# LEPIDOLITOVÝ PEGMATIT OD DOBRÉ VODY U VELKÉHO MEZIŘÍČÍ, ZÁPADNÍ MORAVA

## LEPIDOLITE PEGMATITE FROM DOBRÁ VODA NEAR VELKÉ MEZIŘÍČÍ, WESTERN MORAVIA

# MILAN NOVÁK & JOSEF STANĚK

#### Abstract

Novák, M., Staněk, J., 1999: Lepidolitový pegmatit od Dobré Vody u Velkého Meziříčí, západní Morava. Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 84:3-44 (with English summary).

Lepidolite pegmatite from Dobrá Voda near Velké Meziříčí, western Moravia.

Lepidolite pegmatite from Dobrá Voda is located in the southeastern part of the Strážek Moldanubicum, close to the contact with the Třebíč Durbachite Massif. Pegmatite forms a symmetrically zoned, steeply dipping dike, up to 6 m in width and about 100 m in length, emplaced in amphibolite and gneiss. The pegmatite dike consists of a dominant, marginal fine- to medium-grained granitic unit (1) with locally abundant aplitic subunit (1a), a graphic unit (2), abundant coarse-grained albite unit consisting of musco-vite-albite subunit (3a), outer lepidolite-albite subunit (3b), and inner lepidolite-albite subunit (3c) adjacent to a lepidolite unit (4) in center of the dike. Blocky K-feldspar, amblygonite-montebrasite and pseudomorphs consisting of spodumene + quartz intergrowths after petalite occur in albite unit (3), particularly in lepidolite-albite subunit (3b, 3c). Three types of pockets were rocognized – rubelite-bearing pockets (5), verdelite-bearing pockets (6) and late cookeite-bearing pockets (7).

The most abundant minerals include quartz, K-feldspars and albite. Micas (biotite, muscovite, trilithionite, polylithionite) and tourmaline (schorl, foitite, elbaite, rossmanite) are typical subordinate minerals present in almost all textural-paragenetic units. Amblygonite-montebrasite and spodumene + quartz intergrowths are typical minor minerals. Cassiterite, apatite, manganocolumbite, stibiotantalite, zircon and topaz are typical accessory minerals. Hydrothermal minerals include cookeite, microlite, stibiomicrolite, cesstibitantite, manganotantalite, tapiolite mineral, clay minerals (montmorillonite, halloysite, kaolinite), chalcedony and opal.

Internal structure, mineralogy, chemistry of minerals and their compositional trends indicate that the Dobrá Voda lepidolite pegmatite is a typical lepidolite subtype pegmatite similar to other lepidolite pegmatites in the Bory region (Dolní Bory, Laštovičky) and to the pegmatites Nová Ves near Český Krumlov and Jeclov near Jihlava.

Key words: lepidolite-subtype pegmatite, internal structure, petrography, mineralogy, Dobrá Voda, Czech Republic.

Milan Novák, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, e-mail: mineral@mzm.anet.cz.

Josef Staněk, Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37, Brno, Czech Republic.

## 1. Úvod

Jedním z nejpozoruhodnějších komplexních pegmatitů strážeckého moldanubika je lepidolitový pegmatit poblíž Dobré Vody, která leží 6 km sv. od Velkého Meziříčí, okres Žďár nad Sázavou. Po světoznámé Rožné (Novák et al. 1998a) je to druhý nejvýznamnější lepidolitový pegmatit v Českém masivu.

Lepidolitový pegmatit od Dobré Vody proslul zejména zonálně zbarvenými elbaity, ukončenými černofialovým foititem. Ten zde byl zjištěn teprve po druhé na světě a "mou-

řenínské hlavičky" z Dobré Vody jsou velmi podobné "mouřenínským hlavičkám" z klasických lokalit v okolí San Piero in Campo na Elbě. Dále je znám unikátními vzorky cookeitu, stibiotantalitu a produktů jeho přeměny – cesstibtantitu a stibiomikrolitu. Dobrá Voda je také druhým výskytem nedávno objeveného minerálu rossmanitu.

Předložená práce shrnuje veškeré dosavadní poznatky o tomto pegmatitu a jeho minerálech, včetně nejdůležitějších publikací, a dále diskutuje souborně chemické složení slíd, turmalínů a Nb,Ta-minerálů, získané v posledních letech. Pegmatit je srovnáván s podobnými výskyty v moldanubiku.

## 2. Lokalizace a historie objevu pegmatitu

Obec Dobrá Voda geograficky leží v Bítešské vrchovině. Lepidolitový pegmatit je situován v lesním komplexu (obr. 1), přibližně 0,6 km jjv. od Cyrilova a zhruba 2 km ssz. od Dobré Vody, ale stále na jejím katastru (obr. 2). Pegmatit údajně objevil dr. J. Hrbek z Prahy v roce 1934 a na originálním vzorku uloženém ve sbírkách mineralogic-ko-petrografického oddělení Moravského zemského muzea jsou přítomny elbaity, křemen a cookeit. První písemné zmínky o pegmatitu podali BURKART (1942) a KŘEN (1943). Do roku 1946 nebyl pegmatit vůbec odkryt, o jeho existenci svědčily jen volné úlomky roztroušené po lese. V roce 1946 začali na žíle kopat sběratelé, zejména A. Křen, J. Bouček a A. Kašpárek. Systematicky začal odkrývat pegmatit poslední z výše uvedených sběratelů a k němu se přidružili také J. Staněk, J. Miškovský a K. Komár, kteří jej otevřeli v letech 1948 a 1949. V letech 1950, 1952 a 1957 prováděli systematický výzkum vědečtí pracovníci a studenti Přírodovědecké fakulty v Brně (obr. 3). V letech 1958–59 provedl průzkumné práce na lokalitě Geologický průzkum, n. p. Brno; pegmatit



Obr. 1. Pohled na zalesněnou oblast na styku katastrů obcí Cyrilov a Dobrá Voda. Místo pegmatitu označeno šipkou. Foto J. Staněk.

Fig. 1. View on wooded area on a junction of Cyrilov and Dobrá Voda regions. Location of the pegmatite is marked by an arrow. Photo J. Staněk.

byl otevřen několika průzkumnými rýhami a v jeho blízkosti byly situovány dva šikmé vrty, které ale pegmatitovou žílu nezachytily, protože byly příliš krátké a vrtané pod malým úhlem. V následujících letech byla žíla otevřena několikrát sběrateli nerostů, v roce 1976 poskytla bohaté vzorky spodumenu a topazu. Poslední otvírka byla provedena v roce 1994 (obr. 4). Od té doby je pegmatit zakryt a podstatná část Li-mineralizace už byla odtěžena.



Obr. 2. Schematická mapa okolí lepidolitového pegmatitu od Dobré Vody. Fig. 2. Schematic map of the Dobrá Voda area.

#### 3. Přehled výzkumů

První detailní studie o pegmatitu podal SEKANINA (1946, 1950a), v nichž popsal značnou část minerálů, především lepidolit, cookeit, amblygonit, kasiterit a pegmatit označil jako lithno-fosfátový. Další práce se zabývají mikroelementy světlých slíd a turmalínů, růstem a fyzikálními vlastnostmi turmalínů (NEMEC 1951, 1953, 1954, 1955a,b).

V šedesátých letech se pegmatitem detailně zabýval J. Staněk. V roce 1962 předložil obsáhlou nepublikovanou studii o tomto pegmatitu (STANĚK 1962) a z ní nejprve publikoval Nb, Ta-minerály (STANĚK 1963a) a turmalíny (STANĚK 1963b), a posléze souhrnnou práci o geologii, mineralogii a petrografii pegmatitové žíly (STANĚK 1965). ČECH et al. (1965) studovali mikroelementy turmalínů.

Po roce 1965 byly publikovány hlavně práce mineralogického charakteru. Detailní studie zveřejnili ČERNÝ (1970) a ČERNÝ et al. (1971) o cookeitu, POVONDRA (1981) a PO-VONDRA et al. (1985) se zabývali krystalochemií zdejších turmalínů. Minerální asociace žíly byla podrobně uvedena i v knize Mineralogie Československa (BERNARD et al. 1981). Jen okrajově se lepidolitového pegmatitu v Dobré Vodě dotkly také další práce NĚMCE (1969, 1973, 1976, 1990).



- Obr. 3. Lepidolitový pegmatit od Dobré Vody, J. Staněk a J. Pokorný, stav v roce 1950. Foto J. Sekanina.
- Fig. 3. Lepidolite pegmatite from Dobrá Voda, J. Stančk and J. Pokorný, situation in 1950. Photo J. Sekanina.

V devadesátých letech byla pegmatitu od Dobré Vody a jeho minerálům opět věnována značná pozornost. ČERNÝ et al. (1995) publikovali detailní studii o slídách a uvádějí také radiometrické stáří lepidolitu. Novák a ČERNÝ (1998a) studovali frakcionaci Rb a Cs ve zdejších slídách. Dále byla věnována značná pozornost Nb, Ta minerálům. Chemické složení cesstibtantitu publikovali ERCIT et al. (1993) a Novák a ŠREIN (1998), detailně byl studován vývoj chemického složení Nb,Ta-minerálů (stibiotantalit, stibiomikrolit, mikrolit, manganotantalit) během primární a sekundární (hydrotermální) fáze vývoje pegmatitu (Novák a ČERNÝ 1998b), obsah Sc v Nb, Ta-oxidech uvádějí Novák a ČERNÝ (1998c). Turmalíny se zabývali Novák a TAYLOR (1996), kteří odtud popsali druhý výskyt foititu na světě, vývoj chemického složení turmalínů v lepidolitových pegmatitech včetně Dobré Vody studovali SELWAY et al. (1999).

# 4. Geologie oblasti

Lepidolitový pegmatit u Dobré Vody leží v oblasti strážeckého moldanubika, při jv. okraji borského granulitového tělesa a zhruba 6 km jz. je situován třebíčský durbachitový masiv. Pegmatit vystupuje na styku biotitické pararuly (Pl + Kfs + Qtz + Bt  $\pm$  Ms  $\pm$  Sil) a amfibolitu (Hbl + Pl  $\pm$  Qtz  $\pm$  Di  $\pm$  Bt). Směrem k Dobré Vodě se střídají různé typy rul, lišící se od sebe především texturou, méně minerálními asociacemi, od perlových rul přes biotitické migmatity po silně migmatitizované cordierit-biotitické ruly. V granulitovém tělese, situovaném na sz. od pegmatitu vystupují různé typy granulitů, granulitových rul a biotitem bohatých tmavých granulitů (STAŇKOVÁ 1982, FIALA et al. 1987). Dále se

v blízkosti i uvnitř granulitového tělesa objevují různé typy rul, někdy silně migmatitizované. KRÖNER et al. (1988) zjistili při studiu zirkonu z granulitů borského masivu výjimečně stáří až 2684±14 Ma, variská metamorfóza odpovídá 347±9 Ma.

Širší okolí zahrnuje také oblast borských pegmatitů, do níž lepidolitový pegmatit od Dobré Vody přinejmenším geograficky patří. Tato oblast vykazuje zonální rozmístění pegmatitů: na z. leží poměrně primitivní pegmatity v oblasti Hatí z. od Dolních Borů, kde žíla Oldřich jen výjimečně obsahuje Fe, Mn-fosfáty a minerály s obsahem Li (trifylín, cookeit, sekaninait). Směrem k sv. a v. se postupně objevují více frakcionované pegmatity, lepidolitový pegmatit v Dolních Borech, pegmatit s granátem a mikrolitem v Dolních Borech, fosfátové pegmatity v Cyrilově a Horních Borech. Na sv. a v. okraji této oblasti pak leží fosfátový pegmatit s topazem a kasiteritem v Rousměrově a lepidolitové pegmatity v Laštovičkách a Dobré Vodě. Pro všechny zdejší pegmatity je typická nepřítomnost minerálů Be a řada podobných texturních a paragenetických znaků. Přesvědčivý důkaz o tom, že všechny pegmatity pocházejí ze stejného mateřského granitu ale dosud chybí. Za potenciální mateřský granit může být považován leukokratní granit s křemen-turmalínovými nodulemi z Laviček u V. Meziříčí (Novák et al. 1997) ležící jz. od oblasti Borů nebo jemu podobné skryté těleso.

Kromě výše uvedených pegmatitů leží v těsné blízkosti lepidolitového pegmatitu od Dobré Vody i primitivní dutinové pegmatity s krystaly záhněd, živců, turmalínu, muskovitu a apatitu. Ty ale velmi pravděpodobně s lepidolitovým pegmatitem od Dobré Vody geneticky nesouvisí.



- Obr. 4. Lepidolitový pegmatit od Dobré Vody, M. Ručka a B. Martínek, stav v roce 1994. Foto J. Staněk.
- Fig. 4. Lepidolite pegmatite from Dobrá Voda, M. Ručka and B. Martínek, situation in 1994. Photo J. Staněk.



Obr. 5. Řezy lepidolitovým pegmatitem od Dobré Vody (STANEK 1965). 1. okolní horniny, 2. granitický aplit, 3. granitický pegmatit, 4. písmenkový pegmatit, 5. blokový K-živec, 6. blokový křemen, 7. albitová zóna, 8. lepidolitová zóna.
Fig. 5. Cross sections through lepidolite pegmatite from Dobrá Voda (STANEK 1965). 1. host rocks, 2. granitic aplite, 3. granitic pegmatite, 4. graphic pegmatite, 5. blocky K-feldspar, 6. blocky quartz, 7. albite zone, 8. lepidolite zone.

## 5. Stavba pegmatitu a popis texturně-paragenetických jednotek

Pegmatitová žíla je asi 100 m dlouhá a asi 6 m mocná, směru SSZ–JJV s téměř vertikálním uložením. Proniká amfibolity a rulami, na kontaktu nebyly zjištěny žádné reakční lemy. Zonálnost pegmatitové žíly byla detailně studována především STAŇKEM (1962, 1965) (obr. 5) a také ČERNÝM et al. (1995) a NOVÁKEM a ČERNÝM (1998b). Na základě studia vzorků ve sbírkách mineralogicko-petrografického oddělení MZM a nových dat o chemickém složení slíd, turmalínů a oxidů Nb a Ta předkládají autoři nově upřesněný idealizovaný řez pegmatitovou žilou (obr. 6).

Pegmatit je symetricky zonální, a v nejvíce diferencované části žíly v něm byly vyčleněny následující texturně-paragenetické jednotky a subjednotky.

Vnější část žíly skládají směrem od okraje ke středu: drobně až hrubě zrnitá (1) granitická jednotka (Pl + Qtz + Kfs + Bt > Ms  $\pm$  Srl), místy s partiemi jemnozrnné (1a) aplitické subjednotky (Pl + Qtz + Kfs + Bt > Ms  $\pm$  Srl). Následuje (2) písmenkový pegmatit (Kfs + Qtz + Bt > Ms). Pro všechny uvedené jednotky je typická výrazná převaha biotitu nad muskovitem, přičemž obsah slíd je v aplitické subjednotce a především v písmenkovém pegmatitu velmí nízký. Dále je vzácně přítomen skoryl, foitit I a apatit, v granitické jednotce navíc akcesorický andalusit, v aplitické subjednotce akcesorický dumortierit.

Směrem do středu následuje texturně i mineralogicky velmi mnohotvárná hrubozrnná (3) albitová jednotka, složená ze tří relativně samostatných subjednotek. Směrem od okraje nastupuje objemově dominantní hrubozrnná (3a) muskovit-albitová subjednotka, složená hlavně z albitu, křemene, skorylu, muskovitu a akcesorického apatitu. Monominerální agregáty slíd nebo turmalínu se zde nevyskytují. Poblíž styku s následující subjednotkou se objevuje tmavě modrý až zelený elbait (indigolit a verdelit I) a vzácný černý manganocolumbit I a amblygonit I. Muskovit-albitová subjednotka přechází postupně ve (3b) vnější lepidolit-albitovou subjednotku, která je jí texturně i mineralogicky velmi podobná. Muskovit je nahrazen hrubě lupenitým světle růžovofialovým lepidolitem, černý skoryl a tmavě modrý až zelený elbait růžovým elbaitem (rubelit). Typickými akcesorickými minerály jsou černý manganocolumbit I, kasiterit I, amblygonit II a místy i amblygonit III. Následující (3c) vnitřní lepidolit-albitová subjednotka se od vnější lepidolit-albitové subjednotky (3b) liší jak texturou, tak minerálním složením. Vedle drobně



Obr. 6. Řez lepidolitovým pegmatitem od Dobré Vody (NOVÁK a ČERNÝ 1998b), označení jednotek podle této práce. Křížky – granitická jednotka, vvv – písmenková jednotka, řídké tečky – muskovit-albitová subjednotka, husté tečky – vnější lepidolit-albitová subjednotka, černá vnější – vnitřní lepidolit-albitová subjednotka, černá vnitřní – lepidolitová jednotka, mřížkované partie – blokový K-živec.

Fig. 6. Cross section through lepidolite pegmatile from Dobrá Voda (NovAK and ČERNY 1998b), designation of pegmatite units according to this work. Crosses – granitic unit (1), checks – graphic unit (2), open stipple – muscovite-albite subunit (3a), dense stipple – outer lepidolite-albite subunit (3b), black outer – inner lepidolite-albite subunit (3c), black inner – lepidolite unit (4), cross-hatched – blocky K-feldspar. až hrubě zrnitého albitu a masivního křemene, je hojný středně zrnitý až celistvý fialový lepidolit, který tvoří až několik desítek cm<sup>3</sup> velké monominerální masy. Dále se zde vyskytují stébla a zrnité agregáty rubelitu, blokový amblygonit III, namodralý topaz, vzácně zrna zirkonu, kasiterit II a hnědý manganocolumbit II. V rubelit-albitových agregátech se místy vyskytuje stibiotantalit.

Pro albitovou jednotku je také typická přítomnost blokových krystalů K-živce (do velikosti až 20 cm), amblygonitu III a spodumen-křemenných agregátů po petalitu. K-živec je hojný především v muskovit-albitové subjednotce (3a). Amblygonit III a spodumen-křemenné agregáty vzniklé zatlačením petalitu se vyskytovaly výhradně v subjednotkách (3b) a (3c), přičemž amblygonit spíše ve svrchních partiích a spodumen-křemenné agregáty téměř výhradně ve spodních partiích žíly, v hloubce kolem 2 m. Blokový K-živec, amblygonit III a petalit (nyní spodumen-křemenný agregát) jsou pravděpodobně starší než okolní albitový pegmatit a jsou místy zatlačovány mladšími minerály – albitem, lepidolitem a rubelitem, petalit hlavně spodumenem a křemenem. Akcesoricky byly v spodumen-křemenných agregátech zjištěny manganocolumbit I a stibiotantalit.

Centrální část žíly je tvořena (4) lepidolitovou jednotkou. Výrazně převládajícím minerálem je jemnozrnný až masivní převážně bílý až světle šedý lepidolit, ve vnějších partiích se v něm objevují také zrnitý křemen a krystaly a stébla rubelitu výjimečně ukončené černofialovým foititem II. Jiné minerály nebyly v této jednotce zjištěny.

Typickým znakem dobrovodského pegmatitu je přítomnost dutin. Podle minerálních asociací, tvaru a pozice v pegmatitové žíle lze vyčlenit tři základní typy. (5) Dutiny s rubelitem jsou spíše izometrického tvaru a až 10 cm velké, vyskytují se ve vnější části lepidolitové jednotky (4), a jsou vyplněny krystaly rubelitu a křemene (záhněda s povlaky bílého křemene až 5 cm velká); místy jsou přítomny drobné krystaly bílého lepidolitu (obr. 7). (6) Dutiny s verdelitem jsou velmi podobné předešlému typu, místo rubelitu jsou pro ně typické zonální elbaity (rubelit  $\rightarrow$  verdelit II), dále krystaly záhnědy s povlaky bílého křemene, které dosahují velikosti až 10 cm, a chybí v nich lepidolit. Vzácně jsou zonální krystaly elbaitu ukončeny foititem II (obr. 8). (7) Dutiny s cookeitem jsou protáhlé, až 20 cm dlouhé a jen několik cm silné, a někdy mají spíše tvar puklin. Vyskytují se na styku vnější (3b) a vnitřní (3c) lepidolit-albitové subjednotky. Typickými minerály těchto dutin jsou drobné krystaly bílého křemene (do 1 cm dlouhé), cookeit, zonální krystaly turmalínu (elbait → foitit II), albit, apatit a kasiterit III. Na některých puklinách připomínajících alpské žíly převládá cookeit. Mouřenínské hlavičky (zonální krystaly elbaitu s ukončením foititu II) se vyskytují především v dutinách s cookeitem (7), vzácně i v dutinách s verdelitem (6).

## 6. Mineralogie pegmatitu

6.1. Hlavní minerály

Křemen SiO<sub>2</sub>

Křemen je přítomen jako podstatný minerál téměř ve všech texturně-paragenetických jednotkách, chybí pouze v centrální části lepidolitové jednotky (4). Je drobně až hrubě zrnitý, popř. kusový – drobně blokový, většinou má šedobílou barvu. V K-živci písmenkového pegmatitu (2) tvoří hieroglyfy rozměrů až několik mm velké, zatímco hieroglyfy v borských pegmatitech většinou nepřesahují 2 mm.

V aplitické subjednotce (1a) a v muskovit-albitová subjednotce (3a) se objevují drobně až hrubě zrnité srůsty křemene se skorylem, v poslední jednotce také typické muskovit-křemenné agregáty, někdy doprovázené verdelitem I. Křemen také tvoří velmi jemnozrnné agregáty spolu s fialovým lepidolitem ve vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3b).



Obr. 7. Rubelit v dutině s rubelitem (5), délka krystalu 3 cm. Foto D. Slivka. Obr. 7. Rubelite in the rubelite-bearing pocket (5), length of the crystal 3 cm. Photo D. Slivka.



- Obr. 8. Zonální elbait → Fe-elbait → foitit II na křemeni v dutině s verdelitem (6), délka krystalu 1,5 cm. Foto J. Staněk.
- Fig. 8. Zoned elbaite → Fe-elbaite → foitite II on quartz in the verdelite-bearing pocket (6), length of the crystal 1,5 cm. Photo J. Staněk.



Obr. 9. Krystal záhnědy z Dobré Vody, velikost 9×8 cm. Foto J. Staněk. Fig. 9. Crystal of smoky quartz from Dobrá Voda, size 9×8 cm. Photo J. Staněk.

V dutinách se objevovaly krystaly slabě nahnědlé (vzácně tmavě hnědé) záhnědy (obr. 9), jako hypoparalelní srůsty a sloupcovité krystaly až 20 cm velké, téměř vždy potažené tenkou vrstvičkou bílého křemene. Dále se v dutinách objevoval bezbarvý křišťál až křídově bílý křemen v krystalech až 1 cm velkých. Křemen je v rubelitových (5) a verdelitových dutinách (6) doprovázen především elbaity a někdy také lepidolitem. V protáhlých dutinách s cookeitem (7) narůstají na bílý křemen elbait, foitit II, cookeit a apatit.

## Skupina živců

K-živec (ortoklas, mikroklin) KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

K-živce jsou podstatnou součástí granitické jednotky (1), aplitické subjednotky (1a), písmenkového pegmatitu (2), v drobných blocích se vyskytují také v muskovit-albitové subjednotce (3a) a vzácně i ve vnější a vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3b, 3c). Ve vnějších jednotkách tvoří jednotlivá zrna do velikosti 1 cm, většinou jen několik mm, v albitové jednotce až 1 dm<sup>3</sup> velké bloky často zatlačované albitem nebo lepidolitem.

Strukturní výzkum (STANĚK 1965) prokázal, jak přítomnost ortoklasu ( $\Delta = 0,00-0,15$ ), tak poněkud méně rozšířeného mikroklinu ( $\Delta = 0,80-0,94$ ). Ortoklas má v menších zrnech žlutobílou, ve větších šedohnědou barvu, mikroklin je žlutooranžový až výrazně oranžový. Mikroklin vznikl mikroklinizací staršího ortoklasu, jímž proniká v nepravidelných partiích a objevuje se téměř výhradně v blízkosti lepidolitu a dalších Li-minerálů ve vnější i vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3b, 3c).

K-živce běžně obsahují perthitický albit, většinou jsou jemně "šňůrkovité", v blokových živcích "vřetenité" s jemným polysyntetickým lamelováním. První typ vznikl pravděpodobně odmíšením v subsolidu, druhý je metasomatický. Albitizace blokového K-živce albitem ve formě žilek složených z drobných lištovitých krystalů je zachycen na obr. 10, K-živec je někdy téměř zcela zatlačený a zůstává jen v malých reliktech.

Chemismus K-živců byl orientačně studován STAŇKEM (1965). Poměr K/Rb = 33–34 odpovídá K-živcům ze silně frakcionovaných komplexních (Li) pegmatitů (ČERNÝ et al. 1985).

## Albit NaAlSi<sub>2</sub>O<sub>o</sub>

Je přítomen v téměř všech texturně-paragentických jednotkách, vzácný je v písmenkovém pegmatitu (2) a chybí v lepidolitové jednotce (4). Albit má velmi rozmanitý vyvin, je drobně až středně zrnitý, drobně až hrubě lištovitý a lupenitý a největší lišty mohou dosahovat velikosti až 3 cm. Barva albitu je nejčastěji bílá, někdy šedobílá, modrobílá, vzácný je téměř bezbarvý lupenitý cleavelandit. STANĚK (1965) opticky zjistil, že většina albitu odpovídá složení Ab<sub>94-98</sub> An<sub>06-02</sub>.

Oligoklas (Na<sub>0,9-0,7</sub>,Ca<sub>0,1-0,3</sub>) Al (Si<sub>2,9-2,7</sub>,Al<sub>0,1-0,3</sub>)O<sub>8</sub> Kyselý oligoklas Ab<sub>85</sub>An<sub>15</sub> byl spolu s biotitem, muskovitem a skorylem zjištěn v aplitické subjednotce (1a). Bývá slabě seritizovaný, zatímco albit z více frakcionovaných jednotek je většinou čerstvý.

## Skupina slíd

Slídy jsou zastoupené biotitem objevujícím se pouze v okrajových jednotkách pegmatitu, muskovitem, a především lepidolitem v několika generacích. Na rozdíl od živců byla studiu slíd věnována značná pozornost (STANĚK 1962, 1965, ČERNÝ et al. 1995, Novák a Černý 1998a).

## Biotit K(Fe, Mg)<sub>3</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(OH,F)<sub>2</sub>

Biotit (A1) je poměrně vzácnou slídou a vystupuje společně s perthitickým draselným živcem, křemenem, albit-oligoklasem a místy i se skorylem-foititem a muskovitem



Obr. 10. Albitizace blokového K-živce, výbrus, x nikoly, velikost záběru 9×6 mm. Foto J. Staněk. Fig. 10. Albite replaces blocky K-feldspar, thin section, x nicols, size 9×6 mm. Photo J. Staněk.

pouze v okrajových jednotkách pegmatitu, v granitické jednotce (1) a v aplitické subjednotce (1a). Černohnědé lupeny jsou až 1,5 cm dlouhé, většinou ale dosahují jen několika mm a bývají obrůstány muskovitem. Místy jsou zvětralé a zatlačované chloritem.

#### Muskovit KAl<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>A<sub>2</sub>O<sub>10</sub> (OH,F)<sub>2</sub>

Muskovit je poměrně častý a vyskytuje se ve dvou odlišných typech. Stříbřitě bílé lupeny (D1), většinou jen několik mm velké, doprovázejí biotit, skoryl a foitit I v okrajových jednotkách pegmatitu. Hrubě lupenité agregáty a izolované lupeny muskovitu (D12) světle žlutozelené barvy, až 2 cm velké, se velmi často vyskytují spolu s černým skorylem nebo černozeleným až zeleným elbaitem (verdelit I), kasiteritem I a manganocolumbitem I v muskovit-albitové subjednotce (3a). Hrubě lupenitý muskovit (D12) obsahuje místy mikroskopické inkluze lepidolitu.

## "Lepidolit"

Jedním z nejznámnějších a nejzajímavějších minerálů v Dobré Vodě je lepidolit. Nejnovější klasifikace slíd (RIEDER et al. 1998) vyčleňuje v rámci lepidolitu dva zcela samostatné minerály, trilithionit a polylithionit. Oba byly v Dobré Vodě nalezeny a jsou popisovány samostatně.

Trilithionit K(Li, Al)<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>(F,OH)<sub>2</sub>

Je v Dobré Vodě poněkud hojnější než polylithionit a objevuje se zde v několika paragenetických a barevných typech (STANĚK 1965, ČERNÝ et al. 1995). Ve vnější lepidolit-albitové subjednotce (3b) tvoří trilithionit (E2) izolované, zprohýbané růžově fialové lupeny až 3 cm velké (obr. 11). Je doprovázen albitem, stébelnatými agregáty rubelitu



Obr. 11. Lupen trilithionitu (E2) v křemeni, velikost 2 cm. V pravé části obrázku jsou přítomna drobná bílá zrna amblygonitu II. Foto D. Slivka.

Fig. 11. Flake of trilithionite (E2) in quartz, size 2 cm. In the right side of figure are present white grains of amblygonite II. Photo D. Slivka.

a zrny amblygonitu II. Ve vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c) lze zde vyčlenit dva poněkud odlišné typy trilithionitu. Lupenité agregáty světle modravě fialového trilithionitu (G3) jsou často doprovázeny topazem, rubelitem, hrubě lupenitým albitem a někdy i zirkonem. Lupeny dosahují velikosti až 0,5 cm a někdy zatlačují topaz. Masivní, jemnozrnný až celistvý trilithionit (G5) má světle fialovou až šedou barvu a někdy se zdá, že postupně přechází do trilithionitu (G3).

## Polylithionit KLi<sub>2</sub>AlSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(F,OH)<sub>2</sub>

Lepidolit s převahou polylithionitové složky je typický pro lepidolitovou jednotku (4). Podle barvy, minerálních asociací, zrnitosti a jejich pozice v této jednotce lze vyčlenit tři poněkud odlišné typy: světle šedý, bílý až slabě nazelenalý polylithionit (H1) je přítomen ve vnějších partiích lepidolitové jednotky (4) a je často doprovázen sloupcovitými krystaly a stébly rubelitu. Polylithionit (H10) se vyskytuje ve vnitřní části lepidolitové jednotky (4), kde tvoří téměř monominerální agregáty o objemu až 2 dm<sup>3</sup> velké, jejichž zbarvení kolísá od světle nazelenalé (H10g) po světle nafialovělé (H10p). Polylithionit je vždy jemnozrnný a velikost jednotlivých lupenů nepřesahuje 2 mm ve vnějších a 0,5 mm v centrálních partiích lepidolitové jednotky (4).

Slídy z Dobré Vody byly podrobeny detailnímu strukturnímu a chemickému studiu (ČERNÝ et al. 1995). Muskovit byl určen jako v přírodě běžný polytyp  $2M_1$ , všechny typy lepidolitu odpovídají polytypu 1M (ČERNÝ et al. 1995). Je zajímavé, že na lokalitě nebyly, podobně jako v Rožné, zjištěny směsi polytypů (tab. 1), které jsou jinak v komplexních pegmatitech běžné (ČERNÝ a BURT 1984).

Tab. 1. Mřížkové parametry a polytypy slíd z Dobré Vody (ČERNÝ et al. 1995).

Tab. 1. Unit-cell dimensions and polytypes of micas from Dobrá Voda (ČERNÝ et al. 1995).

	a(Å)	b(Å)	c(Å)	β	V(Å)	polytyp
muskovit D12	5,183(4)	8,977(5)	20,06(2)	95,4(1)	929,0(1)	2M,
trilithionit E2	5,203(1)	8,993(2)	10,151(4)	100,75(3)	466,7(2)	1M
trilithionit G3	5,206(1)	9,005(2)	10,154(3)	100,78(2)	466,0(2)	1M
trilithionit G5	5,204(1)	8,987(1)	10,148(2)	100,91(2)	466,0(1)	1M
polylithionit H1	5,205(1)	8,995(2)	10,123(4)	100,57(3)	465,9(2)	1M
polylithionit H10g	5,208(1)	8,997(2)	10,126(4)	100,61(3)	466,4(3)	1M
polylithionit H10p	5,207(1)	8,995(1)	10,133(2)	100,66(1)	466,5(1)	1M

Chemické složení slíd bylo studováno na elektronové mikrosondě a na iontové mikrosondě (Li, B, Be) (ČERNÝ et al. 1995) a reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tab. 3.

Vývoj chemického složení slíd od biotitu přes muskovit, Li-muskovit, trilithionit až po polylithionit byl popsán i z dalších lepidolitových pegmatitů (např. Rožná-Hradisko – ČERNÝ et al. 1995), i když objemové množství polylithionitu je ve srovnání s trilithionitem na této lokalitě relativně velké. Biotit odpovídá annitu s malým podílem flogopitové a siderofylitové složky. Muskovit obsahuje jen malé množství fengitové složky a v muskovit-albitové subjednotce (3a) odpovídá Li-muskovitu (tab. 3). Lepidolit je zastoupen objemově poněkud převládajícím trilithionitem (E12, G3 a G5) většinou s výrazným podílem muskovitové složky ve vnější (3b) a vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c). Oba typy fialového trilithionitu G3 a G5 se od sebe chemicky téměř neliší. V nejvíce frakcionovaných partiích pegmatitu, v lepidolitové jednotce (4), obsahuje lepidolit podstatné množství polylithionitové složky. Vyčleněné typy H1, H10g a H10p se od sebe liší ale jen minimálně poněkud vyšším množstvím Fe v nazelenalé varietě H10g.

Chování vybraných prvků v jednotlivých slídách (kromě biotitu) je zobrazeno na obr. 12. Typický je nárůst Li, F, Cs, Si a pokles Fe, Mg a Al od muskovitu po polylithionit během primární krystalizace. Zajímavé je chování Rb, které roste až po trilithionit ve vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c), pak mírně klesá. Obsah Cs je zpočátku velmi nízký a vzrůstá v polylithionitu z lepidolitové jednotky (4). Obsah Fe je nízký s výjimkou muskovitu, obsah Mn je nejvyšší v lepidolitu z lepidolitové jednotky (4). Velmi nízké obsahy Be ve slídách (ČERNÝ et al. 1995) nasvědčují nepřítomnosti Be minerálů v tomto pegmatitu.



- Obr. 12. Variace vybraných hlavních a vedleších oxidů ve slídách z Dobré Vody (ČERNÝ et al. 1995). D12 – muskovit z muskovit-albitové subjednotky, E2 – trilithionit z vnější lepidolit-albitové subjednotky, G5 – celistvý trilithionit z vnitřní lepidolit-albitové subjednotky, G3 – středně zrnitý trilithionit z vnitřní lepidolit-albitové subjednotky, H1 – světle šedý polylithionit z vnější části lepidolitové jednotky, H10p – narůžově-lý celistvý polylithionit z vnitřní části lepidolitové jednotky, H10p – narůžově-lý celistvý polylithionit z vnitřní části lepidolitové jednotky.
- Fig. 12. Variation of the selected major and minor oxides in micas from Dobrá Voda (ČERNÝ et al. 1995). D12 – muscovite from muscovite-albite subunit, E2 – trilithionite from outer lepidolite-albite subunit, G5 – compact trilithionite from inner lepidolite-albite subunit, G3 – medium-flaked trilithionite from inner lepidolite-albite subunit, H1 – pale grey polylithionite from outer part of lepidolite unit, H10g – greenish compact polylithionite from inner part of lepidolite unit, H10g – pinkish compact polylithionite from inner part of lepidolite unit.

Chemické složení slíd a jejich geochemický trend se liší od podobných pegmatitů na Hradisku a Borovině v Rožné jen poněkud nižšími obsahy Fe, Mn a Al; chování a koncentrace F, Rb a Cs jsou ale velmi podobné. Zajímavá je téměř úplná nepřítomnost inkluzí muskovitu v lepidolitu, běžných v lepidolitech z Hradiska (ČERNÝ et al. 1995).

ČERNÝ et al. (1995) uvádějí také izotopické složení Rb-Sr lepidolitu z Dobré Vody a radiometrické stáří 306±9 Ma Rb/Sr metodou. Tato hodnota je ale pravděpodobně ovlivněna ztrátou <sup>87</sup>Sr v otevřeném systému (KUSTER 1995) při mladších pochodech a je podstatně nižší než U-Pb stáří monazitu 336 Ma z blízkých a velmi pravděpodobně geneticky příbuzných pegmatitů v Dolních Borech (Novák et al. 1998b).

#### Skupina turmalínu

Turmalín se podobně jako slídy vyskytuje ve všech texturně-paragenetických jednotkách. V Dobré Vodě byly zjištěny následující minerály ze skupiny turmalínu: skoryl, foitit, elbait, a nový minerál ze skupiny turmalínů – rossmanit (SELWAY et al. 1998). Turmalíny z této lokality studovali např. SEKANINA (1946), NĚMEC (1951, 1953, 1954, 1955a, b), STANĚK (1963b, 1965), POVONDRA 1981, POVONDRA et al (1985), NOVÁK a TAYLOR (1996) a SELWAY et al. (1999).

Skoryl NaFe<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH,F)<sub>4</sub>

Nejhojnějším turmalínem je černý skoryl. Jen vzácně se objevuje v granitické jednotce (1) a aplitické subjednotce (1a), jako drobná izolovaná zrna nebo oválné agregáty, složené z turmalínu a křemene, velmi vzácný je v písmenkovém pegmatitu (2). Skoryl je hojný předeším v muskovit-albitové subjednotce (3a), kde tvoří stébelnaté agregáty a sloupcovité krystaly až 10 cm dlouhé. Typické jsou také pseudografické srůsty s kře-



Obr. 13. Zonální krystal: elbait → Fe-elbait → foitit II z verdelitové dutiny (6). BSE, foto M. Novák. Fig. 13. Zoned crystal: elbaite → Fe-elbaite → foitite II from the verdelite-bearing pocket (6). BSE, photo M. Novák.

menem. Někdy je lemován tmavě modrým indigolitem a poněkud hojnějším tmavě zeleným verdelitem I.

Foitit DFe2AlAl6Si6O18(BO3)3 (OH)4

Byl zjištěn ve dvou parageneticky odlišných typech. Černý foitit I z granitické jednotky (1) se makroskopicky neliší od skorylu. Ve většině případů tvoří jen malé partie v krystalech skorylu a bez detailního studia na mikrosondě je od sebe nelze rozeznat (SELWAY et al. 1999). Foitit II byl v Dobré Vodě zjištěn jako druhý výskyt na světě (No-VÁK a TAYLOR 1996). Objevuje se hlavně v dutinách s cookeitem (7), vzácně i v dutinách s verdelitem (6), jako černofialová ukončení krystalů elbaitu (obr. 8), tzv. mouřenínských hlaviček, s vývojem rubelit  $\rightarrow$  foitit a rubelit  $\rightarrow$  verdelit  $\rightarrow$  foitit (obr. 13). Foitit II byl výjimečně zjištěn jako ukončení krystalů rubelitu také v bílém polylithionitu (H1), ve vnějších partiích lepidolitové jednotky (4).

Elbait Na(Li,Al)<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH,F)<sub>4</sub>

Vedle skorylu jde o nejhojnější turmalín, který se vyskytuje v několika barevných a paragenetických typech.

Ve vnitřní části muskovit-albitové subjednotky (3a) převládá verdelit I v lemech skorylových krystalů a ve stébelnatých agregátech spolu s muskovitem. Zde je někdy doprovázen také starším indigolitem. Ten také tvoří lemy kolem pseudomorfóz po kostrovitých krystalech amblygonitu I a drobné, většinou jehlicovité krystaly v jejich blízkosti. Tmavě zelený verdelit II se vyskytuje ve verdelitových dutinách (6), kde tvoří ukončení zonálních krystalů, rubelit → verdelit.

Ve vnější a vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3b, 3c) je zastoupen pouze rubelit v několika morfologických a paragenetických typech: (i) krátce sloupcovité krystaly v hrubě lupenitém lepidolitu, (ii) radiálně paprsčité, jehlicovité agregáty s hedvábným leskem, (iii) dlouze sloupcovité krystaly a (iv) zrnité agregáty. Rubelit místy také zatlačuje amblygonit III a původní petalit. V lepidolitové jednotce (4) se objevuje téměř výhradně rubelit v dlouze sloupcovitých krystalech až 8 cm dlouhých, které jsou někdy uspořádány do radiálně paprsčitých agregátů. Sloupcovité krystaly rubelitu, až 5 cm dlouhé (obr. 7), pocházejí také z dutin s rubelitem (5). Rubelit je přítomen i v dutinách s verdelitem (6) a s cookeitem (7). Vztah jednotlivých morfologických a paragenetických typů rubelitu je značně komplikovaný, a proto nebylo možné vyčlenit jednotlivé typy jako u verdelitu nebo foititu.

Rossmanit  $\Box$ LiAl<sub>2</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH)<sub>4</sub>

Tento turmalín je velmi vzácný a byl dosud zjištěn jen v jediném vzorku ve vnější lepidolit-albitové subjednotce (3b) jako růžová stébla spolu s růžovým elbaitem. Bez detailního studia na mikrosondě je od elbaitu makroskopicky neodlišitelný.

Morfologií krystalů turmalínu v Dobré Vodě se detailně zabýval STANĚK (1963b). Skoryl nikdy nevytváří dokonalé krystaly, pouze neukončené sloupce, naopak dobře vykrystalované jsou elbaity z dutin. Nejbohatší plochami je rubelit, jehož krystaly jsou zakončeny, jak zcela převažujícím antilogním, tak analogním pólem. Ve vertikálním pásmu byly zjištěny tyto tvary: (1120), (1010), (1010), (13.1.14.0), (13.1.14.0), (10.1.11.0), (7180), (4150), (4150), (5270), (2130), (3250), (5490) přítomné jen ve formě úzkých plošek; antilogní pól ukončují tvary (1011), (2132), (0221), (2131), analogní pak (0001), (1011) a (1012). Idealizovaný svršný nákres antilogního a analogního pólu rubelitu je na obr. 14–1, 2.

Krystalované jsou též výrazně zonálně zbarvené tzv. mouřenínské hlavičky, tvořené elbait-foititem, zakončené zpravidla jen na jednom konci analogním pólem černofialového foititu. Jen u dvou krystalů sytě zeleného verdelitu II bylo zjištěno i ukončení antilogním pólem. Černofialový foitit může být zakončen jen trigonální pyramidou (1010), ne-



Obr. 14. Krystaly turmalínů z Dobré Vody (STANĚK 1963b). 1, 2 – rubelit, 3, 4 – elbait-foitit II, 5, 6 – verdelit II. Fig. 14. Crystals of tourmaline from Dobrá Voda (STANĚK 1963b). 1, 2 – rubelite, 3, 4 – elbaite-foitite II, 5, 6 – verdelite II.



Obr. 15. Vývoj chemického složení turmalínů z masivních jednotek pegmatitu od Dobré Vody – číslené hodnoty jsou uvedeny v atomech v krystalochemickém vzorci.
 Fig. 15. Compositonal evolution of tourmaline from massive units in pegmatite from Dobrá Voda – values in

atoms per formula unit.

bo častěji pyramidou ( $10\overline{1}0$ ) a bází ( $000\overline{1}$ ) (obr. 14–3, 4). Ve vertikálním pásmu byly zjištěny tytéž tvary jako u rubelitu, nebyl nalezen tvar ( $\overline{5490}$ ).

Konečně dokonale ukončen bývá jednobarevný zelený verdelit II, a to antilogním pólem. Na něm byly zjištěny tři tvary ( $10\overline{11}$ ), ( $13\overline{43}$ ) a ( $02\overline{21}$ ). Ukončení krystalů je dvojí, buď je přítomna jen pyramida ( $10\overline{11}$ ), nebo k ní ještě přistupují dva výše uvedené tvary ( $13\overline{43}$ ) a ( $02\overline{21}$ ) (obr. 14–5, 6). V prizmatickém pásmu byly zjištěny tytéž tvary jako u mouřenínských hlaviček (STANĚK 1963b).

Krystaly elbaitu v agregátech jsou podle NĚMCE (1954) orientovány tak, že antilogní pól směřuje do společného centra a analogní od středu ven. Výjimkou jsou dva agregáty zonálního verdelitu II, v nichž jsou krystaly orientovány opačně. Verdelit I, zarostlý v hrubě lupenitém muskovitu, ale také rostl směrem analogního pólu.

Chemické složení turmalínu detailně studovali především SELWAY et al. (1999) a NOVÁK a TAYLOR (1996), reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tab. 4 a 5. Vývoj chemického složení od okrajových jednotek do středu žil, je zobrazen na obr. 15, turmalíny z dutin v něm nejsou zahrnuty. V okrajových zónách pegmatitu se vyskytuje skoryl a foitit, s poněkud zvýšeným obsahem Mg. V muskovit-albitové subjednotce (3a) jsou nahrazeny skorylem až Fe-elbaitem. Ve vnější lepidolit-albitové subjednotce (3b), vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c) a v lepidolitové jednotce (4) je zastoupen pouze elbait (rubelit) vedle velmi vzácného rossmanitu a foititu II.

Chemické složení turmalínu v dutinách kolísá. Pro dutiny s rubelitem (5) je typický homogenní elbait svým složením srovnatelný s elbaitem v okolním masivním pegmatitu. Nejvíce kolísá složení turmalínu ve verdelitových dutinách (6) a především v dutinách s cookeitem (7). Zonální krystaly se skládají z elbaitu (rubelit) přecházejícího do Fe-elbaitu (verdelit II), a někdy jsou ukončené foititem II. Přechod od elbaitu k foititu II, po-kud je přítomen, je většinou ostrý a typický vývoj složení v dutině s verdelitem (6) je zobrazen na obr. 16.



Obr. 16. Vývoj chemického složení turmalínů z dutin s verdelitem (6) z pegmatitu od Dobré Vody – číslené hodnoty jsou uvedeny v atomech v krystalochemickém vzorci. Plné kroužky – Dobrá Voda, prázdné kroužky – White Queen, Pala, Kalifornie.

Fig. 16. Compositonal evolution of tourmaline from the verdelite-bearing pockets (6) in pegmatite from Dobrá Voda – values in atoms per formula unit. Full circles – Dobrá Voda, open circles – White Queen, Pala, California. Celkově odpovídá vývoj chemického složení turmalínu z Dobré Vody typickým lepidolitovým pegmatitům (SELWAY et al. 1999, NOVÁK a POVONDRA 1995); typické jsou výrazné vakance v pozici X (přítomnost foititu a rossmanitu, hojné rozšíření skorylu a elbaitu s výraznými vakancemi v pozici X), nízký obsah Mn. Podobné trendy byly zjištěny např. v Laštovičkách, Rožné-Hradisku a v Nové Vsi u Č. Krumlova (SELWAY et al. 1999).

## 6.2. Vedlejší minerály

Amblygonit-montebrasit LiAlPO<sub>4</sub> (F,OH)

Je po lepidolitu a elbaitu nejrozšířenějším Li-minerálem a uvádí jej SEKANINA (1946, 1950a, b), detailněji byl studován STAŇKEM (1962, 1965). Vyskytuje se v několika paragenetických a morfologických typech a je přítomen v několika texturně-paragenetických jednotkách.

Nejstarší amblygonit I, vlastně jen jeho relikty, se vyskytují ve vnitřních partiích muskovit-albitové subjednotky (3a) v podobě protáhlých zrn, až 2 cm velkých, většinou lemovaných tmavě modrým indigolitem. Je téměř zcela přeměněný ve směs jílových minerálů, které bývají zcela vyloužené a zrna amblygonitu I vykazují zřetelný kostrovitý vývoj. Podobný typ amblygonitu byl zjištěn např. v pegmatitu od Nové Vsi u Č. Krumlova.

Amblygonit-montebrasit II tvoří poměrně čerstvé kostrovité útvary, až 1 cm velké, většinou uzavřené v lupenech trilithionitu (E2) ve vnější lepidolit-albitové subjednotce (3b) (obr. 11).

Blokový amblygonit-montebrasit III je vázán především na vnější a vnitřní lepidolit-albitovou subjednotku (3b, 3c), kde se někdy objevuje v blízkosti blokového K-živce.



Obr. 17. Nedokonale vyvinuté krystaly amblygonitu III, velikost 10×4 cm. Foto D. Slivka. Fig. 17. Unperfectly developed crystals of amblygonite III, size 10×4 cm. Photo D. Slivka.

Tvoří nedokonale vyvinuté krystaly a jejich srůsty až 10 cm velké (obr. 17). Povrch krystalů je silně korodovaný a pokrytý produkty přeměny, hlavně halloysitem a montmorillonitem. Ve výbrusech tvoří dvojčatné srůsty, tvar a tloušťka lamel kolísá a někdy se kříží pod úhlem blízkým 120°.

Na styku dvou jedinců amblygonit-montebrasitu III byly zjištěny opticky jinak orientované laločnaté útvary (STANĚK 1965), které patří pravděpodobně mladšímu amblygonit-montebrasitu IV, který amblygonit-montebrasit III zatlačuje. Jeho vznik je zřejmě spojen s albitizací.

Od živců se amblygonit-montebrasit makroskopicky odlišuje žlutobílou až modrošedou barvou, mléčným zakalením a většinou výraznou hydrotermální alterací, která se projevuje přítomností křídově bílých lemů a slabším leskem. Jednotlivé typy bývají zatlačovány albitem, lepidolitem, indigolitem a rubelitem.

Protože chemismus amblygonit-montebrasitu nebyl dosud detailněji studován, je vyčlenění čtyř samostatných typů založeno především na minerálních asociacích a vzhledu tohoto minerálu. Proto nelze vyloučit, že by chemické studium prokázalo další samostatné typy.

Detailní RTG studium neprokázalo v amblygonitu-montebrasitu přítomnost produktů hydrotermálního zatlačování (lacroixit, brazilianit, gorceixit a goyazit) známých např. z Rožné (NOVÁK et al. 1998a) a z lepidolitového pegmatitu v Dolních Borech (NÉMEC 1981, Staněk 1981). Podle optických a RTG dat se obsahy F pohybují od 5,3 do 6,8 váh. %, což zhruba odpovídá 45 až 70 % montebrasitové složky (STANĚK 1962, 1965, nepubl. data MN).



Obr. 18. Prizmatický a jemně jehlicovitý typ spodumenu ze spodumen-křemenných agregátů po petalitu, výbrus, II nikoly, velikost záběru 8×6 mm. Foto M. Novák.

Fig. 18. Prismatic and fine fibrous type of spodumene from spodumene-quartz aggregates after petalite, thin section, II nicols, size 8×6 mm. Photo M. Novák.

Spodumen LiAlSi2O6

Spodumen uvádí poprvé STANĚK (1962, 1965). Je dalším minerálem Li, který se vyskytoval poměrně hojně ve spodních partiích vnější (3b) a vnitřní lepidolit-albitové subjednotky (3c) v hloubce asi 2 m. Vznikl zatlačením primárního petalitu pravděpodobně v subsolidu podle reakce: LiAlSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub> = LiAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub> + 2 SiO<sub>2</sub>. Spodumen-křemenný agregát, označovaný v odborné literatuře jako SQI (např. ČERNÝ 1991), je složen z celistvých až středně zrnitých symplektitových srůstů křemene a spodumenu. Spodumen byl zjištěn ve dvou morfologických typech, spodumen I jako sloupcovitá a stejně orientovaná zrna až několik mm velká v křemeni, a spodumen II jako vláknité agregáty složené z tenkých jehliček až 3 mm dlouhých, místy tvořící téměř kompaktní shluky (obr. 18).

Relikty primárního petalitu dosud nebyly zjištěny, i když je podle stavby spodumen-křemenných agregátů nepochybné, že původním minerálem byl petalit. Krystaly petalitu dosahovaly velikosti až kolem 10 cm a jsou místy doprovázeny blokovým amblygonit-montebrasitem III. Petalit byl ještě před jeho zatlačením spodumen-křemenným agregátem zatlačován albitem, lepidolitem a rubelitem. Výjimečně byl ve spodumenu zjištěn stibiotantalit.

## 6.3. Akcesorické minerály

Kasiterit SnO2

Kasiterit je v Dobré Vodě zastoupen třemi odlišnými paragenetickými a morfologickými typy (STANĚK 1962, 1965).

Kasiterit I je nejrozšířenější a vyskytuje se téměř výhradně ve vnější lepidolit-albitové subjednotce (3b) a případně i v přilehlé části muskovit-albitové subjednotky (3a). Většinou je zarostlý v albitu poblíž muskovitu nebo hrubě lupenitého lepidolitu a bývá doprovázen manganocolumbitem I a amblygonitem I. Kasiterit I vytváří nedokonale vyvinuté krystaly a nepravidelně omezená černohnědá zrna až 2 cm velká.

Kasiterit II se vyskytuje výhradně ve vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c), kde je zarostlý v jemně šupinkatém až celistvém fialovém trilithionitu (G5). Tvoří v něm kolem 2 mm velké shluky, složené z drobných, špinavě šedozelených krystalů.

Kasiterit III je velmi vzácný a byl nalezen jako 0,5 mm velké nedokonale vyvinuté světle hnědé až bezbarvé krystaly zarostlé v pupencovitých agregátech

cookeitu z dutin (7). Chemické složení jednotlivých typů kasiteritu nebylo detailně studováno.

#### Minerály niobu a tantalu

Typickým znakem lepidolitového pegmatitu v Dobré Vodě je přítomnost minerálů Nb a Ta v několika texturně-paragenetických jednotkách. Některé minerály byly detailně studovány (STANĚK 1963a, Novák a ŠREIN 1998, Novák a ČERNÝ 1998b), celkové zhodnocení této skupiny minerálů ale dosud publikováno nebylo. Všechny minerály Nb a Ta jsou popisovány společně, i když některé z nich jsou primární a jiné vznikly při hydrotermálních alteracích a měly by být zařazeny mezi hydrotermální minerály. Vztahy mezi primárními a sekundárními minerály jsou ale velmi úzké, oddělený popis by vedl k určité nepřehlednosti. Pouze minerál ze skupiny ferrotapiolitu byl zařazen mezi problematické.



Obr. 19. Krystal manganocolumbitu I. (STANĚK 1963a). Fig. 19. Crystal of manganocolumbite I. (STANĚK 1963a).

# Manganocolumbit MnNb2O6

Tento minerál se vyskytuje ve dvou odlišných paragenetických typech. Manganocolumbit I je jako černé, tence tabulkovité až jehlicovité krystaly o maximální velikosti 8×2 mm přítomen především ve vnější lepidolit-albitové subjednotce (3b). Vzácně byl také zjištěn v muskovit-albitové subjednotce (3a), těsně přiléhající k vnějším partiím lepidolit-albitové subjednotky (3b), a také ve spodumen-křemených agregátech po petalitu. Idealizovaný krystal manganocolumbitu I je znázorněn na obr. 19.



- Obr. 20. Chemické složení columbit-tantalitu z Dobré Vody. Plné kroužky manganocolumbit I, muskovit-albitová subjednotka (3a), + manganocolumbit I, vnější lepidolit-albitová subjednotka (3b), prázdné kroužky manganocolumbit II, vnitřní lepidolit-albitová subjednotka (3c), x sekundární manganotantalit, + stibiotantalit, + sekundární mikrolit a stibiomikrolit.
  Fig. 20. Chemical composition of columbite-tantalite from Dobrá Voda. Full circles manganocolumbite I,
- Fig. 20. Chemical composition of columbite-tantalite from Dobrá Voda. Full circles manganocolumbite I, muscovite-albite subunit (3a), + – manganocolumbite I, outer lepidolite-albite subunit (3b), open circles – manganocolumbit II, inner lepidolite-albite subunit (3c), x – secondary manganotantalite, + – stibiotantalite, + – secondary microlite and stibiomicrolite.

Světle hnědý manganocolumbit II byl dříve označován jako tantalit (STANĚK 1963a). Tvořil ojedinělé, světle hnědé zrno, 3 mm velké, zarostlé v albitu z vnitřní lepidolit-albitové subjednotky (3c).

Chemické složení obou typů manganocolumbitu bylo studováno na elektronové mikrosondě. Je zobrazeno na columbitovém diagramu (obr. 20) a reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tab. 6. Manganocolumbit I je heterogenní a jeho složení kolísá v poměrně širokém rozpětí, Mn/(Mn+Fe) = 0,61-0,95, Ta/(Ta+Nb) = 0,09-0,41. Krystaly jsou jednoduše zonální, jádra mají vyšší obsah Nb a Fe, okraje jsou obohacené Mn a Ta. Obsah minoritních prvků v manganocolumbitu I je celkově nízký, Ti  $\leq 0.07$  apfu, W  $\leq 0.10$ apfu, a především Sn  $\leq 0,006$  apfu. Manganocolumbit I z muskovit-albitové subjednotky (3a) má poněkud nižší obsahy Mn a Ta než manganocolumbit z vnější lepidolit-albitové subjednotky (3b), trend vývoje chemického složení v obou subjednotkách je ale velmi podobný (obr. 20). Manganocolumbit II je relativně homogenní, Mn/(Mn+Fe) = 1, Ta/(Ta+Nb) = 0.34–0.42, obsah minoritních prvků je velmi nízký. Ti  $\leq 0.01$  apfu, W  $\leq$ 0,01 apfu kromě Sn  $\leq$  0,06 apfu. Vyšší poměry Mn/(Mn+Fe) a Ta/(Ta+Nb) ve srovnání s manganocolumbitem I potvrzují jeho pozici ve více frakcionované vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c). Chemické složení manganocolumbitu I a II a jeho vývoj v průběhu krystalizace jsou velmi podobné jiným lepidolitovým pegmatitům v moldanubiku (ČERNÝ a NĚMEC 1995, NOVÁK a DIVIŠ 1996, NOVÁK a ČERNÝ 1998b, c) a jinde ve světě (např. ČERNÝ a ERCIT 1985).

#### Stibiotantalit SbTaO<sub>4</sub>

Stibiotantalit je typický akcesorický minerál pegmatitu v Dobré Vodě (STANĚK 1962, 1963a) a vedle pegmatitu ve Varuträsku, Švédsko jde pravděpodobně o jeho nejbo-



Obr. 21. Stibiotantalit pronikaný žilkami mikrolitu a manganotantalitu (centrální část žilek). BSE, foto M. Novák.

Fig. 21. Stibiotantalite penetrated by veinlets of microlite and manganotantalite (central part of the veinlets). BSE, photo M. Novák.

hatší lokalitu v Evropě. Byly zjištěny dva poněkud odlišné typy. Stibiotantalit I je mnohem hojnější a vyskytuje se výhradně ve vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c), zarostlý v hrubě zrnitém rubelit-albitovém agregátu, na vzorcích ale není většinou přítomen lepidolit. Jen výjimečně byl stibiotantalit II nalezen ve spodumen-křemenném agregátu po petalitu.

Stibiotantalit I tvoří izometrická zrna a nedokonale vyvinuté dipyramidální krystaly, až 3 cm velké. Byl při hydrotermálních pochodech zatlačen jemnozrnným agregátem složeným převážně ze šedého, štěpného mikrolitu a rezavě hnědého, porézního manganotantalitu. Mikrolit je vázán především na centrální partie, zatímco manganotantalit se objevuje hlavně na okraji zrn. Mikrolit často stibiotantalitem I proniká v drobných žilkách a bývá zatlačován mladším manganotantalitem. Vedle toho byly v pseudomorfózách po stibiotantalitu I zjištěny jen v mikroskopické velikosti také stibiomikrolit, cesstibtantit a minerál ze skupiny tapiolitu. Čerstvý stibiotantalit I má sírově žlutou až žlutohnědou barvu a silný diamantový lesk. Většinou je přítomen pouze ve středu krystalů, kde jeho největší nalezené relikty dosahují velikosti kolem 10 mm. Stibiotantalit II ze spodumen-křemenného agregátu tvoří sírově žluté zrno asi 5 mm velké a na rozdíl od stibiotantalitu I nepodlehl hydrotermální alteraci.

Oba typy stibiotantalitu jsou poměrně homogenní (tab. 7); poměr Ta/(Ta+Nb) = 0,71-0,76 u stibiotantalitu I, 0,81-0,84 u stibiotantalitu II (obr. 20). Z minoritních prvků obsahují W  $\leq 0,009$  apfu, Bi  $\leq 0,005$  apfu, Sn  $\leq 0,020$  apfu a především Y  $\leq 0,035$  apfu. Svým složením se liší od stibiotantalitu z nedalekých Laštoviček, který je velmi heterogenní a poměr Ta/(Ta+Nb) zde kolísá ve velmi širokém rozpětí (NOVÁK a ČERNÝ 1998b). Mřížkové parametry stibiotantalitu I jsou uvedeny v tab. 2 a jsou srovnatelné s literárními údaji (FOORD 1982).

Tab. 2. Mřížkové parametry minerálů Nb, Ta. Tab. 2. Unit-cell dimensions of Nb, Ta-oxide minerals.

	a(Å)	b(Å)	c(Å)
stibiotantalit DV4	4,921(4)	5,555(4)	11,810(11)
stibiotantalit DV6	4,939(11)	5,531(5)	11,827(9)
mikrolit DV2	10,426(2)		
mikrolit DV3	10,419(7)		
mikrolit DV4	10,501(12)		
manganotantalit DV2	4,740(11)	5,736(11)	5,135(11)
manganotantalit DV3	4,754(9)	5,737(9)	5,119(9)
tapiolit DV3	4,757(3)		9,212(30)
tapiolit DV7	4,747(6)		9,248(29)

Mikrolit (Ca,Na) Ta<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (OH,F)

V Dobré Vodě se vyskytuje pouze sekundární mikrolit tvořící zrnité agregáty šedé barvy se zřetelnou štěpností vázané výhradně na psedomorfózy po stibiotantalitu I (STANĚK 1962, 1963a). V nábrusech lze pozorovat, že mikrolit proniká stibiotantalitem v podobě drobných žilek (obr. 21), v jejichž centru je často přítomen sekundární manganotantalit, který zatlačuje starší mikrolit. Poměr mikrolitu a manganotantalitu v jednotlivých pseudomorfózách kolísá, na většině vzorků převládá manganotantalit nad mikrolitem.

Poměr Ta/(Ta+Nb) = 0,69–0,75 v mikrolitu je srovnatelný se zatlačovaným stibiotantalitem I i mladším manganotantalitem (obr. 20), zastoupení kationtů v pozici A je ale silně variabilní (tab. 8). Typickými znaky jsou převaha Ca nad Na, vysoké obsahy Sb  $\leq$  0,86 apfu (stibiomikrolit), Sr  $\leq$  0,20 apfu, a vakance až téměř 50 %. Podobně i obsah F silně kolísá od 0 do 0,6 apfu. Obsah Sb je velmi variabilní a odpovídá mikrolitu až



Obr. 22. Plošná distribuce vybraných prvků v inkluzích cesstibiantitu a v okolním špatně vyleštěném manganotantalitu. a) BSE, b) SbLα, c) CsMα, d) MnKα.

Fig. 22. Distribution of selected elements in inclusions of cesstibitantite and in host badly polished manganotantalite. a) BSE, b) SbLα, c) CsMα, d) MnKα.

stibiomikrolitu. Pozoruhodný je vysoký obsah Sr (tab. 8), který je pravděpodobně nejvyšším dosud zjištěným v minerálech mikrolitové skupiny z granitických pegmatitů.

Mikrolit byl potvrzen také rentgenometricky; jeho mřížkové parametry jsou uvedeny v tab. 2 a jsou srovnatelné s literárními údaji pro mikrolit (FOORD 1982).

Přestože mikrolit vznikl výhradně hydrotermálním zatlačováním stibiotantalitu I a většina analýz je blízká typickým sekundárním mikrolitům (Ca >> Na, nízký obsah F, vakance v A pozici < 50 %, nízká suma oxidů < 90 %), část analýz odpovídá spíše primárním mikrolitům (Ca = Na, relativně vysoký obsah F, malé vakance v A pozici, vysoká suma oxidů kolem 97 %) (srovnej např. LUMPKIN a EWING 1992). Zdá se, že zatlačování stibiotantalitu I mikrolitem probíhalo alespoň zčásti v prostředí bohatém F, které vedlo ke vzniku sekundárního, hydrotermálního mikrolitu, který se ale svým složením blíží primárním, převážně magmatickým mikrolitům. Primární mikrolit, typický minerál lepidolitových pegmatitů (ČERNÝ a ERCIT 1989), známý např. z velmi podobného pegmatitu v Nové Vsi u Českého Krumlova (ČECH a STANĚK 1960, NOVÁK a ČERNÝ 1998b), nebyl dosud v Dobré Vodě zjištěn.

Stibiomikrolit (Sb,Ca) Ta2O6 (OH)

Stibiomikrolit popsali z Dobré Vody poprvé NovAK a ČERNÝ (1998b). Patří mezi velmi vzácné minerály a jde pravděpodobně o jeho druhou lokalitu na světě. Vyskytuje se pouze v mikroskopickém množství spolu s mikrolitem a jeho chemické složení je uvedeno v tab. 8.



Obr. 23. Plošná distribuce vybraných prvků v žilkách špatně vyleštěného manganotantalitu a v zatlačovaném stibiotantalitu. a) BSE, b) TaLa, c) SbMa, d) FeKa.

Fig. 23. Distribution of selected elements in veinlets of badly polished manganotantalite and in replaced stibiotantalite. a) BSE, b) TaLa, c) SbMa, d) FeKa.

Cesstibtantit (Na,Sb,Ca)<sub>2-m</sub> Ta<sub>2</sub>(O,OH,F)<sub>6</sub> (Cs,OH)<sub>1-n</sub> Tento minerál patří mezi velmi vzácné akcesorické minerály silně frakcionovaných komplexních pegmatitů a Dobrá Voda je jeho pátou lokalitou na světě (ERCIT et al. 1993, NOVÁK a ŠREIN 1998). Pouze mikroskopicky byla zjištěna velmi vzácná, drobná zrna cesstibtantitu zarostlá v manganotantalitu. Na obr. 22 jsou zobrazeny plošné distribuce Sb, Cs a Mn, pozoruhodná je konstantní koncentrace Ta v obou minerálech. Složení cesstibtantitu je uvedeno v tab. 9 a jde o cesstibtantit s dosud nejvyšším zjištěným obsahem Nb vůbec (Novák a ŠREIN 1998).

Manganotantalit (Mn,Fe)Ta2O6

Manganotantalit poprvé charakterizoval STANEK (1962, 1963a). Ve většině pseudomorfóz po stibiotantalitu převládá nad mikrolitem a jeho pozice v centrálních částech mikrolitových žilek a na okraji krystalů stibiotantalitu I a také další texturní znaky ukazují, že manganotantalit je mladší.

Manganotantalit je tmavě rezavě hnědý, porézní a makroskopicky velmi připomíná pseudomorfózy goethitu po pyritu. Také v nábrusech je silně porézní a špatně leštitelný ve srovnání se stibiotantalitem (obr. 23). Zde jsou zobrazeny plošné distribuce Ta, Fe a Sb, pozoruhodná je stejná koncentrace Ta v obou minerálech. Manganotantalit tvoří často extrémně jemnozrnné směsi s mikrolitem a řada mikrosondových analýz představuje směs obou minerálů.

Studium chemického složení manganotantalitu bylo komplikováno submikroskopickou příměsí mikrolitu. Proto jsou diskutovány pouze bodové analýzy s obsahem CaO < 1,0 váh. %. Poměr Ta/(Ta+Nb) = 0,72–0,78 je nepatrně vyšší než u ostatních minerálů v pseudomorfózách po stibiotantalitu (obr. 20). Poměr Mn/(Mn+Fe) = 0,56–0,95 silně kolísá, poměr R<sup>2+</sup>/R<sup>5+</sup> se blíží teoretickému složení, obsah minoritních prvků je velmi nízký, Sn  $\leq$  0,02 apfu, nízké sumy oxidů (tab. 10) pravděpodobně odráží nedokonale vyleštěný povrch. Velmi nízkými obsahy minoritních prvků se blíží manganocolumbitu II, kolísání poměru Mn/(Mn+Fe) se naopak podobá manganocolumbitu I. Podobný sekundární manganotantalit byl zjištěn ve Chvalovicích u Českého Krumlova, kde spolu s mikrolitem zatlačuje primární rynersonit (Novák a ČERNÝ 1998b).

Manganotantalit byl studován také rentgenometricky ve směsi s mikrolitem, stibiotantalitem a minerálem ze skupiny tapiolitu. Protože na difrakčních záznamech s výraznou převahou manganotantalitu nad ostatními minerály nebyly zjištěny linie s d-hodnotami 7,19 a 5,33 Å, byly mřížkové parametry vypočítány na ixiolitovou celu (tab. 2). Stupeň uspořádání manganocolumbitu je velmi nízký, srovnatelný s ixiolitem (ČERNÝ a ERCIT 1989). Od něj se ale liší jen velmi nízkými obsahy minoritních prvků. Zda se jedná o silně neuspořádaný manganotantalit (pseudoixiolit) nebo ixiolit nelze spolehlivě rozhodnout. Jemnozrnná směs s mikrolitem a minerálem ze skupiny tapiolitu nedovoluje studium žíhaného materiálu, velmi nízký obsah minoritních prvků ale spíše naznačuje první možnost.

## Apatit Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (F,OH)

Apatit se objevuje jako akcesorický minerál především v granitické jednotce (1) a v muskovit-albitové subjednotce (3a), kde tvoří v blízkosti skoryl-křemenných agregátů zelená, nepravidelně omezená zrna až 0,5 cm velká (STANĚK 1962, 1965).

Další typ apatitu je znám z dutin s cookeitem (7). Zde pokrývá drobné krystaly mléčně bílého křemene, elbaitu, foititu a cookeitu v podobě 1 až 2 mm velkých, mléčně bílých čočkovitých krystalů. Výjimečně byly v těchto dutinách zjištěny i zonální sloupcovité krystaly apatitu, až 4 mm dlouhé, se světle fialovým jádrem a mléčně bílým okrajem.



Obr. 24. Krystaly apatitu z Dobré Vody (STANĚK 1962). Fig. 24. Crystals of apatite from Dobrá Voda (STANĚK 1962).

Krystaly apatitu jsou čočkovité až krátce sloupcovité, výjimečně i dlouze sloupcovité (obr. 24) a byly na nich zjištěny následující tvary:  $(10\overline{10})$ ,  $(11\overline{20})$ ,  $(10\overline{11})$ ,  $10\overline{12}$ ),  $(11\overline{21})$  a  $(00\overline{01})$  (STANĚK 1962).

Chemické složení apatitu nebylo detailněji studováno. Podle optických vlastností a podle analogie s jinými lokalitami odpovídá zelený a pravděpodobně i fialový apatit fluorapatitu, mléčně bílé krystaly z dutin pak hydroxylapatitu (STANĚK 1965).



Obr. 25. Krystal zirkonu z Dobré Vody (STANĚK 1962). Fig. 25. Crystal of zircon from Dobrá Voda (STANĚK 1962).

## Zirkon ZrSiO<sub>4</sub>

Zirkon patří mezi vzácné minerály a poprvé jej uvádí KRUŤA (1949), blíže ho charakterizoval STANĚK (1962, 1965). Vyskytoval se pouze ve svrchních partiích vnitřní lepidolit-albitové subjednotky (3c), ve středně a drobně šupinkatém trilithionitu (G5), někdy také v albitu. Zirkon vytváří 2 až 4 mm, výjimečně až 1 cm velké, nedokonale vyvinuté, hnědé krystaly dipyramidálního habitu, omezené pyramidou (101) (obr. 25) a vzácně také plochami prizmatu (110) Krystalové plochy bývají zaoblené a matné.

Zirkon je silně metamiktní a práškové RTG diagramy poskytly jen několik slabých difúzních linií (STANĚK 1965). Obsah 8,45 váh.% HfO<sub>2</sub> je ve srovnání se zirkonem z Rožné-Boroviny poměrně nízký (Nováκ et al. 1998a), ale srovnatelný s dalšími lokalitami lepidolitových pegmatitů v moldanubiku (MN nepubl. data).

#### Topaz Al, SiO<sub>4</sub> (F,OH)

Topaz uvádí poprvé SEKANINA (1950b) a detailněji ho popsal STANĚK (1962, 1965). Vyskytuje se výhradně ve vnitřní lepidolit-albitové subjednotce (3c), především ve svrchních partiích, zpravidla zarostlý v drobně šupinkatém až celistvém trilithionitu (G5) a někdy i v drobně zrnitém albitu. Nedokonale vyvinuté krystaly a zrna, slabě zelenomodré barvy s dobrou štěpností, dosahovaly velikosti až 1,5 cm, a byly na nich zjištěny většinou silně korodované plochy (110), (120) a (011). Ve spodních partiích se topaz vyskytoval spolu s křemenem a trilithionitem (G3), jako intimně prorostlé topaz-křemen-lepidolitové agregáty. Topaz bývá zatlačován lepidolitem (obr. 26). Podle optických vlastností obsahuje topaz asi 20 % složky  $Al_2SiO_4$  (OH).



Obr. 26. Topaz zatlačovaný lepidolitem, výbrus, x nikoly, velikost záběru 4,2×3 mm. Foto J. Staněk. Fig. 26. Topaz replaced by lepidolite, thin section, x nicols, size 4.2×3 mm. Photo J. Staněk.

Andalusit Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>

Andalusit se vyskytuje velmi vzácně v granitické jednotce (1) jako drobné, až 1 mm dlouhé sloupečky a zrna. Je zonálně zbarvený se sytě růžovými jádry a světle růžovými okraji. Bývá zatlačován jemně šupinatým muskovitem (STANĚK 1965).

Dumortierit (Al,Ti,Mg) Al<sub>6</sub> BSi<sub>3</sub>O<sub>18</sub>

Jako velmi vzácná akcesorie byl zjištěn KRUŤOU (1950) pouze v aplitické subjednotce (1a). Sytě modrofialové jehlicovité agregáty dosahují velikosti do 1 mm. Dumortierit má ve výbruse výrazný pleochroismus a je obrůstán drobnými lupínky muskovitu (STANĚK 1965).

## 6.4. Hydrotermální minerály a produkty zvětrávání

Cookeit LiAl<sub>4</sub>Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub> (OH)<sub>8</sub>

Cookeit byl v Dobré Vodě poprvé popsán z území našeho státu SEKANINOU (1946) a později byl detailně studován také STAŇKEM (1962, 1965) a ČERNÝM et al. (1971). Vyskytoval se poměrně hojně ve svrchních partiích žíly v tzv. dutinách s cookeitem (7).

Cookeit tvoří 1 až 2 mm velké polokulovité pupencovité agregáty, složené z radiálně uspořádaných lupínků stříbřitě našedlé barvy nasedajících na křemen, lepidolit, elbait a foitit. Na něj někdy narůstají bílé krystaly apatitu. Cookeit bývá nejhojnějším minerálem dutin s cookeitem (7) a místy se vyskytovaly jeho masivní agregáty váhy až 0,5 kg.

SEKANINA (1946) zjistil u cookeitu penetrační dvojčatění, jde o trojčatné prorůstání podle roviny (110). ČERNÝ et al. (1971) uvádějí chemické složení, IR spektra a strukturní vlastnosti cookeitu. Jedná se pravděpodobně o polytyp IIb s a = 5,130(5), b = 8,885(5), c = 14,171(13) Å a  $\beta$  = 96,92 (6)°, může ale jít i o směs Ia + IIb polytypů (ČERNÝ et al. 1971). Chemická analýza na mokré cestě (ČERNÝ et al. 1971) poskytla ve váh. %: SiO<sub>2</sub> 34,08, TiO<sub>2</sub> 0,019, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 45,30, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,192, MgO 1,02, NiO 0,052, CaO 0,57, Li<sub>2</sub>O

3,09, Na<sub>2</sub>O 0,07, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> 14,22, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> 0,38, total 98,998; krystalochemický vzorec: (Li<sub>2,26</sub>Na<sub>0,02</sub>Mg<sub>0,27</sub>Ni<sub>0,01</sub>Ca<sub>0,11</sub>) (Fe<sup>3+</sup><sub>0,03</sub>Al<sub>7,60</sub>) (Al<sub>1,92</sub>Si<sub>6,08</sub>) O<sub>20</sub> (OH)<sub>16</sub> odpovídá di/trioktaedrickým chloritům, neobvyklý je poměrně vysoký obsah Mg a Ca.

Chalcedon SiO<sub>2</sub> a opál SiO<sub>2</sub> .n H<sub>2</sub>O

Oba minerály se objevují v dutinách jako vzácné ledvinité povlaky složené z bílého chalcedonu a bezbarvého opálu (STANĚK 1965).

#### Jílové minerály

Amblygonit-montebrasit je velmi často hydrotermálně alterovaný na šedobílou směs jílových minerálů a křemene. Detailně je studoval STANĚK (1962, 1965), který zde zjistil RTG a DTA metodami následující minerály: montmorillonit, halloysit a kaolinit, v Rožné byl identifikován pouze kaolinit (Novák et al. 1998a).

Montmorillonit (Na,Ca)<sub>0.3</sub> (Al,Mg)<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub> (OH)<sub>2</sub> .n H<sub>2</sub>O

Montmorillonit je nejrozšířenějším jílovým minerálem a obvykle obsahuje příměs kaolinitu a křemene. Byl zjištěn v celistvých, narůžovělých lemech kolem alterovaného amblygonit-montebrasitu III. Dále byl montmorillonit zjištěn také v podobě šedomodrých a šedozelených celistvých agregátů s příměsí kaolinitu jako výplň dutin (STANĚK 1965).

Halloysit Al<sub>6</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub> (OH)<sub>8</sub>

Vyskytuje se podobně jako montmorillonit v lemech kolem alterovaného amblygonit-montebrasitu III. Tvoří celistvé, žlutobílé agregáty s příměsí kaolinitu (STANĚK 1965).

Kaolinit Al<sub>6</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub> (OH)<sub>8</sub>

Kaolinit se objevuje jako mikroskopická příměs v agregátech montmorillonitu a halloysitu (STANĚK 1965).

#### 6.5. Problematické minerály

Minerál ze skupiny tapiolitu (Fe,Mn)Ta2O6

Rentgenometrickým studiem byl v pseudomorfózách po stibiotantalitu jednoznačně identifikován také minerál ze skupiny tapiolitu, který je vázán na partie s převahou manganotantalitu. Velmi podrobným studiem na mikrosondě se ale nepodařilo zjistit žádný minerál, který by vykazoval Fe > Mn a který by mohl odpovídat ferrotapiolitu, jen výjimečně některé nevyleštěné partie v jemnozrnné směsi mikrolitu a manganotantalitu poskytly na EDS spektrech převahu Fe nad Mn a výraznou převahu Ta nad Nb. Buď je ferrotapiolit extrémně jemnozrnný a velmi špatně leštitelný, nebo je v Dobré Vodě přítomen převážně manganotapiolit, známý dosud jen z pegmatitové žíly Tiainen, oblast Eräjärvi, Finsko (LAHTI et al. 1983). Tam se vyskytuje v poměrně jemnozrnné směsi s ferrotapiolitem, mikrolitem a ryzím antimonem. Charakter materiálu v Dobré Vodě (extrémně jemnozrnná směs mikrolitu, neuspořádaného manganotantalitu a minerálu ze skupiny tapiolitu) však zatím neumožňuje další studium. Mřížkové parametry uvedené v tab. 2 poskytly poměrně velkou standartní chybu ve stanovení parametru *c*. Celkově jsou srovnatelné se silně neuspořádaným i uspořádaným ferrotapiolitem, parametr *a* je ale výrazně nižší než u Mn-bohatých ferrotapiolitů a manganotapiolitu (WISE a ČERNÝ 1996, LAHTI et al. 1983).

Chlorit (Fe,Mg,Al)4-6 (Si,Al)4O10 (OH)8

Špinavě zelený chlorit vznikl při hydrotermální alteraci biotitu v okrajových jednotkách pegmatitu. Dosud nebyl detailněji studován, podle optických vlastností byl označen jako prochlorit (STANĚK 1965).

#### Mn-oxidy

Povlaky černých Mn-oxidů se vyskytují jen vzácně v dutinách a na puklinách povlékající starší minerály (STANĚK 1965). Dosud nebyly detailně studovány.

#### 7. Diskuse

#### 7.1. Srovnání s komplexními pegmatity borské oblasti

Lepidolitový pegmatit od Dobré Vody zaujímá svojí zonální stavbou a minerální asociací jedinečné postavení mezi komplexními pegmatity moldanubika. Má ale řadu podobných znaků především s ostatními komplexními pegmatity v borské oblasti – Dolními Bory a Laštovičkami: (1) převaha lepidolitu nad elbaitem, (2) podobné chemické složení těchto minerálů, (3) přítomnost dutin s krystaly křemene, elbaitu a popř. lepidolitu, (4) absence minerálů Be, (5) přítomnost topazu, kasiteritu a manganocolumbitu. V Dolních Borech je hojný cookeit, v Laštovičkách se vyskytují rossmanit a stibiotantalit. Na obou lokalitách chybí petalit, resp. spodumen-křemenné agregáty. Od Dolních Borů se pegmatit v Dobré Vodě liší především nepřítomností produktů alterace po amblygonit-montebrasitu, např. brazilianitu, goyazitu a gorceixitu; v Laštovičkách chybí amblygonit a produktem hydrotermální alterace stibiotantalitu je ferrotapiolit.

Celkově vykazuje pegmatit od Dobré Vody nejvyšší stupeň frakcionace K/Rb, K/Cs a většinou i Nb/Ta, a více typů (generací) některých minerálů (manganocolumbit, kasiterit, amblygonit, elbaity, lepidolity). Stupeň a variabilita sekundárních hydrotermálních alterací jsou značné u Nb,Ta minerálů, ale nízké u amblygonit-montebrasitu. Přítomnost pseudomorfóz spodumenu a křemene po blokovém petalitu pak naznačují nejvyšší obsah Li v pegmatitové tavenině v borských pegmatitech.

#### 7.2. Srovnání s jinými komplexními pegmatity moldanubika

Stavba a minerální asociace pegmatitu od Dobré Vody jsou podobné dalším komplexním pegmatitům v moldanubiku, Jeclovu u Jihlavy a především Nové Vsi u Českého Krumlova, a to přítomností poměrně hojného petalitu, více typů lepidolitu a elbaitu a jejich chemickým složením. Obě žíly ale obsahují také pollucit, který nebyl dosud v Dobré Vodě zjištěn a jediným minerálem Cs je velmi vzácný cesstibtantit. Dále v nich nebyly zjištěny dutiny s krystaly elbaitu a lepidolitu. Dobrá Voda má také řadu podobných znaků s dalšími lepidolitovými pegmatity, např. Hradisko a Borovina v Rožné a Chvalovice u Českého Krumlova.

Celkově vykazuje pegmatit od Dobré Vody texturní a paragenetické znaky typické pro lepidolitové pegmatity. Přítomnost lepidolitu, elbaitu, amblygonitu a topazu ukazují na vysokou aktivitu F, B a také P v pegmatitové tavenině. Jde o jeden z nejvíce frakcionovaných pegmatitů v Českém masivu.

#### 7.3. Vztah k potenciálním granitům

Podobně jako u ostatních komplexních pegmatitů v moldanubiku je vztah lepidolitového pegmatitu od Dobré Vody k mateřským granitoidům problematický (Νονάκ et al. 1992). Genetický vztah komplexních pegmatitů k durbachitům třebíčského masívu předpokládaný ZAPLETALEM (1952) a nově také GORDIENKEM et al. (1996) je nepravděpodobný vzhledem ke geochemickým rysům těchto granosyenitů (ČERNÝ 1991). Pravděpodobnější je jejich vztah k leukokratním granitům s nodulemi turmalínu v Lavičkách u Velkého Meziříčí (Novák et al. 1997), nebo k podobným skrytým tělesům v této oblasti.

## Poděkování

Autoři jsou zavázáni Dr. S. Houzarovi za kritické pročtení rukopisu a řadu podnětných připomínek. Za poskytnutí nepublikovaných informací o lokalitách Dobrá Voda a White Queen děkujeme P. Černému, P. Korbelovi, V. Šreinovi, M. C. Taylorovi, P. Uhrovi a F. Veselovskému, a zároveň Haně Houzarové za překreslení obrázků a J. Cempírkovi za pomoc při počítačovém zpracování dat. Práce byla podporována granty Ministerstva kultury KZ 97 P01 OMG 069 a RK 99 P03 OMG 14.

#### SUMMARY

Lepidolite pegmatite from Dobrá Voda is located in the southeastern part of the Strážek Moldanubicum, in the region of Bory Granulite Massif, close to the contact with the Třebíč Durbachite Massif. The host rock complex exhibits a rather complicated multistage metamorphic evolution.

Pegmatite is a symmetrically zoned, steeply dipping dike, up to 6 m in width and about 100 m in length, emplaced in amphibolite and gneiss. It consists of a dominant, marginal fine- to medium-grained granitic unit (1) with locally abundant aplitic subunit (1a), a graphic unit (2), abundant coarse-grained albite unit consisting of muscovite-albite subunit (3a), outer lepidolite-albite subunit (3b), inner lepidolite-albite subunit (3c) adjacent to a lepidolite unit (4) in center of the dike. Blocky K-feldspar, amblygonite-montebrasite and pseudo-morphs of spodumene + quartz intergrowths after petalite occur in albite unit (3), particularly in lepidolite-albite subunit (3b, 3c). Three types of pockets were recognized, rubelite-bearing pockets (5), verde-lite-bearing pockets (6) and late cookeite-bearing pockets (7).

The most abundant minerals – quartz and albite have not yet been studied in detail. K-feldspars (orthoclase  $\Delta = 0.0-0.15$  and microcline  $\Delta = 0.80-0.94$ ) exhibit high K/Rb ratio 34-35 comparable to highly evolved complex (Li) pegmatites. Micas are present in all textural paragenetic units. They display the following sequence from the less evolved granitic unit to the most fractionated lepidolite unit in centre: biotite (annite)  $\rightarrow$  muscovite  $\rightarrow$  trilithionite  $\rightarrow$  polylithionite. Muscovite occurs in granitic unit and muscovite-albite subunit, trilithionite in the lepidolite-albite subunits (3b, 3c), polylithionite in the lepidolite unit (4). Several varieties with distinct grains size, colour and chemistry were recognized, however, all lepidolite types are of 1M polytype. Tourmalines occur in all textural-paragenetic units. The general sequence: foitite I  $\rightarrow$  schorl  $\rightarrow$  elbaite  $\rightarrow$  foitite II was found in massive pegmatite units, elbaite and sequence elbaite  $\rightarrow$  Fe-elbaite  $\rightarrow$  foitite I is typical for various types of pockets.

Amblygonite-montebrasite, abundant minor mineral, forms four paragenetic types including unperfectly developed crystals, about 10 cm in size, in the lepidolite-albite subunits. It is commonly replaced during late hydrothermal alterations by a fine-grained mixture of clay minerals. Spodumene-quartz pseudomorphs after petalite also occur in subordinate amounts at outer and inner lepidolite-albite subunits.

Accessory minerals include Nb,Ta oxide minerals: two types of manganocolumbite and stibiotantalite hydrothermally altered on fine grained mixture of secondary minerals – microlite, stibiomicrolite, manganotantalite, cesstibitantite and tapiolite mineral. Other accessory minerals are presented by three types of cassiterite and apatite, topaz, rare zircon, andalusite and dumortierite.

Hydrothermal alterations produced various minerals, some of them already listed above (secondary Nb,Ta oxide minerals). Relatively common cookeite occurs in the cookeite – bearing pockets associated with zoned elbaite-foitite, apatite and quartz. Clay minerals – montmorillonite, halloysite and kaolinite replace amblygonite-montebrasite. Chalcedony and opal are rare in pockets. List of several problematic or unsufficiently determined minerals is provided.

The lepidolite pegmatite from Dobrá Voda is similar to the other lepidolite pegmatites in the Bory region (Dolní Bory, Laštovičky) and to the pegmatites Nová Ves near Český Krumlov and Jeclov near Jihlava. Parental granite of the Dobrá Voda pegmatite is not know. Its genetic relation to durbachites of the Třebíč Massif is unrealistic due to the geochemical characteristics of durbachites. It may be generated by leucocratic granite with tourmaline nodules in Lavičky near Velké Meziříčí or geochemically similar hidden granite body.

#### LITERATURA

BERNARD, J. H., ed. 1981: Mineralogie Československa. - Academia Praha.

BURKART, E., 1942: M\u00e4hrens Minerale und ihre Literatur. Bd. 1. Forschungen zur M\u00e4hr. Geschichte, Landesund Volkskunde. – Br\u00fcnn.

ČECH, F., LITOMISKÝ, J., NOVOTNÝ, J., 1965: Příspěvek k chemismu turmalínu. - Sbor. geol. věd, TG, 5:45-78.

ČECH, F., STANEK, J., 1960: Mikrolit z lithného pegmatitu od Nové Vsi u Čes. Krumlova. – Čas. Mineral. Geol., 5:235–240.

ČERNÝ, P., 1970: Compositional variation in cookeite. - Canad. Mineral., 10:636-647.

ČERNÝ, P., 1991: Rare-element Granitic Pegmatites. Part I: Anatomy and Internal Evolution of Pegmatite Deposits. – Geoscience Canada, 18:49–67.

ČERNÝ, P., BURT, D., 1984: Paragenesis, crystallochemical characteristics, and geochemical evolution of micas in granitic pegmatites. – In: Bailey, S. W. (ed.) – Micas, Review in Mineralogy, 13:257–297.

- ČERNÝ, P., ERCIT, T. S., 1985: Some recent advances in the mineralogy and geochemistry of Nb and Ta in rare-element granitic pegmatites. – Bull. Minéral., 108:499–532.
- ČERNÝ, P., ERCIT, T. S., 1989: Mineralogy of niobium and tantalum: crystal chemical relationships, paragenetic aspects and their economic implications. – In: Möller, P., Černý, P., Saupé, F. (eds.) – Lanthanides, Tantalum and Niobium, 27–79. – Springer Verlag, New York.
- ČERNÝ, P., MEINZER, R. E., ANDERSON, A. J., 1985: Extreme fractionation in rare-element granitic pegmatites: selected examples of data and mechanisms. – Canad. Mineral., 23: 381–421.
- ČERNÝ, P., NÉMEC, D., 1995: Pristine vs. contaminated trends in Nb, Ta-oxide minerals of the Jihlava pegmatite district, Czech Republic. – Miner. Petrol., 55:117–130.
- ČERNÝ, P. POVONDRA, P., STANĚK, J., 1971: Two cookeites from Czechoslovakia a boron-rich variety and a IIb polytype. – Lithos, 4:7–15.
- ČERNÝ, P., STANĚK, J., NOVÁK, M., BAADSGAARD, H., RIEDER, M., OTTOLINI, L., KAVALOVÁ, M., CHAPMAN, R., 1995: Chemical and structural evolution of micas at the Rožná and Dobrá Voda pegmatites, Czech Republic. – Mineral. Petrol., 55:177–202.
- ERCIT, T. S., ČERNÝ, P., HAWTHORNE, F. C., 1993: Cesstibilitative a geologic introduction to the inverse pyrochlores. – Mineral. Petrol., 48:235–255.
- FIALA, J., MATÉJOVSKÁ, O., VAŇKOVÁ, V., 1987: Moldanubian granulites and related rocks: Petrology, geochemistry and radioactivity. – Rozpravy České Akad. Věd, 97:1–102.
- FOORD, E. E., 1982: Minerals of Sn, Ti, Nb and Ta in granitic pegmatites. Mineralogical Association of Canada, Short Course in Granitic Pegmatites In Science and Industry. Winnipeg May 1982:187–238.
- GORDIENKO, V. V., ILJINA, A. N., TIMOCHINA, L. A., BADANINA, E. V., STANĚK, J., 1996: Geochimičeskaja model razvitija pegmatitoobrazujuščej rudnomagmatičeskoj sistěmy zapadnoj Moravii. – Zap. Vses. Mineral. Obšč., 125:38–48.
- KRÖNER, A., WENDT, I., LIEW, T. C., COMPSTON, W., TODT, W., FIALA, J., VAŇKOVÁ, A., VANĚK, J., 1988: U-Pb zircon and Sm-Nd model ages of high-grade Moldanubian metasediments, Bohemian Massif, Czechoslovakia. – Contrb. Mineral. Petrol., 99:257–266.
- KRUTA, T., 1949: Příspěvky k moravské topografické mineralogii. Acta Mus. Moraviae., 34:1-16.
- KRUTA, T., 1950: Příspěvky k moravské topografické mineralogii II. Acta Mus. Moraviae., 35:3-36.
- KREN, A., 1943: Nová lokalita nerostů. Vesmír, 21:134.
- KUSTER, D., 1995: Rb-Sr isotope systematics of muscovite from Pan-African granitic pegmatites of Western and Norteastern Africa. – Mineral. Petrol., 55:71–84.
- LAHTI, S. I., JOHANSON, B., VIRKKUNEN, M., 1983: Contribution to the chemistry of tapiolite-manganotapiolite, a new mineral. – Bull. Geol. Soc. Finland, 55:101–109.
- LUMPKIN, G. R., EWING, R. C., 1992: Geochemical alteration of pyrochlore group minerals: Microlite subgroup. – Amer. Mineral., 77:179–188.
- NEMEC, D., 1951: Mikroelementy turmalínů a světlých slíd západomoravských pegmatitů. Rozpr. II. třídy České akademie, 61, 32:1–31.
- NEMEC, D., 1953: Strukturně krystalografické zprávy II. Práce Mor. akad. věd přír., 25:401-412.
- NEMEC, D., 1954: Jednosměrný polární růst krystalů turmalínu. Spisy přír. fak. Masaryk. univ., řada F3, 359:1–18.
- NEMEC, D., 1955a: Piezoelektrische Texturen in der Natur. Geologie, 4:280-284.
- NEMEC, D., 1995b: Die Brechungsindizes zonarer Turmaline von Dobrá Voda in Westmähren. N. Jb. Miner., Mh., (1955):25–32.
- NEMEC, D., 1969: Fluorine in tourmalines. Contrib. Miner. Petrol., 20:235-243.
- NEMEC, D., 1973: Tin in tourmalines. N. Jb. Miner., Mh., (1973):58-63.
- NEMEC, D., 1976: Versuch einer paragenetischen Analyse der Pegmatite Böhmens und M\u00e4hrens. Chem. d. Erde, 35:126-157.
- NEMEC, D., 1981: Ein Pegmatit mit Li-Mineralisierung von Dolní Bory, Westmähren (ČSSR). Chem. d. Erde, 40:146–177.
- NEMEC, D., 1990: White micas of the West-Moravian pegmatites. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 75:41-51.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P., 1998a: Abundance and compositional trends of Rb and Cs in micas from lepidoliteand elbaite-subtype pegmatites in the Moldanubicum, Czech Republic. – Acta Univ. Carol., Geol., 42:86–90.
- NOVAK, M., ČERNÝ, P., 1998b: Niobium-tantalum oxide minerals from complex pegmatites in the Moldanubicum, Czech Republic; Primary versus secondary compositional trends. – Canad. Mineral., 36:659–672.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P., 1998c: Scandium in columbite-group minerals from LCT pegmatites in the Moldanubicum, Czech Republic. – Krystalinikum, 24:73–89.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P., ČECH, F., STANĚK, J., 1992: Granitic pegmatites in the territory of the Bohemian and Moravian Moldanubicum. – International Symposium on Mineralogy, Petrology and Geochemistry of Granitic Pegmatites, Lepidolite 200, Nové Město na Moravě, 11–20.

- NOVÁK, M., ČERNÝ P., KIMBROUGH D. L., TAYLOR M. C., ERCIT T. S., 1998b: U-Pb Ages of monazite from granitic pegmatites in the Moldanubian Zone and their geological implications. – Acta Univ. Carol., Vol. conf. POCEEL Praha, 42:309–310.
- NOVAK, M., DIVIS, K., 1996: Compositional trends in manganocolumbite from the Puklice I pegmatite, western Moravia, Czech Republic. – Journ. Czech Geol. Soc., 41:1–6.
- NOVÁK, M., HOUZAR, S., PFEIFEROVÁ, A., 1998a: Přehled mineralogie, petrografie a historie klasické lokality lepidolitového pegmatitu v Rožné u Bystřice nad Pernštejnem, západní Morava. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 83:3–48.

NOVÁK, M., POVONDRA, P., 1995: Elbaite pegmatites in the Moldanubicum; a new subtype of complex pegmatites. – Mineral. Petrol., 71:159–176.

- NOVÁK, M., SELWAY, J. B., UHER, P., 1997: Lavičky near Velké Meziříčí: Quartz-tourmaline orbicules in leucocratic two-mica granite, tourmaline in barren pegmatite and hydrothermal quartz-tourmaline veins. – In Novák, M., Selway, J. B., (eds.) – Field Trip Guidebook, International Symposium on Tourmaline 1997: Nové Město na Moravě, Czech Republic, p. 77–83.
- NOVÁK, M., ŠREIN, V., 1998: Niobian cesstibitantite from the Dobrá Voda lepidolite pegmatite, western Moravia, Czech Republic. – N. Jb. Mineral. Mh., (1998):354–360.
- NOVÁK, M., TAYLOR, M. C., 1996: New occurrence of foitite and its position in pegmatite evolution. Program with Abstracts, GAC-MAC Meeting Winnipeg 1996.
- POVONDRA, P., 1981: The crystal chemistry of tourmalines of the schorl-dravite series. Acta Univ. Carol., Geol., 223–264.
- POVONDRA, P., ČECH, F., STANEK, J., 1985: Crystal chemistry of elbaites from some pegmatites of the Czech Massif. – Acta Univ. Carol., Geol., 1–24.
- RIEDER, M., CAVAZZINI, G., DJAKONOV, JU. S., FRANK-KAMENETSKIJ, V. A., GOTTARDI, G., GUGGENHEIM, S., KOVAL, P. V., MÜLLER, G., NEIVA, A. M. R., RADOSLOVICH, E. W., ROBERT, J.-L., SASSI, F. P., TAKEDA, H., WEISS, Z., WONES, D. R., 1998: Nomenclature of the micas. – Canad. Mineral., 36:41–48.
- SEKANINA, J., 1946: Lithno-fosfátová asociace nerostná od Dobré Vody u Vel. Meziříčí. Věst. SGÚ, 21:299–312.

SEKANINA, J., 1950a: Naše lithné nerosty. - Příroda, 43:50-53.

- SEKANINA, J., 1950b: Amblygonit a herderit z Rožné. Práce Mor. akad. věd přír., 22:211-218.
- SELWAY, J. B., NOVÁK, M., ČERNÝ, P., HAWTHORNE, F. C., 1999: Compositional evolution of tourmaline in lepidolite-subtype pegmatites. – Eur. J. Miner. (v tisku).
- STANEK, J., 1962: Pegmatit u Dobré Vody. Kandidátská práce, MS přír. f. UJEP Brno. 1-93.
- STANĚK, J., 1963a: Minerály niobiu a tantalu z pegmatitu od Dobré Vody na západní Moravě. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 48:43–52.
- STANĚK, J., 1963b: Turmalíny z pegmatitu od Dobré Vody u Velkého Meziříčí. Folia Univ. Purkyn. brun., Geol., 4:13–28.
- STANEK, J., 1965: Pegmatit z Dobré Vody u Velkého Meziříčí. Folia Univ. Purkyn. brun., Geol., 6:1-39.
- STANĚK, J., 1981: Goyazit z lithného pegmatitu od Dolních Borů na západní Moravě. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 66:211–212.
- STANKOVÁ, J., 1982: "Dist-sillimanite"; its importance for assessment of polyphase metamorphism in the leptynite body near Bory, Czechoslovakia. – Krystalinikum, 16:53–66.
- WISE, M. A., ČERNÝ, P., 1996: The crystal chemistry of the tapiolite series. Canad. Mineral., 34:631-647.
- ZAPLETAL, K., 1952: Příspěvky k použité geologii ČSR a okolních oblastí. Práce Mor. akad. věd přír., 24, 14, 9:307–346.

Tab. 3.	Chemické	složení slíd	z pegmati	itu od	Dobré Vody	(CERN	y et al.	1995).		
Tab. 3.	Chemical	composition	of micas	from	pegmatite at	Dobrá	Voda (	ČERNÝ (	et al.	1995).

$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $									
	sample	1 A1	2 D12	3 E2	4 G3	5 G5	6 H1	7 H10g	8 H10p
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	SiO <sub>2</sub>	33.96	44,99	48,46	50,14	50.36	53,79	54,97	57.32
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	TiO	2,57	0,04	0.00	0,00	0,00	0.00	0,00	0.01
$            B_{2} \overline{0_{3}}^{3} 0,00 0,09 0,17 0,18 0,20 0,06 0,06 0,00 0,00 0,00 0,01 0,14 0,03 0,00 0,00 0,01 0,01 0,01 0,00 0,00$	Al <sub>2</sub> Ő <sub>2</sub>	21,20	34,95	29,18	26,27	27.14	20,28	19.29	19.55
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	B.O.	0.00	0.09	0.17	0,18	0.20	0.06	0.06	0,00
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	FeO.	23.94	1.65	0.01	0.01	0.00	0.01	0.14	0.03
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	MnO	0.51	0.16	0.09	0.10	0.05	0.02	0.15	0.18
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	MgO	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	ZnO	0.04	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	SrO	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	BaO	0.02	0.05	0.04	0.00	0.01	0.03	0.03	0.01
$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	CaO	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0.01	0,00
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	LiO	0.26	0.41	4 16	4 48	4 54	6 33	6.45	5.83
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	K.0	9.14	9.95	10.63	10.14	10.24	9.76	10.18	10.32
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Na O	0.03	0.68	0.30	0.33	0.52	0.42	0.21	0.18
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Rh O	0.25	0.67	1 49	1.88	1 79	1 01	1.55	1 27
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Cs O	0.00	0.02	0.07	0.13	0.14	1 17	1.26	1.08
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	H O*	3 21	3.00	2.51	1 76	2.05	0.75	1,20	0.66
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	F <sup>2</sup>	1 18	1.06	4 18	5.60	5 22	7.93	7 16	8 30
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	CI	0.02	0.02	0,02	0.02	0.01	0.03	0.02	0,01
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	O-F	-0.50	-0.45	-1.76	-2.40	2 20	3 30	3.01	3 40
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	0-01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00
Sin $5,399$ $6,122$ $6,662$ $6,737$ $6,673$ $7,222$ $7,334$ $7,481$ Ti $0,307$ $0,004$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ Al $2,294$ $1,852$ $1,499$ $1,221$ $1,281$ $0,764$ $0,652$ $0,518$ B $0,000$ $0,021$ $0,039$ $0,042$ $0,046$ $0,014$ $0,014$ $0,000$ $\Sigma IV$ $8,000$ $8,000$ $8,000$ $8,000$ $8,000$ $8,000$ $8,000$ Al $1,678$ $3,752$ $3,087$ $2,939$ $2,957$ $2,445$ $2,381$ $2,489$ Fe <sup>2+</sup> $3,183$ $0,188$ $0,001$ $0,001$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ Mn $0,069$ $0,018$ $0,010$ $0,011$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ Zn $0,005$ $0,003$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ Zn $0,005$ $0,003$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ Zn $0,000$ $0,002$ $0,001$ $0,001$ $0,001$ $0,001$ $0,001$ $0,001$ Li $0,166$ $0,224$ $2,231$ $2,421$ $2,419$ $3,418$ $3,461$ $3,060$ Sr $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ $0,000$ Ca $0,007$ $0,002$ $0,001$ $0,002$ $0,001$ $0,001$	total	97.30	98.24	99.56	98.78	100.08	99.09	99.57	101 32
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	C:	5 200	6 100	6.462	6 727	6 672	7 000	7.224	7 401
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	51	5,399	0,122	0,402	0,737	0,073	1,222	1,334	7,481
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Ti	0,307	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	AI	2,294	1,852	1,499	1,221	1,281	0,764	0,652	0,518
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	В	0,000	0,021	0,039	0,042	0,046	0,014	0,014	0,000
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	ΣΙν	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Al	1,678	3,752	3,087	2,939	2,957	2,445	2,381	2,489
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Fe <sup>2+</sup>	3,183	0,188	0,001	0,001	0,000	0,001	0,016	0,003
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Mn	0,069	0,018	0,010	0,011	0,006	0,002	0,017	0.020
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Mg	0,339	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Zn	0,005	0,003	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,006
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Li	0,166	0,224	2,231	2,421	2,419	3,418	3,461	3,060
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	ΣVI	5,440	4,185	5,329	5,375	5,382	5,866	5,875	5,578
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Sr	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Ba	0,001	0,003	0,002	0,000	0,001	0,002	0,002	0,001
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Ca	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	K	1,854	1,727	1,808	1,738	1,731	1,672	1,733	1,718
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Na	0,009	0,179	0,078	0,086	0,134	0,109	0,054	0,046
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Rb	0,026	0,059	0,128	0,162	0,152	0,165	0,133	0,107
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Cs	0,000	0,001	0,004	0,007	0,008	0,067	0,072	0,060
Σ cat         15,335         14,156         15,350         15,370         15,407         15,882         15,869         15,510           OH         3,401         3,539         2,233         1,578         1,810         0,668         0,974         0,572           F         0,593         0,456         1,763         2,418         2,187         3,325         3,021         3,426           C1         0,005         0,005         0,005         0,002         0,007         0,005         0,002           O         23,401         23,539         22,233         21,578         21,810         20,668         20,974         20,572	ΣΧΙΙ	1.897	1,971	2,021	1.995	2.027	2,016	1.996	1.933
OH         3,401         3,539         2,233         1,578         1,810         0,668         0,974         0,572           F         0,593         0,456         1,763         2,418         2,187         3,325         3,021         3,426           C1         0,005         0,005         0,005         0,002         0,007         0,005         0,002           Q         23,401         23,539         22,233         21.578         21.810         20.668         20.974         20.572	Σ cat	15,335	14,156	15,350	15,370	15,407	15,882	15,869	15,510
F         0,593         0,456         1,763         2,418         2,187         3,325         3,021         3,426           C1         0,005         0,005         0,005         0,005         0,002         0,007         0,005         0,002           Q         23,401         23,539         22,233         21,578         21,810         20,668         20,974         20,572	OH	3,401	3,539	2,233	1,578	1,810	0,668	0,974	0.572
Cl 0,005 0,005 0,005 0,005 0,002 0,007 0,005 0,002 O 23,401 23,539 22,233 21.578 21.810 20.668 20.974 20.572	F	0,593	0,456	1.763	2,418	2,187	3.325	3.021	3.426
O 23,401 23,539 22,233 21,578 21,810 20,668 20,974 20,572	Cl	0,005	0.005	0,005	0,005	0,002	0.007	0.005	0.002
	0	23,401	23,539	22,233	21,578	21,810	20,668	20,974	20,572

Počítáno na 24 aniontů, \*  $H_2O$  počítáno ze stochiometrie F+OH = 4. Calculated on a basis of 24 anions, \*  $H_2O$  calculated from stoichiometry F+OH = 4

calculated from stolenometry P+OF = 4 1 – biotit z granitické jednotky (1), 2 – muskovit z muskovit-albitové subjednotky (3a), 3 – trilithionit z vnější lepidolit-albitové subjednotky (3b), 4 a 5 – trilithionit z vnitřní lepidolit-albitové subjednotky (3c), 6 – 8 – po-lylithionit z lepidolitové jednotky (4). 1 – biotite from granitic unit (1), 2 – muscovite from muscovite–albite subunit (3a), 3 – trilithionite from outer lepidolite-albite subunit (3b), 4 and 5 – trilithionite from inner lepidolite-albite subunit (3c), 6 – 8 – polylithio-

nite from lepidolite unit (4).

Tab. 4. Chemické složení turmalínů z masivních jednotek pegmatitu od Dobré Vody. Tab. 4. Chemical composition of tourmalines from massive units in pegmatite at Dobrá Voda.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sample	1286	1288	1391	1505	1497	1609	1613	5055	y670	y662
SiO <sub>2</sub>	35,04	35,14	35,38	36,80	36,94	38,82	38,18	38,29	38,59	37,34
P205	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,14	0,12	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,64	33,52	33,75	35,73	38,03	43,30	42,08	42,50	42,01	36,06
FeOtot	14,50	14,90	14,64	8,10	5,35	0,05	0,00	0,07	0,00	9,95
MnO	0,29	0,43	0,35	0,35	0,84	0,00	0,08	0,21	0,00	0,57
MgO	0,05	0,02	0,17	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,05	0,00	0,01	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,02	0,00	0,03	0,10	0,18	0,00	0,04	0,08	0,00	0,00
Na <sub>2</sub> O	1,35	1,67	1,58	2,48	2,40	1,45	1,67	1,70	1,80	1,54
K <sub>2</sub> O	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
F	0,42	0,49	0,22	1,17	0,92	0,39	0,64	0,59	0,77	0,05
O=F	-0,18	-0,21	-0,09	-0,49	-0,39	-0,16	-0,27	-0,25	-0,32	-0,02
total	85,24	86,12	86,20	84,46	84,38	83,85	82,43	83,23	82,87	85,50
Si	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Р	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,004	0,001	0,000
Ti	0,005	0,018	0,015	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Al	6,789	6,745	6,746	6,866	7,280	7,887	7,794	7,849	7,698	6,829
Fe <sup>2+</sup>	2,076	2,128	2,076	1,104	0,727	0,006	0,000	0,009	0,000	1,337
Mn	0,042	0,062	0,050	0,048	0,116	0,000	0,011	0,028	0,000	0,078
Mg	0,013	0,005	0,043	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,006	0,000	0,001	0,018	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	0,004	0,000	0,005	0,017	0,031	0,000	0,007	0,013	0,000	0,000
Na	0,448	0,553	0,520	0,784	0,756	0,435	0,509	0,516	0,543	0,480
K	0,004	0,004	0,009	0,006	0,004	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002
F	0,227	0,265	0,118	0,603	0,473	0,191	0,318	0,292	0,379	0,025
0	24,447	24,495	24,530	23,592	23,957	23,960	23,804	23,947	23,633	23,886
Σ cat	15,388	15,516	15,465	14,850	14,926	14,328	14,322	14,422	14,244	14,726
$\Sigma$ an	24,675	24,760	24,648	24,196	24,429	24,150	24,122	24,239	24,012	23,912

Normalizováno na 6 Si apfu; normalized on a basis of 6 Si apfu.

Normalizováno na 6 Si aptů; normalized on a básis of 6 Si aptů. 1 – fotit I a 2 – skoryl z granitické jednotky (1), 3 – skoryl z muskovit-albitové subjednotky (3a), 4 – Fe-elbait (indigolit) z lemu kolem amblygonitu I, 5 – Fe-elbait (verdelit I) z muskovit-albitové subjednotky (3a), 6 – rossmanit a 7 – elbait (rubelit) z vnější lepidolit-albitové subjednotky (3b), 8 – elbait (rubelit) z vniťňí lepido-lit-albitové subjednotky (3c), 9 – elbait (rubelit) a 10 – fotiti II z lepidolitové jednotky (4). 1 – fotitie I and 2 – schorl from granitic unit (1), 3 – schorl from muscovite-albite subunit (3a), 4 – Fe-elbaite (indicolite) from rim around amblygonite I, 5 – Fe-elbaite (verdelite I) from muscovite-albite subunit (3a), 6 – recomprise and 7. – albait (rubelit) from form elbaite albite subunit (3a).

rossmanite and 7 - elbaite (rubelite) from outer lepidolite-albite subunit (3b), 8 - elbaite (rubelite) from inner lepidolite-albite subunit (3c), 9 - elbaite (rubelite) and 10 - foitite II from lepidolite unit (4).

Tab. 5. Chemické složení turmalínů z dutin pegmatitu od Dobré Vody. Tab. 5. Chemical composition of tourmalines from pockets in pegmatite at Dobrá Voda.

-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sample	2024	2025	3034	3035	1013	1018	4040	4044	5017	5018
SiO <sub>2</sub>	39,03	38,29	39,25	38,65	37,76	38,78	38,85	38,82	36,17	37,17
P205	0,00	0,00	0,07	0,08	0,10	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41,47	41,68	40,33	39,50	36,72	39,38	40,10	41,09	34,72	35,35
FeO	0,00	0,00	0,20	0,24	4,16	1,80	3,08	0,33	11,84	9,49
MnO	0,18	0,01	0,95	1,06	1,30	2,27	0,47	0,28	0,31	0,79
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01
CaO	0,06	0,01	0,21	0,15	0,41	0,24	0,00	0,03	0,01	0,01
Na <sub>2</sub> O	1,85	1,70	2,11	2,11	2,47	2,13	2,25	1,91	1,10	1,56
K <sub>2</sub> O	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00
F	0,93	0,55	0,98	1,04	1,26	0,77	0,00	0,45	0,05	0,00
O=F	-0,39	-0,23	-0,41	-0,44	-0,53	-0,32	0,00	-0,19	-0,02	0,00
total	83,17	82,01	83,70	82,45	83,67	85,09	84,80	82,76	84,25	84,38
Si	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Р	0,000	0,000	0,009	0,011	0,013	0,000	0,001	0,003	0,001	0,000
Ti	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000
Al	7,513	7,697	7,266	7,227	6,877	7,181	7,299	7,485	6,788	6,725
Fe <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,026	0,031	0,553	0,233	0,398	0,043	1,643	1,281
Mn	0,023	0,001	0,123	0,139	0,175	0,297	0,061	0,037	0,044	0,108
Mg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Zn	0,001	0,000	0,000	0,005	0,002	0,000	0,001	0,000	0,005	0,001
Ca	0,010	0,002	0,034	0,025	0,070	0,040	0,000	0,005	0,002	0,002
Na	0,551	0,516	0,625	0,635	0,761	0,639	0,674	0,572	0,354	0,488
K	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,004	0,000	0,004	0,004	0,000
F	0,452	0,273	0,474	0,511	0,633	0,377	0,000	0,220	0,026	0,000
0	23,360	23,671	23,181	23,134	23,212	23,479	23,756	23,496	24,044	23,724
Σcat	14,104	14,217	14,085	14,075	14,451	14,396	14,438	14,148	14,840	14,605
Σ an	23,812	23,944	23,655	23,644	23,846	23,856	23,756	23,716	24,070	23,724

Normalizováno na 6 Si apfu; normalized on a basis of 6 Si apfu. 1-4-elbait (rubelit) z dutin s rubelitem (5), 5 a 7 Fe-elbait (verdelit II), 6 a 8 elbait (rubelit), 9 a 10-foitit II

vše z dutin s verdelitem (6). 1 - 4 - elbaite (rubelite) from rubelite-bearing pockets (5), 5 and 7 Fe-elbaite (verdelite II), 6 and 8 elbaite (rubelite), 9 and 10 - foitite II all from verdelite-bearing pockets (6).

Tab. 6. Chemické složení manganocolumbitu z pegmatitu od Dobré Vody. Tab. 6. Chemical composition of manganocolumbite from pegmatite at Dobrá Voda.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sample	MMC39	CDV70	CDV70	CDV70	CDV50	CDV20	CDV60	VC120	MMC37	MMC37
WO3	2,25	2,49	2,26	0,94	2,88	1,90	1,96	3,16	0,02	0,00
Nb2O5	65,70	65,70	65,50	57,30	64,30	64,30	64,40	64,30	43,10	37,10
Ta2O5	11,10	11,60	11,60	20,80	12,30	13,80	13,10	12,20	38,30	44,80
TiO <sub>2</sub>	0,51	0,58	0,41	0,07	0,26	0,40	0,51	0,80	0,00	0,00
SnO <sub>2</sub>	0,12	0,10	0,04	0,00	0,10	0,02	0,07	0,08	0,00	0,88
UO2	0,04	0,06	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00
Sc2O3	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,05
As2O3	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
CaO	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,04	0,03
MnO	11,90	14,30	15,80	17,40	16,90	17,50	17,40	16,90	17,60	16,30
FeO <sub>tot</sub>	7,79	5,10	3,81	1,94	2,64	1,68	2,18	2,70	0,00	0,00
total	99,45	99,95	99,46	98,51	99,42	99,78	99,66	100,16	99,12	99,19
W	0,069	0,076	0,070	0,030	0,089	0,059	0,061	0,097	0,001	0,000
Nb	3,526	3,513	3,521	3,233	3,478	3,472	3,471	3,444	2,604	2,313
Ta	0,358	0,373	0,375	0,706	0,400	0,448	0,425	0,393	1,392	1,680
Ti	0,046	0,052	0,037	0,007	0,023	0,036	0,046	0,071	0,000	0,000
Sn	0,006	0,005	0,002	0,000	0,005	0,001	0,003	0,004	0,000	0,048
U	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Sc	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,006	0,006
As	0,001	0,001	0,001	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001
Sb	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Bi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	0,001	0,000	0,000	0,003	0,003	0,001	0,000	0,000	0,006	0,004
Mn	1,197	1,432	1,591	1,839	1,712	1,770	1,757	1,696	1,992	1,904
Fe <sup>2+</sup>	0,773	0,504	0,379	0,202	0,264	0,168	0,217	0,268	0,000	0,000
Σ cat	5,981	5,958	5,977	6,023	5,976	5,962	5,984	5,974	6,001	5,958
And and a second se		and the second se					the second se	the second se		the second se

Počítáno na 12 kyslíků, Bi, Y a Mg pod mezí detekce. Calculated on a basis of 12 oxygens, Bi, Y and Mg below detection limit.

1 – 4 – manganocolumbit I z muskovit-albitové subjednotky (3a), 5 – 8 – manganocolumbit I z vnější lepidolit-albitové subjednotky (3b), 9 a 10 – manganocolumbit II z vnitřní lepidolit-albitové subjednotky (3c). 1 - 4 – manganocolumbite I from muscovite-albite subunit (3a), 5 – 8 – manganocolumbite I from outer lepi-

dolite-albite subunit (3b), manganocolumbit II from inner lepidolite-albite subunit (3c).

comple	1	2	3	4
sample	MMC18	MMC18	MMC37	3298
WO <sub>3</sub>	0,56	0,52	0,46	0,25
Nb2O5	5,86	6,78	9,84	10,97
Ta2O5	49,80	49,40	46,80	44,52
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,21
SnO <sub>2</sub>	0,82	0,80	0,67	0,60
UO2	0,05	0,00	0,04	0,27
Y203	1,10	1,11	1,13	n.d.
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39,70	40,60	40,60	41,86
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	0,26	0,34	0,29
Sc2O3	n.d.	n.d.	n.d.	0,74
MnO	0,00	0,00	0,03	0,13
FeO <sub>tot</sub>	0,03	0,00	0,01	0,13
SrO	0,09	0,15	0,10	n.d.
BaO	0,02	0,00	0,09	n.d.
PbO	0,10	0,08	0,07	0,00
total	98,37	99,69	100,16	99,97
W	0,009	0,008	0,007	0,004
Nb	0,158	0,179	0,253	0,280
Ta	0,806	0,784	0,725	0,682
Ti	0,000	0,000	0,000	0,009
Sn	0,019	0,019	0,015	0,013
U	0,001	0,000	0,001	0,003
Y	0,035	0,034	0,034	-
Sb	0,974	0,977	0,954	0,973
Bi	0,004	0,004	0,005	0,004
Sc	-	-	-	0,036
Mn	0,000	0,000	0,001	0,006
Fe <sup>2+</sup>	0,001	0,000	0,000	0,006
Sr	0,003	0,005	0,003	-
Ba	0,000	0,000	0,002	-
Pb	0,002	0,001	0,001	0,000
Σcat	2,011	2,011	2,003	2,017

Tab. 7. Chemické složení stibiotantalitu z pegmatitu od Dobré Vody. Tab. 7. Chemical composition of stibiotantalite from pegmatite at Dobrá Voda.

Počítáno na 4 kyslíky, Na, K, Cs a F pod mezí detekce. Calculated on a basis of 4 oxygens, Na, K, Cs and F below detection limit.

1 a 2 – stibiotantalit ze spodumen-křemenného agregátu, 3 a 4 – stibiotantalit z vnitřní lepidolit-albitové subjednotky (3c).

1 and 2 – stibiotantalite from spodumene-quartz aggregate, 3 and 4 – stibiotantalite from inner lepidolite-albite subunit (3c).

	1	2	3	4	5	6
sample	MMC37	MMC37	MP703	MP704	MP707	MP706
WO <sub>2</sub>	0,08	0,00	0,21	0,60	0,73	0,63
Nb,O,	11,10	12,60	13,90	13,60	12,70	12,80
Ta O.	52,40	62,40	63,20	62,70	64,00	64,80
SnO <sub>2</sub>	1,12	0,24	0,66	0,42	0,36	0,32
UO,	0,01	0,01	0,00	0,06	0,10	0,10
Y.0.	0,47	0,12	0,00	0,02	0,00	0,03
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,10	7,55	4,41	2,73	2,38	2,01
Bi2O3	1,08	1,00	0,17	0,06	0,13	0,02
CaO	0,99	6,08	6,45	9,59	7,47	9,77
MnO	0,16	0,52	0,31	0,53	2,26	0,39
FeO,	0,74	0,27	0,14	0,68	1,02	0,54
SrO	3,30	1,97	4,00	2,23	0,87	1,03
BaO	0,72	0,37	0,55	0,38	0,30	0,03
PbO	0,04	0,09	0,00	0,00	0,06	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,52	1,66	0,28	0,90	2,77	3,79
K <sub>2</sub> Õ	0,18	0,18	0,10	0,03	0,04	0,02
Cs,O	0,00	0,10	0,01	0,14	0,00	0,00
F	0,31	0,47	0,38	0,50	1,70	2,29
O=F	-0,13	-0,20	-0,16	-0,21	-0,72	-0,96
total	93,19	95,43	94,61	94,96	96,17	97,61
w	0,002	0,000	0,005	0,013	0,016	0,014
Nb	0,520	0,503	0,534	0,527	0,492	0,49
Та	1,478	1,497	1,461	1,460	1,492	1,495
$\Sigma B cat$	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sn	0,046	0,008	0,022	0,014	0,012	0,01
U	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002
Y	0,026	0,006	0,000	0,001	0,000	0,00
Sb	0,859	0,275	0,155	0,096	0,084	0,07
Bi	0,029	0,023	0,004	0,001	0,003	0,00
Ca	0,110	0,575	0,588	0,880	0,686	0,88
Mn	0,014	0,039	0,022	0,038	0,164	0,02
Fe <sup>2+</sup>	0,064	0,020	0,010	0,049	0,073	0,03
Sr	0,198	0,101	0,197	0,111	0,043	0,05
Ba	0,029	0,013	0,018	0,013	0,010	0,00
Pb	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001	0,00
Na	0,105	0,284	0,046	0,149	0,460	0,62
K	0,024	0,020	0,011	0,003	0,004	0,00
Cs	0,000	0,004	0,000	0,005	0,000	0,00
$\Sigma$ A cat	1,506	1,369	1,073	1,362	1,544	1,71
F	0,102	0,131	0,102	0,135	0,461	0,61
0	6,895	6,310	6,097	6,287	6,147	6,15
Σan	6,997	6,441	6,200	6,423	6,608	6,76

Tab. 8. Chemické složení minerálů skupiny mikrolitu z pegmatitu od Dobré Vody. Tab. 8. Chemical composition of microlite group minerals from pegmatite at Dobrá Voda.

Normalizováno na základě 2 ( $W^{6+}$ ,  $Nb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $Ti^{4+}$ ). Normalized on a basis of 2 ( $W^{6+}$ ,  $Nb^{5+}$ ,  $Ta^{5+}$ ,  $Ti^{4+}$ ). 1 a 2 – stibiomikrolit, 3 – 6 – mikrolit. 1 and 2 – stibiomicrolite, 3 – 6 – microlite.

sample	1 DV1	2 DV2	3 DV3	4 DV4	sample	1 DV1	2 DV2	3 DV3	4 DV4
WO	0.70	0.46	0.57	0.40	W	0.017	0.011	0.013	0.000
Nh O	12.65	12.46	12 74	22.23	Nb	0.521	0.514	0.516	0,850
Ta.O.	58.44	59.02	59.89	49.14	Ta	1.448	1.464	1,458	1.130
TiO,	0.21	0,17	0.20	0.19	Ti	0,014	0,012	0,013	0,012
UO2	0,25	0,27	0,00	0.00	Σ B cat	2 000	2 001	2 000	2 001
Sc202	0,41	0,42	0,19	0.36	2 D cat	2,000	2,001	2,000	2,001
BioOa	0,11	0,13	0,13	0.12	U	0,005	0,005	0,000	0,000
Sb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	13.80	14.53	14,46	15.10	Sc	0,033	0,033	0,015	0,027
SnO	0.12	0.13	0.34	0.37	Bi	0,003	0,003	0,003	0,003
MnO	0.17	0.12	0.86	0.08	Sb	0,518	0,546	0,534	0,526
CaO	1.04	0.71	0.07	0.11	Sn <sup>2+</sup>	0,004	0,005	0,012	0,012
Na O	2 74	2 10	0.90	2 50	Mn	0,013	0,009	0,065	0,006
Cs O	6.28	7 32	913	630	Ca	0,102	0,069	0,007	0,010
C320	0,20	1 92/20	2,10	0.00	Na	0,484	0,371	0,156	0,410
total	96,92	97,84	99,48	96.90	Cs	0,244	0,285	0,348	0,227
					Σ A cat	1,406	1,328	1,140	1,220
					Σ an	6,329	6,301	6,175	6,190

Tab. 9. Chemické složení cesstibitantitu z pegmatitu od Dobré Vody (Novák a ŠREIN 1998). Tab. 9. Chemical composition of cesstibitantite from pegmatite at Dobrá Voda (Novák and ŠREIN 1998).

Normalizováno na základě 2 (W<sup>6+</sup>, Nb<sup>5+</sup>, Ta<sup>5+</sup>, Ti<sup>4+</sup>). Normalized on a basis of 2 (W<sup>6+</sup>, Nb<sup>5+</sup>, Ta<sup>5+</sup>, Ti<sup>4+</sup>).

Tab. 10. Chemické složení manganotantalitu z pegmatitu od Dobré Vody. Tab. 10. Chemical composition of manganotantalite from pegmatite at Dobrá Voda.

	1	2	3	4	5
sample	v191	MP75	MP72	V194	MP71
WO <sub>3</sub>	0,88	1,23	0,82	0,56	0,35
Nb2O5	14,30	16,20	14,10	12,80	11,00
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	62,60	63,50	66,00	66,70	70,90
TiÕ,	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00
SnO <sub>2</sub>	0,73	0,81	0,65	0,57	0,63
UO <sub>2</sub>	0,09	0,00	0,05	0,00	0,08
Sb2O3	0,09	0,11	0,07	0,20	0,00
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,23	0,00	0,09	0,05	0,05
CaO	0,15	0,05	0,13	0,93	0,13
MnO	12,60	11,50	10,80	10,10	8,46
FeO <sub>tot</sub>	4,40	4,10	4,40	4,28	6,42
total	96,11	97,50	97,12	96,19	98,02
W	0,037	0,050	0,034	0,024	0,015
Nb	1,038	1,151	1,019	0,939	0,805
Ta	2,733	2,713	2,870	2,942	3,121
Ti	0,005	0,000	0,001	0,000	0,000
Sn	0,047	0,051	0,041	0,037	0,041
U	0,003	0,000	0,002	0,000	0,003
Sb	0,006	0,007	0,005	0,013	0,000
Bi	0,010	0,000	0,004	0,002	0,002
Ca	0,026	0,008	0,022	0,162	0,023
Mn	1,713	1,530	1,463	1,388	1,160
Fe <sup>2+</sup>	0,591	0,539	0,588	0,581	0,869
Σ cat	6,208	6,050	6,049	6,087	6,037

Počítáno na 12 kyslíků. Calculated on a basis of 12 oxygens.