Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVI (2001):75–84, 2001

MINERÁLNÍ ASOCIACE ALPSKÝCH ŽIL OD TEMPLŠTEJNA U JAMOLIC, ZÁPADNÍ MORAVA

MINERAL ASSEMBLAGE OF ALPINE-TYPE VEINS FROM TEMPLŠTEJN NEAR JAMOLICE, WESTERN MORAVIA

VLADIMÍR HRAZDIL

Abstract

Vladimír Hrazdil (2001): Minerální asociace alpských žil od Templštejna u Jamolic, západní Morava. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 86:75–84 (with English summary).

Mineral assemblage of alpine-type veins from Templštejn near Jamolice, western Moravia

Prehnite- and zeolite-bearing Alpine-type veins penetrate metadiorite dykes in serpentinite. Mineral paragenesis and discussion on its genesis are presented.

Key words: prehnite, zeolite, alpine-type veins, metadiorite, Moldanubian Zone, Templštejn ruin near Jamolice, Moravia

Vladimír Hrazdil, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, e-mail: shouzar@mzm.cz.

1. Úvod a historie výzkumu lokality

Okolí zříceniny hradu Templštejn nedaleko Moravského Krumlova představuje už přes 170 let známou lokalitu minerálů na Moravě. Zároveň jde o nejstarší moravské naleziště zeolitů, které tu byly nalezeny společně s prehnitem v amfibolických horninách. Již v roce 1826 jeden ze zakladatelů moravské mineralogie W. Hruschka popisuje z těchto míst celou řadu minerálů jako např. „mesotyp", „speckstein", laumontit, analcim, prehnit, „amianth", bronzit a chromit. Od té doby byla lokalita mnohokráte navštívena celou řadou sběratelů i mineralogů. Historickou lokalitou je tzv. templštejnská rokle, ležící asi 200 m V od Templštejna, 2 km SZ od Jamolic, protékaná malým pravostranným přítokem řeky Jihlavy. Ve svém přehledu západomoravských lokalit ji zmiňuje už Dvorský (1898), avšak minerály odtud nebyly až na výjimky blíže studovány.

První podrobnější práce se týká chemického studia zajímavého Mg-hydrosilikátu, který popsal a analyzoval Kovář (1903) a považoval ho za pseudomorfózu steatitu po prehnitu, laumontitu nebo asbestu. Později využil jeho analýzu ve své práci Fersman (1913), který označil analyzovaný minerál jako „parasepiolit". Za identický se sepiolitem pokládal parasepiolit od Templštejna též Michel (1914), který ho srovnal se sepiolitem od blízkých Hrubšic.

První a dosud jediný podrobnější popis lokality uvádějí Kučera a Novotná (1928). Prehnit i zeolity jsou podle nich vázány na čtyři vložky amfibolitu v serpentinitu, které se navzájem minerální asociací alpských žil poněkud liší. Z minerálů zmiňují prehnit, „parasepiolit" a natrolit, vzácněji též analcim, phillipsit, pyrit a chabazit (fakolit), za nepotvrzený pokládají laumontit. Podrobný přehled minerálů „templštejnské rokle" podává později Burkart (1953).

Jediným, od té doby modernějšími metodami studovaným minerálem z této lokality byl Fersmanův „parasepiolit". Konta (1957) jej na základě RTG-analýzy a DTA považuje za trioktaedrický illit a upozorňuje na obsah Mg v tomto minerálu. Přiklání se k názoru Kováře (1903) o pseudomorfním původu studovaného vzorku. Petrografií kontaktních hornin na styku granulitu a serpentinitu se na této lokalitě zabýval Urban (1988). Rozlišil mezi nimi blastomylonitické biotitické ruly s porfyroblasty albitu, diority a leukokratní andesinity. O horninách s amfibolem, které jsou tam rovněž velmi časté, se vůbec nezmiňuje. Houzar (1996) uveřejnil stručný přehled minerálů alpské parageneze u Templštejna, založený převážně na revizi údajů ve starší literatuře.

2. Současný stav lokality

Lokalita leží v zalesněném terénu a stále poskytuje možnosti studia minerálů alpské parageneze, především v období bez vegetace. V dnešní době je lokalita proti údajům v literatuře více zarostlá a zahliněná, avšak poznatky Kučery a Novotné (1927) se podařilo zčásti potvrdit. Žíly jsou sledovatelné v balvanech amfibolických hornin při podrobné prohlídce zahliněných stěn po obou stranách hlavní rokle s potůčkem a mají nejčastěji přibližný směr a sklon V–Z/45°J a S–J/30°Z (obr. 1). V některých případech však jde pravděpodobně o volné balvany v alochtonní pozici. Další žílu, směru SSV–JJZ/80°ZSZ, avšak pouze s prehnitem, lze nalézt v postranní východní zmole, která ústí zprava do hlavní rokle přibližně v její střední části. Další možností nálezů je rozbíjení volných horninových bloků v korytě potoka.

3. Metodika výzkumu

Ke studiu byl vybrán převážně reprezentativní materiál (23 vzorků) pocházející ze sbírek mineralogicko-petrografického oddělení Moravského zemského muzea v Brně (čísla vzorků jsou uvedena v tab. 2–4), ze sbírky pana F. Peštála v Třebíči a nový materiál byl získán přímo na lokalitě. Byly zhotoveny leštěné výbrusy z amfibolických hornin

Obr. 1. Prehnitová žíla v metadioritu (foto S. Houzar, 2000).
Fig. 1. Vein of prehnite in metadiorite (photo S. Houzar, 2000).

včetně asociace prehnitových žil. Minerály byly identifikovány rentgenometricky – difraktometr STOE Stadi-P, záření CoK? s Ge filtrem, za podmínek načítání záznamů: štěrbina 11,5°, krok 6°, úhlový rozsah 5–90° 2Θ, načítací doba 400 s. Záznamy byly vyhodnoceny programem Visual Xpow, identifikace podle databáze JCPDS, analytik V. Vávra. Jejich chemické složení studováno na elektronové mikrosondě CAMSCAN s připojeným EDX, analyzátorem AN 10 000, Vzorky napařeny uhlíkem, urychlovací napětí 20 kV, doba načítání spektra 100 s, vyhodnoceno pomocí programu ZAF, analytik V. Vávra) a při studiu tzv. kerolitu bylo využito i DTA (Derivatograph-C, supply unit MOM, inertní atmosféra N, rozsah T = 0–1000 °C, navážka 29,7 mg, analyzoval dr. J. Reif) na Katedře mineralogie, petrologie a geochemie Masarykovy univerzity v Brně. V laboratoři ACME Analytical Laboratories Ltd. ve Vancouveru byly zhotoveny ICP

Tabulka 1. Chemické složení žil metadioritu a hornblenditu z Templštejna.
Table 1. Chemical composition of amphibole rocks from Templštejn.

	TEMP-9	TEMP-10			
	(hm. %)			ppm	
SiO_2	44,08	49,81	As	<2	<2
TiO_2	0,93	1,00	Bi	<0,5	<0,5
Fe_2O_3	6,84	7,11	Cd	0,2	0,3
Cr_2O_3	0,31	0,24	Cu	45,0	42,0
MnO	0,09	0,08	Mo	<1	<1
MgO	6,64	7,17	Ni	32,0	35,0
CaO	19,95	9,06	Pb	11,0	11,0
Na_2O	0,56	4,53	Sb	<0,5	<0,5
K_2O	0,78	1,18	Zn	23,0	26,0
P_2O_5	0,37	0,48			
LOI*	3,00	2,7	La	19,3	20,0
Celkem	99,93	99,72	Ce	56,0	57,6
Tot C	0,04	0,02	Pr	7,89	8,03
			Nd	41,6	40,7
	(ppm)		Sm	10,1	9,6
Ba	251,0	466,0	Eu	1,9	1,99
Sc	28,0	31,0	Gd	8,6	8,59
Co	24,3	25,1	Tb	1,4	1,37
Cs	4,3	24,7	Dy	7,38	7,18
Ga	24,6	20,8	Ho	1,37	1,26
Hf	2,2	1,7	Er	3,98	3,66
Nb	5,9	5,7	Tm	0,48	0,42
Rb	29,0	65,5	Yb	3,04	2,51
Sn	11,0	11,0	Lu	0,39	0,31
Sr	60,6	409,2			
Ta	0,7	0,6			
Th	2,3	0,9			
Tl	<0,1	<0,1			
U	1,7	0,6			
V	175,0	189,0			
W	1,0	<1			
Zr	64,6	47,4			
Y	39,4	36,0			

*LOI – ztráta žíháním – loss on ignition
TEMP-9 = tmavá amfibolová hornina (hornblendit)
TEMP-10 = světlá amfibolová hornina (metadiorit)

analýzy hlavních typů hornin jako nositelů studované minerální asociace. Vzorce minerálů jsou uváděny podle FLEISCHERA a MANDARINA (1995).

4. Geologicko-petrografická charakteristika

Lokalita Templštejn leží při východním okraji gföhlské jednotky moldanubika. Je situována na západní kontakt tělesa hrubšického serpentinitu s granulity (resp. gföhlskými rulami) náměšťského masivu. Kontakt serpentinitu s retrográdně přeměněnými granulity probíhá přibližně severojižním směrem po poruchové zóně, která je sledovaná „templštejnskou roklí". Na kontaktu obou hornin je vyvinuta zóna, složená z hybridních hornin, která je považována za produkt tavení obou hornin za T okolo 700 °C v podmínkách vyšší aktivity H_2O (URBAN 1988) nebo za důsledek metasomatických změn na styku chemicky kontrastních hornin (URBAN a MÍSAŘ 1989).

Vlastní mineralizace alpského typu je uložena v usměrněných metadioritech, někdy výrazně melanokratních, tvořících žíly směru převážně SZ–JV při okraji serpentinitu. Horniny v okolí alpských žil jsou nejčastěji šedočerné, středně zrnité až drobnozrnné, s šedobílými zrny plagioklasů. Na bezprostředním kontaktu s alpskými žilami byl ve světlém typu mikroskopicky zjištěn převažující amfibol (pleochroismus X = světle hnědá Y = zelenavě hnědá Z = zelenohnědá), na základě chemické analýzy odpovídající magneziohornblendu (X_{Mg} = 71), zatímco živec je reprezentován albitem (An < 1). Jako vedlejší minerál se vyskytuje i slabě chloritizovaný flogopit (X_{Mg} = 68) s pleochroismem X – světle hnědá, Y–Z = hnědá. Z akcesorií byl zjištěn titanit, ilmenit (X_{Fe} = 0,94), apatit a chalkopyrit. Druhým typem jsou téměř bezživcové flogopit-amfibolové horniny (hornblendity). Uvedené typy hornin mohou představovat produkty krystalizace tavenin, vzhledem k vysoké magneziálnosti minerálů patrně významně ovlivněných okolním serpentinitem, jak předpokládá URBAN (1988). Chemické složení obou základních horninových typů, bezprostředně hraničících s žílami alpské parageneze, je v tab. 1.

5. Minerální asociace alpské parageneze

Žíly s prehnitem ± zeolity jsou příkře i ploše uložené a probíhají nezávisle na kontaktech, usměrnění a foliaci okolních hornin, v nichž vyplnily trhliny vzniklé v podmínkách tříštivé deformace (pozn. někdy mají horniny charakter tektonických brekcií). Dosahují

Tabulka 2. Reprezentativní analýzy prehnitu.
Table 2. Representative analyses of prehnite.

	1	2	3	4	5
Typ asociace	A	A	A	B	B
SiO_2	44,05	44,04	43,95	43,86	44,33
Al_2O_3	24,14	24,15	24,43	24,22	24,04
Fe_2O_3	0,39	0,31	0,25	–	–
CaO	27,97	27,45	27,89	28,22	27,97
H_2O*	4,39	4,38	4,4	4,38	4,39
Celkem	100,94	100,34	100,92	100,68	100,73
			24 O		
Si^{4+}	6,01	6,04	6,00	6,00	6,05
Al^{3+}	3,88	3,9	3,93	3,91	3,87
Fe^{3+}	0,04	0,03	0,03	–	–
Ca^{2+}	4,09	4,03	4,08	4,14	4,09
H^+	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Catsum	14,03	14,00	14,03	14,05	14,01

1 – Kučera č. 843; 2 – Kučera č. 843; 3 – Burkart č. 14 243; 4 – A 161; 5 – F. Peštál

délky několik dm nebo až prvních metrů a průměrné mocnosti okolo 0,5–1 cm. Vyskytují se i případy, kdy několik mm mocná žilka naduří na krátkou vzdálenost na mocnost několika cm a rychle se opět zúží na původní rozměr. V bezprostředním okolí žil je hornina obvykle rozložena za vzniku hojného prehnitu, bílého tremolitového asbestu, jílových minerálů a albitu. Někdy však prehnit, oligoklas, analcim a výjimečně i natrolit, nasedá přímo na čerstvou flogopit-amfibolovou horninu beze stop alterace.

V minerální asociaci žil byly zjištěny tyto minerály (podle klesajícího zastoupení): prehnit >> natrolit > kerolit > montmorillonit > oligoklas > analcim > kalcit > phillipsit-K > harmotom > chabazit > > thomsonit > pyrit, v bezprostředním kontaktu s okolním metadioritem je hojný tremolitový asbest.

Prehnit $Ca_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_2$

Představuje nejhojnější minerál na lokalitě, kde jeho žlutavě bílé, středně zrnité a drobnozrnné agregáty vyplňují trhliny. Nelze vyloučit, že je zastoupen ve dvou po sobě následujících generacích odlišných zrnitostí a snad i chemickým složením. V dutinách vytváří čiré a nažloutlé tabulkovité krystaly maximální velikosti 2–3 mm, seskupené do vějířovitých útvarů ledvinitého vzhledu. Chemické analýzy jsou uvedeny v tab. 2.

Natrolit $Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$

Vytváří jednotlivé bílé až našedlé, skelně lesklé a často zdvojčatělé jehlicovité krystaly velikosti do 1 cm, výjimečně jsou stébla natrolitu až 4 cm dlouhá. Nasedá na prehnit spolu s ostatními zeolity nebo je narostlý přímo na hornině bez přítomnosti ostatních zeolitů. Byl potvrzen rentgenometricky.

Montmorillonit $(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$

Na prehnitovém podkladu tvoří bílé kůry a shluky zaoblených stébel bílé barvy (pseudomorfózy po neznámém minerálu) a byl potvrzen v několika vzorcích rentgenometricky.

Oligoklas $(Na_{0,9-0,7},Ca_{0,1-0,3})Al(Si_{2,9-2,7}Al_{0,1-0,3})O_8$

Je přítomen v drúzách až 3 mm velkých tabulkovitých krystalů nasedajících přímo na horninu. Jednotlivé krystaly jsou bílé a na hranách prosvítají, od prehnitu se liší menším leskem. Z chemické analýzy vyplývá, že se jedná o oligoklas An_{24}.

Analcim $NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$

Tvoří srostlice z jednotlivých izometrických krystalů velikosti okolo 1 mm. Je bílý, neprůhledný, se skelným leskem. Jeví se jako nejstarší minerál alpské parageneze, narůstá přímo na stěny trhlin a lze ho nalézt samostatně nebo je porostlý mladším prehnitem.

Kalcit $CaCO_3$

Lze nalézt relativně vzácně a to jako nejmladší výplň prehnitových žil. Tvoří nažloutlé štěpné drobnozrnné agregáty často s patrnými znaky recentního rozpouštění. Pravděpodobně mohl být původně poněkud hojnější a byl vyloužen při zvětrávání.

Phillipsit-K $(K,Na,Ca)_{1-2}(Si,Al)_8O_{16} \cdot 6H_2O$

Jde o jeden ze vzácnějších minerálů v této minerální asociaci, kde drobné skelně lesklé průsvitné krystaly tvoří složitější křížové prorostlice, jejichž rozměry nepřesahují několik milimetrů. Byl určen RTG a bližší pozornost byla věnována jeho chemickému složení (tab. 3). Je bohatý K a Ba, zatímco podíl Na a Ca je relativně nízký. Chemismus tohoto phillipsitu odpovídá vzhledem k vysokému obsahu K a Ba přechodnému minerálu v kontinuitní řadě phillipsit-harmotom (srovnej Coombs et al. 1997).

Harmotom $(Ba,K)_{1-2}(Si,Al)_8O_{16} \cdot 6H_2O$

Tento minerál, makroskopicky nerozeznatelný od phillipsitu, byl identifikován jako samostatné zrno elektronovou mikrosondou (tab. 3). Z oblasti hrubšického serpentinitového tělesa je uváděn již ČERNÝM a POVONDROU (1965) z drobných žil desilikovaných pegmatitů.

Chabazit $CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 6H_2O$

Tvoří bílé a klencové krystaly kubického habitu seskupené do drúz o velikosti několika milimetrů nebo ojediněle i čočkovité čiré prorostlice tzv. fakolitu s tvary (1123), (0221) a (0001) (KUČERA a NOVOTNÁ 1928). Je zcela výjimečný, narostlý na prehnitu. Byl určen rentgenometricky na starším vzorku, pocházejícím z Burkartovy sbírky uložené v MZM.

Thomsonit $NaCa_2Al_5Si_5O_{20} \cdot 6H_2O$

Je popisován z této lokality vůbec poprvé. RTG byl zjištěn pouze na jediném vzorku. Šlo o drobný jen 1 mm velký kulovitý agregát bílé barvy, narostlý na prehnitu spolu s chabazitem a philipsitem.

Pyrit FeS_2

Pyrit náleží k vzácným minerálům. Ojedinělý pentagonálně dodekaedrický krystal pyritu v sousedství phillipsitu uvádějí KUČERA a NOVOTNÁ (1928). Je zarostlý v prehnitu a jeho limonitizovaná zrna byla ve stejné asociaci vzácně zjištěna i v současnosti.

Tremolit $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$

Na kontaktu prehnitových žil s metadiority je v některých případech vyvinuta silně alterovaná hornina s pórovitou texturou, která je prostoupena bílými agregáty velmi jemně vláknitého tremolitového asbestu. Ten narůstá společně s prehnitem na magneziohornbled a flogopit, přičemž poslední dva minerály představují reliktní minerály výchozího metadioritu. Rentgenometricky byl identifikován pouze amfibol tremolit-aktinolitové řady, na základě optického výzkumu není vedle tremolitu vyloučena ani menší

Tabulka 3. Reprezentativní analýzy phillipsitu-harmotomu.
Table 3. Representative chemical analyses of phillipsite-harmotome.

	1	2	3	4
Typ asociace	B	B	B	B
SiO_2	41,57	42,13	42,32	43,4
Al_2O_3	17,33	16,28	16,61	17,83
CaO	1,13	0,61	0,55	1,14
BaO	17,53	19,1	18,71	18,36
Na_2O	0,52	0,47	0,74	0,44
K_2O	7,5	7,05	7,38	4,82
H_2O	14,3	14,18	14,32	14,64
Celkem	99,88	99,82	100,64	100,63
		44 O		
Si^{4+}	10,46	10,69	10,63	10,66
Al^{3+}	5,14	4,87	4,92	5,16
Ca^{2+}	0,31	0,17	0,15	0,3
Ba^{2+}	1,73	1,9	1,84	1,77
Na^{+}	0,25	0,23	0,36	0,21
K^{+}	2,41	2,28	2,37	1,51
H^{+}	24,00	24,00	24,00	24,00
Catsum	20,3	20,13	20,27	19,62

1 – A 161; 2 – A 153; 3 – A 153; 4 – F. Peštál

příměs jiných jemně vláknitých Mg-hydrosilikátů, zejména chrysotilu nebo snad i palygorskitu.

Problematické minerály

Kerolit $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 . H_2O$

Jedním z nejběžnějších a charakteristických minerálů studované lokality je Mg-hydrosilikát. Má obvykle světle hnědou barvu a vzhledem připomíná mastek. Vyskytuje se ve třech základních typech agregátů: (i) – celistvý, narostlý na žilách prehnitu se zeolity; (ii) – až 10 cm velká plochá stébla na otevřených trhlinách, se starším vzácným prehnitem; (iii) – radiálně paprsčité agregáty centimetrových rozměrů samostatně vyplňující trhliny. Byl původně označen jako „speckstein", tvořící pseudomorfózu po laumontitu nebo jiném silikátu (Hruschka 1826, Kovář 1903, Konta 1957). K možnému pseudomorfnímu původu lze poznamenat, že nebyl dosud zjištěn žádný reliktní minerál. Podle tvaru agregátů by primárním minerálem mohl být nejspíše chryzotil nebo antigorit. Prehnit nepřipadá v úvahu vzhledem k tvaru agregátů a v případě laumontitu by bylo nutno vysvětlit odnos Al a Ca, nehledě nato, že zeolity na této lokalitě dosahují většinou jen mm rozměrů.

Tomuto minerálu věnoval pozornost poprvé Kovář (1903) a Fersman (1913); detailně ho studoval Konta (1957). Ten ho na základě RTG a DTA studia označil za *trioktaedrický illit*; zároveň upozornil na vyšší obsah Mg a možnou nepřesnost staré Kovářovy analýzy. Revize originálního Kontova vzorku ze sbírky MZM a dalších vzorků z Templštejna potvrdila, že by minerál mohl být na základě RTG a DTA skutečně označen jako illit. Tento termín je však podle nové klasifikace slíd (Rieder et al. 1998) vyhrazen pro skupinu dioktaedrických slíd s deficitem K v pozici mezivrstevních kationtů.

Avšak výsledky chemických analýz provedené elektronovou mikrosondou naopak potvrzují analýzu Kovářovu (tab. 4). Minerál je nejen deficitní K (příp. Na), ale také Al na-

Tabulka 4. Chemické složení kerolitu.
Table 4. Chemical composition of kerolite.

	1	2	3	4
Typ asociace	C	C	C	
SiO_2	59,98	60,43	61,22	60,5
Al_2O3	0,66	0,59	1,42	–
FeO	0,62	0,31	0,26	–
MgO	28,58	28,98	28,68	30,43
CaO	0,17	0,11	0,37	–
K_2O	0,36	0,33	–	–
H_2O	8,98	9,03	9,18	9,07
Celkem	99,35	99,78	101,13	100,00
		13 O		
Si^{4+}	4,01	4,01	4,00	4,00
Al^{3+}	0,05	0,05	0,11	–
Fe^{2+}	0,04	0,02	0,01	–
Mg^{2+}	2,85	2,87	2,79	3,00
Ca^{2+}	0,01	0,01	0,03	–
K^+	0,03	0,03	–	–
H^+	4,00	4,00	4,00	4,00
Catsum	6,98	6,98	6,94	7,00

1 – A 89; 2 – A 89; 3 – F. Peštál; 4 – teoretické složení kerolitu, teoretical composition of kerolite

tolik, že nové definici „illitu" neodpovídá. Chemické složení je skutečně bližší *mastku* nebo spíše strukturně poněkud odlišnému *kerolitu* – $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 .H_2O$ (BRINDLEY et al. 1977). K názoru, že jde o ß-kerolit (pozn.: dnes není pokládán za samostatný minerál) se přiklonil na základě podrobného RTG studia vzorků, uložených v MZM V. Miškovský, výsledky však nestačil publikovat. Minerál bude nutno dále studovat speciálními metodami.

Palygorskit

Na některých trhlinách byly zjištěny samostatné nažloutlé povlaky „skalní kůže" (HOUZAR 1996). Minerál nebyl blíže studován, protože pravděpodobně nemá přímou souvislost se studovanou alpskou paragenezí (viz tremolit).

Klinozoisit

HOUZAREM (1996) udávaný klinozoisit s prehnitem pocházel z pegmatoidních metatektických žil z poněkud jiné lokality u Templštejna, která nemá pravděpodobně přímou souvislost s popisovanou alpskou paragenezí.

6. Geneze minerální asociace

Na základě minerální asociace alpských žil bylo možné vyčlenit několik typů:

A. žíly tvořené pouze prehnitem, které jsou nejhojnější. Hranice prehnitu vůči okolní hornině může být ostrá nebo prehnit prostupuje okolní alterovanou horninu.

B. žíly zeolit-prehnitové (s relativně hojným natrolitem, ostatní zeolity jsou zastoupeny jen akcesoricky, snad s výjimkou minerálů skupiny phillipsit-harmotom).

C. žíly prehnit-kerolitové.

D. žíly bez prehnitu – subtyp s natrolitem, subtyp s analcimem a subtyp s oligoklasem.

Uvedené typy do sebe navzájem přecházejí a neodpovídají tedy samostatným časově a chemicky odlišným etapám přínosu fluid. Studiem jednotlivých typů žil a jejich vzájemných vztahů bylo zjištěno následující generální schéma sukcese (tab. 5).

Převládající minerální asociace žil odpovídá jednoduchému chemickému systému SiO_2-Al_2O_3-CaO-Na_2O, s lokálně zvýšeným MgO, BaO a K_2O.

Tato relativně jednoduchá asociace minerálů žil vznikla pravděpodobně z relativně chladných roztoků v rámci retrográdní metamorfózy moldanubika a nelze ani vyloučit účast hydrotermálních roztoků souvisejících s intruzemi metadioritů. Zdrojem komponent byl patrně rozklad bazických plagioklasů (Ca, Na). Chemické složení těchto plagioklasů však není známo; živce v hornině přilehlé k trhlině odpovídají čistému albitu. Bazičtější živce An_{33-42} uvádí z „kontaktních hornin" URBAN (1988). Ty byly při kontaktech s žílami s alpskou mineralizací nestabilní a kompletně zatlačeny směsí albitu, příp.

Tabulka 5. Sukcese minerálů aplské parageneze z Templštejna.
Table 5. Succesion of alpine-type veins from Templštejn.

analcim	———				
prehnit		?———			
natrolit			?———		
phillipsit-K-harmotom				———	
chabazit			———		
thomsonit			?—?		
montmorillonit			?——?		
kerolit			———		
kalcit				———	
oligoklas	———				
pyrit		———			

oligoklasu a prehnitu. Zajímavý je zvýšený obsah Ba a zároveň K, pocházející nejspíše z draselných živců, ve phillipsitech. V biminerální flogopit-amfibolové hornině bylo zjištěno 251 ppm Ba a v albit-biotit-amfibolové hornině 466 ppm Ba, avšak žádný primární minerál bohatší Ba ani K-živec zjištěn nebyl. Horniny sice obsahují okolo 1 hm % K_2O, ale ten spíše odpovídá modálnímu podílu flogopitu. Barnatý zeolit harmotom byl vzácně zjištěný i poblíž Templštejna v serpentinitech hrubšického tělesa, kde je vázán jednoznačně na desilikované pegmatity, v nichž bylo Ba původně vázáno na K-živce (Černý a Povondra 1965), podobně jako ve Věžné (Pauliš a Cempírek 1998). Zdrojem Mg pro jílové minerály mohly být okolní serpentinity. Flogopit i amfibol okolních hornin, které mohly být zdrojem TiO_2 (4,1 hm. % ve flogopitu a 0,6–0,8 hm. % v amfibolu), FeO (13,2 hm. % ve flogopitu a 11,0–11,4 hm. % v amfibolu), příp. MgO (15,6 hm. % ve flogopitu a 15,0–15,9 hm. % v amfibolu), zůstaly v H_2O-bohatých fluidech stabilní, neboť minerální asociace alpských žil je extrémně chudá Fe-minerály a Ti-minerály zcela postrádá.

Ze sukcesního schématu vyplývá, že při tvorbě alpských žil u Templštejna se uplatnila vedle Si a Al nejprve zvýšená aktivita Na (jen lokálně a nepříliš výrazně) a posléze dominoval Ca (v prehnitu) a nakonec krystalizovaly zeolity s významným uplatněním Na, K a zejména Ba. Na závěr krystalizace se lokálně podstatně uplatnil Mg (v kerolitu a montmorillonitu), místy i Ca v kalcitu. Převládaly pravděpodobně oxidické podmínky, jak dokazuje zcela výjimečný podíl sulfidů, vyskytujících se jako častá akcesorie v okolních horninách.

Minerální asociace neumožňuje přesnější diskusi PTX podmínek. Maximální teplotu vzniku studované asociace lze pouze odhadnout z pole stability prehnitu. Samotný prehnit bez obsahu Fe je stabilní do $T_{max.}$ okolo 400 °C ve fluidech bohatých H_2O. Toto omezení stability prehnitu je určeno reakcí prehnit = 2 zoisit + 2 grossular + křemen + H_2O, nezávislou na Pfluid (Liou 1971, Liou et al. 1983), která však u Templštejna nebyla zjištěna. Mladší zeolity a jílové minerály vznikly nejspíše za teplot podstatně nižších.

Podobná parageneze, jejíž chemismus však nebyl studován, se v okolí objevuje pouze v analogických „gabrodioritech na styku serpentinitu a granulitu" u nedalekého Mohelna (Němec 1937); zde se však někdy vyskytly i samostatné žíly natrolitu + kalcitu (Karásek 1996). Při srovnání s klasickými výskyty alpské parageneze v Českém masivu lze pro studovanou lokalitu zdůraznit tyto charakteristické znaky:

a) vysoký poměr prehnitu k zeolitům (prehnit > 95 obj. %),
b) výraznou převahu zeolitů s Na a K nad Ca zeolity,
c) zvýšený obsah Ba v zeolitech, a podstatná přítomnost kerolitu a montmorillonitu,
d) nepřítomnost Ti-minerálů, klinozoisit-epidotu, křemene a chloritu.

Těmito znaky se zároveň odlišuje od jinak podobných lokalit bohatých prehnitem v amfibolických horninách na Čáslavsku, případně v Jeseníkách, které patrně vznikaly z výše temperovaných fluid (srovnej Bernard 1981).

Poděkování

Za pročtení a posouzení předložené práce a konzultaci děkuji RNDr. M. Fišerovi, Csc., za pomoc při zpracování článku RNDr. S. Houzarovi a za zhotovení analýz Mgr. V. Vávrovi, Dr.

Práce byla zpracována s finanční podporou MK ČR č. projektu RK99P03OMG014.

SUMMARY

Alpine-type veins fill up the fissures in dykes of metadiorite and hornblendite in the contact of serpentinite body with granulite near Templštejn (NW from Jamolice, western Moravia, Moldanubicum). Mineral assemblage of these veins consists of abundant prehnite, common natrolite, Ba-rich phillipsite-K, kerolite, analcime, and rare chabasite, harmotome, thomsonite and pyrite. Early analcime is grown immediately onto metadiorite rocks, altered into mixture of albite, tremolite-prehnite-zeolite, and younger prehnite fills usually all thickness of veins. The latest minerals, natrolite, phillipsite-K, kerolite and other zeolites are found only in open fissures of prehnite. Alpine veins originated by decomposition of Ca-plagioclase of metadiorite in the retrograde stage of metamorphism at $T < 400$ °C and high H_2O activity. The typical presence of kerolite among younger minerals reflects the influence fluids from adjacent serpentinite.

LITERATURA

BERNARD, J. H., 1981: Minerály alpských žil a jim podobných asociací. In: Bernard, J. H. (ed). Mineralogie Československa. – Academia Praha, 405–419.

BRINDLEY, G. W., BISH, D. L., HSIEN-MING WAN, 1977: The nature of kerolite, its relation to talc and stevensite. – Mineral. Mag., 41:443–452.

BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – Nakl. ČSAV Praha, 1008p.

COOMBS, D. S., ALBERTI, A., ARMBRUSTER, T., ARTIOLI, G., COLELLA, C., GALLI, E., GRICE, J. D., LIEBAU, F., MANDARINO, J. A., MINATO, H., NICKEL, E. H., PASSAGLIA, E., PEACOR, D. R., QUARTIERI, S., RINALDI, R., ROSS, M., SHEPPARD, R. A., TILLMANNS, E., VEZZALINI, G., 1997: Recommended nomenclature for zeolite minerals: report of the subcommittee on zeolites of the International mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. – Can. Mineral., 35:1571–1606.

ČERNÝ, P., POVONDRA, P., 1965: Harmotome from desilicated pegmatites at Hrubšice, western Moravia. – Acta Univer. Carol., Geol., 1:31–43. Praha.

DVORSKÝ, F., 1898: O předních nalezištích nerostů na západní Moravě. – Annales Mus. Francics. 91p.

FERSMAN, A., E., 1913: Issledovanija v oblasti magnezialnych silikatov gruppy cillerita, cermattita i paligorskita. – Zapiski AN, ser. 8, 32, vyp. 2.

FLEISCHER, M., MANDARINO, J. A., 1995: Glossary of Mineral Species 1995. – The Mineral. Record Inc., 280 p.

HOUZAR, S., 1996: Naleziště prehnitu a zeolitů pod Templštejnem u Jamolic. – Minerál, 4, 2:122–123. Brno.

HRUSCHKA, W., 1826: Die Schlucht von Tempelstein. – Mitth. d. m. schl. Gesell., Nr. 43.

KARÁSEK, J., 1996: Natrolit a prehnit z Mohelna. – Minerál, 4, 2:115–116. Brno.

KONTA, J., 1957: Jílové minerály Československa. – Nakl. ČSAV Praha, 319p.

KOVÁŘ, F., 1903: Chemicko-mineralogické zprávy. – Výr. zpr. Čs. akad. obchodní, 31:1–13. Praha.

KUČERA, B., NOVOTNÁ, B., 1927: Nová naleziště zeolithů na Moravě. – Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 15:214–227. Brno.

LIOU, J. G., 1971: Synthesis and Stability relations of prehnite, $Ca_2Al_2Si_3O_{10}(OH)_2$. – Am. Mineralogist, 56:507–531.

LIOU, J. G., KIM, H. S., MARUYAMA, S., 1983: Prehnite – Epidote Equilibria and Their Petrologic Applications. – J. Petrol., 24:321–342.

MICHEL, H., 1914: Die Anwendung der Kolloidchemie auf Mineralogie und Geologie. Zur Kenntnis des Meerschaumes. – Zeitschr. f. Chem. u. Indust. d. Kolloide, 12:165.

NĚMEC, F., 1937: Mineralogie, petrografie a geologie okolí Mohelna. – Archiv svazu pro ochranu přírody a dom. v zemi Moravskoslezské, sv. 1a, 64p.

PAULIŠ, P., CEMPÍREK, J., 1998: Harmotom a chabazit z desilikovaného pegmatitu ve Věžné u Bystřice n. Pernštejnem. – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, odd. Věd přír., 13:349–350.

RIEDER, M., CAVAZZINI, G., JAKONOV, J. S., GUGGENHEIM, S., KOVAL, P. V., MÜLLER, G., NEIVA, A. M. R., RADOSLOVICH, E., W., ROBERT, J. L., SASSI, F. P., TAKEDA, H., WEISS, Z., WONES, D. R., 1998: Nomenclature of the micas. – Canad. Mineral., 36, 1:1–8.

URBAN, M., 1988: Chemický a strukturní vývoj granulitu na kontaktu s peridotitem jz. od Biskoupek, Moldanubikum. – Acta Univer. Carol., Geol., 2:161–179. Praha.

URBAN, M., MÍSAR, Z., 1989: Vrásové a střižné struktury jihovýchodního okraje Moldanubika. – Krystalinikum, 20:111–130. Praha.