ISSN 1211–8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
XCVIII (2013): 1, 33–40, 2013

FAYALIT A RUDNÍ MINERÁLY VE SKARNECH Z KUKLÍKU A LÍŠNÉ NA ČESKOMORAVSKÉ VRCHOVINĚ

FAYALITE AND ORE MINERALS IN THE SKARNS FROM KUKLÍK AND LÍŠNÁ (BOHEMIAN-MORAVIAN HIGHLANDS, CZECH REPUBLIC)

JAN MALEC, FRANTIŠEK VESELOVSKÝ & ZDENĚK TÁBORSKÝ

Abstract

Malec, J., Veselovský, F., Táborský Z. (2013): Fayalit a rudní minerály ve skarnech z Kuklíku a Líšné na Českomoravské vrchovině. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 98, 1, 33–40.

Fayalite and ore minerals in the skarns from Kuklík and Líšná (Bohemian-Moravian Highlands, Czech Republic)

Sporadic aggregates and grains of Mn-bearing fayalite in the iron-rich skarn mineral assemblage with magnetite and ferroan clinopyroxene in the Svratka Unit were described. Small grains of fayalite typically occur between magnetite and hedenbergite and locally are partly transformed into oxidized or hydrated products. The BSE-images of minerals and EDX-analyses of fayalite studied including associated hedenbergite and magnetite are enclosed. Some other ore minerals (pyrrhotite, arsenopyrite, löllingite, chalcopyrite, bismuth, and undetermined Bi-telluride) only on the Kuklík locality were identified.

Key words: fayalite, ore minerals, skarns, Bohemian-Moravian Highlands, Czech Republic.

Jan Malec, František Veselovský, Zdeněk Táborský – Czech Geological Survey, Geologická 6, CZ-152 00 Praha 5, Czech Republic. e-mail: malec@cbox.cz, frantisek.veselovsky@geology.cz, zdenek.taborsky@geology.cz

Úvod

Fayalit (Fe>Mg olivín) je poměrně vzácný minerál, který se však vyskytuje v překvapivě rozdílných paragenezích. Typovou lokalitu má ve vulkanitech na ostrově Faial v Azorách (Anthony *et al.* 1995). Z vysoce metamorfovaných sedimentů bohatých Fe je fayalit znám např. z kanadské Arktidy (Fritsch a Herd 2010), Mn-fayalit byl popsán z metamorfovaného stratiformního Mn-zrudnění u Čučmy (Faryad 1994). Byl nalezen i v apatit-ilmenit-magnetitové asociaci v gabru ve Finsku (Kärkkäinen a Appelquist 1999) a v serpentinitech v okolí Dobšiné (Slovensko), kde se nachází ve shlucích s chromitem (Ďurovič a Kamenický 1955, Háber a Hovorka 1981). Bývá i v horninách s křemenem, jako jsou výskyty v granitovém masivu Brockenu v Harzu, příp. v Sn-greisenu ze silně diferencovaného granitu v Saudské Arábii (Anthony *et al.* 1995, Kamilli a Criss 1996). Dále je znám především z bazických, alkalických a ultramafických vulkanitů s vápnitými xenolity a z jejich pyroklastik, např. v německém Eifelu (Hentschel 1983). Známé jsou také výskyty v cristobalitu z dutin devitrifikovaných kalifornských obsidianů (Penberton 1983). Fayalit bývá také častou součástí hutních strusek po tavení železa i jiných kovů a rud (např. Gregerová *et al.* 2002, Ettler *et al.* 2009, Janíčková *et al.* 2012).

Z oblasti Českého masivu byl poprvé zmíněn z pórovitých produktů („paraláv“) zemních požárů železem bohatých jílovitých sedimentů v Českém Středohoří (Hibsch 1924). Popsán byl také z fayalitického ferodioritu, který je obsažen v jádru koncentricky zonálního dioritového pně u Mutěnína v západních Čechách; tam tvoří pouze cca 0,2 %

objemu horniny (VEJNAR *et al.* 1984) a rovněž z granitu a granitového pegmatitu u Strzegomi v Polsku (JANECZEK 1989).

Z minerálních asociací skarnů vystupujících při jihovýchodním okraji Českého masivu je existence nehojných minerálů olivinové skupiny známa již z dřívějška (NĚMEC 1963). Kromě forsteritu, typického pro Mg-skarny, byly opticky identifikovány i železem bohatší olivíny (označovány jako ferrohortonolit) a studována jejich přeměna v amfiboly cummingtonitového typu; na styku fayalitu s magnetitem vznikl i hornblend (NĚMEC 1971, 1991). Podle pozdějších mikrosondových analýz vzorků ze Županovic, kde tyto olivíny tvoří zrna a žilky o maximální mocnosti až 1,5 cm, bylo určení minerálu upřesněno na fayalit (PERTOLDOVÁ 1986).

Při novém výzkumu rudních mineralizací ve skarnech při sv. okraji moldanubika (PERTOLDOVÁ *et al.* 2007) jsme fayalit zjistili na dvou lokalitách ve svrateckém krystaliniku mezi Novým Městem na Moravě a Jimramovem. V rudních vzorcích z Kuklíku a Líšné, resp. v jejich nábrusech, byl identifikován rastrovacím elektronovým mikroskopem CamScan 3200 při sledování ve zpětně odražených elektronech (BEI) a následně byl analyzován připojeným EDX-mikroanalyzátorem Link ISIS 300 (urychlovací napětí 20 kV, proud 2,50 nA, standardizace na Co).

Charakteristika lokalit a minerálních asociací fayalitu

Kuklík, j. od Sněžného

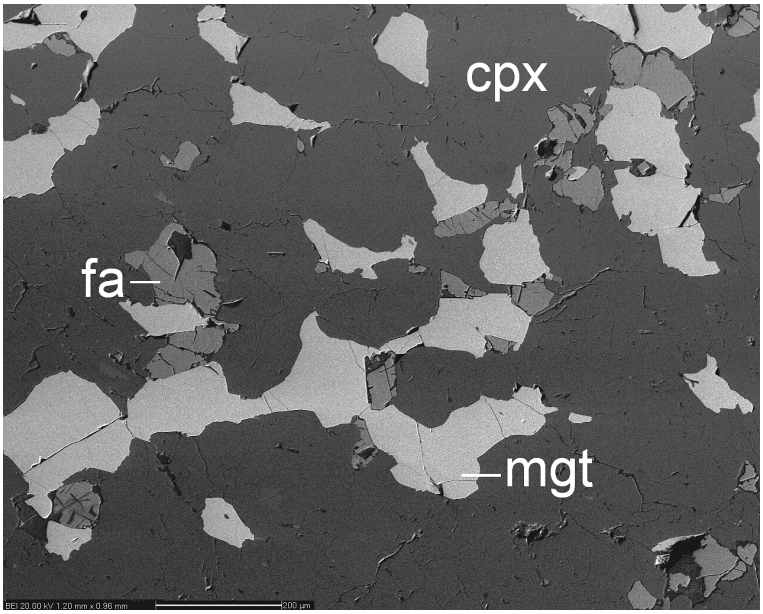
Lokalita skarnu s fayalitem je situována cca 900 m sz. od obce Odranec, pod malým lesíkem u samoty ve svahu, asi 125 m vlevo od silnice z Odrance do Kuklíku. Jedná se o nenápadnou, listnatými stromy částečně zarostlou povrchovou dobývku mísovitého tvaru. Její zeměpisné souřadnice (ve WGS-84) jsou: 49°37'12,265'' N, 16°07'30,364'' E. Skarn tam netvoří skalní výchoz, ale jen roztroušené balvany. V nové geologické mapě 1:25 000 (HANŽL a HRDLIČKOVÁ *ed.* 2008) je v těchto místech vyznačena tenká, ani ne sto metrů dlouhá čočka vápenatosilikátové horniny, hraničící s jen o něco větší čočkou dvojslídné pararuly. Obě horniny jsou uzavřeny v dlouhém, cca 1 km širokém pruhu leukokratního až dvojslídného migmatitu až ortoruly.

Podle výsledků geologického průzkumu (DUDA 1961) je skarnová čočka uzavřena v migmatitisovaných dvojslídných rulách spolu s krystalickým vápencem (mramorem) a pararulou. Skarn je granát-pyroxenický nebo magnetit-hedenbergitový. Protáhlý tvar magnetické anomálie ukazuje, že délka skarnu je asi 100 m a mocnost 20–30 m. Skarn je s okolními horninami patrně konkordantní; jejich směr je přibližně SSZ–JJV, sklon 30–50° na východ. Masivní ruda je tvořena magnetitem, pyrhotinem a chalkopyritem (NĚMEC 1963).

Na dnes dostupných vzorcích zrudněného skarnu převládají pásky hustě vtroušeného jemného alotriomorfního až hypidiomorfního magnetitu, který vzácně tvoří symplektity s hedenbergitem stejného složení jako mají okolní hrubá zrna (tato práce). V malém množství je přítomen také amfibol. PERTOLDOVÁ *et al.* (2007) uvádějí, že v magnetitu lze místy pozorovat časté lamely hematitu.

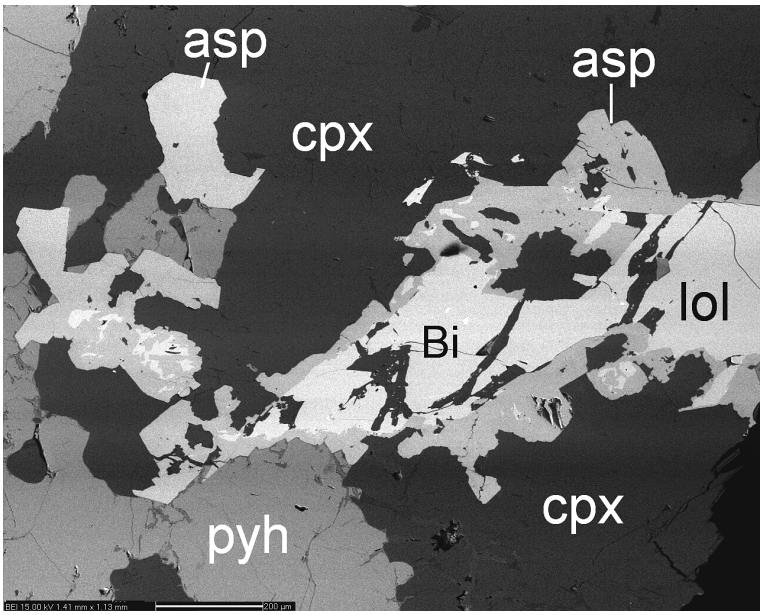
Při hranicích zrn hedenbergitu a magnetitu se lokálně vyskytují malá, nedokonale, ale zřetelně štěpná zrnka fayalitu (obr. 1), soustředěná do samostatných proužkovitých agregátů; v některých případech obklopují i magnetit. Opačný případ, tj. uzavírání fayalitu v magnetitu, popsaný např. ze skarnu u Županovic (NĚMEC 1963), nebyl pozorován. Velikost zrn magnetitu se pohybuje od 0,1 do 0,4 mm, zrnka fayalitu mají velikost okolo 0,1 mm.

Kromě magnetitového zrudnění se v pyroxenovém skarnu nacházejí nehojné, avšak bohaté impregnace sulfidů. Převládá pyrhotin, méně jsou zastoupeny löllingit, arsenopyrit a chalkopyrit, vzácně bismut a nově zjištěný neurčený telurid Bi. Arsenopyrit je vyvinut jako reakční lemy na styku pyrhotinu s löllingitem, kterým je pravděpodobně pyrhotin za-



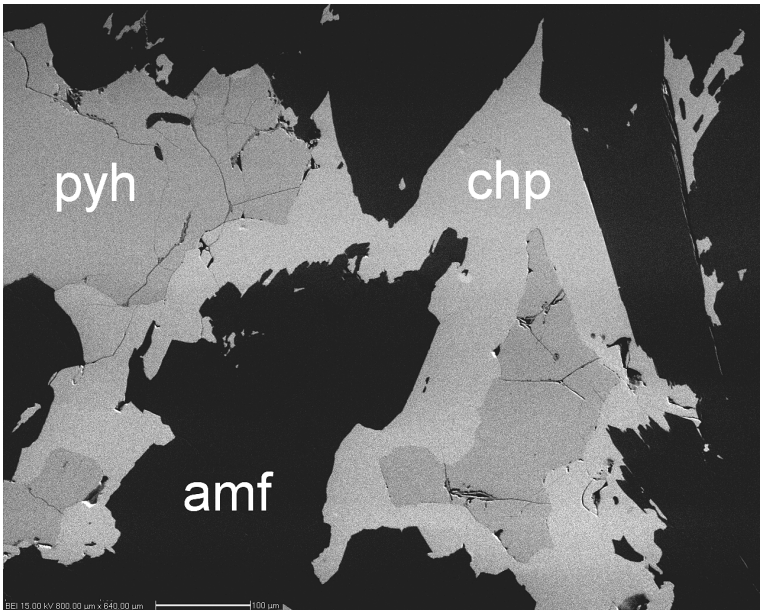
Obr. 1. Kuklík. Magnetit (mgt) provázený fayalitem (fa) v pyroxenovém skarnu (cpx). BEI, velikost snímku 1,20×0,96 mm. Foto J. Malec.

Fig. 1. Kuklík. Magnetite (mgt) accompanied with fayalite (fa) in a pyroxene skarn (cpx). BEI, size 1,20×0,96 mm. Photo J. Malec.



Obr. 2. Kuklík. Pyrhotin (pyh), löllingit (lol) a arsenopyrit (asp) vyplňují prostory mezi zrny pyroxenu (cpx). V löllingitu malá zrníčka bismutu (Bi). BEI, velikost snímku 1,41×1,13 mm. Foto J. Malec.

Fig. 2. Kuklík. Pyrrhotite (pyh), löllingite (lol), and arsenopyrite (asp) occupy gaps among grains of pyroxene (cpx). Small grains of bismuth (Bi) in löllingite. BEI, size 1,41×1,13 mm. Photo J. Malec.



Obr. 3. Kuklík. Pyrhotin (pyh) a na něj narůstající chalkopyrit (chp) mezi zrny amfibolu (amf). BEI, velikost snímku 0,80×0,64 mm. Foto J. Malec.

Fig. 3. Kuklík. Pyrrhotite (pyh) and chalcopyrite (chp) accreting on it among grains of amphibole (amf). BEI, size 0,80×0,64 mm. Photo J. Malec.

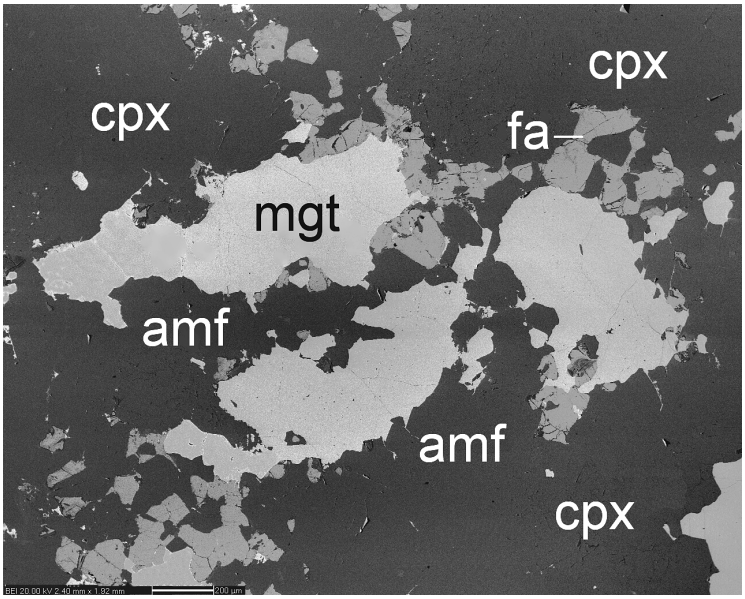
tlačován (obr. 2). Pyrhotin a na něj narostlý chalkopyrit vyplňují prostory mezi zrny hedenbergitu a/nebo amfibolu (obr. 3). V löllingitu nebo na jeho hranicích s arsenopyritem se často vyskytují malá zrníčka a jemné krátké žilečky (do cca 0,01 mm) bismutu a Bi-teluridu. Molybdenit, který nalezl Němec (1966) jako ojedinělé malé zrníčko v magnetit-pyroxenickém skarnu, v nových vzorcích zjištěn nebyl. Vzájemný poměr magnetitu a podřadněji zastoupeného sulfidického zrudnění nebyl pozorován, i když obě mineralizace se místy prolínají.

Líšná, z. od Jimramova

V biotiticko-muskovitických ortorulách jz. od Líšné, na ssv. svazích vrchu Bohdalce a v údolí Fryšávky při jeho s. úpatí vystupuje několik skarnových čoček. Podle Poláka (1950) a geologické mapy 1:50 000 (Stárková *et al.* 1996) je jich šest, mají délku 200–400 m a jsou protaženy souhlasně s průběhem horninových pruhů, tj. ve směru SSZ–JJV. Na svahu Bohdalce v okolí Adamovy skály jsou na skarnech patrné staré obvaly, v nichž byly dobývány převážně limonitické železné rudy, vzniklé větráním horninových Fe-silikátů. Nové mapovací práce v měřítku 1:25 000 (Melichar, *ed.* 2008) zjistily v prostoru Adamovy skály jen dvě skarnová tělesa. Jsou oválného tvaru, asi 250 a 100 m dlouhá a protažená sv. směrem, tj. příčně k průběhu horninových pruhů.

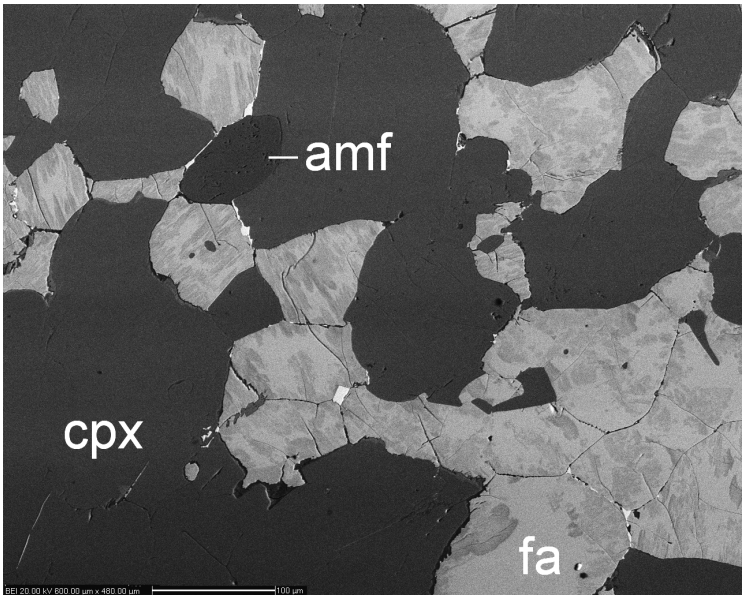
Skarny jsou většinou pyroxen-granátické, páskované a nezrudněné. V materiálu D. Němce, sbíraném v době průzkumných prací někdy okolo r. 1960 a uloženém nyní v jihlavském Muzeu Vysočiny, je i jeden nábrus amfibolicko-pyroxenického skarnu (označen „Líšná 571“), v němž je hojně vtroušený alotriomorfní magnetit. Pochází z katastru Líšné, a to pravděpodobně ze ssv. svahů vrchu Bohdalce. Přesnější lokalizaci tohoto vzorku se nepodařilo zjistit a žádný písemný doklad o studiu tohoto zrudnění se nenašel.

Ve zkoumaném vzorku se vyskytují až 1 mm velká alotriomorfní zrnka magnetitu, která vyplňují prostory mezi zrny klinopyroxenu, pronikají po jejich hranicích a nebo po



Obr. 4. Líšná. Fayalit (fa) provází alotriomorfní zrna magnetitu (mgt) v amfibol-pyroxenovém skarnu (amf, cpx). BEI, velikost snímku 2,40×1,92 mm. Foto J. Malec.

Fig. 4. Líšná. Fayalite (fa) accompanied with allotriomorphic grains of magnetite (mgt) in a amphibole-pyroxene skarn (amf, cpx). BEI, size 2,40×1,92 mm. Photo J. Malec.



Obr. 5. Líšná. Agregát nehomogenních zrn fayalitu v pyroxenovém skarnu (cpx) s amfibolem (amf). Tmavé šmouhy ve fayalitu (fa) jsou hydratované partie. Po hranicích zrn proniká hematit (bílý). BEI, velikost snímku 0,60×0,48 mm. Foto J. Malec.

Fig. 5. Líšná. Aggregate of inhomogenous grains of fayalite in a pyroxene skarn (cpx) with amphibole (amf). Dark schliers in fayalite represent hydrated parts. Hematite (white) penetrates along borders of grains. BEI, size 0,60×0,48 mm. Photo J. Malec.

Tabulka 1. Chemické složení fayalitu z lokalit Kuklík a Líšná.
Table 1. Chemical composition of fayalite from Kuklík a Líšná.

lokalita	Županovice [1)]	Kuklík	Kuklík	Líšná	Kuklík (o)	Líšná (h)
bodů, spots	?	2	1	3	1	1
			hm. %, wt. %			
FeO	62,14	62,28	59,35	66,71	58,81	58,34
MnO	6,31	6,45	6,79	2,51	7,27	2,21
MgO	1,14	1,06	0,78	0,58	0,85	0,45
ZnO	0	0	1,35	0	0	0
SiO_2	30,40	29,45	31,03	29,75	30,08	31,99
suma	99,99	99,24	99,30	99,55	97,01	92,99
			4 O			
			apfu			
Fe	1,735	1,765	1,660	1,887	1,68	1,69
Mn	0,178	0,185	0,192	0,072	0,21	0,06
Mg	0,057	0,054	0,039	0,029	0,04	0,02
Zn	0	0	0,033	0	0,00	0,00
Σ	*1,970*	*2,004*	*1,924*	*1,988*	*1,93*	*1,77*
Si	1,015	0,998	1,040	1,006	1,03	1,11

[1)] = Pertoldová 1986
(o) = patrně oxidovaný, partly oxidized
(h) = tmavší šmouhy (zřejmě hydratovaný); dark streaks, hydratized?
Σ = Fe + Mn + Mg + Zn

lokalita	Kuklík	Líšná
bodů, spots	4	2
	hm. %, wt. %	
FeO	25,83	28,24
MgO	2,46	1,60
MnO	1,84	0,85
CaO	20,32	20,68
Na_2O	0,42	0,19
Al_2O_3	0,33	0,36
SiO_2	48,77	48,70
suma	99,97	100,62
	6 O	
	apfu	
Fe	0,883	0,970
Mg	0,150	0,092
Mn	0,064	0,029
Σ_1	*1,097*	*1,091*
Ca	0,878	0,899
Na	0,033	0,015
Σ_2	*0,911*	*0,914*
Al	0,016	0,017
Si	1,993	2,001
Σ_3	*2,009*	*2,018*

poznámky:
Σ_1 = Fe + Mg + Mn
Σ_2 = Ca + Na
Σ_3 = Al + Si

hranicích s amfibolem. Při okrajích agregátů magnetitu, stejně jako na předchozí lokalitě, se vyskytují nepravidelné útvary cca 0,1–0,2 mm velkých izometrických zrnek fayalitu (obr. 4). Na hranicích zrn fayalitu se místy nacházejí tenké žilky hematitu. Místy jsou ve fayalitu na snímcích odražených elektronů patrny tmavší šmouhy, často sledující štěpné trhliny (obr. 5). Jedná se evidentně o alteraci, vzniklou v souvislosti s tvorbou okolního amfibolu. Žádné další rudní minerály se ve zkoumaném vzorku nevyskytovaly.

Složení fayalitu, klinopyroxenu a magnetitu

Podle chemických analýz je složení fayalitu na obou lokalitách dosti podobné (tab. 1). Vyznačuje se zvýšenými obsahy Mn a nízkým obsahem Mg. Ojediněle byla ve fayalitu z Kuklíku také zjištěna malá příměs Zn. Podíl Mn, příp. i Zn ve fayalitech je běžný; Brusch (1872, in Strunz 1970) popsal jako samostatný, dnes neuznávaný minerální druh roepperit, což byl Mn-fayalit s příměsí Zn. Téměř stejné složení jako fayalit z Kuklíku má i fayalit ze žilek v moldanu-

←
Tabulka 2. Chemické složení klinopyroxenů z lokalit Kuklík a Líšná.
Table 2. Chemical composition of clinopyroxenes from Kuklík and Líšná.

bickém magnetitovém skarnu od Županovic (tab. 1), který analyzovala PERTOLDOVÁ (1986). Fayalit z Líšné má poněkud méně Mn než fayalit z Kuklíku. Alterované partie se projevují nižšími sumami analýz a mírným kolísáním obsahů jednotlivých složek. Neostré hranice těchto partií a nízké sumy naznačují, že se patrně jedná o hydrataci. Vzájemné poměry Fe / Mn / Mg jsou v alterovaných místech zhruba stejné jako v čerstvých.

Zrno odlišného složení bylo na lokalitě Kuklík zjištěno až chemickou analýzou, protože v BEI se nijak nápadně neodlišovalo. Vyznačuje se nižší sumou analýz a má zvýšený obsah Mn. Nejspíše se jedná o tzv. „ferrifayalit" (STRUNZ 1970), který je dnes označován jako laihunit, $(Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2)\ (SiO_4)_2$. Ten lze pokládat v jistém smyslu za silně oxidovaný fayalit. Byl popsán z Fe-ložiska Laihu v Číně a vyskytuje se společně s fayalitem i ve vulkanitech Eifelu (BLASS a GRAF 1995).

Složení klinopyroxenů z obou lokalit (tab. 2) se mírně liší, ale v zásadě odpovídá hedenbergitu. Z analýz magnetitu (tab. 3) je patrno, že v Kuklíku je poměrně čistý a magnetit od Líšné má malý obsah Ti. Příměs SiO_2 je charakteristická i pro magnetity z jiných lokalit, které jsme měli možnost analyzovat.

Tabulka 3. Chemické složení magnetitu z lokalit Kuklík a Líšná.
Table 3. Chemical composition of magnetite from Kuklík a Líšná.

lokalita	Kuklík	Líšná (s)
bodů, spots	2	1
	hm. %, wt %	
FeO	30,53	30,06
Fe_2O_3	67,85	66,82
Al_2O_3	0,54	0,79
MgO	0	0
MnO	0,15	0
TiO_2	0	1,51
SiO_2	0,39	0,47
suma	99,46	99,65
	rozpočet na 4 O apfu	
Fe2+	0,982	0,956
Fe3+	1,964	1,913
Al3+	0,024	0,035
Mg	0	0
Mn	0,005	0
Ti	0	0,043
Si	0,015	0,018
Σ	2,99038	2,9653

pozn.: FeO a Fe_2O_3 rozpočteny z celkového Fe,
(s) = v symplektitu s klinopyroxenem
note: FeO a Fe_2O_3 calculated from whole Fe,
(s) = magnetite+clinopyroxene symplektite

Shrnutí a závěr

Popisovaný fayalit z Kuklíku a Líšné představuje po Županovicích další výskyty v našich regionálně metamorfovaných skarnech. V obou případech jsou ale jeho zrna pouze mikroskopické velikosti. Není vyloučeno, že při podrobnějším mineralogickém výzkumu jiných obdobných Fe-skarnů může dojít k dalším nálezům. Na všech třech lokalitách je fayalit v paragenezi s železnatým klinopyroxenem (hedenbergitem), s magnetitem a amfibolem. Místy je částečně alterován (oxidován, hydratován), avšak přeměna v grunerit-cummingtonit, popsaná NĚMCEM (1971) nebyla pozorována. Sulfidické aj. rudní minerály na lokalitě Kuklík patří k pozdním skarnovým mineralizacím; jejich přímý vztah k magnetitu nebyl pozorován.

Poděkování

Práce byla provedena jako součást výzkumného úkolu ČGS „Korelace litologicky kontrastních hornin v jednotkách krystalinika při sv. okraji moldanubika". Za zapůjčení vzorků z pozůstalosti ing. Dušana Němce děkujeme dr. K. Malému z Muzea Vysočiny v Jihlavě. Za rady a připomínky vděčíme dr. S. Houzarovi z Moravského zemského muzea v Brně a za posouzení práce děkujeme oběma recenzentům.

LITERATURA

ANTHONY, J. W., BIDEAUX, R. A., BLEDH, K. W., NICHOLS, M. C., 1995: Handbook of Mineralogy, Vol. II. Silica, Silicates. – Mineral Data Publishing, Tuscon.

BLASS, G., GRAF, H. W., 1995: Neufunde von bekannten Fundorten (14). – *Mineralien Welt*, 6 / 4, 37.

DUDA, J., 1961: Průzkum drobných skarnových ložisek. Kuklík. – *MS*, ČGS-Geofond Praha, sign. P 12035.

ĎUROVIČ, S., KAMENICKÝ, J., 1955: Niekolko poznámok k nálezu novej minerálnej paragenézy z gemeridných serpentinitov. – *Geol. Sbor.* (Bratislava), 6, 3–4, 319–324.

ETTLER, V., ČERVINKA, R., JOHAN, Z., 2009: Mineralogy of medieval slags from lead and silver smelting (Bohutín, Příbram district, Czech Republic): Towards estimation of historical smetling conditions. – *Archaeometry*, 51, 6, 987–1007.

FARYAD, S. W., 1994: Mineralogy of Mn-rich rocks from greenschist facies sequences of the Gemericum, West Carpathians, Slovakia. – *N. Jb. Mineral.*, Mh. 10, 464–480.

FRITSCH, T., HERD, R. K., 2010: Highly metamorphosed irron-formation on Arcedeckne Island, Boothia Peninsula, Arctic Canada, and the paragenesis of harrisonite, $Ca(Fe,Mg)_6(SiO_4)_2(PO_4)_2$. – *Canad. Mineralogist*, 1993, 31, 775–785.

GREGEROVÁ, M., FOJT, B., VÁVRA, V., 2002: Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů. – Morav. zemsk. muz. a Přírodověd. f. MU, Brno.

HÁBER, M., HOVORKA, D., 1981: Ore mineralization on the contact of an Alpine-type ultramafic body (Danková, Spišsko-gemerské rudohorie Mts., West Carpathians). – *Geol. Zbor. Geol. Carpath.*, 32, 1, 91–111.

HANŽL, P., HRDLIČKOVÁ, K., eds., 2008: Základní geologická mapa České republiky 1:25 000 s Vysvětlivkami, 24-113 Nové Město na Moravě. – *MS,* Česká geol. služba, Praha.

HENTSCHEL, G., 1983: Die Mineralien der Eifel Vulkane. – Weise, Stuttgart.

HIBSCH, J. E., 1924: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Bilin. – *Knihovna Geol. Úst. ČSR,* 8, 1–131.

JANECZEK, J., 1989: Manganoan fayalite and products of its alteration from the Strzegom pegmatites, Poland. – *Mineral. Mag.*, 53, 315–325.

JANÍČKOVÁ, K., DOLNÍČEK, Z., MALÝ, K., 2012: Fázové složení strusek po tavbě stříbrných rud na Havlíčkobrodsku. – *Geol. Výzk. Mor. Slez.*, 19, 1–2, 186–189.

KAMILLI, R. J., CRISS, R. J., 1996: Genesis of the Silsilah tin deposit, Kingdom of Saudi Arabia. – *Econ. Geol.*, 91, 1414–1434.

MELICHAR, R., ed., 2008: Základní geologická mapa České republiky 1:25 000 s vysvětlivkami, 24-111 Sněžné. – *MS*, Česká geol. služba, Praha.

KÄRKKEINEN, N., APPELQUIST, H., 1999: Genesis of low-grade apatite-ilmenite-magnetite deposit in the Kanhajärvi gabbro, western Finland. – *Mineralium Deposita,* 34, 754–769.

NĚMEC, D., 1963: Asociace skarnů s karbonátovými horninami ve svratecké antiklinále. – *Sbor. geol. věd*, Ř. G, 2, 101–119.

– 1963: Mg-Skarne des westmährischen Kristallins. – *Sitzb. Akad. Wiss.* (Wien), Abt. 1, 172, 6–8, 263–308.

– 1966: Poznámky k výskytu molybdenitu a minerálů vizmutu ve skarnech Českomoravské vrchoviny. – *Čas. Mineral. Geol.*, 11, 1, 67–69.

– 1971: Genese der Grossular-Almandine und Grunerit-Cummingtonite in West-märischen Skarngesteinen. – *Krystalinikum*, 7, 95–109.

– 1991: Regional typization of the iron skarns of the Bohemian - Moravian heights. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.*, 76, 51–82.

Pemberton, H. E., 1983: Minerals of California. – Van Nostrand Reinhold Press.

PERTOLDOVÁ, J., BURIÁNEK, D., BURIÁNKOVÁ, K., ČOPJAKOVÁ, R., DUDÍKOVÁ SCHULMANOVÁ, B., DUŠEK, K., HALODA, J., HANŽL, P., KONOPÁSEK, J., KOPAČKOVÁ, V., KOŠULIČOVÁ, M., MALEC, J., MAŠEK, D., NAHODILOVÁ, R., RÝDA, K., SOEJONO, I., ŠKODA, R., ŠRÁMEK, J., TÁBORSKÝ, Z., TAJČMANOVÁ, L., TÝCOVÁ, P., VERNER, K., VESELOVSKÝ, F., VONDROVIC, L., VRÁNA, S., ZAVŘELOVÁ, A., ŽÁČKOVÁ, E., 2007: Rekognoskace litologicky kontrastních hornin v jednotkách krystalinika při sv. okraji moldanubika. Závěrečná zpráva. – návaznost na základní geologické mapování 1:25 000. – *MS*. Česká geologická služba, Praha.

PERTOLDOVÁ, J., 1986: Podmínky vzniku skarnů na ložiskách Pernštejn, Županovice a Nové Město pod Smrkem. – *MS,* Kandidátská disertační práce, Přírodověd. f. UK Praha.

POLÁK, A., 1950: Ložiska železných rud severní části Českomoravské vysočiny. – *MS*. ČGS-Geofond Praha, sign. P 3278.

STRUNZ, H., 1970: Mineralogische Tabellen (5. Auflage). – Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leizig.

VEJNAR, Z., DOLEŽAL, J., HAZDROVÁ, M., KŘÍŽ, J., MRŇA, F., POKORNÝ, L., RUDOLSKÝ, J., ŠEFRNA, L., TÁSLER, R., TOMÁŠEK, M., VOLŠAN, V., 1984: Geologie domažlické oblasti. – Ústř. Úst. geol., Praha.