

Výskyt wollastonitu ve skarnu ve Vlastějovicích, střední Čechy (Česká republika)

Occurrence of wollastonite at skarn in Vlastějovice, central Bohemia (Czech Republic)

STANISLAV HOUZAR¹⁾, TOMÁŠ KADLEC²⁾ A JIŘÍ SEJKORA³⁾

¹⁾ Moravské zemské muzeum, Zelný trh 6, 659 37 Brno

²⁾ EUROVIA Services, s.r.o., U Michelského lesa 370, 140 00 Praha 4

³⁾ Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

HOUZAR S., KADLEC T., SEJKORA J. (2009): Výskyt wollastonitu ve skarnu ve Vlastějovicích, střední Čechy (Česká republika). - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 17/1, 37-40, ISSN: 1211-0329.

Abstract

Wollastonite as a rare mineral in iron skarn in Vlastějovice (central Bohemia, Czech Republic), has been discovered for the first time. Unzonal garnet-wollastonite aggregates occur between coarse-grained monomineral calcite rocks and quartz-rich pegmatite vein, which penetrate of pyroxene-epidote-garnet Fe-skarn metamorphosed under high amphibolite facie conditions. The needles of wollastonite are $\leq 100 \mu\text{m}$ long and form silky white nests up to 1 dm^3 in size. Intergrowths of quartz, garnet ($\text{Adr}_{62}\text{Grs}_{22}\text{Alm}_{12}\text{Sps}_4$), calcite, fluorite and apophyllite (?) with wollastonite are typical. Wollastonite formed probably by influx of SiO_2 -, H_2O -rich fluids from silicate rocks (pegmatite?) into the hydrothermal calcite vein during regional metamorphism. However, direct contact metamorphic origin at pegmatite contact is also possible.

Key words: wollastonite, calcite, pegmatite, iron skarn, regional metamorphism, Vlastějovice, Czech Republic

Úvod

Vlastějovice představují jednu z mineralogicky nejvýznamnějších lokalit v Českém masivu (obr. 1). Ve skarnech, odkrytých velkým kamenolomem firmy Silnice Čáslav a.s. na Fiolníku, a v doprovodných horninách bylo zjištěno přes 120 minerálů, z nichž některé jsou vzácné, jiné se vyskytly v kvalitních sběratelských ukázkách (Vavříň 1962; Koutek 1964; Pauliš 1993; Brabec 2002; Kadlec 2007). Wollastonit však mezi nimi udáván není. Je však nutno poznamenat, že z Vlastějovic asi v roce 1974 (seminář UK v Praze) zmínil při diskusi geneze tamního skarnu prof. J. Koutek ojedinělý výskyt žil wollastonitu v reliktních mramorech ve skarnech, jakékoliv bližší určení tohoto minerálu ani studium asociace však nebylo patrně provedeno.

Nově popisovaný wollastonit byl nalezen při společné exkurzi českých a moravských mineralogů v březnu 2009 v několika balvanech ve zbytku odstřelu při úpatí východní stěny 5. lomové etáže (T. Kadlec, M. Novák).

Popis vzorků a charakter výskytu

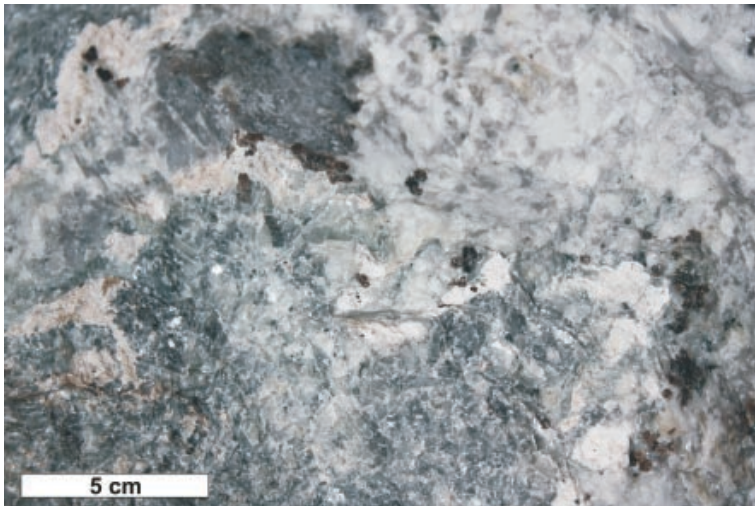
Masivní agregáty wollastonitu o objemu $\leq 1 \text{ dm}^3$ mají bílou a béžovou barvu, hedvábný lesk a místy až vzhled jemně vláknitého asbestu. Dalším makroskopicky patrným minerálem je křemen, a vzácněji kalcit, ojedinělý je hnědočervený granát. Wollastonit byl zjištěn převážně na kontaktu primitivního hrubě zrnitého pegmatitu chudého biotitem, lokálně značně bohatého křemenem, se středně zrnitou až hrubozrnnou karbonátovou horninou (obr. 2, 3). Jednoduchou minerální asociaci doplňují povlaky světle až tmavě fialového fluoritu. Přestože jsme v případě výskytu omezení na studium vzorků bez přesné geologické pozice ve výchozu, je zřejmé, že okolní horninou wollastonit



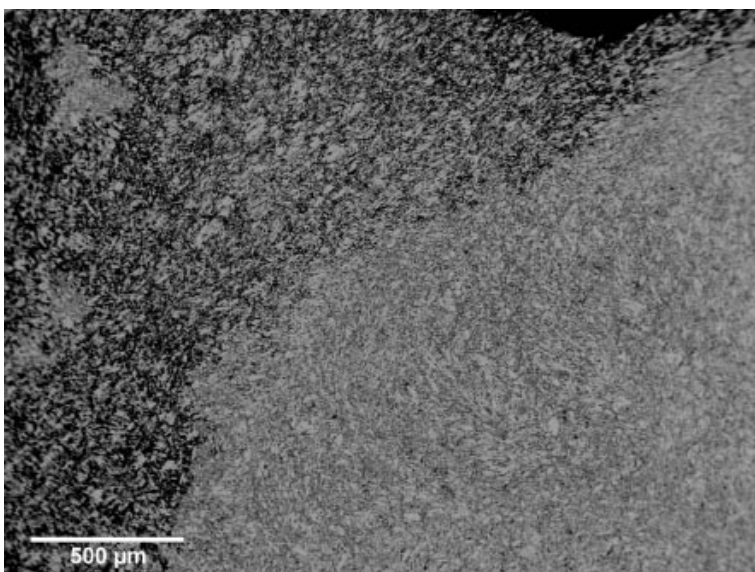
Obr. 1 Kamenolom ve Vlastějovicích - místo nálezu wollastonitu. Foto T. Kadlec, srpen 2009.



Obr. 2 Wollastonit (vlevo) na styku s pegmatitem bohatým křemenem (vpravo). Foto T. Kadlec.



Obr. 3 Wollastonit (nepravdelná bílá zóna) na styku pegmatitu (vpravo nahoře) a kalcitu (šedý, vlevo dole). Foto T. Kadlec.



Obr. 4 Jemnozrnňý wollastonit s křemenem ± apofylit, kalcit (vpravo) a agregát složený z křemene+kalcitu ± wollastonit, fluorit (vlevo), BSE foto, R. Škoda.

obsahující asociace je granátický skarn, místy s epidotem, který náleží okrajovým, křemenem bohatým skarnům na kontaktu s ortorulou. Vlastním kontaktem skarnu a ortoruly proniká asi 1.5 m mocný turmalinicko-biotitický pegmatit, který představuje část „pegmatit-granitického tělesa“. Toto 200 m dlouhé a 60 m široké ploché těleso na bázi skarnu Holého vrchu s vývojem od granitu (3. lomová etáž) po hrubozrnňý pegmatit (na 5. lomové etáži) se dříve nepřesně označovalo jako pegmatit.

Metodika výzkumu

Rentgenová prášková data wollastonitu byla získána pomocí difraktometru HZG4/ Arem-Seifert za podmínek: 50 kV, 40 mA, záření CuK α , step-scanning 0.05°/5 s. Pro snížení pozadí záznamu byly práškové preparáty nanoseny pomocí etanolu na nosič zhotovený z monokrystalu Si. Získaná data byla vyhodnocena pomocí software ZDS pro DOS (Ondruš 1993) za použití profilové funkce Pearson VII. Zjištěná rentgenová prášková data byla indexována na základě teoretického záznamu vypočteného programem Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z krystalových strukturních dat publikovaných Hessem (1984).

Chemické složení nalezených minerálů bylo kvantitativně sledováno na leštěných výbrusech pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Přírodovědecká fakulta, MU Brno) za podmínek: vlnové disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 10 - 20 nA, průměr svazku elektronů $\leq 5 \mu\text{m}$. Použity byly následující linie a standardy: K α : albit (Na), titanit (Ca, Ti), spessartin (Si, Mn), sanidin (Al, K), almandin (Fe), chromit (Cr), halit (Cl), fluorapatit (P), topaz (F), pyrop (Mg), nikl (Ni), vanad (V), YAG (Y); gahnit (Zn); L β : benitoit (Ba). Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.05 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití software „PAP“ (Pouchou, Pichoir 1985).

Minerální asociace

Ve výbrusech je **wollastonit** zastoupen převážně velmi drobnými, hypautomorfně omezenými zrny, jejichž délka nepřevyšuje 100 μm , často je však daleko menší. V jedné části vzorku tvoří mikroskopické srůsty s **křemenem**, s Ca-Si-K-F obsahující fází (velikost $\sim 10 - 15 \mu\text{m}$), pravděpodobně **apofylitem**, a lokálně též **kalcitem**. V jiných částech je wollastonit spíše reliktním minerálem; hornina je tu tvořena jemnozrnňými srůsty křemene+kalcitu, vzácný je **fluorit**. Jde patrně o produkt mladé nízkoteplotní alterace, pro což svědčí i místy pórovitá textura (obr. 4). Wollastonit je chemicky blízký teoretickému složení (tab. 1), s ní-

kým podílem Fe (0.26 - 0.31 hm. %; < 0.005 *apfu*) a Mn (0.11 - 0.15 hm. %; < 0.002 *apfu*). Na hranici detekce je podíl Mg (< 0.001 *apfu*), Na (< 0.001 *apfu*), lokálně byl ještě zjištěn podobně nízký obsah P, V, Al, Zn, K, a F. Rentgenová prášková data wollastonitu z Vlastějovic (tab. 2) jsou ve velmi dobré shodě s publikovanými údaji i daty vypočtenými z krystalové struktury wollastonitu. Vypřesněné mřížkové parametry pro monoklinickou prostorovou grupu P2₁/a, *a* = 15.422(1), *b* = 7.3238(9), *c* = 7.0660(7) Å, β = 95.369(8)°, *V* = 794.6(1) Å³ odpovídají údajům uváděným pro wollastonit (Trojer 1968; Hesse 1984).

Granát odpovídá převážně grossular-andraditu, lokálně s vyšším (< 13 %) podílem almandinové složky. Ve wollastonitu (i přilehlém pegmatitu) tvoří zrna velikosti do ~ 5 mm, mikroskopicky oscilačně zonální. V hypautomorfně omezených zrnech převládá andraditová složka (47 - 62 %) nad složkou grossularovou (20 - 35 %) a almandinovou (10 - 13 %) (tab. 1). Převažují granáty s relativně vysokým podílem Fe₂O₃, s nízkým obsahem MgO (< 0.08 hm. %) a TiO₂ (0.09 hm. %), zatímco Cr, Ni, V, Y a P jsou na hranici detekce. Zvýšený obsah FeO a MnO a naopak bezvýznamný obsah F je v granátech bohatých Adr složkou. Objemově malá část některých zrn či spíše jen jednotlivé zóny odpovídají grossularu (~ 75 %) s podílem andraditové složky (25 %) s mírně zvýšeným podílem F (0.52 hm. %; 0.126 *apfu*). Trhliny granátu jsou vyplněny křemenem a kalcitem (obr. 5).

Diskuse vzniku wollastonitu

Wollastonit je typickým a hojným minerálem skarnů vázaných na kontakty mramorů a intruzív u nás i ve světě. Až na výjimky v nich vzniká v raných stádiích skarnizačních procesů a wollastonitové skarny tvoří vnější zónu na bezprostředním kontaktu skarnu a mramoru. Tento „kontaktní“ wollastonit tvoří v typickém vývoji hrubozrnné stébelnaté agregáty nezřídka uspořádané kolmo ke kontaktu, obsahující zrna diopsidu, grossularu a vesuvianu. S pokračujícím vývojem skarnizace bývá tato zóna úplně zatlačena pyroxeny a granáty, v nichž rovněž postupně roste obsah Fe; posléze vzniká magnetit. V typických Fe-skarnech zrudněných magnetitem bývá proto wollastonit ojedinělý a zřetelně reliktní minerál (např. Meinert 1992). Wollastonit je také častým produktem izochemické regionální metamorfózy SiO₂-bohatých mramorů amfibolitové až granulitové facie. Jeho vyšší obsah (cca > 1 obj. %) v horninách je však až na výjimky vždy podmíněn s infiltrací fluid bohatých H₂O z vnějšího zdroje, eliminujících vysokou produkci CO₂ wollastonitovou reakcí (např. Cartwright, Buick 1995).

V regionálně metamorfovaných magnetitových Fe-skarnech v Českém masivu,

Tabulka 1 Chemické složení wollastonitu (Wo), grossularu (Grs) a andraditu (Adr)

	Wo	Wo	Grs	Adr
SiO ₂	51.35	51.76	38.38	36.36
TiO ₂	b.d.	b.d.	0.02	0.05
Al ₂ O ₃	b.d.	b.d.	17.28	8.29
Fe ₂ O ₃ *	-	-	7.58	20.07
FeO	0.27	0.26	0.63	5.36
MnO	0.11	0.15	0.26	1.71
MgO	0.04	b.d.	0.01	0.06
CaO	48.94	49.01	36.6	28.38
Na ₂ O	0.01	0.01	0.02	b.d.
P ₂ O ₅	b.d.	b.d.	0.01	0.02
F	b.d.	b.d.	0.52	b.d.
O=F			-0.22	
total	100.72	101.19	101.09	100.30
Si ⁴⁺	0.991	0.993	2.939	2.977
Ti ⁴⁺			0.001	0.003
Al ³⁺			1.559	0.800
Fe ³⁺			0.436	1.236
Fe ²⁺	0.004	0.004	0.041	0.367
Mn ²⁺	0.002	0.002	0.017	0.119
Mg ²⁺	0.001		0.001	0.007
Ca ²⁺	1.011	1.007	3.002	2.489
Na ⁺			0.003	
P ⁵⁺			0.001	0.001
F ⁻			0.126	
O ²⁻	3.000	3.000	11.874	12.000
suma kat	2.010	2.007	8	8
Grs	-	-	76	22
Adr	-	-	22	62
Alm	-	-	1.4	12
Sps	-	-	0.6	4

Tabulka 2 Rentgenová prášková data wollastonitu z Vlastějovic

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>l/l</i> _o	<i>d</i> _{calc.}	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>d</i> _{obs.}	<i>l/l</i> _o	<i>d</i> _{calc.}
2	0	0	7.676	24	7.677	6	0	2	1.9831	10	1.9830
4	0	0	3.840	100	3.839	8	0	0	1.9193	16	1.9193
0	0	2	3.520	33	3.518	7	2	0	1.8811	8	1.8817
2	0	-2	3.318	30	3.318	7	2	-1	1.8556	4	1.8554
4	0	1	3.244	3	3.244	0	4	0	1.8312	2	1.8309
2	0	2	3.091	34	3.090	8	0	1	1.8090	8	1.8091
3	2	0	2.9784	44	2.9781	3	2	3	1.7951	2	1.7955
4	0	-2	2.7228	8	2.7234	0	0	4	1.7590	6	1.7588
6	0	0	2.5596	34	2.5590	5	2	-3	1.7234	5	1.7239
4	0	2	2.4802	16	2.4803	7	2	-2	1.7172	7	1.7175
5	2	0	2.3529	6	2.3530	0	4	2	1.6235	1	1.6241
0	0	3	2.3441	7	2.3450	7	2	2	1.6060	5	1.6064
6	0	1	2.3363	9	2.3357	2	4	-2	1.6039	3	1.6030
3	2	-2			2.3365	10	0	0	1.5357	7	1.5354
2	0	-3	2.3042	12	2.3037	7	2	-3	1.5285	1	1.5287
5	2	-1	2.2813	3	2.2812	3	2	4	1.4798	2	1.4795
5	2	1	2.1847	19	2.1848	10	0	1	1.4715	3	1.4717
6	0	-2	2.1683	4	2.1681	9	2	-2	1.4623	1	1.4621
5	2	-2	2.0233	2	2.0240	10	0	-2	1.4583	5	1.4581

kam náleží i vlastějovický skarn (např. Němec 1991) je wollastonit rovněž výjimečným minerálem. Nejde tam o relikty starších skarnizačních stadií, ale je vázán na mladší retrogradní rekrystalizaci skarnů. Ta bývá doprovázena nezdědkou proniky žil jednoduchých převážně anatektických pegmatitů (např. Županovice, Němec 1964).

Wollastonit se ve Vlastějovicích nachází na kontaktu křemenem bohatého pegmatitu a karbonátové horniny v Fe-skarnu. V případě karbonátové horniny může sice jít o relikty čistého kalcitického mramoru ve skarnu, avšak všechny dosud známé mramory ve vlastějovickém skarnu jsou bohaté silikáty, zvláště biotitem, diopsidem, živci a křemenem. V této souvislosti není bez zajímavosti, že ve studované asociaci s wollastonitem chybí např. diopsid, resp. podstatný podíl Mg v jiných minerálech, který je jinak pro kontaktně metamorfované mramory typický. Nabízí se proto možnost, že místo mramoru šlo spíše o kalcitovou žílu proniknutou jednoduchým pegmatitem.

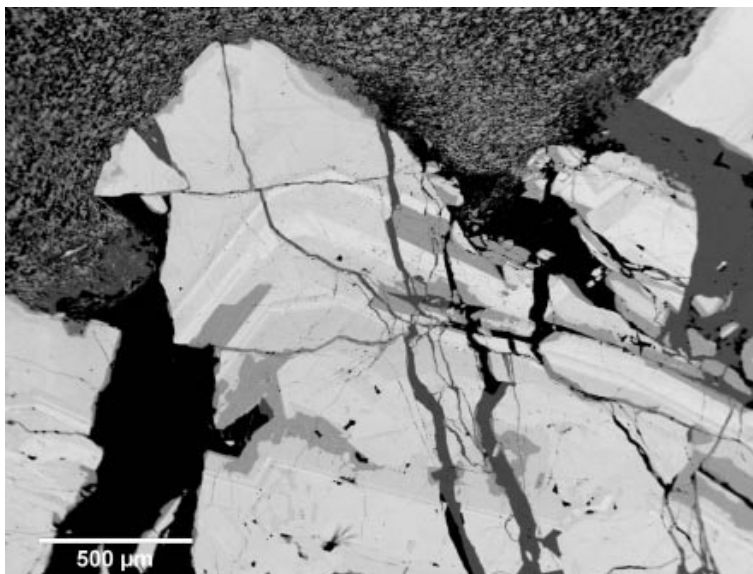
Wollastonit (\pm grossular-andradit, apofylit, křemen) pravděpodobně vznikl v důsledku reakcí fluid které pronikaly podél nepravidelného kontaktu kalcitové žíly (nebo agregátu hrubozrnného kalcitu ve skarnu) a s ní sdruženého pegmatitu (staršího než tato žíla) za relativně nízké teploty. Fluida byla bohatá H_2O a vyvolala bimetasomatické reakce na styku chemicky kontrastních hornin za relativně nízkých teplot. Sporadický granát (vedle relikty F-obsahujícího grossularu je bohatý andraditovou složkou) ukazuje na kontaminaci „wollastonitovce“ železem z přilehlého skarnu. Podobný případ vzniku wollastonitu za podmínek $T \sim 450^\circ C$, $P = 2$ kbar a $X_{CO_2} < 0.05$ na úkor hydrotermálních karbonátových žil v ortorule byl popsán z moldanubické zóny Schwarzwald (Markl 1999). Vznik wollastonitu přímým kontaktním působením pegmatitu na kalcitickou horninu však nelze zcela vyloučit, i když v takovém případě by nejspíš vznikla obvyklá zonálnost, se samostatnými zónami wollastonitu, granátu, příp. pyroxenu.

Poděkování

V práci jsou uvedeny výsledky výzkumu, který byl finančně podpořen Ministerstvem kultury ČR v rámci projektu MK00009486201 (S.H.) a DE07P04OMG004 (J.S.). Milou povinností autorů je poděkovat R. Škodovi, PhD. (Přírodovědecká fakulta MU, Brno) za spolupráci při laboratorním výzkumu.

Literatura

Brabec P. (2002): Antimonová mineralizace ve Vlastějovicích. - MS, diplomová práce, PřF UK Praha
 Cartwright I., Buick I. S. (1995): Formation of wollastonite-bearing marbles during late regional metamorphic channelled fluid flow in the upper calcsilicate unit of the Reynolds Range Group, central Australia. - *J. Metam. Geol.* **13**(3), 397-417.
 Hesse K. F. (1984): Refinement of the crystal structure of wollastonite-2M (parawollastonite). - *Z. Krist.* **168**, 93-98.



Obr. 5 Oscilačně zonální granát v asociaci s jemnozrnným wollastonitem, proniknutý žilkami kalcitu. Tmavé zóny v granátu jsou nejbohatší grossularovou složkou, BSE foto, R. Škoda.

Kadlec T. (2007): Turmalín jako indikátor stupně kontaminace granitických pegmatitů z okolí Vlastějovic nad Sázavou. - MS, diplomová práce, PřF MU Brno, 79 s.
 Koutek J. (1964): Magnetocová ruda magdalenské skarnové kry ve Vlastějovicích. - *Zpr. o geol. Výzk. v R.* **1964**, 39-41.
 Markl G. (1999): Wollastonite formation during Variscan post-tectonic cooling in the Schwarzwald, Germany. - *Mineral. Petrol.* **66**, 193-213.
 Meinert L. D. (1992): Skarns and Skarn Deposits. - *Geosci. Canada* **19**, 4, 144-162.
 Němec D. (1964): Skarny županovické oblasti. - *Sbor. geol. Věd., ložisk. Geol.* **3**, 43-108.
 Němec D. (1991): Regional typization of the iron skarns of the Bohemian - Moravian heights. - *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.* **76**, 51-82.
 Ondruš P. (1993): ZDS - A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. - *Materials Science Forum*, 133-136, 297-300, EPDIC-2. Enche-de.
 Pauliš P. (1993): Sekundární minerály antimonu ze skarnového ložiska Vlastějovice v Posázaví. - *Čas. Nár. Muz., Ř. přírodověd.* **162**, 91-92.
 Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): "PAP" (ϕ ρ Z) procedure for improved quantitative microanalysis. - In: *Microbeam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco, pp. 104-106
 Trojer F. J. (1968): Crystal structure of parawollastonite. - *Z. Krist.* **127**, 291-308.
 Yvon K., Jeitschko W., Parthé E. (1977): Lazy Pulverix, a computer program for calculation X-ray and neutron diffraction powder patterns. - *J. Appl. Cryst.* **10**, 73-74.
 Vavřín I. (1962): Pegmatity magdalenského skarnového ložiska u Vlastějovic nad Sázavou. - *Sbor. Nár. Muz. (Praha), Ř. B* **18**, 89-105.