

# MINERALOGIE APOFYLLIT-PREHNITOVÝCH ŽIL ZE SKARNŮ U BLUDOVA

Mineralogy of apophyllite-prehnite veins from skarns near Bludov

Richard Knecht, Zdeněk Losos

Ústav geologických věd PŘF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: RisaK@seznam.cz

(14-41 Šumperk)

**Key words:** alpine veins, apophyllite, prehnite, epidote, skarn, Silesicum

## Abstract

Mineralogy of the new find of apophyllite-prehnite vein from Ca-skarn in quarry at Bludov near Šumperk was studied, using microscopy, WDX-analysis and X-ray powder diffraction. Up-to 5 cm thick vein is composed of dominant green prehnite and younger white apophyllite, both in coarsegrained aggregates. Accessory minerals of the vein are the oldest hydrothermal epidote, young calcite, and relicts of grossular (with 30–43 % andradite) and pyroxene from host skarn. Prehnite vein changes into quartz vein. Apophyllite is practically pure end-member (97–99 % fluorapophyllite) and according to X-ray analysis is not albitized. Higher contents of F (0.04–1.46 wt. %) are typical for all vein minerals (prehnite, epidote) and relicts of garnet and diopside, which indicates high activity of F in fluids. More generation of prehnite were identified. The studied apophyllite-prehnite vein of the „Alpine type“ crystallized from low-temperature hydrothermal solutions of local origin.

## Úvod

Roku 2008 našel S. Solnička v „Novém lomu“ u Bludova zajímavé ukázky alpské žilné mineralizace. Jednalo se o vzorky žíly o mocnosti do 5 cm, tvořené převážně zeleným prehnitem a podružným bílým štěpným minerálem, který jsme později určili jako apofylit.

V rámci bakalářské práce prvního z autorů byla tato mineralizace podrobně prostudována (Knecht 2010). Na podzim roku 2009 jsme navštívili danou lokalitu, provedli fotografickou dokumentaci současného stavu lomu a v něm zastížené hydrotermální žíly alpského typu.

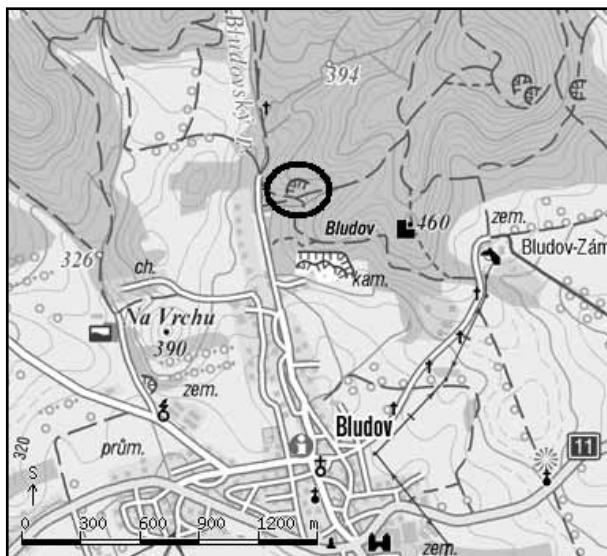
Z reprezentativních vzorků nalezené žiloviny byly zhotoveny leštěné výbrusy (RK1, RK2), které byly zkou-

mány mikroskopicky a na skenovacím elektronovém mikroskopu Cameca SX 100 na Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (analytik P. Gadas). Na stejném pracovišti byla provedena také RTG-prášková difrakce na transmisním difraktometru STOE, typ STADI-P (načetl V. Vávra). Výsledky jsme zpracovali softwarem STOE VisualX-Pow a difrakční spektra byla porovnána s databází difrakčních spekter minerálů PDF-1, 2.

## Geografie a geologie lokality

Lokalita Bludov – Nový lom se nachází na severním okraji obce Bludov v zalesněném terénu (obr. 1), přibližně 3 km z. od okresního města Šumperk.

Lomy na vápenato-silikátové horniny byly otevřeny u Bludova již v 19. století a těžba probíhala až do počátku 20. století. V letech 1989–1991 zde probíhal vyhledávací průzkum na wollastonit (Chrt et al. 1991) a byl otevřen



Obr. 1: Situační mapka zájmové lokality, upraveno podle SHOCart (2011).

Fig. 1: Situation map of interest locality, arranged by SHOCart (2011).



Obr. 2: Stav „Nového lomu“ k 6.10.2009. Výskyt alpské žíly označen šipkou. Foto R. Knecht.

Fig. 2: Situation in „Nový lom“ to 6.10.2009. Alpine vein occurrence is marked by arrow. Photo by R. Knecht.

Nový lom. V současnosti v lomu probíhá příležitostná těžba skarnu (obr. 2), v horní partii jsou odkryty nadložní svory. Nález studované alpské žíly pochází ze spodní etáže z levé (západní) části lomu.

Zájmová oblast je situována v jižní části keprnické skupiny, která je součástí silezika. Je známa výskytem vápenato-silikátových hornin, které však patří samostatně kře hornin skupiny Branné, označené dříve Misařem (1958) jako hrabenovský ostrov skupiny Branné. V zájmovém kamenolomu u Bludova jsou zastíženy vápenato-silikátové horniny (dříve označované jako erlany, či místním názvem „bludovit“), které zde podle vrtných prací tvoří dvě čočkovité paralelní polohy, konformně uložené v komplexu svorů, svorových rul a pararul. Čočky mají směr SVV–JZZ a jsou porušeny několika zpeřenými zlomy nižšího řádu směru SSV–JJZ, které patří k bludovskému zlomu.

Podle Chrtá et al. (1991) vznikly horniny skarnového typu kontaktně metamorfni přeměnou relativně čistých vápenců při intruzi šumperského granodioritového masivu. Méně zastoupené erlany, především v jejich nadloží, vznikly přeměnou nečistých vápni-tych sedimentů.

Petrografickým studiem vápenato-silikátových hornin z Bludova a jejich horninotvorných minerálů se zabývala Gálová (1996) a rozlišila 5 základních typů hornin: granát-wollastonitovou skalinu, granátovou skalinu, erlany, kalcitový mramor a stromatity. Chemismus skarnových granátů odpovídá grosuláru s 10–40 % andraditové komponenty dle typu skarnu.

Žíly alpského typu byly ve vápenato-silikátových horninách na lokalitě nalezeny na puklinách a v poruchových systémech (Knecht 2010, Gramblička 2005). Gramblička (2005) uvádí ve skarnech a mramorech málo mocné žilky a kůry (do 1 cm), s vrstevnatou stavbou, které jsou tvořeny několika generacemi apofylitu a kalcitu. Apofylit je hrubě krystalický, kdežto kalcit jemnozrný. Pro mocnější žíly jsou charakteristické časté drúzové dutiny s dokonalými krystaly apofylitu až 8 mm velkými, dále s krystaly kalcitu.

Podle klasifikace Bernarda et al. (1981) patří popisované žíly z Bludova k minerální asociaci alpských žil typu C, tedy s převládajícími fázemi s vysokým obsahem Ca. Fišera (2000) ve svém přehledu lokalit alpských paragenzí v ČR Bludov neuvádí.

### Mineralogická charakteristika žíly

Studovaná alpská žíla se liší svým minerálním složením a texturou od žil (puklinových mineralizací), které na dané lokalitě popsal Gramblička (2005). Je tvořena zejména masivním, hrubě štěpným, světle zeleným **prehnitem**, v menší míře je zastoupen také křídově bílý štěpný

**apofylit** v agregátech až 3 cm velkých, lokálně je přítomen **epidot** a **křemen**.

V malém množství se v žíle objevují i minerály, vyskytující se také v okolních skarnech. Jedná se především o granát a diopsid. Mocnost zkoumané prehnitové žíly je přibližně 4–5 cm, celou výplň tvoří již zmíněné minerály, dutiny nebyly zjištěny. Okraje žíly jsou ohraničeny velmi ostře vůči okolnímu skarnu.

Ve výbrusech vzorků žíly převažují monominerální štěpné agregáty prehnitu, podružný je mladší apofylit, který se tvarově přizpůsobuje prehnitu. Omezení jednotlivých krystalů prehnitu se mikroskopicky jeví jako xenomorfní (hypautomorfní), někdy je znatelný typický vějířovitý vývin agregátů. Dobře pozorovatelné je sektorové zřášení, pro tento minerál typické. V XPL vykazuje prehnit velmi široké interferenční barevné spektrum, od modré přes žlutou až k růžové.

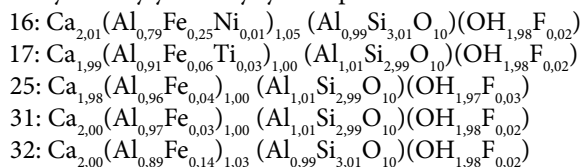
Prehnit byl určen práškovou RTG-difrakční analýzou pomocí 23 difrakcí, identifikovaných srovnáním s databází PDF-1. Difraktogram prehnitu neobsahoval žádné jiné fáze.

	Prehnit					Apofylit					
	16	17	25	31	32	18	19	21	23	26	28
SiO <sub>2</sub>	42,76	43,08	43,34	43,48	43,24	51,33	51,14	50,84	51,02	50,96	51,48
CaO	26,71	26,69	26,84	27,11	26,79	23,94	24,06	23,86	24,09	23,60	24,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,51	23,50	24,19	24,52	22,99	0,44	0,44	0,70	0,48	0,51	0,13
FeO	4,18	1,07	0,69	0,48	2,45	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	n.d.
NiO	0,09	n.d.	n.d.	0,01	n.d.	0,01	n.d.	n.d.	0,01	0,03	0,01
F	0,09	0,09	0,16	0,07	0,07	2,11	2,08	2,04	2,07	2,13	2,20
ZnO	0,06	0,02	n.d.	0,02	0,01	n.d.	0,02	0,03	n.d.	n.d.	n.d.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	n.d.	0,02	0,01	n.d.	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,49	0,04	0,05	0,02	n.d.	n.d.	0,01	n.d.	n.d.	n.d.
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,01	n.d.	n.d.	0,02	0,01	n.d.	0,02	n.d.	0,02	n.d.
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,07	n.d.	0,03	n.d.	0,53	0,61	0,67	0,49	0,21	0,25
K <sub>2</sub> O	0,01	0,01	0,01	0,02	n.d.	3,93	3,63	3,42	3,95	4,29	4,69
Cl	0,01	n.d.	0,03	n.d.	n.d.	0,01	0,01	0,01	n.d.	0,02	0,01
MnO	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	n.d.	n.d.	0,04	0,01	0,03	n.d.
BaO	0,01	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	0,03	n.d.	n.d.	n.d.	0,07	n.d.
MgO	n.d.	0,01	0,01	n.d.	0,02	0,01	n.d.	n.d.	0,01	n.d.	n.d.
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	n.d.	0,01	n.d.	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	0,01	0,01	n.d.	n.d.
Celkem	95,54	95,06	95,37	95,82	95,65	82,41	82,08	81,69	82,23	81,92	83,16

Tab. 1: WDX-chemické analýzy prehnitu a apofylitu ze zkoumané žíly. n.d. = pod mezí detekce.

Tab. 1: WDX-chemical analyses of prehnite and apophyllite from the studied vein. n.d. = not detected.

Po přepočtu WDX-analýz prehnitu (tab. 1) na sumu 11 kyslíků byly získány tyto empirické vzorce:

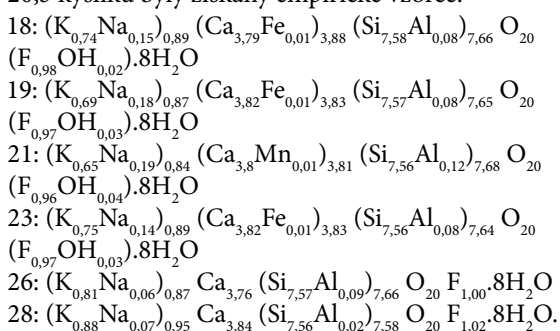


**Apofylit** v alpských žilách z Bludova tvoří dle literárních údajů drúzy nedokonale vyvinutých krystalů v otevřených trhlinách skarnu (Gramblička 2005). U studované apofylit-prehnitové žíly tomu tak ale není. Zde apofylit tvoří, podobně jako prehnit, celistvé až hrubě štěpné agregáty. Individua apofylitu bez krystalového

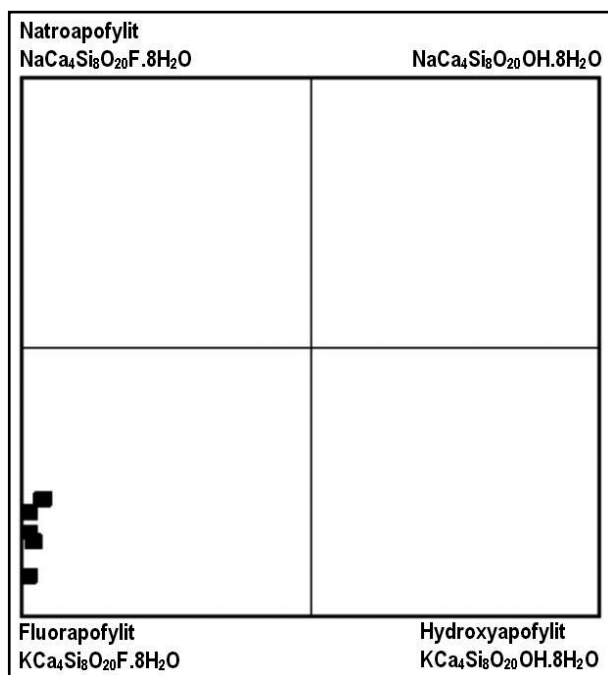
omezení dosahují v agregátech velikosti do 1 cm. Barva je křídově bílá a lesk skelný až perleťový. Omezení individuí apofylitu je i mikroskopicky xenomorfní, v XPL má typickou hnědavou až nažloutlou interferenční barvu.

RTG-difrakční analýza apofylitu neprokázala žádné jiné fáze v práškovém preparátu. Při srovnání s apofylity z databáze difrakčních spekter PDF-1,2 odpovídá apofylit z Bludova (32 difrakcí) nejlépe fluorapofylitu (Card19-0082). Tuto klasifikaci dokládají i zpřesněné mřížkové parametry fluorapofylitu z Bludova (Wernerovská procedura software STOE + Refine Cell, pro výpočet použito 17 difrakcí):  $a=8,9764$  (4) Å,  $c=15,814$  (2) Å,  $V=1274,2$  (1) Å<sup>3</sup>. Strunz – Nickel (2001) uvádějí mřížkové parametry fluorapofylitu:  $a=8,96$  Å,  $c=15,80$  Å.

Po přepočtu WDX-analýz apofylitu (tab. 1) na sumu 20,5 kyslíků byly získány empirické vzorce:



Ve skupině apofylitu dnes existují 3 chemicky odlišné minerály (Strunz – Nickel 2001): natroapofylit  $NaCa_4[F/(Si_4O_{10})_2].8H_2O$ , fluorapofylit  $KCa_4[F/(Si_4O_{10})_2].8H_2O$  a hydroxyapofylit  $KCa_4[OH/(Si_4O_{10})_2].8H_2O$ . V diagramu chemického složení skupiny apofylitu (obr. 3) odpovídají analyzované body zkoumané fáze fluorapofylitu (97–100 %

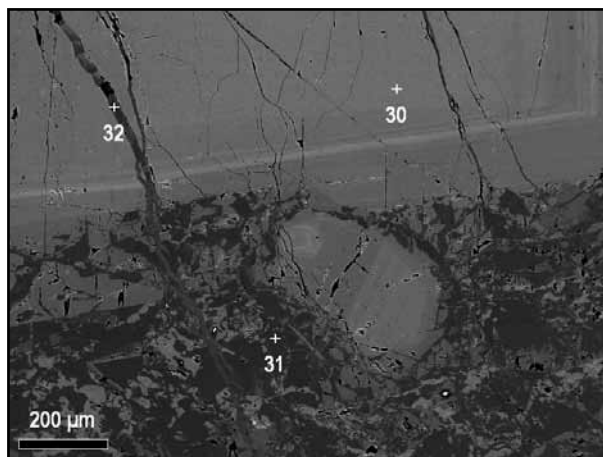


Obr. 3: Diagram chemismu skupiny apofylitu s vyznačením analýz vzorků z apofylit-prehnitové žíly.

Fig. 3: Diagram of apophyllite group chemistry with marked analyses of apophyllite-prehnite vein specimens.

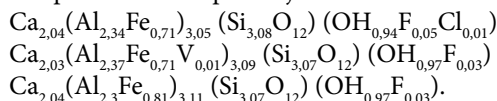
F apfu v pozici F-OH) s malým podílem natroapofylitové komponenty (7–18 % apfu v pozici jednomocného kationtu).

**Epidot** vytváří rozptýlené, do 2 mm velké hypautomorfní až automorfní krystaly tmavě zelené barvy, které bývají nahloucheny jen v určitých okrajových partiích apofylit-prehnitové žíly. Mikroskopicky epidot často dvojčatí, ve vzorku RK2 má epidot velmi pěkně viditelnou zonálnost a je prorůstán mladšími prehnitovými žilkami. Epidot bývá obvykle korodován, prorůstán a zatlačován jak prehnitem, tak i apofylitem (obr. 4).



Obr. 4: BSE-fotografie minerální asociace prehnitové žíly. Zonální epidot (30), mladší prehnit (31) a nejmladší prehnitová žilka (32).  
 Fig. 4: BSE-photo of prehnite vein mineral association. Zonal epidote (30), younger prehnite (31) and the youngest prehnite veinlet (32).

Po přepočtu WDX-analýz epidotu na sumu 12,5 kyslíků byly získány empirické vzorce, které jsou zajímavé vstupem fluoru do pozice jednomocného aniontu:



V akcesorickém množství jsou v apofylit-prehnitové žilovině zastoupena hypautomorfní až xenomorfní zrna **granátů** hnědočervené barvy (1–2 mm velká), která tvoří shluky v některých partiích žíly. Dle bodové WDX-analýzy jde o grosulár s 30–43 % andraditové komponenty. Granáty asociují s prehnitem a epidotem. Mikroskopicky byly dále zjištěny kalcit, diopsid (složení Di 67 %, Hd 30 %, johansenit 3 %) a zirkon.

Naopak **křemen** je na některých úsecích prehnitové žíly hojným minerálem, může i zcela převládat nebo je naopak vzácný (vzorek RK1). Patří k mladším minerálům žil, v křemenem bohaté části žíly se jeví dokonce jako mladší než apofylit. Většinou ale křemen bývá prehnitem a apofylitem obrůstán a zatlačován.

**Diskuze**

Prehnit byl ve vápenato-silikátových horninách u Bludova popsán poprvé Kučerou (1923) jako vzácnost ve formě malých tabulkovitých vínově žlutých krystalů, vy-

skytujících se v dutinách rozvětralé horniny. Ze zájmového kamenolomu je znám také starší nález prehnitu z alpské parageneze, ale jednalo se pouze o akcesorické množství (Gramblička 2005).

Naopak nově nalezená žíla, kterou jsme studovali, je tvořena převážně prehnitem a apofylitem a neobsahuje mineralizované trhliny či dutiny.

Také apofylit byl již dříve znám z lokality ve formě kůr a drúz drobných krystalků na puklinách (Ježek 1912, Burkart 1953, Gramblička 2005), kdežto v apofylit-prehnitové žíle tvoří monominerální štěpné agregáty až několik cm velké. Jedná se tedy o doposud nepopsaný typ alpské parageneze na dané lokalitě.

V rámci ČR byly velmi podobné žíly nalezeny druhým z autorů v zaváženém kamenolomu ve skarnech v Mladé Vožici. Rámcově podobné, ale zonální alpské žíly jsou známy například z Libodřic a Markovic, kde je prehnit také dominantním minerálem ve složení žil a často krystaluje do dutin. Ovšem na těchto lokalitách se žíly vyskytují v amfibolitech (Bernard et al. 1981).

Ve sledované žíle z Bludova se v malém množství objevují i starší minerály, vyskytující se běžně v okolních skarnech. Jedná se o granát a diopsid, což může být způsobeno odtržením minerálních zrn okolní horniny při průniku hydrotermálních roztoků a jejich začleněním do mineralizace žíly. Tuto interpretaci poněkud komplikují mikrosondou prokázané zvýšené obsahy fluoru v granátu (0,39–1,46 hmot. %), které indikují podstatný vliv fluid při krystalizaci. Na druhé straně zrna diopsidu v žíle fluor neobsahují. Horninové granáty skarnů nebyly zatím analyzovány na fluor, je známo pouze jejich složení (Gálová 1996), které je rámcově podobné granátům z apofylit-prehnitové žíly.

Z mikroskopického studia alpské žíly jasně vyplývá, že nejstarší hydrotermální minerální fázi zde byl epidot, který bývá lokálně poměrně silně alterován a zatlačován mladším prehnitem. Apofylit je nejmladší minerální fázi asociace. Navíc zde muselo dojít k více fázím přínosu fluid, jelikož se objevuje ještě další mladší generace prehnitu (obr. 4), která protíná jak zrno epidotu, tak i starší prehnit. Mladší prehnit obsahuje 0,14 apfu Fe, kdežto starší generace prehnitu pouze 0,03 apfu Fe.

#### Literatura

- Bernard, J. H. – Čech, F. – Dávidová, Š. – Dudek, A. – Fediuk, F. – Hovorka, D. – Kettner, R. – Koděra, M. – Kopecký, L. – Němec, D. – Paděra, K. – Petránek, J. – Sekanina, J. – Staněk, J. – Šimová, M. (1981): Mineralogie Československa. – 2. vydání, Academia Praha, 645 str.
- Fišera, M. (2000): Alpská parageneze – klasifikace, typy a naleziště v České republice. – Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz., 2000, 8, 23–40. Praha.
- Burkart, E. (1953): Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. Nakl. ČSAV, Praha, 1–1004.
- Gálová, M. (1996): Mineralogické a petrografické studium vápenato-silikátových hornin z Bludova. – MS, diplomová práce, PŘF MU, Brno. 1–59.
- Gramblička, R. (2005): Alpské žíly se zeolity z vápenatosilikátových hornin u Bludova. – MS, bakalářská práce, PŘF MU, 1–30. Brno.
- Chrt, J. – Slezák, L. – Váňa, J. (1991): Ložisko wollastonitové suroviny v Bludově u Šumperka. – Geol. průzk., 33, 12, 357–361. Praha.
- Ježek, B. (1912): Dva nové nálezy minerálů na Moravě a ve Slezsku. – Sbor. Klubu přírod. v Praze za rok 1911, 42, 1–5. Praha.
- Knecht, R. (2010): Mineralogie prehinitových žil ze skarnů u Bludova. MS, bakalářská práce, PŘF MU, 1–28. Brno.
- Kučera, B. (1923): Seznam nerostů moravských a jich nalezišť. – Sbor. Klubu přírodov. v Brně za rok 1922, roč. V, 1–204. Brno.
- Mísař, Z. (1958): Stratigrafie, tektonika a metamorfóza krystalinických sérií jižní části keprnické klenby. – Rozpr. Čs. Akad. Věd, 68, 13. Praha.
- SHOCart, spol. s.r.o. (2011): Mapy.cz. – <http://www.mapy.cz/#mm=TP@x=138885376@y=135543552@z=12>; 8.3.2011.
- Strunz, H. – Nickel, E. H. (2001): Strunz mineralogical tables. – 9<sup>th</sup> ed., 1–870. Stuttgart.

#### Závěr

Příspěvek se zabývá mineralogickým výzkumem nově nalezené apofylit-prehnitové žíly, která byla odkryta těžbou Ca-skarnů v „Novém lomu“ v Bludově v letech 2008–2009. Žíla má mocnost maximálně 5 cm a je tvořena hrubě štěpnými agregáty prehnitu a apofylitu. V malém množství obsahuje také makroskopicky viditelný epidot a akcesoricky grosulár. Prehnitová žíla přechází do mocnější křemenné žíly.

Prehnit i apofylit byly určeny RTG-práškovou difrakcí a mikrosondou. Apofylit není albinizován. Bodové WDX-analýzy dokumentují čistý prehnit, apofylit klasikačně odpovídá fluorapofylitu (97–100 % F apfu v pozici F-OH) s malým podílem natroapofylitové komponenty (7–18 % apfu v pozici jednomocného kationtu).

Fluor byl v množstvích 0,04 až 1,46 hmot. % potvrzen i v dalších žilných minerálech (prehnit, epidot, reliktní granát), což ukazuje na vysokou aktivitu fluoru ve fluidech.

Z mikroskopického studia vyplývá, že nejstarší hydrotermální fázi alpské žíly byl epidot. Reliktní minerály okolních skarnů v žíle reprezentují granát a pyroxen. Starší minerály jsou často korodovány a protínány mladším prehnitem a apofylitem, které tvoří nejmladší a zároveň dominantní fáze žíly. Bylo rozpoznáno také více generací prehnitu, lišících se i chemickým složením. Muselo tedy dojít k více stadiím přínosu roztoků a vývoji jejich chemismu. Mezi mladší minerály žíly můžeme zařadit také křemen a kalcit.

Apofylit-prehnitová žíla alpského typu vznikla z nízkoteplotních hydrotermálních fluid lokálního původu. Dokumentační vzorek je uložen ve sbírkách Ústavu geologických věd PŘF MU v Brně.

#### Poděkování

*Autoři děkují S. Solníčkovi za poskytnutí informace o nálezu a původního vzorku žíly. P. Gadasovi jsme zavázáni za provedení mikrosondových analýz a BSE-fotodokumentace. V. Vávrovi děkujeme za načtení difraktogramů vzorků. Práce byla podpořena výzkumným záměrem MSM0021622412.*