Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
82(1997):33–43

HYDROTERMÁLNÍ MINERALIZACE V LOMU DŘÍNOVÁ U TIŠNOVA

HYDROTHERMAL MINERALIZATION
IN THE QUARRY DŘÍNOVÁ NEAR TIŠNOV (CZECH REPUBLIC)

ZDENĚK DOLNÍČEK, DAVID BURIÁNEK

Abstract

Dolníček, Z., Buriánek, D., 1997: Hydrotermální mineralizace v lomu Dřínová u Tišnova. *Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.*, 82:33–43.

In the quarry Dřínová were found two mineralization phases: older calcite-barite-fluorite, and younger aragonite one. Authors describe minerals, their evolution forms, the chemical composition and isotopic composition of carbonates.

Key words: fluorite, barite, aragonite, sulphides, C and O isotopes.

Zdeněk Dolníček, David Buriánek, Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic.

Úvod

Lokalita se nachází 2 km severozápadně od Tišnova, na jižním svahu kóty 379 Dřínová. Jde o pětietážový činný lom, z velké části založený v horninách jádra svratecké klenby moravika. Spodní dvě patra lomu jsou tvořena silně mylonitizovanou svrateckou rulou s žilami aplitů. Na rulu nasedají devonské vápence květnického vývoje. Tento styk má charakter tektonické poruchy směru 91/45, podél níž jsou oba typy hornin drceny. Vápence jsou šedomodré až šedorůžové, při bázi obsahují vložky grafitu. Byly postiženy slabou variskou metamorfózou, která se projevila drcením a rekrystalizací (Chá b, Suk, 1977). Na tyto horniny, řazené k autochtonní, resp. paraautochtonní jednotce tišnovských brunid (Jaroš, Mísař, 1976), je nasunut ve směru od Z k V příkrov morávní jednotky. Násunová plocha (dřínovské nasunutí) je v lomu zastižena na rozhraní mezi třetím a čtvrtým patrem. Vrcholová partie lomu je tvořena fylity, místy obsahujícími silně grafitické polohy.

Ruly, vápence i fylity jsou hojně proniknuty hydrotermálními žilami s fluorit-barytovou mineralizací. Výskyty barytu z lokality zmiňuje již Zapletal (1925), Kokta (1934) popsal fluorit. Stručný soupis většiny minerálů uvádějí kompendia Burkarta (1953) a Kruti (1966). Bernard a kol. (1986) udává mesozoické stáří žil v této oblasti.

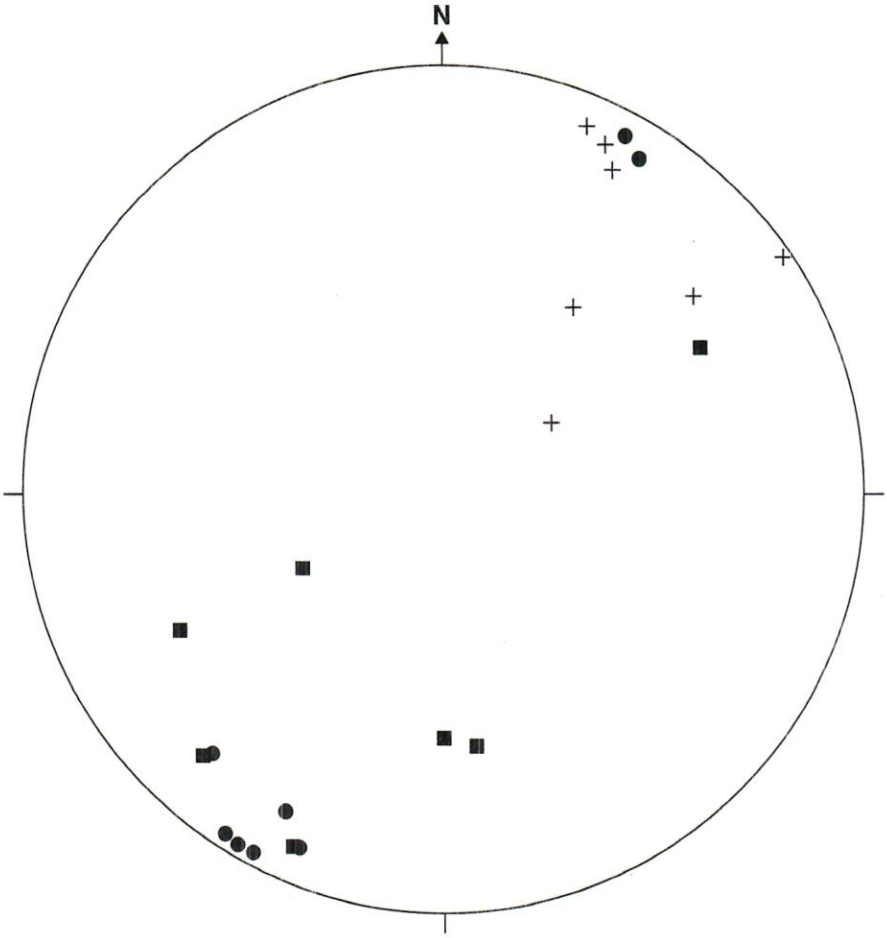
Ve vápencích mají hydrotermální žíly směr SZ–JV a sklon v rozmezí 75–90°. Žíly v rulách mají sklon menší (kolem 60°) a upadají k JZ. Mají shodný směr se žilami ve vápencích. Pro směry žil ve fylitech jsou charakteristická dvě maxima: jednak SZ–JV (s úklonem převážně k SV), jednak V–Z (s úklonem k S). Hodnoty sklonu se blíží hodnotám pro žíly v rulách. Diagram pólů žil viz obr. 1. Nejvýrazněji je mineralizace vyvinuta ve vápencích, kde žíly dosahují mocnosti až 1 m. Malé průměrné mocnosti (max. 10 cm) mají žíly ve fylitech.

Charakteristika mineralizace

Na lokalitě lze rozlišit dvě mineralizační stadia:

1. starší fázi kalcit-baryt-fluoritovou
2. mladší fázi aragonitovou

Obě fáze v úplném vývoji byly zastiženy pouze na jediné žíle ve vápencích ve střední části lomu. Posloupnost krystalizace jednotlivých minerálů je znázorněna na obr. 2.



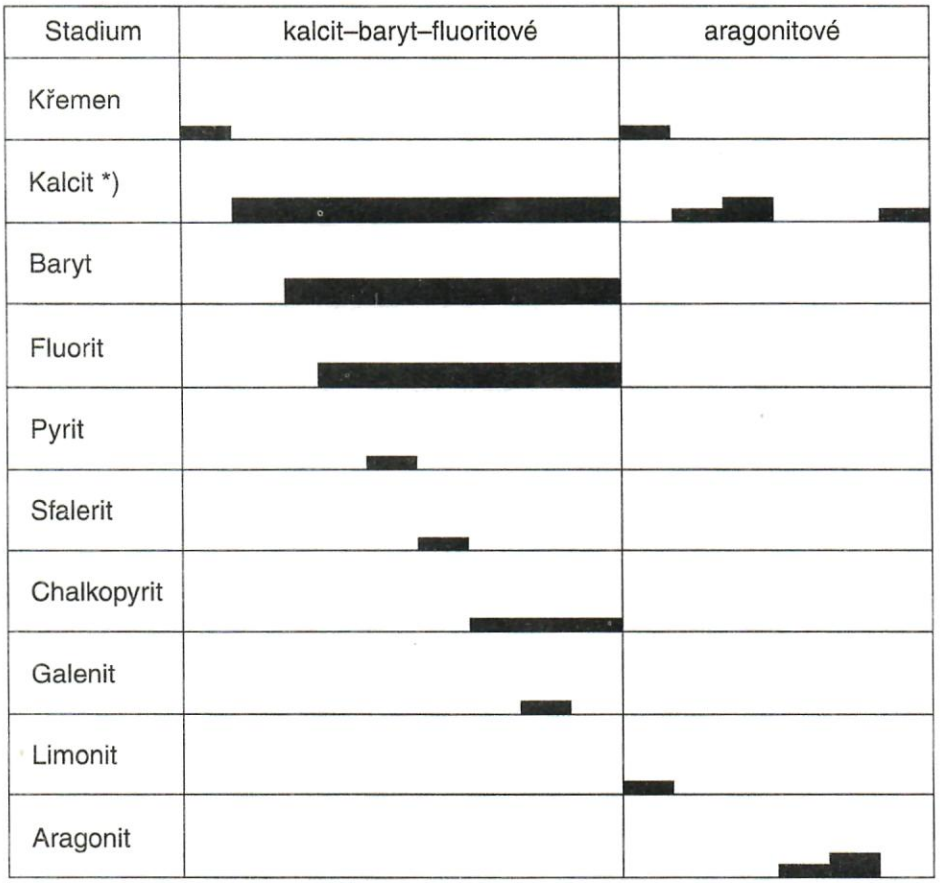
Obr. 1. Diagram pólů hydrotermálních žil.
Fig. 1. Pole diagram of hydrothermal veins.
+ – žíly v rulách, veins in gneisses
● – žíly ve vápencích, veins in limestones
■ – žíly ve fylitech, veins in phyllites

Fáze kalcit-baryt-fluoritová

Horniny jsou v okolí žil postiženy jen slabou hydrotermální alterací. Vápence jsou na kontaktu prokřemenělé. Objevují se v nich automorfní zrna křemene, která v sobě místy uzvavírají drobné relikty kalcitu.

Poté následuje velmi hrubě zrnitá kalcitická žílovina o velikosti zrna až 5 cm. Kalcit je bílý nebo do červena zbarvený mechanickou příměsí oxidů železa. V dutinách vytváří krystaly – skalenoedry, které jsou mnohdy zdvojčatělé podle {0001}. Krystaly dosahují velikosti až 10 cm. Na povrchu bývají zabarveny dohněda oxidy železa, případně korodovány. Mladší „dělový" kalcit je většinou dožluta zbarvený, vzácně čirý a průhledný. Krystaly „dělového" typu narůstají subparalelně na skalenoedry. Prizmata mají délku až 5 cm.

Baryt je většinou růžový až sytě červený, ve fylitech čistě bílý. Tvoří lupenité či vějířovité agregáty. Krystalizace barytu proběhla zhruba současně s kalcitem. V drúzových



Obr. 2. Sběrné schéma sukcese hydrotermálních žil.
Fig. 2. Diagram of the hydrothermal vein succession.
*) ve fylitech částečně Mg-ankerit
*) in phyllites partial Mg-rich ankerite.

dutinách vytváří jednotlivé tence až tlustě tabulkovité krystaly. Dominujícím tvarem je na nich bazální pinakoid; plochy dipyramid a prizmat jsou méně zastoupeny. Krystaly jsou hlavně růžové, pouze na okrajích průhledné, bezbarvé či namodralé.

Fluorit se koncentruje v centrálních částech žil. Barva zrnitých agregátů je nejčastěji světle žlutá, vzácně fialová. Pozorováno bylo i zbarvení zelené. Ve výbruse je většina zrn automorfně až hypautomorfně omezena. Krystaly (krychle) fluoritu bývají jen zřídka otupeny oktaedrickými plochami, na nichž jsou někdy vyvinuty mladší nárůsty. Podle Grigorjeva a kol. (1981) je převaha ploch krychle na spojkách krystalů fluoritu typická pro nízké teploty vzniku a vyšší pH prostředí, což je v souladu s našimi pozorováními. Krystaly v dutinách bývají rozpraskané, průhledné, barvy vínově žluté, o velikosti do 2 cm.

Žilná výplň obsahuje též malé množství sulfidů. Jsou přítomny ve formě nepravidelných zrnek či jednotlivých krystalů, vtroušených izolovaně v kalcitu či barytu. Maximální koncentrace je v kalcitu „dělového" typu. Pyrit je nejstarší, dosahuje velikosti maximálně 0,2 mm. Morfologicky jde o krychličky nebo alotriomorfní zrna. Nejhojnější chalkopyrit vytváří nepravidelná zrna, až 3 mm velká. Často uzavírá krystalky pyritu (foto 1). V drúzových dutinách narůstají jako nejmladší krystalky chalkopyritu až 2 mm velké na krystaly kalcitu a barytu. Krystalograficky jde o disfenoidy a skalenoedry. Nejméně zastoupeným sulfidem je galenit. Na štěpných trhlinách je pozorovatelné tlakové postižení (prohnutí). Tvoří až 0,5 cm velké krychličky zarostlé v kalcitu.

Na nejvyšším patře lomu došlo pravděpodobně vlivem okolních hornin (grafitických fylitů s vtroušeným pyritem) ke změně chemismu pronikajících hydrotermálních roztoků. Nejstarším karbonátem je zde Mg-ankerit (podle klasifikace Hoffmana a Trdličky, 1976). Vytváří štěpné agregáty růžové či bílé barvy s perleťovým leskem. Do volných dutin vykrystaloval ve formě bezbarvých, silně skelně lesklých klenců, do 0,5 cm velkých. Mg-ankerit velmi vzácně uzavírá sulfidy – galenit a sfalerit. Sfalerit je světle žlutohnědý, max. 3 mm velký. Je starší než galenit. Ten vytváří v nábruse nepravidelně omezená štěpná zrna, 0,5 mm velká.

Metodou barvení karbonátů byly zjištěny proniky mladších kalcitových žilek do ankeritu. Kalcit je bílý, středně zrnitý, se sporadickými malými dutinkami, do nichž tvoří téměř 0,5 cm velké krystalky „dělového" typu, na povrchu jemně naleptané. Vzácně obsahuje drobná zrnka a krystalky chalkopyritu.

Fáze aragonitová

Na mnohých žilách došlo po krystalizaci první fáze k drcení žilné výplně, které bylo místy spojeno i s tlakovým rozpouštěním kalcitu. Drcením byly postiženy hlavně centrální části žil; na jejich okrajích často vznikala i tektonická zrcadla.

Rozdrcený materiál byl setmelen minerály druhé fáze.

Účinkem nových roztoků byl mnohdy zcela vyloužen fluorit a korodován kalcit. Takto vzniklé dutiny pokrývá vrstvička limonitu o mocnosti až 0,5 cm. Ve výbruse je patrné silné pokřemenění. Limonit hnědě prosvítá, má zřetelnou kolomorfní stavbu. Mocnější polohy jsou tvořeny brekcií limonitu, tmelenou křemenem. Rentgenometricky bylo zjištěno, že převažující složkou limonitu je goethit.

Dále krystalují pouze karbonáty. Nejdříve vznikaly malé, izolované klence kalcitu. Ve výbruse dosahují velikosti téměř 0,1 mm. Zřetelná je růstová zonálnost. Na tyto krystalky nasedá jemně vláknitý kalcit (foto 2), v dutinách makroskopicky ledvinitý. V elektronovém mikroskopu je dobře patrný drúzovitý povrch, složený z drobných klenců. Barva agregátů je šedomodrá až šedobílá. Není vyloučeno, že zmíněný kalcit vznikl

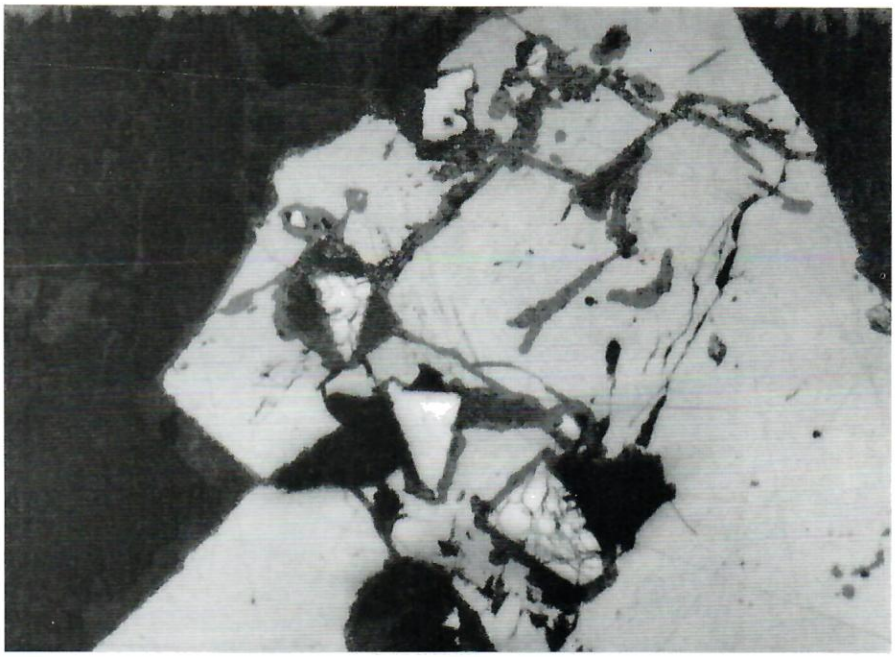


Foto 1. Krystalky pyritu uzavřené v zrnu chalkopyritu, 1 nikol, zvětšení 18,9×.
Photo 1. Crystals of pyrite, closed in chalcopyrite grain, 1 nicol, magn. 18.9×.

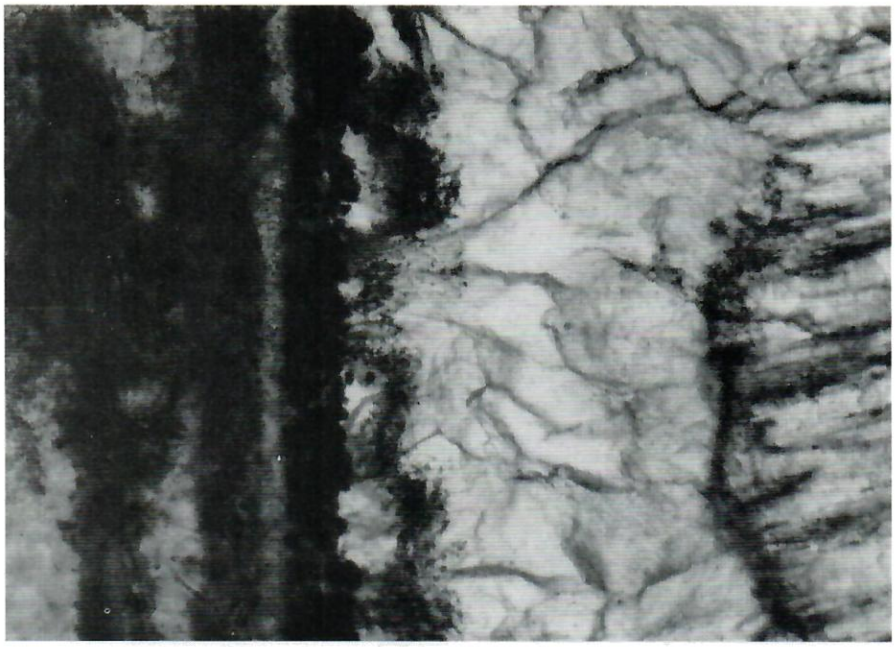


Foto 2. Zleva: starší („dělový") kalcit, vrstvička limonitu, mladší kalcit (paramorfující aragonit), jehlicovitý agregát aragonitu, zkřížené nikoly, zvětšení 18,9×.
Photo 2. From the left: older ("cannon") calcite, layer of limonite, younger calcite (paramorphosed aragonite), pin aragonite aggregate, crossed nicols, magn. 18.9×.

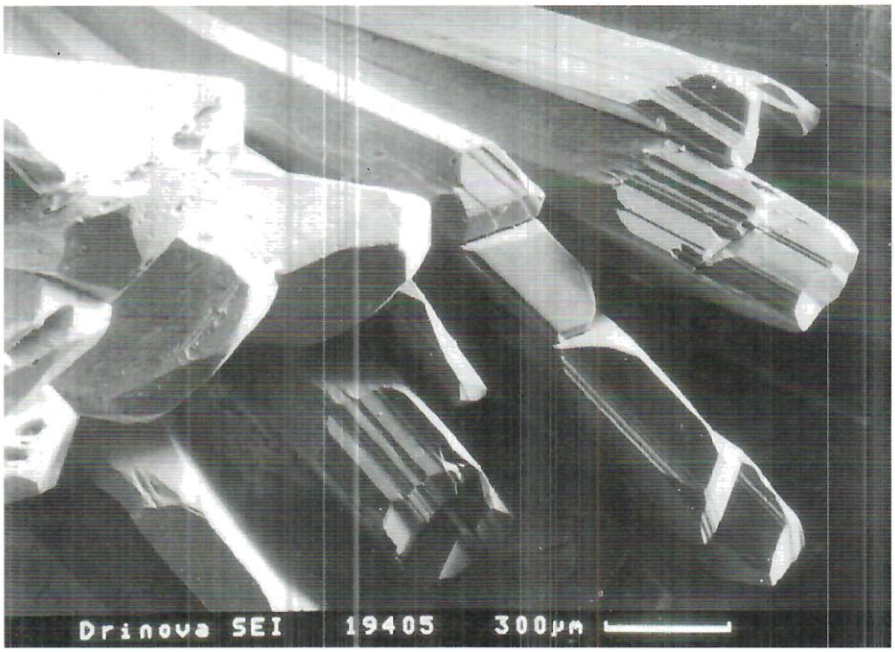


Foto 3. Krystaly aragonitu. Foto V. Vávra (SEM).
Photo 3. Aragonite crystals. Photo V. Vávra (SEM).

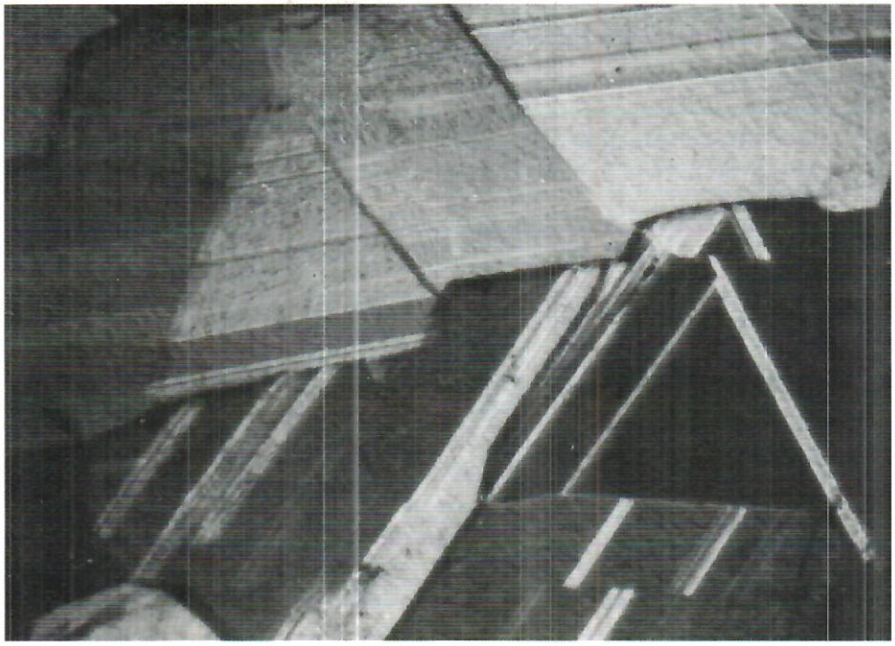


Foto 4. Polysyntetické lamely v hrubě jehlicovitém aragonitu, zkřížené nikoly, zvětšení 18,9×.
Photo 4. Polysyntheticál lamels in the coarse pin aragonite aggregate, crossed nicols, magn. 18.9×.

rekrystalizací z původního aragonitu. Ani chemickým barvením, ani rentgenometrickými analýzami nebyly však zjištěny žádné relikty aragonitu.

Na agregát vláknitého kalcitu narůstá aragonit, který vytváří jehlicovité krystaly, seskupené do růžic. Krystaly jsou bezbarvé a průhledné, dosahují délky 1 cm a tloušťky 0,05–0,5 mm. Indexy světelného lomu, zjištěné imerzní metodou, n_α = 1,529, n_γ =1,684 (± 0,002), dvojlom (D = 0,155) i úhel optických os –2V < 20° odpovídají aragonitu (Borkowska, Smulikowski, 1973). Některé jehlice mají krystalové omezení v terminální části. Pro růstové defekty, jemné lepty a malé rozměry krystalků není možné provést goniometrická měření. Proto bylo vyhotoveno několik fotografií krystalů pomocí elektronového mikroskopu. Ze srovnání s literaturou (Goldschmidt, 1913) plyne, že jde o méně běžný typ krystalů, poměrně chudý na plochy. Časté je dvojčatění podle {110}, nalezeny byly i pseudohexagonální trojčatné prorostlice sicilského typu. Hojný je různoměrný vývin krystalů (foto 3). Na jednoduchých spojkách byly zjištěny tvary {100}, {110}, {010} a vzácně i {001}.

V následné vývojové etapě vykrystaloval hlavní podíl aragonitu v podobě radiálně paprsčitých agregátů. Je bílý až nažloutlý, jemně či hrubě jehlicovitý. Často je možné pozorovat i v rámci jednoho vějířku opakované zjemňování a hrubnutí tloušťky jehlic. Do dutin vytváří aragonit rozmanité drúzy, složené z hypoparalelně srostlých jehlic. V řezu kolmém k protažení jehlic je v mikroskopu patrný pseudohexagonální tvar jednotlivých průřezů. Zřetelné je rovněž zmenšování tloušťky jehlic směrem do centra agregátu. V preparátu jsou dobře pozorovatelné dva systémy polysyntetických lamel, které spolu svírají úhel 65°, což prozrazuje, že rovinou srůstu je vertikální prizma {110} (foto 4).

V závěru druhé mineralizační fáze došlo na některých místech k zatlačení části aragonitu kalcitem. Tyto paramorfózy zachovávají vnitřní paprsčitou stavbu původního aragonitu. Povrch těchto agregátů v dutinách je tvořen doškovitě uspořádanými zploštělými klenci. Kalcit je bílý až namodralý, s velmi dobře vyvinutou štěpností. Byl též určen barvicími zkouškami a diferenční termickou analýzou.

Zvětráváním sulfidů vznikají supergenní minerály. Chalkopyrit se mění na limonit, lemovaný obrubou malachitu. Méně často se vyskytují i drobné snopky jehlicovitých krystalů malachitu v dutinách kalcitu. Vějířky dosahují velikosti až 3 mm. Na okrajích méně navětralých chalkopyritových zrn se vyskytuje i covellín. V nábrusových preparátech byly dále pozorovány přeměny pyritu v goethit a galenitu v jemně zrnitý cerusit.

Diskuse chemického složení minerálů

V laboratoři katedry mineralogie PřF MU byly provedeny P. Kadlecem a I. Zavadilovou chemické analýzy karbonátů, barytu a limonitu. Výsledky analýz karbonátů jsou v tabulce 1.

Polák (1946) udává pro modrošedé až šedé vápence 0,2–0,6 %, zatímco pro červené 1,66 % MgO.

Ve složení karbonátů kalcit-baryt-fluoritové mineralizační fáze jsou patrné změny chemismu v závislosti na posloupném vývoji mineralizace (obr. 3). V žilách prorážejících ruly je snížený obsah Mg a Sr, zvyšuje se podíl Fe a Mn. Mineralizace ve vápencích vykazuje pokles Mg, Sr a Fe a nárůst Mn. Rozdílné obsahy železa je možno vysvětlit topominerálním vlivem okolních hornin.

Výrazně se vliv okolní horniny projevil ve fylitech, kde krystaloval Mg-ankerit, později kalcit. Ten lze i přes rozdíly v chemismu přirovnat k dělovému kalcitu ze žil ve vápencích a v rulách.

Pro aragonit je typický zvýšený obsah Sr, zatímco Fe, Mn a Mg jsou přítomny pouze ve stopách. V kalcitech aragonitové fáze, u nichž lze předpokládat, že vznikly přeměnou aragonitu, naopak dochází k poklesu obsahu Sr a prudkému nárůstu Mg. Tuto skutečnost lze zdůvodnit působením hořčíkem bohatých roztoků.

V barytu bylo zjištěno 0,37 % SrO. Smetana (1923) udává podobné obsahy z barytových žil na blízké Květnici.

Limonit obsahuje přibližně 15 % goethitu, identifikovaného rentgenometricky. Zřejmé je i silné pokřemenění (cca 80 % SiO_2).

Izotopické složení uhlíku a kyslíku karbonátů

Analýzy izotopického složení uhlíku a kyslíku (viz tab. 2) byly provedeny doc. RNDr. J. Hladíkovou v geochemické laboratoři ČGÚ Praha na přístroji Finnigan –

Tab. 1. Chemické složení karbonátů.
Tab. 1. Carbonate chemical composition.

č. vz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO_2 + NP	0,73	0,1	0,06	0,10	0,51	0,08	0,62	0,38	0,35	0,14	0,05	0,04	0,02
CaO	55,73	55,59	55,41	55,61	32,42	56,02	54,62	54,66	54,66	55,94	55,88	56,03	54,25
FeO	0,05	0,47	0,45	0,52	10,10	0,14	0,94	1,16	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
MnO	0,02	0,06	0,06	0,10	0,40	0,24	0,55	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,20	0,19	0,15	0,21	12,08	0,07	0,00	0,20	1,52	0,01	0,01	0,01	1,34
SrO	0,02	0,14	0,10	0,18	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,38	0,44	0,27	0,06
CO_2	43,59	43,96	43,89	43,99	44,05	43,90	43,35	43,33	44,07	43,67	44,06	44,06	44,10
SUMA	100,34	100,51	100,12	100,71	99,57	100,46	100,09	100,03	100,67	100,16	100,45	100,42	99,78
počítáno na 3 kyslíky, analýza č. 5 na 6 kyslíků													
Ca^{2+}	1,000	0,990	0,990	0,990	1,146	0,999	0,985	0,985	0,970	1,002	0,995	0,998	0,966
Fe^{2+}	0,001	0,007	0,006	0,007	0,279	0,002	0,013	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn^{2+}	0,000	0,001	0,001	0,001	0,011	0,003	0,008	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg^{2+}	0,005	0,005	0,004	0,005	0,594	0,002	0,000	0,005	0,038	0,000	0,000	0,000	0,033
Sr^{2+}	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004	0,003	0,001
SUMA	1,006	1,004	1,002	1,005	2,031	1,006	1,007	1,010	1,008	1,006	1,000	1,001	1,000
C^{4+}	0,997	0,998	0,999	0,997	1,985	0,997	0,997	0,995	0,996	0,997	1,000	1,000	1,000

Vzorky, specimens:

1 šedomodrý vápenec, grey-blue limestone
2 růžově zbarvený skalenoedrický kalcit ze žil ve vápencích, pink-coloured scalenoedrical calcite from veins in limestones
3 červeně zbarvený skalenoedrický kalcit ze žil ve vápencích, red-coloured scalenoedrical calcite from veins in limestones
4 bílý skalenoedrický kalcit ze žil v rulách, white scalenoedrical calcite from veins in gneisses
5 narůžovělý Mg-ankerit ze žil ve fylitech, pink-coloured Mg-rich ankerite from veins in phyllites
6 bílý „dělový" kalcit ze žil ve vápencích, white "cannon" calcite from veins in limestones
7 žlutý průhledný „dělový" kalcit ze žil v rulách, transparent yellow "cannon" calcite from veins in gneisses
8 bílý "dělový" kalcit ze žil ve fylitech, white "cannon" calcite from veins in phyllites
9 jemný vláknitý šedomodrý kalcit z aragonitové žíly ve vápencích, fine fibric grey-blue calcite from aragonite vein in limestones
10 jehlicovité průhledné krystalky aragonitu z aragonitové žíly ve vápencích, transparent pin aragonite crystals from aragonite vein in limestones
11 hrubý jehlicovitý nažloutlý aragonit z aragonitové žíly, yellow-white coarse pin aragonite aggregate from aragonite vein
12 jemný jehlicovitý bílý aragonit z aragonitové žíly ve vápencích, white fine pin aragonite aggregate from aragonite vein in limestones
13 bílý kalcit paramorfující hrubě jehlicovitý aragonit, white calcite paramorphosed coarse pin aragonite aggregate

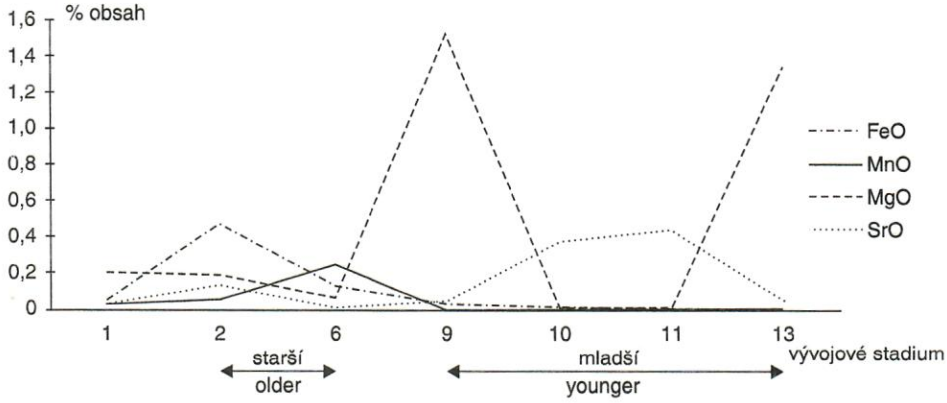
MAT 251 obvyklou technikou. Vzorky byly odebrány z nejlépe vyvinuté žíly ve vápencích s mladší aragonitovou mineralizací.

Izotopické složení uhlíku vápence ($\delta^{13}C$ = –0,7 ‰) odpovídá mořskému původu, je však mírně posunuto vlivem metamorfózy do negativnějších hodnot. Kyslík ($\delta^{18}O$ = –8,8 ‰) nese rovněž znaky metamorfní frakcionace.

Izotopické složení žilných kalcitů a aragonitů tvoří dvě skupiny. Krystalizačně nejstarší skalenoedrické kalcity mají izotopicky negativnější uhlík (–5,1 ‰, pravděpodobně ovlivněný hlubinným zdrojem hydroterm; je možné uvažovat i o vlivu metamorfní dekarbonatizace) i lehčí kyslík (–12,3 a –13,6 ‰, výrazně modifikovaný metamorfními procesy). Izotopické složení C a O mladších produktů (kalcity i aragonity) s relativně vyššími hodnotami uhlíku i kyslíku (viz obr. 4) by bylo možné vysvětlit poklesem teploty, mísením vody hydroterm (s. s.) s atmosférickou vodou v daném systému a případně i zvýšeným přínosem uhlíku z okolních hornin (Hladíková, 1988).

Závěr

Na lokalitě byly vyčleněny dvě stadia hydrotermální mineralizace. Starší, výšeteplotnější fáze je charakteristická asociací kalcit-baryt-fluorit s malým množstvím sulfidů. Snižování teploty během krystalizace se projevilo jak změnou morfologie krystalů kal-

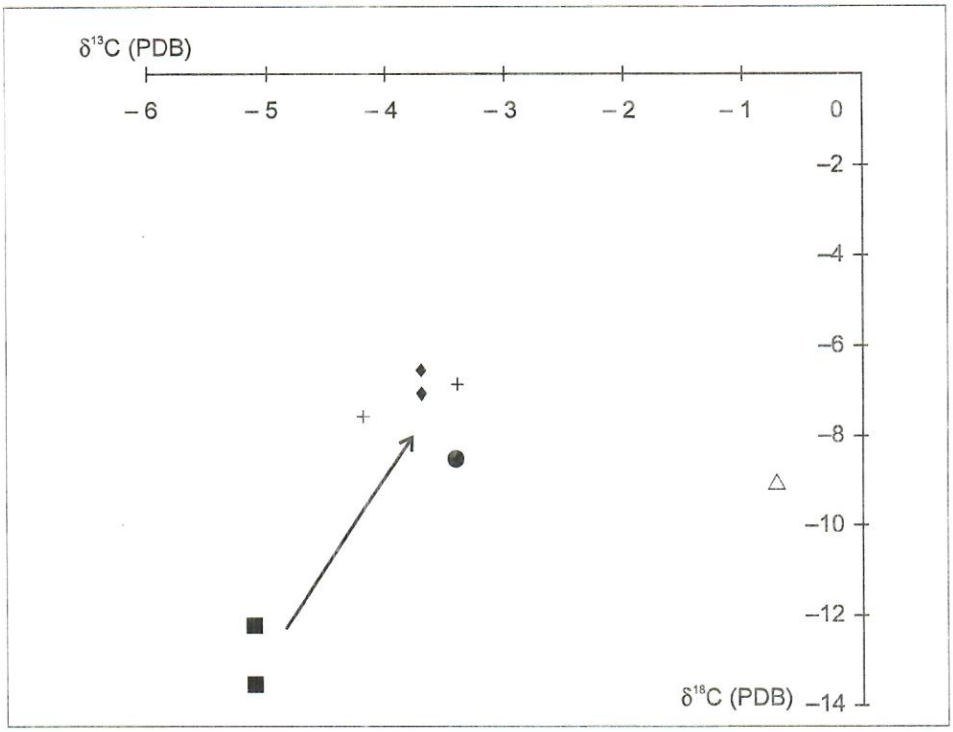


Obr. 3. Změny v chemismu karbonátů na žilách ve vápencích.
Fig. 3. Changes in carbonates chemical composition from veins in limestones.
čísla vzorků – viz tab. 1
numbers of specimens see in table 1

Tab. 2. Hodnoty izotopického složení uhlíku a kyslíku karbonátů.
Tab. 2. Carbon and oxygen isotopic composition of carbonates.

vz. č.	$\delta^{13}C$ (PDB)	$\delta^{18}O$ (PDB)
1	–0,7	–8,8
2	–5,1	–13,6
3	–5,1	–12,3
6	–3,4	–8,6
9	–3,7	–6,6
11	–3,4	–6,9
12	–4,2	–7,6
13	–3,7	–7,1

Čísla vzorků – viz tab. 1, numbers of specimens see in table 1.



Obr. 4. Trend vývoje izotopického složení uhlíku a kyslíku karbonátů.
Fig. 4. Trend of C and O isotopic composition of carbonates.
△ – vápenec, limestone
■ – skalenoedrický kalcit, scalenoedrical calcite
● – „dělový" kalcit, "cannon" calcite
+ – aragonit, aragonite
♦ – kalcity paramorfující aragonit, calcites paramorphosed aragonite

citu, tak i změnou chemismu karbonátů. Hodnoty izotopického složení uhlíku a kyslíku svědčí o převážně hlubinném původu hydrotermálních roztoků, z nichž minerály první fáze krystalovaly.

U mladší aragonitové fáze lze předpokládat nižší teploty vzniku. Jak dokládá izotopické složení karbonátů, při vzniku aragonitové mineralizace došlo pravděpodobně k mísení vod (juvenilní vody s. s. s vodami atmosférickými a metamorfními) v hydrotermálním systému. Tato fluida využila starších tektonických směrů, podél nichž pronikla dříve kalcit-baryt-fluoritová mineralizace, a které byly oživeny mladšími tektonickými pohyby.

Ve srovnání s jinými výskyty fluorit-barytové mineralizace v Českém masívu (Bernard a kol., 1986) se na popisované lokalitě výrazně uplatňují karbonáty, zatímco křemen se vyskytuje jen podružně.

Poděkování

Autoři děkují prof. RNDr. B. Fojtovi za vedení práce, za všestrannou pomoc při analytických pracech všem členům katedry mineralogie, petrografie a geochemie MU, a doc. RNDr. J. Hladíkové za provedení izotopických analýz a poskytnuté odborné konzultace.

SUMMARY

The hydrothermal veins from Dřínová Hill, NW from Tišnov (general strike NW–SE) were formed during two mineralization phases. The older phase is formed by calcite-barite-fluorite association, the younger one by aragonite. The first assemblage crystallized during temperature decrease and was accompanied by a change of calcite morphology and its chemical composition, respectively. The isotopic composition of carbon and oxygen indicate a deep origin of parent hydrothermal solution. The younger aragonite was later partly transformed to calcite. The wall rocks (Devonian limestone) had a more pronounced effect on aragonite isotopic composition. Compared to the other fluorite-barite veins in Bohemian Massif the studied mineral association has higher calcite content and deficit of quartz.

LITERATURA

BERNARD, J. H. a kol., 1986: Rudní ložiska a metalogeneze čs. části Českého masívu. Ústř. Úst. geol., Praha.

BORKOWSKA, H., SMULIKOWSKI, K., 1973: Mineraly skalotworcze. Warszawa.

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

GOLDSCHMIDT, V., 1913: Atlas der Krystallformen. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.

GRIGORJEV, D. P., EVZIKOVA, N. Z., ZIDAROVA, B., KOSTOV, I., KUZNĚCOV, S. K., MALEJEV, M., MINĚJEV, D. A., POPOV, V. A., ČESNOKOV, B. V., ŠIFRANOVSKIJ, I. I., JUŠKIN, N. P., 1981: Krystalomorfologičeskaja evoljucija miněralov. Syktyvkar.

HLADÍKOVÁ, J., 1988: Základy geochemie stabilních izotopů lehkých prvků. Skriptum PřF UJEP, Brno.

CHÁB, J., SUK, M., 1977: Regionální metamorfóza na území Čech a Moravy. Knih. Ústř. Úst. geol., 50.

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

KOKTA, J., 1934: Nový nález fluoritu na Dřínové u Tišnova. *Příroda*, 27, 7:224.

KRUŤA, T., 1966: Moravské nerosty a jejich literatura. Moravské muzeum, Brno.

POLÁK, A., 1946: Soupis lomů ČSR, okres Tišnov. Státní geologický ústav ČSR, Praha.

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

TRDLIČKA, Z., HOFFMAN, V., 1976: Untersuchungen der chemischen Zussamensetzung der Gangkarbonate von Kutná Hora. *Freiberger Forschungshefte*, C 321:29–81.

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