ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXIX (2004): 45–54, 2004

DUMORTIERIT A TURMALÍN Z ABYSÁLNÍCH PEGMATITŮ OD VÉMYSLIC U MORAVSKÉHO KRUMLOVA, GFÖHLSKÁ JEDNOTKA, MOLDANUBIKUM

DUMORTIERITE AND TOURMALINE FROM ABYSSAL PEGMATITES AT VÉMYSLICE NEAR MORAVSKÝ KRUMLOV, GFÖHL UNIT, MOLDANUBICUM

JAN CEMPÍREK & MILAN NOVÁK

Abstract

Cempírek J., Novák, M. (2004): Dumortierit a turmalín z abysálních pegmatitů od Vémyslic u Moravského Krumlova, gföhlská jednotka, moldanubikum. – Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 89: 45–54 (with English summary)

Dumortierite and tourmaline from abyssal pegmatites at Vémyslice near Moravský Krumlov, Gföhl unit, Moldanubicum

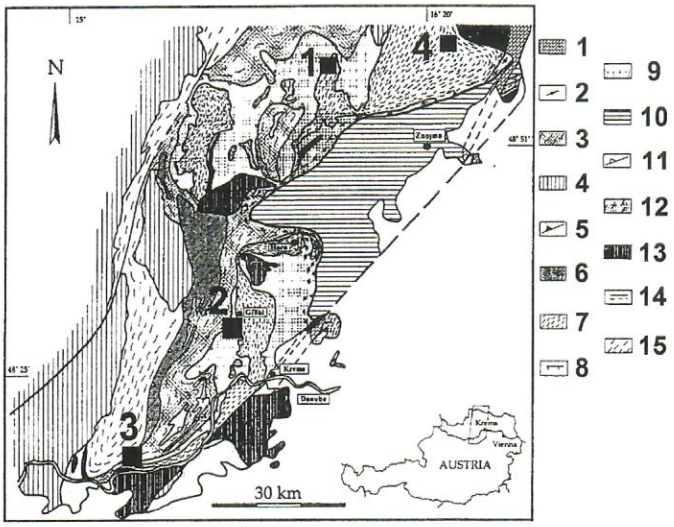
Abyssal pegmatites with dumortierite and tourmaline cut biotite-sillimanite gneiss at Vémyslice near Moravský Krumlov, Gföhl Unit. Pegmatites are highly peraluminous, characterized by presence of dumortierite and sillimanite, and tourmaline and andalusite, respectively. Dumortierite is enriched in As – 0.22 apfu and Ti – 0.20 apfu. Tourmaline of a schorl-oxy-schorl-foitite-dravite solid solution shows high Al in the T-site. The primary assemblage K-feldspar+andalusite in tourmaline-bearing pegmatite suggests low pressure about 3 kbar or less and temperature about 600 °C; dumortierite-bearing pegmatite formed at higher temperature and/or pressure. Absence of primary muscovite differs the abyssal pegmatites at Vémyslice from similar abyssal pegmatites with dumortierite, olenite, schorl, sillimanite, kyanite and primary muscovite of the Kutná Hora region.

Key words: dumortierite, tourmaline, abyssal pegmatites, Gföhl unit, Moldanubicum

Jan Cempírek, Milan Novák, Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: cempirek@sci.muni.cz

Úvod

Když v roce 1926 popsal Rosický dumortierit z Vémyslic, jednalo se tehdy již o jeho druhý výskyt na Moravě (poprvé popsán z pegmatitu v Radkovicích – BARVÍŘ 1894) a přibližně dvacátý výskyt na světě. Dnes se dumortierit řadí mezi běžné akcesorické minerály. Na Moravě je znám přibližně z 20 lokalit, většinou se jedná o primitivní (např. Dolní Bory, žíla č. 3, Netín) výjimečně až lepidolitové (Dobrá Voda) pegmatitové žíly, kde se dumortierit objevuje výhradně v okrajových zónách (CEMPÍREK a NOVÁK 2000, CEMPÍREK 2003). Méně hojný je v tzv. abysálních pegmatitech a v migmatitizovaných rulách. Termínem abysální pegmatit se označují pegmatity vzniklé anatexí (natavením) okolních metamorfovaných hornin (ČERNÝ 1991). Mocnost těchto pegmatitů nepřesahuje obvykle několik centimetrů a jejich minerální asociace jsou obvykle chudé. Nicméně, výzkumy posledních let ukázaly, že tyto pegmatity mohou obsahovat některé



Legenda:
1 – posthercynské sedimenty, 2 – svorová zóna, 3 – pestrá série, 4 – jihočeský pluton, 5 – moldanubické nasunutí, 6 – doberská rula, 7 – gföhlská rula, 8 – mylonitová zóna, 9 – gföhlská jednotka, 10 – moravikum, 11 – vnitromoldanubické nasunutí, 12 – spittzská rula, 13 – „granulit" (blastomylonitická rula), 14 – zlomy, 15 – monotónní série

Obr. 1. Geologie JV části Českého masivu, spolu se zaznačenými výskyty dumortieritu (upraveno podle Petrakakise, 1997); 1 – lokality v okolí Jemnice, 2 – Gföhl, 3 – Klein Pochlarn a Weitenegg, 4 – Vémyslice.
Fig. 1. Geology of SE part of Bohemian Massif with occurences of dumortierite marked (modified from Petrakakis, 1997); 1 – lokalities in vicinity of Jemnice, 2 – Gföhl, 3 – Klein Pochlarn and Weitenegg, 4 – Vémyslice.

lehké prvky jako bór a berylium (GREW 1998). Bór je obvykle vázán v turmalínu, vzácně pak v dumortieritu popř. dalších minerálech (např. grandidierit, prismatin), berylium například v chryzoberylu. Abysální pegmatit s dumortieritem z Vémyslic představuje jednodušší typ mineralizace, pouze s bórem, naproti tomu se v něm, pravděpodobně díky anomálnímu složení zdrojové horniny, objevuje i arzen.

Geologická pozice a výskyt

Pegmatity z Vémyslic jsou uloženy v rulách s asociací gföhlské jednotky při JV okraji moldanubika. Kromě uvedené lokality je z této oblasti známo ještě několik podobných lokalit (Trstěnice u Moravského Krumlova – SEKANINA 1928, Gföhl – NIEDERMAYR et al. 1991, Klein Pochlarn a Weitenegg u Melku – CEMPÍREK 2003; obr. 1).

Metamorfované horniny jihovýchodní části gföhlské jednotky prošly vysokotlakou a vysokoteplotní metamorfózou (P = 7–11 kbar, T = 700–800 °C), při které došlo k přechodu hornin z pole kyanitu do pole sillimanitu. Přibližně za tlaku 6 kbar došlo k izobarickému poklesu teploty v rozmezí 650–500 °C, jehož projevem je hydratace a retrográdní muskovitizace (PETRAKAKIS 1997, KLÖTZLI et al. 1999).

Výskyt dumortieritu v pegmatitových žilkách ve Vémyslicích popsal ROSICKÝ (1926). Lokalita se nachází v dnes již silně zašlém lůmku na západním svahu kóty 350 m, západně od silnice Vémyslice–Džbánice. Jsou zde odkryty biotit-sillimanitické ruly s asociací Bi+Kfs($Kfs_{90}Ab_{10}$)+Plg($Ab_{75}An_{24}Kfs_{1}$)+Qtz+Sil, pronikané až 2 cm mocnými převážně diskordantními žilkami středně až hrubě zrnitých pegmatitů. Pegmatitové žilky s turmalínem a andalusitem byly nalezeny na lokalitě v devadesátých letech. Vztah obou typů pegmatitů – dumortieritového se sillimanitem a turmalínového s andalusitem není jasný. Kontakt obou typů pegmatitů s okolní rulou je většinou ostrý. Typické tex-

turní jednotky pegmatitů, např. blokový K-živec a grafické srůsty minerálů jsou vzácné a objevují se pouze v pegmatitu s turmalínem.

Petrografie

V pegmatitech s dumortieritem byly zjištěny následující minerální asociace (CEMPÍREK 2003):

Primární (magmatická) asociace:	Kfs + Plg + Qtz I + Bi + Dum
Metamorfní asociace I:	Qtz II + Sil
Metamorfní (retrográdní) asociace II:	Mu, jemnozrnné fylosilikáty

K-živec ($Kfs_{83-86}Ab_{17-14}$) výrazně převládá nad plagioklasem. Tvoří hypautomorfní zrna, na okraji žilky je silně perthitický, ve středu žilky je bez perthitů. Vzácně se objevují myrmekity. K-živec je vždy slabě kaolinizovaný. *Plagioklas* ($Ab_{76-89}An_{23-10}Kfs_1$) se objevuje především na okraji žilky, v zonálních, automorfních až hypautomorfních krystalech, na nichž je patrné lamelární dvojčatění. Ve středu žilky je relativně vzácnější, zde tvoří zonální automorfní krystaly v křemeni. Vždy je slabě kaolinizovaný a sericitizovaný. *Křemen* byl zjištěn ve dvou generacích. Magmatický křemen I tvoří xenomorfní zrna, vyplňující prostor mezi živci. Metamorfní křemen II tvoří velmi jemnozrnné žilky, uzavírá jehlice sillimanitu a retrográdní fylosilikáty. *Biotit* ($X_{Fe+Mn} \sim 0{,}67$) je běžnou součástí pegmatitu. Tvoří lupeny do 1 cm velké, zarůstá do K-živce a křemene. Na některých vzorcích se makroskopicky objevuje ve velmi těsné blízkosti dumortieritu, nicméně ve výbrusu nebyly tyto minerály nikdy pozorovány v bezprostředním kontaktu. Pokud je biotit v blízkosti retrográdního muskovitu a jemnozrnných fylosilikátů, je silně chloritizován. *Sillimanit* (určen pomocí XRD) tvoří bělavé jehlicovité agregáty s výraznou lineací, zatlačující živce. Někdy je doprovázený jemně šupinatou nazelenalou slídou, popř. je přeměněn v šedobílou jemnozrnnou směs fylosilikátů. *Muskovit* se nejčastěji objevuje jako produkt retrográdní přeměny živců, primární muskovit nebyl zjištěn.

V pegmatitech s turmalínem byla zjištěna jednoduchá minerální asociace (CEMPÍREK 2003):

Primární (magmatická) asociace:	Kfs + Plg + Qtz + Tur + Bi + And

Ve srovnání s pegmatitem s dumortieritem tento pegmatit nejeví stopy metamorfního přetisku a také alterace živců a chloritizace biotitu jsou méně výrazné. *K-živec* ($Kfs_{82}Ab_{18}$) převládá nad plagioklasem a je jen slabě kaolinizovaný. *Plagioklas* ($Ab_{78}An_{22}$) se objevuje automorfních až hypautomorfních krystalech, na kterých je patrné lamelární dvojčatění. *Biotit* ($X_{Fe+Mn} \sim 0{,}67$) tvoří černé lupeny. *Křemen* se objevuje v grafických srůstech s turmalínem a jako šedé agregáty. *Andalusit* byl zjištěn pouze jednou v pegmatitu s turmalínem v až 2 mm velkých hypautomorfních zrnech zarostlých v křemeni v blízkosti biotitu.

Metodika

Minerály byly analyzovány na elektronové mikrosondě Cameca SX100 v Geologickém ústavu Dionýza Štúra v Bratislavě, WDA-metodou. Analytické podmínky: urychlovací napětí 15 kV, proud 20 nA, průměr elektronového svazku 1–5 μm, s použitými standardy: Na – albit, Ca, Si – wollastonit, K – ortoklas, Mg – MgO, Fe – Fe_2O_3, Cr – chromit, Mn – rodonit, Al – Al_2O_3, Ti – TiO_2, Cl – NaCl, F – BaF_2. Data byla korigována procedurou PAP.

Přepočet analýz dumortieritu na vzorcové jednotky se ukázal být problematický a bez analýzy všech lehkých prvků (B, především ale H) i neproveditelný. Vzhledem k relativně vysokému obsahu As byl pro vhodnější sledování korelací přepočítán dumortierit na 18 aniontů, včetně 0,75 pfu OH.

Pro výpočet vzorců turmalínu bylo použito normalizace na 15 atomů v pozicích Y, Z a T (Fe, Mn, Mg, Al, Cr, Ti, Si) za předpokladu, že není přítomno Li, vše Fe je v oxidačním stavu Fe^{2+} a pozice Y, Z a T neobsahují vakance ani bór v tetraedrické pozici. Při výpočtu obsazení jednotlivých pozic byl případný deficit Si v pozici T kompenzován Al. Pozice Z je zcela zaplněna Al. Počet skupin OH ve strukturních pozicích V a W byl pak dopočítán na základě elektronegativity vzorcové molekuly jako doplněk počtu anionů do 31. Při uspořádání OH skupin do pozic V a W byla nejprve zcela zaplněna pozice V, přebytek OH byl pak přiřazen do pozice W.

Mineralogie

Dumortierit

Je tence stébelnatý až vláknitý, tvoří šedavě modré, tmavě modré až modročerné agregáty, do 3 cm dlouhé. Většinou je uzavírán v K-živci, ojediněle bylo pozorováno narůstání dumortieritu na automorfní krystal K-živce. Ve výbrusu tvoří zonální, hypautomorfní, krátce prismatické nebo jehlicovité krystaly, někdy na okrajích lemované jemně zrnitým retrográdním muskovitem (obr. 2a, b). ROSICKÝ (1926) uvádí přibližnou hustotu a optické vlastnosti. Dumortierit je silně pleochroický (X – bezbarvá, Y, Z – červenomodrá, modrofialová, někdy až hnědofialová).

Dumortierit je místy oscilačně zonální (obr. 2a), jeho chemické složení je uvedeno v tabulce 1. Analyzovaný krystal má poměrně nízký obsah Fe (0,03–0,07 apfu), středně vysoký obsah Mg (0,07–0,11 apfu), vysoký obsah Ti (0,11–0,20 apfu) a vysoký, ale silně kolísající obsah As (0,02–0,22 apfu). Pozitivní korelace mezi As a Ti na jedné a Si a Al (popř. i Fe + Mg) na druhé straně je jasně patrná. Nejvyšší obsah Ti a As má dumortierit v ukončení krystalu, kde na BSE fotografii (obr. 2b) tvoří světlou zónu. S klesajícím obsahem Ti a As mírně roste obsah Fe a Mg. Obsah Si a Al vykazuje negativní korelaci s obsahy As a Ti, poměr Al/Si ale kolísá. Obsah As = 0,22 apfu je jeden z dosud nejvyšších zjištěných (srovnej GROAT et al. 2001).

Z obr. 3 je v dumortieritu z Vémyslic zřejmá negativní korelace mezi (As + Ti) a (Si + Al). Možné substituce, které mohou tento trend způsobovat jsou

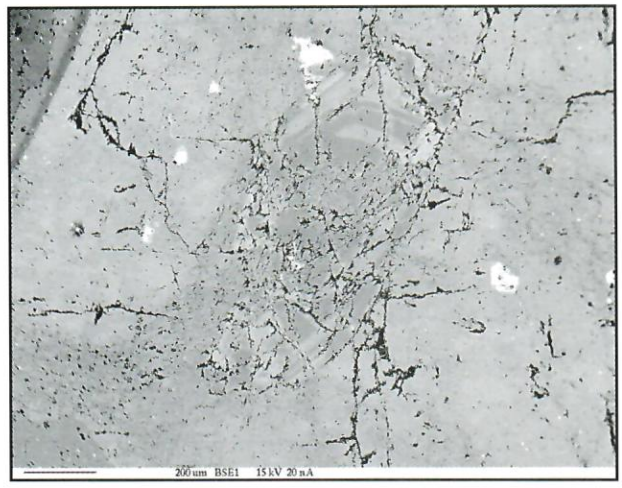
(1) $({}^{[4]}As^{3+} + {}^{[6]}Ti)\ ({}^{[4]}Si + {}^{[6]}Al)_{-1}$
(2) $({}^{[4]}Al^{3+} + {}^{[6]}Ti)\ ({}^{[4]}Si + {}^{[6]}Al)_{-1}$ (WERDING a SCHREYER, 1996)

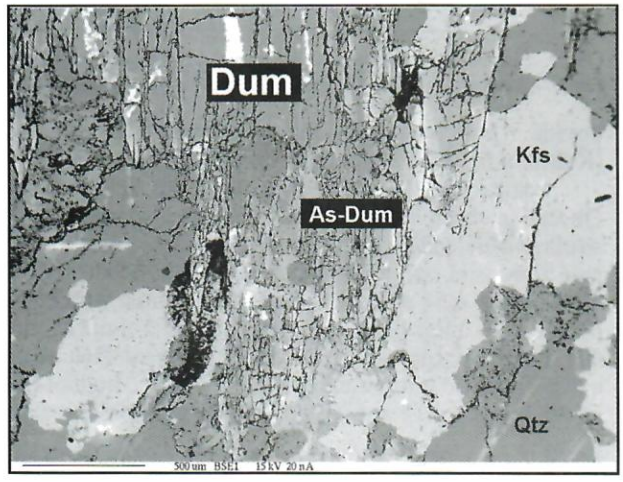
U dumortieritu z Vémyslic nejspíše probíhá substituce (1), kde Ti nahrazuje atom Al v oktaedrické pozici M(1), v kombinaci se substitucí (2). Vyšší náboj Ti v oktaedrické pozici je tak vyvážen sníženým nábojem tetraedrické pozice obsahující Si.

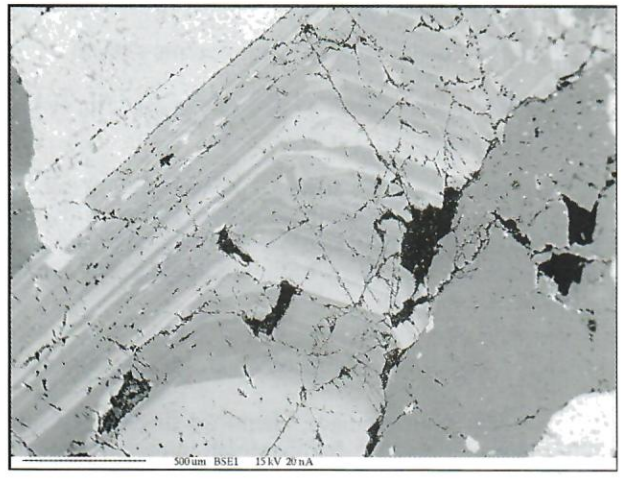
Turmalín

Černý turmalín se objevuje poměrně často, v silně podrcených, oscilačně zonálních krystalech až 3 cm velkých (obr. 2c) nebo v grafických srůstech s křemenem. Vždy zarůstá do křemene. Ve výbrusu je silně pleochroický (O = šedozelený až tmavě zelený, E = žlutozelený). Nikdy nebyl nalezen v asociaci s biotitem.

Chemické složení se v jednotlivých zónách liší v poměrně širokém intervalu (tabulka 2), především v poměru Fe/Mg. Jádro turmalínu je oproti okraji mírně obohaceno Mg, směrem k okraji přibývá Fe a Al. Tento trend (růst obsahu Al směrem k okraji zrna) od-

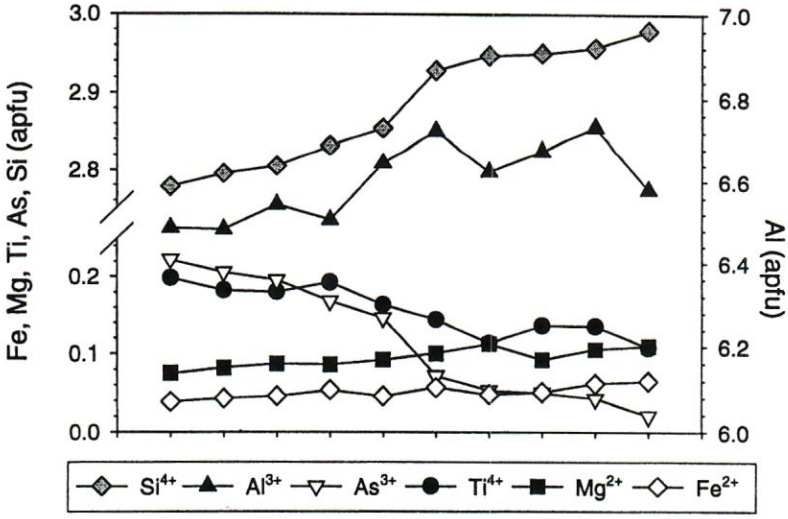






Obr. 2. Snímky minerálů v BSE obraze, lokalita Vémyslice. a) Oscilačně zonální, Ti-bohatý dumortierit v K-živci. Délka měřítka ve spodní části obrázku je 200 μm. b) As-bohatý dumortierit, tvořící vnější zónu krystalů As-chudého dumortieritu. Délka měřítka 500 μm. c) Oscilačně zonální turmalín. Délka měřítka 500 μm.

Fig. 2. BSE-images of dumortierite and tourmaline, Vémyslice. a) oscillatory zoned, Ti-rich dumortierite in K-feldspar. Length of scale 200 μm. b) As-rich dumortierite from Vémyslice forming lighter, outer rim of As-poor dumortierite. Scale length 500 μm. c) oscillatory zoned tourmaline, scale length 500 μm.



Obr. 3. Chemismus dumortieritu z Vémyslic. Analýza přepočtena na Si + As = 3.
Fig. 3. Chemistry of Vémyslice dumortierite. Analysis recalculated on Si + As = 3.

povídá i frakcionačnímu trendu turmalínu na jiných lokalitách abysálních pegmatitů (Kuklík a Miskovice u Kutné Hory, Cempírek 2003).

Pozice T je většinou zaplněna Si (5,75–5,91 apfu), obsah Al dosahuje max. 0,25 apfu. Obecně je obsah $^{[4]}$Al vyšší v Fe-bohatých zónách (cca o 0,12 apfu). V pozici Y (obr. 4a) střídavě převládá Fe a Mg, obsah Al je střední až vysoký (od 0,30 do 0,73 apfu), Fe-bohaté zóny jsou oproti Mg-bohatým zónám bohatší Al. V pozici X (obr. 4b) vždy převládá Na (0,48–0,57 apfu), Ca (0,14–0,17 apfu) a typické jsou vakance (0,29–0,39 pfu). Mg-bohaté zóny mají poněkud vyšší obsah Na a nižší vakance. Pozice V je plně obsazena OH. Pozice W (obr. 4c) je obsazena převážně OH, nicméně podíl O dosahuje především u Mg-bohatého turmalínu poměrně vysokých hodnot (až 0,55 apfu). Obsah F je jen vzácně zvýšený (≤ 0,12 apfu). Fe, Al-bohatý turmalín – skoryl má průměrné složení:

$$^{X}(Na_{0,51}Ca_{0,14}\square_{0,34})\ ^{Y}(Al_{0,64}Fe_{1,73}Mg_{0,54}Mn_{0,01})\ ^{Z}Al_6\ ^{T}(Al_{0,23}Si_{5,77})O_{18}\ (BO_3)_3\ ^{V}(OH)_3\ ^{W}(OH_{0,62}O_{0,37}),$$

Mg-bohatý turmalín – dravit má průměrné složení

$$^{X}(Na_{0,53}Ca_{0,17}\square_{0,29})\ ^{Y}(Al_{0,43}Fe_{0,79}Mg_{1,67})\ ^{Z}Al_6\ ^{T}(Al_{0,12}Si_{5,88})O_{18}\ (BO_3)_3\ ^{V}(OH)_3\ ^{W}(OH_{0,46}O_{0,41}F_{0,12}).$$

Zvýšený obsah Ca v pozici X, dále Al v tetraedrické pozici T a kyslíku v pozici W naznačují jednak přítomnost uvitové komponenty, neuspořádanost Mg mezi pozicemi Y a Z a ukazují na trend ke složení foitit – „oxy-skoryl". Poměrně vysoký $^{[4]}$Al v turmalínu jej odlišuje od většiny turmalínů řady skoryl-dravit z pegmatitů moldanubika (srovnej Povondra 1981).

Podmínky vzniku abysálních pegmatitů

Minerální asociace, chemické složení pegmatitů a okolních hornin (Cempírek 2003) ukazují na vznik dominantních minerálů pegmatitu utuhnutím z taveniny derivo-

Tabulka 1. Chemické analýzy dumortieritu z Vémyslic.
Table 1. Chemical analysis of dumortierite from Vémyslice.

	VM7	VM7	VM7	VM7	VM7	VM7	VM7
SiO_2	31,30	30,21	29,70	29,20	29,11	28,82	28,66
TiO_2	1,49	1,84	1,94	2,22	2,62	2,46	2,71
Al_2O_3	58,66	58,36	57,87	57,70	56,76	57,06	56,79
As_2O_3	0,36	0,72	1,20	2,46	2,84	3,30	3,77
MgO	0,77	0,72	0,68	0,63	0,59	0,60	0,52
MnO	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,82	0,76	0,69	0,56	0,66	0,56	0,48
B_2O_3*	6,09	5,92	5,88	5,93	5,95	5,95	5,98
total	99,52	98,54	97,96	98,70	98,53	98,75	98,91
Si^{4+}	2,979	2,957	2,928	2,854	2,832	2,805	2,778
Ti^{4+}	0,107	0,135	0,144	0,163	0,192	0,180	0,198
Al^{3+}	6,580	6,733	6,724	6,647	6,508	6,545	6,488
As^{3+}	0,021	0,043	0,072	0,146	0,168	0,195	0,222
Mg^{2+}	0,109	0,105	0,100	0,092	0,086	0,087	0,075
Mn^{2+}	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe^{2+}	0,065	0,062	0,057	0,046	0,054	0,046	0,039
B^{3+}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
O^{2-}	17,750	18,017	17,995	17,861	17,701	17,713	17,630
suma kat.	10,864	11,036	11,025	10,947	10,839	10,858	10,799
suma an.	17,750	18,017	17,995	17,861	17,701	17,713	17,630

* dopočteno na základě stechiometrie. Vzorec přepočten na Si + As = 3.

vané z okolních hornin. Pro pegmatitové žilky obou typů je typická převaha K-živce nad plagioklasem, nepřítomnost primárního muskovitu a přítomnost Al_2SiO_5 modifikací – sillimanitu v dumortieritovém pegmatitu a andalusitu v turmalínovém pegmatitu. Uvedené skutečnosti naznačují, že dumortieritové pegmatity se sillimanitem jsou starší a krystalovaly za vyšších teplot a/nebo tlaků než turmalínový pegmatit s andalusitem. Primární asociace K-živec+andalusit v turmalínovém pegmatitu vyžaduje nízký tlak kolem 3 kbar a nižší a teplotu kolem 600 °C, což poměrně dobře odpovídá předpokládaným podmínkám např. pro silně diferencované pegmatity s andalusitem z Dolních Borů (Novák 2001), ale liší se od podmínek uváděných pro abysální pegmatity (Černý 1991).

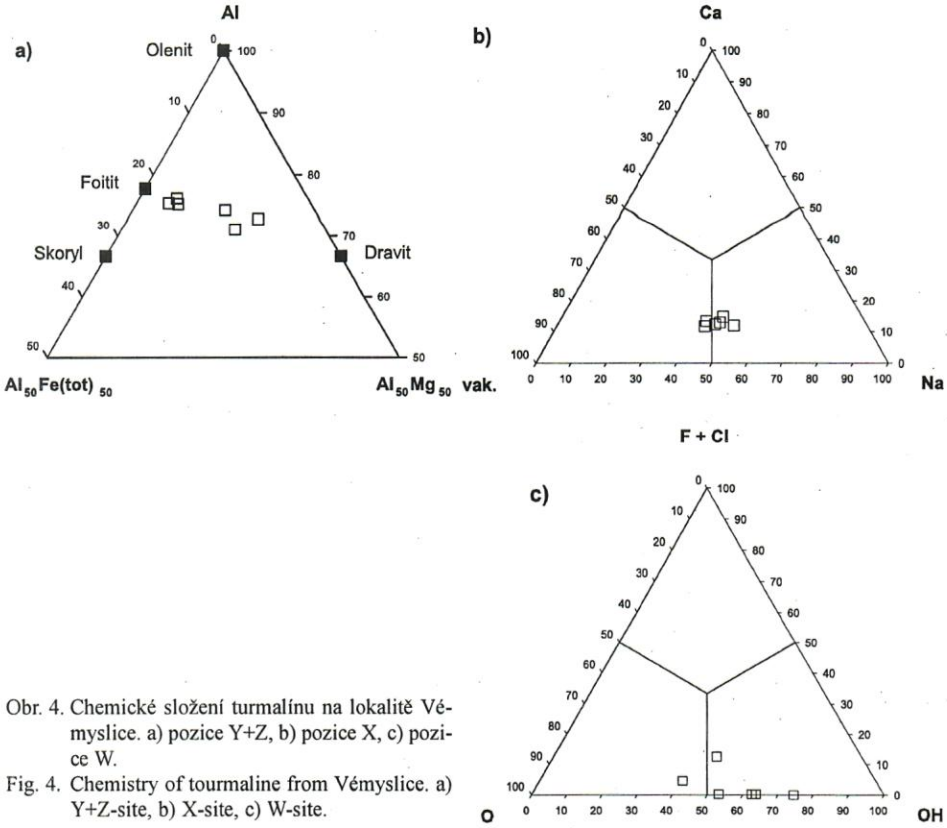
Závěr

Tato práce přináší nové poznatky o minerálních asociacích a chemickém složení dumortieritu a turmalínu v abysálních pegmatitech od Vémyslic u Moravského Krumlova. Pegmatity obsahující Al-bohaté minerály dumortierit, turmalín, andalusit a sillimanit

Tabulka 2. Chemické analýzy turmalínu z Vémyslic.
Table 2. Chemical analysis of tourmaline from Vémyslice.

	V6-11	V6-12	V6-13	V6-14	V6-15	V6-16
SiO_2	34,57	36,00	34,39	35,81	34,07	35,96
TiO_2	0,67	0,86	0,66	0,87	0,66	0,84
B_2O_3*	10,33	10,65	10,36	10,50	10,29	10,58
Al_2O_3	34,89	34,06	34,75	34,09	34,61	32,99
MgO	1,90	6,86	2,17	4,77	1,66	5,89
CaO	0,74	0,98	0,78	0,83	0,84	0,76
MnO	0,11	0,03	0,05	0,01	0,08	0,00
FeO	12,00	5,76	12,30	8,21	13,04	8,41
Na_2O	1,46	1,68	1,56	1,62	1,45	1,78
K_2O	0,02	0,06	0,04	0,06	0,07	0,04
H_2O*	3,15	3,18	3,24	3,09	3,23	3,42
F	0,00	0,23	0,00	0,09	0,00	0,00
O=F	0,00	-0,10	0,00	-0,04	0,00	0,00
total	99,85	100,28	100,31	99,93	100,01	100,68
Pozice T						
Si^{4+}	5,816	5,878	5,770	5,926	5,755	5,908
Al^{3+}	0,184	0,122	0,230	0,074	0,245	0,092
Pozice Z						
Al^{3+}	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Pozice Y						
Al^{3+}	0,734	0,432	0,641	0,575	0,645	0,296
Ti^{4+}	0,085	0,106	0,083	0,108	0,084	0,104
Fe^{2+}	1,688	0,787	1,726	1,136	1,842	1,155
Mg^{2+}	0,477	1,670	0,543	1,177	0,418	1,443
Mn^{2+}	0,016	0,004	0,007	0,001	0,011	0,000
Pozice X						
Na^{+}	0,476	0,532	0,507	0,520	0,475	0,567
Ca^{2+}	0,133	0,171	0,140	0,147	0,152	0,134
K^{+}	0,004	0,012	0,009	0,013	0,015	0,008
vakance	0,387	0,285	0,344	0,320	0,358	0,291
Pozice V						
OH^{-}	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Pozice W						
OH^{-}	0,530	0,464	0,624	0,406	0,636	0,744
O^{2-}	0,467	0,411	0,373	0,547	0,361	0,256
F^{-}	0,000	0,119	0,000	0,047	0,000	0,000

* dopočteno na základě stechiometrie. Cr a Cl na hranici detekce.



Obr. 4. Chemické složení turmalínu na lokalitě Vémyslice. a) pozice Y+Z, b) pozice X, c) pozice W.

Fig. 4. Chemistry of tourmaline from Vémyslice. a) Y+Z-site, b) X-site, c) W-site.

jsou vysoce peraluminické. Typická je převaha K-živce nad plagioklasem a nepřítomnost primárního muskovitu. Dumortierit z Vémyslic obsahuje až 0,22 apfu As a 0,20 apfu Ti, což jej řadí mezi arzenem nejbohatší dosud známé výskyty. Al-bohaté turmalíny odpovídají zhruba řadě skoryl-oxy-skoryl-foitit-dravit, s vysokým obsahem Al v pozici T. Primární asociace K-živec+andalusit vyžaduje poměrně nízký tlak kolem 3 kbar a nižší a teplotu kolem 600 °C, čímž se tento pegmatit se liší od podmínek uváděných pro abysální pegmatity (Černý 1991). Nepřítomnost primárního muskovitu odlišuje abysální pegmatity z Vémyslic od podobných abysálních pegmatitů s dumortieritem, olenitem, skorylem, sillimanitem, kyanitem a primárním muskovitem z okolí Kutné Hory (FIALA 1954, LOSERT 1956, CEMPÍREK 2003).

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla vypracována s finanční podporou GAČR (grant č. 205/99/0567 a 205/03/0400), Záměru (CEZ: J07/98: 143100003) a projektu MK OCEZ 00F2402. Autoři děkují prof. J. Staňkovi za kritické pročtení rukopisu.

SUMMARY

Dikes of abyssal pegmatites with dumortierite or turmaline, up to 2 cm thick, cut biotite-sillimanite gneiss at Vémyslice near Moravský Krumlov, Gföhl Unit. Coarse-grained pegmatites characterized by presence of dumortierite + sillimanite and tourmaline + andalusite are highly peraluminous. Dumortierite is enriched in As – 0.22 apfu and Ti – 0.20 apfu and represents one of the most As-rich dumortierite. Tourmaline of a schorl-oxy-schorl-foitite-dravite solid solution shows high Al in the T-site with the average formulae:

Fe, Al-rich tourmaline:

$^{X}(Na_{0,51}Ca_{0,14}\square_{0,34})\ ^{Y}(Al_{0,64}Fe_{1,73}Mg_{0,54}Mn_{0,01})\ ^{Z}Al_6\ ^{T}(Al_{0,23}Si_{5,77})O_{18}\ (BO_3)_3\ ^{V}(OH)_3\ ^{W}(OH_{0,62}O_{0,37})$,

Mg-rich tourmaline:

$^{X}(Na_{0,53}Ca_{0,17}\square_{0,29})\ ^{Y}(Al_{0,43}Fe_{0,79}Mg_{1,67})\ ^{Z}Al_6\ ^{T}(Al_{0,12}Si_{5,88})O_{18}\ (BO_3)_3\ ^{V}(OH)_3\ ^{W}(OH_{0,46}O_{0,41}F_{0,12})$.

This tourmaline differs in high $^{[4]}Al$ from other tourmalines of schorl-dravite solid solution from granitic pegmatites in Moldanubicum. The primary assemblage K-feldspar+andalusite suggests low pressure about 3 kbar or less and temperature about 600 °C for tourmaline-bearing pegmatite, whereas dumortierite-bearing pegmatite formed at higher temperature and/or pressure. Absence of primary muscovite differs the abyssal pegmatites at Vémyslice from similar abyssal pegmatites with dumortierite, olenite, schorl, sillimanite, kyanite and primary muscovite of the Kutná Hora region (Kuklík, Miskovice, Starkoč).

LITERATURA

BARVÍŘ, J. L., 1894: Dvě zprávy mineralogické. – Zwei mineralogische Notizen. – *Věstník král. České společnosti nauk*, XXVII, Praha 1895.

CEMPÍREK, J., 2003: Minerální asociace a chemismus dumortieritu z granitických pegmatitů. – *MS* Diplomová práce, MU Brno.

CEMPÍREK, J., NOVÁK, M., 2000: Krystalochemie Al-bohatých borosilikátů. – *Bull. mineral.-petrolog.* Odd. Nár. Muz. (Praha), 8, 91–99.

ČERNÝ, P., 1991: Rare-element Granitic Pegmatites. Part I: Anatomy and Internal Evolution of Pegmatite Deposits. – *Geoscience Canada*, 18, 2, 49–67.

GREW, E. S., 1998: Boron and beryllium minerals in granulite-facies pegmatites and implications of beryllium pegmatites for origin and evolution of the archean Napier complex of east Antarctica. – Memoirs of National Institute of Polar Research, Special Issue, 53, 74–92. Tokyo.

GROAT, L. A., GREW, E. S., ERCIT, T. S., PIECZKA, A., 2001: The crystal chemistry of dumortierite and holtite, aluminoborosilicates with heavy elements. – *GSA Annual Meeting*, November 5–8, 2001, Session No. 157, Metamorphic Petrology (posters) – internetová adresa http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract_21205.htm, poslední přístup 6. 2. 2004.

KLÖTZLI, U., FRANK, W., SCHARBERT, S., THÖNI, M., 1999: Evolution of the SE Bohemian Massif Based on Geochronological Data – A Review. – *Jb. Geol. B.-A.*, 141, 4, 377–394.

LOSERT, J., 1956: Dumortierity z pegmatitů a migmatitů v širším okolí Kutné Hory. – *Rozpr. ČSAV*, 66, 1, 1–44.

NIEDERMAYR, G., BRANDSTÄTTER, F., MOSER B., POSTL W., TAUCHER J., 1991: Neue Mineralfunde aus Österreich XL. – *Carinthia* II, 181./101., 147–179.

NOVÁK, M., 2001: Are granitic pegmatites a toy for descriptive mineralogists or a useful tool for geologists? – MinPet 2001 Symposium, *Mittl. Österr. Miner. Gessel.*, 146, 217–219.

PETRAKAKIS, K., 1997: Evolution of Moldanubian rocks in Austria: review and synthesis. – *J. metamorphic Geol.*, 15, 203–222.

POVONDRA, P., 1981: The crystal chemistry of tourmalines of the schorl-dravite series. – *Acta Univ. Carol., Geol.*, 3, 223–264.

ROSICKÝ, V., 1926: Mineralogické zprávy z Moravy. – *Čas. Morav. zem. mus.*, 22, 138–158.

SEKANINA, J., 1928: Nerosty moravských pegmatitů. – *Čas. Morav. zem. mus.*, 26, 113–224.

WERDING, G., SCHREYER, W., 1996: Experimental studies on borosilicates and selected borates. – in: Grew E. S., Anovitz L. M. [ed.]: Boron. Mineralogy, petrology, and geochemistry. – *Reviews in Mineralogy*, vol. 33, 1996.