převažuje na žilách prorážejících ruly a vápence. V kvarcitech je jeho zastoupení jen akcesorické nebo může i zcela chybět. Původně však byl na mnoha místech přítomen, jak o tom svědčí otisky skalenoedrů v žilovině. Podle morfologie, mikrochemismu a pozice v žilné výplni lze vyčlenit několik genetických typů:

1) nejstarší skalenoedrický kalcit
2) mladší skalenoedrický kalcit
3) nejmladší skalenoedrický kalcit
4) dělový kalcit

Nejstarší skalenoedrický kalcit představuje nejstarší výplň žil. Vytváří velmi hrubě štěpné agregáty (štěpná zrna 2–15 cm) bílé či narůžovělé barvy. Bývá průhledný (zejména krystaly v drúzových dutinách) i zakalený. Plochy štěpnosti jsou tektonicky postižené, zprohýbané. V katodové luminiscenci je tmavě oranžový, bez růstové zonálnosti. Příznačné jsou pro tuto generaci kalcitu zvýšené obsahy Sr a Mg (kolem 0,3 % SrO a 0,2 % MgO), pro skalenoedrický nejstarší kalcit netypické (ve srovnání s dalšími sledovanými lokalitami v okolí Tišnova) jsou vyšší podíly MnO – až kolem 0,2 %, tab. 1. Vertikální zonálnost se jeví v obsazích Sr a Mn (generelně růstový trend s rostoucí hloubkou), naproti tomu Fe vykazuje pokles; obsahy Mg kolísají nepravidelně.

Mladší skalenoedrický kalcit je většinou středně zrnitý, bílý, nažloutlý až hnědý. Ve srovnání se starším kalcitem je bohatší na Mn (0,8 % MnO) a chudší na Sr a Mg (viz tab. 2). Vyšší obsahy Mn dokumentuje i světle oranžová luminiscence v katodoluminiscenčním mikroskopu. Na krystalech straršího skalenoedrického kalcitu tvoří popisovaný kalcit mladší, zakalenou přírůstkovou zónu.

Nejmladší skalenoedrický kalcit je tmavě hnědý (méně bílý či nahnědlý) středně zrnitý kalcit, který se často vyskytuje zejména na „Hlavní žíle". Je již mladší než baryt. Dříve byl podle makroskopických znaků považován za siderit či ankerit. Hnědý kalcit

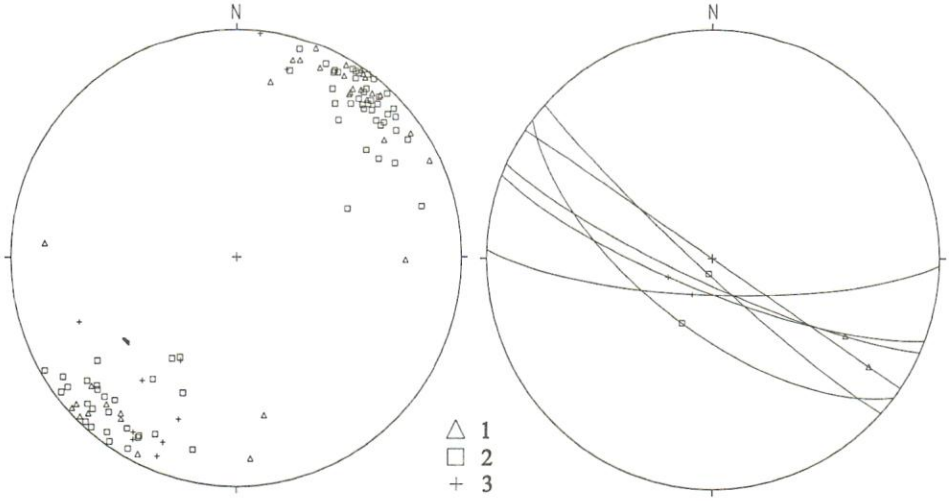
obsahuje až 1 % Fe_2O_3 ve formě jemně rozptýleného goethitu při zanedbatelných obsazích izomorfního Fe^{2+} (tab. 1).

Dělový kalcit je rovněž mladší než barytová výplň. V dutinách vytváří hojné, do 3 cm velké krystaly. Na krystalech převažují plochy klenců a prizmatu, z dalších tvarů byl zjištěn i vyšší klenec (menší plochy na prizmatických krystalech) a skalenoedr (i samostatně) – bez měření. Jsou čiré, průhledné. V katodové luminiscenci je nezonální a vyzařuje světle oranžové světlo. Zajímavé je chemické složení dělového kalcitu z Hlavní žíly, které se oproti jiným lokalitám značně liší – kalcit obsahuje jen stopy Fe a Mn (tab. 2).

Baryt je přítomen v obdobném vývoji jako na Dřínové – nejstarší průhledný, s 2,2 % SrO je obklopen zakaleným, bílým, narůžovělým až červeným lupenitým barytem, obsahujícím 0,45–0,71 % SrO a max. 0,2 % Fe_2O_3, který značně převažuje. Parciální chemické analýzy několika vzorků jsou uvedeny v tab. 3. Nejmladší, bezbarvé a průhledné krystaly až 2 cm velké, narůstají na tektonicky porušený starší baryt (Rzehak, 1911).

Značně složitá situace je na „Hlavní žíle". V žilné výplni se zde střídají pásky barytu a kalcitu. Hranice mezi nimi jsou někdy zřetelně tektonické, někdy růstové či nejasné, často přecházejí i na krátké vzdálenosti jedna do druhé. Jednotlivé polohy barytu mohou mít různou velikost zrna i různý barevný odstín. Barva a zrnitost barytu se však značně mění i v rámci jednoho pásku. Přítomnost většího počtu samostatných generací barytu lze těžko předpokládat tím spíše, že nic takového nebylo pozorováno na jiných lokalitách. Popisované textury lze nejpravděpodobněji vysvětlit jedinou generací, která pronikla podél systému směrných puklin ve starší žilovině (Scharm, 1960).

Fluorit uvádějí literární prameny z „Hlavní žíly" a z Květničky. Nově byl mikroskopicky zjištěn i v nejníže položené štole na východním svahu Květničky. Na „Hlavní žíle" se vyskytuje v dutině, vytvořené zkrasověním žilné výplně pod nejspodnější štolou. Vytváří zde zrnité, rozpadavé agregáty, které tmelí spolu s barytem brekcii svratecké ruly. Ve sporadicky se vyskytujících dutinách dosahují krystaly – krychle – velikosti až 1 cm.

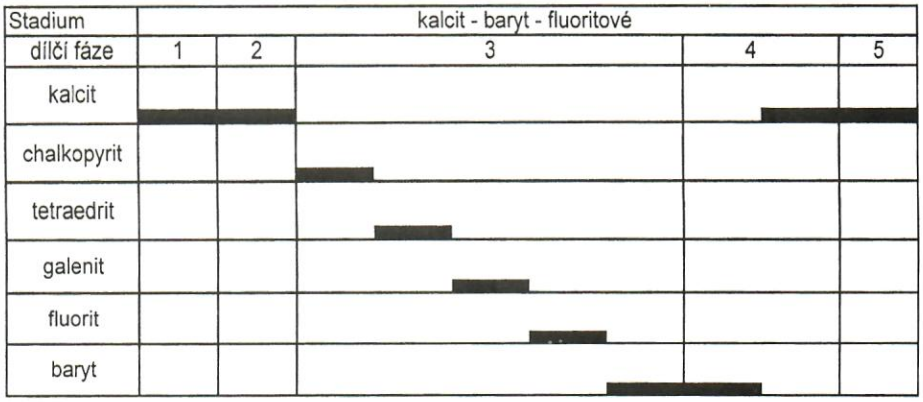


Obr. 2. Diagram pólů barytových žil (vlevo) a orientace rýhování na mineralizovaných zlomech (vpravo) na Květnici. Spodní polokoule Lambertovy projekce, počet změřených pólů žil 111.

Fig. 2. Pole diagram of the barite veins (on the left) and orientation of the knurling on mineralized faults (on the right) at Květnice. Lambert projection, lower hemisphere, number of measured vein poles 111.

Vysvětlivky: 1 – žíly ve vápencích, 2 – žíly v kvarcitech, 3 – žíly v rulách

Explanations: 1 – veins in limestones, 2 – veins in quartzites, 3 – veins in gneisses.



Obr. 3. Posloupnost krystalizace primárních minerálů na „Hlavní žíle" na Květnici.
Fig. 3. Crystallization succession of primary minerals at "Hlavní žíla (i. e., "Main vein")".
Vysvětlivky: 1– fáze nejstaršího skalenoedrického kalcitu, 2 – fáze mladšího skalenoedrického kalcitu, 3 – fáze fluorit-barytová, 4 – fáze nejmladšího skalenoedrického kalcitu, 5 – fáze dělového kalcitu
Explanations: 1 – phase of the oldest scalenohedral calcite, 2 – phase of younger scalenohedral calcite, 3 – fluorite-barite phase, 4 – phase of the youngest scalenohedral calcite, 5 – phase of the "cannon" calcite.

Tab. 1. Chemické složení nejstaršího a nejmladšího skalenoedrického kalcitu z Květnice.
Tab. 1. Chemical composition of the oldest and youngest scalenohedral calcite from Květnice.

č. vz.	1	2	3	4	5	6	7
n.p.	0,10	0,05	0,13	0,06	2,94	7,59	3,24
CaO	54,81	55,03	54,72	54,79	52,67	50,28	52,64
FeO	0,41	0,53	0,68	0,40	0,00	0,20	0,55
MnO	0,21	0,17	0,17	0,08	0,99	0,51	0,80
MgO	0,22	0,19	0,29	0,25	0,11	0,08	0,04
SrO	0,39	0,27	0,29	0,27	0,09	0,11	0,02
CO_2	43,78*	43,91*	43,87*	43,66*	41,78	40,05	42,18
Σ	99,92	100,15	100,15	99,51	99,48+	99,59/	99,47
#Ca	0,982	0,983	0,979	0,985	0,987	0,985	0,979
#Fe	0,006	0,007	0,009	0,006	0,000	0,003	0,008
#Mn	0,003	0,002	0,002	0,001	0,015	0,008	0,012
#Mg	0,005	0,005	0,007	0,006	0,003	0,002	0,001
#Sr	0,004	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,000
Σ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,005	1,000	1,000
#C	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	1,000	1,000

* – CO_2 dopočteno podle stechiometrie; + – stanoveno též 0,9 % Fe_2O_3; / – stanoveno též 0,77 % Fe_2O_3
* – CO_2 calculated by stoichiometry; + – determined 0,9 % of Fe_2O_3, too; / – determined 0,77 % of Fe_2O_3, too
Stručný popis analyzovaných vzorků: 1 – bílý, lehce nažloutlý, zakalený, hrubě štěpný nejstarší skalenoedrický kalcit, krasová dutina pod štolou č. 1, Hlavní žíla; 2 – žlutobílý, částečně zakalený, velmi hrubě štěpný nejst. skal. kalcit, štola č. 3, Hl. žíla; 3 – slabě nažloutlý, částečně zakalený, hrubě štěpný nejst. skal. kalcit, štola č. 4, Hl. žíla; 4 – bezbarvý, průhledný, hrubě štěpný nejst. skal. kalcit, nejvýše položená štola Pod křížem; 5 – hnědý, středně zrnitý nejmladší skalenoedrický kalcit, vtroušený v barytu, halda pod štolou č. 2, Hl. žíla; 6 – hnědý, středně zrnitý nejml. skal. kalcit, prorážející baryt, halda pod štolou č. 2, Hl. žíla; 7 – bílý, neprůhledný, středně zrnitý nejml. skal. kalcit, narůstající na galenit, krasová dutina pod štolou č. 1, Hl. žíla.
Description of samples analyzed: 1 – white, weakly yellowish, translucent, coarse cleavable oldest scalenohedral calcite, karst cavity under gallery No. 1, Hlavní žíla; 2 – yellow-white, partly translucent, very coarse grained, cleavable oldest scalenohedral calcite, gallery No. 3, Hl. žíla; 3 – weakly yellowish, partly translucent, coarse cleavable oldest scalenohedral calcite, gallery No. 4, Hl. žíla; 4 – colourless, transparent, coarse cleavable oldest scalenohedral calcite, from the highest situated gallery Pod křížem; 5 – brown, middle grained youngest scalenohedral calcite, dump under gallery No. 2, Hl. žíla; 6 – brown, middle grained youngest scalenohedral calcite crosscutting barite, dump under gallery No. 2, Hl. žíla; 7 – white, non-transparent, middle grained youngest scalenohedral calcite overgrowing galena crystals, karst cavity under gallery No. 1, Hl. žíla.

Tab. 2. Chemické složení mladšího skalenoedrického a dělového kalcitu z Květnice.
Tab. 2. Chemical composition of the younger scalenohedral and "cannon" calcite from Květnice.

č. vz.	1	2	3	4	5	6	7	8
n.p.	0,27	0,37	1,03	0,10	0,14	0,12	0,04	0,56
CaO	53,78	54,07	53,78	54,10	54,14	55,42	55,44	55,03
FeO	1,10	1,14	0,00	0,97	1,05	0,03	0,02	0,08
MnO	0,77	0,81	0,96	0,85	0,81	0,03	0,01	0,03
MgO	0,25	0,17	0,11	0,12	0,12	0,19	0,13	0,15
SrO	0,09	0,04	0,09	0,02	0,02	0,05	0,05	0,02
CO_2	43,62*	43,30	42,87	43,70	43,75	43,76*	43,69*	43,66
Σ	99,88	99,90	99,81+	99,86	100,03	99,60	99,38	99,53
#Ca	0,967	0,976	0,984	0,971	0,971	0,994	0,996	0,991
#Fe	0,015	0,016	0,000	0,014	0,015	0,000	0,000	0,001
#Mn	0,011	0,012	0,014	0,012	0,011	0,000	0,000	0,000
#Mg	0,006	0,004	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003	0,004
#Sr	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	1,001	1,008	1,001	1,000	1,000	1,000	1,000	0,996
#C	1,000	0,996	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,002

* – CO_2 dopočteno podle stechiometrie; + – stanoveno též 0,97 % Fe_2O_3
* – CO_2 computed by stoichiometry; + – determined 0.97 % of Fe_2O_3, too

Stručná charakteristika analyzovaných vzorků: 1 – růžový, velmi hrubě štěpný, průsvitný mladší skalenoedrický kalcit, štola č. 1, Hlavní žíla; 2 – bílý, lehce nažloutlý, hrubě zrnitý, zakalený ml. skal. kalcit, halda pod štolou č. 2, Hl. žíla; 3 – hnědý, neprůhledný, středně zrnitý ml. skal. kalcit, halda pod štolou č. 2, Hl. žíla; 4 – nažloutlý, hrubozrnný, neprůhledný, zrnitý ml. skal. kalcit, krasová dutina pod štolou č. 1, Hl. žíla; 5 – žlutavý, středně zrnitý, zakalený ml. skal. kalcit, krasová dutina pod štolou č. 1, Hl. žíla; 6 – bezbarvý, průhledný, 2 cm velký krystal dělového kalcitu s podřadně zastoupenými skalenoedrickými plochami, krasová dutina pod štolou č. 1, Hl. žíla; 7 – čirý, krystalovaný dělový kalcit s převažujícími plochami skalenoedrů, čelba štoly č. 1. Hl. žíla; 8 – bezbarvý, průhledný, krystalovaný dělový kalcit bez skalenoedrických ploch, halda pod štolou č. 2, Hl. žíla.

Short description of samples analyzed: 1 – pink, very coarse cleavable, translucent younger scalenohedral calcite, gallery No. 1, Hlavní žíla; 2 – white, weakly yellowish, coarse grained translucent younger scalenohedral calcite, dump under gallery No. 2, Hl. žíla; 3 – brown, non-transparent, middle grained younger scalenohedral calcite, dump under gallery No. 2, Hl. žíla; 4 – yellowish, coarse grained, non-transparent younger scalenohedral calcite, karst cavity under gallery No. 1, Hl. žíla; 5 – yellowish, middle grained, translucent younger scalenohedral calcite, karst cavity under gallery No. 1, Hl. žíla; 6 – colourless, transparent, 2 cm crystal of "cannon" calcite with small scalenohedral faces, karst cavity under gallery No. 1, Hl. žíla; 7 – colourless, drusy "cannon" calcite with prevailing scalenohedral faces, forefield of the gallery No. 1, Hl. žíla; 8 – colourless, transparent, drusy "cannon" calcite without scalenohedral faces, dump under gallery No. 2, Hl. žíla.

Tab. 3. Chemické složení barytu z Květnice.
Tab. 3. Chemical composition of barite from Květnice.

č. vz.	1	2	3	4	5	6
CaO		0,10	0,10			
SrO	2,21	0,49	0,71	0,67	0,44	0,47
Fe_2O_3		0,06	0,04			
SO_3		34,67	34,72			

Stručná charakteristika analyzovaných vzorků: 1 – nejstarší průhledný, velmi hrubě tabulkovitý, slabě načervenalý baryt, nejvýše položená štola Pod křížem; 2 – červenooranžový, neprůhledný, středně zrnitý baryt, halda pod štolou č. 2 na Hlavní žíle; 3 – narůžovělý, zakalený, hrubě tabulkovitý baryt, halda pod štolou č. 2 na Hlavní žíle; 4 – růžový, středně zrnitý, zakalený baryt, narůstající na krychle galenitu v krasové dutině pod štolou č. 1 na Hlavní žíle; 5 – cihlově červený, hrubě tabulkovitý, neprůhledný baryt, nejníže položená štola na Květničce; 6 – červenooranžový, nepravidelně červeně žíhaný, zakalený baryt, prostřední štola na Květničce.

Short description of samples analyzed: 1 – the oldest transparent, very coarse tabular, weakly reddish barite, from the highest situated gallery Pod křížem; 2 – red-orange, non-transparent, intermediate grained barite, dump under gallery No. 2, Hlavní žíla; 3 – pink-coloured, non-transparent, coarse tabular barite, dump under gallery No. 2, Hlavní žíla; 4 – pink, middle grained, turbid barite, overgrowing galena cubes in karst cavity under gallery No. 1, Hlavní žíla; 5 – bricky, coarse tabular, non-transparent barite, the lowest situated gallery at Květnička; 6 – red-orange, irregular red striped, non-transparent barite, middle gallery at Květnička.

Ve sporadicky se vyskytujících dutinách dosahují krystaly – krychle – velikosti až 1 cm. Je žluté barvy, velmi podobný fluoritu z Dřínové (DOLNÍČEK, BURIÁNEK, 1997).

SCHARM (1960) uvádí, že fluorit je krystalizačně mladší než „hrubě štěpný" (tj. skalenoedrický nejstarší ve smyslu této práce) kalcit a baryt. Jako důkaz popisuje uzavřeniny kalcitu ve fluoritu, které považuje za relikty fluoritem metasomaticky zatlačovaného staršího kalcitu. V katodové luminiscenci je však zřetelná detailní koncentricky zonální stavba uzavíraných zrnek kalcitu. Je tedy zřejmé, že nejde o relikty staršího kalcitu, ale naopak o zatlačování fluoritu některou mladší generací kalcitu (s největší pravděpodobností jde o dělový kalcit). Sukcesně je tedy fluorit, stejně jako na Dřínové, starší než baryt.

Fluorit z Květničky popsal poprvé KUČERA (1930). Vytváří zrnité agregáty či krychle do 1 cm velké tmavě fialové barvy na drúzách křemene. Ve výbrusech je patrná barevná zonálnost: při okrajích krystalů bývají přítomny 2–3 fialové zóny, větší část zrn je bezbarvá. Někdy je zabarvení tak intenzivní, že je zbarvená zóna i ve výbruse úplně opákní.

Spektrální analýzy fluoritu z obou lokalit jsou uvedeny v tab. 4.

V katodové luminiscenci je fluorit světle až tmavě modrý. Dobře je patrná oscilační růstová zonálnost (střídání světleji a tmavěji modrých přírůstkových zón). Během krystalizace fluoritu nedošlo ke změně morfologie rostoucích krystalů. Účinkem katodového záření získal fluorit tmavě fialovou barvu. Zvlášť markantní je to u fluoritu z Květničky, který téměř zcela zčernal. Sytě fialově zabarvený fluorit poté jeví pleochroismus (červená – modrá), dvojlom (žlutý), normálně zháší paralelně s přírůstkovými zónami, dává dvojosý konoskopický obrázek. Jmenované anomální optické vlastnosti indikují monoklinickou či (pravděpodobněji) rombickou symetrii. Jsou však typické jen pro některé přírůstkové zóny. Jiné zůstávají izotropní, i když jsou fialové.

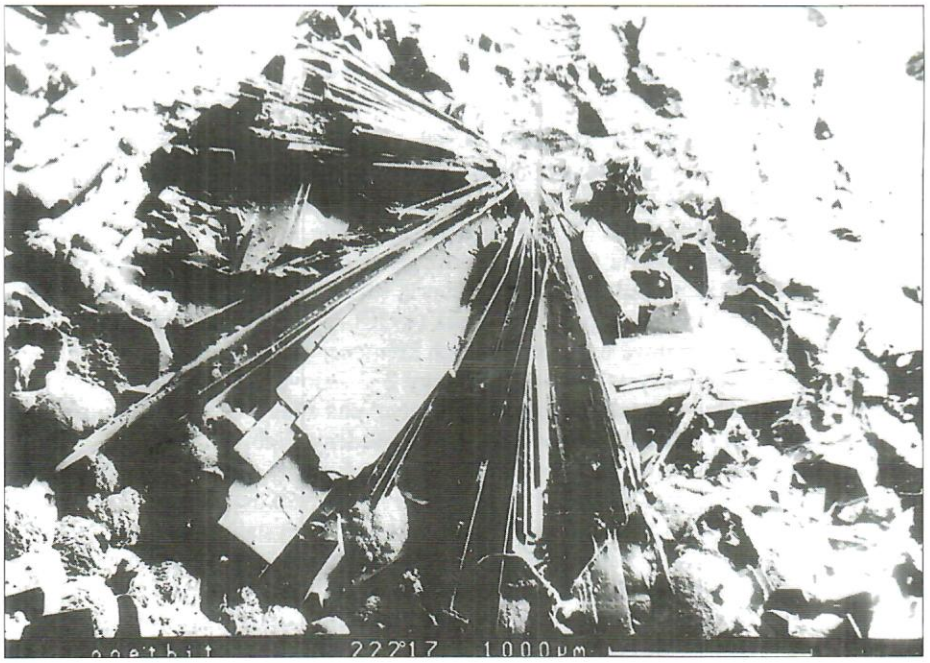
Křemen dominuje na žilách v kvarcitech (Velká a Malá Skála). Nejstarší generaci představuje drobně krystalický bílý křemen, který obrůstá úlomky kvarcitu vrstvičkou max. 3 mm mocnou. Do četných dutin vytváří hojné krystaly do 1 mm velké. Mladší generace narůstá na fluorit. Je reprezentována různými barevnými varietami – záhnědou, ametystem, křišťálem i obecným křemenem. Charakteristickými znaky jsou pro ně větší velikost zrna a drúzovitý vývoj. Na krystalech dominují plochy klenců nad prizmatem. MOŠNA (1993) uvádí velikost krystalů až 2 cm, běžně dosahují 0,5 cm. Bývají pokryty hematitem či goethitem. Na Malé Skále jsou časté perimorfózy křemene po vyloužených krystalech skalenoedrického kalcitu. V katodové luminiscenci je zřejmá detailní růstová zonálnost.

Tab. 4. Semikvantitativní spektrální analýzy některých minerálů z Květnice.
Tab. 4. Semiquantitative spectral analyses of some minerals from Květnice.

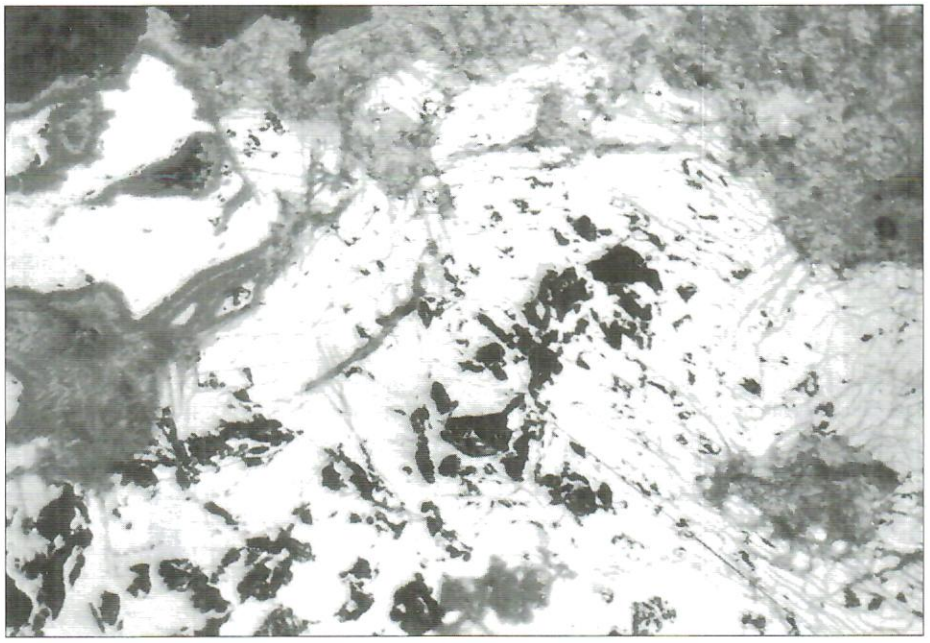
vz.	Cd	Be	As	B	Si	Hg	Sb	Mn	Mg	Pb	Fe	Bi	Al	Mo	Cu	Na	Zn	Ti	Ag	Ni	Zr	Co	Ca	K	Sr	Cr	Ba	Li
1					○		○	?	?	■	○	?	•		●				●				○		?		○	
2					●			•	■		○		○		•								■					
3		•			•			•	○		○		○		•								■		?		●	
4				•	■		?	•	■	•	●		■		•			●					■				•	

■ XO % ■ X % ● 0,X % ○ 0,0X % • < 0,0X % ? probl.

Analyzované vzorky:
1 – galenit, krasová dutina pod štolou č. 1, Hlavní žíla; 2 – tmavofialový zrnitý fluorit, Květnička; 3 – žluté krychle fluoritu, krasová dutina pod štolou č. 1, Hlavní žíla; 4 – prokřemenělý hematit, Velká Skála.
Samples analyzed:
1 – galena, karst cavity in gallery No. 1, Hlavní žíla; 2 – dark violet fluorite, Květnička; 3 – yellow cubes of fluorite, karst cavity in gallery No. 1, Hlavní žíla; 4 – silicified hematite, Velká Skála.



Obr. 4. Agregát jehlicovitých krystalů goethitu, Květnička, SEM. Foto V. Vávra.
Fig. 4. Aggregate of accicular goethite crystals, Květnička locality, SEM, photo V. Vávra.



Obr. 5. Zrno chalkopyritu, od okrajů a po trhlinkách zatlačované covellínem (šedý). Vlevo nahoře do chalkopyritu zarůstá zrno tetraedritu, lemované tmavými supergenními produkty. Hlavní žíla, nábrus, velikost zrna tetraedritu 0,8 mm.
Fig. 5. Chalcopyrite grain, partly replaced by covellite (grey rim and veinlets). Tetrahedrite grain grows into the chalcopyrite in the upper left part of picture and is rimmed by dark supergene products. Hlavní žíla locallity, polished section, length of tetrahedrite grain 0.8 mm.

Goethit způsobuje hnědé zabarvení kalcitu na „Hlavní žíle". Makroskopické ukázky byly nalezeny na lokalitě fluoritu na Květničce. Narůstá zde jako nejmladší minerál na drúzy křemene v drobných dutinkách. Drobně krystalický, radiálně paprsčitý goethit povléká křemen vrstvičkami až 1 mm silnými. Povrch těchto agregátů je ledvinitý, s krásným sametovým leskem. Mladší jsou černé, až 1 cm dlouhé a 1 mm široké jehlice, seskupené do ježkovitých shluků (obr. 4). Na krystalových plochách mají silný kovový lesk.

Hematit je nositelem červeného zabarvení kalcitu a barytu. Na Velké Skále pokrývá silně prokřemenělý hematit krystaly křemene a barytu ve vrstvičkách až 1 cm mocných. Spektrální analýzou této směsi byla zjištěna i menší příměs pro hematit poměrně netypických prvků – B, Sb, Pb, Cu a Ba (tab. 4).

Galenit je uváděn pouze z nejspodnější štoly na „Hlavní žíle". V blízkosti čelby a v krasové dutině pod zmíněnou štolou byly nalezeny krychle do 1 cm velké, často značně deformované, někdy se navzájem prorůstající. Spolu s chalkopyritem a tetraedritem narůstají na kalcit (mladší skalenoedr), na ně pak narůstá starší generace barytu. Zrna vypreparovaná z žiloviny činností krasových vod jsou značně postižena supergenní přeměnou. Spektrální analýza galenitu je v tab. 4, obsahy některých mikroelementů jsou uvedeny v tab. 5. Je zřejmé, že galenity jsou na stopové prvky značně chudé. John a Foullon (1892) in Burkart (1953) uvádějí obsahy stříbra v květnickém galenitu ještě nižší – pouze 1,2–6,9 ppm. Ani mikrosondové analýzy neodhalily přítomnost např. přírůstkových zón bohatších na některý z uvedených prvků, či přítomnost vrostlic jiných minerálních fází.

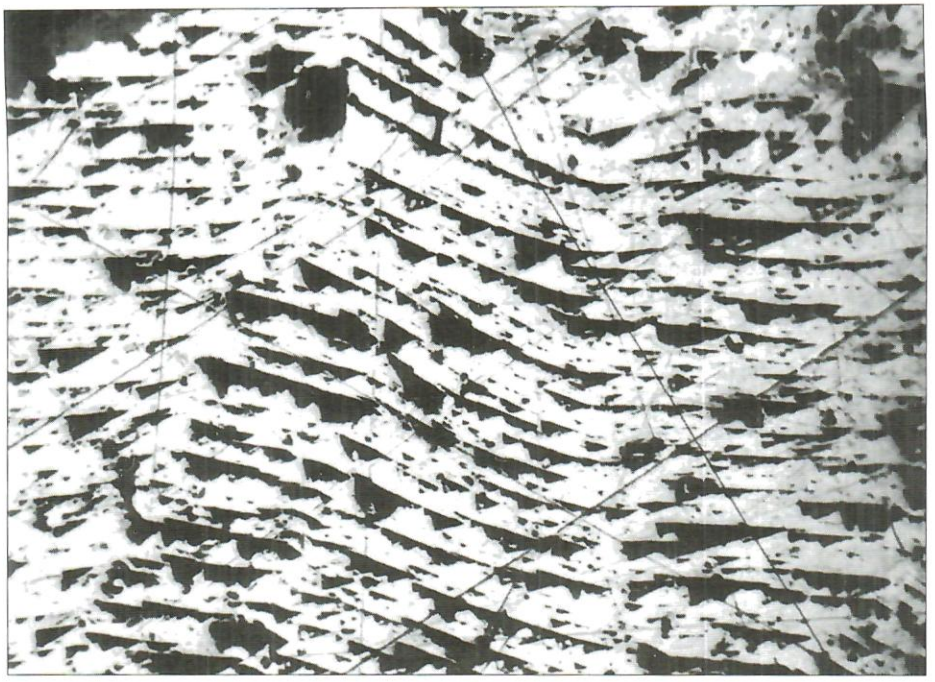
Tab. 5. Obsahy některých stopových prvků v galenitu z Květnice (v ppm).
Tab. 5. Contents of some trace elements in galenas from Květnice (in ppm).

	Ag	Sb	Bi	Te	Tl
1	310	490	13	<0,9	<0,9
2	321	481	15	<0,9	<0,9
3	377	630	10	<0,8	<0,8

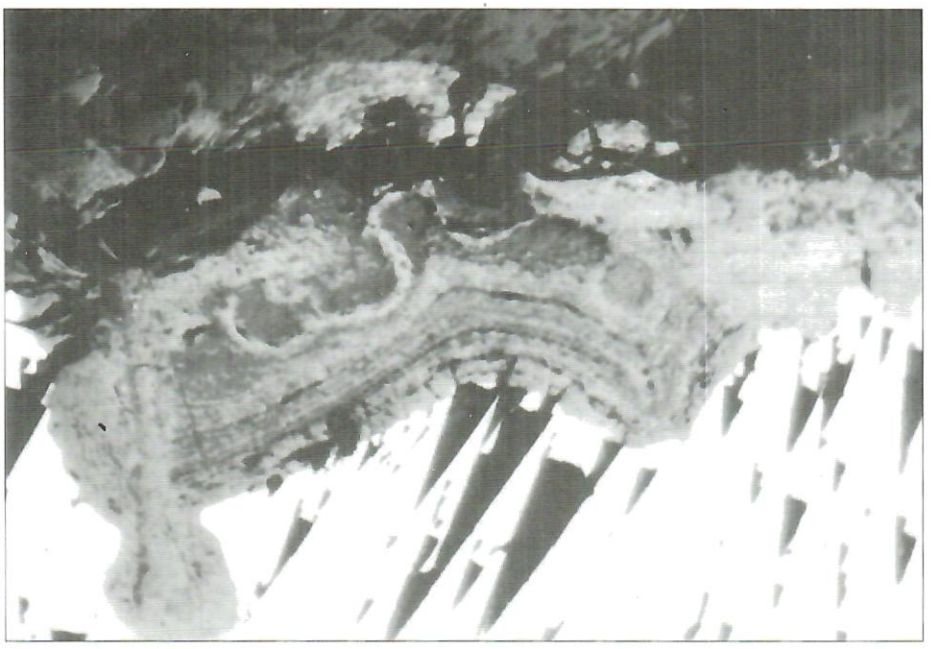
Tab. 6. Chemické složení a vypočtené krystalochemické vzorce tetraedritu z „Hlavní žíly" na Květnici.
Tab. 6. Chemical composition and calculated empirical formulas of tetrahedrite from "Hlavní žíla".

	vz. 1		vz. 2		
	c	r	c	c/r	r
Cu	39,11	40,08	39,05	39,71	38,87
Zn	8,11	5,31	5,49	4,21	5,96
Fe	0,54	1,96	1,94	3,13	1,41
Co	0,00	0,35	0,26	0,21	0,04
Sb	23,62	21,59	23,02	21,15	23,76
As	3,83	5,09	4,27	5,76	3,80
S	24,01	24,34	24,17	24,25	23,96
suma	99,22	98,72	98,20	98,42	97,80

$(Cu_{10,69}\ Zn_{2,15}\ Fe_{0,17})_{13,01}\ (Sb_{3,37}\ As_{0,89})_{4,26}\ S_{13}$
$(Cu_{10,80}\ Zn_{1,39}\ Fe_{0,60}\ Co_{0,10})_{12,89}\ (Sb_{3,04}\ As_{1,16})_{4,20}\ S_{13}$
$(Cu_{10,60}\ Zn_{1,54}\ Fe_{0,60}\ Co_{0,08})_{12,73}\ (Sb_{3,26}\ As_{0,98})_{4,24}\ S_{13}$
$(Cu_{10,74}\ Zn_{1,11}\ Fe_{0,96}\ Co_{0,06})_{12,87}\ (Sb_{2,99}\ As_{1,32})_{4,31}\ S_{13}$
$(Cu_{10,64}\ Zn_{1,59}\ Fe_{0,44}\ Co_{0,01})_{12,68}\ (Sb_{3,40}\ As_{0,88})_{4,28}\ S_{13}$
c – jádro, r – okraj zrna
c – core, r – rim of the grain



Obr. 6. Zprohýbané plochy štěpnosti svědčí o tlakovém postižení galenitu. Hlavní žíla, nábrus, zvětšení 20×.
Fig. 6. Deformed cleavage planes in galena indicate pressure involvement. Hlavní žíla, polished section, magn. 20×.



Obr. 7. Galenit (bílý), na okraji přeměněný v cerusit (šedý) s koncentricky zonální stavbou. Hlavní žíla, nábrus, zvětšení 50×.
Fig. 7. Galena (white), from rim replaced by cerusite (grey) with zonal fabric. Hlavní žíla, polished section, magn. 50×.

Chalkopyrit se vyskytuje na žilách „Pod křížem" a na „Hlavní žíle". Tvoří zrnka a krystaly milimetrové velikosti, někdy v doprovodu galenitu, který je mladší (v nábrusech galenit obrůstá a uzavírá zrna chalkopyritu). Často bývá zatlačován supergenními produkty (obr. 5). Mikrosondovými analýzami bylo v chalkopyritu v asociaci s tetraedritem zjištěno 3,1–3,6 % Zn. Přítomnost vrostlic sfaleritu či jiného Zn-minerálu však pozorována nebyla.

Tetraedrit byl nalezen v krasové dutině pod spodní štolou na „Hlavní žíle". V nábrusech vytváří homogenní, až 1 mm velká zrna, která zarůstají do okrajových partií chalkopyritových zrn (obr. 5). Chemické složení tetraedritu bylo ověřováno mikrosondou. Jeho složení je poměrně velmi stálé a zrna nejeví výraznější růstovou zonálnost (tab. 6). Ve srovnání s teoretickým složením tetraedritu (Cu_{12} Sb_4 S_{13}) je zajímavý přebytek kovů a nedostatek síry, který byl zjištěn ve všech provedených analýzách.

Po krystalizaci minerálů v jednotlivých dílčích fázích došlo k oživení tektonických pohybů, v důsledku čehož byla starší žilná výplň různě intenzivně drcena za vzniku brekciovitých textur. Velmi typické jsou rovněž stylolity, vznikající tlakovým rozpouštěním minerálních zrn na jejich styčných plochách. Často se vyskytují v barytu, kde jsou zvýrazněny (zabarveny) nakoncentrovanými nerozpustnými oxidy a hydroxidy železa.

Stadium supergenní

Zvětráváním chalkopyritu vzniká covellín, chalkozín, azurit a malachit. Covellín je přítomen nejčastěji ve formě jemných žilek, kterými je chalkopyrit pronikán (obr. 5). Chalkozín tvoří tenké lemy kolem navětralých chalkopyritových zrn. Mikroanalyticky v něm bylo zjištěno 0,6–0,9 % Ag. Malachit a vzácnější azurit tvoří společně s limonitem pseudomorfózy po zcela zvětralém chalkopyritu, méně časté jsou automorfní, jehlicovité agregáty v dutinách žiloviny.

Galenit se přeměňuje v jemně zrnitý cerusit, který vytváří kolem reliktů galenitu kůry šedozelené či šedočerné barvy až 2 mm silné. V nábrusech je někdy viditelná koncentricky zonální vnitřní stavba cerusitových lemů (obr. 7). Cerusit v nich byl vedle minoritního anglesitu prokázán rentgenometricky i mikrosondou. V asociaci s cerusitem se též vyskytuje covellín (mikrosondovou analýzou v něm bylo zjištěno 1,5 % Ag; jeho složení odpovídá vzorci $Cu_{1,25}$ S). V dutinkách po vyloužených sulfidech se vzácně objevují drobné (do 2 mm), bezbarvé, silně skelně lesklé tabulkovité krystaly, morfologicky podobné barytu (anglesit?). Mikrosondou byla rovněž nalezena fáze, obsahující 73,8 % PbO, 1 % CaO, 24,8 % As_2O_5 a 1,5 % Cl, suma 101,1. Toto složení přibližně odpovídá mimetezitu $(Pb_{4,47}\ Ca_{0,25})_{4,72}\ As_{2,91}\ O_{12}\ Cl_{0,55}$.

Zrna tetraedritu jsou lemována tenkým povlakem supergenních produktů (obr. 5), jejichž složení dosti kolísá (39,1–49,3 % CuO, 19,3–22,2 % PbO, 10,2–15,6 % Sb_2O_3, 7,7–11,8 % SO_3, 2,3–2,5 % FeO, 1,2–1,3 % SiO_2, 0,5–1,2 % Ag_2O, 0,5–1 % MgO, suma 90–95,7 %). Byla zjištěna korelace mezi obsahy Pb a Sb (? bindheimit $Pb_2Sb_2O_6(OH)$), ostatní komponenty kolísají nepravidelně. Podrobnější (zejména RTG) výzkum této směsi nemohl být proveden pro nepatrné množství materiálu.

Rozkladem karbonátů vznikají černé dendrity a práškovité nálety Fe-Mn oxidů a hydroxidů (manganomelan). Další sekundární minerály, uváděné v literatuře – bornit, kuprit, ryzí měď (Burkart, 1953) a ryzí stříbro (Janda, 1988) – nebyly nově nalezeny.

Závěr

Hydrotermální barytová mineralizace vystupuje na Květnici v podobě strmě upadajících žil směru SZ–JV. Výplň žil tvoří hlavně kalcit a baryt, typická je i přítomnost fluoritu a křemene. V malém množství se vyskytují i rudní minerály – galenit, chalkopyrit,

tetraedrit, hematit a goethit. Byl zjištěn polyfázový vývoj studované mineralizace, s pěti navzájem tektonicky oddělenými dílčími mineralizačními fázemi (fáze nejstaršího, mladšího a nejmladšího skalenoedrického a dělového kalcitu a fáze fluorit-barytová). Supergenní minerály jsou zastoupeny cerusitem, anglesitem, covellínem, chalkozínem, azuritem, malachitem, mimetezitem, manganomelanem a nejistým bindheimitem.

Je zřejmá značná závislost minerální parageneze na litologii okolních hornin. Na žilách prorážející kvarcity je dominantní složkou žiloviny křemen, zatímco kalcit se vyskytuje jen velmi podružně. Zcela opačná je situace na žilách v rulách a ve vápencích. Sulfidy jsou v největším množství na žilách v rulách, podstatně méně je jich ve vápencích, v kvarcitech nebyly nalezeny vůbec.

Jednotlivé generace kalcitu se liší svým chemickým složením (sledovány byly obsahy Mg, Sr, Mn a Fe), což svědčí o rozdílném složení matečných roztoků, z nichž kalcity jednotlivých generací krystalovaly. S tím jsou v souladu i výsledky katodoluminiscenční mikroskopie. Obsahy stopových prvků v sulfidických minerálech jsou obecně velmi nízké (zejména Ag v galenitu a tetraedritu). Charakteristickým elementem, přítomným v malých množstvích ve většině minerálů, je antimon. Je to typický minoritní prvek rudních výskytů celé svratecké klenby moravika (Češková, 1978).

Častý výskyt drúzových dutin indikuje nízký tlak při vzniku mineralizace. Redox potenciál se během vývoje žil zřejmě dosti výrazně měnil – nízké Eh lze předpokládat během krystalizace světlého kalcitu a sulfidů, značně vysoké Eh dokumentují zase minerální asociace hnědý kalcit + goethit či baryt + hematit. Přítomnost goethitu, morfologie kalcitu, barytu a fluoritu a mikrochemismus galenitu dokládají nízkoteplotní charakter studované mineralizace.

Poděkování

Je mou milou povinností poděkovat všem, kdo mi jakýmkoli způsobem pomohli při zpracování daného tématu: prof. RNDr. B. Fojtovi za vedení práce a pročtení rukopisu, chemikům P. Kadlecovi a I. Zavadilové za provedení chemických analýz, dr. V. Vávrovi za provedení mikrosondových analýz a načtení difrakčních spekter, J. Povolnému za vyhotovení výbrusů a nábrusů, RNDr. J. Leichmannovi za pomoc při studiu výbrusů v katodové luminiscenci a v neposlední řadě ing. J. Faimonovi, Dr. za provedení spektrálních analýz, jakož i všem dalším nejmenovaným, bez jejichž pomoci by tato práce nemohla vzniknout.

SUMMARY

Hydrothermal barite mineralization was studied in abandoned galleries, old quarries and outcrops at Květnice Hill near Tišnov, 20 km NW from Brno, situated at the eastern margin of the Bohemian Massif. The studied veins, up to 2.5 m thick with NW–SE strike and steep dip (70–90°), crosscut rocks of the core of the Moravian Svratka Dome – mylonitized granitoids of the Brno massif, Devonian quartzites and Devonian limestones. The veins consist predominantly of calcite, barite (in quartzites is quartz significant too), and rare fluorite. Ore minerals are present in small quantities: hematite, goethite, chalcopyrite, galena and tetrahedrite. Covellite, chalcocite, azurite, malachite, cerussite, anglesite, mimetezite, bindheimite (?) and manganomelane were identified as supergene minerals.

Symmetrical or asymmetrical banding, drusy coating and breccias are typical structural features. Polyphase development is represented by five crystallization stages separated by tectonic movements. They caused brecciation and pressure dissolution of older minerals.

Calcites from different stages have different chemical composition (Mg, Sr, Fe and Mn contents). It indicates changes in composition of the parent hydrothermal fluid. Generally, sulfide minerals are very poor in trace elements (especially silver in galena and tetrahedrite). Antimony present in small concentrations is typical ele-

ment in ore minerals. It is characteristic for all ore occurrences in the Moravian Svratka Dome (ČEŠKOVÁ, 1978).

Drusy structures indicate low-pressure genetic conditions. Redox potential fluctuated significantly during vein formation, as evidenced by mineral assemblages (for example (1) white calcite + sulphides compare with (2) barite + hematite). Presence of goethite, morphology of calcite, barite and fluorite and trace elements in galena indicate epithermal character of the mineralization.

LITERATURA

BERNARD, J. H. et al., 1981: Mineralogie Československa. Academia. Praha.

BURKART, E., 1953: Mährens Minerale und ihre Literatur. Nakl. ČSAV. Praha.

ČEŠKOVÁ, L., 1978: Metalogenetická charakteristika některých geologických jednotek při východním okraji Českého masívu. *Folia Fac. Sci. nat. Univ. Purk. brun., Geol.*, 19, 3:5–101. Brno.

ČÍŽEK, J., 1985: Izotopické složení uhlíku grafitových ložisek Českého masívu. – MS, dipl. práce, Kat. min., geoch. a přír. zdrojů PřF UK Praha.

DOHNAL, K., 1983: Ložisková charakteristika litostratigrafických jednotek ve středu svratecké klenby. MS, dipl. práce, Kat. geol. – pal. PřF MU Brno.

DOLNÍČEK, Z., 1999: Parageneze barytových výskytů v blízkém okolí Tišnova. MS, dipl. práce, Kat. min., petr., geoch. PřF MU Brno.

DOLNÍČEK, Z., BURIÁNEK, D., 1997: Hydrotermální mineralizace v lomu Dřínová u Tišnova. *Acta Mus. Mor., Sci. geol.*, 82:33–43. Brno.

DVOŘÁK, J., SKOČEK, V., 1997: Evidence of the coastal sabkha in the Early Devonian sequence at Tišnov: Western Moravia. *Věst. Čes. geol. Úst.*, 72, 3:273–276. Praha.

HOFFMAN, V., TRDLIČKA, Z., 1971: Geochemický výzkum fluoritu a barytu z Českého masívu. MS, ÚNS Kutná Hora.

CHRT, J., 1973: Fluoritové a barytové suroviny Českého masívu. MS, Geofond Praha.

JANDA, F., 1988: Studium ložiskových indicií ve středu svratecké klenby moravika. MS, dipl. práce, Kat. geol.-pal. PřF MU Brno.

JAROŠ, J., MÍSAŘ, Z., 1959: Předběžná zpráva o geologických výzkumech v okolí Tišnova. *Čas. Min. Geol.*, 4, 1:93–95. Praha.

JAROŠ, J., MÍSAŘ, Z., 1976: Nomenclature of the tectonic and lithostratigraphic units in the Moravian Svratka Dome. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 51:113–122. Praha.

KACHLÍK, V., 1989: A contribution to the tectono-magmatic history of the Moravian unit in the core of the Svratka dome. *Krystalinikum*, 20:49–64. Praha.

KOKTA, J., 1933: Nerostopis Tišnovska. In: Krejčí A., Šmarda J. (eds.): Vlastivěda Tišnovska:45–62. Budeč. Tišnov.

KOKTA, J., 1938: Zpráva o výzkumu barytových žil v okolí Tišnova. MS, Geofond Praha.

KUČERA, B., 1930: Fluorit na Tišnovsku. *Příroda*, 23, 10:404. Brno.

MÁTL, V., 1960: Výroční a negativní zpráva za rok 1960. MS Geologický průzkum. Brno.

MOŠNA, P., 1993: O ametystech z tišnovských křemenných žil. *Minerál*, 1, 1:12. Brno.

NOVOTNÁ, A., BUDÍKOVÁ, M., VEČEŘA, J., 1998: Závěrečná zpráva z mapovacího kurzu kat. geologie a paleontologie. MS, kat. geol.-pal. PřF MU Brno.

PELÍŠEK, J., 1941: Mikroelementy v barytu z Květnice u Tišnova. *Příroda*, 34, 6:189–190. Brno.

POLÁK, A., 1946: Okres Tišnov. Soupis lomů ČSR, 17. Praha.

RZEHAK, A., 1911: Mährische Barytvorkommnisse und ihre Genesis. *Zeitschr. d. mähr. Landesmuseums*, 11, 1:9–58. Brünn.

SCHARM, B., 1960: Zpráva o geologickém průzkumu ložiska barytu na Květnici u Tišnova. MS, dipl. práce, VŠB Ostrava.

SMETANA, V., 1923: O chemickém složení některých barytů ze střední Moravy. *Čas. Min. Geol.*, 1, 1:5–7. Praha.

TICHÝ, M., 1992: Inversní metamorphosa v severním křídle svratecké klenby. MS, dipl. práce, Kat. petrologie PřF UK Praha.

TREBICHAVSKÝ, J., 1983: Využití světové a čs. surovinové základny barytu. *Nerostné suroviny*, 15, 3:51–117. ÚNS Kutná Hora.

ZAPLETAL, K., 1925: Geologie středu svratské klenby. *Sbor. Stát. geol. Úst. ČSR*, 5:509–559. Praha.

ZÝKA, V., SVOBODA, J., 1959: Příspěvek k chemismu barytů a fluoritů Čech a některé zákonitosti rozšíření stopových prvků v obou minerálech. *Bohemia centralis, Sci. nat.*, 1, 2:37–76. Praha.