# PŘEHLED MINERALOGIE, PETROGRAFIE A HISTORIE KLASICKÉ LOKALITY LEPIDOLITOVÉHO PEGMATITU V ROŽNÉ U BYSTŘICE NAD PERNŠTEJNEM, ZÁPADNÍ MORAVA

## MINERALOGY, PETROGRAPHY AND HISTORY OF THE CLASSICAL LEPIDOLITE PEGMATITE OCCURENCE IN ROŽNÁ NEAR BYSTŘICE NAD PERNŠTEJNEM, WESTERN MORAVIA; AN OVERVIEW

#### MILAN NOVÁK, STANISLAV HOUZAR & ANNA PFEIFEROVÁ

#### Abstract

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, Sci. geol.*, 83:3–48 (with English summary).

Mineralogy, petrography and history of the classical lepidolite pegmatite occurrence in Rožná near Bystřice nad Pernštejnem, western Moravia; an overview.

The Rožná pegmatite, a classical Moravian locality studied from the 18th century, is located in the northeasternmost part of the Strážek Moldanubicum, along the contact with the Svratka Unit, and it is hosted in migmatized biotite gneiss. The pegmatite dike, about 1 km long and about 35 m wide, is NNW-trending and dips about 60 °ENE. The Rožná pegmatite was opened on the Hradisko hill, the classical part of the dike studied from the 18th century, on the Borovina hill and in locality Rožná-north. Internal structure of the Rožná pegmatite is close to symmetric, consisting of the textural-paragenetic units: (i) biotite-bearing wall zone; (ii) schorl-bearing intermediate zone with blocks of (iii) graphic unit and masses (veins?) of (iv) granitic unit; relatively rare (v) K-feldspar from blocky core-margin zone and (vi) quartz core surrounded and in part penetrated by (vii) albite-lepidolite complex. Late fracture-filling tourmaline veins were found particularly in the (ii), (iii) and (iv) units. The most abundant minerals include quartz, K-feldspars and albite. Micas (biotite, muscovite, lepidolite) and tourmaline (schorl, foitite, elbaite, rossmanite. dravite) are typical subordinate minerals present in almost all textural-paragenetic units. Cassiterite, fluorapatite, amblygonite-montebrasite, columbite-tantalite, triplite, topaz, and beryl are typical minor to accessory minerals, zircon, ixiolite, monazite-(Ce) and almandine-spessartine are very rare. Hydrothermal minerals include hydroxylherderite, bertrandite, lacroixite, brasilianite, goyazite, eosphorite, pyrite, haematite, kaolinite, chalcedony and opal. Internal structure, mineralogy, chemistry of minerals and compositional trends indicate that the Rožná lepidolite pegmatite is the largest complex pegmatite in the Moldanubicum and it is very similar to the lepidolite pegmatites in Varuträsk in Sweden and Brown Derby in Colorado, USA.

Key words: lepidolite-subtype pegmatite, geology, internal structure, petrography, mineralogy, history, Rožná, Czech Republic.

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

# 1. Úvod

Jednou z nejvýznamnějších mineralogických lokalit na Moravě je nepochybně pegmatitová žíla poblíž Rožné, 5 km j. od Bystřice nad Pernštejnem, okres Žďár nad Sázavou. Její význam nespočívá jen v tom, že jde o lepidolitem nejbohatší pegmatit ve střední Evropě a nejbližší srovnatelné výskyty jsou až ve Švédsku (Utö a Varuträsk), ale i v historických souvislostech spojených s objevem lokality a jejím následným vědeckým zpracováním. Objev lithné slídy – lepidolitu v Rožné koncem 18. století vyvolal velkou pozornost v učených kruzích celé Evropy, jeho vzorky se dostaly do většiny muzejních a soukromých sbírek na celém světě. Lepidolit z Rožné se tak stal první slídou uvedenou do mineralogického systému. Lithium bylo zjištěno v roženském lepidolitu Wenzem a Gmelinem v roce 1820, tedy 3 roky poté, co bylo objeveno jako nový prvek v petalitu z Utö. Lepidolit z Rožné byl i druhým minerálem na světě, v němž byl zjištěn draslík, považovaný původně pouze za součást rostlin. Růžový elbait (rubelit) byl zpočátku považován za krystalovaný lepidolit a pravděpodobně jen proto se Rožná nestala jeho originálním nalezištěm (rubelit byl jako nový minerál poprvé uveden do systému v roce 1794, dnes je tento termín vyhrazen pro růžovou až červenou odrůdu elbaitu, který byl popsán jako nový minerál Vernadským z Elby v roce 1917). Není rovněž bez zajímavosti, že první údaj o přítomnosti bóru v turmalínech se týká rubelitu z Rožné, kde byl zjištěn v roce 1804 brněnským lékárníkem Petkem (in BOHATÝ 1993).

Předložená práce podává přehled mineralogie, petrografie a historie této klasické lokality. Jsou zde uvedeny všechny důležité publikace, je diskutováno chemické složení většiny minerálů a také publikována řada nových dat získaných autory v posledních letech. Pegmatity z Rožné jsou srovnávány s dalšími výskyty v moldanubiku a zdůrazněna jejich jak historická tak geologická výjimečnost v rámci střední Evropy.

# 2. Stručný přehled jednotlivých výskytů komplexních pegmatitů v Rožné

Na lokalitě Rožná je známo několik izolovaných výskytů komplexních pegmatitů (obsahujících Li-minerály – ČERNÝ 1991), které se od sebe liší svojí velikostí, paragenezí, vývojem jednotlivých minerálů, ale především svým významem. V této publikaci jsou jednoznačně vyčleněny tak, aby nedocházelo k jejich vzájemné záměně (obr. 1), a zároveň byly některé označeny novými názvy. Přesto nelze, vzhledem k dlouhotrvající těžbě na Hradisku, vyloučit zavlečení minerálů z Hradiska, především lepidolitu, i do relativně vzdáleného okolí.

# A. Hradisko (kóta 518 m)

Hlavním odkryvem je starý lom o délce asi 60 m a šířce přibližně 10 m na zalesněném vrcholu kopce Hradisko na východním okraji obce. Přirozené výchozy pegmatitu s krátkou štolkoú jsou na jihovýchodním úbočí údolí Sušírny a staré odvaly na vrcholu a úbočí Hradiska. Důlní díla jsou s výjimkou šachty na vrcholu Hradiska dnes zašlá. Pegmatitová žíla v její texturně nejsložitější části s blokovým křemenem a masívními bloky broskvově fialového lepidolitu byla otevřena už v 18. století a z ní pocházejí všechny minerály s lokalizací "Rožná", sbírané před II. světovou válkou (obr. 2).

# B. Borovina (150 m z. od kóty 509 m)

Na vrcholu Borovina, ležícím asi 200 m JV od Hradiska za údolím Sušírna, jsou dnes zbytky několika drobných lomů a přírodních odkryvů. Průzkumné práce byly převážně povrchové, jen za II. světové války byla žíla odkryta štolou raženou východním směrem od potoka Nedvědičky. Typickým materiálem z Li-části žíly je šedý lepidolit se sytě modrým indigolitem.

C. Rožná-sever (s. Rožné, asi 500 m ssz. od Hradiska)

Na malém návrší, poblíž severního kraje obce, severně od silnice do Zlatkova se na poli a podél polní cesty vyskytují hojné úlomky pegmatitu, který byl rovněž odkryt za II. světové války šachticí a několika rýhami (ZOUBEK 1942). Žíla dosahuje mocnosti více než 8 m a převládá zde hrubě zrnitý pegmatit se skorylem, hrubě až drobně zrnitý růžový lepidolit je poměrně vzácný. Naposled byla žíla odkryta v roce 1995.

D. Žíla č. 2 (na Hradisku, 150 m jv. od kóty 518 m)

Z míst asi 100 m v. od hlavní žíly uvádí NĚMEC (1998) drobnou žílu pegmatitu s bloky broskvově fialového lepidolitu. Další žíly (č. 3–7) se vzácným lepidolitem, na žilách č. 4–6 s modrým elbaitem a na žíle č. 6 s růžovým elbaitem se podle NĚMCE (1998) objevují východně od hlavní žíly na polích.



Obr. 1. Rozšíření žil komplexních pegmatitů u Rožné. – čárkovaně jsou uvedeny žíly popisované NEMCEM (1998). – vyznačena jsou i ústí průzkumných štol.
Fig. 1. Location of pegmatite dikes in Rožná area.

– dashed lines indicate dikes described by NEMEC (1998).
 – mouth of exploration galleries are marked.

E. V Trhovci (žíla v polích necelý 1 km ssv. od Rožné)

Na poli byla příležitostným výkopem odkryta zonální pegmatitová žíla asi 2 m mocná s hojným skorylem a s krystaly záhněd v dutinách. V nich byl zjištěn také vzácný verdelit a krystaly kasiteritu (D. ŠIKOLA, úst. sdělení).

Z polí poblíž Hradiska mají také pocházet korodované krystaly heliodoru až několik cm dlouhé (STOUPAL a KINCL 1994, RUSEK in STANĚK 1994). Tento výskyt podobně jako výskyty uváděné NĚMCEM (1998) ale nebyly autory potvrzeny. Přehled zastoupení vybraných minerálů na lokalitách Hradisko, Borovina a Rožná-sever je uveden v tab. 1.

	Hradisko	Borovina	Rožná-sever (Rožná-north)		Hradisko	Borovina	a Rožná-sever (Rožná-north)
křemen (quartz)	А	А	А	ferrocolumbit	VR	_	_
mikroklin	Α	Α	Α	ixiolit	_	VR	_
ortoklas	Α	Α	Α	amblygonit	R	R	R
oligoklas	R	R	-	montebrasit	R	R	-
albit	Α	Α	A	triplit	R	R	
biotit	R	Μ	R	topaz	R	VR	-
muskovit	С	С	С	beryl	R	R	VR
trilithionit	С	Μ	Μ	zirkon	VR	VR	_
polylithionit	VR	-		granát (garnet)	VR		_
skoryl (schorl)	С	С	Μ	hydroxylherderit	_	R	
foitit	VR	R	_	lacroixit	R	R	VR
elbait	Μ	М	R	brazilianit	_	VR	_
rossmanit	VR	-	<u></u>	bertrandit	VR		
dravit	VR	<u> </u>	—	pyrit	VR	-	_
fluorapatit	R	R	R	hematit	VR		_
kasiterit	М	R	-	chalcedon	R	_	-
manganocolumbit	R	VR	-	opál	R	-	_
manganotantalit	_	VR	5 mm - 1		-2		

Tabulka	<ol> <li>Přehled minerálů popsaných z jednotlivých lokalit.</li> </ol>
Table	1. Review of minerals described from the individual localities

A – hojný, C – běžný, M – vedlejší, R – vzácný, VR – velmi vzácný.

A - abundant, C - common, M - minor, R - rare, VR - very rare.

# 3. Historický přehled studia a těžby pegmatitů v Rožné

#### 3.1. Historie objevu lepidolitu

Obec Rožná vstoupila do povědomí odborné mineralogické veřejnosti v druhé polovině 18. století. V té době tereziánský stát, který intenzivně usiloval o rozšíření těžby rudních ložisek, vydal 23. 2. 1765 vládní nařízení o jejich vyhledávání a otevírání. Zvýšená aktivita státu v báňském podnikání byla motivována snahou obnovit rozvojem těžby drahých a některých užitkových kovů ekonomickou stabilitu monarchie, která byla otřesena sedmiletou válkou (1756–1763) a následnou ztrátou průmyslového Slezska a Kladska (MAJER 1973). Z iniciativy vlády se vytvářely malé prospekční skupiny, které pracovaly také na řadě míst v českých zemích, mimo jiné i na Českomoravské vrchovině. Ve Vídni bylo rozhodnuto i o přesunu některých horníků a báňských odborníků z hornouherských revírů, zejména ze štiavnického, do Čech (MAJER 1980). Tito prospektoři prozkoumávali především nadějná území, k nimž pernštejnské panství, jehož součástí byla i Rožná, bezesporu patřilo. Oblast byla totiž od středověku až do roku 1781 známa svými doly na zlato, stříbro, železo a měď (POLÁK 1960, KREJCÍŘ a ŠTREJN 1962).

Zvýšený zájem prospektorů o pernštejnské panství vedl patrně i k prohlídce vrchu Hradisko u Rožné. Tam se průzkumníci setkali s nerosty, které ze své praxe neznali. S velkou pravděpodobností lze předpokládat, že se obrátili na některé v té době známé báňské odborníky jako byli např. N. PODA (1723–1798), který v letech 1765–1771 působil jako profesor matematiky a mechaniky na báňské akademii v Banské Štiavnici, nebo c. k. horní rada, rytíř I. BORN (1742–1791), tehdejší významný mineralog. V letech 1772 a 1775, kdy Born vydává "Index Fossilium", ještě Rožnou nezná, a tak ji neuvádí. Zato podle d'ELVERTA (1868) liechtensteinský ředitel hutí, hospodářský rada a inženýr K. Rudzinsky znal Rožnou již v roce 1785 a o rok později, v roce 1786, z této lokality popsal apatit. Koncem 80. let 18. století byl s neobvyklým nerostem na vrchu Hradisko u Rožné v sousedním pernštejnském panství nepochybně seznámen i hrabě Jan Nepomuk Mitrovský, sídlící v nedaleké Dolní Rožínce. Mitrovský, v té době již známý přírodovědec a mineralog (KROUPA 1987), informuje o tomto nálezu své přátele a známé jak v Praze (J. MAYER, I. BORN), tak i v Berlíně (K. A. GERHARD, Akademie věd).

V roce 1790 vydává I. Born "Catalogue de la Collection des Fossiles", v němž z Rožné popisuje výskyt nafialovělého "sádrovce". Týž autor v roce 1791 v Crellových Chem. Annalech uvádí z Rožné nafialovělý "zeolit". V téže době N. Poda nazývá nový růžový až slabě fialový nerost jako "lillalith" (BURKART 1953). V roce 1792 publikuje horní rada O. B. R. Karsten z Berlína v Bergm. Journal chemickou analýzu lillalitu, kterou provedl prof. M. H. Klaproth. Klaproth také nazývá nový nerost podle šupinkového vzhledu lepidolitem (obr. 3). V následujícím roce 1793 publikuje J. N. Mitrovský v témže časopise krátkou zprávu o nálezu lepidolitu a dalších nerostech na Rožné. LENZ (1794) přiřazuje fialový nerost z Rožné stejně jak I. Born k zeolitům a uvádí, že ho našel



Obr. 2. Rožná u Bystřice nad Pernštejnem – pohled na Hradisko (uprostřed) a Borovinu (vpravo) od západu (foto J. Staněk, situace v roce 1993).

Fig. 2. Rožná u Bystřice nad Pernštejnem view on the Hradisko hill (in centre) and Borovina hill (right) from the west (Photo J. Staněk, situation in 1993).

hrabě Mitrovský. Avšak v dodatku v této publikaci reaguje na nové výzkumy, nazývá nový nerost lilalitem, příp. lepidolitem a cituje Klaprothovu analýzu. Že jde o slídu zjistil až P. Cordier v roce 1802 (in SEKANINA 1928b), název "lithionová slída" použil poprvé GMELIN (1820). Abbé ESTNER (1795) již obsáhle popisuje vzorky lepidolitu z Rožné, které jsou ve sbírce hraběte z Vrbna a porovnává Klaprothovu analýzu lepidolitu s výsledky, ke kterým dospěl A. Wondraschek rozborem "krystalovaného" lepidolitu. Rovněž uvádí, že abbé Poda nazval nerost podle barvy (lillalith), Klaproth podle vzhledu (lepidolith). Práce WONDRASCHKA (1798a, b) přinášejí jednak výčet a popis nerostů na vrchu Hradisko u Rožné a dále analýzu tzv. krystalovaného lepidolitu, který pak HAUY (1801) přiřadil k turmalinu (tourmaline apyre de Rosena). Jako autora nálezu lepidolitu uvádí abbého Podu. Wondraschekovy práce rovněž komentuje ANDRÉ (1800), který se zde zmiňuje i o analytických pracích brněnského chemika a lékárníka V. Petkeho o lepidolitu a rubelitu. Známé poznatky o lepidolitu a turmalínu shrnuje REUSS (1801). V roce 1808 ve své příručce topografické mineralogie již C. C. Leonhard uvádí Rožnou u pěti nerostů. A tak v rozpětí zhruba dvaceti let vešla Rožná ve známost téměř v celém tehdejším evropském mineralogickém světě.

Takřka úplný výčet historicky významné nejstarší literatury o Rožné, zvláště o tamějším lepidolitu a rubelitu, uvádějí HINTZE (1897), SEKANINA (1928b), MOHR (1934) a BURKART (1936, 1953).

# 3.2. Historie těžby a výzkumu pegmatitů

Lepidolitové ložisko na Hradisku bylo dobýváno mělkými jámami už od počátku 19. století. Z fialového lepidolitu byly vyráběny náhrobní kameny, vázy, misky a těžítka (kamenická firma J. E. Tomoly z Brna), drobně rozdrcený jej používali písaři jako "posýpátko" místo sacího papíru, dokonce se jím i štěrkovalo (PROCHÁZKA 1910, JAHN 1918). První podrobnější popis ložiska podal tehdy brněnský mistr hrnčířský HRUSCHKA (1823). V polovině 19. století popisuje výskyt turmalínu na Hradisku SCHMIDT (1855) a poprvé odtud uvádí indigolit. ZEPHAROVICH (1859) podává přehled minerálů: albit, apatit, biotit, lepidolit (lithionit), muskovit, ortoklas, křemen, mastek, topas, turmalín, wolframit. Z konce 19. století pochází stručná zmínka DVORSKÉHO (1898): "i světoznámé Hradisko

# Aus einem Schreiben von Hrn. Bergs rath Karsten in Berlin.

Sr. Prof. Klaproth har wiederum folgende 2 Steinarten zerlegt; erstlich den Lillalit, oder wie er ihn richtiger nennt, den Lepidolit; er enthält:

- 54, 50 Riefelerbe 38, 25 Thonerbe 0, 75 Braunstein und Eifen 2, 50 Wasser.
- Obr. 3. Původní Klaprothova analýza lepidolitu z Rožné. Fotokopie listu Karstenova dopisu z "Bergmännisches Journal" (1792).
- Fig. 3. The original Klaproth's analysis of lepidolite from Rožná. The photocopy of the page of Karsten's letter from the "Bergmännisches Journal" (1792).

nad Rožnou trpce zklamán mineralog opouští, naleznuv v opuštěném a zatopeném lomu sotva vhodného kousku lepidolithu a rubelitu."

Za I. světové války, v letech 1917–1918, bylo ložisko lepidolitu na Hradisku otevřeno německými podnikateli, např. firmou E. Mercka z Darmstadtu. Lepidolit sloužil jako surovina pro výrobu Li-preparátů využitých v medicíně a při svařování a letování hliníku, udává se i využití v pyrotechnice (KETTNER 1921). Celkem bylo vydobyto asi 4–5 vagonů lepidolitu a uvažovalo se i o využití relativně hojného kasiteritu. Po těžbě se tehdy zachovalo několik jam při západním okraji žíly. Jedna z nich byla údajně přes 17 m hluboká, na dně zatopená, podle fotografie (SEKANINA 1928a) ražená patrně po úklonu žíly. KETTNER (1921) poznamenává, že v poslední době byl těžen hlavně lepidolit zelený a bělavý, zatímco fialově červené odrůdy se v novém materiálu objevují jen vzácně. Hrubozrnné 1–3 cm mocné žilky sytě fialově červeného lepidolitu byly objeveny ve štole dlouhé asi 16 m, ražené z údolí Sušírny v turmalinicko-muskovitickém pegmatitu (KETTNER 1921). V roce 1930 jsou zmiňovány vedle uvedené štolky 2 velké polozasypané jámy s haldami (SEKANINA 1930). Montanistické zhodnocení lokality provedl MOHR (1934). Uvádí přehled dosavadní těžby, odhad zásob a údaje o starších báňských pracích.

Největšího rozsahu dosáhly průzkumné práce v období II. světové války, především v letech 1940–1942. Kromě Hradiska byly orientovány i na jižnější Borovinu a oblast s. od silnice do Zlatkova. Součástí těchto prací bylo i podrobné geologické mapování v měřítku 1:2880 (ZOUBEK 1942). Pegmatit byl otevřen především za účelem těžby křemene a živce ke sklářským účelům (obr. 4, 5). Rozsáhlé průzkumné práce (rýhy, štola a šachta na Hradisku, štola na Borovině, šachtice Rožná-sever) vedly ke zjištění souměrné stavby pegmatitu a vymezení jeho texturně paragenetických jednotek (POLÁK 1942, SEKANINA 1946).

Další, petrograficky a ložiskově orientovanou charakteristiku pegmatitu uveřejnili NOVOTNÝ a ŠTELCL (1951) a POKORNÝ (1956). První autoři uvádějí i ne zcela srozumitelnou mapku rozfárání ložiska. Není jasné, z jakých podkladů výcházely jejich údaje o štolách o celkové délce 220 m a sledování pegmatitu po směru žíly, ani nevysvětlují fakt, že povrchové dobývky mají jiný směr než sledná štola. Souhrnné zhodnocení roženského pegmatitu podal Staněk (in BERNARD 1981). Lepidolitu a albitu bylo občas využito pro



Obr. 4. Lom v pegmatitu na Hradisku u Rožné (foto F. Peštál, situace v roce 1946). Fig. 4. Pegmatite quarry on Hradisko near Rožná (Photo F. Peštál, situation in 1946). šperkařské účely. Různě tvarované mugle a destičky se stávají součástí moderních šperků, ověřuje se i možnost zpracování písmenkových pegmatitů (MRAZEK a REJL 1991).

Nehledíme-li na časté návštěvy a menší výkopy sběratelů minerálů, spadá nejnovější zájem o lokalitu až do devadesátých let. V roce 1992 byla u příležitosti dvoustého výročí popisu lepidolitu pořádáno Masarykovou universitou a Moravským zemským muzeem v Brně vědecké symposium, při níž byla lokalita na Hradisku otevřena do hloubky 4 m a nalezly se až metr velké bloky fialového lepidolitu. Další otvírka na po-



Obr. 5. Výchozy pegmatitu a odvaly na jižním okraji Hradiska v údolíčku Sušírna (foto Petr Černý, situace okolo roku 1955).

Fig. 5. Outcrops of pegmatite and dumps in southern part of the locality Hradisko (Photo Petr Černý, situation about 1955).

dobném místě v rámci exkurze mezinárodního symposia "Tourmaline 97" zastihla především křemenné jádro se zelenavým lepidolitem, elbaity a kasiteritem.

3.3. Přehled významných mineralogických prací o minerálech z pegmatitů v Rožné po roce 1900

Výzkum lokality Rožná, který započal už objevem lepidolitu v roce 1792, trvá přes 200 let a zahrnuje vlastně celé období vědecké mineralogie. Nehledíme-li na nejstarší průkopnické práce, jejichž význam je dnes již pouze historický a nejdůležitější z nich jsou uvedeny v jedné z předešlých kapitol, první vědecké studium minerálů z Rožné s využitím relativně moderních chemických a fyzikálních metod bylo zaměřeno převážně na spolehlivou identifikaci minerálů a upřesnění jejich chemického složení. Sem můžeme zařadit studie o lepidolitu (SEKANINA a VYSLOUŽIL 1928, BERGGRENOVÁ 1941), bertranditu (SEKANINA 1948), berylu (KAŠPÁREK 1949), amblygonitu a hydroxylherderitu (SEKANINA 1950) a Weberovy práce o manganocolumbitu (WEBER 1948, 1949). Většina vzácnějších minerálů jako amblygonit, bertrandit, beryl, columbit a hydroxylherderit byla objevena až v novém materiálu, pocházejícím z rozsáhlých prací v období II. světové války. Tento stav výzkumu je zachycen v topografické mineralogii BURKARTA (1953), který uvádí z pegmatitů v Rožné celkem 25 minerálů.

V dalším období téměř čtyřiceti let nebyly z roženských pegmatitů s výjimkou zirkonu (POKORNÝ 1956, 1959), manganotantalitu (ČERNÝ 1967) a triplitu (STANĚK 1970) popsány žádné nové minerály. POKORNÝ (1959) po nálezu zirkonu diskutuje vznik pegmatitu s ohledem na Gibbsovo fázové pravidlo. Předmětem detailních mineralogických, krystalografických a geochemických studií byl především lepidolit z Hradiska (např. FOSTER 1960, TAKEDA et al. 1971, WISE 1995). Detailně byl studován také turmalín (např. NĚMEC 1953, ČECH et al. 1965, POVONDRA 1981, POVONDRA et al. 1985, NOVÁK a SELWAY 1997) a slídy (ČERNÝ et al. 1995, NĚMEC 1998). NĚMEC (1993a) se také zabýval pseudomorfózami hydroxylherderitu po neznámém minerálu.

V posledních letech probíhá podrobné studium mineralogie pegmatitů u Rožné. Předmětem zájmu jsou především slídy, turmalíny, minerály skupiny columbitu, amblygonit a produkty jeho přeměny, beryl, zirkon, hydroxylherderit, aj. Detailní studium vedlo k objevu rossmanitu, minerálu ze skupiny turmalínu nového pro mineralogický systém (SELWAY et al. 1998), bylo nalezeno několik nových minerálů pro lokalitu a řada nových

do r. 1800	1801-1900	1901-1950	1950-1990	1991-1998
lepidolit* apatit skoryl křemen živec slída turmalín	rubelit indigolit kasiterit muskovit biotit topaz kaolinit ortoklas albit	pyrit hematit beryl mikroklin manganocolumbit amblygonit bertrandit hydroxylherderit opál chalcedon	zirkon triplit oligoklas rutil granát	montebrasit lacroixit brazilianit eosforit goyazit trilithionit polylithionit annit dravit foitit rossmanit* manganotantalit ferrocolumbit ixiolit monazit-(Ce)

Tabulka 2. Historický přehled minerálů popsaných z Rožné. Table 2. Historical review of minerals described from Rožná.

\* nové minerály v mineralogickém systému, new minerals in the mineralogical system

Živec, slída, turmalín, lepidolit, biotit, rubelit, indigolit a granát nejsou podle současných nomenklatorických pravidel považovány za samostatné minerální druhy.

dat o jednotlivých minerálech je uvedena v této studii nebo jsou připravována do tisku (např. SELWAY et al., předloženo do tisku, NOVÁK a ČERNÝ, připravováno do tisku). Pro přehlednost je časová posloupnost objevu jednotlivých minerálů znázorněna v tab. 2.

## 4. Geologie oblasti

Pegmatitová žíla je situována při severovýchodním okraji strážeckého moldanubika na kontaktu se svrateckým krystalinikem. Je uložena v migmatitizovaných rulách, ortorulách a částečně v amfibolitech, v širším okolí žíly se objevují také serpentinity, na přímém kontaktu ale zjištěny nebyly (obr. 6). Západně od lokality se nachází oblast rudního pole Rožná-Olší s uranovým zrudněním. V současnosti je oblast přiřazována k tzv. gföhlské jednotce (terranu) moldanubika (DALLMEYER et al. 1995), běžné zastoupení pestrých vložek však ukazuje, že podobné zařazení nemusí být konečné, zvláště když chybí moderní údaje o PT podmínkách metamorfózy. Ta odpovídá zhruba metamorfóze kyanit-staurolitového typu, následované mladší nízkotlakou metamorfózou se sillimanitem, doprovázené v moldanubiku často vznikem cordieritických migmatitů (NĚMEC 1968, HOUZAR et al. 1998). Komplexní lepidolitové pegmatity u Rožné jsou vzhledem ke své stavbě výrazně postmetamorfní a vznikly v pozdní extenzní etapě vývoje variského orogenu. Stáří lepidolitu, zjištěné Rb-Sr metodou odpovídá 323 Ma (ČERNÝ et al. 1995). KANTOR a KUPCO (1956) uvádějí metodou Rb-Sr u lepidolitu mnohem starší věk 475 Ma.

V bezprostředním okolí pegmatitu na Hradisku a Borovině převládají tmavé, drobně až středně zrnité biotitické pararuly až arterity moldanubika s asociací (křemen + pla-



- Obr. 6. Geologická mapka roženské pegmatitové oblasti (upraveno podle KETTNERA 1921). 1 rula, zčásti migmatitizovaná, 2 amfibolit, 3 serpentinit, 4 pegmatit, 5 kvartérní sedimenty.
   Fig. 6. Geological sketch of the Rožná pegmatite district (modified from KETTNER 1921). 1 gneiss, in part
- migmatitic, 2 amphibolite, 3 serpentinite, 4 pegmatite, 5 Quaternary sediments.

gioklas + biotit ± granát ± sillimanit), s polohami amfibolových rul (křemen + plagioklas + amfibol + biotit), dále zde byly zjištěny načervenalé leukokratní migmatity (nebulity) s asociací křemen + K-živec + plagioklas + biotit + sillimanit (KETTNER 1921, ZOUBEK 1942, SEKANINA 1946, NOVOTNÝ a ŠTELCL 1951, POKORNÝ 1956). Východně od zmíněných lokalit vystupují leukokratní migmatity s převahou metatektu (SEKANINA 1946), biotiticko-muskovitické svory s granátem a ortoruly, řazené již ke svrateckému krystaliniku, které zde vystupuje v tektonickém podloží moldanubika (STÁRKOVÁ et al. 1993).

V širším okolí lokality nebyly nalezeny žádné vyvřelé horniny s výjimkou pegmatitových žil (KETTNER 1921, NEMEC 1998). Většina z nich odpovídá primitivním pegmatitům s asociací křemen + K-živec + albit + biotit + muskovit + turmalín, místy s dutinami vyplněnými krystaly záhněd.

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

Hlavní pegmatitová žíla až 1 km dlouhá a okolo 35 m mocná je orientována zhruba s foliací okolních rul směru SSZ a upadá zhruba 60° k VSV. Kontakt je většinou velmi ostrý, úzké lemy žlutohnědého turmalínu byly nalezeny vzácně na kontaktu s enklávami okolních hornin (SEKANINA 1946).

Na Hradisku je vnitřní stavba pegmatitové žíly téměř symetrická a byly zde zjištěny následující texturně-paragenetické jednotky: (1) hrubě zrnitý okrajový pegmatit (K-živec + křemen + plagioklas + biotit + muskovit), (2) hrubě zrnitý skorylem bohatý pegmatit (K-živec + křemen + plagioklas + skoryl + muskovit), místy s bloky (3) písmenkovitého pegmatitu (křemen + K-živec + albit + skoryl + muskovit) a žílami (4) drobně zrnitého granitického pegmatitu (křemen + K-živec + albit + skoryl + muskovit). Střed pegmatitu je tvořen mohutným (5) křemenným jádrem, které je místy lemováno (6) bloky K-živce a především se podél křemenného jádra, a místy i uvnitř objevuje (7) albit-lepidolitový komplex. Možná, že se na žíle uplatňoval výrazněji i blokový amblygonit velmi podobný K-živci, nalezený nedávno na haldách.

Na Borovině jsou texturně-paragenetické jednotky (1) až (4) velmi podobné Hradisku, jak ve složení, tak v rozmístění. Křemenné jádro chybí nebo je jen několik dm mocné, a také albit-lepidolitový komplex je texturně i mineralogicky poněkud odlišný. Převládají šedý typ lepidolitu a sytě modrý elbait. Mocnost a prostorové rozmístění jednotlivých jednotek na Hradisku a na Borovině je uvedeno na obr. 7.

Výchozy pegmatitu Rožná-sever nebyly odkryty do takové míry, aby bylo možno stanovit zonálnost, rozmístění i zastoupení jednotlivých texturně-paragenetických jednotek stejně dobře jako na ostatních lokalitách. Zonálnost se zdá být podobná Hradisku. Jednoznačně zde převládá (2) hrubě zrnitý pegmatit se skorylem, místy s pérovitými muskovity a drobnými bloky K-živce, dále je přítomen (3) písmenkový pegmatit, (5) křemenné jádro asi 0,5 m mocné. Albitová subjednotka obsahuje skoryl se zelenými lemy verdelitu a stříbřitě šedým muskovitem. Lepidolitová subjednotka se objevuje v těsné blízkosti křemenného jádra jako hrubě lupenité agregáty fialového lepidolitu často zarůstající do masivního křemene a drobně až středně zrnitý albit-lepidolitový agregát se vzácným rubelitem a amblygonitem. Poměrně rozšířený je mladý celistvý muskovit v křemenném jádře a jeho blízkosti.

Vztahy mezi jednotlivými texturně-paragenetickými jednotkami a jejich petrografie byly především na Hradisku studovány např. SEKANINOU (1946), NOVOTNÝM a ŠTELCLEM (1951), POKORNÝM (1956) a NOVÁKEM (1992). Posloupnost jejich krystalizace zhruba odpovídá pořadí, v němž jsou uvedeny. Neobvyklé je postavení drobně zrnitého granitického pegmatitu, který je většinou nejstarší jednotkou na pegmatitových žilách. Na Hradisku i na Borovině ale intruzivně proniká do některých jednotek (hrubě zrnitý pegmatit se skorylem a písmenkový pegmatit) a je zřetelně mladší.

Jednotlivé texturně-paragenetické jednotky byly detailněji studovány (např. BOBKOVÁ 1936, ROSICKÝ 1937, SEKANINA 1946, NOVOTNÝ a ŠTELCL 1951, POKORNÝ 1956, NOVÁK 1992). Ve většině případů jsou jejich textury i mineralogické složení poměrně jednotvárné s výjimkou albit-lepidolitového komplexu a přilehlého křemenného jádra. Zde se objevují téměř všechny zajímavé minerály a proto si zaslouží bližší pozornost.

Albit-lepidolitový komplex lze rozdělit na dvě relativně samostatné subjednotky – albitovou a lepidolitovou.

Albitová subjednotka s převládajícím mineralogickým složením (křemen + albit + muskovit + černý až zelený turmalín) je situována při vnějším okraji celého komplexu většinou na styku s hrubě zrnitým skorylovým pegmatitem, vzácně se zde objevuje



Obr. 7. Řez pegmatity na Hradisku a Borovině u Rožné (NOVAK 1992) 1 – hrubě zrnitý pegmatit s biotitem, 2 – hrubě zrnitý pegmatit se skorylem, 3 – písmenkový pegmatit, 4 – granitický pegmatit, 5 – albit-lepidolitový komplex (černě – lepidolitová subjednotka), 6 – křemenné jádro, 7 – okolní hornina a enklávy, 8 – dobývky; A = Hradisko, B = Borovina.
Fig. 7. Vertical sections through the Rožná pegmatites (NOVAK 1992). 1 – coarse-grained biotite-bearing unit,

Fig. 7. Vertical sections through the Rožná pegmatites (NOVÁK 1992). 1 – coarse-grained biotite-bearing unit, 2 – coarse-grained schorl-bearing unit, 3 – graphic unit, 4 – granitic unit, 5 – albite-lepidolite unit (black – lepidolite subunit), 6 – quartz core, 7 – host rocks and their enclaves, 8 – mining; A = Hradisko, B = Borovina. i drobně zrnitý granitický pegmatit a písmenkový pegmatit. Kontakt s okolními jednotkami bývá ostrý, jen lokálně lze pozorovat textury připomínající metasomatické zatlačování. Na druhé straně existují postupné přechody mezi albitovou a lepidolitou subjednotkou. Lepidolitová subjednotka s minerální asociací (lepidolit + albit + křemen + růžový, světle zelený, bezbarvý a modrý turmalín) je objemově méně významná. Místy se objevují masivní agregáty čistého lepidolitu o objemu až 1 m<sup>3</sup>. Poblíž kontaktu křemenného jádra a lepidolitové subjednotky jsou přítomny drobné dutiny s krystaly barevných turmalínů, křemene, lepidolitu a apatitu.

Vedle již vyčleněných parageneticko-texturních jednotek, které většinou vznikly krystalizací přímo z pegmatitové taveniny, se na lokalitách Hradisko a Borovina objevují turmalínem bohaté žíly, až několik cm mocné, pronikající diskordantně (2) hrubě zrnitým pegmatitem se skorylem, (3) písmenkovitým pegmatitem, (4) drobně zrnitým granitickým pegmatitem a výjimečně i (7) albit-lepidolitovým komplexem a (6) křemenným jádrem. Vedle dominantního turmalínu se na žilách objevuje také apatit. Barva turmalínu kolísá podle vzdálenosti od centra pegmatitu od černé, černomodré ve vnějších partiích až po zelenou poblíž lepidolitové subjednotky, v křemenném jádře je turmalín na puklinách růžový. Turmalínové žíly pravděpodobně vznikly z B-bohatých fluid uvolněných z pegmatitové taveniny těsně po utuhnutí pegmatitu.

Na haldách na Hradisku byly v posledních letech znovu nalezeny enklávy metapelitů s hojným turmalínem uložené v pegmatitu. Poprvé si enkláv všímá POLAK (1942), který je chybně označil jako amfibolity. Jeho omyl opravil SEKANINA (1946), který popisuje jejich turmalínový kontaktní lem. Metapelity jsou silně hydrotermálně alterované a z původních minerálů se zachovaly je relikty živců, biotitu a vzácného titanitu. Minerály byly přeměněny ve směs blíže neurčených jílovitých minerálů a slíd. Turmalín tvoří žilky a nepravidelná hnízda složená z radiálně paprsčitých agregátů černohnědé, hnědé, hně dozelené až žlutozelené barvy až 1 cm velkých.

#### 6. Mineralogie pegmatitů

#### 6.1 Hlavní minerály

# Křemen SiO<sub>2</sub>

Křemen je přítomen jako podstatný minerál na všech studovaných výchozech a ve všech texturně-paragenetických jednotkách snad jen s výjimkou anchimonominerálních hnízd fialově růžového lepidolitu. Je celistvý až hrubě zrnitý a většinou má mléčně bílou barvu. Jednotlivá zrna jsou někdy omezena rýhovanými krystalovými plochami (КЕТТ-NER 1921). V písmenkové zóně se objevují hieroglyfy křemene milimetrových až centimetrových rozměrů (Роковну 1956), jen lokálně se na Hradisku vyskytuje křišťál a záhněda (SEKANINA 1928a). V jádře pegmatitu dosahují bloky křemene velikosti až několika desítek m<sup>3</sup>. Na Hradisku obsahuje jádro relativně velké dutiny, v nichž se objevují až 15 cm velké bílé krystaly prizmatického habitu s šedým jádrem, se zaoblenými plochami, povlečené zelenavým celistvým muskovitem a bělavým kaolinitem. V drobných dutinách při okraji křemenného jádra a v přilehlé lepidolitové subjednotce bývají někdy oboustranně vyvinuty paralelní srůsty prizmatických až 2 cm velkých dokonale vyvinutých krystalů šedobílého křemene na nějž narůstá apatit nebo dokonale vyvinuté krystalky verdelitu a místy drúzovité agregáty lepidolitu. Na Borovině se v podobných dutinách vyskytují krystaly sytě modrého indigolitu.

#### Skupina živců

# K-živce (mikroklin a ortoklas) KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

Draselné živce jsou velmi pravděpodobně zastoupeny jak ortoklasem tak mikroklinem, resp. mikroklinperthitem (SEKANINA 1928a, POKORNÝ 1956), i když oba minerály nebyly dosud potvrzeny strukturním studiem. Jsou podstatnou součástí většiny texturně-paragenetických jednotek vyčleněných v jednotlivých pegmatitových žilách (obr. 7) s výjimkou centrálních partií křemenného jádra a vysoce frakcionované albitové a lepidolitové jednotky. V granitické jednotce je K-živec vzácnější než plagioklas (oligoklas) a je podobný K-živci písmenkového pegmatitu (POKORNÝ 1956). I v nich se ale výjimečně vyskytují (především na Borovině) alterovaná červenohnědá zrna K-živce až 1 dm velká, zatlačovaná albitem a lepidolitem. Čerstvý K-živec, který výrazně převládá na Hradisku i na lokalitě Rožná-sever, je většinou světle červenohnědý až světle hnědý. Vzácné bloky K-živce objevující se místy při okraji křemenného jádra na Hradisku jsou až 1 m velké. K-živce dosud nebyly detailně studovány, takže neznáme obsah stopových prvků (např. Rb, Cs, Ba, Sr, Ga) a také jejich strukturní vlastnosti.

#### Albit NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

Je jedním z nejhojnějších minerálů na všech studovaných lokalitách. Objevuje se ve více texturních a paragenetických typech jako drobně až hrubě zrnité agregáty bílé, nažloutlé až světle šedé barvy. Velikost zrna i zbarvení kolísají v rámci jednotlivých texturně-paragenetických jednotek, takže např. v albitové subjednotce se objevují jak jemně zrnité (aplitické), tak hrubě lupenité agregáty s jedinci albitu kolem 2 cm velkých. Jemnozrnný narůžovělý albit z okrajů této jednotky přechází do hrubozrnnějších partií s bílým albitem (POKORNÝ 1956). Podobně jako u ostatních živců mu byla věnována jen minimální pozornost, takže neznáme jeho skutečné chemické složení. Pravděpodobně ale převládá velmi čistý albit blízký koncovému členu.

# Oligoklas (Na, Ca) Al (Si, Al)<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

Kyselý oligoklas se pravděpodobně vyskytuje v hrubě zrnitém pegmatitu v blízkosti okolních hornin spolu s biotitem a skoryl-foititem (Рокови 1956) a pravděpodobně v enklávách metapelitů. Dosud nebyl detailněji studován.

# Skupina slíd

Slídy jsou zastoupené vzácným biotitem objevujícím se pouze v okrajových jednotkách pegmatitu (hlavně na Borovině), hojným muskovitem v několika generacích a především lepidolitem, který byl z této lokality popsán jako nový minerál. Na rozdíl od živců jim ale byla věnována vždy značná pozornost, především lepidolitu (nově např. ČERNÝ et al. 1995, NĚMEC 1998).

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

Je v Rožné poměrně velmi vzácnou slídou. Vystupuje pouze v hrubozrnném okrajovém pegmatitu společně s perthitickým draselným živcem, křemenem, a místy i se skorylem-foititem a muskovitem. Tento typ pegmatitů byl zastižen hlavně ve štolách pod Hradiskem a Borovinou a v současné době je odkryt pouze na s. úbočí Boroviny v údolí Sušírna. Černohnědé lupeny až 6 cm dlouhé jsou většinou silně zvětralé, přeměněné na stříbřitý slídový minerál se vzácnými sloupečky rutilu (POKORNÝ 1956). Je pravděpodobné, že biotit je ve spodních partích žil mnohem hojnější (obr. 7). Relikty biotitu se objevují také v enklávách metapelitů. Chemické složení biotitu z hrubě zrnitého pegmatitu z Boroviny odpovídá annitu s malým podílem siderofylitové a flogopitové komponenty. Muskovit KAl<sub>2</sub>AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub> (OH, F)<sub>2</sub>

Muskoviť je poměřně hojný a vyskytuje se v několika typech. Na Hradisku byly vyčleněny následující typy: (1) Vějířovité (pérovité) stříbřitě bílé agregáty až 10 cm dlouhé v písmenkovém pegmatitu. (2) Nažloutlé až stříbřitě bílé, hrubě lupenité agregáty a izolované lupeny, velmi často doprovázející černý skoryl-foitit v hrubě zrnitém skory-lovém pegmatitu a v písmenkovitém pegmatitu. (3) Nažloutlé až nazelenalé zprohýbané lupeny i středně zrnité agregáty doprovázející černozelený skoryl-elbait a kassiterit v albitové subjednotce (KETTNER 1921). (4) Celistvé až jemně zrnité agregáty většinou světle zelené barvy v křemeném jádře a jeho blízkosti označované jako "damourit" a "Speckstein" podle starých autorů, kde povlékají krystaly křemene v dutinách. Všechny uvedené typy se kromě pérovitého muskovitu vyskytují i na Borovině. Na lokalitě Rožná-sever pak nechybí ani pérovitý muskovit a v albitovém pegmatitu se spolu s tmavě zeleným elbaitem objevuje také stříbřitě šedý ledvinitý muskovit, pravděpodobně se zvýšeným obsahem Li.

Vedle již uvedených minerálů se na Hradisku lokálně objevují jemnozrnné směsi muskovitu a křemene, a to jako bílé až šedé pseudomorfózy po stéblech elbaitu v celistvém fialovém lepidolitu.

Trilithionit K(Li<sub>1.5</sub> Al<sub>1.5</sub>)AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>(F, OH)<sub>2</sub>

Nejznámnějším minerálem z Rožné je nesporně lepidolit. Nejnovější klasifikace slíd (RIEDER et al., nepubl. data) ale vyčleňuje v rámci lepidolitu dva samostatné minerály, trilithionit a polylithionit, z nichž první v Rožné naprosto převládá. V textu budeme i nadále většinou užívat tradiční termín lepidolit, který v tomto případě znamená trilithionit.

Lepidolit se zde vyskytuje v několika varietách. Na Hradisku se směrem od okraje do středu žíly objevují nejdříve poměrně vzácné, hrubě lupenité agregáty světle fialového lepidolitu až 3 cm velké, pronikající v žilách albitem ve vnitřní části albitové subjednotky. Směrem k centru se pak vyskytuje nejhojnější a nejznámější varieta lepidolitu, drobně zrnitý broskvově fialový lepidolit, a to buď jako drobně až středně zrnité agregáty spolu s albitem, nebo v masivních blocích o velikosti až 1 m<sup>3</sup>. Místy, především v blízkosti křemenného jádra, přechází do světle zeleného nebo světle šedého lepidolitu a obsahuje stébla barevných turmalínů. Vzácně se objevují drobné, šestiboké tabulkovité krystaly lepidolitu v dutinách masivního lepidolitu nebo křemene.

Na Borovině zřetelně převládá světle šedý lepidolit a jen místy se objevují také světle šedý a broskvově fialový lepidolit. Zelený, drobně zrnitý lepidolit byl nově identifikován jako muskovit. Množství lepidolitu je na Borovině výrazně menší než na Hradisku a také jejich vzájemné vztahy jsou komplikovanější. Broskvově fialový i světle šedý lepidolit, které se objevují v albitové subjednotce a někdy zatlačují K-živec, se zdají

	a(m <sup>-10</sup> )	b(m <sup>-10</sup> )	c(m <sup>-10</sup> )	ß	V(+)	polytyp
RZ-D13	5,192(3)	9,006(5)	20,063(2)	95,60(8)	934,0(1)	2M,
RZ-E7	5.208(1)	9.006(2)	10,149(3)	100.84(2)	467,5(2)	1M
RZ-F9	9.020(2)	5,1981(8)	20,157(5)	99,50(2)	932,1(3)	$2M_2$
RZ-H8	9.019(1)	5,1975(6)	20,166(3)	99,47(1)	932,5(2)	$2M_2$
RZ-H6	9.025(1)	5,1992(6)	20,166(3)	99,48(1)	933,3(2)	$2M_2^2$
RZ-H4	9.023(1)	5,1976(6)	20,164(4)	99,51(1)	932,7(2)	$2M_2^2$
RZ-H11g	9.027(1)	5,1963(7)	20,173(4)	99,52(1)	933,2(3)	$2M_2$
RZ-H11p	9,021(1)	5,1975(5)	20,171(3)	99,46(1)	932,8(2)	$2M_2^2$

Tabulka 3. Mřížkové parametry a polytypy slíd z Hradiska (ČERNÝ et al. 1995).

Table 3. Unit cell dimensions and polytypes of micas from Hradisko (ČERNÝ et al. 1995).

Stejné vzorky jako v tabulce 4. Same samples as in Table 4. být nejstarší. Světle šedý lepidolit objevující se v blízkosti blokového křemene často spolu s indigolitem je mezi lepidolity asi nejmladší.

Na lokalitě Rožná-sever se vyskytují jen fialové variety lepidolitu, hrubě lupenitá a drobně zrnitá. Masivní celistvý lepidolit podobný klasickým vzorkům z Hradiska není znám.



Obr. 8. Variace vybraných hlavních a vedlejších oxidů ve slídách na Hradisku.
B - biotit, D - muskovit, F - hrubě lupenitý fialový lepidolit z vnější části lepidolitové subjednotky, H - masivní lepidolit různého zbarvení z vnitřní části lepidolitové subjednotky, L - pozdní, jemně zrnitý muskovit z křemenného jádra (tyto symboly jsou stejné jak v práci ČERNÝ et al. 1995).
Fig. 8. Variation of the selected major and minor oxides in micas from Hradisko.

Fig. 8. Variation of the selected major and minor oxides in micas from Hradisko. B – muscovite from outer units, D – muskovite from inner units, F – coarse-flaked violet lepidolite from outer part of lepidolite subunit, H – massive lepidolite with variable colour from inner part of lepidolite subunit, L – late, fine-grained muscovite from quartz core (these symbols are equal to those in ČERNÝ et al. 1995). Ostatní výskyty uváděné NĚMCEM (1998) obsahují drobně zrnitý fialový lepidolit velmi podobný nejhojnější varietě lepidolitu na Hradisku.

# Polylithionit K(Li<sub>2</sub>Al)Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(F, OH)<sub>2</sub>

Lepidolit se převahou polylithionitu byl zjištěn jen zcela ojediněle jako úzké lemy kolem drobných zrn broskvově fialového trilithionitu z masivní lepidolitové zóny na Hradisku. Zhruba na hranici trilithionit-polylithionit leží také analýzy šedého lepidolitu v blízkosti křemenného jádra. Na ostatních lokalitách v Rožné nebyl polylithionit zjištěn.

Slídy z Hradiska a v menší míře i z Boroviny byly podrobeny detailnímu strukturnímu a chemickému studiu (ČERNÝ et al. 1995). Muskovit byl určen jako v přírodě běžný



Obr. 9. Variace vybraných hlavních a vedlejších oxidů ve slídách na Borovině – stejné označení jako v obr. 8. Fig. 9. Variation of the selected major and minor oxides in micas from Borovina – the same symbols as in Fig. 8.

polytyp  $2M_1$ , hrubě lupenitý lepidolit z vnější části lepidolitové zóny odpovídá polytypu 1M, ostatní lepidolity jsou polytyp  $2M_2$  (TAKEDA et al. 1971, ČERNÝ et al. 1995). Je zajímavé, že na lokalitě nebyly zjištěny směsi polytypů (tab. 3). Slídy z ostatních výskytů nebyly detailně studovány.

Chemické složení slíd z Hradiska a v omezené míře i z Boroviny a některých drobných žil uváděných NĚMCEM (1998) bylo studováno na elektronové mikrosondě a na iontové mikrosondě (Li, B, Be) (ČERNÝ et al. 1995, NĚMEC 1998). Representativní analýzy jsou uvedeny v tab. 4, 5 a 6.

Vývoj chemického složení slíd od biotitu přes muskovit, Li-muskovit, trilithionit po vzácný polylithionit byl popsán i z dalších lepidolitových pegmatitů (např. Dobrá Voda – ČERNÝ et al. 1995), pozdní celistvý muskovit je také uváděn z řady lokalit (ČERNÝ a BURT 1984). Biotit odpovídá annitu s malým podílem flogopitové a siderofylitové slož-ky. Muskovit obsahuje jen malé množství fengitové složky, především v okrajových, méně frakciovaných jednotkách. Muskovit z vnějších částí albitové subjednotky odpovídá Li-muskovitu. Lepidolit je zastoupen objemově výrazně převládajícím trilithionitem většinou s výrazným podílem muskovitové složky. V nejvíce frakciovaných partiích lepidolitové subjednotky na styku s křemenným jádrem obsahuje lepidolit podstatné množství polylithionitové složky, která jen výjimečně převládá.

Chování vybraných prvků ve slídách na Hradisku a Borovině je zobrazeno na obr. 8 a 9. Typický je nárůst Li, F, Cs, Si a pokles Fe, Mg, Al od biotitu po polylithionit-trilithionit během primární krystalizace. Zajímavé je chování Rb, které roste až po trilithionit na okraji zón masivního lepidolitu, pak mírně klesá. Obsah Cs je zpočátku velmi nízký a vzrůstá v lepidolitech z masivní zóny. Obsah Fe je vysoký v muskovitech z okrajových jednotek, pak klesá a znovu roste v masivním lepidolitu nebo alespoň v jeho zeleně zbarvených varietách. Obsah Mn je nejvyšší v lepidolitu z vnitřních částí albitové subjednotky přilehlé k masivnímu lepidolitu, pak klesá. Pozdní muskovit z Boroviny je zajímavý zvýšeným obsahem Rb a především Cs a nízkým obsahem Fe ve srovnání s muskovitem v albitové subjednotce.

Celkově se od sebe slídy z Hradiska a Boroviny liší vyššími obsahy Fe, Al a Cs na Borovině, naopak na Hradisku byly zjištěny vyšší obsahy Rb a F. Především obohacení slíd Fe na Borovině a F na Hradisku jsou velmi výrazné. Lepidolit studovaný NĚMCEM (1998) na žilách v polích v. od hlavní žíly je chemicky velmi blízký na Hradisku nejhojnější fialové varietě lepidolitu.

#### Skupina turmalínu

Podobně jako slídy se i turmalín vyskytuje v téměř všech texturně-paragenetických jednotkách a v několika barevných varietách. Detailní studium turmalínu z Hradiska vedlo k určení následujících minerálů ze skupiny turmalínu: skoryl, foitit, elbait, dravit a také k objevení nového minerálu ze skupiny turmalínů – rossmanitu (NoVÁK a SELWAY 1997, SELWAY et al. 1998).

Skoryl NaFe<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>(BO<sub>2</sub>)<sub>3</sub> (OH, F)<sub>4</sub>

Nejhojnějším turmalínem na všech lokalitách je černý skoryl. Objevuje se v hrubě zrnitém skorylovém, granitickém a písmenkovém pegmatitu a hojně i v albitové subjednotce, především v její vnější části. Zde je někdy lemován tmavě zeleným verdelitem a ve vnitřních částech albitové zóny verdelit převládá. Skoryl tvoří drobná zrna, stébelnaté agregáty a sloupcovité krystaly až několik cm dlouhé. Někdy srůstá s muskovitem do komplikovaných agregátů. Turmalín skorylového složení tmavě modré až černé barvy se hojně objevuje na turmalínových žilách, hnědočerný až hnědozelený skoryl je také přítomen v enklávách metapelitů. Foitit  $\Box$ (Fe<sub>2</sub>Al)Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH)<sub>4</sub>

Makroskopicky se podobá skorylu a nelze je od sebe rozeznat bez detailního studia na mikrosondě. Ve většině případů tvoří jen malé partie v krystalech skorylu pocházejícího z hrubě zrnitého pegmatitu. Jen výjimečně byl zjištěn spolu s turmalínem velmi proměnlivého složení (skoryl-elbait) na pozdních žilách pronikajících hrubozrnný pegmatit na Hradisku (Novák a Selway 1997) i na Borovině.

Elbait Na(Li<sub>1,5</sub> Al<sub>1,5</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 v Rožné. Vyskytuje se na všech žilách v různých barevných varietách. Protože se jednotlivé lokality značně liší zastoupením jednotlivých barevných variet a někdy i jejich pozicí ve vývoji, jsou popsány jednotlivě.

Na Hradisku se nejdříve objevuje tmavě až světle zelený verdelit jako lemy krystalů skorylu nebo zrnité až stébelnaté agregáty ve vnitřní části albitové subjednotky. Je vždy doprovázený žlutozeleným muskovitem nebo Li-muskovitem a místy také kasiteritem. Spolu s hrubě zrnitým fialovým lepidolitem se téměř vždy objevuje růžový rubelit, který



Obr. 10. Krystaly rubelitu (vlevo) a verdelitu (vpravo) z Rožné (SEKANINA 1928b). Fig. 10. Crystals of rubellite (left) and verdelite (right) from Rožná (SEKANINA 1928b).

je převládající varietou ve fialových a růžových typech lepidolitu. Tvoří izolované slupce, radiálně paprsčité agregáty nebo hrubě až drobně zrnité agregáty. Poblíž křemenného jádra se spolu se zelenavým lepidolitem objevují zonálně zbarvené elbaity zelené, růžové, bezbarvé i modré. Často jsou přeměněné ve směs jílových minerálů, ale většinou si dál zachovávají své zbarvení. Vzájemný vztah jednotlivých barevných variet i vztah ke zbarvení okolního lepidolitu jsou někdy značně komplikované, zjednodušeně řečeno, v zelených lepidolitech jsou hojnější zelené popř. modré elbaity. Na okraji křemenného jádra a v jeho drobných dutinách se často objevují čerstvé, skelně lesklé krystaly až několik cm dlouhé tvořené postupně růžovým, bezbarvým a nejmladším světle zeleným elbaitem. V drobných dutinách křemene vyplněných kaolinitem se objevují několik mm velké polárně ukončené krystaly sytě zbarveného verdelitu (obr. 10).

Na Borovině jsou elbaity mnohem vzácnější. V albitové subjednotce se objevuje zelený verdelit spolu s muskovitem, ve vnitřních partiích je častější fialový až růžový elbait, někdy spolu s albitem a fialovým lepidolitem zatlačuje krystaly K-živce. V masivním šedém lepidolitu a na okraji křemenného jádra výrazně převládá temně modrý indigolit, který je jednoznačně nejhojnějším elbaitem na Borovině. Většinou je zarostlý v albitu, křemeni nebo lepidolitu. Sloupcovité krystaly až několik cm dlouhé se objevují v dutinách křemene a jsou sektoriálně zonální (obr. 11).

Na lokalitě Rožná-sever jsou elbaity mnohem vzácnější než na Hradisku. Zelený verdelit se vyskytuje spolu s muskovitem v albitové subjednotce. Poměrně vzácný rubelit je doprovázený fialovým lepidolitem ve vnitřních partiích albitové subjednotky.

Na ostatních lokalitách uvádí NĚMEC (1998) jako nejhojnější elbait modrý indigolit. Vzácný tmavě zelený verdelit byl nalezen v dutinách pegmatitu V Trhovci asi 1 km ssv. od Rožné doprovázený kasiteritem (ústní sdělení ŠIKOLA 1998).

Turmalín elbaitového složení se vzácně objevuje v enklávách metapelitů a na pozdních turmalínových žilách na Hradisku i na Borovině jako úzké zóny v radiálně paprsčitých a zrnitých agregátech s převládajícím skorylem. Turmalín z těchto paragenezí je často komplikovaně oscilačně zonální (obr. 12), má černou (skoryl), modročernou (skoryl-elbait) až špinavě světle zelenou (elbait) barvu. Výjimečně byly v křemenném jádře nalezeny mladé žilky rubelitu, jejich chemické složení ale nebylo detailně studováno.

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 jako světle růžová stébla až 2 cm dlouhá ve fialovém masivním lepidolitu (SELWAY et al. 1998).

Dravit NaMg<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>

Turmalín dravitového složení se vzácně vyskytuje v radiálně paprsčitých, špinavě šedozelených až tmavě černohnědých agregátech v enklávách metapelitů.

Chemické složení turmalínu bylo detailně studováno na Hradisku (NOVÁK a SEL-WAY 1997) a také na Borovině a reprezentativní analýzy jsou uvedeny v tab. 7, 8 a 9. Vývoj chemického složení od okrajových jednotek do středu žil je zobrazen na obr. 13 a 14. V okrajových zónách se vyskytuje foitit a skoryl, které jsou v albitové subjednotce nahrazeny skorylem až Fe-elbaitem. V lepidolitové subjednotce a v křemenném jádře je zastoupen pouze elbait vedle velmi vzácného rossmanitu. Místy obsahuje elbait zvýšená množství Fe nebo Mn a typické jsou velké vakance v pozici X (NOVÁK a SELWAY 1997).

Elbaity na Hradisku jsou většinou chudé Fe, zatímco na Borovině jasně převládá modrý Fe-elbait. Relativně nízký obsah Mn je typický pro turmalín z lepidolitových pegmatitů (NOVÁK a POVONDRA 1995, SELWAY et al., předloženo do tisku), i když na Hra-



Obr. 11. Sektorově zonální krystal indigolitu z dutiny v křemeni na Borovině (foto M. Novák). Fig. 11. Sectorily zoned indicolite crystal from vug in quarz at Borovina (Photo M. Novák).



Obr. 12. Oscilačně zonální krystal skorylu z turmalínové žíly na Hradisku (foto M. Novák). Fig. 12. Oscilatorily zoned schorl crystal from tourmaline vein at Hradisko (Photo M. Novák).



Obr. 13. Vývoj chemického složení turmalínů od vnějších jednotek do středu žíly na Hradisku. – číselné hodnoty jsou uvedeny v atomech v krystalochemickém vzorci.

Fig. 13. Compositional evolution of tourmaline from outer pegmatite units towards quartz core at Hradisko. – Values in atoms per formula unit.



Obr. 14. Vývoj chemického složení turmalínů od vnějších jednotek do středu žíly na Borovině. – číselné hodnoty jsou uvedeny v atomech na krystalochemický vzorec.
Fig. 14. Compositional evolution of tourmaline from outer pegmatite units towards quartz core at Borovina. –

Values in atoms per formula unit.

disku byl vzácně zjištěn modrý elbait obsahující téměř 3 váh. % MnO a skoryl s 3,25 váh. % MnO (POVONDRA 1981). Červené, růžové až bezbarvé variety elbaitu obsahují většinou jen velmi malá množství Mn a Fe, nebo jsou oba prvky pod mezí detekce. Růžové zbarvení je velmi pravděpodobně způsobeno přítomností  $Mn^{3+}$  (ROSSMAN 1997). Zelené elbaity mají zvýšený obsah Fe<sup>2+</sup>, modré elbaity Fe<sup>2+</sup> a někdy také  $Mn^{2+}$ .

#### 6.2. Vedlejší minerály

#### Kasiterit SnO<sub>2</sub>

Poprvé je zmiňován na Hradisku už HRUSCHKOU (1823) a vyskytuje se v několika odlišných asociacích: (1) Jednoznačně nejhojnější jsou zrna a nedokonale vyvinuté černé a černohnědé krystaly až 2 cm velké v albitové subjednotce doprovázené hrubě až drobně zrnitými agregáty zeleného až žlutozeleného muskovitu a skorylu s verdelitovými lemy. Jeden krystal byl proměřen SEKANINOU (1928b), který uvádí jednoduchou kombinaci









tvarů 111, 110, 100 (obr. 15). (2) Druhý typ je mnohem vzácnější, drobná černá zrna a nedokonale vyvinuté dipyramidální krystaly kolem 1 mm velké se vyskytují v drobně zrnitém fialovém lepidolitu doprovázené barevnými varietami elbaitu. (3) Poslední typ byl nalezen jen ojediněle jako černá zrna někdy doprovázející manganocolumbit na okraji křemenného jádra poblíž lepidolitu.

Na Borovině byl zjištěn pouze první typ. Nelze ale vyloučit, že v rámci poměrně variabilní albitové subjednotky se mohou, podobně jako na Hradisku, objevovat nejméně dva poněkud odlišné typy kasiteritu. Jeden vázaný na hrubě zrnitý albit, a druhý v jemnozrnném aplitickém typu. Jejich minerální asociace jsou ale stejné.

Kasiterit byl zjištěn také NĚMCEM (1998) v žíle č. 2 jako drobná zrna v lepidolitu. Jeho chemické složení je uvedeno v tabulce 10.

Černé krystaly kasiteritu téměř 1 cm velké byly nalezeny v dutinách pegmatitu v trati V Trhovci asi 1 km ssv. od Rožné spolu s verdelitem a krystaly záhněd.

#### Fluorapatit Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F

Byl zjišten jako vzácnější minerál na Hradisku poprvé Rudzinským a uvádí jej už HRUSCHKA (1823) a krystalograficky jej charakterizuje SEKANINA (1928b). Vyskytuje se zde nejméně ve třech typech. (1) Nejčastější je v dutinách křemene nebo drobnozrnného růžového albitového pegmatitu, kde tvoří až 1 cm velké krátce sloucovité až tabulkovité, fialové, zelené nebo šedobíle zbarvené krystaly (obr. 15). Bývá doprovázen zelenavým celistvým muskovitem. (2) Druhý typ tvoří drobná světle zbarvená zrna v drobně šupinatém masivním zeleném lepidolitu. (3) Jemnozrnný apatit je někdy přítomen v pseudomorfózach po amblygonitu a triplitu.

Na Borovině se zdá být apatit ještě hojnější, a i v tomto případě se vyskytuje nejméně ve dvou typech. (1) Tvoří nedokonale omezené, až 8 cm velké sloupcovité krystaly ojediněle se objevující s fialovým lepidolitem (STANĚK 1981). (2) Spolu s hydroxylherderitem je podstatnou součástí pseudomorfóz po neznámém minerálu a místy nad hydroxylherderitem dokonce převládá (ústní sdělení, CEMPÍREK 1998). Drobná zrna apatitu makroskopicky těžko rozeznatelná jsou pravděpodobně hojná v albitovém pegmatitu, všechny výbrusy z těchto partií jej obsahují.

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

Amblygonit náleží v Rožné k velmi nenápadným minerálům a poprvé jej uvádí SEKANINA (1950). V posledních letech byl ale nalezen relativně často.

Na Hradisku se objevuje pravděpodobně ve třech typech: (1) Světle hnědá, dokonale štěpná až 15 cm velká zrna, velmi podobná K-živci byla zjištěna v blokovém křemeni na haldách na vrcholu Hradiska. Neni-li doprovázen jinými minerály kromě křemene, je velmi čerstvý, objevuje-li se poblíž lepidolit, bývá silně alterovaný. (2) Nedokonale vyvinuté vřetenovité krystaly až 2 cm velké se často objevují v hrubě lupenitém albitu doprovázené fialovým lepidolitem. Tento typ je téměř vždy silně alterovaný. (3) Oválná zrna až 3 cm velká byla nalezena zarostlá v masivním světle fialovém lepidolitu doprovázená zrnitým topazem.

Na Borovině a na lokalitě Rožná-sever se objevují pouze nedokonale vyvinuté krystaly v albitu (typ č. 2) jako několik mm velká zrna v albitu doprovázené šedým (Borovina) nebo fialovým (Rožná-sever) lepidolitem. Detailnější studie amblygonit-montebrasitu dosud chybí, takže nevíme, který z minerálů převládá, z RTG studia je zřejmé, že jsou přítomny oba.

Amblygonit-montebrasit je často během hydrotermální fáze zatlačen velmi jemnozrnnou směsí Na-Al fosfátů – lacroixitu a brazilianitu, apatitu a jílových minerálů.

# 6.3. Akcesorické minerály

# Minerály skupiny columbitu

# Manganocolumbit MnNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Columbit, tvořící černé, až 2 cm velké tabulkovité krystaly a nepravidelná zrna, určil na Hradisku poprvé WEBER (1948, 1949), který jej přiřadil podle fyzikálních a chemických vlastností k manganocolumbitu. ČERNÝ (1967) jej na základě nových nálezů a vlastních dat považoval za manganotantalit. Manganocolumbit je znám na Hradisku ve třech odlišných paragenetických typech. (1) Jednoznačně nejhojnější jsou až 2 cm velká zrna a nedokonale vyvinuté černé tabulkovité krystaly zarostlé v drobně zrnitém pegmatitu tvořeném albitem a fialovým lepidolitem nebo v okolním masivním křemeni. (2) Ojedinělé černé zrno až 5 mm velké bylo nalezeno v šedém, drobně zrnitém lepidolitu. (3) Černé tabulkovité krystaly až 1 cm velké se velmi vzácně vyskytují při okraji křemenného jádra, kde bývájí někdy doprovázeny zeleným lepidolitem.



# FeNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Obr. 16. Chemické složení columbit-tantalitu a ixiolitu z Rožné.

Fig. 16. Chemical composition of columbite-tantalite and ixiolite from Rožná.

plný kroužek – primární manganocolumbit; prázdný kroužek – sekundární columbit; křížek – tantalit až manganocolumbit; trojúhelník - ixiolit.

## Ferrocolumbit FeNb<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Dosud byl zjištěn jako mikroskopické agregáty na puklinách manganocolumbitu z křemenného jádra na Hradisku.

# Manganotantalit MnTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Je znám pouze z Boroviny jako velmi vzácná, max. 3 mm velká, černá zrna zarostlá v hrubozrnném albitu spolu s šedým lepidolitem a indigolitem (Novák a ČERNÝ, připraveno do tisku). Manganotantalit popsaný ČERNÝM (1967) z Hradiska nebyl novým výzkumem potvrzen.

# Ixiolit (Ta, Nb, Sn, W, Fe, Mn)<sub>4</sub> O<sub>8</sub>

Mikroskopické zrno ixiolitu bylo zjištěno na okraji zrna manganotantalitu na Borovině. Chemické složení minerálů ze skupiny columbitu bylo detailně studováno na elektronové mikrosondě (NovAk a ČERNÝ, připraveno do tisku). Na Hradisku výrazně převládá manganocolumbit pouze s nepatrným množstvím Fe. Obsah Ta kolísá, ve většině vzorků je velmi nízký. Manganocolumbit ze šedého lepidolitu ale obsahuje více než 40% manganotantalitové složky. Většina zrna manganocolumbitu je velmi homogenních. Ferrocolumbit je mladší než manganocolumbit a proniká jím v drobných žilkách. Obsah Nb je srovnatelný s okolním manganocolumbitem. Manganotantalit z Boroviny je ve srovnání s většinou vzorků manganocolumbitu z Hradiska velmi nehomogenní (obr. 16).

Typickým znakem columbitu-tantalitu z Rožné je velmi nízký obsah vedlejší prvků W, Sn a Ti, které jsou poněkud nižší na Borovině ve srovnání s Hradiskem. Výjimkou je pouze ixiolit charakteristický vysokým obsahem Sn a především W (tab. 11).

#### Triplit $Mn_2 PO_4$ (F, OH)

Triplit poprvé rentgenometricky a opticky identifikoval na Hradisku STANĚK (1970). Jím studovaný triplit byl zachován v ojedinělých hnědých zrnech s patrnou štěpností ve dvou směrech a podle optických vlastností obsahuje 10-15% zwieselitové složky (STANĚK 1970).

Triplit je vzácnou součástí pegmatitu na Hradisku a i na Borovině. Jeho černohnědá zrna s lasturnatým lomem jsou okolo 1 cm velká a mají charakteristický lem černých povlaků Mn-oxidů. Na Hradisku se vyskytuje především v asociaci s lupenitým muskovitem, ortoklasem a křemenem, na Borovině s hrubě lupenitým muskovitem a růžovým K-živcem. Jen ojediněle byla na Hradisku nalezena zrna velmi podobná triplitu také spolu s verdelitem v albitové subjednotce.

#### Topaz $Al_2SiO_4(F, OH)$

Na jeho výskyt poprvé upozorňuje vídeňský obchodník von Pittoni, a to pod názvem "stangenstein". Dále se o něm zmiňuje i HRUSCHKA (1823) a další autoři (SEKANINA 1928b). Na Hradisku náleží k velmi vzácným minerálům, obvykle zarůstajícím do fialového lepidolitu nebo křemene (KETTNER 1921). Tvoří převážně čirá, žlutobílá a modrobílá zrna až 1 cm velká, někdy i drůzy nedokonalých krystalů omezených plochami (110), (021), (120), (001), (111) (BURKART (1953). Mikroskopicky je také přítomen v některých velmi jemnozrnných lepidolitech (ČERNÝ et al. 1995).

Na Borovině byl topaz nalezen jen na jediném vzorku jako asi 3 cm velké nepravidelné zrno zarostlé v masivním křemeni.

#### Beryl Be<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>18</sub>

Beryl byl nejdříve nalezen na Borovině na materiálu sbíraném v roce 1944 A. Kašpárkem. Vyskytl se v hrubozrnném pegmatitu v asociaci s červenofialovým lepidolitem a černozeleným turmalínem (KAŠPÁREK 1949). Byl považován za velmi vzácný minerál, ale později byl zjištěn i na Hradisku. Zde tvoří nejméně tři parageneticky i chemicky odlišné typy. (1) Bezbarvý až nažloutlý, většinou navětralý beryl tvoří až 3 cm dlouhá protažená zrna v albitové subjednotce s lepidolitem. (2) Křídově bílá, izometrická zrna kolem 1 cm velká byla zjištěna na kontaktu blokového křemene a jemnozrnného světle zeleného lepidolitu. (3) Dlouze sloupcovitý, bezbarvý krystal téměř 8 cm dlouhý byl nalezen v masivním křemeni spolu s jemnozrnným albitem fialovým lepidolitem a kasiteritem. Beryl je uváděn také z výchozů na lokalitě Rožná-sever (STANĚK 1981). Tvoří zde nažloutlá zrna velmi podobná materálu z Boroviny. Beryl je na všech známých vzorcích velmi nenápadný a je pravděpodobně na všech výskytech hojnější.

Chemické složení berylu z Hradiska a z Boroviny je uvedeno v tab. 12. Beryl z Boroviny má poněkud nižší obsah Cs ve srovnání s bílým berylem z kontaktu lepidolitu a křemenného jádra na Hradisku, který vykazuje nejvyšší dosud zjištěný obsah Cs v berylech Českého masívu (MN nepubl. data).

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

Zirkon tvoří na Borovině drobná zrna velikosti 2–5 mm a hnědé sloupečky ukončené nízkou pyramidou zarostlá v křemeni spolu s albitem, indigolitem a šedým lepidolitem (POKORNÝ 1956, 1959). Je většinou silně metamiktně přeměněný. Ojediněle byl zjištěn také v masivním fialovém lepidolitu z Hradiska jako drobná zrna s rezavými okraji. Z žíly č. 2 uvádí NEMEC (1998) "hydrozirkon", který tvoří špinavě bílé povlaky v lepidolitu, pravděpodobně jde o pozdní minerál, jeho vznik ale není jasný.

Chemické složení zirkonu je uvedeno v tab. 13. Zirkon z Boroviny obsahuje velmi vysoké množství Hf, výrazně nejvyšší mezi zirkony z granitických pegmatitů v Českém masivu (MN nepubl. data). "Hydrozirkon" má vysoký obsah Bi, U a P a nízký součet oxidů (tab. 14).

# Monazit – (Ce) (Ce, La, Nd, Th)(PO)<sub>4</sub>

Vzácný monazit uvádí NĚMEC (1998) z žíly č. 2 na Hradisku jako ojedinělé mikroskopické zrno v apatitu ze skorylového agregátu. V chemické analýze  $La_2O_3$  převládá nad Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tab. 14), a typický je nízký obsah Th. Monazit z Rožné se tak liší od monazitů z jiných pegmatitů moldanubika (MN nepubl. data).

#### Almandin-spessartin $Fe_3Al_2(SiO_4)_3 - Mn_3Al_2(SiO_4)_3$

V soupisu minerálů z pegmatitu v Rožné uvádí STANĚK (1959, 1981) i granát. Tento minerál je však velmi vzácný a POKORNÝ (1959) jej bez bližších údajů považuje za pravděpodobně kontaktní. Ojedinělý vzorek z Hradiska je reprezentován asi 1 cm velkým zrnem granátu srostlým pseudograficky s křemenem a zarostlým v hrubozrnném pegmatitu s muskovitem, skorylem a verdelitem. S muskovitem a skorylem byl granát, zvětrávající v Fe, Mn-oxidy podobně výjimečně zjištěn i na žíle V Trhovci.

#### 6.4. Hydrotermální minerály

#### Hydroxylherderit CaBePO<sub>4</sub>(OH)

Jako herderit jej poprvé určil rentgenometricky a opticky SEKANINA (1950) z lokality Borovina. Indexy lomu a rtg prášková data ale dokazují, že se jedná o hydroxylherderit. Na nepřítomnost fluoru však upozorňuje již sám SEKANINA (1950). Tvoří narůžovělá a žlutobílá zrna až 3 cm velká, někdy velmi podobná živci v albitovém pegmatitu společně s křemenem, apatitem, indigolitem a jemně šupinatým zeleným lepidolitem. Jde o jemnozrnné agregáty hydroxylherderitu a fluorapatitu tvořící pseudomorfózy po krystalech neznámého minerálu (obr. 17) pravděpodobně s kubickou symetrií omezený plochami (110), (211), výjimečně i (111) (SEKANINA 1950). NĚMEC (1993a) podrobně diskutuje tento možný primární minerál a dochází k závěru, že mohlo jít o rhodizit (K, Cs) $Al_4Be_4(B, Be)_{12}O_{28}$ . Ten se však vyskytuje výhradně v elbaitových pegmatitech (PEZZOTTA et al. 1997) od Rožné geochemicky zřetelně odlišných. Otázka původního minerálu pseudomorfóz zůstává podle našeho názoru i nadále otevřená.



Obr. 17. Hydroxylherderit – pseudomorfózy po neznámém minerálu z Boroviny u Rožné (SEKANINA 1950). Fig. 17. Hydrohylherderite – pseudomorphs after unknown mineral from Borovina near Rožná (SEKANINA 1950).

Produkty alterace amblygonit-montebrasitu byly studovány NĚMCEM (1998) a VESELOVSKÝM, KORBELEM a NOVÁKEM (nepubl. data). Makroskopicky nejsou odlišitelné a tvoří jemnozrnnou směs níže uvedených čtyř minerálů. Na některých vzorcích je zřejmé zonální rozmístění minerálů, směrem od středu k okraji se objevují velmi jemnozrnná směs lacroixitu, brazilianitu, dále apatit, muskovit a na vnějším okraji kaolinit.

## Lacroixit NaAl(PO<sub>4</sub>)F

Je přítomen téměř ve všech studovaných vzorcích amblygonitu na lokalitách Hradisku, Borovině i Rožná-sever. Místy nad amblygonitem zřetelně převládá a pravděpodobně je nejstarším minerálem zatlačujícím amblygonit-montebrasit.

#### Brazilianit NaAl<sub>3</sub> $(PO_4)_2 (OH)_4$

Je poněkud vzácnější než lacroixit, ale byl zjištěn ve většině studovaných vzorků. Dosud nebyl nalezen na lokalitě Rožná-sever.

# Goyazit SrAl<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (OH)<sub>5</sub>.H<sub>2</sub>O

Je uváděn NĚMCEM (1998) z žíly č. 2 v polích v od Hradiska jako běžný produkt přeměny amblygonitu.

#### Eosforit $Mn_2Al(PO)_4(OH)_2.H_2O$

Tento minerál i s chemickou analýzou je uváděn NĚмСЕм (1998) jako vzácný produkt přeměny amblygonitu na žíle č. 2.

# Pyrit FeS<sub>2</sub>

Pyrit se vyskytl zcela ojediněle, a to jako krystal krychlového habitu o hraně asi 1 cm v křemeni (SEKANINA 1928b), pravděpodobně pochází z blokové zóny.



Obr. 18. Krystal bertranditu z Hradiska (SEKANINA 1948).

Fig. 18. Crystal of bertrandite from Hradisko (SEKANI-NA 1948). Bertrandit Be<sub>4</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(OH)<sub>2</sub>

K velmi vzácným nerostům na Hradisku náleží bertrandit. SEKANINA (1948) popsal drobné vínově žluté ploché krystaly velikosti okolo 1 mm (obr. 18), seskupené do drobného agregátu. Bertrandit narůstal na stěnu malé dutiny pegmatitu, tvořeného narůžovělým albitem, křemenem, méně i zeleným lepidolitem, indigolitem a verdelitem a patrně kaolinitem. Minerál byl určen opticky, Be stanoveno spektrálně (SEKANINA 1948). Bertrandit náleží pravděpodobně k nejmladším hydrotermálním minerálům pegmatitu a nevznikl zatlačením berylu.

# Hematit $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Jemnozrnný červený hematit povléká obvykle jako nejmladší minerál křemen v dutinách křemenného jádra, kde se vyskytuje i v drobných černých lupenitých agregátech. Přítomnost hematitu je pro komplexní lepidolitové pegmatity neobvyklá a může souviset s mladšími přeměnami živců nízkotemperovanými roztoky, pro což může svědčit i jeho asociace s kaolinitem.

Jemně dispergovaný hematit pravděpodobně způsobuje rovněž charakteristické červené zbarvení živců v Rožné (NĚMEC 1998).

# Kaolinit Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (OH)<sub>4</sub>

Menší bílá až růžově zbarvená hnízda se běžně vyskytují v dutinách křemene na Hradisku a na Borovině. Často se vyskytuje spolu se zeleným lepidolitem a drobnými automorfními krystalky verdelitu. Také vznikl jako produkt hydrotermálního zatlačování živců a amblygonitu. Potvrzen RTG analýzami jako jediný jílový minerál v pegmatitu.

## Chalcedon SiO<sub>2</sub>

Objevuje se poměrně vzácně a tvoří tenké bělošedé povlaky a drobné ledvinité agregáty na trhlinách opálu a dále společně s celistvým zeleným muskovitem a křemenem v tektonicky porušeném pegmatitu. Ojediněle povléká drobné zelené krystaly verdelitu v dutinách křemene.

# Opál SiO<sub>2</sub> .nH<sub>2</sub>O

Opáľ je znám z pegmatitu na Hradisku poměrně dlouhou dobu. Pod označením jaspis, resp. chalcedon jej uvádí i BURKART (1936, 1953). Jako poměrně vzácný je v seznamu minerálů zaznamenán až NOVÁKEM (1992). V nedávné době byl masově červený opál nalezen hojněji jako mladá výplň dutin a jako součást tektonicky podrcených zón v křemenném jádře.

# 6.5. Problematické minerály

# Cookeit LiAl<sub>4</sub>(Si<sub>3</sub>Al)O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub>

Pseudomorfózy po elbaitech, tvořené stříbřitým, drobně šupinkatým minerálem by mohly být tvořeny cookeitem. Podle RTG analýz však minerál těchto pseudomorfóz odpovídá lepidolitu.

Epidot Ca<sub>2</sub>(Fe<sup>3+</sup>, Al)<sub>3</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>OH

Za epidot byly v minulosti chybně považovány žlutozelené turmalíny, převážně z kontaktu rulových xenolitů v pegmatitu (srovnej SEKANINA 1928b)

# Galenit PbS

BURKART (1953) uvádí krychlově štěpná zrnka galenitu v lepidolitu, a to na základě ústního sdělení O. Braunbauera. Výskyt galenitu je málo pravděpodobný, otázkou zůstává, zda nemohlo jít např. o bismut. Dokladový vzorek chybí.

# Goethit $\gamma$ -Fe<sup>3+</sup>O (OH)

Je velmi pravděpodobnou součástí některých hnědých tenkých povlaků v různých místech pegmatitu na Hradisku i Borovině, kde vznikl rekrystalizací RTG-amorfních Fe-oxidů a hydroxidů (tzv. "siderogelu").

#### Ilmenit FeTiO<sub>3</sub>

KRUŤA (1966) uvádí z Boroviny silně zprohýbané lupenité kovově lesklé agregáty ilmenitu. Na dochovaném vzorku srůstá ojedinělý šedočerný ilmenit s plasticky deformovanými lupeny muskovitu v pegmatitu tvořeném draselným živcem a albitem. Vzorek odpovídá usměrněnému pegmatitu s černozelenými agregáty mladšího chloritu. Pravděpodobně pochází ze samostatného jednoduchého pegmatitu bez Li-mineralizace.

# Mastek Mg<sub>3</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>

Steatit uvádí z Hradiska např. BURKART (1953) a jako zelený celistvý mastně lesklý "Speckstein" jej uvádějí hlavně starší autoři. Podle RTG-analýz jde o muskovit.

# Mn-oxidy

Pod názvem psilomelan uvádí tyto minerály SEKANINA (1928b) z Hradiska. Blíže neurčené, zčásti RTG-amorfní směsi oxidů a hydroxidů manganu tam tvoří tenké černé a černohnědé povlaky na křemeni a albitu v lepidolit-albitové jednotce a drobné dendrity v různých dalších jednotkách. Mn-oxidy vznikají také zatlačením triplitu.

# Rutil TiO<sub>2</sub>

Mikroskopické jehličky v hydrotermálně alterovaných biotitech (POKORNÝ 1956).

# Wolframit (Fe, Mn)WO<sub>4</sub>

Jako tence tabulkovité černé krystaly je uváděn některými staršími autory, avšak nebyl nikdy spolehlivě identifikován (srovnej např. SEKANINA 1928a). Pravděpodobně jde o záměnu s manganocolumbitem.

#### 7. Diskuse a závěr

## 7.1. Vztah jednotlivých lokalit

Vztah tří hlavních výskytů Li-minerálů v Rožné není přes dlouholetá studia zcela jasný. Všeobecně se předpokládá, že leží na jedné mohutné žíle. Rozdílné minerální asociace a chemismus jednotlivých minerálů i jejich vzdálenost v terénu naznačují, že jednotlivé výskyty jsou geneticky relativně samostatné. V současné době se na základě našich poznatků nabízejí čtyři možné varianty. (i) Jde o tři prostorově oddělené čočky s Li-minerály s relativně samostatným geochemickým vývojem v rámci jedné mohutné žíly. (ii) Všechny výskyty jsou součástí jediné čočky s Li-minerály a denudační úroveň odkryla její různé partie dnes v terénu oddělené pegmatitovými jednotkami bez Li-mineralů. (iii) Výskyty Li-minerálů na Rožné jsou soustavou tří paralelních, v terénu velmi sblížených žil, které mají zcela samostatný vývoj, i když mohou být v hloubce propoje-

né. (iv) Samostatnou žílu tvoří pouze Borovina, zatímco Hradisko a výskyt Rožná-sever jsou součástí jedné žíly. Autoři se kloní k variantě (i), popř. k variantě (iv), ale současný stav našich znalostí a terénní výchozy nemohou zcela vyloučit žádnou z uvedených možností.

Vztah lepidolitových pegmatitů v Rožné k mateřském granitoidnímu plutonu není jasný podobně jako u téměř všech komplexních pegmatitů v moldanubiku (Νονάκ et al. 1992). Jejich genetický vztah k durbachitům třebíčského masívu předpokládaný např. ZAPLETALEM (1952) nebo nově GORDĚJENKEM et al. (1996) je nepravděpodobný vzhledem ke geochemickým rysům těchto granosyenitů (ČERNÝ 1991). Podobně dosud není prokázaný jejich vztah k silně metamorfovaným leukokrátním ortorulám ve svrateckém krystaliniku naznačovaný NĚMCEM (1998).

# 7.2. Texturně-paragenetické jednotky

Vyčleněné texturně-paragenetické jednotky a jejich rozmístění v symetricky zonální žíle jsou podobné jiným žilám komplexních pegmatitů v moldanubiku. Poněkud neobvyklý je velmi malý rozsah vnější hrubě zrnité zóny obsahující biotit, která je odkryta jen v níže položených partiích pegmatitové žíly. Její zastoupení ve spodních partiích pegmatitových žil ale může být podstatně větší a pegmatity v Rožné se tak rozsahem texturně-paragenické jednotky obsahující biotit přiblíží dalším výskytům v moldanubiku, kde tato jednotka situovaná na vnějším okraji pegmatitového tělesa často zaujímá značný objem. Zajímavá je pozice středně zrnitého granitického pegmatitu s turmalínem, který intruzivně proniká hrubě zrnitým pegmatitem se skorylem a také písmenkovým pegmatitem na Hradisku a Borovině. Neobvyklé je také poměrně malé rozšíření blokového K-živce. Mohutné křemenné jádro odkryté na Hradisku a mohutné bloky lepidolitu také nemají analogii mezi Li-pegmatity v moldanubiku a řadí zdejší žílu mezi největší komplexní pegmatity v Evropě.

Mezi pegmatitové žíly srovnatelné obsahem Li s Rožnou u nás lze snad zařadit Dobrou Vodu u Velkého Meziříčí (STANĚK 1965), Jeclov I u Jihlavy (STANĚK 1962, NĚMEC 1993b) a Novou Ves u Českého Krumlova (STANĚK 1992). Ve všech uvedených lokalitách je ale značná část Li vázána v petalitu nebo v pseudomorfózách po petalitu složených ze spodumenu a křemene a především, celkové množství lithia v žíle je u nich mnohem menší.

#### 7.3. Minerální asociace jednotlivých lokalit

Minerální asociace jednotlivých lokalit v Rožné si jsou velmi podobné a některé rozdíly lze do určité míry přičíst nestejné terénní i laboratorní prozkoumanosti jednotlivých lokalit. Typickým znakem je převaha lepidolitu nad elbaity, která je nejvýraznější na lokalitě Rožná-sever, poměrně značné rozšíření amblygonitu a hlavně nepřítomnost Li alumosilikátů petalitu a spodumenu vzhledem ke značnému množství Li na Hradisku. Většina minerálů se především na Hradisku vyskytuje ve více generacích nebo paragene-tických typech: slídy, turmalíny, amblygonit, kasiterit, apatit, beryl a columbit-tantalit, a podobná variabilita nemá v pegmatitech moldanubika analogii, snad s výjimkou lepidolitového pegmatitu od Dobré Vody (STANĚK 1965, ČERNÝ et al. 1995). Od ostatních pegmatitů odlišuje Rožnou také přítomnost pseudomorfóz hydroxylherderitu po neznámém minerálu.

Chemické složení jednotlivých minerálů také vykazuje určité rozdíly ve srovnání s komplexními pegmatity moldanubika. Lepidolit z Rožné je relativně bohatý Fe a Mn a výrazně v něm převládá trilithionitová složka nad polylithionitovou. Turmalíny vykazují podobné chemické složení i geochemický vývoj jako jiné lepidolitové pegmatity v moldanubiku (SELWAY et al. předloženo do tisku). Ve více frakcionovaných jednotkách se ale poměrně často objevují zvýšená množství Fe v elbaitu. Beryl z Hradiska pak obsahuje zatím nejvyšší obsah  $Cs_2O$  zjištěný ve zdejších pegmatitech. Podobně zirkon obsahuje nejvyšší obsah HfO<sub>2</sub> ve srovnání s jinými pegmatity. Nejvýraznější rozdíly byly zjištěny ve složení minerálů skupiny columbitu. Manganocolumbit z Hradiska téměř neobsahuje Fe a podobné složení je známo z žil lepidolitových pegmatitů Drahonín I, Tři Studně a Sedlatice. Chemické složení manganotantalitu z Boroviny nemá analogii v pegmatitech moldanubika stejně jako W-bohatý ixiolit.

# 7.4. Srovnání s komplexními pegmatity v moldanubiku a ve světě

Všechny významné výskyty Li-minerálů v Rožné, tj. Hradisko, Borovina a Rožná-sever jsou si přes odlišnosti uvedené v předchozím textu velmi podobné. Minerální asociace, chemismus některých minerálů a poměrná množství Li-minerálů - lepidolitu, elbaitu a amblygonitu odpovídají typickým lepidolitovým pegmatitům ve smyslu současné klasifikace komplexních pegmatitů (ČERNÝ 1991). Na západní Moravě se jim nejvíce blíží pegmatit z Drahonína (ČERNÝ 1960), především vzorky z výchozů Rožná-sever, nově objevený pegmatit u Sedlatic poblíž Želetavy (HOUZAR 1996) a pravděpodobně také málo známá žíla ze Třech Studní u Nového Města na Moravě. Jejich společným znakem je výrazná převaha lepidolitu (trilithionitu) nad elbaity, manganocolumbit vyskytující se pouze v asociaci s lepidolitem a jeho chemické složení s extrémní převahou Mn nad Fe. Další známé pegmatitové žíly patřící k lepidolitovému subtypu, např. Dobrá Voda u Velkého Meziříčí (STANĚK 1965, ČERNÝ et al. 1995), Jeclov a Puklice u Jihlavy (STANĚK 1962, NEMEC 1993b) většinou obsahují poměrně více elbaitu, místy je přítomen petalit, popř. pseudomorfózy spodumenu a křemene po petalitu, a poměr Fe/Mn v manganocolumbitu kolísá v poměrně širokém rozsahu. Zcela odlišné jsou žíly elbaitových pegmatitů (NOVÁK a POVONDRA 1995), např. Řečice u Nového Města na Moravě (Novák et al. předloženo do tisku) a Ctidružice u Moravských Budějovic (ČECH 1962). V nich elbaity výrazně převládají nad lepidolitem, který svým složením odpovídá polylithionitu, a místy jsou přítomny boráty (hambergit, tusionit).

Celkově vykazují pegmatity z Rožné texturní a paragenetické znaky typické pro lepidolitové pegmatity jinde ve světě. Velké množství lepidolitu, relativně malá objemová množství amblygonitu a elbaitu, vzácný triplit a nepřítomnost Li-aluminosilikátů (petalitu a spodumenu) naznačuje velmi vysokou aktivitu F v tavenině. Na základě dostupných informací se lepidolitový pegmatit v Rožné podobá nejvíce pegmatitu Varuträsk ve Švédsku (QUENSEL 1956) a Brown Derby, Colorado, USA (HEINRICH 1967).

# Poděkování

Autoři jsou zavázáni Prof. J. Staňkovi za kritické pročtení rukopisu a zapůjčení fotografií lokality. Za poskytnutí nepublikovaných informací o lokalitách v Rožné a jejich minerálech děkujeme J. Cempírkovi, Petru Černému, Pavlu Černému, K. Divišovi, P. Korbelovi, D. Němcovi, J. Ondříkovi, F. Peštálovi, D. Šikolovi, P. Uhrovi, V. Vávrovi a F. Veselovskému, a za překreslení obrázků zároveň Haně Houzarové.

Práce byla podporována grantem Ministerstva kultury KZ 97 P01 OMG 069.

#### SUMMARY

The Rožná pegmatite represents a classical Moravian locality studied from the 18th century. The pegmatite dike is located in the northeasternmost part of the Strážek Moldanubicum, along the contact with the Svratka Unit, and it is hosted by the rock sequence consisting of a dominant biotite gneiss with intercalations of hornblende gneiss. The rock complex exhibits a rather complicated multistage metamorphic evolution.

The pegmatite dike, about 1 km long and about 35 m wide, is oriented parallel to the NNW-trending strike of the foliation of host metapelites, and dips about 60  $^{\circ}$  ENE. The contact with the host metapelites is commonly sharp, some metapelite enclaves are situated in upper part of the dike.

The Rožná pegmatite was mined in two locations. The old quarry opened on the Hradisko hill exposes the most diferentiated and fractionated central part of the dike, with famous massive aggregates of lepidolite and quartz core. This quarry represents the classical part of the dike known and studied from the 18th century. The second quarry on the Borovina hill exhibits less fractionated albite-lepidolite subunit with weak Li-mineralization. The locality Rožná-north was opened several times during prospection but it currently does not provide interesting minerals.

Internal structure of the Rožná pegmatite is close to symmetric, consisting of the following textural-paragenetic units: (i) very rare, coarse-grained biotite-bearing wall zone; (ii) abundant coarse-grained schorl-bearing intermediate zone locally with blocks of (iii) graphic unit and masses (veins?) of (iv) fine- to medium-grained granitic unit; relatively rare (v) K-feldspar blocky core-margin zone and (vi) quartz core surrounded and in part penetrated by (vii) albite-lepidolite complex with locally abundant elbaite and rare amblygonite. The last unit is very heterogeneous in its texture and mineral composition. Late fracture-filling tourmaline veins with fine- to medium-grained texture were found particularly in (ii), (iii) and (iv) textural-paragenetic units.

The most abundant minerals - quartz, K-feldspars and albite have not yet been studied in detail.

Micas are present in all textural paragenetic units. They display the following sequence from less evolved units in wall zone to quartz core – biotite (annite), muscovite, lepidolite (trilithionite to very rare polylithionite), late muscovite. Lepidolite occurs in albite-lepidolite complex, particularly in its inner part close to the quartz core, where blocks of massive lepidolite up to 1 m<sup>3</sup> is size were extracted. Several varieties with distinct grain size, colour and chemistry were recognized. Micas (muscovite, lepidolite) from Hradisko are enriched in Rb and F, whereas micas from Borovina are enriched in Fe and Cs. Lepidolite was described from Rožná as a new mineral species (Klaproth in KARSTEN 1792).

Tourmalines occur in all tectural-paragenetic units except coarse-grained biotite-bearing wall zone and blocky K-feldspar, and in late tourmaline veins and metapelite enclaves. The general sequence – foitite, schorl, elbaite, rossmanite was found in pegmatite units, highly heterogeneous schorl, dravite, elbaite and foitite were determined in tourmaline veins and enclaves. Elbaite (deep blue indicolite) from Borovina is apparently rich in Fe relative to Hradisko. Rossmanite was described as a new species from Hradisko (SELWAY et al. 1998).

Cassiterite and fluorapatite are typical minor minerals in the Rožná pegmatites. They occur in several paragenetic types in albite-lepidolite complex at Hradisko and Borovina, however, their chemistry was not studied in detail.

Amblygonite-montebrasite forms several paragentic types including rare blocks about 15 cm in size from quartz core in Hradisko. It is commonly replaced during late hydrothermal alterations on a fine-grained mixture of common lacroixite and rare brasilianite, apatite, goyazite, eosphorite, muscovite and clay minerals at all localities.

Columbite-tantalite group minerals are typical accessories in the Rožná pegmatites. Highly homogeneous manganocolumbite is dominant beside very rare late heterogeneous ferrocolumbite in Hradisko. Highly heterogeneous manganotantalite predominates in Borovina, ixiolite is very rare. Columbite-tantalite exhibits very low concentrations of Ti, Sn and W.

Typical primary accessory minerals include triplite, topaz, beryl with elevated  $Cs_2O$  content, zircon from Borovina with very high HfO<sub>2</sub> content, monazite-(Ce) and almandine-spessartine.

Hydrothermal alterations produced various minerals, some of them already listed above. Pseudomorphs of hydroxylherderite and fluorapatite after unknown mineral from Borovina are well-known. Other hydrothermal minerals include bertrandite, pyrite, haematite, kaolinite, chalcedony and opal. List of several problematic minerals given in old literature or of unsufficiently determined minerals is provided and they are briefly discussed.

Parental granites of the Rožná pegmatites are not know. Their genetic relation to durbachites of the Třebíč Massif or to leucocratic orthogneisses from the Svratka Unit are not clear; due to the geochemical characteristics of durbachites and strong metamorphism of the orthogneisses they seem to be rather unlikely.

Lepidolite pegmatites from Rožná, particularly the main outcrop in Hradisko, is the largest complex pegmatite in the Moldanubicum a very likely in the central Europe. Lepidolite (trilithionite) is apparently the dominant Li-bearing mineral besides minor elbaite, amblygonite-montebrasite and very rare rossmanite and polylithionite. Chemical compositions of micas, tourmaline and columbite-tantalite classify the Rožná pegmatite as a typical lepidolite-subtype pegmatite relative to other localities with abundant Li-bearing minerals in the Moldanubicum. Dobrá Voda near Velké Meziříčí, Nová Ves near Český Krumlov and Jeclov near Jihlava carry substantial part of Li in petalite or spodumene+quartz pseudomorphs after petalite and particularly the pegmatite Nová Ves near Český Krumlov is transitional to petalite-subtype. Considerably high proportions of elbaite relative to lepidolite in some lepidolite pegmatites from the Moldanubicum indicate that they are rather transitional to elbaite-subtype pegmatites.

Generally, internal structure, mineralogy, chemistry of minerals and compositional trends indicate that the Rožná lepidolite pegmatite is very similar to the lepidolite pegmatites in Varuträsk in Sweden and Brown Derby in Colorado, USA.

#### LITERATURA

- ANDRÉE, Ch. C., 1800: Vom Lepidolith, Stangenstein und Meerschaum in M\u00e4hren. Patriot. Tageblatt f\u00fcr die k. k. Erblande Br\u00fcnn, 277-280.
- BERGGRENOVÁ, T., 1941: Minerals of the Varuträsk pegmatite XXV; Some new analyses of lithium-bearing mica minerals. – Geol. Fören Förh, 63, 262–278.
- BOBKOVÁ, B., 1936: O množství živce a křemene v pegmatitech. Příroda, 29, 8, 233-236.

BOHATÝ, M., 1993: Historie lepidolitu z Rožné na Moravě. - Minerál, 1, 1, 15-18.

BORN, I., 1772, 1775: Index fossilium que collegit et in classes eae ordines disponsit. - I-II Bd., Praga.

- BORN, I., 1790: Catalogue methodique et raisonné de la collection des fossiles de melle Éléonore de Raab. Vienne, Bd. 1, 2.
- BORN, I., 1791: Einige mineralogische Nachrichten. Chem. Annalen (L. Crell) 2 Bd., 195-196.
- BURKART, E., 1936: Die Minerale von Rožna in Mähren. Verh. d. naturf. Ver. Brünn, 67:72-87.
- BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. Nakl. ČSAV Praha, 1005p.
- ČECH, F., 1962: Mineralogické a genetické poměry pegmatitového ložiska od Ctidružic u Moravských Budějovic. – MS, Kand. disert. práce přírod. fak. UK, Praha.
- ČECH, F., LITOMISKÝ, J., NOVOTNÝ, J., 1965: Příspěvek k chemismu turmalínu. Sbor. geol. věd, TG, 5:45–78.
- ČECH, F., STANĚK, J., DÁVIDOVÁ, Š., 1981: Minerály pegmatitů. In: Bernard, J. H., ed. Mineralogie Československa, 98–183. – Academia Praha.
- ČERNÝ, P., 1960: Lithný pegmatit od Drahonína. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 45:53-56.
- ČERNÝ, P., 1967: Poznámky k mineralogii některých západomoravských pegmatitů. Čas. Mineral. Geol., 12, 4:461–464.
- ČERNÝ, P., 1991: Rare-element Granitic Pegmatites. Part I: Anatomy and Internal Evolution of Pegmatite Deposits. – Geoscience Canada, 18:49–67.
- ČERNÝ, P., STANĚK, J., NOVÁK, M., BAASTGAARD, 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. – Mineralogy and Petrology, 55: 177–202.
- DALLMEYER, R. D., FRANKE, W., WEBER, K. (eds.), 1995: Pre-Permian Geology of Central and Eastern Europe. Springer Verlag, 604 p.
- DVORSKÝ, F., 1898: O předních nalezištích nerostů na západní Moravě. Ann. Mus. Francis., Brno, 91-106.

D'ELVERT, Ch., 1868: Zur Geschichte der Pflege der Naturwissenschaften in Mähren und Schlesien. - Brünn, 329 p.

- ESTNER, F. J. A., 1795: Versuch einer Mineralogie für Anfänger und Liebhaber. II. Bd. erste Abt. Wien, 215–257.
- FOSTER, M. D., 1960: Interpretation of the composition of lithium micas. US Geol. Survey Prof. Pap. 230:115-147.
- GMELIN, G., 1820: Vorkommen des Lithions sowohl in dem Lepidolith von Utön in Sweden als in dem Lepidolith von Rožna in Mähren und leichte Methode das Lithion darzustellen. – Gilbert's Annalen des Physik etc, 64:371.
- GORDĚJENKO, V. V., ILINA, 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.
- HAÜY, R. J., 1801: Traité de Minéralogie. 4, 406-407. Paris.
- HEINRICH, E. W., 1967: Micas from the Brown Derby pegmatites, Gunnison County, Colorado. Amer. Mineralogist, 52, 1110–1121.
- HINTZE, C., 1897: Handbuch der Mineralogie (Silicate und Titanate). 2 Bd. Leipzig, 1842 p.
- HOUZAR, S., 1996: Nový lepidolitový pegmatit od Sedlatic u Želetavy, záp. Morava. Acta Mus. Moraviae, Sci. Nat., 80:47–55.
- HOUZAR, S., NOVÁK, M., SELWAY, J. B., 1998: Compositional variation in tourmaline from tourmalinite and quartz segregations at Pernštejn near Nedvědice (Svratka Unit, western Moravia, Czech Republic). – Jour. Czech. geol. Soc., 1–2, 53–58.
- HRUSCHKA, W., 1823: Einige Bemerkungen über den Lepidolith vom Berge Hradisko bei Rožna in Mähren. – Mitt. der k. k. mähr.-schles. Gesell. für Beförderung des Ackerbaues etc. Brünn, 343–344.

JAHN, J. J., 1917: Pamětný spis o nerostných pokladech Moravy. - Morav. zem. výbor, 79 p.

- KANTOR, J., KUPČO, G., 1956: Absolutný vek lepidolitov od Rožnej na Morave na základe metódy rádiogenného stroncia. – Geol. práce GÚDŠ, Zprávy 7:3–12.
- KARSTEN, O. B. R., 1792: Aus einem Schreiben von Hrn. Bergrath Karsten in Berlin. Bergm. Journal, 2 Bd. 80.
- KAŠPÁREK, A., 1949: Beryl v Rožné. Vlastiv. Věst. morav., 4:211.
- KETTNER, R., 1921: Mineralogický výlet na Rožnou. Věda přír., 2, 1-10.
- KREJČÍŘ, M., ŠTREJN, Z., 1962: Topografie dolování na Brněnsku koncem 18. století. Sbor. Matice morav., 81:220–231.
- KROUPA, J., 1987: Alchymie štěstí, pozdní osvícenství a moravská společnost. Muz. vlastiv. společ. v Brně, 317 p.
- KRUŤA, T., 1966: Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1965. Moravské muzeum, Brno, 380 p.
- LENZ, J. G., 1794: Versuch einer vollständigen Anleitung zur Kenntnis der Mineralien. 1, 2. Bd. Leipzig.
- MAJER, J., 1973: K některých problémům hornictví českých zemí v údobí průmyslové revoluce. Studie z dějin hornictví 3, NTM Praha, 274–280.
- MAJER, J., 1980: Stát a české hornictví drahých kovů v 18. století. Studie z dějin hornictví 12, NTM Praha, 127–146.
- MITROVSKÝ, J. NEP., 1793: Kurze Nachrichten. Bergm. Journal I. Bd., 285-286.
- MOHR, H., 1934: Das Lepidolithvorkommen Rožna in Mähren als Lithiumerzlagerstätte. Berg u. Hüttenm. Jahrb. Loeben, 82:44–40.
- MRÁZEK, I., REJL L., 1991: Drahé kameny Českomoravské vrchoviny. Muz. a vlastiv. spol. v Brně a ZMM v Třebíči, 135 p.
- NĚMEC, D., 1953: Mikroelementy turmalínů a světlých slíd západomoravských pegmatitů. Rozpr. II. třídy České akademie, 61, 32, 1–31.
- NĚMEC, D., 1968: Die Metamorphose des NE-Randes des Kernes der Böhmischen Masse. Verh. Geol. Bundesanst., 1–2, 189–203.
- NĚMEC, D., 1993a: Some exotic mineral assemblages of West-Moravian pegmatites. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 78, 13–19.
- NĚMEC, D., 1993b: Lithné pegmatity jihlavského masívu, západní Morava. Vlastiv. Sbor. Vysoč., Odd. věd přír., 11:75–99.
- NĚMEC, D., 1998: The Rožná pegmatite field, western Moravia (Czech Republic). Chem. Erde (v tisku).
- NOVÁK, M., 1992: Rožná near Bystřice nad Pernštejnem, a large pegmatite dike of the lepidolite subtype, type locality of lepidolite. – Field Trip Guidebook, Lepidolite 200 Inter. Symp. Mineral. Petrol. and Geochem. of Granitic Pegmatites, Nové Město na Moravě. 21–26.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P., 1998: Compositional variation in columbite-tantalite from two distinct portions of the lepidolite pegmatite in Rožná, western Moravia, Czech Republic – připraveno do tisku.
- NOVÁK, M., ČERNÝ, P., COOPER, M., HAWTHORNE, F. C., OTTOLINI, L., XU ZHI, LIANG JIANG-JIE, 1998: Boron-bearing 2M<sub>1</sub> polylithionite and 2M<sub>1</sub> + 1M boromuscovite from an elbaite pegmatite at Řečice, western Moravia, Czech Republic – Eur. J. Mineral. (předloženo do tisku).
- 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., POVONDRA, P., 1995: Elbaite pegmatites in the Moldanubicum; a new subtype of complex pegmatites. Mineral. Petrol., 71:159–176.
- NOVÁK, M., SELWAY, J. B., 1997: Locality No. 1: Rožná near Bystřice nad Pernštejnem, Hradisko hill. A large lepidolite subtype pegmatte dike. Type locality of lepidolite. – Field Trip Guidebook, International Symposium Tourmaline 1997, Nové Město na Moravě, June 1997, 23–38.
- NOVOTNÝ, M., ŠTELCL, J., 1951: Pegmatity z Hradiska a Boroviny u Rožné n. Pernšt. Práce Mor. akad. věd přír., 23, 259–274.
- PEZZOTA, F., FALSTER, A. U., SIMMONS, W. B., WEBBER, K. L., 1997: Rhodizite from Madagascar, new localities and new chemical data. – Abstracts of the First International Workshop on Petrology, Rare Minerals and Gemstones of Shallow-Depth Pegmatites, Milano, September 1997.
- POKORNÝ, J., 1956: Pegmatitové ložisko v Rožné u Bystřice n. Pernšt. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 41, 31–48.
- POKORNÝ, J., 1959: Důležitá zákonitost ve vývoji pegmatitového ložiska v Rožné nad Pernštejnem. Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 44, 49–56.
- POLÁK, A., 1942: Pegmatitová žíla v Rožné nad Pernštejnem. Zpr. geol. úst. pro Čechy a Moravu, 18, 4:163–168.
- POLÁK, A., 1960: Nerostné bohatství Bystřicka. Krajské nakl. v Brně, 76 p.
- POVONDRA, P., 1981: The crystal chemistry of tourmalines of the schorl-dravite series. Acta Univ. Carol., Geol., 223–264.

- POVONDRA, P., ČECH, F., STANĚK, J., 1985: Crystal chemistry of elbaites from some pegmatites of the Czech Massif. – Acta Univ. Carol., Geol., 1–24.
- PROCHÁZKA, V. J., 1910: Horniny průmyslové a užitečné Moravy. Zpr. spol. čes. inženýrů v markrab. morav., 68 p.
- QUENSEL, P., 1956: The paragenesis of the Varuträsk pegmatite. Arkiv för Mineralogi och Geologi, 2:9–125.
- REUSS, F. A., 1801: Lehrbuch der Mineralogie nach des Herrn O. B. R. Karsten Mineralogischen Tabellen. 2 Bd., Leipzig 466 p.
- ROSICKÝ, V., 1937: O výskytu turmalínu v horninách. Čas. Vlast. spol. muz. v Olomouci, 50, 13-23.
- ROSSMAN, G. R., 1997: Color in tourmaline. In: Abstracts, International Symposium Tourmaline 1997, Nové Město na Moravě, June 1997, 88.
- SEKANINA, J., 1928a: Mineralogická exkurse do Nedvědic a Rožné v západní Moravě. Sbor. Kl. přírodověd. v Brně, 11:10–18.
- SEKANINA, J., 1928b: Nerosty moravských pegmatitů. Čas. Morav. zem. mus., 16:113-224.
- SEKANINA, J., 1930: O žíle lithného pegmatitu na "Hradisku" u Rožné. Příroda, 28:374-376.
- SEKANINA, J., 1946: Nerosty a horniny v území mezi Nedvědicí a Rožnou. Sbor. Kl. přírodověd. v Brně, 26:99–113.
- SEKANINA, J., 1948: Bertrandit od Rožné. Sbor. Kl. přírodověd. v Brně, 28:67-70.
- SEKANINA, J., 1950: Amblygonit a herderit z Rožné. Práce Mor. akad. věd přír., 22:211-218.
- SEKANINA, J., VYSLOUŽIL J., 1928: Nové zprávy o lepidolitu od Rožné. Práce Mor. přír. spol. sv. 5, 2:25–32.
- SELWAY, J. B., NOVÁK, M. 1997: Tourmaline from lepidolite subtype pegmatites. In: Abstracts, International Symposium Tourmaline 1997, Nové Město na Moravě, June 1997, 91–92.
- SELWAY, J. B., NOVÁK, M., ČERNÝ, P., HAWTHORNE F. C.: Compositinal evolution of tourmaline in lepidolite-subtype pegmatites. Eur. Journ. Miner. – 1998 (předloženo do tisku).
- SELWAY, J. B., NOVÁK, M., HAWTHORNE, F. C., ČERNÝ, P., OTTOLINI, L., KYSER, T. K., 1998: Rossmanite, □(Li Al<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>, a new alkali-deficient tourmaline: Description and crystal structure. – Amer. Mineralogist (v tisku).
- SCHMIDT, C. J., 1855: Ueber das Vorkommen des Turmalins, insbesondere jenes des rothen, am Hradisko nächst Rožna in Mähren. – Mitt. d. k. k. mähr.-schles. Gesell., 1:10–14.
- STANĚK, J., 1959: Problematika pegmatitového procesu a přehled výzkumu moravských pegmatitů. MS, přír. fak. MU v Brně, 94 p.
- STANĚK, J., 1962: Mineralogicky významné pegmatity Jihlavska. Folia přír. fak. UJEP, 3, 79–105.
- STANĚK, J., 1965: Pegmatit z Dobré Vody u Velkého Meziříčí. Folia Univ. Purkyn. brun., Geol., 6:1-39.
- STANĚK, J., 1970: Triplit z Rožné. Vlastiv. Sbor. Vysočiny, odd. věd přír., 6:5-6.
- STANĚK, J., 1981: Pegmatity Moravy. In: Bernard, J. H.: Mineralogie Československa. Academia Praha, 132–183.
- STANĚK, J., 1992: Nová Ves near Český Krumlov, a pegmatite dike of the petalite subtype penetarting serpentinite. – Field Trip Guidebook, Lepidolite 200 Inter. Symp. Mineral. Petrol. and Geochem. of Granitic Pegmatites, Nové Město na Moravě. 57–62.
- STANĚK, J., 1994: Lepidolith und Heliodor aus Rozná in Westmähren/CR. Lapis 19, 6:49-50.
- STÁRKOVÁ, I., VESELÁ, M., MOUPIC, Z., CHMELAŘ, J., 1993: Příspěvky k problematice západomoravského krystalinika. – In Geologie Moravy a Slezska (Ed. Přichystal A., Obstová V., Suk M.), Moravské zemské muzeum a Sekce geol. věd PřF MU Brno, 15–30.
- STOUPAL, V., KINCL, V. 1994: Zpráva o nálezu heliodoru v Rožné. Minerál 2, 1:14-15.
- TAKEDA, H., HAGA, N., SAHADAGA, R., 1971: Structural investigation of polymorphic transition between 2M<sub>2</sub> 1M lepidolite and 2M<sub>1</sub> muscovite. Min. Journ., 6:203–215.
- WEBER, A., 1948: Kolumbit z Rožné na západní Moravě. Příroda, 41, 3:54–55.
- WEBER, A., 1949: Kolumbit ze západní Moravy. Vlastiv. Věst. morav., 4:159-160.
- WISE, M. A., 1995: Trace element chemistry of lithium-rich micas from rare-element granitic pegmatites. Mineralogy and Petrology, 55:203–215.
- WONDRASCHEK, A., 1798a: Uiber einige merkwürdige Stein- und Gebirgsarten von M\u00e4hren, und den Geburgsort des sch\u00f6rlartigen Beryls. - N. Abh. d. kgl. b\u00f6hm. Gesell. d. Wiss., 3 Bd., 3-9.
- WONDRASCHEK, A., 1798b: Chemische Untersuchung des Kristallisirten Lillalits, Lepidolits, oder schörlartigen Beryls von Roschna in Mährens. N. Abh. d. kgl. böhm. Gesell. d. Wiss., 3 Bd., 10–19.
- ZEPHAROVICH, V., 1859: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. 1 Bd. 627 p., Wien.
- ZAPLETAL, K., 1952: Příspěvky k použité geologie ČSR a okolních oblastí. Práce Mor. akad. věd přír., 24, 14, 9, 307–346.
- ZOUBEK, V., 1942: Erklärungen zur geologischen Situation des Pegmatitganges auf dem Hradisko-Berge bei Rosna (Rožná) in Mähren. – MS, mineral. petr. odd. MZM v Brně.

#### APENDIX

#### Chemické analýzy minerálů

		•			•				-				
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.				
SiO <sub>2</sub>	45,31	45,41	48,89	50,24	51,64	51,64	52,04	52,34	52,30				
PoOs	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00				
TÍO <sub>2</sub>	0,09	0,11	0,00	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00				
Al <sub>2</sub> Ó <sub>2</sub>	35,13	34,14	28,19	25,31	24,01	22,63	22,07	22,54	22,84				
B,03	0,048	0,086	0,220	0,076	0,088	0,093	0,070	0,074	0,065				
BéO	0,003	0,005	0,008	0,011	0,008	0,008	0,006	0,007	0,006				
FeO	2,29	1,75	0,00	0,04	0,06	0,21	2,68	0,51	0,04				
MnO	0,05	0,67	0,07	1,39	0,55	0,62	0,40	0,55	0,43				
MgO	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00				
BaO	0,02	0,06	0,00	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02	0,05				
$Li_2O$	0,182	0,41	3,94	4,81	5,55	5,11	3,97	5,79	6,20				
$K_2O$	10,22	10,13	10,37	10,26	10,23	10,38	10,39	10,50	10,64				
Na <sub>2</sub> O	0,75	0,69	0,34	0,31	0,34	0,27	0,14	0,36	0,40				
Rb <sub>2</sub> O	0,17	0,71	1,93	1,82	2,05	1,00	0,86	1,01	0,97				
Cs <sub>2</sub> O	0,01	0,01	0,17	0,06	0,24	0,78	0,82	0,88	0,77				
H <sub>2</sub> O*	4,07	3,68	1,99	1,41	1,27	1,12	1,82	1,52	7.04				
F	0,77	1,54	5,21	0,45	0,82	0,93	5,42	0,08	0.04				
	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	2,02	2.28	2.81	-2.96				
O=F	-0,52	-0,03	-2,19	-2,72	-2,87	-2,92	-2,28	-0.01	-0.01				
0=01	-0,00	-0,01	-0,00	-0,00	100.05(	-0,00	-0,01	-0,01	100.071				
total	98,983	98,791	99,148	99,577	100,056	97,921	98,510	99,801	100,071				
Si	6,118	6,171	6,566	6,743	6,873	7,016	7,101	6,984	6,940				
P	0,005	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000				
11 D	0,009	0,011	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000				
D Do	0,011	0,020	0,001	0,018	0,021	0,022	0,010	0,002	0,002				
	1 856	1,705	1 380	1,230	1 101	0,005	0,881	0,996	1,043				
	1,000	1,795	1,300	8,000	8,000	0,000	0,001	8,000	8,000				
EIV	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	0,000				
Al	3,734	3,673	3,082	2,774	2,665	2,665	2,008	2,549	2,525				
Fe <sup>2+</sup>	0,259	0,199	0,000	0,004	0,007	0,024	0,300	0,057	0,004				
Mn	0,006	0,077	0,008	0,158	0,062	0,071	0,040	0,002	0,048				
Mg	0,028	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	3 107	3 300				
	0,098	0,224	2,128	2,390	2,971	2,192	2,170	5,107	5,507				
ΣVΙ	4,125	4,175	5,218	5,532	5,705	5,552	5,212	5,775	5,890				
Ba	0,001	0,003	0,000	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003				
K	1,760	1,756	1,777	1,757	1,737	1,799	1,809	1,/88	1,801				
Na	0,196	0,182	0,089	0,081	0,088	0,071	0,037	0,093	0,110				
Rb	0,015	0,062	0,167	0,157	0,175	0,087	0,075	0,087	0,085				
Cs	0,001	0,001	0,010	0,003	0,014	0,045	0,046	0,030	0,044				
$\Sigma X^{II}$	1,973	2,004	2,043	2,000	2,017	2,003	1,972	2,019	2,049				
cat.	14,101	14,183	15,264	15,534	15,724	15,558	15,188	15,795	15,940				
OH	3,669	3,331	1,785	1,260	1,129	1,018	1,654	1,1/4	1,032				
F	0,329	0,662	2,213	2,738	2,8/1	2,978	2,339	2,819	2,955				
Cl	0,002	0,007	0,002	0,002	0,000	0,005	0,007	0,007	0,013				
	4,000	4.000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000				

 Tabulka 4. Chemické složení muskovitu a lepidolitu z Hradiska (ČERNÝ et al. 1995).

 Table
 4. Chemical composition of muscovite and lepidolite from Hradisko (ČERNÝ et al. 1995).

 $H_2O^*$  – počítáno ze stechiometrie, OH+F = 4; Sc, Zn, Sr, Ca – pod mezí detekce.  $H_2O^*$  – calculated from stoichiometry, OH+F = 4; Sc, Zn, Sr, Ca – below the detection limit. 1-2 – muskovit, 3–9 – lepidolit

Tabulka	5.	Chemické složení biotitu a mu	uskovitu z Boroviny.
Table	5.	Chemical composition of biot	ite and muscovite from Boroving

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO <sub>2</sub>	35,18	35,04	46,36	46,48	45,90	45,90	45,75	45,15	47,10	46,68
TiO <sub>2</sub>	2,17	0,43	0,08	0,33	0,10	0,06	0,06	0,00	0,01	0,01
P205	0,03	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,74	19,39	34,68	33,89	35,47	35,03	35,39	36,58	34,96	34,91
FeO	20,91	21,20	1,84	2,37	1,30	1,58	1,42	0,30	0,73	0,69
MgO	6,41	7,37	1,01	0,42	0,32	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
MnO	0,79	1,11	0,06	0,06	0,04	0,55	0,38	0,10	0,09	0,08
ZnO	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
CaO	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,03	0,00	0,14	0,03	0,01	0,05	0,01	0,06	0,00	0,00
SrO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	8,87	9,47	10,31	10,27	10,70	10,24	10,11	10,24	10,73	10,62
Nā <sub>2</sub> O	0,08	0,09	0,63	0,73	0,62	0,68	0,84	0,40	0,20	0,23
$Rb_2O$	0,06	0,13	0,00	0,08	0,01	0,59	0,38	0,50	0,50	0,50
$Cs_2O$	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,29	0,21	0,20
F -	0,92	1,33	0,49	0,70	1,03	1,72	1,58	0,67	0,75	0,82
H2O*	3,39	3,21	4,25	4,12	3,98	3,63	3,70	4,11	4,11	4,05
O=F	-0,39	-0,56	-0,21	-0,29	-0,43	-0,72	-0,67	-0,28	-0,32	-0,35
total	97,32	98,26	99,68	99,25	99,15	99,33	98,98	98,14	99,09	98,46
Si <sup>4+</sup>	5,512	5,473	6,200	6,258	6,162	6,194	6,170	6,113	6,320	6,302
Ti <sup>4+</sup>	0,256	0,051	0,008	0,033	0,010	0,006	0,006	0,000	0,001	0,001
P <sup>5+</sup>	0,004	0,000	0,000	0,003	0,009	0,000	0,003	0,000	0,000	0,001
A1 <sup>3+</sup>	3,461	3,569	5,466	5,378	5,612	5,571	5,625	5,837	5,528	5,555
Fe <sup>2+</sup>	2,740	2,769	0,206	0,267	0,146	0,178	0,160	0,034	0,082	0,078
Mg <sup>2+</sup>	1,497	1,716	0,201	0,084	0,064	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Mn <sup>2+</sup>	0,105	0,147	0,007	0,007	0,005	0,063	0,043	0,011	0,010	0,009
$Zn^{2+}$	0,003	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000
Ca <sup>2+</sup>	0,012	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ba <sup>2+</sup>	0,002	0,000	0,007	0,002	0,001	0,003	0,001	0,003	0,000	0,000
Sr <sup>2+</sup>	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
K+	1,773	1,887	1,759	1,764	1,833	1,763	1,740	1,769	1,837	1,829
Na <sup>+</sup>	0,024	0,027	0,163	0,191	0,161	0,178	0,220	0,105	0,052	0,060
Rb <sup>+</sup>	0,006	0,013	0,000	0,007	0,001	0,051	0,033	0,044	0,043	0,043
Cs <sup>+</sup>	0,000	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,017	0,012	0,012
F-	0,456	0,657	0,207	0,298	0,437	0,734	0,674	0,287	0,318	0,350
H+	3,544	3,343	3,793	3,702	3,560	3,266	3,326	3,713	3,682	3,648
0 <sub>2</sub> -	23,544	23,343	23,793	23,702	23,560	23,266	23,326	23,713	23,682	23,648
cat.	15,398	15,657	14,021	13,996	14,005	14,011	14,002	13,935	13,886	13,890

Počítáno na 24 aniontů.  $H_2O^*$  – počítáno ze stechiometrie, F+OH = 4. Calculated on 24 anions.  $H_2O^*$  – calculated from stoichiometry, F+OH = 4. 1 – biotit, 2–7 – muskovit, 8–10 pozdní muskovit. 1 – biotite, 2–7 – muscovite, 8–10 late muscovite.

Tabulka	6.	Chemické složení lepidolitu z Boroviny.
Table	6.	Chemical composition of lepidolite from Borovina.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO <sub>2</sub>	46,06	47,88	49,37	49,16	50,47	50,39	51,44	49,08
TiO	0,07	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00
P205	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02
A1,0,	25,94	28,11	27,57	28,91	23,25	25,10	22,72	26,01
Sc <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
FeO	1,61	1,40	0,15	0,08	1,27	1,44	1,77	2,67
MnO	2,71	0,73	1,59	1,30	0,31	0,43	0,21	0,34
BaO	0,07	0,09	0,05	0,00	0,04	0,02	0,03	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,35	0,27	0,36	0,37	0,21	0,30	0,14	0,13
K <sub>2</sub> Ó	9,79	10,39	10,45	10,39	9,63	10,19	10,06	10,72
RÉ <sub>2</sub> O	1,25	1,18	1,27	1,25	1,58	1,60	1,47	0,77
Cs <sub>2</sub> O	0,01	0,02	0,05	0,03	1,22	0,96	1,08	0,83
F	4,95	4,22	5,19	4,71	5,27	5,79	5,72	4,41
Cl	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O*	1,71	2,22	1,80	2,08	1,60	1,46	1,43	2,11
O=F	-2,08	-1,78	-2,19	-1,98	-2,22	-2,44	-2,41	-1,86
O=Cl	-0,00	0,00	0,00	0,00	-0,00	0,00	0,00	0,00
total	92,47	94,81	95,68	96,34	92,67	95,26	93,71	95,23

 $H2O^* - počítáno ze stechiometrie, F+OH = 4.$ Mg, Zn, Sr a Ca pod mezí detekce.  $H2O^* - calculated from stoichiometry, F+OH = 4.$ Mg, Zn, Sr a Ca below the detection limits.

Tabulka	7.	. Reprezentativní složení turmalínu z pegmatitových jednotek z Hradiska.
Table	7.	. Representative compositions of tourmaline from pegmatite units from Hradisko

	1.b	2.	3.	4.b	5.	6.	7.	8.	9.b	10.
SiO <sub>2</sub>	34,84	35,80	34,90	35,26	37,47	37,57	38,65	37,00	37,73	37,54
B O a	0,27	10,01	10.24	10.12	10,02	10.94	0,00	0,06	0,00	0,01
	32 15	34 70	33 70	33 14	30.05	38.06	11,41	10,87	10,90	11,11
Fe-O	0.40	0,00	0,00	1 43	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	42,92
FeO	13.85	13.80	14.80	12.87	1.71	1.28	0.03	5.07	0,00	0,00
MgO	0.28	0.02	0.03	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0,00
MnO	3.25	0.44	0.38	1.04	2.99	4.14	0.04	1.00	0.43	0.11
ZnO	0,00	0,12	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0.03	0.00	0.00
CaO	0,13	0,00	0,04	0,05	0,16	0,05	0,02	0,17	0.03	0,06
Li <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	0,03	0,25	0,24	0,25	1,67	1,68	1,86	1,49	1,73	1,92
Na <sub>2</sub> O	1,39	1,24	1,72	1,91	2,33	2,46	1,41	2,46	1,81	1,73
K <sub>2</sub> O	0,10	0,02	0,04	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00	0,64	0,01
F	0,46	0,28	0,46	0,56	1,01	3,22	3,81	3,11	3,40	0,66
H <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	2,92	3,46	3,32	2,60	3,29	1,10	0,26	1,34	0,93	3,52
O=F	-0,19	-0,12	-0,19	-0,24	-0,43	-0,46	-0,11	-0,56	-0,39	-0,28
total	99,16	100,43	99,68	99,65	100,26	100,00	101,70	100,74	98,99	99,32
T-Si	6.06	5.98	5.92	6.03	5.97	6.02	5.89	5.92	5.96	5.87
Al	0.00	0.02	0.08	0.00	0.02	0.00	0.11	0.08	0.04	0.13
В	2,79	3,00	3,00	2,99	3,00	3,00	3,00	3,00	2,97	3,00
Z-Al	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Y-Ti	0,04	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Al	0,59	0,81	0,66	0,68	1,30	1,19	1,85	1,22	1,69	1,78
Fe <sup>3+</sup>	0,05	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe <sup>2+</sup>	2,02	1,93	2,10	1,84	0,22	0,17	0,00	0,68	0,03	0,00
Mg	0,07	0,01	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mn <sup>2+</sup>	0,48	0,06	0,06	0,15	0,41	0,56	0,01	0,14	0,06	0,02
Zn	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,02	0,17	0,10	0,03	1,06	1,08	1,14	0,96	1,10	1,21
ΣΥ	3,27	3,00	2,99	2,99	3,01	3,00	3,00	3,01	2,89	3,01
X-Ca	0,02	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01
Na	0,47	0,40	0,57	0,63	0,70	0,76	0,42	0,76	0,56	0,53
K	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
ΣΧ	0,51	0,40	0,59	0,70	0,72	0,77	0,42	0,77	0,70	0,54
F	0,25	0,15	0,25	0,30	0,43	0,56	0,13	0,68	0,47	0,33
OH	3,39	3,85	3,75	2,97	3,57	3,44	3,87	3,32	3,58	3,67
0	0,36	-	-	0,73	-	-	_	-	-	-

- nestanoveno, <sup>a</sup> - počítáno ze stechiometrie: B = 3, OH+F = 4, 31 aniontů, Li =  $15 - \Sigma T + Z + Y$ ; <sup>b</sup> - analýzy na mokré cestě,  $B_2O_3$ ,  $Li_2O$  and  $H_2O$  stanoveno (POVONDRA 1981, POVONDRA et al. 1985). - not detected; <sup>a</sup> - calculated from stoichiometry: B = 3, OH+F = 4, anions = 31, Li =  $15 - \Sigma T + Z + Y$ ; <sup>b</sup> - wet analysis,  $B_2O_3$ ,  $Li_2O$  and  $H_2O$  determined (POVONDRA 1981, POVONDRA et al. 1985). 1-2 - foitit, 3-4 - skoryl, 5, 6, 8-10 - elbait, 7 - rossmanit.

Tabulka 8. Reprezentativní složení turmalínu z puklin a enkláv z Hradiska.Table8. Representative compositions of tourmaline from fissures and metapelite enclaves from Hradisko.

	1.b	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO.	35.08	35 53	35.40	35 42	36.40	36.10	34.80	36.20
TiO <sub>2</sub>	0.37	0.28	0.01	0.05	0.72	0.30	0.23	0.14
B <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>a</sup>	10.25	10.37	10.45	10.54	10.55	10.76	10.45	10.57
ALO2	33,72	31,80	36,14	38,91	31,50	37,30	35,30	35.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeÔ	12,25	12,03	12,85	6,01	8,09	4,41	10,60	10,90
MgO	0,86	3,51	0,21	0,27	5,65	2,67	1,47	1,01
MnO	0,48	0,08	0,10	0,86	0,14	0,48	0,47	0,29
ZnO	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00
CaO	0,23	0,20	0,12	0,57	0,70	0,48	0,29	0,06
Li <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	0,09	0,65	0,41	1,21	0,40	1,11	0,53	0,47
Na <sub>2</sub> O	1,92	2,00	1,37	2,15	2,27	2,32	2,15	1,33
K <sub>2</sub> O	0,07	0,09	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	3,10	3,49	3,39	3,32	3,05	3,14	3,14	3,49
F	0,46	0,19	0,49	0,79	1,25	1,20	0,99	0,34
O=F	-0,19	-0,08	-0,21	-0,33	-0,53	-0,51	-0,42	-0,14
total	100,16	100,19	100,82	99,96	100,19	99,86	100,00	100,46
T-Si	5.92	5.95	5.85	5.75	6.00	5.83	5.79	5.95
Al	0.08	0.05	0.15	0.25	0.00	0.17	0.21	0.05
В	2,98	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Z-Al	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Y-Ti	0.05	0.04	0.00	0.01	0.09	0.04	0.03	0.02
Al	0,62	0,23	0,89	1,19	0,12	0,93	0.71	0.88
Fe <sup>3+</sup>	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00
Fe <sup>2+</sup>	1,73	1,69	1,78	0,82	1,12	0,59	1,47	1,50
Mg	0,22	0,88	0,05	0,07	1,39	0,64	0,36	0,25
Mn <sup>2-</sup>	+ 0,07	0,01	0,01	0,12	0,02	0,07	0,07	0,04
Zn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Li	0,06	0,14	0,27	0,79	0,26	0,72	0,36	0,25
ΣΥ	2,94	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
X-Ca	0,04	0,12	0,02	0,10	0,12	0,08	0,05	0,01
Na	0,63	0,65	0,44	0,68	0,73	0,73	0,69	0,42
K	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΧ	0,69	0,79	0,46	0,78	0,85	0,81	0,74	0,43
F	0,25	0,10	0,26	0,41	0,65	0,61	0,52	0,43
OH	3,49	3,90	3,74	3,59	3,35	3,39	3,48	3,82
0	0,26	_	-	-	-	-	-	-

- nestanoveno, <sup>a</sup> – počítáno ze stechiometrie: B = 3, OH+F = 4, 31 aniontů, Li =  $15 - \Sigma T + Z + Y$ ; <sup>b</sup> – analýzy na mokré cestě,  $B_2O_3$ ,  $Li_2O$  and  $H_2O$  stanoveno (POVONDRA 1981). – not detected; <sup>a</sup> – calculated from stoichiometry: B = 3, OH+F = 4, anions = 31, Li =  $15 - \Sigma T + Z + Y$ ; <sup>b</sup> – wet analysis,  $B_2O_3$ ,  $Li_2O$  and  $H_2O$  determined (POVONDRA 1981). 1, 2, 7 – skoryl, 3, 8 – foitit, 4 – elbait, 5 – dravit, 6 – Mg, Fe-elbait

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
SiO <sub>2</sub>	34,67	35,33	37,90	37,81	37,41	38,49	37,15	36,39	37,86	35,78	
PoOs	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	
TíO,	0,11	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,17	0,01	1
Al <sub>2</sub> Ó <sub>2</sub>	33,92	34,45	42,23	42,94	41,10	41,53	38,46	36,52	37,59	34,67	
FeO	12,55	12,72	0,00	0,03	1,00	1,38	3,48	7,83	5,07	12,84	
MnO	1,32	1,25	0,35	0,41	1,29	0,75	1,68	0,28	1,94	0,71	
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	
ZnO	0,10	0,13	0,00	0,00	0,05	0,04	0,11	0,00	0,05	0,05	
CaO	0,06	0,03	0,07	0,06	0,14	0,02	0,08	0,08	0,12	0,01	
Na <sub>2</sub> O	1,72	1,29	1,74	1,78	2,07	2,07	2,32	2,52	2,57	1,32	
K <sub>2</sub> Ô	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	
F	0,58	0,34	0,67	0,65	0,84	0,60	1,01	1,15	1,19	0,34	
O=F	-0,24	-0,14	-0,28	-0,27	-0,35	-0,25	-0,43	-0,48	-0,50	-0,14	
total	84,86	85,49	82,70	83,44	83,62	84,65	83,87	84,31	86,15	85,63	
Si <sup>4+</sup>	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	
P5+	0.003	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0,009	0,001	
Ti <sup>4+</sup>	0.014	0.008	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.020	0.001	
A13+	6.918	6.895	7.879	8,031	7,769	7,630	7,321	7,097	7,021	6,852	
Fe <sup>2+</sup>	1.816	1,807	0.000	0,004	0,134	0,180	0,470	1,080	0,672	1,801	
Mn <sup>2+</sup>	0,193	0,180	0,047	0,055	0,175	0,099	0,230	0,039	0,260	0,101	
Mg <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	
$Zn^{2+}$	0.013	0,016	0,000	0,000	0,006	0,005	0,013	0,000	0,006	0,006	
Ca <sup>2+</sup>	0.011	0,005	0,012	0,010	0,024	0,003	0,014	0,014	0,020	0,002	
Na <sup>+</sup>	0,577	0,425	0,534	0,548	0,644	0,626	0,726	0,806	0,790	0,429	
K <sup>+</sup>	0,011	0,006	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,004	0,002	
<b>F</b> -	0,317	0,183	0,335	0,326	0,426	0,296	0,516	0,600	0,596	0,180	
$O_2^{-}$	24,583	24,491	23,979	24,234	24,117	23,899	23,814	23,883	23,653	24,324	
cat.	15,558	15,342	14,476	14,653	14,761	14,546	14,776	15,039	14,803	15,201	

<b>Tabulka</b>	9.	Reprezentativní složení turmalínu z Boroviny.
Table	9.	Representative compositions of tourmaline from Borovina.

Normalizováno na 6 Si. Normalized on 6 Si. 1 – skoryl, 2, 10 – foitit, 3–7 – elbait, 8, 9 – Fe-elbait.

Tabulka	10.	Chemické složení kasiteritu ze žíly 2 (NĚMEC 1998).
Table	10.	Chemical composition of cassiterite from dike No. 2 (NEMEC 1998)

	1.	2.		1.	2.	
SnO <sub>2</sub>	92,11	92,01	Sn <sup>4+</sup>	0,910	0,911	
TiO <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.55	0,45	Ti <sup>4+</sup>	0,010	0,008	
WO <sub>2</sub>	0.75	0,87	W <sup>6+</sup>	0,005	0,006	
Ta O.	2.79	3,04	Ta <sup>5+</sup>	0,019	0,021	
Nb Or	2.77	2,64	Nb <sup>5+</sup>	0,031	0,030	
MnO	0,99	0,88	Mn <sup>2+</sup>	0,021	0,019	
total	99,96	99,89	cat	0,996	0,994	

Počítáno na 2 kyslíky. Calculated on 2 oxygens.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
WO	1.01	1 10	0.40	0.09	0.00	0.04	0.17	0.32	7.54
Nh O	66 73	58 03	17 31	34.80	13 17	26 70	36.60	5.94	3.96
To 205	11 20	21,57	27.86	15 26	71.60	56 60	44,80	70 11	63.01
T:05	0.17	0.10	52,80	43,20	0.08	0.11	44,80	0.02	0.03
SnO <sup>2</sup>	0,17	0,10	0,00	0,14	0,08	0,00	0,00	0,02	12 59
$\frac{310}{70^2}$	0,10	0,01	0,02	0,10	0,00	0,00	0,04	0,12	0.31
$LIO_2$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
5002	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00
SC203	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	0,02	0,01	0,04	0,01
BI2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
S0203	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00
1 <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	17.45	0,00	0,00	4,72	5.96	1.00	5.22	3,49
FeU	10,09	17,45	17.54	16.70	4,75	10,00	1,99	3,33	9,40
MinO	19,03	1,51	17,54	10,70	9,50	10,20	14,70	0,04	0,01
Cau	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
MgO	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
total	99,19	99,91	98,45	98,15	99,31	99,60	99,07	99,80	99,59
W6+	0.111	0.070	0.033	0.071	0.007	0.003	0.012	0.027	0.636
Nh <sup>5+</sup>	7 167	6 471	5,625	4,419	1.883	3.511	4.566	0.884	0.582
Ta <sup>5+</sup>	0.724	1 447	2 350	3 4 57	6.159	4,478	3,362	7.082	5.573
Ti <sup>4+</sup>	0,030	0.019	0,000	0.030	0.019	0.024	0.000	0.005	0.007
Sn <sup>4+</sup>	0,009	0,001	0,002	0,011	0,000	0,000	0.004	0.016	1.633
Zr4+	0,000	0,000	0,000	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049
U <sup>4+</sup>	0,001	0,000	0,000	0,000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000
Sc3+	0,000	0,000	0,000	0.000	0.000	0.015	0.012	0.000	0.000
As <sup>3+</sup>	0.001	0.000	0.002	0.003	0.008	0.004	0.002	0.008	0.002
Bi <sup>3+</sup>	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Sb <sup>3+</sup>	0,000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.003	0.000
Y3+	0,000	0.008	0.003	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe <sup>3+</sup>	0,000	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.147	0.000	0.000
Fe <sup>2+</sup>	0.018	3.600	0.037	0.016	1.251	1,426	0,460	1,467	0,947
Mn <sup>2+</sup>	3.829	0.315	3.907	3,973	2.561	2.513	3,436	2,465	2,372
Ca <sup>2+</sup>	0.005	0.003	0.008	0.006	0.003	0.003	0,000	0,004	0,000
Mg <sup>2+</sup>	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
cat.	11,899	11,959	11,967	11,996	11,896	11,977	12,000	11,968	11,804

Tabulka 11. Chemické složení columbit-tantalitu a ixiolitu.Table11. Chemical composition of columbite-tantalite and ixiolite.

Počítáno na 24 kyslíků a 12 kationtů. Calculated on 24 oxygens and 12 cations. 1, 3–4 – manganocolumbit, Hradisko, 2 – ferrocolumbit, Hradisko, 5–8 – manganotantalit, Borovina, 9 – ixio-lit, Borovina.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO <sub>2</sub>	66,66	66,19	65,26	66,54	66,50	66,24	67,25	67,04
Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	18,22	18,14	17,83	18,21	18,20	18,29	18,51	18,46
Na <sub>2</sub> O	0,66	0,75	0,81	0,40	0,97	1,00	0,57	0,55
K <sub>2</sub> O	0,03	0,03	0,04	0,01	0,04	0,04	0,05	0,03
RÉ <sub>2</sub> O	0,01	0,04	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01
Cs <sub>2</sub> O	0,50	0,74	2,25	1,26	0,32	0,44	0,14	0,11
BeÔ*	13,85	13,77	13,60	13,82	13,84	13,81	13,98	13,93
total	99,93	99,66	99,79	100,24	99,89	99,87	100,50	100,13
Si <sup>4+</sup>	6,012	6,003	5,992	6,014	6,000	5,988	6,009	6.011
Ai <sup>3+</sup>	1,937	1,939	1,930	1,940	1,935	1,949	1,949	1,951
Na <sup>+</sup>	0,115	0,132	0,144	0,070	0,170	0,175	0,099	0.096
K+	0,003	0,003	0,005	0,001	0,005	0,005	0,006	0.003
Rb <sup>+</sup>	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,001
Cs <sup>+</sup>	0,019	0,029	0,088	0,049	0,012	0,017	0,005	0,004
Be <sup>2+</sup>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
cat.	11,088	11,108	11,159	11,074	11,123	11,135	11,068	11,065

Tabulka 12.Reprezentativní složení berylu.Table12.Representative composition of beryl.

Počítáno na 18 kyslíků, \* počítáno ze stechiometrie, Be = 3. Calculated on 18 oxygens, \* Determined by stoichiometry, Be = 3. 1-3 - Hradisko, 4-8 - Borovina.

Tabulka	13.	Chemické složení zirkonu z Boroviny.
Table	13.	Chemical composition of zircon from Borovina

	1.	2.	3.	4.		1.	2.	3.	4.
SiO <sub>2</sub>	23,28	23,36	23,38	23,54	Si <sup>4+</sup>	0.937	0.934	0.940	0.947
P205	0,14	0,25	0,39	0,18	P <sup>5+</sup>	0,005	0,008	0,013	0.006
ZrO2	37,38	37,27	36,28	35,91	Zr <sup>4+</sup>	0,733	0,726	0,711	0,704
HfO <sub>2</sub>	28,20	28,77	28,98	29,67	Hf <sup>4+</sup>	0,324	0,328	0.332	0.341
Nd2O2	0,00	0,12	0,00	0,00	Nd <sup>3+</sup>	0,000	0,002	0.000	0.000
Yb <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,02	0,03	Yb <sup>3+</sup>	0,000	0.000	0.000	0.000
FeÓ	0,00	0,00	0,00	0.00	Fe <sup>2+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000
CaO	0,00	0,00	0,00	0,01	Ca <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000
total	89,00	89,77	89,05	89,34	cat.	1,999	1,998	1,997	1,999

Počítáno na 4 kyslíky. U, Th, Ti pod mezí detekce. Calculated on 4 oxygens. U, Th, Ti below the detection limits.

Tabulka 14.Chemické složení "hydrozirkonu" a monazitu – (Ce) (NEMEC 1998).Table14.Chemical composition of "hydrozircon" and monazite – (Ce) (NEMEC 1998).

2	1.	2.	2	1.	2.
SiO	16,50	0,32	Si <sup>4+</sup>	0,644	0,012
P205	9,55	31,51	P <sup>5+</sup>	0,316	1,005
ZrO <sub>2</sub>	37,41	-	Zr <sup>4+</sup>	0,712	_
HfO <sub>2</sub>	1.25	-	Hf <sup>4+</sup>	0.014	-
UO2	3,60	_	U <sup>4+</sup>	0,031	-
ThÓ,	1.24	1.38	Th <sup>4+</sup>	0.011	0.012
TiO <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.35	_	Ti <sup>4+</sup>	0.010	-
Nd Oz	0,00	10,46	Nd <sup>3+</sup>	0,000	0.141
Ce <sup>2</sup> O <sub>2</sub>	-	35.00	Ce <sup>3+</sup>	-	0.483
La <sup>2</sup> O <sub>2</sub>	-	15,68	La <sup>3+</sup>	-	0,218
Pr <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-	2,76	Pr <sup>3+</sup>	-	0,038
Sm2O2	-	1,07	Sm <sup>3+</sup>	-	0,014
Al <sub>2</sub> O2	2,08	-	A1 <sup>3+</sup>	0,096	
Bi2O2	1,92	-	Bi <sup>3+</sup>	0,019	-
FeO	1.87	-	Fe <sup>2+</sup>	0,061	-
CaO	3,12	2,46	Ca <sup>2+</sup>	0,131	0,099
total	78,89	100,64	cat.	2,046	2,022

Počítáno na 4 kyslíky. Calculated on 4 oxygens. 1 – "hydrozirkon", 2 – monazit – (Ce).