

## DESILIKOVANÝ PEGMATIT S OH-BOHATÝM FLUORAPATITEM A NIOBOVÝM RUTILEM Z UTÍNA U HAVLÍČKOVA BRODU

DESILICATED PEGMATITE WITH OH-RICH FLUORAPATITE AND NIOBIAN RUTILE  
FROM UTÍN NEAR HAVLÍČKŮV BROD

JAN CEMPÍREK, VLADIMÍR STRUNGA, RADEK ŠKODA

### *Abstract*

Cempírek J., Strunga V., Škoda R., 2008: Desilikovaný pegmatit s OH-bohatým fluorapatitem a niobovým rutilem z Utína u Havlíčkova Brodu. *Acta Musei Moraviae, Sci. Geol.*, 93, 81-89.

*Desilicated pegmatite with OH-rich fluorapatite and niobian rutile from Utín near Havlíčkův Brod*

Mineral assemblages of strongly desilicated granitic pegmatite at Utín near Havlíčkův Brod were examined. The pegmatite crosscuts a small serpentinite body. Prevailing mineral of the pegmatite is a massive chlorite; it encloses relics of plagioclase, fresh phlogopite and accumulations of phlogopite with macroscopically red apatite, colored by thin veinlets of Fe-oxides. Hyalophane (K, Ba-feldspar), scheelite, Nb-rutile, uraninite and zircon were found in microscopic grains. Chlorite occurs in at least three generations, chlorite I and II replaces plagioclase, chlorite III fills fissures in older minerals. Plagioclase is preferentially replaced along twinning lamellae. Phlogopite is a primary mineral; it remained stable during replacement processes. Apatite is a member of fluorapatite-hydroxylapatite ( $\text{FAp}_{0.6-0.7}\text{HAp}_{0.3-0.4}$ ) solid solution with slightly elevated content of Fe, Mn and Mg, and low content of Y+REE. Nb-rutile contains 7.33 wt. % of  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , 2.03 wt. %  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  and 1.49 wt. %  $\text{SnO}_2$ . Desilication of the pegmatite is most probably related to the hydrothermal alteration processes in the host serpentinite.

*Key words:* granitic pegmatite, desilication, serpentinite, Moldanubicum

Jan Cempírek, Moravian Museum, Dept. of Mineralogy and Petrography, Zelný trh 6, 659 37 Brno; e-mail: jccempirek@mzm.cz

Vladimir Strunga, Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 61137 Brno

Radek Škoda, Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 61137 Brno

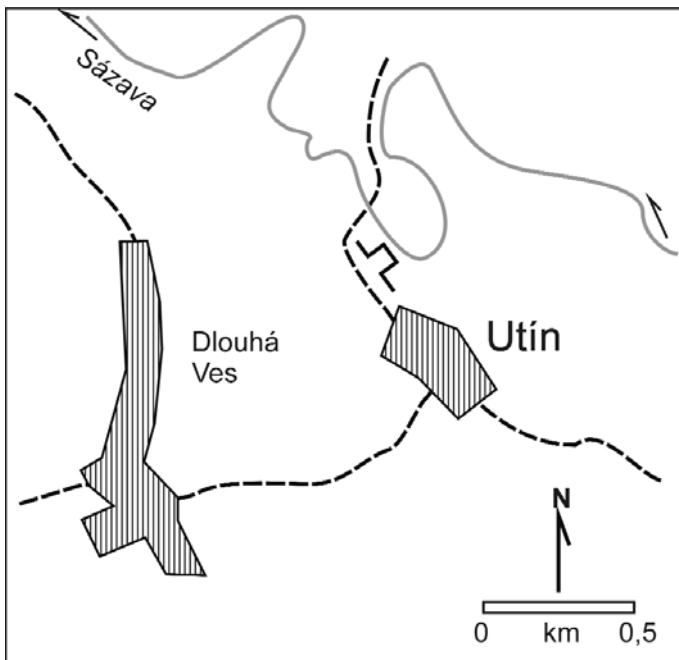
### Úvod

Desilikované pegmatity pronikající serpentinity jsou v Českém masivu poměrně časté. Byly popsány především ze serpentinitových ostrůvků na západní Moravě, např. z Drahonína, Věžné, Smrčku, Věchnova, Dolních Borů, Heřmanova, Hrubšic, Mohelna, méně či více výrazné stopy desilikace byly pozorovány i v komplexních pegmatitech pronikající serpentinity, např. v Radkovicích u Hrotovic (BERNARD *a kol.*, 1981, ČERNÝ *et al.*, 2001). Ve většině případů postihla desilikace jen velmi omezenou část pegmatitu, často byla zjištěna pouze v grafické jednotce pegmatitu. Nově nalezený pegmatit z lomu u Utína u Havlíčkova Brodu je výjimečný intenzitou desilikace a především výskytem makroskopicky červených (zbarvených Fe-oxidů) prismatických krystalů fluorapatitu.

## Geologické poměry lomu

Lom je situován mezi Utínem a Stříbrnými Horami, na levém břehu Sázavy (obr. 1). V současnosti je nečinný, zatopený vodou a současné aktivity v lomu naznačují snahu o rekultivaci, o čemž svědčí částečné zavezení jeho SZ části. Je založen v migmatitizovaných pararulách moldanubika, vystupují v něm ale i tělesa serpentinitu a žulového porfyru. V rube bylo již dříve objeveno několik hydrotermálně mineralizovaných zón, nejvýraznější z nich se nachází ve východní části lomu, kde v celé výšce lomové stěny vystupuje křemenná žíla s Pb-Zn zrudněním (pyrit ± galenit ± sfalerit) a výrazným alteračním lemem, dříve popsána DOBEŠEM a MALÝM (2001). Těleso serpentinitu je odkryté zhruba na ploše na 100×200 m v jihovýchodní části lomu. Serpentinitem lokálně proráží žíly plagioklasitů a pegmatitů, objevují se v něm i zóny hydrotermální alterace, při níž vznikly na puklinách hadce minerály serpentínové skupiny, chlorit a chalcedonové výplně s odstíny bělošedé až modrozelené barvy. Na styku hadce s rulou došlo k tvorbě reakčních lemmů složených z flogopitu a směsi vláknitých minerálů (pravděpodobně antofylit, antigorit).

V žilných horninách pronikajících hadcem jsou často patrné alterace živců v různém rozsahu, projevují se buď v podobě žilek minerálů chloritové a serpentínové skupiny na puklinách, a nebo jako nazelenalý nádech uvnitř zrn živce. Plagioklasity a pegmatity jsou běžné v balvanité suti na severním svahu serpentinitového tělesa; zde byl nalezen i studovaný pegmatit, pozoruhodný jednak výskytem apatitu, a především mírou zatlačení původní pegmatitové horniny serpentínovými minerály. Kromě vzorků, na kterých jsou živce zatlačeny asociací Mg-minerálů, byly v nejbližším okolí nalezeny i vzorky pegmatitu, ve kterých jsou živce zachované; jejich vztah k nalezenému desilikovanému pegmatitu je ale nejasný.



Obr. 1. Pozice studované lokality, lomu Utín.

Fig. 1. Position of the studied locality, the Utín quarry.

## Metodika práce

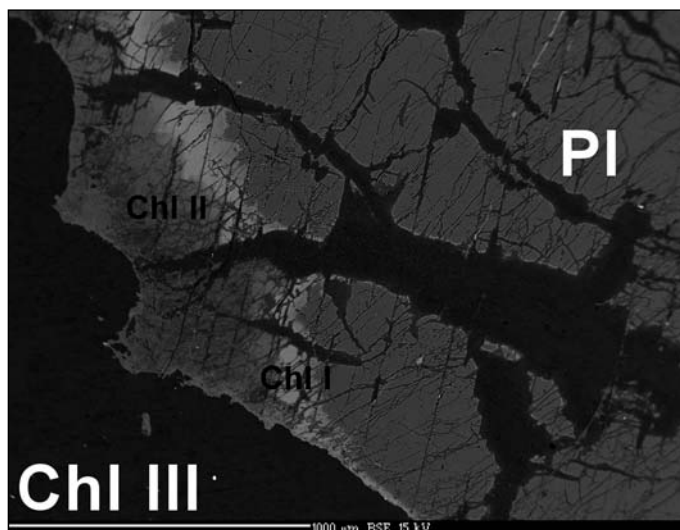
Chemické analýzy byly provedeny na elektronové mikrosondě Cameca SX 100 v Ústavu geologických věd, Masarykova univerzita, Brno. Podmínky analýzy: vlnově-disperzní mód, urychlovací napětí 15 kV, proud svazku 10 nA, velikost bodu 5–10  $\mu\text{m}$ . Pro silikáty byly použity následující standardy: andradit (Ca, Fe), sanidin (K, Si, Al), albit (Na), fluorapatit (P), hornblend (Ti), olivín (Mg), chromit (Cr), rhodonit (Mn), baryt/benitoit (Ba),  $\text{SrSO}_4$  (Sr), topaz (F), vanadinit (Cl), gahnit (Zn), Rb-leucit (Rb). Pro analýzy apatitu byly použity standardy: fluorapatit (P, Ca), rhodonit (Mn), andradit (Fe),  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  (Mg),  $\text{CeAl}_2$  (Ce), albit (Na), sanidin (Si), baryt (Ba), kovový U (U),  $\text{ThO}_2$  (Th),  $\text{SrSO}_4$  (Sr), YAG (Y), vanadinit (Cl). Pro analýzu rutilu byly použity standardy: titanit (Si, Ti, Ca), sanidin (Al), olivín (Mg), YG1 (Y), Sn (Sn), andradit (Fe), rhodonit (Mn), chromit (Cr), zirkon (Zr), columbit (Nb),  $\text{ScVO}_4$  (Sc),  $\text{Cr}_2\text{Ta}_2\text{O}_6$  (Ta), gahnit (Zn), Ni (Ni).

Paragenetické vztahy byly ověřovány pomocí katodové luminiscence na zařízení s technologií „horké“ luminiscence, na přístroji HC2-LM s mikroskopem SIMON-NEUSER.

### Popis a mineralogie desilikovaného pegmatitu

Hornina má zelenočernou barvu, je převážně tvořena minerály skupiny chloritu. Makroskopicky se velmi podobá serpentinitu. Lokálně se v ní zachovala nazelenalá zrna plagioklasu, silně zatlačovaného chloritem. Časté jsou lišty zcela nealterovaného flogopitu, až 6 cm dlouhé, akumulace středně lupenitého flogopitu a lokálně se objevují jeho akumulace s červenými prismatickými krystaly apatitu.

Minerály skupiny chloritu tvoří většinu hmoty horniny. Tvoří makroskopicky celistvé agregáty (ve starší literatuře označované jako „pseudofit“). Ve výbruse lze rozlišit několik generací chloritu. Časté jsou jemnozrné agregáty, ve kterých je chlorit usměrněn do „lamel“, v některých případech tyto agregáty plynule navazují na reliktu plagioklasu. Chemické složení lze vyjádřit empirickým vzorcem  $[(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}](\text{Si}_{3,4}\text{Al}_{0,6})\text{O}_{10}(\text{OH})_{7,6}$ , který odpovídá chloritu řady klinochlor-chamosit, na BSE-snímcih je ale patrné, že se jedná



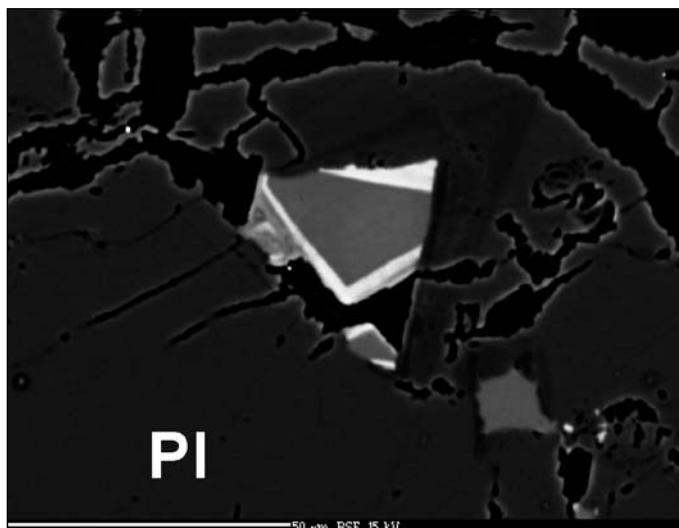
Obr. 2. Zatlačování plagioklasu (Pl) chloritem I, II a III.  
Fig. 2. Replacement of plagioclase (Pl) by chlorite I, II and III.

Tabulka 1. Reprezentativní analýzy chloritu, hyalofánu a flogopitu.

Table 1. Representative analyses of chlorite, hyalophane (K, Ba-feldspar) and phlogopite.

	Chlorit I	Chlorit II	Chlorit III	Hyalofán	Flogopit
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00
SiO <sub>2</sub>	32,27	34,81	35,55	56,77	37,90
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,01	0,00	1,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,56	14,16	13,52	20,16	19,32
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,01	0,01	0,00	0,05
FeO	18,10	8,83	4,86	0,03	12,22
MgO	20,07	28,45	31,69	0,00	15,00
MnO	0,47	0,44	0,36	0,00	0,13
ZnO	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08
CaO	0,19	0,08	0,07	0,07	0,00
BaO	0,02	0,00	0,04	9,03	0,05
SrO	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00
K <sub>2</sub> O	0,98	0,38	0,22	12,41	9,39
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,03	0,01	0,18	0,42
F	0,00	0,00	0,00	-	0,38
Cl	0,00	0,01	0,02	-	0,01
H <sub>2</sub> O	10,25	11,34	11,60	-	3,06
-F=O	0,00	0,00	0,00	-	-0,04
-Cl=O	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Suma	96,98	98,59	97,95	98,88	99,06
P <sup>5+</sup>	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000
Si <sup>4+</sup>	3,400	3,423	3,448	2,819	2,813
Ti <sup>4+</sup>	0,001	0,001	0,000	0,000	0,059
Al <sup>3+</sup>	1,808	1,640	1,545	1,180	1,690
Cr <sup>3+</sup>	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003
V <sup>3+</sup>	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003
Fe <sup>2+</sup>	1,595	0,726	0,394	0,001	0,759
Mg <sup>2+</sup>	3,152	4,170	4,582	0,000	1,660
Mn <sup>2+</sup>	0,042	0,037	0,029	0,000	0,008
Zn <sup>2+</sup>	0,000	0,001	0,000	0,000	0,004
Ca <sup>2+</sup>	0,021	0,008	0,008	0,004	0,000
Ba <sup>2+</sup>	0,001	0,000	0,001	0,176	0,001
Sr <sup>2+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
K <sup>+</sup>	0,132	0,048	0,027	0,786	0,889
Na <sup>+</sup>	0,007	0,006	0,002	0,017	0,060
F <sup>-</sup>	0,000	0,000	0,000	-	0,089
Cl <sup>-</sup>	0,001	0,002	0,003	-	0,002
OH <sup>-</sup>	7,201	7,437	7,506	-	1,516
O <sup>2-</sup>	10,798	10,561	10,491	7,996	10,394

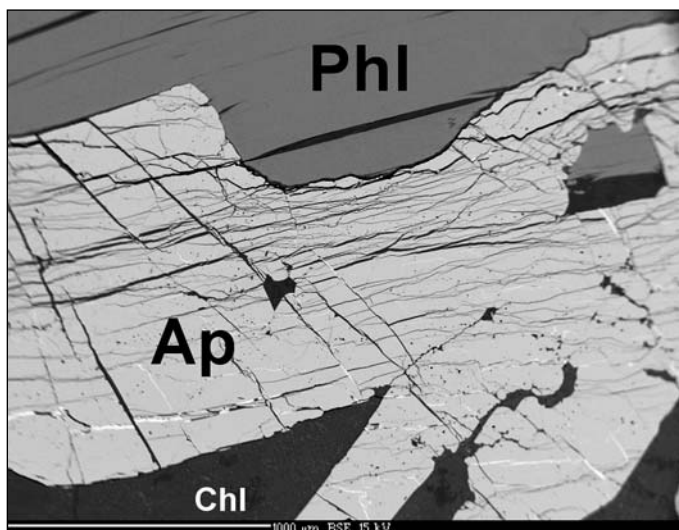
Obr. 3. Zonální krystaly hyalofánu, na puklině plagioklasu (Pl).  
Fig. 3. Zoned crystals of hyalophane (K, Ba-feldspar) in plagioclase fissure.

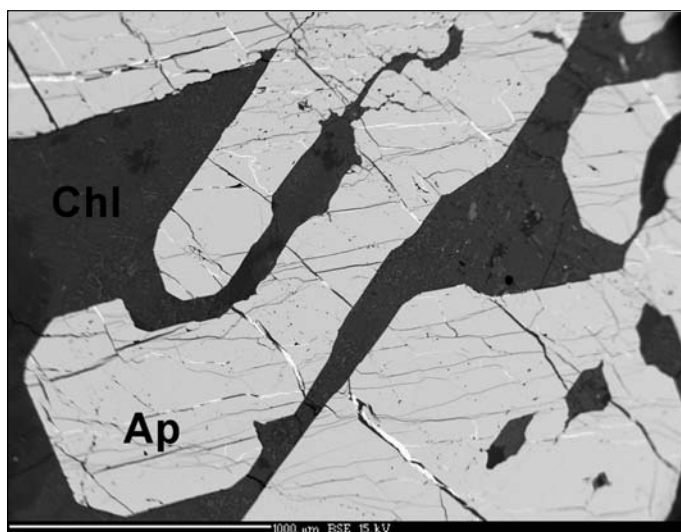


o heterogenní směs. Byly zjištěny nejméně tři typy chloritů, které se navzájem liší obsahem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  a především poměrem  $\text{Mg}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ . Chlorit I a II tvoří alterační zóny kolem zrn plagioklasu, má vyšší obsah  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $\text{K}_2\text{O}$  a výrazně vyšší obsah Fe. Chlorit III pak proniká všechny minerály (Chl I, II, Plg) po puklinách (obr. 2), z chloritů má nejvyšší obsah Mg (tab. 1). Nízké sumy oxidů u všech chloritů naznačují, že část Fe je v oxidačním stavu  $\text{Fe}^{3+}$ .

Živce jsou v dochovaných zrnech zastoupeny především plagioklasem ( $\text{Ab}_{72-85}\text{An}_{13-24}\text{Or}_{2-4}$ ), který tvoří silně korodovaná zrna do 3 cm v průměru. Často je zbarven do zelena. V centru zrn je mírně bohatší anortitovou komponentou. Jsou intenzivně zatlačovány chloritem, nejčastěji podél lamel dvojčatění. Vzácně se zachovaly relikty draselného živce ( $\text{Or}_{90}\text{Ab}_{10}$ ), silně zatlačené plagioklasem. K-živce obsahuje nízký obsah  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,09 hm.%) a BaO (0,19 hm.%,  $\sim 0,004$  apfu Ba). Velmi vzácně byl s pomocí

Obr. 4. Kontakt apatitu (Ap) s flogopitem (Phl), na prasklinách je pronikají chlority (Chl).  
Fig. 4. Contact of apatite (Ap) and phlogopite (Phl), fissures in both are filled by chlorite (Chl).





Obr. 5. Kostrovité krystaly apatitu (Ap) v chloritech (Chl).  
Fig. 5. Skeletal crystals of apatite (Ap), embedded in chlorites (Chl).

elektronové mikrosondy nalezen krystal hyalofánu o velikosti přibližně 30  $\mu\text{m}$ , v dutince plagioklasu (obr. 3). Obsah Ba (0,176 *apfu*) je relativně nízký, neobvyklý je obsah SrO (0,22 hm.%; tab. 1).

Flogopit tvoří jednak až 6 cm dlouhé lištovité krystaly, a nebo lupenité agregáty (jednotlivé krystaly do 5 mm) uzavřené v chloritu. Na jeho krystalech jsou patrné stopy mírné mechanické deformace (zohýbání na okrajích, undulózni zhášení). Vykazuje jen velmi nízký stupeň zatlačování sekundárními minerály, spíše než o zatlačování jde ve většině případů o pronikání po štěpných plochách flogopitu (obr. 4). Obsahuje zvýšený obsah fluoru (tab. 1) a proto je nutné jej považovat za primární minerál původního pegmatitu.

Apatit tvoří prismatické krystaly do 1 cm, makroskopicky červené barvy. Ve výbruse tvoří kostrovité, hypautomorfne omezené krystaly (obr. 5), je silně popraskaný, a obsahuje četné žilky červených oxidů železa, které zbarvují jinak bezbarvý apatit do červena. Krystaly apatitu jsou obvykle uzavřeny v sekundárních chloritech, někdy jsou v kontaktu s flogopitem. Apatit má relativně nízký obsah fluoru (0,61–0,69 *apfu*), ale zároveň obsah fosforu velmi blízký 3 *apfu*; to naznačuje, že obsah karbonátové komponenty je velmi nízký až nulový. Apatit lze proto považovat za člen řady fluorapatit-hydroxylapatit, resp. za fluorapatit s 30–40 % hydroxylapatitové složky. Obsahuje mírně zvýšený obsah FeO, MgO a MnO (tab. 2).

Nb-rutil byl nalezen v podobě mikroskopických inkluzí (max. 5  $\mu\text{m}$  velkých) v apatitu. Má zvýšený obsah FeO (2,68 hm. %), je ale pozoruhodný především zvýšeným obsahem Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (7,33 hm. %) a Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2,03 hm. %) a SnO<sub>2</sub> (1,49 hm. %; tab. 2).

Scheelit a zirkon byly nalezeny v mikroskopických zrnech asi 5  $\mu\text{m}$  velkých. Společně zarůstaly do apatitu (obr. 6). Jako mikroskopická inkluze v plagioklasu byl rovněž ojedinelé nalezen uraninit, v zrnu do 5  $\mu\text{m}$ .

## Diskuse

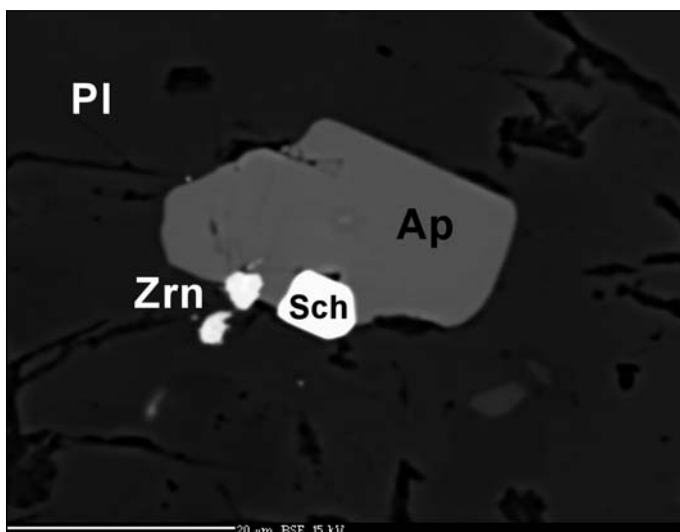
### Složení apatitu a Nb-rutilu

Minerály skupiny apatitu obsahují poměrně často malý obsah jiných kationtů, především těch, které vstupují do strukturních pozic za Ca. Nejčastěji se jedná o Fe (až 4,88 hm. %; HARLOV *et al.*, 2006), Mn (až 19,31 hm. %; PIECZKA, 2007), prvky vzácných zemí,

Tabulka 2. Reprezentativní analýzy apatitu a Nb-rutilu.  
Table 2. Representative analyses of apatite and Nb-rutile.

	Apatit		Nb-rutil	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,57	41,93	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,33
SiO <sub>2</sub>	0,03	0,04	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,03
UO <sub>2</sub>	0,00	0,03	TiO <sub>2</sub>	86,26
ThO <sub>2</sub>	0,04	0,00	ZrO <sub>2</sub>	0,02
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,03	SnO <sub>2</sub>	1,49
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,06	SiO <sub>2</sub>	0,21
FeO	0,46	0,46	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08
MgO	0,22	0,14	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20
MnO	0,31	0,36	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07
SrO	0,03	0,01	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,98
CaO	54,95	55,29	MnO	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,06	CaO	0,02
F	2,33	2,46	ZnO	0,03
Cl	0,07	0,06	NiO	0,05
H <sub>2</sub> O	0,68	0,63		
-O=F	-0,98	-1,04		
-O=Cl	-0,02	-0,01		
Suma	99,81	100,51	Suma	100,79
P <sup>5+</sup>	2,933	2,943	Nb <sup>5+</sup>	0,046
Si <sup>4+</sup>	0,003	0,003	Ta <sup>5+</sup>	0,008
U <sup>4+</sup>	0,000	0,001	Ti <sup>4+</sup>	0,895
Th <sup>4+</sup>	0,001	0,000	Zr <sup>4+</sup>	0,000
Y <sup>3+</sup>	0,001	0,001	Sn <sup>4+</sup>	0,008
Ce <sup>3+</sup>	0,002	0,002	Si <sup>4+</sup>	0,003
Fe <sup>2+</sup>	0,032	0,032	Al <sup>3+</sup>	0,001
Mg <sup>2+</sup>	0,027	0,017	Sc <sup>3+</sup>	0,002
Mn <sup>2+</sup>	0,022	0,025	V <sup>3+</sup>	0,001
Sr <sup>2+</sup>	0,001	0,000	Fe <sup>3+</sup>	0,031
Ca <sup>2+</sup>	4,907	4,912	Mn <sup>2+</sup>	0,000
Na <sup>+</sup>	0,006	0,010	Ca <sup>2+</sup>	0,000
			Zn <sup>2+</sup>	0,000
O <sup>2-</sup>	12,025	12,035	Ni <sup>2+</sup>	0,001
F <sup>-</sup>	0,614	0,645	Σ Kat.	0,996
Cl <sup>-</sup>	0,010	0,008		
OH <sup>-</sup>	0,376	0,346	O <sup>2-</sup>	2,000

především La, Ce, Nd (např. HUGHES *et al.*, 1991) a Na, Sr, Ba (koncový člen belovit; např. RAKOVAN a HUGHES, 2000). V aniontové části se namísto skupiny (PO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> může objevit skupina (AsO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> (As-analogy apatitu svabit-johnbaumit-turneureit) a nebo karbo-



Obr. 6. Inkluze scheelitu (Sch) a zirkonu (Zrn) v apatitu (Ap) a plagioklasu (Pl).  
Fig. 6. Inclusions of scheelite (Sch) and zircon (Zrn) in apatite (Ap) and plagioclase (Pl).

nátová skupina ( $\text{CO}_3$ )<sup>2-</sup> (koncový člen karbonát-fluorapatit). V pozici obsahující fluor je častá substituce  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$  a  $\text{O}^{2-}$  za  $\text{F}^-$ .

Apatit z Utína představuje přechodný člen mezi fluorapatitem a hydroxylapatitem, o složení přibližně  $\text{FAp}_{0,62-0,70}\text{HAp}_{0,38-0,30}$ , obsah Cl je nízký (<0,01 apfu). Podobné složení je typické pro apatit z kontaktních lemů granitických pegmatitů pronikajících serpentinem (ČERNÝ *et al.*, 2001). Mírně zvýšený obsah Fe, Mn (celkově do 0,08 apfu, tab. 2) je v porovnání se světovými výskyty nevýznamný, zajímavý je pouze obsah Mg (< 0,035 apfu) vzhledem k tomu, že vstup Mg do přírodního fluorapatitu je považován za velmi omezený (HARLOV *et al.*, 2006). Velmi nízký obsah REE, Na a Si a dobrá stechiometrie analyzovaného apatitu ukazuje na nepřítomnost karbonátové substituce za fosfátovou skupinu.

Obsah minoritních prvků v rutilu je v literatuře dobře známý, stejně jako jeho exsoluční produkty (např. ČERNÝ *et al.*, 2000, 2007). Obsah Nb a Ta v rutilu z Utína je v porovnání s Nb-rutilem z komplexních pegmatitů poměrně nízký (až 26 hm. %  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , ČERNÝ *et al.*, 2007), u obsahu Sn a Fe se ale jedná o relativně zvýšené hodnoty. Vstup Nb a Fe do rutilu je nejčastější prostřednictvím heterovalentních substitucí  $(\text{Nb,Fe})\text{Ti}_{-1}$  a  $\text{FeTi}_{-1}$ ; rozdíl nábojů  $\text{Fe}^{2+,3+}$  a  $\text{Ti}^{4+}$  je částečně kompenzován vstupem  $\text{Nb}^{5+}$ , nicméně v mnoha případech byla prokázána zásadní role strukturních defektů, popřípadě vstup OH-skupiny (HAMMER a BERAN, 1991). Vzhledem k mírně snížené sumě kationtů v analýze Nb-rutilu z Utína (tab. 2) však lze předpokládat spíše přítomnost vakancí v pozici s  $\text{Ti}^{4+}$ , popř. částečný obsah  $\text{Fe}^{2+}$  namísto  $\text{Fe}^{3+}$ .

### Vznik desilikovaného pegmatitu

Desilikovaný pegmatit z Utína náleží ke geochemicky primitivním pegmatitům. Celkový obsah akcesorických minerálů (zirkon, scheelit, Nb-rutil, uraninit) je v něm velmi nízký, rovněž složení plagioklasu ( $\text{Ab}_{72-85}\text{An}_{13-24}\text{Or}_{2-4}$ ) a primárního flogopitu ( $X_{\text{Fe}} \sim 0,3$ ) naznačuje nízkou frakcionaci taveniny, ze které pegmatit krystalizoval. Anomální je zvýšený obsah apatitu, nicméně není jasné, zda je rozmístění apatitu shodné se stavem po primární krystalizaci pegmatitu, a nebo jsou akumulace jeho krystalů výsledkem pozdějších alteračních pochodů.

Reakce pegmatitů s okolními ultrabazickými horninami jsou známy z mnoha výskytů v moldanubiku (např. Drahonín – ČERNÝ 1958, Věžná, Věchnov, Heřmanov – ČERNÝ



*et al.*, 2001, přehled lokalit uvádí BERNARD *a kol.*, 1981). Dochází při ní k tzv. „desilikaci“, která se nejčastěji projevuje vyloučením křemene a K-živce z některých částí okrajových jednotek. Nejčastěji je tento jev pozorován v grafické jednotce pegmatitu, především díky tomu, že se zde zachová charakteristická textura horniny, na některých lokalitách došlo ale k rozpuštění křemene i v blokové jednotce (např. v Li-pegmatitu v Radkovicích).

V utinském pegmatitu je většina pegmatitové hmoty zatlačena chlority, stabilní zůstal jen flogopit a apatit. Je zřejmé, že alterace měla několik stadií, o čemž svědčí nejméně tři generace chloritu a charakter jejich výskytu (v lemech kolem plagioklasu a na puklinách). Proces zatlačování živců by v tomto případě zasluhoval hlubší studium, cennou informaci by byla především teplota, při níž k alteraci došlo, a chemismus alterujících fluid.

#### PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují dr. K. Malému, Ph.D. za kritické pročtení rukopisu. Tato práce byla podpořena výzkumným záměrem MK00009486201.

#### LITERATURA

- BERNARD, J. H., a kol., 1981: Mineralogie Československa. - Academia, Praha.
- ČERNÝ, P., 1958: Desilikované pegmatity od Drahonína. - *Práce Brněnské zákl. ČSAV*, 30, seš. 5, spis 370, 161-202.
- ČERNÝ, P., FRYER, B.J., CHAPMAN, R., 2001: Apatite from granitic pegmatite exocontacts in Moldanubian serpentinites. - *J. Czech Geol. Soc.*, 46, 1-2, 15-20.
- ČERNÝ, P., NOVÁK, M., CHAPMAN, R., FERREIRA, K. J., 2007: Subsolidus behavior of niobian rutile from the Písek region, Czech Republic: a model for exsolution in W- and Fe<sup>2+</sup>>>Fe<sup>3+</sup>-rich phases. - *Journal of Geosciences*, 52, 1-2, 143-159.
- ČERNÝ, P., NOVÁK, M., CHAPMAN, R., MASAU, M., 2000: Subsolidus behavior of niobian rutile from Věžná, Czech Republic: a model for exsolution in phases with Fe<sup>2+</sup> >> Fe<sup>3+</sup>. - *J. Czech Geol. Soc.*, 45, 21-35.
- DOBEŠ, P., MALÝ, K., 2001: Mineralogie polymetalických rudních výskytů ve střední části havlíčkovobrodského revíru. - *Vlastivědný sborník Vysočiny, odd. věd přír.*, 15, 51-85.
- HAMMER, V. M. F., BERAN, A., 1991: Variations in the OH concentration of rutiles from different geological environments. - *Mineralogy and Petrology*, 45, 1-9.
- HARLOV, D., RENZULLI, A., RIDOLFI, F., 2006: Iron-bearing chlor-fluorapatites in crustal xenoliths from the Stromboli volcano (Aeolian Islands, Southern Italy): an indicator of fluid processes during contact metamorphism. - *Eur. J. Mineral.*, 2006, 18, 233-241.
- HUGHES, J. M., CAMERON, M., MARIANO, A. N., 1991: Rare-earth-element ordering and structural variations in natural rare-earth-bearing apatites. - *Amer. Mineralogist*, 76, 1165-1173.
- PIECZKA, A., 2007: Beusite and an unusual Mn-rich apatite from the Szklary granitic pegmatite, Lower Silesia, southwestern Poland. - *Canad. Mineralogist*, 45, 4, 901-914.
- RAKOVAN, J. F., HUGHES, J. M., 2000: Strontium in the apatite structure; strontian fluorapatite and belovite-(Ce). - *Canad. Mineralogist*, 38, 4, 839-845.

