Dočasné mineralogické lokality spojené s výstavbou dálnice D8 v úseku Lovosice–Trmice

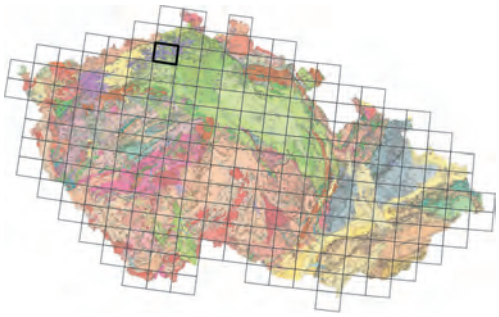
Temporary mineralogical localities exposed during construction of the D8 highway between Lovosice and Trmice

Miroslav Radoň [1] – Vladimír Žáček [2] – Vladislav Rapprich [2] – Petr Kycl [2]

[1] Regionální muzeum v Teplicích, Zámecké nám. 14, 415 01 Teplice; rmtep@seznam.cz
[2] Česká geologická služba, Klárov 3, 118 21 Praha 1; vladimir.zacek@geology.cz, vladislav.rapprich@geology.cz, petr.kycl@geology.cz

Key words: *České středohoří Volcanic Complex, Porta Bohemica, tourmaline, goyazite, barite, calcite*

Abstract: During the excavations associated with construction of the D8 highway in the České středohoří Mts. were exposed two new occurrences of mineralogical interest. First occurrence represents breccia coating basanite dyke nearby Bílinka. The breccia is impregnated by calcite. Scarce crystals of bluish barite occur in the druse cavities of calcite gangue. The second locality represents quartz-tourmaline metamorphic segregation hosted in two mica paragneiss of the Saxothuringian Zone at Chotiměř. Tourmaline is Fe-rich dravite accompanied by late REE-goyazite.



(02-41 Ústí nad Labem)

Při stavbě dálnice D8 v úseku přes České středohoří byly dokumentovány dva nové mineralogické výskyty. U Bílinky byla odkryta žíla bazanitu s brekciovitým lemem, ve kterém se vyskytovaly drúzy kalcitu s tabulkovitými krystaly namodralého barytu. Od Chotiměře je nově popsána křemen-turmalínová žíla, resp. metamorfní sekrece vyplňující střižnou zónu ve dvojslídné pararule patřící do saxothuringika.

Metodika

Lokalita Bílinka byla vzorkována průběžně během letních měsíců roku 2010. Turmalínovec u Chotiměře byl vzorkován 2. srpna 2009.

Ze vzorku žíloviny z Bílinky byl separován asi 5 mm velký fragment idiomorfního tabulkovitého krystalu barytu (vz. Bi1a) a asi 10 mm velký úlomek dvougeneračního nažloutlého karbonátu (vz. Bi1b). Pro zhotovení nábrusu byla separovaná zrna zalita do špalíčků umělé pryskyřice, které byly naleštěny a napařeny uhlíkem. Ze vzorku turmalínovce od Chotiměře byl zhotoven nezakrytý leštěný výbrus, rovněž napařený uhlíkem.

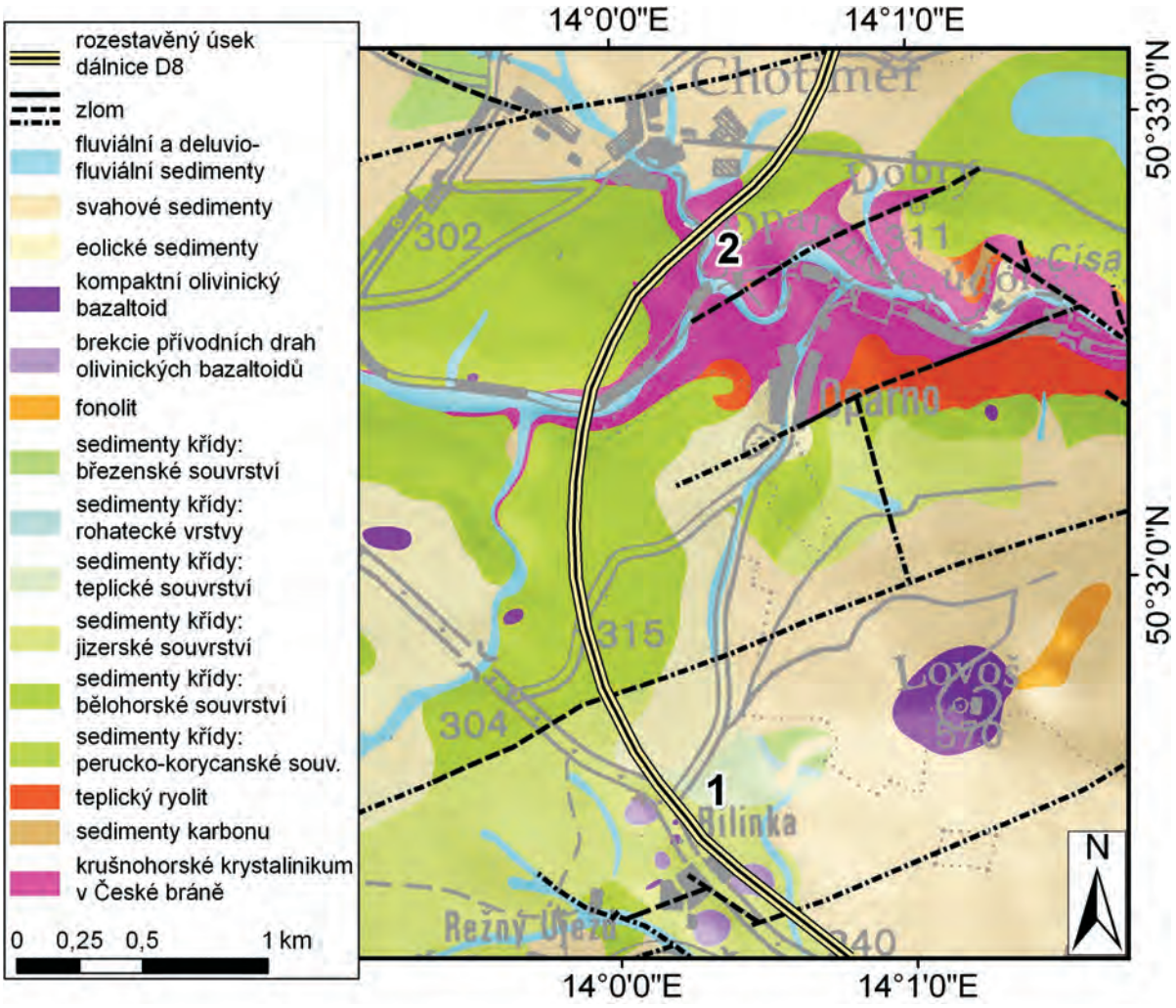
Chemické analýzy minerálů byly získány na elektronové mikrosondě Cameca SX-100 v Ústavu geologických věd Masarykovy univerzity v Brně (společná laboratoř Masarykovy univerzity a České geologické služby) při urychlovacím napětí 15 kV, proud 10 nA, doba načítání 10–30 s. Jako standardy pro baryt a kalcit byly použity: Ba – benitoit, S a Sr – $SrSO_4$, Al – grosulár, Ca, Fe – andradit, Mg – Mg_2SiO_4, Mn – rodonit, Na – albit; pro turmalín: Na – albit, Si a Fe – almandin, Al a K – sanidin, Mg – MgO, Ca – grosulár, Cr – chromit, Ti – titanit, Mn – spessartin, V – vanadinit, Ni – kovový Ni, Cl – NaCl; jako standardy pro REE u goyazitu byly použity zejména syntetické granáty a fluoridy těchto prvků. Vzorky analyzovala Šárka Benedová.

Analýzy barytu a kalcitu byly přepočteny na 4, resp. 3 atomy kyslíku, přičemž u kalcitu byly vypočítány koncentrace CO_2 podle stechiometrie. Turmalín byl normalizován na sumu kationtů T + Z + Y = 15, všechno železo bylo považováno za dvojmocné, podíl OH a vakance v pozici X byly dopočítány ze stechiometrie.

1. Bílinka – kalcitové drúzy s barytem

V zářezu dálnice v úrovni kilometru 51,7, severně nad obcí Bílinka (50°31’26.1"N, 14°0’13"E – obr. 1), byla obnažena subvertikální žíla bazanitu směru 30–210°, která proniká slínovci jizerského souvrství (Valečka et al. 2003). Žíla kompaktního bazanitu má mocnost 3–6 m a po obou stranách je lemována vulkanickou brekcií (Radoň – Cajz 2010). Celková šířka sopečného tělesa i s brekcií pak přesahuje 20 m (obr. 2). Již před započetím stavby dálnice byly z ornice nad žílou známy nálezy kalcitu (Radoň 1997). Brekcii tvoří úlomky alterovaného bazanitu a četné xenolity kontaktně metamorfovaných křídových sedimentů o velikosti 1–70 cm, jejichž množství narůstá směrem k okrajům. Prostory mezi

Česká geologická služba / Czech Geological Survey, Praha 2011 / ISSN 0514-8057, ISBN 978-80-7075-769-7



Obr. 1. Mapka s lokalizací míst sběru (podle Kycla et al. 2003).

Obr. 2. Pohled na lokalitu Bílinka, v pozadí vrch Lovoš. *Foto M. Radoň.*

Tabulka 1. Chemické složení barytu a kalcitu ze žíly od Bílinky a přepočty na empirické vzorce

	baryt	baryt	kalcit	kalcit
	střed	okraj	I	II
Al_2O_3	0,52	0,58	0,04	0,00
FeO	0,05	0,00	1,36	1,46
MnO	0,00	0,00	0,19	0,20
MgO	0,00	0,00	0,38	0,43
CaO	0,02	0,00	51,72	51,60
Na_2O	0,13	0,10	n.a.	n.a.
BaO	64,77	65,43	0,00	0,00
SrO	0,14	0,09	0,00	0,04
SO_3	33,81	34,13	0,02	0,01
$CO_{2\ calc}$			42,05	42,15
suma	99,43	100,33	95,75	95,88
Al	0,024	0,026	0,001	0,000
Fe^{2+}	0,002	0,000	0,020	0,021
Mn	0,000	0,000	0,003	0,003
Mg	0,000	0,000	0,010	0,011
Ca	0,001	0,000	0,965	0,961
Na	0,009	0,008	0,000	0,000
Ba	0,984	0,986	0,000	0,000
Sr	0,003	0,002	0,000	0,000
S	0,988	0,989	0,000	0,000
C	0,000	0,000	1,000	1,000
suma	2,011	2,012	1,998	1,996

PbO u barytu pod mezí detekce

klasty jsou vyhojeny kalcitem, mnohdy drúzovitým. V části vulkanické brekcie, která lemuje bazanitovou žílu na východní straně, byla kalcitová mineralizace koncentrována do subvertikální žíly mocné až 25 cm. Tvar této kalcitové žíly uvnitř brekcie byl nepravidelný s četnými dutinami dosahujícími velikosti až 25 cm. Na štěpných okrajích dutin jevil *kalcit* výraznou vrstevnatou texturu, přičemž jeho poslední vyvinutá generace v dutinách vytvořila souvislé a bohaté, ledvinité a polokulovité agregáty krystalů tvaru plochého klence s délkou hrany místy až 2 cm. V jedné z větších dutin pak byla patrná pseudomorfóza kalcitu po tlustě sloupcovitém aragonitu (obr. 3).

Některé kalcitové dutiny pak obsahují tence tabulkovité čiré až slabě namodralé průsvitné krystaly *barytu* o velikosti 0,5–3 cm (obr. 4 a 5). Byla také nalezena 25 × 10 cm velká kalcitová dutina s plochou srostlicí tabulkovitých krystalů čirého až namodralého barytu s celkovou délkou hrany 6 cm. Na povrchu krystalové srostlice byly vyvinuty malé klencové krystaly žlutošedého až hnědošedého *kalcitu* nejmladší generace, které jinak vyplňovaly zbytek dutiny, podobně jako v ostatních pozorovaných dutinách.

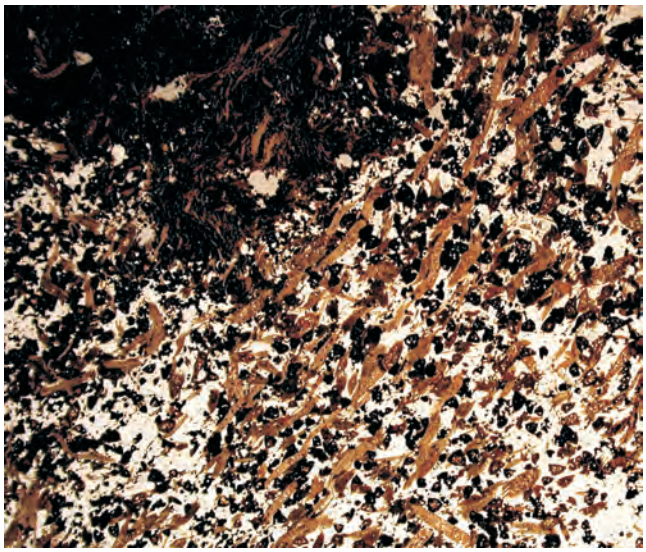
Chemicky jde o téměř stechiometrický $BaSO_4$ s nízkými koncentracemi minoritních prvků (0,5–0,6 hmot. % Al_2O_3, do 0,14 hmot. % SrO; koncentrace PbO a CaO jsou pod detekčním limitem – tab. 1).

Obr. 3. Kalcitová žílovina s tlustě sloupcovitými šestibokými krystaly pravděpodobného aragonitu pseudomorfovaného kalcitem. Skutečná velikost vzorku 21 × 12 × 11 cm. *Foto V. Žáček.*

Obr. 4. Tence tabulkovitý krystal barytu s délkou hrany 6 cm v dutině kalcitové žíloviny. *Foto M. Radoň.*

Obr. 5. Tence tabulkovitý krystal barytu z dutiny kalcitové žíloviny. Délka hrany krystalu je 20 mm. *Foto V. Žáček.*

Obr. 6. Muskovit-biotitická pararula saxothuringika odkrytá v zářezu u Chotiměře. Šipka označuje žílu turmalínovce. *Foto M. Radoň.*

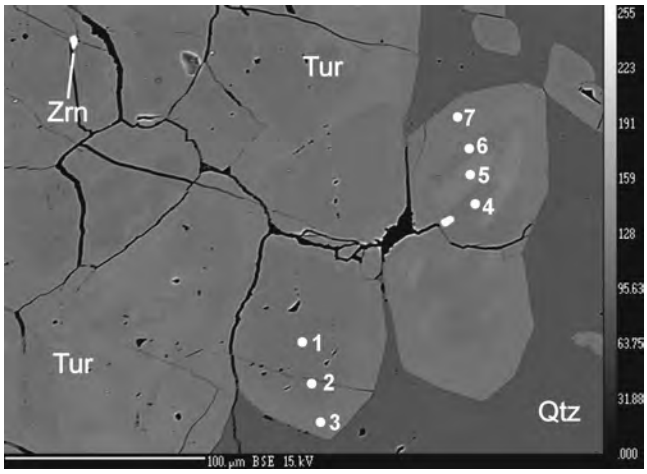


Obr. 7. Mikrosnímek turmalínovce od Chotiměře ukazuje deformované krystaly turmalínu. Polarizované světlo, nikoly //. Šířka snímku odpovídá 10 mm. *Foto V. Žáček.*

V žílovině byl z karbonátů určen jen *kalcit,* ačkoli velké šestiboké sloupcovité krystaly ukazují, že primárním karbonátem byl zřejmě také *aragonit*, později zatlačený kalcitem (obr. 3). Analyzovaný kalcit je nejméně dvougenerační, nebyly však zjištěny významné rozdíly v chemismu zón (tab. 1). Kalcit obou generací obsahuje jen mírně zvýšené koncentrace FeO (1,1–1,6 hmot. %) v převaze nad MgO (0,26–0,43 hmot. %) a MnO (0,13–0,15 hmot. %).

2. Chotiměř – křemen-turmalínové sekrece v krystaliniku saxothuringika

Další zajímavý mineralogický výskyt byl zjištěn v jz. části dlouhého zářezu dálnice vjv. od obce Chotiměř, v úrovni kilometru 54,38 (45°32´ 45.2˝ N, 14°00´ 19.9˝ E – obr. 1). Ve



Obr. 8. BSE mikrofotografie vzorku turmalínovce z Chotiměře. Na vzorku je světle šedý zonální turmalín (Tur), tmavě šedý křemen (Qtz), bílé inkluze tvoří zirkon (Zrn). Turmalínové krystaly jeví nevýraznou zonálnost, jádra jsou někdy tmavší, častá je také zonálnost ve formě skvrn nebo neostrých zón. Na obrázku jsou vyznačena místa jednotlivých bodových analýz. *Foto Š. Benedová.*

středně zrnité muskovit-biotitické pararule, patřící ke krušnohorskému krystaliniku, zde byla zjištěna žíla šedobílého mléčného křemene s bohatými agregáty tence jehlicovitých až vlasovitých krystalků téměř černého turmalínu. Při okrajích a ve středu žíly turmalín dominoval a horninu je tak možné označit za turmalínovec. Žíla o proměnlivé mocnosti 20–30 cm probíhala rulami diskordantně k foliaci v ostrém úhlu ca 45° v celkové odkryté délce 2,3 m a pak ostře vykliňovala (obr. 6). Na povrchu žíloviny a na jejích puklinách se hojně vyskytovaly tenké povlaky hnědooranžového limonitu. V suti zde byly nalezeny rovněž úlomky masivního žilného šedobílého křemene s ojedinělými vrostlými, krátce sloupcovitými krystaly černého turmalínu s délkou maximálně 1,5 cm a tloušťkou až 8 mm. Vzorek studovaný na elektronové mikrosondě pochází z centra čočky a je složený z turmalínu (ca 55 %) a křemene (ca 45 %); tvoří výrazně usměrněný agregát silně zprohýbaných až provrásněných idiomorfních až hypidiomorfních dlouze sloupcovitých krystalů *turmalínu* o délce 0,1–3 mm, často s roztřepenými okraji (obr. 7). Část výbrusu tvoří asi 1 cm velký „vláknitý" agregát téměř monominerálního turmalínu. Zprohýbané krystaly zhášejí undulózně. Droboučké krystaly turmalínu jsou až jehlicovité. *Křemen* je xenomorfní, mezi krystaly, bez známek deformace. Krystaly turmalínu jsou výrazně poikilitické, inkluze v nich tvoří opět křemen. V některých, zejména příčných řezech je vidět drobná namodralá jádra, jinak zcela dominuje hnědý typ. Pleochroismus hnědého typu: bledě žlutooranžová – tmavě kávově hnědá. V BSE je patrná slabá zonálnost, většinou jsou jádra tmavší a okraje světlejší, v některých případech jsou však i světlejší sektory uvnitř krystalů nebo zcela nepravidelné světlejší a tmavší šmouhy (obr. 8).

V BSE byly odlišeny tři generace turmalínu: i) světlý turmalín tvořící drobné sektory v centrech krystalů, ii) tmavý

Tabulka 2. Chemické složení turmalínu od Chotiměře a přepočty na empirické vzorce

č. analýzy	1	2	3	4	5	6	7
typ	ii	ii	iii	ii	i	ii	iii
SiO_2	36,74	36,93	36,47	37,10	36,62	37,05	36,06
TiO_2	0,20	0,16	0,84	0,40	1,56	0,40	0,82
Cr_2O_3	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,01
Al_2O_3	33,07	33,38	31,83	32,54	30,86	32,80	31,55
FeO	7,63	7,33	7,44	7,60	8,20	7,63	7,36
MnO	0,07	0,06	0,07	0,09	0,06	0,04	0,07
MgO	6,27	6,51	7,13	6,48	6,56	6,28	7,22
CaO	0,45	0,46	0,97	0,55	0,98	0,55	1,04
Na_2O	2,04	1,87	2,32	1,88	1,96	1,90	2,23
K_2O	0,02	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03
V_2O_3	0,00	0,06	0,04	0,01	0,05	0,02	0,06
F	0,08	0,08	0,20	0,11	0,22	0,09	0,21
Cl	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
-O = F	0,03	0,03	0,08	0,04	0,09	0,04	0,09
suma	86,54	86,82	87,29	86,82	87,04	86,81	86,55
Si	6,014	6,000	5,973	6,057	6,041	6,051	5,952
Ti	0,024	0,020	0,104	0,049	0,193	0,049	0,101
Cr	0,002	0,001	0,002	0,005	0,005	0,006	0,001
Al	6,379	6,391	6,145	6,260	6,001	6,314	6,138
Fe^{2+}	1,044	0,996	1,019	1,038	1,131	1,042	1,016
Mn	0,010	0,008	0,009	0,012	0,009	0,005	0,009
Mg	1,529	1,577	1,742	1,578	1,613	1,530	1,776
V	0,000	0,007	0,005	0,001	0,006	0,003	0,007
T+Z+Y site	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Ca	0,079	0,080	0,169	0,096	0,173	0,097	0,183
Na	0,646	0,587	0,735	0,596	0,626	0,603	0,715
K	0,005	0,005	0,009	0,010	0,008	0,005	0,006
X-site	0,730	0,672	0,913	0,703	0,807	0,705	0,904
OH_{calc}	3,960	3,960	3,893	3,940	3,886	3,955	3,887
F	0,040	0,040	0,105	0,055	0,114	0,044	0,111
Cl	0,001	0,000	0,002	0,004	0,000	0,000	0,003
XMg	0,594	0,613	0,631	0,603	0,588	0,595	0,636

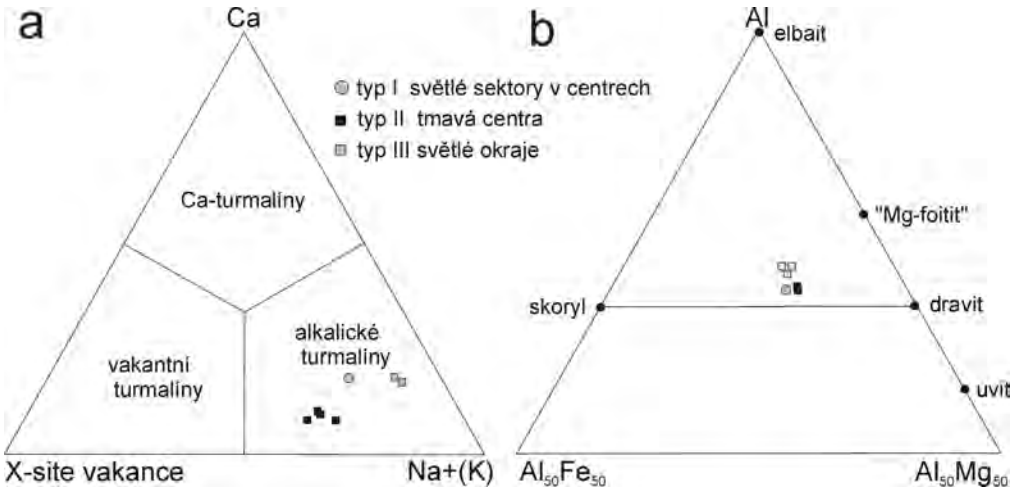
i – světlé sektory v centru krystalů, ii – tmavá centra, iii – světlé okraje (viz obr. 8 a 10)

turmalín dominující v centrech, iii) světlý turmalín při okrajích krystalů. Všechny typy spadají do alkalické, OH dominantní skupiny a odpovídají podle klasifikace Hawthorne a Henry (1999) Fe-bohatému dravitu, XMg = Mg(Fe + Mg) = 0,59–0,64, s nízkým podílem Ca (0,08–0,18 apfu), chudého fluorem (0,04–0,11 apfu) a s nízkou vakancí v pozici *X* (0,09–0,33 apfu). Rozdíly mezi jednotlivými typy (generacemi) turmalínu v chemismu nejsou příliš výrazné, světlejší okrajové partie (typ iii) mají vyšší XMg, Na, Ca a tím i celkové obsazení v pozici *X*. Tento trend je kompenzován zejména poklesem Al (viz obr. 9, tab. 2). Světlý turmalín v centrech (i) má oproti světlému turmalínu z okraje ještě vyšší koncentraci TiO_2 (1,56 hmot. %) a nejnižší Al (6,00 apfu). Vedle turmalínu a křemene byl zjištěn pouze akcesorický monazit, zirkon a sekundární vodnatý fosfát Sr-Al, který stechiometricky dobře odpovídá goyazitu.

Monazit je ojedinělý a tvoří hypidiomorfní, spíše izometrická zrna do velikosti 50 μm.

Zirkon je poměrně častou akcesorií, ale je velmi drobný, dlouze sloupcovitý, 1–10 μm dlouhý.

Goyazit, ideálně $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5.H_2O$, byl zjištěn ve formě nepravidelných agregátů o velikosti 20–100 μm, které vyplňují volné prostory mezi krystaly turmalínu (obr. 10). Část hliníku je zastupována vzácnými zeminami, hlavně La a Ce (∑REE = 9,8 hmot. %, které tvoří 0,34 ∑REE apfu). Část Sr je zastupována Ca (0,13 apfu) a možná



Obr. 9. Chemické složení turmalínu z Chotiměře v základních klasifikačních diagramech podle Hawthorne a Henry (1999). a – diagram obsazení strukturní pozice *X*, b – diagram Fe-Al-Mg.

Tabulka 3. Chemické složení REE-goyazitu

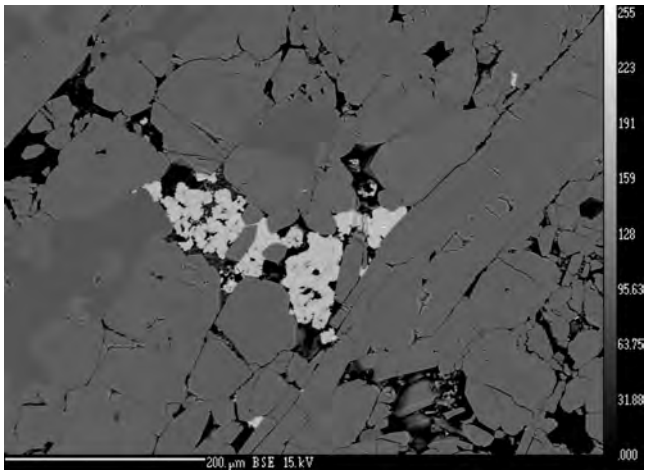
	hmot. %		apfu
Al_2O_3	31,90	Al	3,561
SiO_2	0,56	Si	0,053
CaO	1,32	Ca	0,134
FeO	0,49	Fe	0,039
ThO_2	0,13	Th	0,003
La_2O_3	3,92	La	0,138
Ce_2O_3	3,04	Ce	0,106
Pr_2O_3	0,64	Pr	0,022
Sm_2O_3	0,26	Sm	0,009
Nd_2O_3	1,89	Nd	0,064
Gd_2O_3	0,08	Gd	0,004
P_2O_5	23,30	P	1,869
PbO	0,12	Pb	0,003
SO_3	1,57	S	0,111
SrO	13,78	Sr	0,756
F	0,45	F	0,133
suma	83,49	total	7,000
suma REE	9,83	REE	0,342

průměr tří analýz, normalizováno na 7 kationtů

i Ba, které však nebylo analyzováno. Kromě fosforu obsahuje goyazit také malý podíl síry (0,11 apfu) a fluoru (0,13 apfu – tab. 3). Vzhledem k vysokému podílu REE (0,34 apfu) lze minerál klasifikovat jako REE-bohatý goyazit.

Závěry

- Kalcitová brekcie s barytem u Bílinky vznikla v pozdní, hydrotermální fázi, během chladnutí bazanitové žíly. Karbonáty a Ba rozpuštěné z okolních křídových sedimentů pak volně krystalizovaly ve vulkanické brekcii.
- Turmalín z Chotiměře odpovídá podle chemického složení turmalínům metapelitů až metapsamitů v koexistenci s Al-saturovanou fází (Henry – Guidotti 1985). Provrásnění a undulózní zhášení turmalínových krystalů svědčí pro jejich růst v podmínkách syngenetické deformace, tj. křemen-turmalínová hornina je pravděpodobně metamorfní sekrecí vyplňující střižnou zónu. Sekreci chemicky charakterizují fluida bohatá hlavně na Si, Al, B, Sr, REE, P a H_2O. Velmi podobný výskyt byl před dvanácti lety zjištěn také v slabě migmatitizovaných muskovit-biotitických pararulách východně nad Černodolským mlýnem v Oparenském údolí, asi 0,5 km jv. od popisovaného výskytu (Radoň 1999).



Obr. 10. BSE mikrofotografie vzorku turmalínovce z Chotiměře. Světlé (skoro bílé) nepravidelné agregáty goyazitu v dutinkách mezi krystaly turmalínu ve vzorku turmalínovce z Chotiměře. Šedý je turmalín, tmavěji šedý křemen, černé jsou volné dutiny. *Foto Š. Benedová.*

Poděkování. Mineralizace odkryté při stavbě dálnice D8 byly studovány s finanční podporou Ministerstva životního prostředí ČR (studie OOHPP-32/10/GP). Výzkum probíhal v rámci Výzkumného záměru ČGS (MZP0002579801). Autoři děkují Šárce Benedové (Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno) za provedení analýz a zhotovení mikrofotografií na elektronové mikrosondě.

Literatura

HAWTHORNE, F. C. – HENRY, D. J. (1999): Classification of the minerals of the tourmaline group. – Eur. J. Mineral. 11, 201–215.

HENRY, D.J. – GUIDOTTI, C.V. (1985): Tourmaline as a petrogenetic indicator mineral: an example from the staurolite-grade metapelite of NW Maine. – Amer. Mineralogist 70, 1–15.

KYCL, P. – BURDA, J. – CAJZ, V. – MLČOCH, B. – NOVOTNÝ, Z. – RAPPRICH, V. – SUCHÝ, J. – ŠARIČ, R. – ŠEBESTA, J. – ŠTROSOVÁ, M. – VALIGURSKÝ, L. – VALEČKA, J. – ZELENKA, P. (2003): Nebezpečí svahových pohybů v jv. části Českého středohoří na území okresu Litoměřice. – MS Čes. geol. služba, Praha.

RADOŇ, M. (1997): Nálezy minerálů v okolí obce Bílinka v Českém středohoří. – Minerál 5(6), 392–397.

RADOŇ, M. (1999): Dravit a křemen z Oparenského údolí u Lovosic. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz., Praha 7, 238–239.

RADOŇ, M. – CAJZ, V. (2010): Žíla čedičové horniny ve slínovcích středního turonu na trase dálnice D8 u obce Bílinka. In: RADOŇ, M. – RAPPRICH, V., ed.: Sborník abstraktů a exkurzní průvodce, 2. vulkanologický seminář Odborné skupiny vulkanologie České geologické společnosti, 27–29. – Čes. geol. společ. Praha.