MINERALOGIE ELBAITOVÉHO PEGMATITU Z DOLNÍ ROŽÍNKY

MINERALOGY OF THE ELBAITE-SUBTYPE PEGMATITE FROM DOLNÍ ROŽÍNKA

FRANTIŠEK NOVOTNÝ, JAN CEMPÍREK

Abstract

Novotný F., Cempírek J., 2021: Mineralogie elbaitového pegmatitu z Dolní Rožínky. - Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 106, 1, 3-33 (with English summary).

Mineralogy of the elbaite-subtype pegmatite from Dolní Rožínka

The elbaite-subtype granitic pegmatite from Dolní Rožínka, Czech Republic, is a highly fractionated pegmatite with complex mineralogy and distinct evolution of mineral composition. The pegmatite dike is zoned and from the contact inward can be divided into a graphic unit with biotite (and graphic intergrowths of quartz with tourmaline or garnet), a graphic unit with beryl, blocky unit, albite unit, and pockets. Compositional evolution of tourmaline, beryl, garnet, mica, and Nb,Ta,Sn-oxides was studied in detail. Primary tourmaline develops from Mg-rich, slightly Al-deficient schorl, through Li-rich schorl, to Mn-rich elbaite, in pockets with increased Ca and F contents. Boron-rich fluid allowed formation of metasomatic vein tourmaline enriched in F, Ca, Mn and Mg (schorl, fluor-schorl, fluor-elbaite, elbaite) and secondary metasomatic tourmalines; tourmaline after biotite is rich in Mg and strongly Al-deficient, tourmaline after plagioclase evolves from fluor-elbaite, to fluor-liddicoatite and *liddicoatite*. Early beryl is partially enriched in Na and Mg, whereas content of Na and Cs increase towards the pegmatite center; secondary beryl is strongly enriched in Cs and Na (pezzottaite and very rare avdeevite). Garnet (Fe-bearing spessartine) evolves from $\text{Sps}_{56-61}\text{Alm}_{38-42}$ in the graphic zone to $\text{Sps}_{72-79}\text{Alm}_{33}$ in the albite zone. From micas, biotite is the most common whereas polylithionite (in pockets) and secondary muscovite are rare; polylithionite locally contains inclusions of Cs-rich polylithionite to sokolovaite. Columbite-group minerals show evolution trend with high Mn/(Mn+Fe) that corresponds to F-rich pegmatites. Albite zone contains common Mn-enriched fluorapatite and secondary bertrandite after beryl. Other accessory minerals include pyrochlore-microlite, cassiterite, zircon, and in submicroscopic inclusions also pollucite and petalite. Textural and compositional evolution of the pegmatite from Dolní Rožínka is similar to the elbaite-subtype pegmatites from Pikárec, Rudolfov, and Ctidružice by the presence of common cleavelandite, common graphic textures and complex mineralogy; on the other hand, the Řečice pegmatite has distinctly different, less complex textural development.

Key words: elbaite, pegmatite, tourmaline, beryl, fractionation, Moldanubicum, Czech Republic

František Novotný, Department of Geological Sciences, Masaryk University, Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: 451144@mail.muni.cz

Jan Cempírek, Department of Geological Sciences, Masaryk University, Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic

1. ÚVOD

Pegmatity elbaitového subtypu jsou typické pro oblast moldanubika a dnes je známo asi 15 pegmatitových těles (Novák 2005). Elbaitový pegmatit v Dolní Rožínce patří spolu s elbaitovým pegmatitem v Řečici (STANĚK a POVONDRA 1987, NOVÁK a KORBEL 1987) mezi nedávno objevené (NOVÁK a MAZUCH 1987) ve srovnání s klasickými lokalitami jako Pikárec a Strážek (KRUŤA 1949) nebo Rožná. Dosud bylo tomuto pegmatitu věnováno celkem 5 publikací (NOVÁK a MAZUCH 1987, NOVOTNÝ a MAZUCH 1999, NOVÁK *et al.* 2000, PAULIŠ a MAZUCH 2003, ZAHRADNÍČEK a NOVÁK 2012), které byly doplněny o 4 další práce autora (NOVOTNÝ 2018, NOVOTNÝ *et al.* 2019, NOVOTNÝ a CEMPÍREK 2019, NOVOTNÝ 2020).

Přestože je elbaitový subtyp ekonomicky významný z hlediska produkce drahých kamenů (např. Madagaskar, Myanmar, Rusko, Afghánistán, Brazílie), velká část lokalit je nedostatečně prozkoumána a vědecky zpracována; dílčí práce se zaměřují na jednotlivé minerály a nevěnují dostatečnou pozornost celkové mineralogii a texturám, kterými jsou elbaitové pegmatity zajímavé. Studium západomoravských elbaitových pegmatitů proto významně přispívá k objasnění magmatických a postmagmatických procesů pegmatitech elbaitového subtypu.

V této práci přinášíme zpřesněný popis pegmatitu (stavba, textury, mineralogie) a první souhrnná data k vývoji složení minerálů s využitím elektronové mikrosondy. Detailně byly zpracovány nejvýznamnější skupiny minerálů, především skupina turmalínu, slídy, beryl, granáty, živce, oxidy Nb, Ta a Sn, zirkon, apatit a další akcesorické minerály. Diskutovány jsou trendy vývoje chemického složení minerálů v porovnání s jinými elbaitovými pegmatity moldanubika.

2. LOKALIZACE A GEOLOGICKÁ POZICE

Lithný pegmatit Dolní Rožínka je situován přibližně 43 km severozápadně od Brna a necelých 7 km jihozápadně od Bystřice nad Pernštejnem. Studovaná lokalita patří do moldanubické oblasti Českého masivu, konkrétně do strážeckého moldanubika; to je tvořeno především pestrou (drosendorfskou) jednotkou moldanubika se silně metamorfovanými variskými horninami, především migmatity, migmatitizovanými pararulami, amfibolity, mramory, a méně pak gföhlskou jednotkou charakterizovanou především světlými granulity, serpentinizovanými peridotity v asociaci s migmatity a Kfs-Sil-pararulami (SCHULMANN 2005, PERTOLDOVÁ *et al.* 2010). Elbaitový pegmatit je situován přibližně 300 m ZSZ od obecního úřadu v Dolní Rožínce. Několik desítek metrů sv. se nachází zatopený jámový lom v dolomitických mramorech.

Východní část moldanubika (strážecké pegmatitové pole; NOVÁK a CEMPÍREK 2010) je známá výskytem vzácnoprvkových pegmatitů elbaitového subtypu, které byly v této oblasti poprvé definovány (Novák a POVONDRA 1995). Patří sem pegmatity Řečice (Novák 1999, FLÉGR 2016), Pikárec (ZAHRADNÍČEK 2012) a zřejmě i Strážek. V širším okolí výše zmíněných lokalit se nachází celá řada primitivních dutinových pegmatitů (přehled uvádí např. GADAS *et al.* 2012, 2014, 2015, MOZOLA *et al.* 2017, GADAS a NOVÁK 2020), ale i několik silně frakcionovaných pegmatitů především lepidolitového (Rožná, Dolní Bory, Dobrá Voda, Laštovičky, Drahonín; např. NOVÁK *et al.* 1998, NOVÁK a STANĚK 1999) a beryl-columbitového subtypu (Věžná; TOMAN a NOVÁK 2020). Mineralogické a geologické poměry pegmatitů strážeckého pegmatitového pole shrnuli např. NOVÁK (2005) a NOVÁK a CEMPÍREK (2010).

3. PŘEHLED VÝZKUMŮ NA LOKALITĚ DOLNÍ ROŽÍNKA

První písemná zmínka o výskytu lithného pegmatitu pochází od Nováka a MAZUCHA (1987), kteří na základě balvanů nalezených A. Vysloužilem a J. Mazuchem na okraji lesa asi 0,5 km severně od výchozu žíly stručně popsali jeho minerální asociaci a stavbu. Výchoz pegmatitu popsali poprvé NOVOTNÝ a MAZUCH (1999), kteří na základě terénních prací ověřili stavbu pegmatitu a minerální asociace jednotlivých jednotek (obr. 1). Těleso pegmatitu má směr 5° a je strmě ukloněná mezi 70–86° k východu, s maximální zjištěnou

mocností až 1,3 m; proniká dolomitické mramory obsahující malé šupinky flogopitu a vzácně také spinel. V severozápadní části pegmatitu se nachází 15 cm mocná drcená zóna mylonitu tvořená dolomitickým mramorem a jílovými minerály. V jižní části pegmatitu byla zastižena na kontaktu s pegmatitem značně alterovaná amfibolická rula (NOVOTNÝ a MAZUCH 1999).

Podle Novotného a MAZUCHA (1999) je pegmatit pravděpodobně symetricky zonální, s okrajovým aplitickým pegmatitem, dále blokovým a grafickým pegmatitem, a hnízdy metasomatického albitu s Li,Be-mineralizací. Okraj těchto albitových akumulací je často lemován grafickou jednotkou obsahující šedožlutý beryl; spolu s cleavelanditem se objevují krystaly Li-turmalínů zpravidla růžovofialové barvy. Novák *et al.* (2000) uvedli Fe/Mg a Fe/Mn poměry v annitu, granátu a turmalínu a jejich vývoj. PAULIŠ a MAZUCH (2003) popsali minerál, který rentgenografickou analýzou odpovídá amblygonit-montebrasitu. Dosud poslední publikace týkající se elbaitového pegmatitu Dolní Rožínka pochází od ZAHRAD-NÍČKA a NOVÁKA (2012), kteří potvrdili, že Li-slída odpovídá polylithionitu, který je typický pro elbaitový subtyp granitických pegmatitů (NOVÁK a POVONDRA 1995). Revizi mineralogie a detailní popis pegmatitu nově provedli NOVOTNÝ (2018), NOVOTNÝ *et al.* (2019), NOVOTNÝ a CEMPÍREK (2019) a NOVOTNÝ (2020).



Obr. 1. Horizontální řez elbaitovým pegmatitem z Dolní Rožínky (upraveno podle ΝουστΝΥ a MAZUCH 1999, a NOVOTNY 2020).

Fig. 1. Horizontal cross-section across the elbaite pegmatite from Dolní Rožínka (modified after Novotný and MAZUCH 1999, and Novotný 2020).

4. METODIKA

4.1. EMPA

Složení minerálů bylo studováno ve 32 výbrusech a nábrusech na elektronové mikrosondě Cameca SX 100 na pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy ÚGV, Příro-

dovědecké fakulty, Masarykovy Univerzity (operátory Mgr. Jakubem Haiflerem, Mgr. Petrem Gadasem Ph.D. a doc. Mgr. Radkem Škodou Ph.D.). BSE snímky a bodové chemické analýzy byly prováděny vlnově disperzními spektrometry za těchto analytických podmínek: urychlovací napětí 15 kV, elektrický proud 10 nA, průměr elektronového svazku 5 µm. Pro analýzy jednotlivých minerálů byly použity následující standardy: turmalín (Na - albit; Si, Ca wollastonit; Al - sanidin; Mg - pyrop; Ti - titanit; Cr - chromit; Pb, V, Cl - vanadinit; K - ortoklas; Fe - almandin; Mn - spessartin; Zn - gahnit; F - topaz; Ni - Ni₂SiO₄; Sc -ScVO₄), živec (Na - albit; Si - andradit; Al - sanidin; P - fluorapatit; Ba - baryt; Ca - wollastonit; K - ortoklas; Fe - almandin; Mn - spessartin; Sr - SrSO₄; Pb - vanadinit), slídy (Na - albit; Si, Ca - wollastonit; Al - sanidin; Mg - pyrop; V, Cl - vanadinit; Ti - titanit; Cr - chromit; Ba - baryt; K - ortoklas; Fe - almandin; Mn - spessartin; Zn - gahnit; F topaz; Sr - SrSO₄; Ni - Ni₂SiO₄; Sc - ScVO₄; Rb - leucit; Cs - pollucit), granát (Na - albit; Si, Ca, Fe - andradit; Al, K - sanidin; Mg - pyrop; Ti - titanit; Cr - chromit; Mn spessartin; F - topaz; P - fluorapatit; Y - YAG; V - vanadinit; Sn - Sn), beryl (Na - albit; Si, Ca - wollastonit; Al - sanidin; Mg - pyrop; Cs - pollucit; Cr - chromit; Ti - titanit; Ba - baryt; K - ortoklas; Fe - almandin; Mn - spessartin; V, Cl - vanadinit; Zn - gahnit; F - topaz; Sr - SrSO₄; Ni - Ni₂SiO₄; Sc - ScVO₄; Rb - leucit), Nb, Ta oxidy (Fe - hematit; W - W; Ti - anatas; Ca - fluorapatit; Na - albit; Ta - CrTa₂O₆; Al - sanidin; Nb columbit; Pb - vanadinit; U - U; Sn - Sn; Mg - pyrop; Zr - zirkon; Zn - gahnit; Y - YAG; Sb - Sb; Bi - Bi; Th - ThO₂; Si - andalusit; Sc - ScVO₄; F - topaz), kasiterit (Ta -CrTa2O6; Al - gahnit; Nb - columbit; Pb - vanadinit; Ca - andradit; Sn - Sn; Ti - anatas; Fe - hematit; Mn - Mn₂SiO₄; Sc - ScVO₄; W - W; Bi - Bi; Zr - zirkon), apatit (Na - albit; As - lammerit; Y - YAG; Si, Ca - wollastonit; Sr, S - SrSO₄; P - fluorapatit; Fe - almandin; Mn - spessartin; Pr - PrPO₄; Cl - vanadinit; U - UO₂; La - LaPO₄; Ce - CePO₄; Nd -NdPO₄; Th - CaTh(PO₄)₂; Ti - anatas; F - topaz), **zirkon** (Zr - zirkon; Si, Ca - wollastonit; Al - sanidin; U - UO₂; Th - CaTh(PO₄)₂; Nb - columbit; Ti - titanit; P - fluorapatit; Fe - almandin; F - topaz; Hf - Hf; Y - YAG; La - LaPO₄; Ce - CePO₄; Dy - DyPO₄; Er - $ErPO_4$; Yb - YbPO₄; Sc - ScVO₄; Ta - CrTa₂O₆)

4.2. Chemické složení minerálů a použité zkratky

Krystalochemické vzorce turmalínu byly vypočítány v programu Microsoft Excel s normalizací na 31 aniontů. Pro dopočet prvků byly použity následující předpoklady: B=3 *apfu*, Li=15-(Y+Z+T), OH=31-F-O. Rozpočet minimálního obsahu Fe³⁺ v turmalínech bez Li byl proveden na základě ideální stechiometrie a elektroneutrálního vzorce. Složení slíd bylo normalizováno na 12 aniontů. Lithium bylo dopočítáno podle empirického vzorce Li₂O [tri 4a] = (0,697*F) + 1,026 z práce TISCHENDORF *et al.* (1997). Živce byly normalizovány na sumu 5 kationtů; granáty a apatit na 8 kationtů; beryl na 6 Si; minerály skupiny columbitu na 3 kationty bez dopočtu Fe³⁺ (suma aniontů byla vždy velmi blízká ideálním 6 *apfu*), minerály skupiny pyrochloru na (Nb+Ta+W+Ti+Zr+Sn)=2 *apfu*; zirkon na 2 kationty; kasiterit na 1 kationt. Všechny binární a ternární diagramy byly vytvořeny v programu SigmaPlot. Tabulky se složením všech minerálů jsou dostupné v práci NOVOTNÉHO (2020).

U chemického složení minerálů je používána zkratka *apfu* (atoms per formula unit), která označuje počet atomů na vzorcovou jednotku. V textu se dále objevují zkratky (minerálů) uvedené v práci WHITNEY a EVANS (2010) a následující zkratky pro další minerály: Ply – polylithionit; Sok – sokolovait; Clb – columbit; Tan – tantalit; Pzt – pezzottait, Pol – pollucit. V textu byly dále použity následující zkratky: FOV (Field of view) – šířka záběru; hm. % – váhová procenta.

4.3. Ramanova spektroskopie

Ramanova spektroskopie byla použita na určení bertranditu. Měření proběhlo na přístroji Horiba LabRAM HR Evolution připojený na optický mikroskop Olympus BX-series s difrakční mřížkou s 600 drážkami na 1 mm a křemíkovým CCD detektorem chlazeným pomocí Peltierova článku. Jako kalibrační standard před spektrální analýzou byla použita křemíková destička (Rayleighova linie 520,6 cm⁻¹). Operátorem Ramanova spektrometru byl doc. Jan Cempírek. Pro měření byl použit modrý laser o excitaci 493 nm za těchto podmínek: akviziční čas 30 s, 1 akumulace, zvětšení objektivu 50×, měřený rozsah 100-4000 cm⁻¹. Srovnávací spektra pocházejí z mezinárodní databáze RRUFF, http://rruff.info (volně přístupné na internetu) a interní databáze organických a anorganických materiálů od Horiba Scientific, která je běžnou součástí přístroje.

5. VÝSLEDKY

5.1. Zonální stavba pegmatitu

NOVOTNÝ (2020) vycházel při popisu stavby pegmatitu z dostupné literatury, především z práce NOVOTNÝ a MAZUCH (1999), vzorků odebraných prof. M. Novákem, doc. J. Cempírkem, a z materiálu odebraného z ručně vykopané sondy na lokalitě v listopadu 2019.

Elbaitový pegmatit Dolní Rožínka tvoří zonální těleso pegmatitu texturně složené především z grafické jednotky, a dále blokové a albitové jednotky ve kterých se objevují dutiny. Kontakt a okrajovou jednotku se nepodařilo nalézt; aplit s Qtz>Kfs popsaný Novotným a MAZUCHEM (1999) by mohl být identický se vzácně nalezenými úlomky **jemnozrnného pegmatitu (aplitu)** s převažujícím K-živcem ($Or_{85}Ab_{15}$), relikty plagioklasu (An_{26-28}) a s hojným apatitem; jejich pozice v tělese pegmatitu není jasná, vzhledem k primitivnímu složení živců půjde ale o okrajovou jednotku. K okrajovým jednotkám může dále patřit balvan nalezený na poli na místě Li-pegmatitu, kde základní hmotu tvoří středně až hrubě zrnitý křemen a živec s lupínky muskovitu (do 5 mm) a kónickými krystaly černého turmalínu (do 2 cm); balvan byl poměrně alterovaný s vyvětralými turmalíny z čehož lze usuzovat na možný transport a může se tak jednat buď o jiný pegmatit, odžilek hlavní žíly nebo distální část pegmatitu bez lithné mineralizace.

V pegmatitu je objemově dominantní jednotka, kterou lze nejpřesněji označit jako grafickou jednotku (v rozporu s prací Novotný a Mazuch 1999, kteří ji označují jako hrubozrnný až blokový pegmatit). Nejvíce zastoupená grafická jednotka se nachází v několika odlišných typech. Primitivní grafická jednotka je od okraje tvořena pouze asociací Qz + Kfs/Pl + Bt (alterovaný); vzácně se v ní objevuje prismatický černý turmalín (Tur 1a1). Biotit je místy zatlačovaný metasomatickým turmalínem (Tur 1b), který je doprovázen (obvykle lemován) lithným metasomatickým turmalínem (Tur 1d). Grafická jednotka může přecházet do hnědošedého blokového K-živce a většinou je poblíž dutin zatlačována namodralým albitem (často grafickým). Blokový K-živec je často na kontaktu s cleavelanditem korodován (chybí ale albitizace produkující asociaci muskovit + křemen typická v jiných subtypech granitických pegmatitů - především v lepidolitovém, nebo v albitem bohatých pegmatitech beryl-columbitového subtypu) a je zatlačován pozdním nažloutlým K-živcem (obr. 2A), který se objevuje i v dutinách; mimo zóny albitizace může vzácně tvořit krystaly v dutinách (obr. 2B). Směrem do středu žíly se v grafické jednotce s biotitem objevují křemen-turmalínové grafické srůsty (Tur 1a2), méně pak křemen-granátové (obr. 3A). V okolí dutin se často nachází albitová grafická jednotka se třemi generacemi berylu: primitivní zelený beryl v podobě sloupcovitých srostlic (Brl 1), nejběžnější žlutý, dlouze prizmatický beryl (Brl 2) a vzácný bílý, krátce prizmatický beryl (Brl 3).

Albitová jednotka je složena z proměnlivého množství křemene, středně zrnitého bílého albitu, a v blízkosti dutin i masivního až lupenitého namodralého albitu-cleavelanditu (obr. 2A, 3B). V dutinách (obr. 3C) se nachází krystaly krémově bílého K-živce a šedého křemene s cleavelanditem, barevnými turmalíny, místy i s lepidolitem a vzácně s modrým apatitem. Minerály dutin (K-živec, šedý křemen, cleavelandit, turmalíny) jsou někdy potaženy mléčně bílou vrstvičkou drobných krystalků bílého křemene; na cleavelandit, šedý křemen (obr. 3E) nebo jemnozrnný křemen pak narůstají kouřově hnědé krystaly záhnědy borského typu (obr. 3F). Jemnozrnný bílý křemen může též tvořit jemnozrnnou SiO₂

hmotu s dutinkami se zbytky blokové jednotky (patrně masivní výplň dutin; obr. 3D). Velké dutinové turmalíny jsou zonální, mají černá jádra (Tur 2a), která přechází do růžového lemu (Tur 2b): vzácně jsou ukončeny modrým jehlicovitým turmalínem (Tur 2c). Poslední generací primárního turmalínu je jemnozrnný růžový turmalín (Tur 2d) narůstající na krystaly K-živce, šedého křemene a cleavelanditu v dutinách. Lepidolit obvykle narůstá v dutinách na cleavelandit, turmalín nebo K-živec.

Přehled minerálů jednotlivých zón je uveden v tabulce 1.



- Obr. 2. K-živce z blokové jednotky a dutin; A) blokový hnědý K-živce zatlačovaný pozdním bílým K-živcem a cleavelanditem v blízkosti dutiny (FOV 12 cm); B) blokový hnědý K-živec z dutiny (FOV 5 cm); foto F. Novotný.
- Fig. 2. K-feldspars from blocky unit and pocket; A) blocky brown K-feldspar replaced by a white K-feldspar and cleavelandite in close vicinity of a pocket (FOV 12 cm); B) blocky brown K-feldspar from pocket (FOV 5 cm); photo F. Novotný.



- Obr. 3. Fotografie typických textur jednotlivých zón pegmatitu; A) křemen graficky srůstající s Tur 2a a Grt v grafickém albitu (FOV 5 cm); B) dutinový cleavelandit (FOV 4 cm); C) dutinová asociace s křemenem, turmalínem a albitem (FOV 3 cm); D) jemnozrnná SiO₂ hmota (FOV 8 cm); E) starší šedý křemen obrůstaný pozdním záhnědovým křemenem (FOV 4 cm); F) záhněda v dutině na cleavelanditu a K-živ-ci (FOV 6 cm); foto F. Novotný.
- Fig. 3. Photographs of typical textures of different pegmatite units; A) graphic quartz intergrowths with Tur 2a and Grt in graphic albite (FOV 5 cm); B) pocket cleavelandite (FOV 4 cm); C) pocket association with quartz, tourmaline and albite (FOV 3 cm); D) fine-grained SiO₂ mass (FOV 8 cm); E) older gray quartz overgrown by a late smoky quartz (FOV 4 cm); F) smoky quartz in pocket, on top of cleavelandite and K-feldspar (FOV 6 cm); photo F. Novotný.

Tabulka 1.	Přehled	minerálů	v j	ednotkách	pegmatitu.
------------	---------	----------	-----	-----------	------------

Jednotka	Jemnozrnná	Grafická a bloková	Albitová	Dutiny		
Minerál	jednotka	jednotka	jednotka			
Křemen	(?)	++++	++	++++		
K-živec	++++	++++		+++		
Oligoklas	++					
Albit		++	++++	+++		
Turmalín		++++	+++	++		
Granát		+++	+			
Biotit		++				
Muskovit		+ (sek.)				
Polylithionit				++		
Sokolovait				+		
Beryl		++	+			
Apatit	++	+	+	+		
Columbit		+	+	+		
Kasiterit		+	+	+		
Zirkon		+				
Bertrandit			+			
Monazit		+				
Pollucit			+	+		
Petalit				+		
++++ hojný, +++ běžný, ++ málo běžný, + vzácný ++++ abundant, +++ common, ++ less common, + rare						

Table 1. Summary of minerals in individual pegmatite units.

5.2. Chemické složení minerálů

5.2.1. Živce

Živce se v pegmatitu z Dolní Rožínky vyskytují ve třech odlišných složeních a texturách: v jemnozrnném pegmatitu (jednotka bez jasného zařazení), v grafické/blokové jednotce a v albitové jednotce. Reprezentativní analýzy živců jsou uvedeny v tabulce 2. Obsahy Fe, Ba, Rb, Cs byly ve všech měřeních pod hranicí meze detekce, obsahy P jen vzácně nad hranicí. V primitivním jemnozrnném pegmatitu spadají plagioklasy do pole oligoklasu těsně u hranice s andezínem (Na_{0,71-0,87}Ca_{0,12-0,28}K_{0,01-0,02}Al_{1,11-1,27}Si_{2,72-2,89}O₈); K-živec v této jednotce je relativně bohatý Na (K_{0,84-0,85}Na_{0,15-0,17}Al_{0,99-1,00}Si_{2,98-3,00}O₈). Plagioklasy grafické jednotky tvoří oligoklas až albit (Na_{0,86-0,98}Ca_{0-0,11}K_{0,01-0,04}Al_{1-1,1}Si_{2,91-3,01}O₈) a vedle nich se objevuje relativně čistý K-živec obsahující maximálně 0,02 až 0,09 *apfu* Na. Blokový K-živec bývá zatlačován albitem (obr. 2A), nebo ve velmi vzácných případech i turmalínem (viz. obr. 11C). Albitová jednotka a dutiny obsahují pouze čistý albit s maximálně 0,02 *apfu* Ca a 0,01 *apfu* K, a čistý K-živec s 0,03 *apfu* Na.

Jednotka	Jemn	Jemn	Graf	Graf	Alb	Alb
Číslo analýzy	17	18	30	65	85	58
vzorek	Doro 10	Doro 10	Doro 4a	DORO 8	DORO 19a	DORO 20c
P_2O_5	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	65,48	62,66	66,81	65,82	68,49	64,77
Al_2O_3	18,36	23,98	20,97	18,30	19,74	18,37
FeO	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,10	5,49	1,74	0,00	0,18	0,00
BaO	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	1,70	8,46	10,65	0,22	11,89	0,12
K ₂ O	14,54	0,29	0,71	17,05	0,22	16,55
Rb_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Cs ₂ O	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05
Total	100,24	100,94	100,98	101,47	100,68	100,00
P ⁵⁺	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Si ⁴⁺	3,001	2,757	2,906	3,004	2,971	3,002
A1 ³⁺	0,992	1,244	1,075	0,984	1,009	1,003
Fe ²⁺	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca ²⁺	0,005	0,259	0,081	0,000	0,008	0,000
Ba ²⁺	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Na^+	0,151	0,722	0,898	0,019	1,000	0,011
\mathbf{K}^{+}	0,850	0,016	0,040	0,993	0,012	0,978
\mathbf{Rb}^+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
\mathbf{Cs}^{+}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
O ²⁻	7,996	8,011	7,975	7,990	7,969	8,006

 Tabulka 2.
 Reprezentativní analýzy živců z Dolní Rožínky.

 Table 2.
 Representative analyses of feldspars from Dolní Rožínka.

5.2.2. Slídy

V pegmatitu jsou dvě primární slídy, a to hnědočerný biotit (grafická jednotka) a nafialověle stříbřitý lepidolit (v dutinách; obr. 5); primární muskovit nebyl zjištěn, ve výbrusech byla ale pozorována sericitizace K-živce a sekundární muskovit po biotitu. Reprezentativní analýzy slíd jsou uvedeny v tabulce 3. Všechny měřené body v biotitu (annit) jevily známky alterace (chloritizace), mají relativně nízké sumy alkálií (~0,9 *apfu*) a variabilní Si (2,7-3 *apfu*), i poměr Fe/(Fe+Mg) ~ 0,62-0,81 (obr. 4). V okolí alterovaných lišt bio-



Obr. 4. Diagramy složení slíd z pegmatitu Dolní Rožínka. Zkratky minerálů: Ann - annit, Sid - siderofylit, Al-Cld - aluminoseladonit, Ms - muskovit, Tri - trilithionit, Ply - polylithionit, Znw - zinnwaldit.

Fig. 4. Compositional diagrams for mica from the Dolní Rožínka pegmatite. Mineral abbreviations: Ann – annite, Sid – siderophyllite, Al-Cld – aluminoceladonite, Ms – muscovite, Tri – trilithionite, Ply – polylithionite, Znw – zinnwaldite.

titu se objevuje sekundární, relativně čistý muskovit; obsahy Ti a Rb jsou pod detekčním limitem a obsahuje do 0,002 *apfu* Cs. Lepidolit tvoří agregáty lupínků $\leq 5 \text{ mm}$ (obr. 5A, B); jeho složení odpovídá F-bohatému polylithionitu ($\leq 1,97 \text{ apfu}$ F) se zvýšeným obsahem Mn ($\leq 0,17 \text{ apfu}$; obr. 4). Okraje lišt polylithionitu jsou v některých případech extrémně bohaté Cs a složením se blíží sokolovaitu (obr. 5C); obsahují až 0,45 *apfu* Cs vůči 0,45 *apfu* K.



- Obr. 5. Lepidolit z dutin pegmatitu; A) fotografie lupínků lepidolitu na bílém K-živci v dutině (FOV 25 mm); foto F. Novotný; B) BSE snímek lepidolitu a turmalínu na okraji albitové jednotky (měřítko je dlouhé 500 μm); C) BSE snímek polylithionitu (lepidolitu) se sokolovaitem (měřítko je dlouhé 100 μm).
- Fig. 5. Lepidolite from pegmatite pockets; A) photograph of lepidolite flakes on white K-feldspar in pocket (FOV 25 mm); photo F. Novotný; B) BSE image of lepidolite and tourmaline at the edge of albite unit (scalebar is 500 µm long); C) BSE image of polylithionite (lepidolite) with sokolovaite (scalebar is 100 µm long).

Generace	Bt	Ms	Ply	Sok
Číslo analýzy	34	38	73	42
vzorek	DORO 4b	Doro 4a	Doro 19a	Doro 5
SiO ₂	40,07	46,37	56,87	55,33
TiO ₂	1,15	0,00	0,00	0,00
Al_2O_3	15,64	36,97	15,90	13,68
Cr_2O_3	0,00	0,02	0,00	0,00
FeO(tot)	17,89	0,53	0,42	0,20
MgO	5,83	0,01	0,03	0,22
MnO	1,45	0,04	2,37	0,24
ZnO	0,18	0,00	0,07	0,00
CaO	0,13	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,04	0,23	0,24	0,00
K ₂ O	8,58	11,47	10,95	5,01
Rb ₂ O	0,16	0,00	0,81	0,00
Cs ₂ O	0,93	0,09	0,60	15,04
F	2,91	0,04	9,15	8,00
Li ₂ O*	3,06	1,05	7,40	6,60
H_2O^*	0,65	0,87	0,04	0,09
-O=F.Cl	-1,23	-0,02	-3,85	-3,37
Total	97,47	97,67	101,00	101,04
Si ⁴⁺	3,007	3,031	3,738	3,925
Ti ⁴⁺	0,065	0,000	0,000	0,000
Al ³⁺	1,383	2,848	1,232	1,143
Cr ³⁺	0,000	0,001	0,000	0,000
Fe ²⁺ (tot)	1,123	0,029	0,023	0,012
Mg ²⁺	0,652	0,001	0,003	0,023
Mn ²⁺	0,092	0,002	0,132	0,015
Zn ²⁺	0,010	0,000	0,003	0,000
Ca ²⁺	0,010	0,000	0,000	0,000
Na ⁺	0,006	0,029	0,030	0,000
K⁺	0,821	0,956	0,919	0,454
\mathbf{Rb}^+	0,008	0,000	0,034	0,000
Cs^+	0,030	0,002	0,017	0,455
F [.]	0,691	0,008	1,902	1,794
Li ⁺	0,922	0,277	1,869	1,883
OH	1,309	1,992	0,098	0,188
O ²⁻	10,654	10,996	10,947	10,112

 Tabulka 3. Reprezentativní analýzy slíd z Dolní Rožínky.

 Table 3. Representative analyses of micas from Dolní Rožínka.

Poznámka: *dopočítáno (viz. Metodika). Obsahy P, V a Cl byly pod detekčním limitem Note: calculated (see Methods). Contents of P, V, and Cl were below EMPA detection limits.

5.2.3. Granát

Granát se nejhojněji vyskytuje v grafickém albitu v podobě grafických srůstů s křemenem (obr. 6), nebo jako izolovaná zrna s berylem a namodralém cleavelanditu. Reprezentativní analýzy slíd jsou uvedeny v tabulce 4. V jednotlivých generacích roste směrem ke středu žíly obsah Mn, od Fe-bohatého spessartinu z grafické jednotky (Sps₅₆₋₆₁Alm₃₈₋₄₂ Grs_1Prp_{0-1}), přes spessartin (Sps₆₀₋₆₈Alm₃₁₋₃₉Grs₁) v asociaci s berylem až ke spessartinu s nízkým Fe z cleavelanditu (Sps₇₂₋₇₉Alm₂₃₋₂₇Grs₀₋₁). Nejvíce frakcionované granáty neobsahují detekovatelné množství Mg (na rozdíl od obou granátů z grafické jednotky). Zrna granátu z albitové jednotky jsou téměř homogenní a středy jsou jen velmi mírně bohatší Fe než okraje zrn (rozdíl pouze 0,03 *apfu*).



Obr. 6. Grafické prorůstání granátu a křemene v grafické jednotce (FOV 8 cm); foto F. Novotný.

Fig. 6. Graphic intergowth of garnet and quartz in the graphic unit (FOV 8 cm); photo F. Novotný.

Jednotka	Graf	Graf s brl	Alb
Číslo analýzy	18	53	48
vzorek	DORO 17a	DORO 20c	Doro 26
P_2O_5	0,19	0,00	0,28
SiO ₂	36,51	36,42	36,18
TiO ₂	0,04	0,00	0,04
SnO_2	0,13	0,00	0,21
Al_2O_3	20,11	20,42	20,20
FeO	17,74	17,58	9,98
MnO	26,35	26,31	33,15
MgO	0,06	0,00	0,00
CaO	0,32	0,37	0,21
Total	101,43	101,10	100,25
P ⁵⁺	0,013	0,000	0,019
Si ⁴⁺	2,979	2,977	2,984
Ti ⁴⁺	0,003	0,000	0,003
Sn ⁴⁺	0,004	0,000	0,007
A1 ³⁺	1,934	1,967	1,964
Fe ²⁺	1,211	1,202	0,689
Mn ²⁺	1,822	1,821	2,316
Mg ²⁺	0,007	0,000	0,000
Ca ²⁺	0,028	0,033	0,019
O ²⁻	11,972	11,960	12,004

 Tabulka 4.
 Reprezentativní analýzy granátu z Dolní Rožínky.

 Table 4.
 Representative analyses of garnets from Dolní Rožínka.

5.2.4. Kasiterit

V pegmatitu se podařilo identifikovat tři různé typy kasiteritu; jejich reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tabulce 5. Kasiterit z **grafické jednotky** tvoří hypautomorfní zrna do 0,5 mm, má průměrně 0,92 *apfu* Sn, zbytek je tvořen 0,03 *apfu* Fe, 0,03 *apfu* Nb a 0,02 *apfu* Ta. Homogenní zrna kasiteritu zarostlá v turmalínu z **blokové jednotky** jsou více frakcionovaná s větším zastoupením tapiolitové komponenty. Průměrně obsahují jen 0,87 *apfu* Sn, až 0,03 *apfu* Mn, 0,01 *apfu* Fe, 0,08 *apfu* Ta a 0,01 *apfu* Nb. V **blokové jednotce** byl nalezen šedorůžový agregát jemnozrnného, špatně krystalického hydratovaného kasiteritu v asociaci s mikrolit-pyrochlorem (obr. 7), má zvýšené obsahy Nb, Ta, Si, Al, Mg, a stopové množství W, Sc, Bi, a Pb. Pravděpodobně nahrazuje neznámý minerál; v analogii s podobnými agregáty Cst z Řečice lze usuzovat na tusionit (NOVÁK, 1999).



- Obr. 7. Dutina na K-živci vyplněná hydratovaným růžovým kasiteritem a šedým pyrochlorem (FOV 4 cm); foto F. Novotný.
- Fig. 7. Pocket on K-feldspar filled with hydrated pink cassiterite and grey pyrochlore (FOV 4 cm); photo F. Novotný.

Tabulka 5.	Reprezentativní	analýzy	kasiteritu	z Dolní	Rožínky.
------------	-----------------	---------	------------	---------	----------

Table 5. Representative analyses of cassiterite from Dolní Rožínka.

Jednotka	Graf	Blok
Číslo analýzy	28	11
vzorek	DORO 17a	DORO 28
Nb ₂ O ₅	2,48	0,55
Ta ₂ O ₅	3,10	11,20
ZrO ₂	0,38	0,00
SnO_2	94,40	87,13
Sc_2O_3	0,00	0,18
MgO	0,10	0,07
FeO _{tot}	0,00	1,39
MnO	1,32	0,52
Total	101,78	101,02
Nb ⁵⁺	0,027	0,006
Ta ²⁺	0,021	0,076
Zr^{4+}	0,005	0,000
Sn ⁴⁺	0,916	0,871
Sc ³⁺	0,000	0,004
Mg ²⁺	0,004	0,003
Fe _{tot}	0,000	0,029
Mn ²⁺	0,027	0,011
O ²⁻	1,993	1,997

5.2.5. Oxidy Nb, Ta

V grafické, blokové, albitové jednotce a v dutinách se vzácně objevuje columbit-tantalit s relikty (zřejmě původního) pyrochloru, z nichž některé jsou alterované a obsahují i U, Pb, Bi a další prvky (obr. 8, 9; reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tabulce 6). V **grafické jednotce** s berylem se nachází relikty manganocolumbitu o složení $Mn_{0,82-0,88}$ $Fe_{0,09-0,18}Nb_{1,72-1,8}Ta_{0,15-0,19}W_{0,01-0,06}O_6$ s 0,02 *apfu* Sc; 0,01 *apfu* Si a až 0,03 *apfu* Ti, lokálně se objevuje alterovaný columbit se zvýšeným Bi. V **albitové/blokové jednotce** je pak relativně heterogenní Mn-columbit bez výrazné zonálnosti odpovídající vzorci Mn_{0,790,97}Fe_{0,040,24}Nb_{1,55-1,66}Ta_{0,23-0,38}W_{0,01-0,11}O₆ s minimálním množstvím Si ≤ 0,01 *apfu*, Ti a Sn do 0,02 *apfu*. V heterogennich columbitech (obr. 8B,C) v **blokové jednotce** se vyskytují rekrystalizované části s vysoce frakcionovaným manganotantalitem o složení Mn_{0,98-1,05}Fe_{0,01}Ta_{1,04-1,29}Nb_{0,68-0,77}W_{0,01-0,11}O₆, s až 0,02 *apfu* Sc, Ti a Sn. V **dutině** na krystalu K-živce v asociaci s růžovým jehličkovitým turmalínem a křemenem se našly relikty minerálu pravděpodobně ze superskupiny pyrochloru (obr. 9A, B). Mikrolit má vyšší obsahy Ta (0,95 *apfu*) než Nb (0,87 *apfu*), zároveň vysoké obsahy Ca (0,77 *apfu*) s malým množstvím dalších prvků (0,07 *apfu* Sn, 0,05 *apfu* Fe, 0,04 *apfu* Mn, W a dalších). V okolí alterovaného mikrolitu se objevují mikroskopické inkluze manganotantalitu ≤50 µm o složení Mn_{0,82}Fe_{0,08}Ta_{1,01}Nb_{0,89}Si_{0,1}O₆ (obr. 9C).



- Obr. 8. Minerály skupiny columbitu; A) tabulkovité krystaly columbitu v blokovém K-živci (FOV 3 cm); foto F. Novotný; B) BSE snímek předchozího vzorku, manganocolumbit se sekundárním manganotantalitem (měřítko je dlouhé 200 μm); C) sektorová zonálnost columbitu (měřítko je dlouhé 200 μm).
- Fig. 8. Columbite-group minerals; A) tabular crystals of columbite in blocky K-feldspar (FOV 3 cm); photo F. Novotný; B) BSE image of the previous sample, manganocolumbite with secondary manganotantalite (scalebar is 200 μm long); C) sector zoning in columbite (scalebar is 200 μm long).



- Obr. 9. Minerály pyrochlorové skupiny a složení Nb,Ta-oxidů; A) relikty šedého pyrochloru-mikrolitu v dutině s jílovými minerály a růžovým turmalínem (FOV 3 cm); foto F. Novotný; B) BSE snímek předchozího vzorku, světlé jádro tvořené pyrochlorem je na okrajích hydratováno; C) columbitový diagram Mn/(Mn+Fe) vs. Ta/(Ta+Nb) pro oxidy Nb, Ta a Sn. Pro kasiterit a minerály pyrochlorové skupiny jsou vyneseny pouze hodnoty pro Ta/(Ta+Nb).
- Fig. 9. Minerals of the pyrochlore group and composition of Nb,Ta-oxides; A) relicts of gray pyrochlore-microlite in a pocket with yellow clay minerals and pink tourmaline (FOV 3 cm); photo F. Novotný; B) BSE image of the previous sample, bright pyrochlore core is rimmed by hydrated pyrochlore; C) columbite diagram Mn/(Mn+Fe) vs. Ta/(Ta+Nb) for Nb,Ta,Sn-oxides. For cassiterite and minerals of the pyrochlore group, only values of Ta/(Ta+Nb) are plotted.

Jednotka	Graf	Alb	Blok	Pyr
Číslo analýzy	25	65	16	2
vzorek	DORO 17a	DORO 20c	DORO 33	Doro 27
WO_3	2,74	4,11	2,54	1,79
Nb_2O_5	64,03	64,73	56,24	24,41
Ta_2O_5	11,73	10,18	21,66	44,39
SiO ₂	0,13	0,11	0,08	2,09
TiO ₂	0,49	0,35	0,40	0,53
SnO_2	0,21	0,00	0,39	2,12
UO_2	0,00	0,00	0,00	0,34
Al_2O_3	0,00	0,00	0,00	0,13
Sc_2O_3	0,34	0,15	0,00	0,00
Y_2O_3	0,00	0,19	0,00	0,70
Sb_2O_3	0,00	0,00	0,00	0,85
Bi_2O_3	0,00	0,00	0,00	1,98
CaO	0,00	0,00	0,00	9,16
MgO	0,00	0,00	0,00	0,10
FeO _{tot}	3,55	2,80	1,35	0,78
MnO	16,37	16,94	18,08	0,58
PbO	0,00	0,00	0,21	2,14
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,11
Total	100,14	99,96	101,14	92,73
W^{6+}	0,042	0,063	0,040	0,037
Nb ⁵⁺	1,717	1,746	1,557	0,890
Ta ⁵⁺	0,189	0,165	0,361	0,973
Si ⁴⁺	0,008	0,006	0,005	0,169
Ti ⁴⁺	0,022	0,016	0,018	0,032
Sn ⁴⁺	0,005	0,000	0,009	0,068
\mathbf{U}^{4+}	0,000	0,000	0,000	0,006
A1 ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,012
Sc ³⁺	0,017	0,008	0,000	0,000
Y ³⁺	0,000	0,006	0,000	0,030
Sb ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,027
Bi ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,041
Ca ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,791
Mg^{2+}	0,000	0,000	0,000	0,012
Fe _{tot}	0,176	0,140	0,069	0,053
Mn ²⁺	0,823	0,856	0,938	0,039
Pb ²⁺	0,000	0,000	0,003	0,046
Na^+	0,000	0,000	0,000	0,017
O ²⁻	5,988	6,016	5,989	6,037

 Tabulka 6.
 Reprezentativní analýzy Nb, Ta oxidů z Dolní Rožínky.

 Table 6.
 Representative analyses of Nb,Ta-oxides from Dolní Rožínka.

5.2.6. Beryl

Celkem byly zjištěny 4 texturně-paragenetické typy berylu (obr. 10; jejich reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tabulce 7). Beryl 1 z grafické jednotky tvoří tmavě zelené agregáty až 2 cm velké složené (obr. 10A) z oscilačně zonálních sloupcovitých krystalů berylu; má nízký obsah alkálií (cca. 0,1–0,2 *apfu*) a max. 0,26 *apfu* Fe. Beryl 2 je nejhojnější ze všech generací, tvoří žluté, automorfně omezené hexagonální sloupečky až 2 cm dlouhé zarostlé v grafické jednotce poblíž dutin a v cleavelanditu (obr. 10B,C). Na BSE snímcích obsahuje hojné rekrystalované žilky obohacené o Cs. Běžný beryl 2 má nízké obsahy Na a Fe ($\leq 0,06 \ apfu$ Na, $\leq 0,04 \ apfu$ Fe); K, Rb, Cs, Mg je pod detekčním limitem. Žilky v Brl 2 odpovídají pezzottaitu $\leq 0,69 \ apfu$ Cs a $\leq 0,1 \ apfu$ Na. Beryl 3 (obr. 10D) se vyskytuje jako bíložluté, krátce prizmatické krystaly zarostlé cleavelanditu; je poměrně homogenní, pouze vzácně se objevují rekrystalované lemy. Zatímco beryl 3 je poměrně primitivní (0,027 *apfu* Fe; 0,086 *apfu* Na; 0,012 *apfu* Rb; 0,004 *apfu* Cs), jeho rekrystalované lemy obsahují až 0,22 *apfu* Na, 0,204 *apfu* Cs a méně než 0,01 Fe. Beryl 4 (obr. 10E) velmi vzácně nasedá na vějíře cleavelanditu jako několik cm velké růžové zrno uzavřené v křemeni. V BSE má jsou opět patrné četné Cs-bohaté rekrystalované žilky uvnitř krystalu. Beryl 4 obsahuje $\leq 0,01 \ apfu$ Fe, $\leq 0,21 \ apfu$ Na, $\leq 0,01 \ apfu$ K+Rb, a $\leq 0,05 \ apfu$ Cs. Mikroskopické Cs-bohaté žilky/zrna ($\leq 50 \ \mu$ m; obr. 11C) v Brl 4 odpovídají pezzottaitu s $\leq 0,74 \ apfu$ Cs a $\leq 0,12 \ apfu$ Na.



- Obr. 10. Fotografie texturních typů berylu; A) tmavě zelený beryl 1 (FOV 3 cm); B) žlutý sloupcovitý beryl 2 (FOV 4 cm); C) zelenožlutý sloupcovitý beryl 2 s modrozeleným apatitem (FOV 4 cm); D) bíložlutý beryl 3 (FOV 3 cm); E) narůžovělý beryl 4 na cleavelanditu (FOV 10 cm); foto F. Novotný.
- Fig. 10. Photographs of beryl textural types; A) dark green beryl 1 (FOV 3 cm); B) yellow prismatic beryl 2 (FOV 4 cm); C) greenish-yellow prismatic beryl 2 with bluish-green apatite (FOV 4 cm); D) whitish-yellow beryl 3 (FOV 3 cm); E) pinkish beryl 4 on cleavelandite (FOV 10 cm); photo F. Novotný.



Obr. 11. Vývoj složení berylu a BSE snímek pezzottaitu; A) graf Mg+Fe vs. Na+K+Rb+Cs; B) klasifikační diagram pro Na,Cs-bohaté minerály skupiny berylu; C) BSE obrázek sekundárního pezzottaitu na puklinách berylu.

200 µm

Pzt

Fig. 11. Evolution of beryl composition and BSE image of pezzottaite; A) diagram Mg+Fe vs. Na+K+Rb+Cs;
 B) classification diagram for Na,Cs-rich minerals of the beryl group; C) BSE image of secondary pezzottaite on beryl fissures.

Generace	Brl 1	Brl 2	Brl 3	Brl 4	Pzt
Číslo analýzy	60	38	49	23	44
vzorek	DORO 25	DORO 20c	Doro 26	Doro 21	Doro 21
SiO ₂	64,71	68,08	66,34	64,75	56,81
Al ₂ O ₃	16,28	18,32	18,38	18,02	15,71
FeO	2,44	0,57	0,34	0,00	0,00
MgO	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,70	0,33	0,47	0,91	0,64
K ₂ O	0,09	0,00	0,05	0,06	0,00
Rb ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14
Cs_2O	0,25	0,00	0,10	1,36	15,71
BeO*	13,47	14,10	13,51	12,43	8,48
Li ₂ O*	0,00	0,04	0,18	0,62	2,00
Total	98,19	101,44	99,35	98,30	99,49
Si ⁴⁺	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
A1 ³⁺	1,779	1,903	1,959	1,968	1,955
Fe ²⁺	0,189	0,042	0,026	0,000	0,000
Mg^{2+}	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000
Na ⁺	0,126	0,057	0,082	0,163	0,131
K⁺	0,011	0,000	0,005	0,007	0,000
$\mathbf{R}\mathbf{b}^{+}$	0,000	0,000	0,000	0,009	0,010
\mathbf{Cs}^{+}	0,010	0,000	0,004	0,054	0,707
Be ²⁺	3,000	2,985	2,935	2,768	2,152
Li^+	0,000	0,015	0,065	0,232	0,848
O ²⁻	17,966	17,917	17,978	17,953	17,933

 Tabulka 7.
 Reprezentativní analýzy berylu z Dolní Rožínky.

 Table 7.
 Representative analyses of beryl from Dolní Rožínka.

Poznámka: * dopočítáno (viz Metodika).

Note: * calculated (see Methods).

5.2.7. Turmalín

Dělení generací turmalínu navržené v dřívějších pracích (NOVOTNÝ 2018, NOVOTNÝ *et al.* 2019, NOVOTNÝ a CEMPÍREK 2019) bylo upraveno na schéma uvedené v tabulce 8. Reprezentativní analýzy jednotlivých typů turmalínu jsou uvedeny v tabulce 9.

Nejstarší doposud zjištěná generace turmalínu je z vnější části grafické jednotky (**Tur 1a1**), kde černý turmalín (skoryl) ojediněle tvoří prismatické krystaly až cca $0,5 \times 1$ cm velké, zarostlé v K-živci a křemeni (± plagioklas). Ojediněle je zatlačován zeleným a bezbarvým metasomatickým Li-turmalínem. Má nízký obsah F, Al ~6 *apfu*, a oproti ostatním typům turmalínu má zvýšené obsahy Mg (~0,3 *apfu*; obr. 12). Nejčastější formou turmalínu na lokalitě jsou křemen-turmalínové srůsty z grafické jednotky (**Tur 1a2**), často na rozhraní s albitickou jednotkou nebo dutinami (obr. 13A). V grafické jednotce se vyskytuje vedle biotitu, na rozhraní s albitovou jednotkou pak i vedle grafických srůstů granátu a křemene. Má relativně vyšší obsahy Mg ($\leq 0, 2 apfu$) a Al (~6-6, 2 *apfu*) a nízký obsah F (obr. 12).

Směrem do dutin se objevují velké kónické krystaly černého turmalínu, které tvoří jádra dutinových krystalů (**Tur 2a1**; obr. 14A). Tento turmalín má vyšší F (do 0,5 *apfu*), zvýšený Mn. Složením odpovídá skorylu přecházejícího do elbaitu. Na něj navazuje Mn-bohatá doména (Tur 2a2) elbaitu a fluor-elbaitu, která obklopuje primitivní skorylová jádra, nebo u menších krystalů tvoří většinu jejich objemu. Je pro ni charakteristické nejvyšší naměřené množství Mn a F. Sběratelsky nejzajímavější generací je růžový elbait tvořící oscilačně zonální lemy velkých krystalů skorylu a samostatné krystaly v dutinách (Tur 2b; obr. 14A, 14C). Mají zvýšené Mn, ale můžou mít variabilní množství F (obr. 12, 14A). Vzácně byly velké dutinové krystaly ukončeny jehlicovitým nárůstem (**Tur 2c**; obr. 14B). Jsou to elbaity chudé F (do 0,2 *apfu*). Posledním typem dutinových turmalínů jsou mikroskopické jehličky většinou růžového (nafialovělého) turmalínu (**Tur 2d**; obr. 14D). Nejčastěji pokrývá plochy dutinových K-živců, méně často záhnědy a cleavelandit. Složením odpovídá elbaitu s mírně zvýšeným Ca s F většinou pod 0,5 *apfu*. Je zajímavý variabilním F a Mn v zonálně odlišných sektorech (obr. 12 – šedé kosočtverce).

Biotit bývá někdy zatlačován černým turmalínem (**Tur 1b**; obr. 13B). Je pro něj typický zvýšený obsah Ca, Mg a od ostatních turmalínů ho odlišuje nízké Al, které se složením blíží až k bosiitu. Reakcí Li, B, Ca bohatých fluid s původní minerální asociací vznikly metasomatické turmalíny s různorodým složením (**Tur 1c, 1d**; obr. 13C, D). Mají variabilní množství Li, Al, Fe, F i Ca.



Obr. 12. Vývoj složení turmalínů. Fig. 12. Compositional evolution of tourmalines.

Tabulka 8.Přehled jednotlivých generací turmalínu.Table 8.Summary of individual tourmaline generations.

Jednotka	Turmalín	Popis
Vnější okraj	Tur 1a1	Prizmatické/kónické černé krystaly
grafické j.		
Grafická j.	Tur 1a2	Xenomorfní zrna graficky srůstající s křemenem
Grafická j.	Tur 1b	Černý turmalín zatlačující biotit
Grafická j.	Tur 1c, d	Metasomatický Li-turmalín zatlačující plagioklas a Tur 1a2 a 1b
Albitová	Tur 2a1	Fe-bohatá jádra turmalínů z dutin
a bloková j.		
Bloková j.	Tur 2a2	Mn-bohatá doména okolo Fe-bohatých jader
a dutina		
Bloková j.	Tur 2b	Růžový elbaitový lem krystalů Tur 2a2 z dutin
a dutina		
Dutina	Tur 2c	Modré jehlicovité nárůsty na dutinových krystalech
Dutina	Tur 2d	Růžové (fialové) mikroskopické jehličky na dutinové výplni



- Obr. 13. Turmalíny z grafické jednotky: A) grafický srůst Qz + Tur 1a2 (FOV 5 cm); B) Tur 1b po biotitu (FOV 3 cm); foto F. Novotný; C) BSE snímek Tur 1c po plagioklasu (měřítko 500 μm); D) BSE snímek žilka Tur 1d + Qz kolem Tur 1b (měřítko 200 μm).
- Fig. 13. Tourmalines from graphic unit: A) graphic intergrowth Qz + Tur 1a2 (FOV 5 cm); B) Tur 1b after biotite (FOV 3 cm); photo F. Novotný; C) BSE image of Tur 1c after plagioclase (scalebar is 500 μm long); D) BSE image of Tur 1d +Qz veinlet around Tur 1b (scalebar is 200 μm long).

	Generace	Tur 1a1	Tur 1a2	Tur 1b	Tur 1c	Tur 1d	Tur 2a1	Tur 2a2	Tur 2b	Tur 2c	Tur 2d
vzorek Doko 8 Doko 2 Doko 3 Joko 2 Doko 21 Doko 19a Doko 30 Doko 27 SiO_ 35,16 35,04 35,19 37,38 35,62 35,84 36,83 37,28 37,22 36,72 BiO_ 1,37 0,59 1,47 0,00	Číslo analýzy	44	1	45	56	19	31	86	47	41	65
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	vzorek	Doro 8	Doro 2	Doro 7	Doro 8	Doro 2	Doro 21	Doro 19a	Doro 30	Doro 1	Doro 27
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	SiO ₂	35,16	35,04	35,19	37,38	35,62	35,84	36,83	37,88	37,22	36,72
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	TiO ₂	1,37	0,59	1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$ \begin{array}{rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrr$	B_2O_3*	10,28	10,32	10,19	11,09	10,65	10,49	10,78	11,01	11,08	10,79
$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	Al ₂ O ₃	28,88	31,97	24,71	39,43	36,47	34,86	37,62	39,44	41,54	39,18
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	FeO(tot)	15,13	15,11	17,45	1,55	7,46	11,54	1,51	0,32	1,79	0,60
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	MnO	0,67	0,43	0,53	0,99	1,72	1,80	5,28	3,44	1,23	3,29
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	ZnO	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
$ \begin{array}{cccc} CaO \\ Li_{0}O^{*} & 0,08 & 0,00 & 0,00 & 2,37 & 1,32 & 0,44 & 1,52 & 1,87 & 1,73 & 1,73 \\ Na_{2}O & 2,34 & 2,19 & 1,93 & 1,25 & 1,84 & 1,93 & 2,63 & 2,52 & 2,24 & 2,16 \\ F & 0,18 & 0,17 & 0,29 & 1,48 & 1,21 & 0,31 & 1,53 & 1,20 & 0,15 & 0,92 \\ J=O=F & -0,08 & -0,07 & -0,12 & -0,62 & -0,51 & -0,13 & -0,64 & -0,50 & -0,06 & -0,39 \\ Total & 101,64 & 101,45 & 98,21 & 101,48 & 100,87 & 101,50 & 100,58 & 100,7 & 100,84 & 98,79 \\ T Si^{4*} & 5,943 & 5,898 & 6,000 & 5,858 & 5,815 & 5,936 & 5,939 & 5,977 & 5,836 & 5,915 \\ T AI^{3*} & 0,057 & 0,102 & 0,000 & 0,142 & 0,185 & 0,064 & 0,061 & 0,023 & 0,164 & 0,085 \\ B^{3*} & 3,000 & 3,000 & 3,000 & 3,000 & 3,000 & 3,000 & 3,000 & 3,000 & 3,000 \\ Z Mg^{2*} & 0,304 & 0,000 & 1,035 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Z Mg^{2*} & 0,304 & 0,000 & 1,035 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Ti^{4*} & 0,000 & 0,241 & 0,000 & 1,142 & 0,833 & 0,739 & 1,088 & 1,313 & 1,512 & 1,353 \\ Y Fe^{3*} & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,053 & 0,001 & 0,077 & 0,132 & 0,238 & 0,253 & 0,721 & 0,460 & 0,163 & 0,449 \\ Y Mn^{2*} & 0,053 & 0,000 & 0,000 & 1,492 & 0,866 & 0,296 & 0,988 & 1,186 & 1,090 & 1,118 \\ X Ca^{2*} & 0,149 & 0,052 & 0,334 & 0,556 & 0,318 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,534 & 0,496 & 0,155 & 0,032 & 0,044 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,540 & 0,495 & 0,037 & 0,866 & 0,296 & 0,988 & 1,186 & 1,090 & 1,118 \\ X Ca^{2*} & 0,149 & 0,052 & 0,334 & 0,556 & 0,318 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ Y Mg^{2*} & 0,540 & 0,495 & 0,537 & 0,621 & 0,821 & 0,770 & 0,682 & 0,676 \\ X vac & 0,083 & 0,222 & 0,027 & 0,065 & 0,100 & 0,379 & 0,116 & 0,167 & 0,288 & 0,237 \\ X Vac & 0,083 & 0,220 & 0,027 & 0,0$	MgO	3,35	1,98	4,68	0,14	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	CaO	0,82	0,29	1,83	3,31	1,82	0,00	0,36	0,37	0,18	0,50
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	Li ₂ O*	0,08	0,00	0,00	2,37	1,32	0,44	1,52	1,87	1,73	1,73
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Na ₂ O	2,34	2,19	1,93	1,25	1,84	1,93	2,63	2,52	2,24	2,16
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	F	0,18	0,17	0,29	1,48	1,21	0,31	1,53	1,20	0,15	0,92
$ \begin{array}{c} c_{0}=F \\ Total \\ \hline 101,64 \\ 101,45 \\ 98,21 \\ 101,48 \\ 100,87 \\ 101,50 \\ 101,50 \\ 101,50 \\ 100,58 \\ 100,7 \\ 100,58 \\ 100,7 \\ 100,84 \\ 98,79 \\ \hline \\ $	H_2O	3,46	3,37	3,38	3,13	3,10	3,47	2,99	3,23	3,75	3,29
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	-O=F	-0,08	-0,07	-0,12	-0,62	-0,51	-0,13	-0,64	-0,50	-0,06	-0,39
T Si ⁴⁺ T Si ⁴⁺ T Si ⁴⁺ T Si ⁴⁺ S,943 5,898 6,000 5,858 5,815 5,936 5,939 5,977 5,836 5,915 T Al ³⁺ B ³⁺ 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 Z Al ³⁺ 5,696 6,000 4,965 6,000 6,000 6,000 6,000 6,000 6,000 6,000 6,000 Z Mg ²⁺ 0,304 0,000 1,035 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Z Fe ²⁺ 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Ti ⁴⁺ 0,174 0,074 0,189 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Al ³⁺ 1,74 0,074 0,189 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Fe ²⁺ 2,138 2,128 1,992 0,202 1,019 1,598 0,204 0,042 0,235 0,081 Y Mn ²⁺ 0,000 0,000 0,018 0,000 0,000 0,114 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Mg ²⁺ 0,540 0,496 0,155 0,032 0,044 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Mg ²⁺ 0,540 0,496 0,155 0,032 0,044 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Mg ²⁺ 0,540 0,496 0,155 0,322 0,044 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 Y Li ⁺ 0,053 0,000 0,000 1,492 0,866 0,296 0,988 1,186 1,090 1,118 X Ca ²⁺ 0,149 0,052 0,334 0,556 0,318 0,000 0,063 0,063 0,030 0,087 X Na ⁺ 0,768 0,715 0,639 0,380 0,582 0,621 0,821 0,770 0,682 0,676 X vac 0,083 0,220 0,027 0,065 0,100 0,379 0,116 0,167 0,288 0,237 V OH ⁺ 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 3,000 W F ⁺ 0,096 0,092 0,154 0,732 0,623 0,163 0,779 0,598 0,074 0,466 W OH ⁺ 0,904 0,788 0,845 0,268 0,377 0,836 0,221 0,200 0,200 0,000 0,000	Total	101,64	101,45	98,21	101,48	100,87	101,50	100,58	100,7	100,84	98,79
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		5.042	5 000	(000	5 9 5 9	5 0 1 5	5.026	5 0 2 0	5.077	5.026	5 0 1 5
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	T Si ⁴⁺	5,943	5,898	6,000	5,858	5,815	5,936	5,939	5,977	5,836	5,915
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	T Al ³⁺	0,057	0,102	2,000	0,142	0,185	0,064	0,061	0,023	0,164	0,085
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	B ³⁺	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$Z AI^{2+}$	5,090	0,000	4,903	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Z Mg ⁻	0,304	0,000	1,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Z Fe ⁻ V T:4+	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Y 11 ⁻	0,174	0,074	0,189	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1 25 2
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\mathbf{Y} \mathbf{A}\mathbf{I}^{2}$ $\mathbf{V} \mathbf{E}\mathbf{a}^{3+}$	0,000	0,241	0,000	1,142	0,833	0,739	1,088	1,313	1,312	1,333
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\Gamma \Gamma c$ $V \Gamma c^{2+}$	2 1 2 8	2 1 2 8	1 002	0,000	1,010	1 508	0,000	0,000	0,000	0,000
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$I \Gamma e$ V Mn ²⁺	2,138	2,120	0.077	0,202	0.238	0 253	0,204	0,042	0,235	0,081
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$V 7n^{2+}$	0,095	0,001	0,019	0,132	0,238	0,233	0,721	0,400	0,105	0,449
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$V M\sigma^{2+}$	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	V L i ⁺	0,053	0,490	0,155	1 492	0,044	0,000	0,000	1 186	1 090	1 1 1 8
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$X Ca^{2+}$	0.149	0,000	0,000	0.556	0,318	0,290	0,063	0.063	0.030	0.087
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	X Ca $X Na^+$	0,149	0,032	0,554	0,330	0,510	0,000	0,005	0,005	0,030	0,007
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	X vac	0.083	0,715	0.027	0.065	0,002	0,021	0,021	0,167	0,002	0,070
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	V OH	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
W F 0,096 0,092 0,154 0,732 0,623 0,163 0,779 0,598 0,074 0,466 W OH 0,904 0,788 0,845 0,268 0,377 0,836 0,221 0,403 0,926 0,534 W OF 0,904 0,788 0,845 0,268 0,377 0,836 0,221 0,403 0,926 0,534	V O ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W OH 0,904 0,788 0,845 0,268 0,377 0,836 0,221 0,403 0,926 0,534	WF	0.096	0.092	0.154	0.732	0.623	0.163	0.779	0.598	0.074	0.466
	W OH	0.904	0.788	0.845	0.268	0.377	0.836	0.221	0.403	0.926	0.534
	W O ²⁻	0.000	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabulka 9.Reprezentativní analýzy turmalínů z Dolní Rožínky.Table 9.Representative analyses of tourmalines from Dolní Rožínka.

Poznámka: *dopočítáno (viz Metodika); obsahy Cr, V, K a Cl byly pod detekčním limitem.

Notes: *calculated (see Methods); contents of Cr, V, K, and Cl were below the EMPA detection limit.



- Obr. 14. Turmalíny z dutin: A) BSE snímek dutinového turmalínu s černým jádrem (Tur 2a1) a lemem tvořeným Mn-bohatým sektorem (Tur 2a2) a elbaitem (Tur 2b) (měřítko je dlouhé 1000 μm); B) zonální krystal s jehlicovitým nárůstem (FOV 4 cm); C) růžové elbaity na krystalu K-živce (FOV 3cm); D) jehličky Tur 2d na krystalu K-živce (FOV 3 cm); foto F. Novotný.
- Fig. 14. Tourmalines from pockets: A) BSE image of pocket tourmaline with black core (Tur 2a1), Mn-rich sector (Tur 2a2) and elbaite rim (Tur 2b) (scalebar is 1000 μm long); B) zoned crystal with acicular overgrowth (FOV 4 cm); C) pink elbaites on K-feldspar crystal (FOV 3cm); D) needles of Tur 2d on K-feldspar crystal (FOV 3 cm); photo F. Novotný.

5.2.8. Zirkon a další akcesorické minerály

Zirkon je relativně vzácný, většinou se vyskytuje v podobě mikroskopických krystalků, nebo značně alterovaných zrn. Provedeny byly pouze 3 bodové analýzy nealterovaného zirkonu (reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tabulce 10). V grafické jednotce se vyskytují čisté zirkony s 3 % hafnonové složky a pouhých 0,47 hm. % Sc_2O_3 . Zirkon z albitové jednotky má 6 hm. % hafnonu a jen 0,29 hm. % UO_2 . Obsahy Hf jsou poměrně nízké oproti jiným elbaitovým pegmatitům moldanubika (až 11,7; 9,6; a 7,4% hafnonové komponenty v zirkonech z Rudolfova, Ctidružic a Hrotovic; nepubl. data JC); vysoká frakcionace zirkonu je typická spíše pro Li,F-bohaté LCT pegmatity (např. VAN LICHTERVELDE 2009, YIN *et al.* 2013).

Beryl je často alterovaný na heterogenní **bertrandit**; ten byl určen Ramanovou spektroskopií v dutince po berylu, kde tvoří automorfně omezené, nepravidelně zonální krystalky (obr. 15A, B, C). Podle EMPA obsahují některé zóny až 2,91 hm. % As₂O₅ a 1,25 hm. % Sb₂O₅.

Fluorapatit je přítomný ve všech jednotkách; reprezentativní složení je uvedeno v tabulce 11. Kromě grafické, albitové a blokové jednotky byl nalezen i v úlomku jemnozrnné jednotky jako hypautomorfně až automorfně omezená zrna menší než 0,5 mm. Vykazuje zvýšený obsah Cl (až 0,07 *apfu*), relativně nízký F (0,52-0,58 *apfu*) a absenci Mn, Fe, Na. V grafické jednotce se nachází fluorapatit s vysokým obsahem F (~1 *apfu*), $\leq 0,01$ *apfu* Y a Na, 0,02 *apfu* Fe a $\leq 0,36$ *apfu* Mn. V blokové jednotce jako zarostlá až 2 cm velká zelená zrna společně s granátem. Je nejvíce frakcionovaný s obecným vzorcem

 $Ca_{4,22\cdot4,3} Mn_{0,69\cdot0,74}Fe_{0,01\cdot0,03}Na_{0,01}(PO_4)_3 F_{0,91}$. V dutinách se nachází velmi čistý modrý fluorapatit (obr. 15D) s překvapivě nízkým obsahem Mn (0,05 *apfu*); fluorapatit s vysokými obsahy Mn známé z vysoce frakcionovaných pegmatitů (např. PIECZKA 2007) zde chybí.

V dutinovém turmalínu (Tur 2d) byly ojediněle nalezeny v BSE obraze inkluze **polucitu** (příliš malé pro analýzu) a zrna metamiktních fází s Bi, Th, U, P (obr. 15E); ve vzorku z jemnozrnné SiO₂ hmoty byly v jednom případě potvrzeny EMP analýzou inkluze **petalitu** v turmalínu.

Tabulka 10. Reprezentativní analýzy zirkonu. Table 10. Representative analyses of zircon.

Jednotka	Graf	Alb
Číslo analýzy	42	6
vzorek	DORO 20c	Doro 16
SiO ₂	31,44	32,23
ZrO_2	63,25	60,23
HfO_2	3,20	6,86
ThO ₂	0,00	0,00
UO_2	0,58	0,29
Al_2O_3	0,00	0,00
Sc_2O_3	0,47	0,09
Y_2O_3	0,24	0,00
Total	99,18	99,69
Si ⁴⁺	0,985	1,012
Zr4+	0,000	0,000
Hf^{4+}	0,966	0,922
Th ⁴⁺	0,029	0,061
U^{4+}	0,000	0,000
Al ³⁺	0,004	0,002
Sc ³⁺	0,013	0,002
Y ³⁺	0,004	0,000
O ²⁻	3,992	3,999

Poznámka: obsahy Ce, Dy, Er, Yb, Ca, Mn a Fe byly pod detekčním limitem. Note: contents of Ce, Dy, Er, Yb, Ca, Mn and Fe were below EMPA detection limits.

Tabulka 11. Reprezentativní analýzy apatitu.

Table 11. Representative analyses of apatite.

Jednotka	Jemnozrnná	Graf	Alb	Blok
Číslo analýzy	21	24	46	65
vzorek	Doro 10	Doro 17a	Doro 23	Doro 24
P_2O_5	41,71	41,88	41,70	41,27
SiO_2	0,00	0,08	0,00	0,06
Y_2O_3	0,00	0,15	0,00	0,00
CaO	56,80	52,51	55,72	47,03
FeO	0,00	0,00	0,00	0,37
MnO	0,00	3,52	0,67	9,49
Na ₂ O	0,00	0,06	0,00	0,06
F	1,99	4,20	4,07	3,37
Cl	0,47	0,00	0,00	0,00
-O=F.Cl	-0,95	-1,77	-1,71	-1,42
Total	100,02	100,64	100,45	100,22
P ⁵⁺	2,937	2,986	2,955	2,978
Si ⁴⁺	0,000	0,007	0,000	0,005
Y^{3+}	0,000	0,007	0,000	0,000
Ca ²⁺	5,063	4,739	4,997	4,296
Fe ²⁺	0,000	0,0000	0,000	0,026
Mn ²⁺	0,000	0,251	0,048	0,685
Na ⁺	0,000	0,010	0,000	0,010
F [.]	0,524	1,119	1,076	0,909
Cl	0,067	0,000	0,000	0,000
O ^{2.}	12,110	11,926	11,894	12,013



- Obr. 15. Minerály z dutin; A) fotografie dutiny s bertranditem; B) BSE snímek heterogenního bertranditu (světlejší zóny mají zvýšené obsahy As+Sb) (měřítko je dlouhé 200 μm); C) Ramanovo spektrum bertranditu ve srovnání se záznamem z databáze RRUFF; D) fotografie modrého fluorapatitu v dutině s cleavelanditem (FOV 2cm); foto F. Novotný; E) BSE snímek inkluzí pollucitu a metamiktní Bi,Th,U-fáze v turmalínu (Tur 2d) (měřítko je dlouhé 100 μm).
- Fig. 15. Minerals from pockets; A) photograph of a pocket with bertrandite; B) BSE image of heterogenous bertrandite (pale zones have higher contents of As+Sb) (scalebar is 200 µm long); C) Raman spectrum of bertrandite compared to a record from RRUFF database; D) photograph of blue fluorapatite in a cleavelandite pocket (FOV 2cm); photo F. Novotný; E) inclusions of pollucite and metamict Bi,Th,U-phase in tourmaline (Tur 2d) (scalebar is 100 µm long).

6. DISKUZE

6.1. Vývoj turmalínů a slíd

Magmaticko-hydrotermální vývoj turmalínu začíná krystalizací kónických krystalů černého skorylu z vnější části grafické jednotky (Tur 1a1), který má na rozdíl od pozdějších generací zvýšené obsahy Mg a Ca; ty jsou odrazem celkového složení taveniny při současné krystalizaci annitu s Fe/(Fe+Mg) ~ 0,62–0,81 a plagioklasu (Ca $\leq 0,11 \ apfu$) v téže jednotce. Následující generace turmalínu v grafických srůstech s křemenem, které směrem do středu pegmatitu a do dutin přechází do kónických krystalů černého turmalínu (Tur 1a2; obr. 12A), tvoří F-chudý skoryl nižšími obsahy Mg než v předešlém případě; směrem k centru pegmatitu klesá obsah Mg a roste Al, Mn a F, zatímco obsah Fe se výrazně nemění. Zvýšený obsah Ca a Mg v turmalínu grafické jednotky, která pravděpodobně přímo sousedí s okolním dolomitickým mramorem, indikuje možnou kontaminaci taveniny (pravděpodobně asimilací xenolitů okolní horniny před, během nebo po intruzi do mramoru; srov. Novák *et al.* 2012), popř. na začátku krystalizace grafické jednotky (bimetasomatickou výměnou s mramorem).

Černé krystaly turmalínu skorylu (až elbaitu) zarostlé v blokové a albitové jednotce a jádra velkých krystalů v dutinách (Tur 2a1); postupně zde rostou obsahy Li a F (obr. 11). Turmalín už neobsahuje podstatné množství Mg (do 0,02 *apfu*) a má vyšší obsahy Mn $(\leq 0,28 apfu)$, Al ($\leq 6,98 apfu$) a Li ($\leq 0,37 apfu$), které spolu s obsahy F ($\leq 0,47 apfu$) rostou směrem k okrajům krystalů. Snížené obsahy Na (0,57-0,68 apfu) mohou souviset se separací Na-taveniny v závěru magmatické krystalizace a snížením dostupného Na a F, v součinnosti s krystalochemickou provázaností vstupu Na a F do struktury turmalínu (tzv. "fluorine – X site vacancy avoidance"; Henry a Dutrow 2011). Podobný trend byl pozorován např. v elbaitovém pegmatitu v Pikárci (ZAHRADNÍČEK 2012).

Dutinové krystaly přechází směrem k okrajům od skorylu (Tur 2a) do elbaitu a fluorelbaitu (Tur 2b); v tomto stádiu předpokládáme přechod od magmatické k hydrotermální krystalizaci, protože se v Tur 2b poprvé objevuje sektorová a nevýrazná oscilační zonálnost (obr. 13A). V Tur 2b je výrazně vyšší (ale extrémně variabilní) obsah F, vyšší Mn, Li a Al, mírně vyšší Ca, a nižší Fe. Ještě před skončením krystalizace lemu Tur 2b dosáhne maximálních koncentrací Na (0,93 *apfu*), Ca (0,07 *apfu*), Mn (0,69 *apfu*), F (0,78 *apfu*), které postupně začínají klesat (obr. 11).

Některé dutinové krystaly bývají ukončené modrým nebo fialovým jehlicovitým elbaitem Tur 2c (obr. 13B). Chemismus je podobný Tur 2b, má většinou vyšší poměř Fe/Mn s variabilním množstvím Ca $\leq 0,11$ *apfu* a F $\leq 0,36$. Přechod turmalínu do jehlicovité formy považují Dutrow a Henry (2018) za důkaz hydrotermálního stadia krystalizace.

Posledním primárním turmalínem jsou růžové až skoro bezbarvé jehličky fluor-elbaitu až elbaitu (Tur 2d, obr. 13D). Jsou typické nízkým obsahem Fe (většinou 0–0,13 *apfu*), nižším Mn ($\leq 0,49$ *apfu*), a sektorovou zonálností, kde ve třech typech růstových zón výrazně kolísají obsahy F (0,07–0,75 *apfu*) a podobně i Ca (0–0,3 *apfu*). Tento trend vývoje chemického složení primárních turmalínů je podobný jiným elbaitovým pegmatitům například Pikárci; nižší Na v jádrech dutinových turmalínů a obohacením o Mn (ZAHRADNÍČEK 2012), nebo zvýšeným Ca v závěru krystalizace dutinových turmalínů jako například v Řečici (FLÉGR 2016) nebo Bližné I (NOVÁK *et al.* 1999a).

V závěru krystalizace Li-turmalínů v dutinách (Tur 2b, 2c, 2d) pronikla frakcionovaná fluida z dutin po puklinách do grafické jednotky. Zde reagovala s původními minerály a zatlačila biotit, plagioklas i primární Tur 1a1 a Tur 1a2. Reakcí biotitu s B_2O_3 -bohatými fluidy vznikl Al-deficitní Mg-bohatý skoryl až bosiit (obr. 11, 12B). Jelikož nebylo měřené Fe³⁺, tak nelze určit kolik obsahuje povondraitové, případně bosiitové složky. Podobný typ zatlačování biotitu byl pozorován v pegmatitu Řečice (FLÉGR *et al.*, 2016). Při studiu na elektronové mikrosondě se zjistilo, že v okolí kónického černého turmalínu se zeleným lemem není původně uvažovaný apatit, ale zeleno-bílý turmalín s vyvinutou oscilační zonálností (obr. 12C), který zatlačuje plagioklas a K-živec (Tur 1c). Pravděpodobně vznikl právě reakcí fluid bohatých Li, B_2O_3 , H_2O , F; má směsné složení, kde poměrně náhodně může převládat buď fluor-elbait, fluor-liddicoatit, elbait nebo teoretický koncový člen *liddicoatit* (obr. 11). Fluor-liddicoatit zatlačující plagioklas je známý například z Pikárce (ZA-HRADNÍČEK 2012). V obou případech má Ca původ pravděpodobně v plagioklasu grafické jednotky, nelze ale vyloučit ani přímý přínos Ca fluidy ze závěru krystalizace; mírně zvýšené obsahy Mg v těchto metasomatických turmalínech odráží spíše přítomnost Mg v zatlačovaných minerálech (biotit a Tur 1a1, 1a2) než kontaminaci fluid z okolní horniny.

Nízký poměr Fe/(Fe+Mg) ~0,62-0,75 v biotitu ukazuje na zvýšený iniciální obsah Mg v tavenině; díky malému počtu analýz je ale detailnější diskuse bezpředmětná, jeho složení bude vyžadovat další studium. Lepidolit odpovídající polylithionitu s vysokým obsahem F a zvýšeným Mn a Cs je typickým znakem elbaitového subtypu granitických pegmatitů (Novák a POVONDRA, 1995; ZAHRADNÍČEK a Novák 2012). Sokolovait se objevuje i v některých dalších elbaitových pegmatitech, např. v Řečici a Hrotovicích (nepubl. data JC), zvýšené Cs se ale může projevit přítomností polucitu (PIKÁREC – ZAHRADNÍČEK 2012, beryl-columbitový pegmatit Věžná I – TOMAN a NOVÁK 2018, 2020), stejně jako v Dolní Rožínce.

6.2. Beryl

Nejméně frakcionovaný zelený Brl 1 má jádro bohaté Fe+Mg (0,32 *apfu*, při relativně stabilním Mg/Fe ~0,22) i poměrně vysokou sumu alkálií Na+K+Rb+Cs (0,23 *apfu*; obr. 15A); směrem k okraji krystalu se objevuje oscilační zonálnost a obsah alkálií a Mg+Fe obecně klesá. Texturně a barevně odlišný žlutý Brl 2 a bíložlutý Brl 3 mají velmi podobné složení s nízkými obsahy Fe, Na, Cs. Nejvíce frakcionovaný je narůžovělý Brl 4; jeho zachovalé relikty mají vysoké Na (0,19 *apfu*) a Cs (0,025 *apfu*) a mírně zvýšené Rb (0,012 *apfu*). Frakcionace berylu od grafické jednotky do dutin je charakterizována postupným snižováním obsahu Mg+Fe a růstem alkálií; charakteristický je velmi nízký obsah MnO (<0,1 hm.%) ve všech berylech včetně narůžovělého Brl 4 a Na,Cs-bohatých žilkách.

Hydrotermální přeměna berylu (obr. 15B) pozdními Li-bohatými fluidy způsobila jeho rekrystalizaci na trhlinách a zvýšení obsahů Na a Cs v rekrystalovaných žilkách (obr. 15C). Kromě Brl 3, kde vznikl pouze Na,Cs-bohatý beryl (max. 0,2 *apfu* Cs a 0,22 *apfu* Na), bylo obohacení Cs dostatečné na vznik pezzottaitu (max. 0,69 *apfu* Cs v žilce v ojediněle alterovaném Brl 2, a až 0,74 *apfu* Cs v silně alterovaném Brl 4). Vysoké obsahy Cs nad 0,7 *apfu* jsou podobné obsahům v pezzottaitu z Madagaskaru HAWTHORNE *et al.* (2004) a v žilkách pezzottaitu v berylech z žíly Juliana na lokalitě Piława Górna v Polsku (PIECZKA *et al.*, 2016). Velmi vzácně se v žilkách objevil i **avdeevit** (Na-analog pezzottaitu) s Na>Cs při Na+Cs+K+Rb> 0,5 *apfu*; vzniká náhodným lokálním zvýšením Na v Na,Cs-bohatém sekundárním berylu.

6.3. Nb, Ta, Sn, W, Fe, Mn - oxidy

Primární columbit z grafické až blokové jednotky má velmi podobné složení a roste především poměr Mn/(Mn+Fe) a méně i Ta/(Ta+Nb) (obr. 9C); trend vývoje columbitu odpovídá F-bohatým pegmatitům a je tak charakteristický především pro lepidolitový subtyp (např. ČERNÝ 1989, NOVÁK a ČERNÝ 1998); v případě elbaitových pegmatitů je ale vysoký obsah F typický i pro složení pozdního turmalínu a slídy a tento frakcionační trend proto není překvapivý.

Relikty minerálů pyrochlorové superskupiny (obr. 9) s relativně vysokým poměrem Ta/(Ta+Nb) $\leq 0,52$ ukazují na lokálně vysokou alkalinitu pozdních fluid a remobilizaci Nb+Ta. Nárůst Ta v sekundárním mikrolitu v alteračních produktech po primárních Nb, Ta oxidech je v granitických pegmatitech obvyklý (např. Novák a ČERNÝ, 1998). Rekrystalizace columbitu v blokové jednotce podobně vyprodukovala sekundární manganotantalit s Ta/(Ta+Nb) $\leq 0,66$ (obr. 9C). Lokální vznik sekundárního tantalitu alterací mikrolitu je

méně obvyklý; novotvořený manganotantalit má podobný poměr Ta/(Ta+Nb) = 0.53 a vysoký poměr Mn/(Mn+Fe) = 0.91, z formy výskytu ale nelze odhadovat jeho genezi.

6.4. Granát

Spessartin z grafické jednotky má vysoké obsahy Fe, které klesají směrem k dutinám; nejvíce frakcionovaný spessartin z albitové jednotky má poměr $Mn/(Mn+Fe) \le 0.8$. Tento poměr je vyšší než v některých lepidolitových pegmatitech, kde se spessartin objevuje v méně frakcionovaných jednotkách (např. WISE a BROWN 2010, DIXON *et al.* 2014; SKŘÁPKOVÁ 2020). FLÉGR (2016) popsal z pegmatitu Řečice Fe-bohatý spessartin podobný chemismu granátu z grafické jednotky v Dolní Rožínce. V Pikárci jsou naopak granáty Mn-bohatší (ZAHRADNÍČEK 2012).

6.5. Srovnání mineralogie s jinými pegmatity (Řečice, Pikárec, Ctidružice)

Nejvíce podobných rysů sdílí Dolní Rožínka s elbaitovým pegmatitem Pikárec (ZA-HRADNÍČEK 2012). Pro oba dva pegmatity je typická grafická jednotka s biotitem, grafická jednotka s grafickými srůsty Qz + Tur a Qz+ Grt, albitové jednotka (menší množství v Pikárci) a bloková jednotka s dutinami s krystaly K-živce, křemene a zonálních turmalínů. V obou žilách se vyskytují stejné akcesorické minerály granát (v Pikárci méně zastoupené, ale s vyšším Mn), fluorapatit, polylithionit, kasiterit, manganocolumbit, manganotantalit, pyrochlor/mikrolit, zirkon, pollucit, beryl (extrémně vzácný v Pikárci). V Dolní Rožínce chybí löllingit, primární muskovit a dumortierit. Mají totožné některé texturní typy turmalínů: graficky srůstající s křemenem (Mg-skoryl), turmalín po biotitu (Al-deficitní Mg-skoryl), turmalín zatlačující plagioklas (fluor-liddicoatit), v dutinách černá jádra s růžovým lemem (skoryl-elbait) a vzácně malé růžové jehličky v dutinách. V Dolní Rožínce nedošlo ve srovnání s Pikárcem k extrémnímu nabohacení Mn v primárním turmalínu.

Elbaitový pegmatit z Řečice je texturně i chemicky odlišný od Dolní Rožínky, nemá typickou grafickou a blokovou jednotku; vedle jemnozrnné (granitické) jednotky má středně zrnitou (vzdáleně podobná grafické) a hrubě zrnitou jednotku (bloková jednotka) a dutiny (FLÉGR 2016). V okrajových jednotkách se vyskytují Mg-skoryl a skoryl-povondrait (bosiit), které zatlačují biotit; oproti Dolní Rožínce má ale nižší obsahy Al a je proto bližší bosiitu. Turmalíny ze středně zrnité jednotky odpovídající Mg-skorylu až dravitu v Dolní Rožínce chybí. Z hrubozrnné jednotky a dutin pak FLÉGR (2016) popisuje skoryl až elbait, vzácně fluor-liddicoatit; běžně se v dutinách objevuje černý skoryl, který není v Dolní Rožínce obvyklý. Pegmatit Řečice má jednodušší minerální asociace, ale některé akcesorické minerály jsou si pro oba pegmatity stejné (Nováκ, 1999) jako například granát (spessartin), biotit a bosiit (FLÉGR *et al.*, 2016), kasiterit, zirkon, mangano-columbit, pyrochlor, polylithionit, bertrandit, pravděpodobně i tusionit, který ale nebyl v Dolní Rožínce přímo prokázán. V Řečici se navíc objevuje, boromuskovit (Novák *et al.* 1999b), löllingit, a produkty jeho rozpadu pharmacosiderit, skorodit, a arseniosiderit (Novák a KorBEL 1987).

Elbaitový pegmatit Ctidružice nemá dutiny, ale sdílí podobné texturní a mineralogické rysy s elbaitovým pegmatitem Dolní Rožínka. Podle ČECHA (1961, 1962) jsou vyvinuty od okraje ke středu následující jednotky: středně až hrubě zrnitá granitická jednotka s biotitem; objemově dominantní písmenková jednotka (Kfs+Qz±Bt nebo Tur); hrubě zrnitá albitová jednotka (Ab+Qz±Ms,Tur) místy s blokovým K-živcem; jemně zrnitá albitová jednotka. Obsahuje prizmatické krystaly růžového Li-turmalínu a hrubé lupeny bezbarvého až světle fialového lepidolitu v albitové jednotce v asociaci s hnědým K-živcem a místy i cukrovým albitem. Akcesorické minerály zahrnují granát, beryl, zirkon, columbit, kasiterit, stokesit, F-bohatý hambergit a fluorapatit. BUŘIVAL a NOVÁK (2018) navíc popsali podobnou minerální asociaci, která se nachází i v Dolní Rožínce: Mn-bohatý fluorapatit, Mn-bohatý polylithionit, Fe-bohatý spessartin až čistý velmi čistý spessartin, primární skoryl až Mg-bohatý skoryl v grafické jednotce, růžový fluor-elbait v albitové jednotce a podobné metasomatické turmalíny zatlačující primární minerály o složení skoryl, Fe-bohatý fluor-elbait vzácně až Fe-bohatý fluor-liddicoatit.

7. ZÁVĚR

Elbaitový pegmatit Dolní Rožínka je zonální pegmatit s následujícími texturně paragenetickými jednotkami (od okraje ke středu): grafická jednotka s biotitem, bloková jednotka, grafická albitová jednotka (s grafickým turmalínem a granátem, popř. i s berylem), albit-cleavelanditová jednotka, a dutiny. Podle Nováka a POVONDRY (1995) splňuje těleso Li-pegmatitu z Dolní Rožínky následující charakteristiky elbaitového subtypu: 1. Elbait jako hlavní nositel Li. 2. Absence muskovitu (nalezen pouze sekundární po bioitu). 3. Celková převaha K-živce nad albitem. 4. Mn, F-bohaté složení turmalínu. 5. Složení lepidolitu odpovídající polylithionitu. Zvláštností elbaitového pegmatitu Dolní Rožínka je zdánlivá absence borátů (tusionit nebyl prokázán), vysoký obsah albitu a velké množství berylu, a obecně i vysoký obsah fluoru a fosforu (amblygonit, častý fluorapatit).

Turmalíny v elbaitovém pegmatitu Dolní Rožínka ukazují na postupný frakcionační vývoj z okrajové grafické jednotky přes albitovou, blokovou jednotku až do dutin. Posloupnost krystalizace od primárních se vyvíjela od Mg-bohatého až Al-deficitního skorylu v grafické jednotce přes skoryl se zvýšeným Mn, Li, Al v albitové a blokové jednotce. Jádra dutinových turmalínů odpovídají Fe, Mn-bohatému skorylu-elbaitu s nižším Na. Ten postupně přechází v růžový lem Mn-bohatého elbaitu až fluor-elbaitu. Nejmladším primárním turmalínem jsou růžové jehličky elbaitu bez Fe, Mn, F v dutinách. Přítomnost mikroskopického pollucitu a sokolovaitu v minerální asociaci dutin ukazuje na primární frakcionaci Cs do reziduálních fluid.

Metasomatický turmalín krystalizoval podél trhlin a nahradil primární minerály, tzn. primární grafický turmalín, biotit, granát a plagioklas. Po biotitu vznikl Mg-bohatý Al-deficitní skoryl, po plagioklasu směs Ca, Li, Al, F, OH bohatých turmalínů-elbait, fluor-elbait, fluor-liddicoatit i doposud nepublikovaný teoretický člen *liddicoatit*. Reakcí frakcionovaných fluid s grafickým turmalínem směs skorylu, fluor-skorylu, fluor-elbaitu, elbaitu s proměnlivým množstvím Ca, Mn. Metasomatickým zatlačováním vznikl ve dvou generacích berylu Na,Cs-bohatý beryl, pezzottait a vzácně avdeevit. Chemický vývoj turmalínu, granátu a slíd je velmi podobný pegmatitům Pikárec a Řečice.

LITERATURA

- BURIVAL, Z., NOVÁK, M., 2018: Secondary blue tourmaline after garnet from elbaite-subtype pegmatites; implications for source and behavior of Ca and Mg in fluids. – Journal of Geosciences, 63, 111–122.
- ČECH, F., 1961: Occurrence of stokesite in Czechoslovakia. Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society, 32, 673-675.
- ČECH, F., 1962: Mineralogické a genetické poměry pegmatitového ložiska od Ctidružic u Moravských Budějovic. - MS, PřF UK, Praha
- ČERNÝ, P., 1989: Characteristics of Pegmatite Deposits of Tantalum. In: Möller P., Černý P., Saupé F. (eds): Lanthanides, Tantalum and Niobium. - Special Publication No. 7 of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits, Berlin. 7, 195-239.
- DIXON, A., CEMPÍREK, J., GROAT, L. A., 2014: Mineralogy and geochemistry of pegmatites on Mount Begbie, British Columbia. - The Canadian Mineralogist, 52, 129-164.
- DUTROW, B. L., HENRY, D. J., 2018: Tourmaline compositions and textures: reflections of the fluid phase. Journal of Geosciences, 63, 99–110
- FLÉGR, T., 2016: Vývoj chemického složení turmalínů z elbaitového pegmatitu Řečice. MS, diplomová práce. PřF MU, Brno.
- FLÉGR, T., NOVÁK, M., CEMPÍREK, J., 2016: New occurrence of bosiite in the Řečice pegmatite, Czech Republic. New Minerals and Mineralogy in the 21th Century, International Scientific Symposium Jáchymov 2016.
- GADAS, P., NOVÁK, M., 2020: Primární oxidy Nb, Ta, W, Sn a Ti v turmalínech z dutin jednoduchých pegmatitů strážeckého moldanubika, Česká republika. Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 105, 43-55.

- GADAS, P., NOVÁK, M., FILIP, J., STANĚK, J., VAŠINOVÁ-GALIOVÁ, M., 2012: Compositional evolution of zoned tourmalines crystals from pockets in common pegmatites of the Moldanubian zone, Czech Republic. - The Canadian Mineralogist, 50, 743-760.
- GADAS, P., HRAZDIL, V., NOVÁK, M., HOUZAR, S., 2014: Minerály dutin jednoduchých pegmatitů a je doprovázejících muskovitových žil strážeckého moldanubika, Česká republika. – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 99, 49-71
- GADAS, P., NOVÁK, M., HRAZDIL, V., MOZOLA, J., KUMMER, R., 2015: W, Nb, Ta a Fe bohatý brookit z pegmatitu u Bobrůvky, strážecké moldanubikum, Česká republika. – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 100, 3–16
- HAWTHORNE, F. C., COOPER, M. A., WILLIAM, B., FALSTER, A. U., 2004: Pezzottaite: Cs(Be₂Li) Al₂Si₆O₁₈ A Spectacular New Beryl-Group Mineral From The Sakavalana Pegmatite Fianarantsoa Province, Madagascar. - Mineralogical Record, 35, 369.
- HENRY, D. J., DUTROW, B. L., 2011: The incorporation of fluorine in tourmaline: internal crystallographic controls or external environmental influences?. - The Canadian Mineralogist, 49, 41-56.
- MOZOLA, J., GADAS, P., HRAZDIL, V., RADKOVÁ, P., 2017: Anatas, brookit a rutil z pegmatitu u Bobůvky, strážecké moldanubikum, Česka republika. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nar. Muz. (Praha), 25, 3–11.
- NOVÁK, M., 1999: Cassiterite and tusionite of B and Sn behaviour in the elbaite pegmatite at Řečice near Nové Město na Moravě, westrn Moravia, Czech Republic. - N. Jb. Miner. Mh. 11, 481-493.
- NOVÁK, M., 2005: Granitické pegmatity Českého masivu (Česká republika); mineralogická, geochemická a regionální klasifikace a geologický význam. - Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 90, 3-74.
- NOVÁK, M., CEMPÍREK, J. (Eds.), 2010: Granitic pegmatites and mineralogical museums in Czech Republic: IMA2010 field trip guide CZ2. Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P., 1998: Niobium-tantalum oxide minerals from complex granitic pegmatites in the Moldanubicum, Czech Republic; primary versus secondary compositional trends. - The Canadian Mineralogist, 36, 659-672.
- NOVÁK, M., KORBEL, P., 1987: Secondary arsenates in a lithium-bearing pegmatite from Řečice near Nové Město na Moravě. - Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturales, 72, 29-34.
- NOVÁK, M., MAZUCH, J., 1987: Nový lithný pegmatit z Dolní Rožínky Acta Musei Moraviae, Scientiae naturales, 72, 257–258.
- NOVÁK, M., POVONDRA, P., 1995: Elbaite pegmatites in the Moldanubicum: a new subtype of the rare-element class. - Mineralogy and Petrology, 55, 159-176.
- NOVÁK, M., STANĚK, J., 1999: Lepidolitový pegmatit od Dobré Vody u Velkého Meziříčí, západní Morava. Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 84, 3-44.
- NOVÁK, M., HOUZAR, S., PFEIFEROVÁ, A., 1998: Přehled mineralogie, petrografie a historie klasické lokality lepidolitového pegmatitu v Rožné u Bystřice nad Pernštejnem, západní Morava. – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 83, 3-48.
- NOVÁK, M., SELWAY, J. B., ČERNÝ, P., HAWTHORNE, F. C., OTTOLINI, L., 1999a: Tourmaline of the elbaite-dravite series from an elbaite-subtype pegmatite at Bližná, southern Bohemia, Czech Republic. – European Journal of Mineralogy, 11, 557–568.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P, COOPER M, HAWTHORNE F.C., OTTOLINI L., XU Z., LIANG J-J., 1999b: Boron-bearing 2M₁ polylithionite and 2M₁ + 1M boromuscovite from an elbaite pegmatite at Řečice, western Moravia, Czech Republic. Eur. J. Mineral. 11, 669–678.
- NOVÁK, M., ŠKODA, R., GADAS, P., KRMÍČEK, L., ČERNÝ, P., 2012: Contrasting origins of the mixed (NYF+ LCT) signature in granitic pegmatites, with examples from the Moldanubian Zone, Czech Republic. - The Canadian Mineralogist, 50, 1077-1094.
- NOVÁK, M., SELWAY, J. B., ČERNÝ, P., CHAPMAN, R. C., MASAU, M., 2000: Correlation between Mn content in tourmaline and garnet abundance in two elbaite-subtype pegmatites: Dolní Rožínka and Pikárec, Czech Republic. In *Geol. Assoc. Can.-Mineral. Assoc. Can., Program Abstr.*
- NOVOTNÝ, F., 2018: Chemické složení turmalínu z elbaitového pegmatitu Dolní Rožínka. MS bakalářská práce, PřF MU, Brno.
- NOVOTNÝ, F., 2020: Mineralogie elbaitového pegmatitu Dolní Rožínka. MS diplomová práce, PřF MU, Brno.
- NOVOTNÝ, F., CEMPÍREK, J. (2019): Magmatic-hydrothermal evolution of tourmaline from the elbaite pegmatite Dolní Rožínka, Czech Republic. In: 9th European Conference on Mineralogy and Spectroscopy.
- NOVOTNÝ, F., NOVÁK, M., CEMPÍREK, J., 2019: Chemical composition of tourmaline from the Dolní Rožínka elbaite pegmatite. Bulletin Mineralogie Petrologie, 27, 38-45.
- NOVOTNÝ, P., MAZUCH, J., 1999: Pegmatit u Dolní Rožínky, Žďár nad Sázavou. Zpr. Vlastivěd. Muz. (Olomouc), 277, 44-48.
- PAULIŠ, P., MAZUCH, J., 2003: Amblygonit z litného pegmatitu z Dolní Rožínky. Vlastivěd. Sbor. Vysočiny, 16, 59-61.

- PERTOLDOVÁ, J., VERNER, K., VRÁNA, S., BURIÁNEK, D., STEDRA, V., VONDROVIC, L., 2010: Comparison of lithology and tectonometamorphic evolution of units at the northern margin of the Moldanubian Zone: implications for geodynamic evolution in the northeastern part of the Bohemian Massif. - Journal of Geosciences, 55, 299-319.
- PIECZKA, A., 2007: Beusite and an unusual Mn-rich apatite from the Szklary granitic pegmatite, Lower Silesia, southwestern Poland. - The Canadian Mineralogist, 45, 901-914.
- PIECZKA, A., SZEŁĘG, E., SZUSZKIEWICZ, A., GOŁĘBIOWSKA, B., ZELEK, S., ILNICKI, S., TURNIAK, K., 2016: Csbearing beryl evolving to pezzottaite from the Julianna pegmatitic system, SW Poland. - The Canadian Mineralogist, 54, 115-124.
- SCHULMANN, K., KRÖNER, A., HEGNER, E., WENDT, I., KONOPÁSEK, J., LEXA, O., ŠTÍPSKÁ, P., 2005: Chronological constraints on the pre-orogenic history, burial and exhumation of deep-seated rocks along the eastern margin of the Variscan orogen, Bohemian Massif, Czech Republic. - American Journal of Science, 305, 407-448.
- SKŘÁPKOVÁ, L., 2020: Mineralogie lithného pegmatitu Lhenice I. MS diplomová práce PřF MU, Brno.
- STANĚK, J., POVONDRA, P., 1987: Elbaites from Řečice, Western Moravia. Acta Musei Moraiviae, Scientiae Naturales. 72, 35-42. Brno.
- TISCHENDORF, G., GOTTESMANN, B., FÖRSTER, H.J., TRUMBULL, R. B., 1997: On Li-bearing micas: estimating Li from electron microprobe analysis and an improved diagram for graphical representation. – Mineralogical Magazine, 61, 809–834.
- TOMAN, J., NOVÁK, M., 2018: Textural relations and chemical composition of minerals from pollucite + harmotome + chabazite nodule in the Věžna I pegmatite, Czech republic. - The Canadian Mineralogist, 56, 1-18.

TOMAN, J., NOVÁK, M., 2020: Beryl-columbitový pegmatit Věžná I. - Acta Mus. Morav., Sci. Geol., 105, 3-42.

- VAN LICHTERVELDE, M., MELCHER, F., WIRTH, R., 2009: Magmatic vs. hydrothermal origins for zircon associated with tantalum mineralization in the Tanco pegmatite, Manitoba, Canada. - American Mineralogist, 94, 439-450.
- WHITNEY, D. L., EVANS, B. W., 2010: Abbreviations for names of rock-forming minerals. American mineralogist, 95, 185–187.
- WISE, M. A., BROWN, C. D., 2010: Mineral chemistry, petrology and geochemistry of the Sebago granite-pegmatite system, southern Maine, USA. - Journal of Geosciences, 55, 3-26.
- YIN, R., WANG, R. C., ZHANG, A. C., HU, H., ZHU, J. C., RAO, C., ZHANG, H., 2013: Extreme fractionation from zircon to hafnon in the Koktokay No. 1 granitic pegmatite, Altai, northwestern China. - American mineralogist, 98, 1714-1724.
- ZAHRADNÍČEK, L., 2012: Vývoj textur a chemického složení zonálních turmalínů z elbaitového pegmatitu v Pikárci u Křižanova. - MS, diplomová práce, PřF MU, Brno.
- ZAHRADNÍČEK, L., NOVÁK, M., 2012: Lithné slídy z elbaitových pegmatitů západní Moravy, Česká Republika. Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 97, 25–37.

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol. CVI (2021): 2, corrigendum

CORRIGENDUM

CORRIGENDUM PRO ČLÁNEK: "NOVOTNÝ F., CEMPÍREK J., 2021: MINERALOGIE ELBAITOVÉHO PEGMATITU Z DOLNÍ ROŽÍNKY. - ACTA MUSEI MORAVIAE, SCIENTIAE GEOLOGICAE, 106, 1, 3-33."

CORRIGENDUM TO: "NOVOTNÝ F., CEMPÍREK J., 2021: MINERALOGIE ELBAITOVÉHO PEGMATITU Z DOLNÍ ROŽÍNKY. - ACTA MUSEI MORAVIAE, SCIENTIAE GEOLOGICAE, 106, 1, 3-33."

FRANTIŠEK NOVOTNÝ, JAN CEMPÍREK

Tištěná i on-line verze článku obsahuje chybný obrázek 11B a klasifikaci Na,Cs-bohatého berylu (chybně jako avdeevit). Autoři se omlouvají za případné problémy.

The printed and the on-line version of the paper contains an incorrect Fig. 11B and classification of Na,Cs-rich beryl (incorrectly classified as avdeevite). Authors apologize for potential problems.

Abstract (strana 3 / page 3)

Text uvedený v bodě 1. se nahrazuje textem uvedeným v bodě 2.: The text under item 1. should be replaced by the text under item 2.:

- 1. Early beryl is partially enriched in Na and Mg, whereas content of Na and Cs increase towards the pegmatite center; secondary beryl is strongly enriched in Cs and Na (pezzottaite and very rare avdeevite).
- 2. Early beryl is partially enriched in Na and Mg, whereas content of Na and Cs increase towards the pegmatite center; secondary beryl and pezzottaite are strongly enriched in Cs and Na.

Kapitola/Chapter **6.2. Beryl** (strana 29 / page 29) Následující věta se odstraňuje: The following sentence should be removed:

Velmi vzácně se v žilkách objevil i avdeevit (Na-analog pezzottaitu) s Na>Cs při Na+Cs+K+Rb> 0,5 apfu; vznika nahodným lokálním zvýšením Na v Na,Cs-bohatém sekundárním berylu.

Kapitola/Chapter 7. Závěr (strana 31 / page 31)

Text označený 3. se nahrazuje textem 4.:

The text under item 3. should be replaced by the text under item 4.:

- 3. Metasomatickým zatlačováním vznikl ve dvou generacích berylu Na,Cs-bohatý beryl, pezzottait a vzácně avdeevit.
- 4. Metasomatickým zatlačováním vznikl ve dvou generacích berylu Na,Cs-bohatý beryl a pezzottait.

Správný Obrázek 11 (v původním článku uveden na straně 20) je uveden na následující straně.

Correct Figure 11 (in original publication on the page 20) is provided on the following page.

V kapitole "5.2.1. Živce" (strana 10) je chybný odkaz na obr. 11C - správně zde má být obr. 13C.

In the chapter "5.2.1. Živce" (page 10) there is incorrect reference to the figure 11C - it should correctly refer to the figure 13C.

V kapitole "6.1. Vývoj turmalínů a slíd" (strany 28 a 29) se objevují chybné odkazy na obr. 11, 12A, 12B, 13A, 13B, 13C, 13D – správně zde má být obr. 12, 13A, 13B, 14A, 14B, 14C, 14D. In the chapter "6.1. Vývoj turmalínů a slíd" (pages 28 and 29) there are incorrect references to figures 11, 12A, 12B, 13A, 13B, 13C, 13D – these should correctly refer to figures 12, 13A, 13B, 14A, 14B, 14C, and 14D, respectively.

V kapitole "6.2. Beryl" (strana 29) se objevují chybné odkazy na obr. 15A, 15B a 15C - správně zde mají být odkazy na obr. 11A, 11B, 11C.

In the chapter "6.2. Beryl" (page 29) there are incorrect references to figures 15A, 15B a 15C - these should correctly refer to figures 11A, 11B, and 11C, respectively.



- Obr. 11. Vývoj složení berylu a BSE snímek pezzottaitu; A) graf Mg+Fe vs. Na+K+Rb+Cs; B) klasifikační diagram pro Na,Cs-bohaté minerály skupiny berylu; C) BSE obrázek sekundárního pezzottaitu na puklinách berylu.
- Fig. 11. Evolution of beryl composition and BSE image of pezzottaite; A) diagram Mg+Fe vs. Na+K+Rb+Cs;
 B) classification diagram for Na,Cs-rich minerals of the beryl group; C) BSE image of secondary pezzottaite on beryl fissures.